

# VYUŽÍVANIE DAŽĎOVEJ VODY

Z. Vranayová

# 5

## VYUŽÍVANIE DAŽĎOVEJ VODY

Celkovou zmenou klímy a predovšetkým zvýšením globálnej teploty sa v mnohých oblastiach sveta - a Slovensko nie je výnimkou - stretávame so zníženou kvantitou a kvalitou podzemných zásob vody. I preto sa v západnej Európe a hlavne ostrovných krajinách rozšírilo využívanie dažďovej vody. V našich zemepisných šírkach dopadne ročne na 100 m<sup>2</sup> strechy v priemere 55 m<sup>3</sup> dažďovej vody. Táto voda je samozrejme iba úžitkovou vodou. Zaujímavosťou však je, že sa ňou dá nahradiť až 60 % spotrebovanej vody v Európe. „Rainwater harvesting“ - manažment využívania dažďových vôd - je technológia zachytávania, odvádzania a akumulácie dažďovej vody pre jej ďalšie použitie z rôznych povrchov, ako sú strechy budov, okolité urbanizované plochy a zatravnené plochy. Vo všeobecnosti dažďovú vodu buď zachytávame pre jej ďalšie použitie alebo ju pomocou infiltračných systémov necháme vsakovať do podzemnej vody, čo zohráva dôležitú úlohu v udržiavaní stálej hladiny podzemnej vody. Tento prístup je možné využívať ako u nových, tak aj u rekonštruovaných budov pre školstvo.

Skúsenosti a mnohé výskumy dokázali, že o kvalitu dažďovej vody nie je potrebné mať obavy. Minimálne množstvo organických živín, ktoré obsahuje prefiltrovaná dažďová voda, sa rýchlo rozloží pomocou mikroflóry žijúcej na vnútornom povrchu zásobníka. Na základe chemických rozborov sa zistilo, že čerstvá dažďová voda má často lepšie chemické zloženie ako miestna pramenitá voda. Jej vysokú kvalitu zabezpečuje uloženie zásobníkov pod povrchom zeme bez prístupu slnečného svetla pri teplote zeme 9 až 12 °C. Zásobníky sa zhotovujú v objeme, aby vedeli zadržať asi trojtýždňovú zásobu úžitkovej vody od jednej zrážkovej udalosti po nasledujúcu. Ak ide o budovu s intenzívnou zeleňou na nej alebo jej okolí, objem zásobníka sa zväčšuje, a každých 25 m<sup>2</sup> strechy môže zásobovať asi 1m<sup>3</sup> zásobníka. Zrážkovou vodou možno dokonca aj vykurovať, a to na princípe tepelného čerpadla.

### 5.1 Zásobovanie školských budov vodou

Stratégia udržateľného hospodárenia s vodou je založená jednak na vedomom šetrení vodou a ochrane vodných zdrojov, tak aj na využití vody s rozličnou kvalitou na zodpovedajúce použitie, respektíve decentralizovanom čistení vody a jej opätovnom začlenení do prírodného kolobehu. Alternatívne bežne dostupné zdroje vody a ich kolobeh pre školské budovy je zrejmy z Obr. 5.1.

#### 5.1.1 Typy vôd používaných v školských budovách

**Pitná voda** - je voda v pôvodnom stave alebo po úprave, určená na pitie, varenie, prípravu potravín alebo iné účely, bez ohľadu na pôvod a na to, či bola dodaná z verejnej siete, cisterny alebo ako voda balená. Je to voda sladká, tvoriaca nevyhnutnú zložku ľudskej potravy. Jej najčastejším zdrojom je voda zrážková, podzemná voda alebo s obmedzením voda povrchová z riek a jazier.

**Podzemná voda** - je najrozšírenejším druhom vodárensky využívaných vôd u nás, predstavuje 86 % podiel zásobovania obyvateľstva. Jej kvalita závisí od filtračnej schopnosti vodonosných vrstiev a od blízkosti zdrojov znečistenia. Základnými prieskumnými objektmi sú hydrogeologické vrty, ktorými sa najčastejšie určujú charakteristiky podzemnej vody. Jej zdrojom pre školské budovy sú studne.

**Odpadová voda** - je voda použitá v budovách, ktorá má zmenenú kvalitu (predovšetkým zloženie alebo teplotu). Zákon č. 184/2002 Z. z. v § 2 ods. 10 charakterizuje vodu splaškovú ako vodu, ktorá pochádza z budov, predovšetkým z ľudského metabolizmu a činností.

Splašková voda – ako tekutý odpad produkovaný činnosťami ľudí v školskej budove, má dve hlavné zložky:

- Voda sivá – z používania zariadení na umývanie,
- Voda čierna - zo záchodov a výleviek.

Bežne sú tieto dva typy vôd zlúčené a vypúšťané do jednotného systému kanalizácie ako „splašky“.

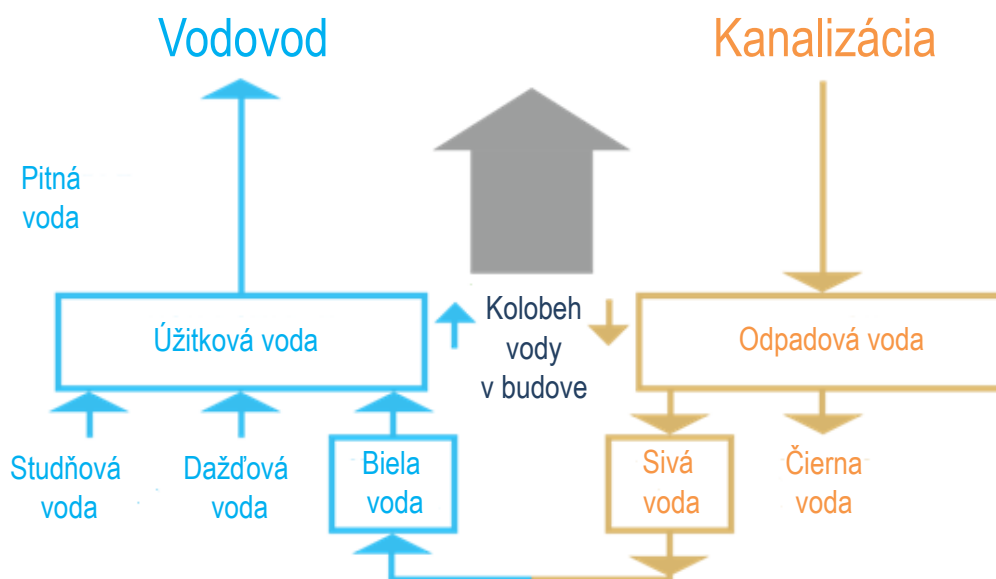
**Sivá voda** - obsahuje málo tuhých znečisťujúcich častíc a za vhodných okolností môže byť recyklovaná. Ak systém inštalácií umožňuje rozdelenie týchto zložiek, môže byť v období sucha použitá napríklad na zavlažovanie zelene. Jeden človek vyprodukuje za rok okolo 500 litrov moču (s vodou tvoriaci tzv. žltú vodu), 50 litrov fekálií (s vodou tzv. hnedá voda) a asi 25 000 litrov ostatných odpadových vôd okrem odpadovej vody z toaliet (sivá voda). V prípade, že sa žltá a hnedá voda vedú spoločne, hovoríme o čiernych vodách. Ak sa nakladá a hospodári s jednotlivými druhmi odpadových vôd oddelene, možno ich jednoduchšie opätovne využívať (recyklovať), napr. premeniť na prírodné hnojivo.

**Dažďová voda** - pôsobením chladu vyparená voda kondenzuje a padá na zem vo forme mrholenia, dažďa, krupobitia alebo snehu. Tejto forme hovoríme aj atmosférické zrážky.

**Zrážková voda z povrchového odtoku** - pôvodne čistá destilovaná voda prechodom cez atmosféru príberie jemné prachové častice a aerosóly. Nasýti sa vzdušným CO<sub>2</sub>, čím získa mierne kyslý charakter. Tento svoj názov dostáva po dopade na spevnené plochy na budove a v jej okolí. Problémom je, že z väčšiny zastavaných oblastí sa dnes nedostáva prirodzenou cestou naspäť do kolobehu vody v prírode, čo chceme našim prístupom zmeniť (viac v kapitole 5.4).

**Úžitková voda** - je voda vyrábaná z pitnej vody buď jej ohrevom (teplá voda), resp. prečistením sivej odpadovej vody alebo zrážkovej vody z povrchového odtoku. Prečistením sa tieto vody menia na úžitkovú - tzv. bielu vodu.

Obr. 5.1 Udržateľné vodné hospodárstvo školskej budovy



### 5.1.2 Spotreba vody v školských budovách

Na Slovensku žijeme vo vzácnom pásme, kde k nám bola príroda v oblasti podzemných zdrojov vôd pomerne štedrá a ani doterajšie zmeny klimatických podmienok nespôsobujú u nás tragické scenáre s vodným stresom a hroziacimi dňami nula, ako je tomu v iných oblastiach sveta. Na druhej strane, v dôsledku pretrvávajúceho sucha a tepla, ako aj nedisciplínou pri odkanalizovaní mnohých budov, museli byť už v niektorých regiónoch Slovenska vyhlásené opatrenia na regulované využívanie pitnej vody (napr. zákaz polievania záhrad, napúšťania bazénov, nevyužívanie vody ako zdroja pitnej vody). Celosvetová zmena klímy má negatívny vplyv predovšetkým na zdroje vody s menšou výdatnosťou. V roku 2017 sa ako prvá metropola bez vody neslávne preslávilo Kapské mesto. Aj iné mestá začínajú v ďalších teplotne nadpriemerných rokoch pociťovať podobný problém (Londýn, Tokio, Rím). Budovy sa počas posledných rokov vybavujú úspornými sofistikovanejšími zariadeniami, ktoré umožňujú regulovať spotrebu vody, ako sú dvojité splachovače na WC, senzorové splachovače, resp. výtoky vody a iné. Takto vďaka technickému pokroku vodou výrazne ušetríme. Svoj podiel na znížení špecifickej spotreby vody pre školské budovy má aj cena pitnej vody dodávaná verejnými vodovodmi a platba za konkrétne odobrané množstvo vody.

Pri úvahe o alternatívnych zdrojoch vôd pre školskú budovu, je potrebné v prvom rade riešiť uvedomelé znižovanie spotreby vody nasledovnými opatreniami:

- aktívnymi - zníženie odberu vody bez zmenšenia užívateľského komfortu (technické inovácie),
- pasívnymi - na základe finančného zainteresovania užívateľa, na úkor užívateľského komfortu (meraním vody).

#### Aktívne opatrenia

Najúčinnejšie je zavedenie technicky a ekonomicky opodstatnených vylepšení priamo na odberných miestach v spotrebisku vody (v školskej budove) všade tam, kde sa voda využíva na hygienu, upratovanie či varenie. Pri použití novodobých technických prostriedkov za účelom úspory vody v školských budovách je možné ušetriť ročne od 29 % do 44 % pitnej vody.

Obr. 5.2 Príklady úsporných zariadení na redukciu prietoku vody v školských budovách



Úsporná miešacia batéria

Senzorová batéria

Dvojité splachovanie WC

Zdroj: [www.ecoproduct.sk](http://www.ecoproduct.sk)

Na obrázku 5.2 sú ilustratívne uvedené typy zariadení, ktoré je možné v školských budovách použiť na významné šetrenie pitnej vody:

- pákové batérie - dokážu ušetriť až 40 % vody voči klasickým ventilovým výtokom. Vyšší stupeň predstavujú batérie s eco-click systémom. Zdvihnutie páky pustí prietok iba po istú hranicu, pre vyšší prietok je potrebné prekonať mierny odpor a zatlačiť tlačidlo,
- perlátory - koncovka pri výtoku armatúry premiešavajúca vodu so vzduchom, čím sa zníži spotreba vody až o 50 % bez ujmy na komforte umývania,
- termostatické batérie - automaticky miešajú teplú a studenú vodu podľa nastavenej požadovanej teploty na výtoku, môžu ušetriť až 50 % vody,
- senzorové batérie - vodu ovláda infračervený senzor, ktorý ju spustí iba vtedy, keď zamestnanec má pod batériou ruky. Voda neodteká zbytočne pred ani po umývaní rúk. Ušporia 70 % z celkovej ročnej spotreby vody a zároveň je zabezpečené bezdotykové hygienické ovládanie, ktoré oceníme najmä v čase pandémie typu COVID-19,
- duálne splachovače WC - pri ktorých systém pracuje s dvomi rôznymi množstvami vody. Spotreba vody je štandardne 3 l na malé spláchnutie (menšie tlačidlo) a 6 l na veľké spláchnutie (veľké tlačidlo). Duálny systém splachovania ušetrí až 40 % ročnej spotreby vody,
- systém štart / stop - pri ktorom stlačenie tlačidla splachovanie aktivuje a opätovné stlačenie ho zastaví. Maximálne do odpadového systému tak záchod spláchnie 6 l vody,
- umývadlo prepojené s WC alebo pisoárom - voda z umývadla sa zhromaždí v nádržke, zbaví sa väčších nečistôt a následne slúži na splachovanie toalety či pisoáru. Ročne sa tak ušetrí až 83 % vody určenej na spotrebu pri splachovaní (Obr. 5.5 a 5.6),
- bidety - spotreba toaletného papiera u nás výrazne prevyšuje používanie bidetov. Problém nedostatku miesta riešia bidetové sedadlá, ktoré ponúkajú viac funkcií ako len klasické umytie prúdom vody,
- splaškové podtlakové systémy (vákuové) – na spláchnutie WC využívajú iba 0,8 až 1,2 l vody; pre pisoár 0,6 l. Na Slovensku sa ale ešte podľa platnej legislatívy nemôžu použiť (5.3).

Obr. 5.3 Vákuové šetriace toalety



Zdroj: <https://evac.com/products/evacelogatedvacuuntoilet/>

## 5.2 Využitie odpadových vôd v školských budovách

V Európe, a pomaly už aj na Slovensku, je bežné využívať zrážkovú a studňovú vodu ako vodu úžitkovú. Začlenenie studňovej vody a menej znečistenej odpadovej vody do vodného hospodárstva školských budov je zrejmé zo schémy na Obrázku 5.1. Recyklovaná sivá voda ešte nie je v našich podmienkach veľmi rozšírená, hlavne kvôli nedôvere užívateľov, nízkej ochote schvaľovacích orgánov, či chýbajúcej podpore pre projektantov a príkladov dobrej praxe s návodmi. Medzi hlavné výhody využitia upravených zrážkových a sivých vôd radíme zníženie spotreby pitnej vody a tým zníženie poplatkov za vodné. Je potrebné si však uvedomiť, že prínosy musíme merať v celkovom kontexte, môže vzniknúť síce finančná úspora ušetrením vody, zvýšené ale môžu byť náklady investičné a za údržbu týchto systémov.

Prednostne sa upravená sivá voda v školských budovách používa na:

- splachovanie WC;
- polievanie zelene;
- upratovanie.

Vylúčené je jej použitie ako pitnej vody a na prípravu jedla, na účely osobnej hygieny, resp. v systémoch priameho použitia bez úpravy. Odpadové vody z drezov, prípadne aj drvičov väčšinou vyradujeme zo zdrojov sivej vody, pretože obsahujú mikrobiálne znečistenie, oleje a tuky, ktoré sťažujú čistenie vody a môžu mať negatívny vplyv na životné prostredie. Sivá voda sa podľa zdroja odlišuje objemom a zložením, čo si vyžaduje rôzne úrovne čistenia v závislosti od zamýšľaného použitia. Najvhodnejšie sa javí použitie ľahkej sivej odpadovej vody z umývadiel. Systémy sivej vody sa líšia zložitosťou a veľkosťou, delíme ich do skupín (pozri Tab. 5.1). Sivá voda sa môže tiež využívať na spätné získavanie tepla alebo na chladenie. Princípy a návrh týchto aplikácií ale nie je obsahom tejto kapitoly.

---

Tab. 5.1 Systémy pre využitie sivej vody podľa zložitosti, veľkosti a spôsobu úpravy podľa STN EN 16941 -2

---

### Systém priameho využitia sivej vody bez úpravy

- využíva jednoduché zariadenie pre zachytávanie sivej vody zo zariadení predmetov a rozvod priamo do miesta odberu
- bez úpravy, s minimálnou akumuláciou

Sivú vodu je možné využívať bez úpravy ak nie je potrebná jej dlhšia akumulácia. Kvalita neupravenej sivej vody sa rýchlo zhoršuje, preto musí byť zachytená sivá voda využitá čo najskôr. Príklad: podpovrchové zavlažovanie a využitie bez postreku.

---

### Systém s krátkou dobou zdržania

- využíva iba jednoduchú úpravu, napr. odstraňovanie nečistôt z hladiny zachytenej vody, usadzovanie na dne nádrže
  - cieľom je zabrániť problémom so zápachom a zhoršenou kvalitou - upravená sivá voda nie je akumulovaná na dlhší čas.
- 

### Systém so základným mechanickým/ chemickým čistením

- využíva filter na odstraňovanie nečistôt zo zachytenej sivej vody pred akumuláciou a na zamedzenie rastu baktérií počas akumulácie chemické dezinfekčné činidlá.
- 

### Biologický systém

- využíva baktérie na rozklad všetkých nežiadúcich organických látok v zachytenej sivej vode
  - pri aeróbnom čistení sa môžu používať technické zariadenia alebo vodné rastliny, ktoré vodu prevzdušňujú.
- 

### Bio-mechanický systém

- kombinuje biologické a mechanické čistenie, napr. odstraňovanie organických látok mikrobiálnymi kultúrami a separáciu pevných látok - bakteriálna aktivita je podporovaná prevzdušňovaním.
-

Upravená sivá voda môže prispieť k šetreniu vody hlavne pri školských budovách, kde:

- chýba napojenie na vodovod a kanalizáciu,
- sú vysoké ceny za vodne a stočné,
- majiteľ/ správca chce znížiť spotrebu vody alebo byť nezávislý od verejného zdroja vody,
- je udržateľnosť a ochrana životného prostredia životným štýlom majiteľa budovy.

### 5.3.1 Separácia odpadových vôd

Ľudské výkaly tvoria odpad, ktorého sa snažíme zbaviť čo najskôr a bez priameho kontaktu. Pre ľudí bol vynález splachovacieho záchodu veľkou úľavou a významným krokom v oblasti hygieny. Na druhej strane vďaka nemu zároveň dochádza k znečisťovaniu pôdy, povrchových aj podzemných vôd fekáliami. Exkrementy pritom obsahujú tiež množstvo živín, ktoré sa spláchnutím do vody nenávratne strácajú. Príkladom využitia odpadovej vody ako zdroja surovín, je oddelené zhromažďovanie moču a jeho následné spracovanie, s cieľom využiť z neho niektoré významné látky (predovšetkým fosfor a dusík). Separácia moču je pri opätovnom využití odpadových vôd len jedným z krokov, prináša však niekoľko výhod, napr. úsporu pitnej vody, odľahčenie čistiarní odpadových vôd (ČOV), aj zberných nádrží.

**Bezvodné pisoáre**- už boli aj v podmienkach Slovenska úspešne overené. Pisoárová misa je močovo odpudivá a moč, ktorý je 99 % tekutina, sa odvádza bez pomoci splachovacej vody (Obr. 5.4).

Rozdiely suchého pisoáru oproti klasickému sú:

- Klasické vodou plnené zápachové uzávery sú nahradené eko-sifónom na jedno použitie,
- Na povrchu je vrstva nemiešateľnej tekutiny plávajúcej na vrchu vrstvy moču, ktorá bráni vstupu kanalizačných plynov a chráni pred únikom odérov,
- Dávka modrej tekutiny postačuje na viac ako 1 500 použití, pričom nahradí najmenej 5 500 l splachovacej vody. Podlieha rozkladu a taktiež eko-sifón je recyklovateľný,
- Nevyžadujú špeciálnu periodickú údržbu, či pravidelné čistenie odlišné od klasických pisoárov. Využíva sa čistič v spreji, špongia, mop na utretie,
- 2x mesačne je potrebné doplniť 90 ml tesniacej tekutiny, eko-sifón vymieňať 2 až 4x ročne, v týždňových intervaloch skontrolovať, ak je potrebné, vymeniť,
- Pri výmene náplne sifónu je potrebné kontrolovať silikónové tesnenie, resp. vymeniť ho po troch rokoch, kvôli skrytým nečistotám alebo baktériám,

Obr. 5.4 Bezvodý pisoár



Zdroj: [www.zoro.com/resourcehub/guide-to-waterless-urinals/](http://www.zoro.com/resourcehub/guide-to-waterless-urinals/)

### 5.3.2 Opätovné použitie vôd a recyklácia

Opätovné používanie vody a recyklácia je spôsob šetrenia vodou, ak sa táto v školskej budove či na jej príslušnom pozemku využije viackrát. Viacnásobné opätovné používanie vody je užitočné využitie vody pre iné aplikácie, ako bola pôvodne použitá, zatiaľ čo recyklácia vody je prospešné využitie vody pre rovnakú aplikáciu, na akú bola už použitá.

#### Zariadenia na recykláciu

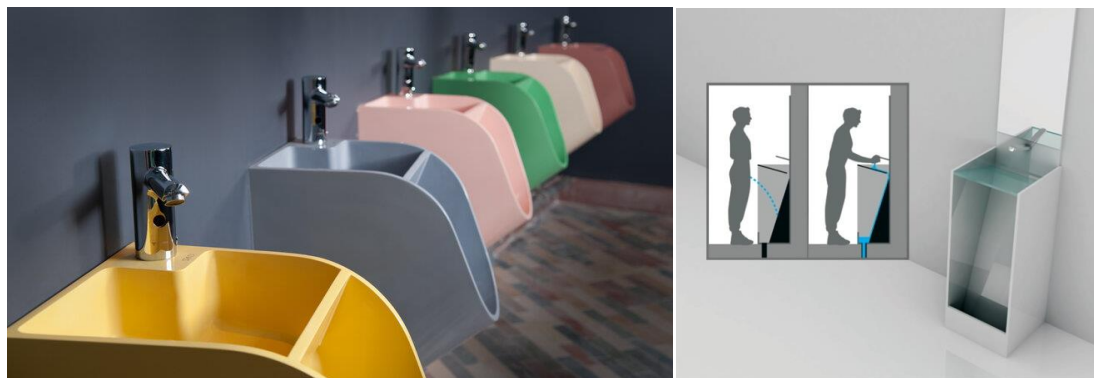
Úspešná aplikácia stratégie opätovného použitia vody si vyžaduje posúdenie stupňa čistoty potrebného pre každý druh vody (voda pitná, úžitková). Systém opätovného používania vody zahŕňa integráciu odpadových vôd jedného typu ako zdroja pre iný systém. Úspech spočíva vo vyvážení stupňa kvality vody vstupujúcej pre jedno použitie, s kvalitou vody opúšťajúcej nasledovné využitie. Opätovné použitie odpadovej vody môže byť hospodárnou a efektívnou stratégiou pre zníženie spotreby vody v „zelenej“ školskej budove. Stratégia opätovného použitia vody môže mať vplyv aj na estetiku budovy. Príkladom recyklácie odpadových vôd (OV) môžu byť aj špeciálne zariadenia predmety dva v jednom (Obr. 5.5, 5.6). Pri využití odlišných druhov OV v budovách je možné kombinované riešenie podľa schémy (Obr. 5.7). Vhodne sa dajú pritom využiť aj zelené strechy, resp. fasády školskej budovy (Obr. 5.8).

Obr. 5.5 Šetriaca toaleta s umývadlom



Zdroj: [www.ecoproduct.sk](http://www.ecoproduct.sk)

Obr. 5.6 Šetriaci pisoár s umývadlom pre použitie na toaletách v školských budovách



Zdroj: [www.npr.org/sections/alltechconsidered/2013/07/09/200367795/the-sink-urinal-saves-water-encourages-men-to-wash-hands](http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2013/07/09/200367795/the-sink-urinal-saves-water-encourages-men-to-wash-hands) ; <https://laughingsquid.com/eco-urinal-a-combination-urinal-sink/>

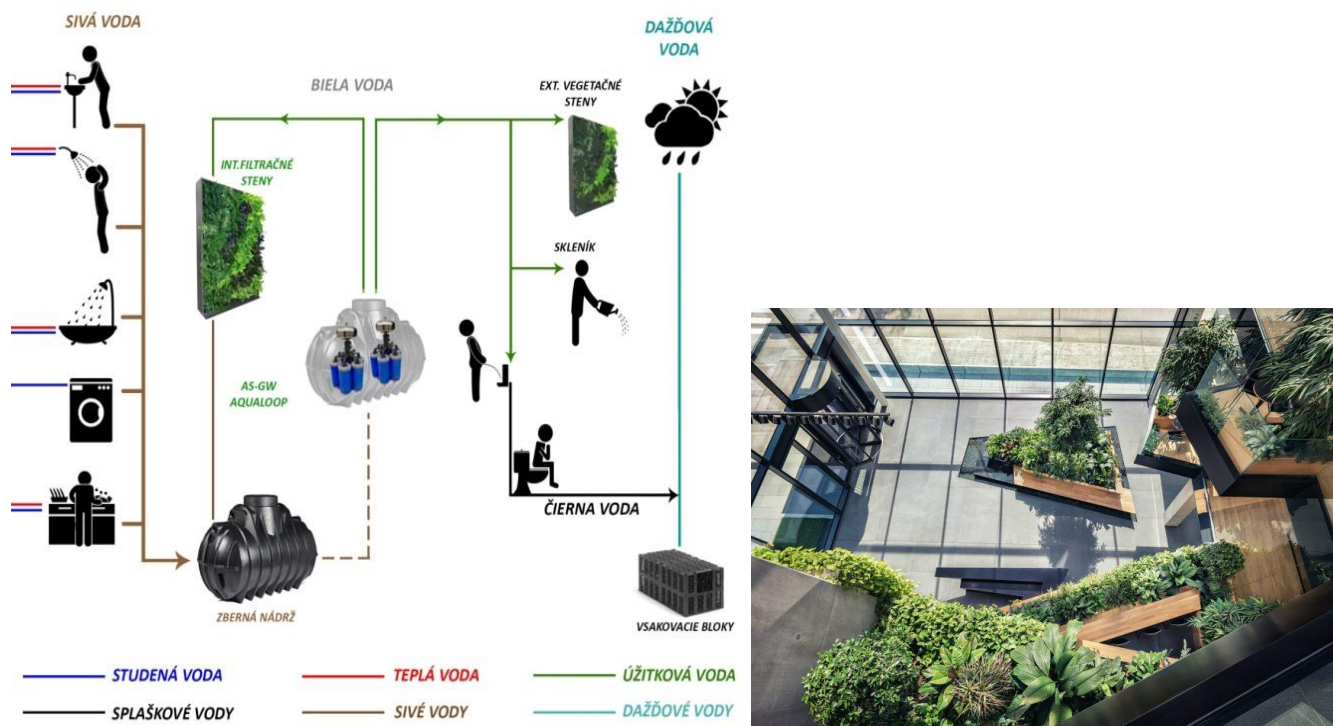


Obr. 5.7 Schéma využitia rôznych druhov odpadových vôd v školskej budove a v jej okolí



Zdroj: <https://www.dotacedestovka.cz>

Obr. 5.8 Využitie rôznych druhov odpadových vôd v kombinácii so zelenými infraštruktúrami v školskej budove



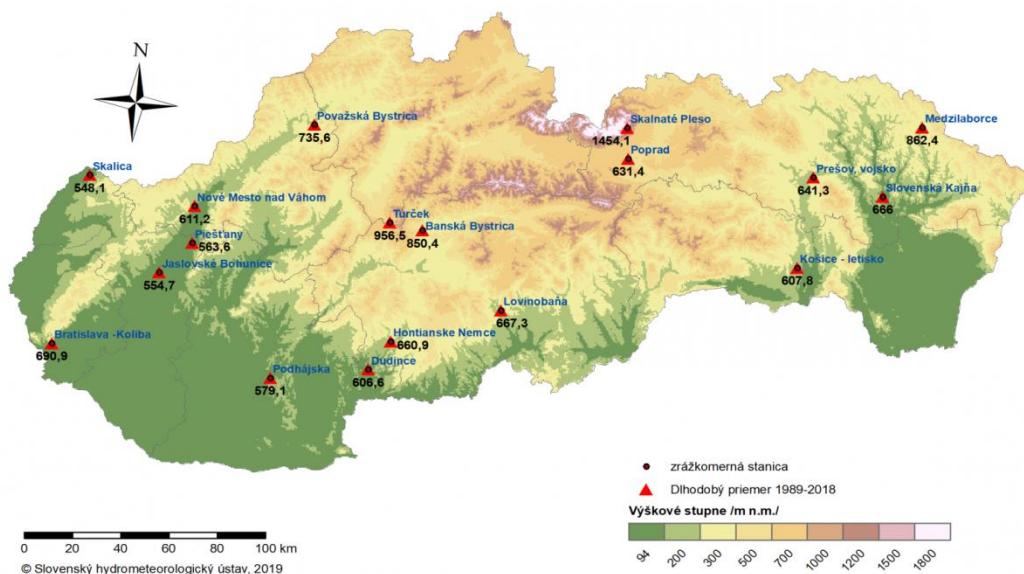
Zdroj: Káposztásová, D., Vranayová, Z.: Vodný manažment pre budovy 3. milénia. In: Eurostav. Roč. 24, č. 1-2 (2018), s. 18-21. - ISSN 1335-1249

<https://retaildesignblog.net/2021/02/12/desizo-monni-administrative-building-by-aa-architects/>

## 5.4 Využitie zrážkových vôd

Akumulácia dažďových vôd môže zapríčiniť zmeny v pôde a vo vodnom režime, čo vedie k zhoršeniu prirodzenej obnovy podporných vôd a má negatívny vplyv na chemické a biologické pomery nad i pod terénom. Navyše sa aj napriek technickým opatreniam pri extrémnych zrážkach nemusí podariť odviesť všetku vodu a môže dôjsť k povodňam alebo väčšiemu znečisteniu malých tokov v našich mestách. Situáciu môže zlepšiť včlenenie zrážkových vôd z povrchového odtoku späť do prírody, a to čo najbližšie k miestu ich dopadu. Dôležité je pritom znížiť povrchový odtok a zvýšiť vsakovanie vody na danom mieste, až potom nastupuje odvedenie do stokovej siete. Využívanie dažďových vôd prispieva k ochrane zdrojov pitnej vody, pomáha tiež znížiť náklady na zásobovanie vodou a chráni ľudské životy a majetok pred záplavami, pretože časť z nich sa pri výdatných zrážkach zachytí. Zachytávanie zrážkovej vody z povrchového odtoku znamená poznať a využiť jednoduchú techniku so značnými výhodami. Racionálne využívanie vodných zdrojov by malo byť neoddeliteľnou súčasťou environmentálnej tvorby administratívnych budov tretieho tisícročia. Táto stratégia môže byť použitá na zníženie spotreby vody pre také aplikácie, kde zdroje pitnej vody sú ekonomicky neúnosné (napr. na polievanie zelene a splachovanie toaliet). Vody z atmosférických zrážok uložené v cisternách môžu poskytovať pohotovostné zdroje vody v čase núdze, alebo dodatočné zdroje vody v čase zvýšenej spotreby. A už spomenuté zachytávanie a zhromažďovanie dažďovej vody zo striech a nepriepustných povrchov znižuje prietok riečnych tokov a priaznivo vplyva na nežiaduce záplavy. Ekonomicky môžu zrážkové vodné systémy viesť k zníženiu nákladov na dodávku vody. Zrážková voda je k dispozícii zadarmo, nemusí sa nákladne upravovať a cez dlhé trasy transportovať, pri jej využívaní je nižšia energetická náročnosť, zatiaľ čo ceny za odber, prípravu a dopravu pitnej vody rastú súbežne so znehodnocovaním podzemnej vody. Čerpadlá, ktoré prepravujú pitnú vodu dlhým potrubím potrebujú na prekonanie hydraulického odporu a vodného tlaku elektrickú energiu. Rozumné využitie zrážkových vôd z povrchového odtoku znamená zníženie potreby retenčných nádrží a ochranu pred povodňami, zníženie množstva odpadovej vody – v lokalite môžu byť budované menšie splaškové kanalizácie a čistiarne. Slovensko má celkovú rozlohu cez 49 000 km<sup>2</sup> a ročný priemer zrážok od 400 po 1000 mm (Obr. 5.9). Z týchto zrážok sa však iba 30 až 50 % sa presakovaním dostáva do podzemnej vody.

Obr. 5.9 Dlhodobý priemer úhrnu atmosférických zrážok (mm) na vybraných zrážkomerných staniciach Slovenska za obdobie 1989 - 2018



Zdroj: <https://www.shmu.sk>

Rozhodnutie o využití zrážkovej vody z povrchového odtoku v školskej budove by malo vychádzať z miestnych podmienok pre odvádzanie dažďovej vody do kanalizácie. Ďalším kritériom by mal byť pomer medzi možným využitím zrážkovej vody v objekte a nepravidelnosťou zrážok. Rozhodujúcu úlohu môže predstavovať nedostatok pitnej vody v danej lokalite ako aj cena vody.

### 5.4.1 Vlastnosti zrážkových vôd

Zrážková voda z povrchového odtoku má rozdielnu kvalitu v závislosti od podmienok pri spadnutí (Tab. 5.2 a 5.3). Má zásadne hodnotu pH v kyslej oblasti pod hodnotou 6. V závislosti od znečistenia ovzdušia klesá hodnota pH v extrémnych prípadoch na 3,5 až 4,5. Pri celkovom znečisťovaní prijíma zrážková voda jemne rozptýlené látky zo vzduchu - prach z priemyslu a pôdy. V oblastiach s intenzívnym poľnohospodárstvom sa môžu objaviť aj pesticídy a fungicídy. V blízkosti frekventovaných ulíc s výfukovými plynmi zasa aromatické uhľovodíky a ťažké kovy.

Tab. 5.2 Výhody a nevýhody využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku

VÝHODY	NEVÝHODY
Mäkká voda, neobsahuje chlór a minerálne látky	Mierne zakalenie vody
Veľmi dobré rozpúšťacie účely - vynikajúca na umývanie dlažok, čistenie, zavlažovanie	Nespolahlivosť v dodávke vody v obdobiach sucha
Zadarmo - relatívne čistý zdroj vody, v mieste spotreby	Odporúča sa na nepitné účely
Zníženie prevádzkových nákladov	Správny návrh zásobníka, umiestnenie pre udržanie kvality vody
Šetrí vodné zdroje, trvalo udržateľný prístup	Vyššie vstupné náklady - rekonštrukcia
Využívanie nevyžaduje zložité technológie, zabezpečí vodu aj pri výpadku, poruchách siete	

Tab. 5.3 Zloženie zrážkovej vody z povrchového odtoku a požiadavky na použitie

ZLOŽENIE	ZAVLAŽOVANIE	UPRATOVANIE	TOALETY
Nerozpustné látky (NL)	Inertné NL sú neškodné	Pri vyšších koncentráciách nevhodné	
Organické látky	Inertné a ľahko odbúrateľné látky sú neškodné		Spravidla bez významného vplyvu
Ťažké kovy	Nebezpečenstvo akumulácie v pôdnej vrstve		
Pesticídy	Ohrozenie rastlín a pôdnych organizmov	Spravidla bez významného vplyvu	
Mikroorganizmy	Spravidla bez významného vplyvu		Spravidla bez významného vplyvu
Farba			
Zápach			Spravidla bez významného vplyvu
Agresivita vody			
Celkové posúdenie	Zrážková voda je vhodnejšia ako pitná	Použitie spravidla bez obmedzenia	Použitie spravidla bez obmedzenia

Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7024-potencial-vyuzivania-zraskovej-vody-z-povrchoveho-odtoku>

Zrážková voda neobsahuje vápnik, je to mäkká, minimálne znečistená destilovaná voda, ktorá je na viaceré účely vhodnejšia ako tvrdá pitná voda. Je vhodná na umývanie okien a podlahovín. Keďže neobsahuje chlór, hodí sa aj na polievanie zelene. Na kvetináčoch sa tak nevyskytne vápenatý povlak ako u zálievky používajúcej tvrdú vodu.

Zrážkovú vodu z povrchového odtoku je samozrejme možné používať i na splachovanie WC, čistenie, chladenie, ako požiarnu vodu a na dopĺňanie systémov centrálného zásobovania teplom.

#### 5.4.2 Použitie upravených zrážkových vôd v školských budovách

##### Splachovanie

Splachovaním sa v školských budovách denne minie značné množstvo vody. Tomu sa dá v praxi vyhnúť využitím vody inej kvality ako vody pitnej. Prejavuje sa tu už spomínaná výhoda mäkkosti zrážkovej vody, vďaka čomu nedochádza k upchaniu WC vodným kameňom. Výrazne sa obmedzí i používanie silných čistiacich prostriedkov.

##### Upratovanie, čistenie

Zachytená zrážková voda z povrchového odtoku je mimoriadne vhodná na upratovanie, keďže má veľmi dobré rozpúšťacie účinky. Vhodná je najmä v oblastiach, kde je iná dostupná voda (podzemná, upravená) príliš tvrdá alebo obsahuje vyšší podiel železa, mangánu a pod.. Zrážkovú vodu môžeme využívať aj pri umývaní áut, upratovaní a čistení v tých miestach, kde nie je nevyhnutná hygienicky nezávadná pitná voda. Vo všetkých prípadoch sa využíva značne vysoké množstvo vody, a práve táto alternatíva je ekologicky aj ekonomicky prospešná. Voda zo zrážok má slabo kyslú reakciu od absorbovaného CO<sub>2</sub>, a má tak aj prirodzenú odmasťovaciu schopnosť. Keďže sa vyznačuje takmer nulovou tvrdosťou, ušetrí sa pri použití prípravkov na zmäkčenie tvrdej pitnej vody a látok pôsobiacich proti vzniku vodného kameňa. Tiež pri jej využívaní je potrebné menšie čistiacich prostriedkov. Z dlhodobého hľadiska sa dá významne odbremeniť vodné toky a domové čistiarne od fosfátov a iných, pre prírodu cudzích látok.

##### Zavlažovanie

Celková mineralizácia atmosférickej vody sa spravidla pohybuje v rozmedzí od 10 do 100 mg/l. Táto voda nie je slaná, čím nedochádza k zasolovaniu pôdy. Okrem toho neobsahuje ani chlór. Pri polievaní zrážkovou vodou sa rastliny zároveň hnoja dusíkom. Vzdušný dusík sa rozpustí v kvapkách zrážkovej vody pri jej prechode cez atmosféru. Polievaním na listy sa dodáva dusíkaté hnojivo v jeho najprirodzenejšej forme, čo rastlinám prospieva, a to ako exteriérovým, tak aj interiérovým. Hospodárenie so zrážkovou vodou je v Belgicku, Nemecku či v Japonsku úplnou samozrejmosťou. Mnohé školské budovy, aj staršie, sú vybavené systémom na zadržiavanie takejto vody. Najväčší finančný efekt má využitie dažďovej vody pri vykurovaní a chladení, to ale nie je predmetom tejto kapitoly.

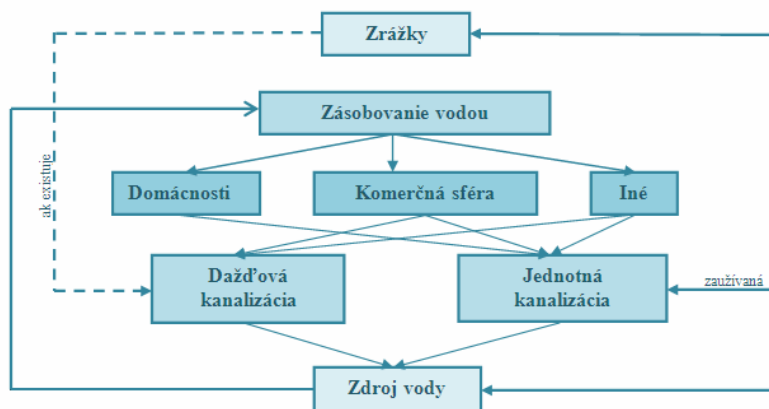
#### 5.4.3 Systémy na využitie upravenej zrážkovej vody

V mnohých krajinách existuje bez vážnejších problémov už niekoľko tisíc zariadení pre školské budovy, ktoré využívajú zachytávanú zrážkovú vodu z povrchového odtoku. Môžu to byť systémy veľmi jednoduché a pritom estetické ale i sofistikované priemyselne vyrábané zariadenia, ktoré zaisťujú, že zrážková voda sa najprv kvalitne prefiltruje, následne vhodne uskladní a na záver spoľahlivo dodá na miesto spotreby. S používaním systémov, ktoré sú vyrobené z recyklovateľných a ekologicky neškodných materiálov je možné ušetriť stovky eur. Nezanedbateľným bonusom je nezávislosť na dodávke pitnej vody – v prípade jej výpadku totiž tento systém zabezpečí v budove minimálne funkčnosť WC. Ak zohľadníme prístupy trvalo udržateľného manažmentu, využívané v EÚ a uvedomíme si možné environmentálne dopady pri zlom hospodárení so zrážkovými vodami môžeme zmeniť náš klasický prístup hospodárenia so zrážkovými vodami (Obr. 5.10) na trvalo udržateľný prístup (Obr. 5.11). Zavedením princípov, ktoré reagujú na výzvy EÚ o cieľoch udržateľného rozvoja, resp. v súlade s Európskou zelenou dohodou zaradíme Slovensko medzi rýchlo sa rozvíjajúce štáty podporujúce princípy zeleného manažmentu a ekonomiky.

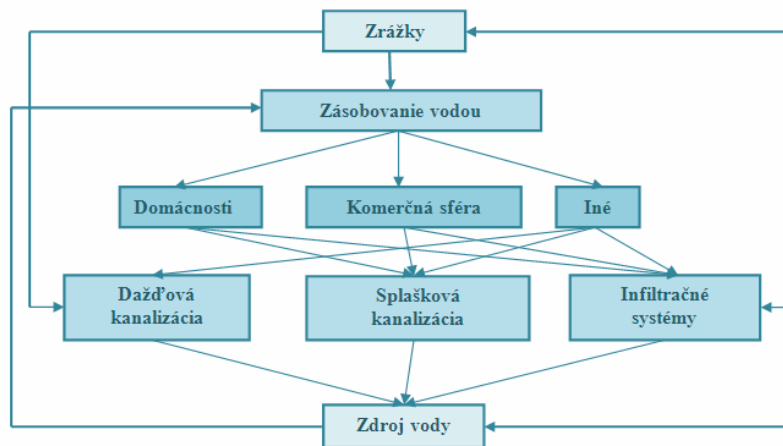
Všeobecne poznáme nasledovné systémy zachytávania a využívania zrážkových vôd:

- pasívne – využívajúce napr. priepustné povrchy, umožnia zrážkovej vode vsiaknuť na mieste, kde vznikla (viac v kap. 5.6),
- aktívne - ktoré nielen odklonia zrážkovú vodu z povrchového odtoku od verejného kanalizačného systému ale ju akumulujú a umožnia využívať neskôr. Tie sú hlavným obsahom tohto celého modulu.

Obr. 5.10 Klasický prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami



Obr. 5.11 Udržateľný prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami



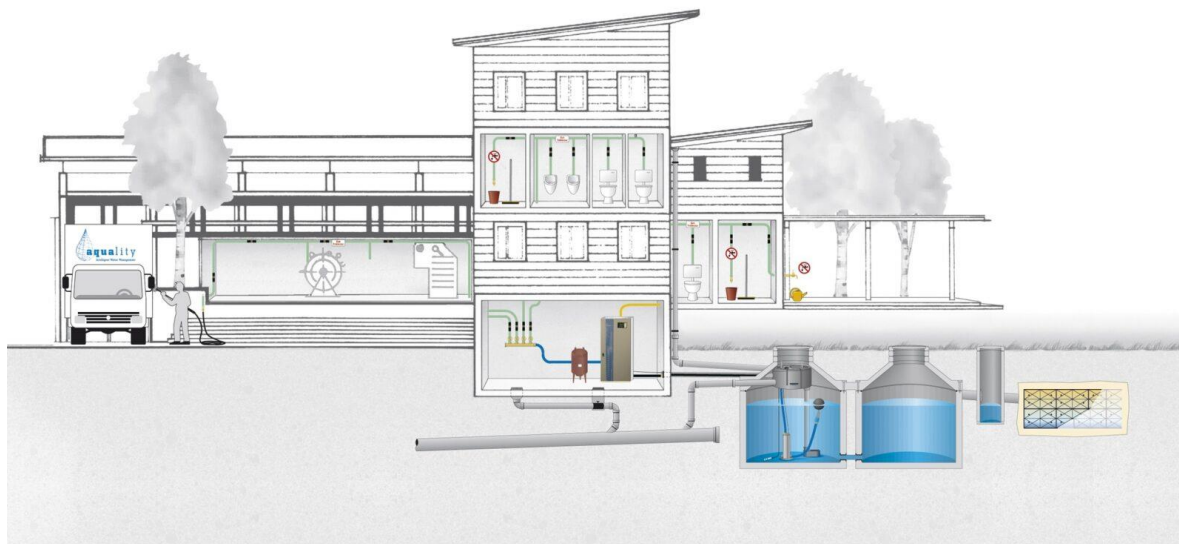
Zdroj: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7024-potencial-vyuzivania-zraskovej-vody-z-povrchoveho-odtoku>

Pre školské budovy existujú z hľadiska dôležitosti dva systémy zrážkových vôd zameraných na ich zber a skladovanie (z hľadiska veľkosti akumulačnej nádrže):

- menšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu zo striech pre použitie iba v budove,
- väčšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu z pozemku a spádovej oblasti (napr. parkoviská), poskytujúce doplnkové zásobovanie pre zavlažovanie.

Na Obr. 5.12 sú ukážky ako tento systém môže využívať budova.

Obr. 5.12 Systémy využitia zrážkovej vody v budove



Zdroj: <https://www.architectsjournal.co.uk/archive/rain-water-harvesting>



Zdroj: <https://www.stormsaver.com/>

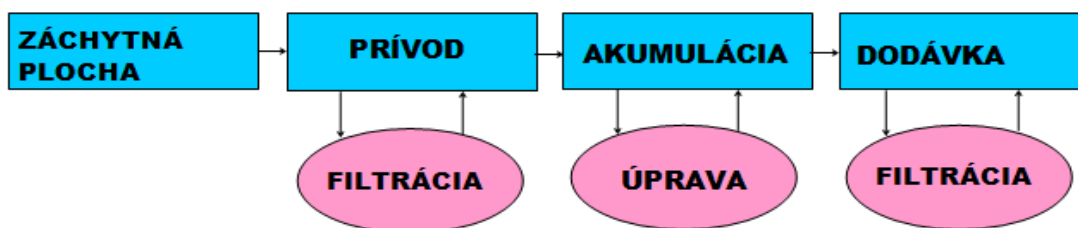
Najčastejšou otázkou investora je, ktorý zo systémov využívania zrážkovej vody je najvhodnejší pre tú jeho konkrétnu budovu. Niekedy úplne stačí zachytávať vodu zo striech a akumulovať ju v nádržiach, niekedy je potrebné rozšíriť tento tradičný systém o zachytávanie dažďovej vody z povrchového odtoku z urbanizovaných plôch.

Základom dobrého návrhu sú čo najpresnejšie vstupné údaje. V tomto prípade pre konkrétnu oblasť sú to úhny zrážok, potreba vody, plocha strechy (prípadne celej odvodňovanej oblasti). Na základe týchto vstupných údajov je možné vypracovať vzájomné závislosti, určiť optimálnu veľkosť akumulačnej nádrže a navrhnúť pre budovu ten najvhodnejší systém využívania zrážkovej vody z povrchového odtoku (viac v kap. 5.5). Pri návrhu akéhokoľvek systému sa musíme držať príslušných zákonov, noriem a predpisov. Ďalej je nevyhnutné zaoberať sa rizikovou analýzou týchto systémov, aby sa predišlo možným negatívnym následkom na ľudskom zdraví alebo majetku.

#### 5.4.4 Súčasti systému využitia zrážkových vôd

Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku je uvedený na Obr. 5.13. Účelu zachytávanej zrážkovej vody je nutné podriaďiť aj konštrukčný materiál, na ktorom sa zachytáva (krytina, klampiarske práce a pod.) a akumuluje. Systém sa skladá z nádrže, filtra a čerpaceho zariadenia.

Obr. 5.13 Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody



Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

#### Vplyv záchytnej plochy na kvalitu zrážkovej vody

Kvalitu zrážkovej vody z povrchového odtoku zásadným spôsobom ovplyvňuje aj materiál, na ktorý spadne. Povrch dvorov, ciest a odstavných plôch pre automobily v dôsledku silného znečistenia nemôže slúžiť ako prijímacia plocha. Najvhodnejšia sa javí voda spadnutá na strechy budov. Najdôležitejší je použitý materiál na strechu - krytina. Bitúmenová krytina spôsobuje neutralizáciu pH hodnoty. Zo striech s azbesto-cementovou krytinou sa využitie dažďovej vody neodporúča. Látky, ktoré obsahuje zrážková voda sú zo striech, na ktoré sa dostanú pôsobením vetra. V blízkosti prašných prevádzok by sa mali používať iba hladké strechy, inak voda bude obsahovať viac kalov. Veľkozmerné prímеси možno oddeliť filtrovaním. Veľké organické látky (listy, kvety, mach) nezávisia od použitej krytiny ale od ročného obdobia a polohy. Hrubé filtre na dažďových odpadoch ich oddelia. Drsné povrchy striech zachytávajú viac znečisťujúcich látok (štrkové násypy, vegetačné strechy) ale je v nich i najvyššie množstvo strát vody.

V tab. 5.4 sú uvedené koeficienty odtoku pre rôzne strešné konštrukcie, t.j. aké percento vody zo zrážkovej vody z povrchového odtoku sa skutočne môže využiť a zároveň je popísaná ich vhodnosť k zachytávaniu a následnému využitiu dažďovej vody.

Tab. 5.4 Koeficient odtoku a vhodnosť použitia rôznych strešných konštrukcií

DRUH STRECHY	KOEFICIENT ODTOKU	VHODNOSŤ K ZACHYTÁVANIU A VYUŽITIU
Plochá strecha so štrkovým násypom	0,60	Veľmi vhodná
vegetačná strecha	0,20	Veľmi vhodná
s bitúmenovými pásmi	0,70	Menej vhodná
s kovovými pásmi	0,70	Vhodná
Šikmá strecha so strešnými pásmi s bridlicou	0,80	Veľmi vhodná
s pálenými alebo	0,75	Veľmi vhodná
betónovými taškami	0,75	Veľmi vhodná
vegetačná strecha	0,25	Veľmi vhodná
s bitúmenovými pásmi	0,80	Menej vhodná
s kovovými pásmi	0,80	Menej vhodná
Azbesto-cementová strecha		Nevhodná

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

### Prívod a filtrácia zrážkovej vody z povrchového odtoku

Voda steká zo strechy, prechádza cez prvé filtre, ktoré zachytia hrubé nečistoty a dažďovými zvodmi sa privedie ležatým zberným potrubím k šachte s centrálnym filtrom. Tam sa prefiltruje a nečistoty, ktoré na filtri zostanú, sa odvádzajú pomocou zostatkovej vody do vsakovacej jamy alebo kanalizácie. Cez sito filtra z nehrdzavejúcej ocele prechádza už prečistená voda. Tá sa privedie potrubím do prítokového hrdla nádrže, ktoré je ukončené špeciálnym prvkom tak, aby prichádzajúca voda nevrátila usadeniny na dne nádrže. Prívod vody je bezhlučný a kyslík sa vnáša aj do hlbších vrstiev nádrže. Ťažšie častice, napríklad piesok, sa budú usadzovať na dne nádrže, ľahšie častice, napríklad peľ alebo prach, vyplávajú na hladinu, kde zostanú až do úplného naplnenia nádrže, potom sa odplavia do kanalizácie alebo vsakovacieho systému. Nádrž na vodu má aj prepádovú zápachovú uzávierku (sifón), ktorý pri situáciách, keď by bolo vody v nádrži priveľa, nadbytočnú vodu odvedie do kanalizácie alebo vsakovacieho objektu.

Je potrebné zabezpečiť, aby sa voda a plyny nedostali z kanalizácie späť do nádrže. Preto sa sifón umiestňuje nad rovinu spätného vzdutia kanalizácie (nad úroveň terénu) alebo sa použije spätná klapka. Priemer potrubia pripadového sifónu musí byť vždy väčší ako prívod vody do zásobníka. Ďalším doplnkom môže byť mriežka proti hlodavcom. Z podzemnej nádrže sa voda k spotrebiteľovi dostáva pomocou sacej súpravy, ktorá je umiestnená tak, aby sa prívod vody vyhol prípadným usadeninám na dne nádrže, ako aj nečistotám na hladine. Nádrž je vhodné nechať niekoľkokrát ročne pretieť, aby sa očistila od nečistoty plávajúcej na hladine.

Čerpadlo vodárne je riadené automatickou jednotkou, ktorá monitoruje množstvo zrážkovej vody a v prípade jej nedostatku prepne pomocou hladinového spínača odber vody z vodovodu verejnej siete do zásobníka alebo, čo je podstatne ekonomickejšie, priamo do rozvodov úžitkovej vody. Rozvody v budove musia byť dvojité. Z hygienických dôvodov nie je prípustné, aby bolo niekde priame prepojenie medzi rozvodom úžitkovej dažďovej vody a rozvodom pitnej vody. Z automatickej doplnovacej jednotky sa voda dostáva výtlačným potrubím priamo k spotrebiteľovi.

Miesta odberu musia byť označené tak, aby bolo zrejmé, že voda nie je pitná. Systém funguje automaticky, aspoň raz ročne je potrebné skontrolovať filtre a vyčistiť nádrž. Ak chceme mať vodu ešte čistejšiu, môžeme do výtlačného vedenia zaradiť kartušovací odkalovací mikrofilter a na prítokové vedenie košíkový alebo samočistiaci filter. Naopak, ak chceme používať dažďovú vodu iba na polievanie zelene, postačí systém bez špeciálnej filtrácie vody, je potrebné len zabezpečiť, aby sa do akumulačnej nádrže nedostalo lístie a väčšie nečistoty.

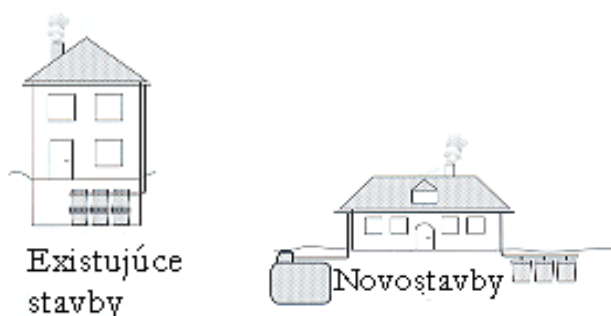


- Na trhu je viacero typov zariadení na zachytávanie dažďovej vody. Vyberáme ich podľa miestnych podmienok a toho, na čo chceme zachytenú vodu používať,
- Pri používaní vody na v systéme deleného vodovodu je dôležité, aby sme mali kvalitný filter a nádrž umiestnili pod zem - bez prístupu svetla v kombinácii s pokojným prítokom vody do nádrže,
- Ak vodu budeme používať iba mimo budovy, celé zariadenie môže byť jednoduchšie a lacnejšie.

### Akumulácia zrážkovej vody

Veľkosť nádrže sa riadi veľkosťou využívanej strešnej plochy, prípadne predpokladanou spotrebou dažďovej vody (volí sa menšia z oboch veľkostí a prípadný zvyšok vody je odvádzaný do vsakovacieho objektu alebo kanalizácie). Umiestnenie nádrže sa volí podľa možností konkrétnej budovy (Obr. 5.14) a zvážením výhod a nevýhod (Tab. 5.5).

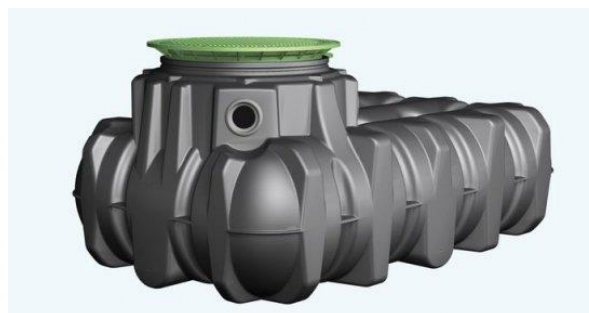
Obr. 5.14 Možné umiestnenie akumulčných nádrží



Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU, 2015.

Akumulačná nádrž musí byť chránená pred prudkými výkyvmi teplôt a vplyvu denného svetla. Najvhodnejšia je nádrž podzemná alebo umiestnená v objekte bez rizika zamrznutia (Obr. 5.15).

Obr. 5.15 Podzemné plastové akumulčné nádrže



Poznámka: Podzemná nádrž Carat

Zdroj: [www.manadatrading.sk](http://www.manadatrading.sk)

Plochá nádrž Platin

Tab. 5.5 Výhody verzus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumulačnej nádrže

NADZEMNÉ UMIESTNENIE	+ umiestnenie bez zemných prác + možnosť odberu bez čerpadla
	- ohrev vody v lete - nebezpečie zamrznutia v zime - potreba miesta na pozemku
UMIESTNENIE V PIVNICI	+ umiestnenie bez zemných prác + jednoduché napojenie na domovú inštaláciu + rovnomerná teplota
	- potreba vnútorného priestoru
PODZEMNÁ NÁDRŽ	+ malá potreba miesta + rovnomerná nízka teplota vody + bez nebezpečenstva zamrznutia
	- náročná inštalácia so zemnými prácami

(+ výhoda, - nevýhoda)

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

- Nadzemná nádrž je vystavená zmenám teploty a prípadnému znečisteniu, preto od nej nemožno očakávať kvalitnú vodu. Na polievanie zelených plôch však postačuje,
- Voda bez pohybu uskladnená v podzemnom zásobníku v tme a pri teplote 10 až 15 °C má minimálne podmienky na biologickú aktivitu. Musíme počítať s miernym znečistením choroboplodnými zárodkami zo strechy a z potrubí. Je to však také nepatrné zaťaženie, že pri zodpovednom používaní nemôže prísť k ohrozeniu zdravia užívateľov.

Podľa materiálu sa používajú betónové, plastové, sklolaminátové alebo oceľové nádrže. Plastové nádrže sa vyrábajú z polyetylénu, polypropylénu alebo plastu zosilneného sklenenými vláknami. Sú odolné proti korózii, vďaka ich nízkej hmotnosti sa ľahko dopravujú a ľahko sa s nimi manipuluje. Vyrábajú sa v rôznych veľkostiach, odpadá starosť s prestupmi. Osadzujú sa na vopred zhotovenú vodorovnú betónovú dosku, prípadne na zhutnený štrkový podklad podľa pokynov výrobcu. Ak je zemina ľahko priepustná alebo hrozí prítomnosť spodnej či povrchovej vody, je vhodné obetónovanie nádrže v hrúbke 15 až 20 cm, aby sa steny nepoškodili tlakom vody. Neutralizáciu kyslej dažďovej vody zaisť prítomnosť prírodného vápenca.

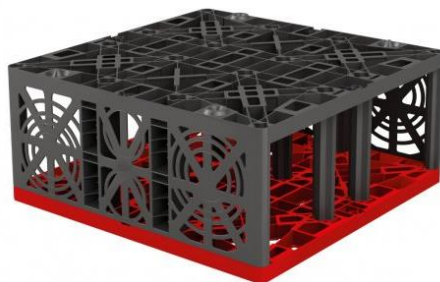
Montované betónové nádrže z niekoľkých kusov skruží nie sú príliš vhodné, lebo je pravdepodobné, že po niekoľkých desaťročiach prestanú v spojoch dobre tesniť. Lepšie je zhotoviť monolitickú betónovú nádrž, pri ktorej je predpoklad dlhodobého bezporuchového fungovania. Výhodou betónu je, že prirodzene neutralizuje kyslejšiu zrážkovú vodu. Betónové nádrže sú odolné proti tlaku, môžu byť umiestnené priamo pod príjazdovou cestou k budove. Nádrž so vstupom by sa však nikdy nemala nachádzať pod garážami, pretože oxid uhoľnatý z výfukových splodín je ťažší ako vzduch a klesá dole, čo môže znemožniť čistenie nádrže. Nevýhodou betónových nádrží je vyššia prácnosť pri zhotovení, väčšie priestorové nároky pri osadení a potreba dorobenia inštalčných prestupov, ktoré plastové nádrže majú už pripravené.

Môžeme sa rozhodnúť pre ponorné alebo sacie čerpadlo v závislosti od toho, ako budeme zrážkovú vodu využívať. Mimo budovy, napríklad na zavlažovanie zelene, je najjednoduchšie použiť ponorné čerpadlo, zavesené približne 15 cm nad dno nádrže, čo zaisťuje odber čistej vody. Pri nedostatku vody sa čerpadlo samé vypne, keďže je vybavené plavákovým spínačom, ktorý signalizuje pokles hladiny. Sacie čerpadlo býva umiestnené mimo nádrže asi do vzdialenosti 10 m. K čerpadlu je pripojené sacie vedenie so sacím košom a spätnou klapkou. Sací koš môže mať plavák, ktorý zaisťuje odber vody asi 10 až 15 cm pod hladinou alebo sa voda odoberá 10 až 15 cm nad dnom nádrže, kde je umiestnený klasický sací koš. Čerpadlo s tlakovým spínačom udržiava tlak dažďovej vody v rozvodoch. Ak je umiestnené v budove, malo by mať tlakový zásobník, aby sa nespúšťalo po každom otočení výtokového ventilu a nespôsobovalo hluk.

Osobitným prípadom pri výbere nádrže je požiadavka, aby slúžila nielen na zásobovanie vodou, ale aj na retenciu, čiže dočasnú akumuláciu nadmerného množstva zrážkovej vody. Tá pomáha odľahčovať kanalizačný systém v čase najväčších špičiek (pri privalových dažďoch), čím chráni osoby aj majetok. Na využitie dažďovej vody by mala byť nádrž plná, na retenciu prázdna. Pre tento špeciálny prípad boli vyvinuté nádrže s plavákovou škrtiacou klapkou, kde časť nahromadenej vody oteká s časovým odstupom, a tým umožňuje, aby bola v nádrži istá zásoba vody, ale aj aby bol vždy dostatok voľného miesta na jej retenciu.

Dôležité je vyriešiť aj bezpečnostný prepád z nádrže. Pokiaľ sú v zelenom okolí budovy vhodné vsakovacie podmienky, je dobré tam inštalovať vsakovací objekt, kam sa prebytočná voda počas dažďa akumuluje a postupne potom vsakuje do podlažia (Obr. 5.16).

Obr. 5.16 Akumulačná nádrž s priepadom do vsakovacieho objektu (tunel, resp. kôš)



Zdroj: [www.manadatrading.sk](http://www.manadatrading.sk)

V prípade, že koeficient vsakovania nie je dostatočný, je možné podať žiadosť o možnosť napojenia priepadu do kanalizácie. Správcovia kanalizácií však napojenie dažďových vôd do kanalizácie povoľujú len veľmi zriedka.

### Úprava zrážkovej vody z povrchového odtoku

Čistenie zrážkovej vody prebieha v troch stupňoch:

- filter na prítoku zachytí hrubé nečistoty,
- jemné nečistoty sa usadzujú na dne zásobníka, kde sa sedimenty biologickými procesmi mineralizujú,
- pri príležitostnom preplavení zásobníka sú plávajúce nečistoty spláchnuté do kanálu.

Zachytávaná voda zo strešných plôch bude pred prívodom do zásobníka pre odstránenie nežiaducich nečistôt filtrovaná, aby nečistoty v čerpadle a armatúrach nespôsobovali problémy, zásobník vody mohol fungovať bez čistenia viac rokov, voda obsahovala menej organických látok a zostala preto dlhšie čistá.

Asi po šiestich týždňoch prítoku sa v zásobníku vytvoria tri vrstvy: spodná vrstva sedimentu, široká vrstva čistej úžitkovej vody a plávajúca vrstva nečistôt. V nasledujúcich tabuľkách sú zhrnuté typy filtrov a metód úprav vody.

Tab. 5.6 Typy a vlastnosti filtrov

VLASTNOSŤ	FILTRAČNÝ ZBERAČ	ŠACHTOVÝ FILTER	FILTRAČNÁ DOSKA	VÍRIVÝ JEMNÝ FILTER
Mrazuvzdornosť		•	•	•
Veľký filtračný výkon		•	•	•
Lahká realizácia	•			
Samočistiteľnosť	•	•		•
Cena	•			

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s..

Tab. 5.7 Metódy úpravy zrážkovej vody z povrchového odtoku

METÓDA	UMIESTNENIE	VÝSLEDOK
Mechanické zachytávanie	Žľaby a odkvapy	Zabraňujú listom a iným nečistotám vojsť do nádrže
1. Sitá a zachytávače listov		
Sedimentácia	V nádrži	Usadzovanie hmotných častíc
Filtrácia		
1. V potrubí / kazeta	Po čerpadle	Odstraňuje usadeniny
2. Aktívne uhlie	Vo výtoku	Odstraňuje chlór*
3. Reverzná osmóza	Vo výtoku	Odstraňuje znečistenia
4. Miešanie média	Oddelená nádrž	Zachytáva hmotné častice
5. Pomalé pieskovanie	Oddelená nádrž	Zachytáva hmotné častice
Dezinfekcia	Pred použitím	Zabíja mikroorganizmy
1. Preváranie / Destilovanie	Vnútri nádrže alebo v čerpadle	Zabíja mikroorganizmy
2. Chemická úprava (chlórovanie, jódovanie)	(kvapalina, tabletky, granule) Ultrafialové svetelné systémy	Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy
1. Ultrafialové žiarenie	(umiestnené po filtri z aktívneho uhlia pred zachytávačom)	
2. Ozonizácia	Pred výtokom	

Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s..

### Požiadavky na filter

- veľkosť otvorov menšia ako 0,2 mm,
- malá náročnosť na obsluhu – čistenie raz ročne,
- žiadne množenie zárodkov na filtri,
- voľný prietok s prepadom do kanalizácie,
- dobrý stupeň účinnosti – malé straty vody.

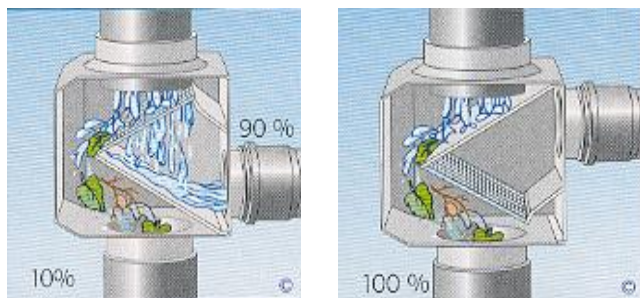
Na obrázkoch 5.17 až 5.19 sú uvedené alternatívne možnosti mechanického čistenia zrážkovej vody z povrch. odtoku.

Obr. 5.17 Ochranné sieťky do strešných žlabov

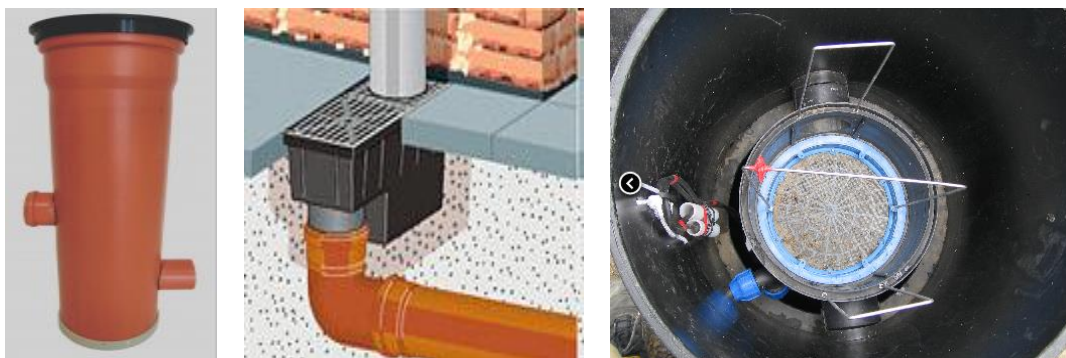


Zdroj: <https://www.ekodren.sk/product/pe-sietka-do-stresnych-zlabov-nn420/>

Obr. 5.18 Mechanické prečistenie zrážkovej vody na dažďovom odpadovom potrubí



Obr. 5.19 Integrované mechanické prečistenie vody na dažďovom odpadovom potrubí



Zdroj: <https://www.ekodren.sk/filtracia-vody/princip-filtracie/>

### Doplňkový prívod vody

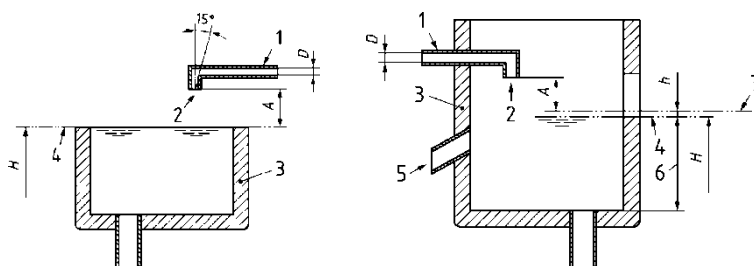
Ak je v budove potrebný stály prietok úžitkovej vody, musí byť systém na využitie zrážkovej vody z povrchového odtoku vybavený zariadením na automatické dopĺňanie pitnou alebo alternatívnou úžitkovou vodou. Toto dopĺňanie pitnou vodou z verejného vodovodu alebo úžitkovou vodou (napr. zo studne), sa môže realizovať:

- pomocou prerušovacej nádrže pred čerpadlom na dodávku do rozvodu, napr. účelovým modulom,
- pomocou medzinádrže, zvyčajne umiestnenej vyššie, napr. gravitačné zásobovanie,
- do akumulačnej nádrže na zrážkové vody, priamo alebo do zberného potrubia po predchádzajúcej úprave.

V prípade dopĺňania pitnou vodou musí byť systém zásobovania pitnou vodou chránený vhodnou ochrannou jednotkou v súlade s normou STN EN 1717. Musí byť vylúčená možnosť zaplavenia zariadenia na dopĺňanie pitnou vodou (napríklad spätným prietokom), napr. montážou tohto zariadenia nad hladinou spätného vzdutia.

Aby sa zabránilo vniknutiu úžitkovej vody do systému pitnej vody alebo do verejného vodovodu, musí byť prívod na dopĺňanie vody vybavený ochrannou jednotkou (voľný výtok) podľa obr. 5.20.

Obr. 5.20 Voľný výtok- alternatívy ochrannej jednotky



Poznámka:

1	prívodné potrubie	A	vzduchová medzera (dvojnásobok vnútorného priemeru voľného výtoku, minimálne 20 mm)
2	voľný výtok	D	vnútorný priemer prívodného potrubia (otvor)
3	prerušovacia nádrž	H	maximálna prevádzková hladina vody
4	hladina priepadu	h	zvislá vzdialenosť medzi spodnou hranou priepadu a kritickou hladinou vody
	maximálny uhol od zvislice (15°)	6	výška od dna po spodnú hranu priepadu $U_w$ ( $U_w \geq 5$ h)
5	prepadové potrubie		
7	kritická hladina vody		

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

## 5.5 Návrh systému využívajúceho upravené zrážkové vody

Usmernenie vody zo zrážok do kanalizačnej stoky bolo riešením človeka mnoho rokov. Určitá časť tejto vody je nevyhnutná na doplnenie hydrologického cyklu, ale časť sa dá opätovne použiť v budovách, kde by inak bola potrebná chemicky upravovaná voda. Aby sa užívateľ vedel rozhodnúť, či investovať do takéhoto systému, je vhodné urobiť konkrétny návrh a posúdiť jeho návratnosť pre konkrétnu školskú budovu.

Postup pri zjednodušenom návrhu systému využívajúceho zrážkovú vodu z povrchového odtoku v budove je nasledovný:

- určenie množstva vody z atmosférických zrážok, ktoré by môže byť akumulované,
- určenie množstva vody potrebnej ako vody úžitkovej (splachovanie záchodov a pod.) v budove,
- posúdenie novej metódy skladovania (veľkosť retenčnej alebo akumulačnej nádrže),

- preverenie vhodného inštaláčného systému so zabudovaním najúspornejších armatúr na trhu,
- určenie nákladov za pitnú vodu, ktorá sa nahradí zrážkovou vodou z povrchového odtoku,
- určenie počiatočných nákladov za zavedenie systému využitia zrážkovej vody v budove,
- výpočet doby návratnosti s prihliadnutím na ďalšie náklady.

Pri efektívnom návrhu je potrebné dokázať, že nátok zrážkových vôd za rok je väčší alebo rovný celkovej ročnej potrebe nepitnej vody, čiže je splnená nerovnosť 5.1.

$$Y_R \geq D_{t,a} \quad (5.1)$$

kde:

$Y_R$  denný zisk zrážkovej vody za rok [l],

$D_{t,a}$  celková ročná potreba nepitnej vody [l].

Ak nerovnosť (5.1) nie je splnená, odporúča sa upustiť od niektorých spôsobov využitia zrážkovej vody. Konkrétne príklady výpočtu pre budovu sú uvedené v časti 5.6.

### 5.5.1 Zisk (nátok) zrážkových vôd

Denný zisk zrážkovej vody za rok vieme vypočítať podľa nasledujúcej rovnice:

$$Y_R = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot \eta_i \quad [l] \quad (5.2)$$

kde:

$Y_R$  získaná zrážková voda za časovú jednotku  $t$  v litroch [l],

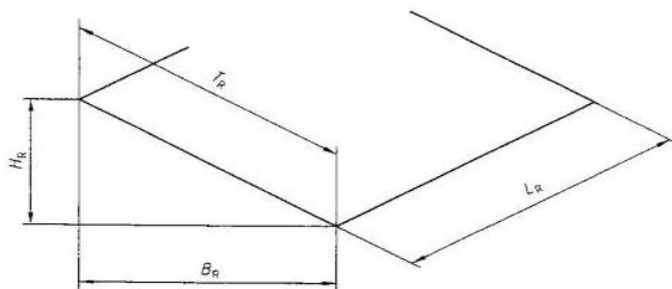
$A$  priamy priemet odvodňovanej plochy v metroch štvorcových [m<sup>2</sup>], (Obr. 5.21),

$h$  intenzita zrážok za zvolenú časovú periódu  $t$  v milimetroch [mm],

$e$  súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu (Tab.5.8),

$\eta$  súčiniteľ hydraulického účinnosti zohľadňujúci pomer odtoku zrážkovej vody a prítoku zozbieranej zrážkovej vody. Ak výrobca neuvádza inak, počíta sa so súčiniteľom  $\eta = 0,9$ .

Obr. 5.21 Určenie pôdorysného priemetu odvodňovanej plochy



Poznámka:  $A$  – pôdorysný priemet odvodňovanej plochy (m<sup>2</sup>) – využitelná plocha strechy ( $A = L_R \cdot B_R$ )

$L_R$  – dĺžka okapu (m)

$B_R$  – pôdorysný priemet strechy od strešného žlabu po hrebeň strechy (m)

Zdroj: STN EN 12056-3 (2002) Gravitačné kanalizačné systémy vnútri budov. Časť 3: Odvodnenie striech.

Tab. 5.8 Súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu

ODVODŇOVANÁ PLOCHA	SÚČINITEĽ ODTOKU
Šikmá strecha s hladkým povrchom (napr. kov, sklo, bridlica, glazované škridle, solárne panely)	0,9
Šikmá strecha s drsným povrchom (napr. betónová krytina)	0,8
Plochá strecha, bez štrku	0,8
Plochá strecha, so štrkom	0,7
Intenzívna vegetačná strecha (napr. záhrada, stromy)	0,3
Extenzívna vegetačná strecha (nižšie porasty, kríky, plazivé rastliny)	0,5
Uzavreté – nepriepustné povrchy (napr. asphalt)	0,8
Neuzavreté – priepustné povrchy (napr. dlažba)	0,5

Poznámka: Súčiniteľ odtoku zrážkových vôd pre iné povrchy sa musí upraviť.  
Tieto súčinitele sa môžu použiť, ak nie sú k dispozícii iné hodnoty.

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

Tab. 5.9 a 5.10 uvádzajú ročné priemerné úhrny zrážok vo vybraných mestách Slovenska a podiel zrážok na jednotlivé mesiace roka.

Tab. 5.9 Ročné úhrny zrážok pre vybrané mestá v SR

MESTO	PRIEMERNÝ ROČNÝ ÚHRN ZRÁŽOK $h$ (mm)	OBDOBIE (roky)
Banská Bystrica	861	2017 až 2021
Banská Štiavnica	791	2017 až 2021
Bratislava	690,9	2006 až 2018
Brezno	765	2017 až 2021
Dolný Kubín	810	2017 až 2021
Košice	624	2017 až 2021
Liptovský Mikuláš	681	2017 až 2021
Liptovský Hrádok	754	2017 až 2021
Lučenec	642	2017 až 2021
Martin	760	2013 až 2017
Nitra	584,1	2017 až 2021
Oravská Lesná	1185	2017 až 2021
Piešťany	567,2	2016 až 2020
Poprad	631,4	2002 až 2018
Prešov	641,3	2013 až 2018
Trebišov	602	2017 až 2021
Trnava	574,3	2016 až 2020
Zvolen	687	2017 až 2021
Žilina	759	2014 až 2018

Zdroj: <http://www.shmu.sk>



Tab. 5.10 Priemerné mesačné priemerné úhrny zrážok pre SR

MESIAC	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	CELKOM ZA ROK
% ročného úhrnu zrážok	6,0	5,5	6,2	7,2	10,0	11,3	11,8	10,6	8,3	8,0	8,1	7,0	100,0

Zdroj: <http://www.shmu.sk>

### 5.5.2 Potreba zrážkových (prevádzkových) vôd

Celková ročná potreba nepitnej vody  $D_{p,a}$  (l/rok) sa dá vypočítať podľa vzorca (5.3) a s použitím Tab. 5.11 a 5.12.

$$D_{t,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot d_a + D_{f,a} \cdot S \quad [l/(osoba.deň)] \quad (5.3)$$

kde:

$D_{p,d}$  denná potreba nepitnej vody súvisiaca s osobami [l/(osoba.deň)],

$n$  počet osôb v budove,

$d_a$  počet dní v roku, kedy sa nepitná voda využíva,

$D_{f,a}$  ročná potreba nepitnej vody pre zalievanie alebo kropenie [l/(m<sup>2</sup>.rok)],

$S$  plocha, ktorá sa zalieva alebo kropí [m<sup>2</sup>].

Tab. 5.11 Denné potreby nepitnej vody súvisiace s osobami v školských budovách

SPÔSOB VYUŽITIA NEPITNEJ VODY	DENNÁ POTREBA NEPITNEJ VODY SÚVISIACA S OSOBAMI $D_{p,d}$ l/(osoba . deň)	POZNÁMKA
Záchody	24 až 30	Vyššia z hodnôt sa uvažuje, ak sa spotreba vody neúčtuje podľa vodomero

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

Tab. 5.12 Denné potreby nepitnej vody na polievanie alebo zavlažovanie

SPÔSOB VYUŽITIA NEPITNEJ VODY	PRIBLIŽNÁ POTREBA NEPITNEJ VODY SÚVISIACA S OSOBAMI $D_{p,d}$		POZNÁMKA
	Denná l/(m <sup>2</sup> . deň)	Ročná l/(m <sup>2</sup> . deň)	
Kropenie zelene	1,0	120 až 200	Predpokladá sa kropenie od apríla do septembra

Poznámka: Pri výpočte je potrebné mať informácie, či sa bude polievať alebo kropiť každý deň.

Zdroj: STN EN 16941 (2018) Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody.

### 5.5.3 Stanovenie objemu akumuláčnej nádrže

K výpočtu objemu akumuláčnej nádrže (väčšinou najdrahšieho komponentu systému) je potrebné vedieť rozsah použitia zrážkovej vody, s akou zásobou sa bude uvažovať, počet osôb v školskej budove a ich priemerná spotreba prevádzkovej vody. Platí rovnica 5.4:

$$V = D_{N,d} \cdot d_d \quad [l/d] \quad (5.4)$$

kde:

- $D_{N,d}$  potreba prevádzkovej vody v litroch na deň [l/d],
- $D_{p,d}$  denná potreba prevádzkovej vody v litroch na osobu a deň [l/d],
- $D_{f,d}$  maximálna denná potreba prevádzkovej vody na iné účely v litroch za deň [l/d],
- $V$  objem zásobníka v litroch [l],
- $d_d$  zvolená perióda sucha - počet dní na akumuláciu vody do potenciálnych ďalších zrážok, v dňoch (napr. 14 alebo 21 dní)

#### Príklad stanovenia objemu akumuláčnej nádrže

- potreba prevádzkovej vody pre 40 osôb za deň: 40 x 50 l/d,
- potreba ďalšej prevádzkovej vody za deň (napr. čistenie): 100 l/d,
- potreba inej prevádzkovej vody počas obdobia sucha (napr. zavlažovanie): 1 000 l/d.

$$D_{N,d} = (40 \cdot 50) + 100 + 1000 \quad [l/deň]$$

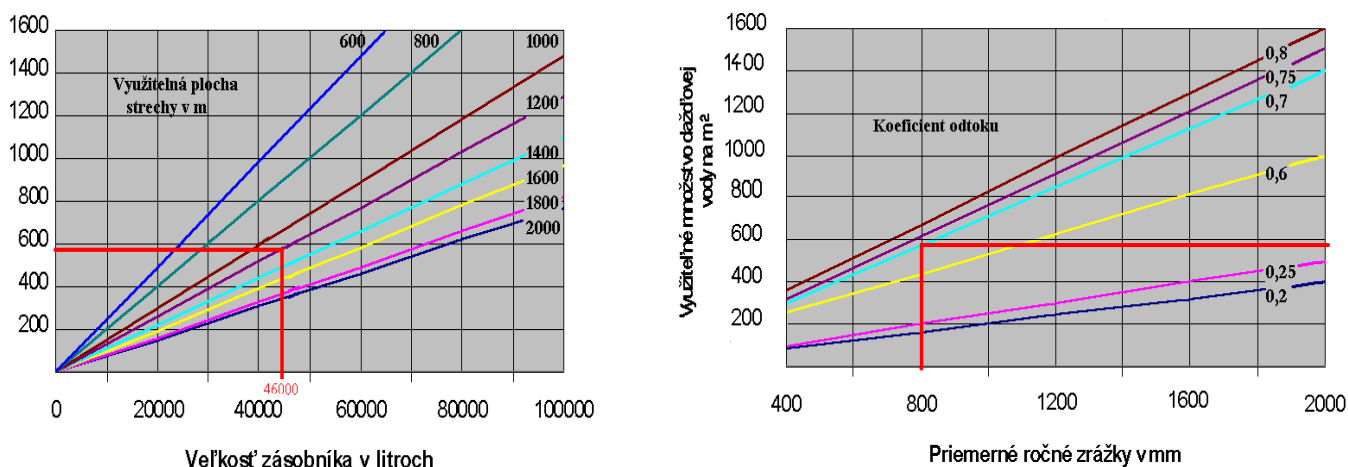
- Zvolená perióda sucha:  $d_d = 20$  dní

$$V = 3\,100 \cdot 20 = 62\,000 \quad [l]$$

#### Zjednodušené navrhovanie objemu zásobníka

Ak dažďovú vodu chceme používať iba na polievanie zelene, ročne budeme potrebovať približne 60 litrov na meter štvorcový plochy. Možné je aj využitie návrhu veľkosti zásobníka podľa diagramu (Obr. 5.22).

Obr. 5.22 Diagram na určenie veľkosti zásobníka na základe priemerného množstva zrážok mm/m<sup>2</sup>, typu a veľkosti strechy



Zdroj: <https://www.graf-water.com/>

Potrebujeme poznať:

- množstvo zrážok podľa konkrétnej oblasti (Tab. 5.9),
- koeficient odtoku,
- plochu strechy = plochu pôdorysu.

### Cena vody

Náklady na vodu sú na Slovensku rôzne podľa oblastí, ktoré zásobujú konkrétne Vodárenskými spoločnosťami. Cenu vody tvoria dve časti, a to vodné a stočné, ovplyvňujú ju ekonomické vplyvy a tiež odberatelia. Ceny vody v roku 2021 pre výber slovenských miest je v Tab. 5.13. Tento údaj je potrebný, ak chceme vypočítať návratnosť systému pre využitie zrážkových vôd z povrchového odtoku. V niektorých okresoch je to 13 rokov, inde môže ísť aj o dvojnásobok. Chýba stále štátna podpora, ktorá by mohla túto dobu výrazne skrátiť.

Tab. 5.13 Cena vody vo vybraných mestách na Slovensku

MESTO	VODNÉ S DPH	STOČNÉ S DPH	CENA VODY
Banská Bystrica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Bratislava	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Košice	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Liptovský Mikuláš	1,0922 €	1,4374 €	2,5296 €
Michalovce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Nitra	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Piešťany	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Poprad	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Považská Bystrica	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Prešov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Ružomberok	0,8952 €	1,1524 €	2,0476 €
Trebišov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Trenčín	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Trnava	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Zvolen	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Žilina	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €

Poznámka: Cena vody je uvedená vrátane DPH za 1 000 litrov.

Zdroj: <https://www.kodino.com/sk/clanky/cena-vody/>

## 5.6 Príklady využitia zrážkových vôd v budovách

Obr. 5.23 Bullitt Center, Seattle, USA



Zdroj: <https://www.bullittcenter.org>

Táto budova na križovatke štvrte Central District a Capitol Hill, Seattle, Washington bola oficiálne otvorená na Deň Zeme, 22. apríla 2013. Bola navrhnutá ako najekologickejšia komerčná budova na svete a v roku 2015 bola certifikovaná ako „živá budova“ (International Living Future Institute). Bullitt Center bol navrhnutý tak, aby mal životnosť 250 rokov. Objekt, ktorý vyprodukuje viac elektriny ako spotrebuje, má byť dokonca najsebestačnejšou a najviac udržateľnou kancelárskou budovou v USA, podľa niektorých aj na celom svete. V roku 2016 vyrobilo Bullitt Center takmer o 30 percent viac energie, než bolo potrebné na všetky účely, zo solárnych panelov na streche. Výsledkom je, že ide o jednu z najväčších budov s „čistou pozitívnou“ energiou na svete. Energii generuje veľké pole solárnych panelov (zložené z 575 panelov) na streche budovy spolu s opatreniami na úsporu energie, ktoré znižujú spotrebu energie v budove na približne 15 % bežnej kancelárskej budovy podobnej veľkosti. Postavila ho Bullitt Foundation, nezisková skupina so sídlom v Seattli, ktorá sa zameriava na mestskú ekológiu. Nadácia je nájomcom, ktorý zaberá polovicu jedného poschodia v šesťposchodovej budove, pričom ďalší komerční nájomníci - vrátane University of Washington, Hammer & Hand, Sonos, Intentional Futures a PAE Consulting Engineers - zaberajú zvyšok budovy. Stavebné náklady na šesťposchodovú budovu s rozlohou 4 800 m<sup>2</sup> boli 18,5 milióna dolárov/ 355 dolárov za m<sup>2</sup>. Medzi zaujímavé prvky budovy patrí systém premeny dažďovej vody na pitnú vodu na mieste, ktorý filtruje zachytenú dažďovú

vodu na všetky účely. Systém zberu dažďovej vody a systém čistenia UV svetlom narazil na predpisy v oblasti verejného zdravia, ktoré vyžadujú, aby voda na spotrebu bola chlórovaná. Používajú sa preto keramické filtre a pridáva chlór v dezinfekčných cisternách. Budova tiež využíva systém na spracovanie kompostu zo suchých toaliet.

Obr. 5.24 Darling Harbour, Sydney, Austrália



Zdroj: Veolia, <http://www.myrecycledwater.com.au/>

Odpadová voda sa v súčasnosti dá upraviť do takej miery, že je dostatočne kvalitná na to, aby bola znova použitá. V prístave Darling Harbour v Sydney v komplexe budov znížili spotrebu pitnej vody o viac ako 90%. Prevádzkovateľom budovy je Veolia, ktorá do nej nainštalovala viacero svojich technológií. Tie zaručujú vysokú kvalitu recyklovanej vody, ktorá sa opakovane využíva na klimatizáciu priestorov, zavlažovanie zelene a splachovanie toaliet. Čistiareň odpadových vôd, ktorá zároveň vodu pripravuje na ďalšie použitie a vracia späť do obehu. V osemposchodovej budove sídli riaditeľstvo Commonwealth Bank a okrem kancelárií sa tam nachádzajú aj obchody, divadlo, detské ihrisko a parkovisko. Projekt získal ocenenie Green Star, ktoré sa v Austrálii udeľuje ekologicky fungujúcim komunitám, dizajnérom, ktorí prichádzajú so zelenými inováciami, ale aj za správu budov, ktoré sú šetrné k životnému prostrediu. Organizácia udeľuje zelené hviezdy v počte od nula do šesť, pričom Darling Harbour ako prvá budova získal maximum. Medzi vybavenie budovy patrí systém, ktorý zároveň vyrába elektrinu, teplo aj chlad, či klimatizačné zariadenia, ktoré znižujú spotrebu energie. Budova disponuje systémom, ktorý zhromažďuje dažďovú vodu a v jej podzemí sa nachádza zariadenie na čistenie a recykláciu odpadových vôd. Zdrojom odpadovej vody je sydneyjská kanalizácia, odkiaľ vodu odčerpajú a následne ju podrobia niekoľkým procesom, ktoré eliminujú baktérie a tuhé látky. Nasleduje reverzná osmóza, teda filtračný proces, pri ktorom sa využijú membrány na odstránenie solí a mikroskopických častíc. Nakoniec sa voda dezinfikuje ultrafialovým žiarením a podrobí sa chlórovaniu.

## 5.7 Pasívne využitie dažďových vôd

Pri udržateľnom riešení vodného hospodárstva školských budov je možné využiť aj vsakovacie systémy. Rozoznávame nasledovné pasívne vsakovacie systémy:

- vsakovacie bloky,
- tunelové vsakovacie systémy,
- vsakovanie rúra – rigol,
- vsakovanie koryto – rigol.

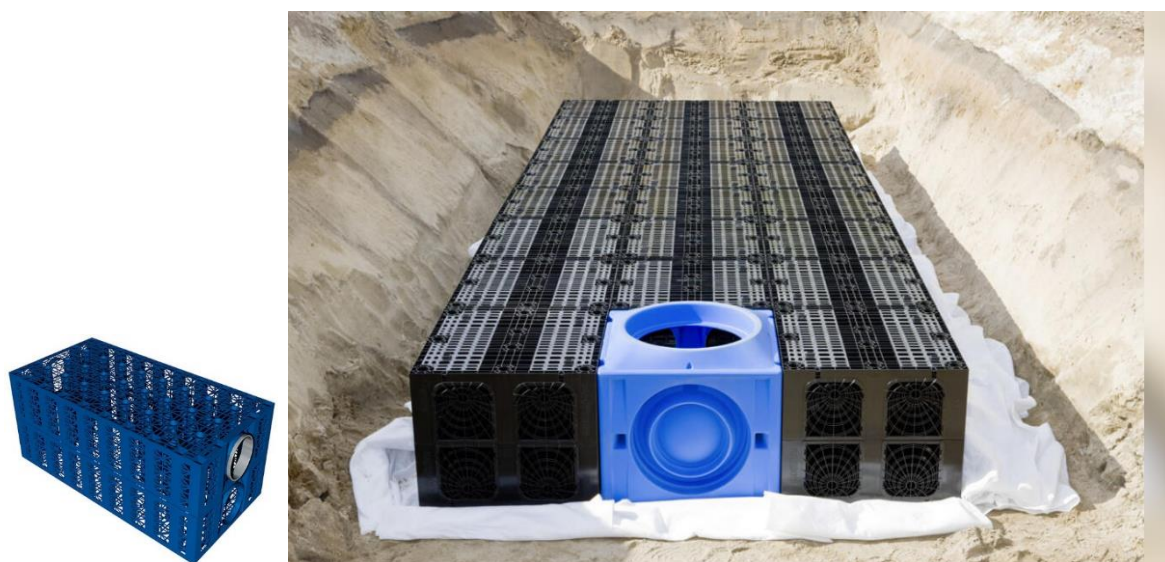
### 5.7.1 Vsakovacie bloky

Zmyslom inštalácie vsakovacích blokov je odvieŕ zrážkovú vodu zo striech budov a spevnených plôch do podlažia, ak nie je k dispozícii dažďová kanalizácia alebo znížiť zaťaženie kanalizačnej siete odvádzajúcej zrážkovú vodu do centrálnej čistiarne odpadových vôd (ČOV) v prípade, ak neexistuje oddelená dažďová kanalizácia.

Vsakovacie bloky umožňujú rýchlu nenáročnú inštaláciu bez použitia ťažkej techniky. Vďaka vysokej stabilite umožňujú pojazd aj nákladných vozidiel nad vsakovacím systémom. Projektovanú kapacitu je možné z jednotlivých blokov stavebnicovým systémom realizovať tak, že bloky možno zostaviť prostredníctvom rýchlospojok v radoch vedľa seba alebo nad sebou.

Vsakovacie bloky zachytávajú zrážkovú vodu z povrchového odtoku až do 95 % svojho objemu, preto je potrebný o 2/3 menší objem výkopov oproti rúrovým vsakovacím systémom. Výsledkom je úspora materiálu (piesok, štrk) a malá časová náročnosť na realizáciu projektu. Tento systém je ideálny ako pre malé, tak i pre veľké projekty vsakovacích systémov (Obr. 5. 27).

Obr. 5.27 Vsakovacie bloky



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC.

### 5.7.2 Tunelový vsakovací systém

Tento efektívny akumulačný a vsakovací systém tunelového tvaru sa skladá z ľahkej, plastovej, polkruhovej schránky (schránok) uzavretej z oboch strán plastovými čelami (Obr. 5.28). Tým je vytvorený podzemný priestor o veľkej objemovej kapacite vhodný pre akumuláciu a postupné vsakovanie zrážkovej vody zo striech budov, spevnených plôch a povrchov do pôdy.

Polkruhové tunelové schránky majú 100%-nú zásobnú kapacitu. V porovnaní so vsakovacími systémami naplnenými štrkom, alebo drveným kameňom tento systém predstavuje úsporu viac ako 2/3 objemu výkopov. Akumulovaná zrážková voda z povrchového odtoku môže voľne prenikať do podlažia dnom a otvormi na bokoch plastovej tunelovej schránky systému. Obe čelá tunelovej schránky sú prispôbené pre napojenie prítokového potrubia a je možné ich prispôsobiť pre potrubia do priemeru DN 300. Len s tromi komponentmi (vstupné čelo, stredový blok a koncové čelo) je možné postaviť stabilný a rozsiahly systém s minimálnymi stavebnými, dopravnými a montážnymi nákladmi.

Obr. 5.28 Tunelový vsakovací systém



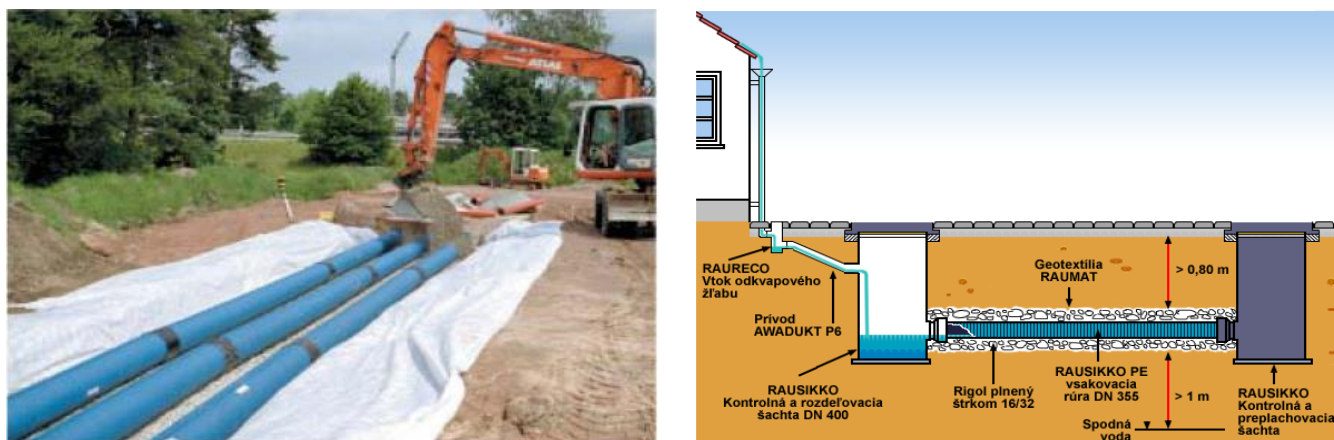
Zdroj: [http://www.fonhit.sk/krecht\\_vsak.html](http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.html)

### 5.7.3 Vsakovanie rúra - rigol

Systém rúra – rigol sa uplatňuje pri vsakovaní zrážkovej vody neobsahujúcej škodlivé nečistoty, napr. vody zo strešných plôch z rozsiahlejších administratívnych budov. Zachytená zrážková voda je pomocou potrubia s voľnou hladinou odvedená do kontrolnej šachty (Obr. 5.29).

Z tohto rigolu, tvoreného vsakovacími rúrami a štrkovou vrstvou, presakuje voda veľkoplošne do spodných vodopriepustných vrstiev. Hrubý štrk zabezpečuje vysoký akumulčný objem a zdržanie vody až do odznenia zrážok. Prenikaniu jemných pôdnych častíc do rigolu je nutné zabrániť pomocou oplášťovania vhodnou geotextíliou.

Obr. 5.29 Tunelový vsakovací systém rúra - rigol



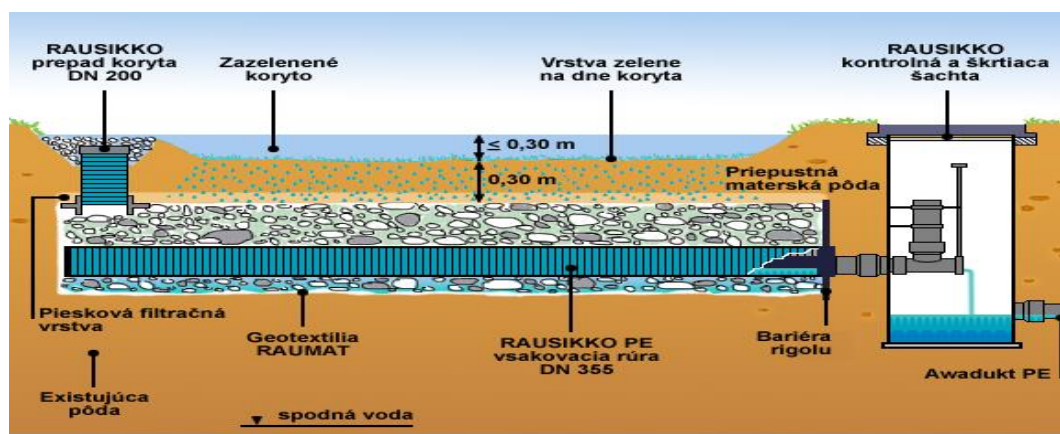
Zdroj: Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006.

### 5.7.4 Vsakovanie koryto - rigol

Systém koryto – rigol je určený na vsakovanie alebo stekanie vody do dažďového rigolu alebo toku, ktorá je znečistená v medziach tolerancie. Zrážková voda je najskôr vedená povrchovo cez postranné pásy trávnikov alebo cez odvodňovacie žľaby koryta, v ktorom je dočasne zadržaná. Pri prúde z vsakovacieho koryta do hlbšie položeného systému rúra – rigol prechádza vsakovaná voda touto oživenou pôdnou vrstvou, pričom sú prípadné škodliviny pri tomto prechode odbúrané (Obr. 5.30).

Aj v tomto prípade slúži rigol ako podzemná dočasná zásobná nádrž. Pri menej priepustných pôdach môže byť prípadný výkon vsakovania nedostačujúci. Prebytočná voda sa dostáva vsakovacou rúrou do škrtiacej šachty, odkiaľ je ďalej kontrolované distribuovaná do odpadového toku alebo ďalších rigolov.

Obr. 5.30 Vsakovací systém: Vsakovanie koryto - rigol



Zdroj: Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami.

### 5.7.5 Všeobecný postup dimenzovania vsakovacieho systému

Pri dimenzovaní vsakovacieho systému je potrebné poznať:

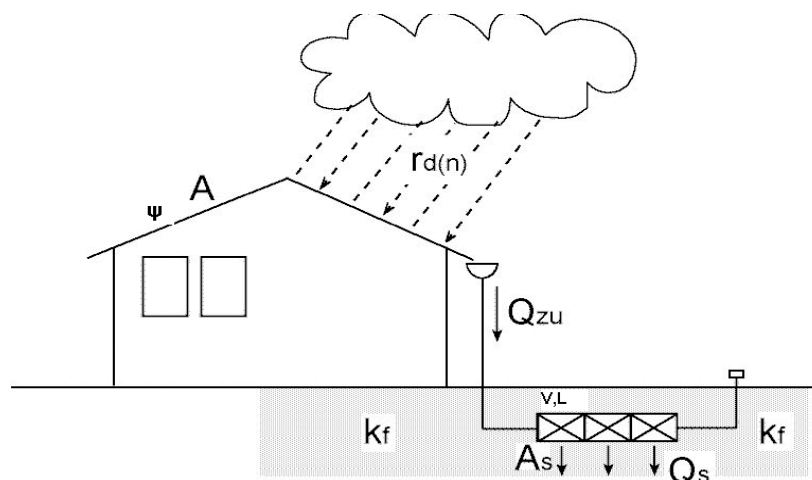
- druh vsakovacieho systému,
- intenzitu dažďa  $r_d$  a dostatočne dlhý záznam zrážok z minulosti,
- redukovanú plochu strechy  $A_n$  a koeficient odtoku  $\Psi$ ,
- dĺžku vsakovacej zostavy  $L$ ,
- koeficient vsakovania  $k_f$ ,
- využiteľný objem vsakovacej zostavy  $V$ ,
- vsakovaciu plochu  $A_s$ .

#### Druh vsakovacieho systému

Prvým krokom pri dimenzovaní vsakovacieho systému je určenie druhu vsakovacieho systému, ktorý bude použitý. Ako bolo spomenuté vyššie, existuje niekoľko druhov systémov vsakovania.

Základným princípom funkcie všetkých druhov vsakovacích systémov je čo najrýchlejšie odvieť zrážkovú vodu z povrchového odtoku pod zemský povrch a tam ju s časovým oneskorením buď nechať vsiaknuť späť do okolitej zeminy, alebo zrealizovať regulovaný odtok zrážkovej vody zo systému vsakovania do dažďovej kanalizácie, prípadne do retenčnej nádrže (Obr. 5.31).





Zdroj: <http://www.elwa.sk/index.php/Vsakovanie/Teoria-vsakovania.html>

### Intenzita dažďa $r_d$ a dostatočne dlhý záznam zrážok z minulosti

Meteorologické stanice dlhodobu merajú zrážky a výsledky pozorovania vydávajú vo forme tabuliek a to pre rôzne pravdepodobnostné intenzity dažďa, 1x za rok, 1x za 5 rokov, 1x za 10 rokov.

Tabuľku pre danú lokalitu je potrebné mať k dispozícii, ak v danom mieste nie je meteorologická stanica. Tabuľky musia byť zo staníc nachádzajúcich sa čo najbližšie od danej lokality. Typ tabuľky sa volí podľa rizika a podľa výšky prípadných škôd spôsobených zaplavením okolia.

Pre administratívne budovy zväčša postačuje tabuľka pre pravdepodobnosť intenzity dažďa 1x za rok, pre elektrické transformátorové stanice, kde by mohlo dôjsť k výpadku prúdu pre celú oblasť, 1x za 10 rokov. Príklad nameraných hodnôt intenzity dažďa  $r_d$  v l/s.ha je uvedený v Tab. 5.15.

Tab. 5.15 Stanovenie intenzity dažďa (l/s.ha) pre jednotlivé trvania dažďa D (min) a rôznu periodicitu dažďa r (d)

D	$r_{d(5)}$	$r_{d(2)}$	$r_{d(1)}$	$r_{d(0,5)}$	$r_{d(0,2)}$	$r_{d(0,1)}$	$r_{d(0,05)}$	$r_{d(0,03)}$	$r_{d(0,02)}$	$r_{d(0,01)}$
5	128	178	224	274	345	391	434	454	464	478
10	80	118	151	184	233	267	298	316	328	339
15	61	92	117	142	180	209	233	250	258	269
20	50	76	96	117	147	172	192	205	212	222
30	38	57	72	88	110	128	145	155	160	170
40	30	46	58	71	88	103	116	126	131	140
50	26	39	49	60	74	86	96	104	110	118
60	22	34	42	52	64	74	82	90	95	100
90	16	24	30	38	46	52	57	64	67	72
120	13	19	24	28	36	41	45	50	53	56
180	10	14	17	20	25	28	31	34	37	39

Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, Katalóg 2006

### Redukovaná plocha strechy $A_n$ a koeficient odtoku $\Psi$

Ako už bolo uvedené, materiál striech môže byť rôzny a má i rôzny vplyv na odtok vody zo strechy. Zatiaľ čo zatravnené strechy značnú dažďa absorbujú, iné strechy pokryté napríklad glazovanými škridlami odvedú zrážkovú vodu takmer na 100 %. Množstvo vody odvedené zo strechy udáva koeficient odtoku  $\Psi$  (Tab. 5.16).

Tab. 5.16 Koeficienty odtoku  $\Psi$ 

POLOŽKA	SPÔSOB ZASTAVENIA A DRUH POZEMKU, PRÍPADNE DRUH ÚPRAVY POVRCHU	SÚČINITEĽ ODTOKU $\Psi$ PODĽA SPÁDU ODVODŇOVANEJ PLOCHY, %		
		do 1	1 až 5	nad 5
1.	Strechy	1,00	1,00	1,00
2.	Asfaltové a betónové plochy, dlažby so zálievkou škár	0,70	0,80	0,90
3.	Dlažby s pieskovými škárami	0,50	0,60	0,70
4.	Upravené štrkové plochy	0,30	0,40	0,50
5.	Neupravené a nezatravnene plochy	0,20	0,25	0,30
6.	Sady, ihriská	0,10	0,15	0,20
7.	Zelené pásy	0,05	0,10	0,15

Zdroj: STN 75 6101: Gravitačné kanalizačné systémy mimo budov (2016)

Veľkosť striech  $A$  je daná súčtom jednotlivých striech  $A_i$ . Odvádzané množstvo vody je teda nižšie ako teoretické. To sa zohľadňuje redukovaním - zmenšením plochy strechy. Na strechy s redukovanou plochou  $A_{e,i}$  dopadá dážď o intenzite  $r_D$  (n) udávanej v (l/s.ha). Celková redukovaná plocha striech  $A_u$  sa vypočíta podľa rovnice 5.5.

$$A_u = \sum(A_{e,i} \cdot \Psi_i) \quad [m^2] \quad (5.5)$$

kde:

$A_{e,i}$  strechy s redukovanou plochou v  $m^2$ ,

$\Psi_i$  koeficient odtoku (bezrozmerné číslo).

### Dĺžka vsakovacej zostavy $L$

Najdôležitejšou časťou návrhu vsakovacieho systému je určenie rozmeru dočasného akumuláčného priestoru. Prvé dva rozmery (šírka a výška) osadenej zostavy vyplývajú z obmedzujúcich miestnych podmienok, ako je napr. urbanistické riešenie zástavby alebo miestne hydrologické pomery. Dĺžka sa určí pomocou vzorca (5.6):

$$L = \frac{A_n \cdot 10^{-7} \cdot r_D \cdot D \cdot 60}{b \cdot h \cdot s_r + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot D \cdot 60 \cdot \frac{k_f}{2}} \quad [m] \quad (5.6)$$

kde:

$L$  neznáma dĺžka vsakovacej zostavy [m],

$A_n$  povrch spevnených plôch [ $m^2$ ],

$r_d$  intenzita záťažového dažďa [l/s.ha],

$D$  doba trvania záťažového dažďa [min],

$B$  šírka vsakovacej zostavy [m],

$h$  výška vsakovacej zostavy [m],

$s_r$  retenčný (akumulačný) koeficient 0,95,

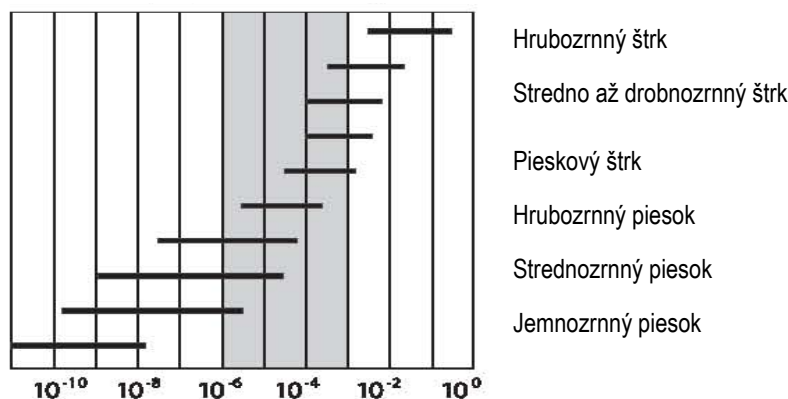
$k_f$  súčiniteľ priepustnosti pôdy [m/s].

### Koeficient vsakovania $k_f$

Pri návrhu vsakovacieho systému je veľmi dôležitá úzka spolupráca projektanta s hydroológom. Niekedy môže byť vsakovanie nemožné, nevhodné alebo nákladnejšie a pritom menej spoľahlivé ako klasická dažďová kanalizácia. Až z geologického prieskumu uvažovanej oblasti vyplynie vhodnosť či nevhodnosť okolia zeminy pre vsakovanie

zrážkovej vody. Súčiniteľ priepustnosti pôdy  $k_f$  vyjadruje rýchlosť v m/s, ktorou preteká zrážková voda zeminou. V závislosti na druhu zeminy môže nadobúdať veľmi rozdielne hodnoty v rozsahu od  $10^{-1}$  do  $10^{-10}$  m/s. Pritom o zasakovaní môžeme hovoriť, pokiaľ sa hodnota vsakovacej rýchlosti okolitej zeminy pohybuje v intervale od  $10^{-3}$  do  $10^{-6}$  m/s. V prípade, že  $k_f$  je väčší ako  $10^{-3}$ , dochádza k veľmi rýchlemu priesaku dažďových vôd do vôd spodných. To má za následok jednak narušenie dočasnej skladovacej funkcie systému a jednak to, že nedôjde k požadovanému pôdnemu dočisteniu dažďovej vody pred jej vstupom do vody podzemnej. Pokiaľ je  $k_f$  menší ako  $10^{-6}$ , je nutné navrhnuť kapacitne veľmi veľký akumulčný priestor, čo môže byť z ekonomického hľadiska nevýhodné. V týchto prípadoch sa už nedá hovoriť o vsakovaní, ale o riadenej retencii (zadržení).

Obr. 5.31 Doporučené hodnoty koeficientu vsakovania  $k_f$



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006.

### Využitelný objem vsakovacej zostavy $V$

Za využitelný objem vsakovacej zostavy sa pri návrhu uvažuje 95 % objemu celej vsakovacej zostavy, ktorá bola navrhnutá. Výpočtom môžeme zistiť taktiež akumulčný objem vsakovacej zostavy. Stúpanie hladiny vyplýva z prírastku objemu danom rozdielom medzi pritekajúcou a odtekajúcou vodou ( $Q_{zu} - Q_s$ ).

Výška dosiahnutej hladiny v akumulčnom priestore závisí od dĺžky trvania zrážok, jeho intenzity a  $k_f$ . Na Slovensku je zaužívaný objem akumulčného priestoru počítaný na 15 minútový 2 - ročný dažď.

Ale v mnohých prípadoch, zvlášť pri nízkych hodnotách  $k_f$  a pri tzv. vytrvalých dažďoch, môže vyjsť potrebný akumulčný objem vyšší ako pre zaužívaný výpočet. Preto pri nízkych hodnotách  $k_f$  je vhodné prepočítať aj ostatné hodnoty intenzity dažďa a dĺžky dažďa. Pre výpočet akumulčného priestoru platí rovnica (5.7):

$$V = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \quad [m^3] \quad (5.7)$$

kde:

$D$  doba trvania dažďa v minútach (jej vynásobením číslom 60 získame dobu trvania dažďa v sekundách),

$f_z$  súčiniteľ bezpečnosti (projektant ho na základe svojho uváženia volí v rozmedzí 1,1 až 1,2. Hodnota 1,1 sa volí pre decentrálne vsakovanie, hodnota 1,2 sa volí pre centrálné vsakovanie).

### Vsakovacia plocha $A_s$

Dôležitá skutočnosť nastáva pre stanovenie vsakovacej plochy  $A_s$ . Tá sa totiž neobmedzuje iba na plochu  $A$ , čiže na samotnú podstavu blokov, ale sa rozširuje aj o šírku bočného vsakovania - v akumulčnom priestore voda vystupuje do výšky  $h$ . Stredná hodnota výšky hladiny je  $h/2$ . Keďže časť vsakovania sa uskutočňuje cez bočné steny blokov, a

to po oboch stranách účinnej vsakovacej šírky  $b_{R,w}$ , rozširuje sa táto na obe strany o hodnotu  $h/4$ . Potom účinná vsakovacia šírka je daná vzťahom (5.8):

$$b_{R,w} = b_R + (2 \cdot h/4) = b_R + h/2 \quad [m] \quad (5.8)$$

kde:

$b_{R,w}$  vsakovacia šírka [m],

$h$  vsakovacia výška [m].

Vsakovacia plocha  $A_s$  v  $m^2$  je daná vzťahom (5.9):

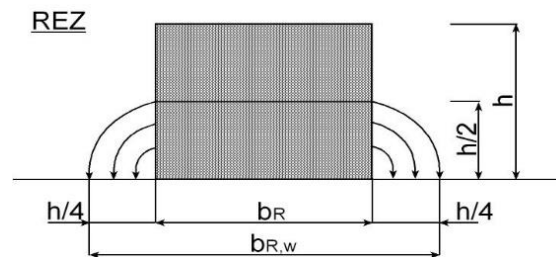
$$A_s = L \cdot b_{R,w} \quad [m^2] \quad (5.9)$$

kde:

$L$  vsakovacia dĺžka [m],

$b_{R,w}$  účinná vsakovacia šírka [m].

Obr. 5.32 Schéma určenia účinnej vsakovacej šírky



Zdroj: Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006.

### 5.7.6 Príklad návrhu vsakovacích šácht pre budovu

Vstupné údaje sú: Lokalita - Košice

$A_{imp}$  plocha strechy: šachta A - 212  $m^2$  resp. šachta B - 338  $m^2$

$d_e$  vonkajší priemer šachty: 1,0 m

$d_i$  vnútorný priemer šachty: 0,8 m

$k_f$  koeficient filtrácie:  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s

$f_z$  je súčiniteľ bezpečnosti: 1,2

$rD_{(0,5)}$  zvolená periodičita dažďa

#### Stanovenie hĺbky vsakovacej šachty

Pre dimenzovanie vsakovacej šachty je potrebné stanoviť potrebnú hĺbku vsakovacej šachty. Tak ako pri dimenzovaní ostatných druhov vsakovacích zariadení, je potrebné urobiť výpočet na rôzne druhy trvania dažďa a stanoviť kritický dážď pre danú zvolenú periodičitu, teda v prípade vsakovacích šácht najnepriaznivejší dážď, pre ktorý dostaneme najväčšiu hĺbku vsakovacej šachty.

Výpočet hĺbky vsakovacích šácht podľa DWA 138 (5.10):

$$z = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot \frac{k_f}{2}}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_p} + \frac{\pi \cdot d_e \cdot k_f}{4}} \quad [m] \quad (5.10)$$

Maximálna výška vodnej hladiny vo vsakovacích šachtách pre zvolenú periodicitu je pri 5, resp. 10 minútovom daždi, a to 2,97 m resp. 4,89 m, preto by sa šachty navrhovali na túto plniacu výšku (Pozri Tab. 5.17).

Tab. 5.17 Výška vodných hladín vo vsakovacích šachtách

D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	z [m]	D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	z [m]
5	324	2,970	5	324	4,84
10	226	2,967	10	226	4,89
15	178	2,70	15	178	4,50
20	148	2,42	20	148	4,07
30	112	1,95	30	112	3,33
40	91	1,60	40	91	2,80
50	77	1,34	50	77	2,39
60	67	1,14	60	67	2,08
90	49	0,75	90	49	1,47
120	39	0,52	120	39	1,10
180	27	0,22	180	27	0,63

Poznámka

Šachta A

Šachta B

Stanovenie akumuláčného objemu vsakovacích šácht podľa DWA 138 pomocou rovnice (5.11):

$$V = (A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \quad [m^3] \quad (5.11)$$

Tab. 5.18 Stanovenie akumuláčného objemu vsakovacích šácht

D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	V [m <sup>3</sup> ]	D [min]	$r_{D(0,5)}$ [l/(s,ha)]	V [m <sup>3</sup> ]
5	324	1,493	5	324	2,420
10	226	1,490	10	226	2,455
15	178	1,14	15	178	1,931
20	148	0,60	20	148	1,114
30	112	-0,75	30	112	-0,957
40	91	-2,28	40	91	-3,321
50	77	-3,92	50	77	-5,854
60	67	-5,62	60	67	-8,485
90	49	-10,90	90	49	-16,670
120	39	-16,37	120	39	-25,147
180	27	-27,85	180	27	-42,978

Poznámka:

Šachta A

Šachta B

Hodnoty požadovaných akumuláčných objemov by boli 1,49 m<sup>3</sup>, resp. 2,45 m<sup>3</sup>

### 5.7.7 Alternatívy vsakovacích zariadení pre školské budovy

Benefity vsakovania je možné využiť aj inými realizáciami na alebo pri školských budovách. Medzi známe a stále častejšie používané vodozádržné opatrenia radíme:

- Zelené strechy (Obr. 5.33),
- Priepustné dlažby (Obr. 5.34),
- Vegetačné pásy (Obr. 5.35),
- Kanály a priehlbne (Obr. 5.36),
- Vsakovacie pásy (Obr. 5.37),
- Vsakovacie studne (Obr. 5.38),
- Infiltračné priekopy (Obr. 5.39),
- Dažďové záhrady (Obr. 5.40 a 5.41),
- Detenčné nádrže (Obr. 5.42),
- Retenčné nádrže (Obr. 5.43),
- Infiltračné nádrže (Obr. 5.44).

Obr. 5.33 Zelené strechy, príklad zo Švédska



Poznámka: Typická štruktúra zelenej strechy zahŕňa povrchovú vegetačnú vrstvu podloženú substrátom (rastové médium), geotextilnú filtračnú vrstvu a agregátovú alebo geokompozitnú drenážnu vrstvu. Zelené strechy sú navrhnuté tak, aby zachytávali zrážky, ktoré sa spomaľujú, keď pretekajú vegetáciou a drenážnou vrstvou. Zelené materiály strechy sú podložené nepremokavou membránou s ďalšou izolačnou vrstvou. Časť dažďovej vody sa ukladá do drenážnej vrstvy a absorbuje ju vegetácia, pričom zvyšok sa zvyčajným spôsobom vypúšťa zo strechy (cez žľaby a zvody).

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org) (zelená strecha v Augustenborg, Malmö, Švédsko)

Prvenstvá v budovaní zelených striech nachádzame naprieč celým spektrom národov a období. Platnú legislatívu ukladajúcu povinnosť budovať zelené strechy (sklon < 30°) na nových budovách nachádzame v Dánsku. Povinné zelené strechy aspoň na niektorej časti každej novej budovy majú Francúzi. Toronto schválilo povinné zelené strechy

na priemyselných aj obytných budovách. V susedných Čechách je najpokrokovejšie Brno, ktoré ako prvé v ČR poskytuje dotácie na podporu zelených striech. O dotácie môžu v Brne žiadať mestské časti, fyzické osoby, firmy, právnické osoby ako napr. majitelia nákupných centier, združenia vlastníkov bytov a podobne. Zelené plochy si vytýčili ako nevyhnutné pre obnovenie zdravého mestského prostredia aj v Linzi. Mestské nariadenie vyžaduje zelené strechy na nové komerčné a priemyselné budovy nad 100 m<sup>2</sup>. V slovenských pomeroch nachádzame podporu zelených plôch prostredníctvom vyhlásenej výzvy Ministerstva životného prostredia Vodozádržné opatrenia v urbanizovanej krajine, vyhlásenej od apríla r. 2018. Výzva odvtedy prešla viacerými navýšeniami, pričom plánované sú aj na rok 2022, z ktorých podpora sa ujde najmä pre verejný sektor, a tiež mestá i obce.

Obr. 5.34 Pripustná dlažba Stamford, UK



Poznámka: Pripustná dlažba je navrhnutá tak, aby dažďovej vode umožnila infiltráciu cez povrch, buď do podkladových vrstiev (pôda a zvodnené vrstvy), alebo bola skladovaná pod zemou a uvoľňovaná kontrolovanou rýchlosťou do povrchovej vody. Pripustná dlažba sa používa ako všeobecný pojem, ale je možné rozlišovať dva typy: Porézne chodníky, kde voda je infiltrovaná cez celý povrch (vystužená tráva, štrk alebo pórovitý betón a dlažobné kocky). Pripustné vozovky, ak sú materiály ako tehly položené tak, aby poskytovali prázdny priestor až k podkladu pomocou expandovaných alebo pórovitých tesnení (namiesto maltových alebo iných jemných častíc).

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.35 Priehľbeň – vegetačný pás



Poznámka: Priehľbne - vegetačné pásy (zvyčajne sa nachádzajú pri cestách) sú lineárne, široké a plytké, môžu zadržiavať alebo prepravovať povrchovú vodu (znižujúc rýchlosť odtoku a objemy) a odstraňujú znečisťujúce látky. Štandardná priehľbeň - všeobecne sa používa na dopravu odtoku z povodia do inej fázy infiltrácie. Vylepšená priehľbeň zahŕňa filtračné lôžko pod vegetačným pásom. Vlhká priehľbeň - vegetačný pás vybavený zariadeniami na kontrolu infiltrácie.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.36 Kanály v urbanizovanom území



Poznámka: Kanály a priehlbne sú plytké otvorené povrchové vodné priestory, ktoré zhromažďujú vodu, spomaľujú ju a zabezpečujú ukladanie sedimentu z odtoku. Môžu mať rôzne prierezy, ktoré vyhovujú mestskej krajine, a môžu zahŕňať použitie výsadby na zaistenie lepšej vizuálnej príťažlivosti a úpravy vody.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.37 Malý vsakovací pás v ulici



Poznámka: Vsakovacie (filtračné) pásy sú najvhodnejšie na ošetrovanie odtoku z relatívne malých odtokových plôch, ako sú cesty, strechy, malé parkoviská a priepustné povrchy. Filtračné pásy sa často integrujú do okolitého využívania krajiny, napríklad do verejného priestranstva alebo do cestných komunikácií. Z vizuálneho hľadiska a na zabezpečenie prirodzeného prostredia môžu byť implementované miestne druhy tráv a kvetov.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1



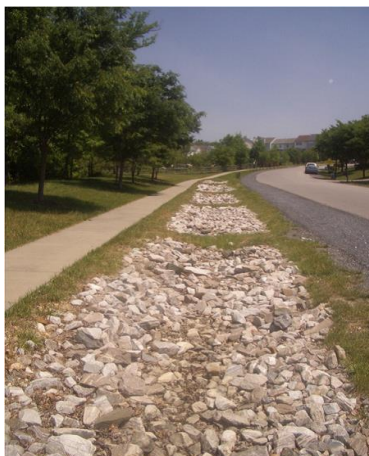
Obr. 5.38 Vsakovacie studne - princíp



**Poznámka:** Vsakovacie studne sú šachty, ktoré zadržiavajú povrchovú vodu a umožňujú jej vsiaknutie do zeme. Zvyčajne ide o štvorcové alebo kruhové konštrukcie vyplnené sutinou alebo obložené murivom, prefabrikovaným betónom alebo polyetylénovými perforovanými skladovacími štruktúrami obklopenými zrnitým zásypom. Vsakovacie studne poskytujú čistenie a zadržanie dažďovej vody. Zvyšujú tiež obsah pôdnej vlhkosti a pomáhajú dopĺňať podzemnú vodu. Umožňujú odtok z nehnuteľnosti a umožňujú jeho efektívnu infiltráciu do okolitej pôdy. Vsakovacie studne môžu byť prispôbené urbanistickému rozvoju s vysokou hustotou zástavby.

**Zdroj:** [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org) , prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.39 Infiltračné priekopy s kameňmi v urbanizovanom území



**Poznámka:** Infiltračné priekopy sú plytké priekopy naplnené sutinou alebo kameňom. Umožňujú prenikaniu vody do okolitých pôd z dna a zo strán výkopu, čím zvyšujú prirodzenú schopnosť pôdy viesť vodu. V ideálnom prípade by mali mať bočný prítok z príľahlého nepriepustného povrchu (v skutočnosti je to forma vsakovacej šachty). Znižujú rýchlosť odtoku a môžu pomôcť doplniť objem podzemnej vody. Odtok upravujú filtráciou cez substrát a následne cez pôdu. Sú účinné pri odstraňovaní znečisťujúcich látok a sedimentov fyzikálnou filtráciou, adsorpciou na materiál v priekope alebo biochemickými reakciami vo výplni alebo v pôde. Nie sú však určené na to, aby fungovali ako lapače sedimentov, a musia byť vždy navrhnuté s účinným systémom predbežnej úpravy. Nachádzajú v blízkosti nepriepustných povrchov, ako sú parkoviská alebo cesty, kde sú častice v odtoku nízke. Vďaka svojmu úzkemu tvaru sa môžu prispôsobiť rôznym miestam a dajú sa ľahko dodatočne navrhnuť na okraj, obvod alebo iné nevyužité oblasti rozvinutých miest. Môžu byť účinne začlenené do krajiny a navrhnuté tak, aby vyžadovali minimálne zaberanie pôdy.

**Zdroj:** [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org) , prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

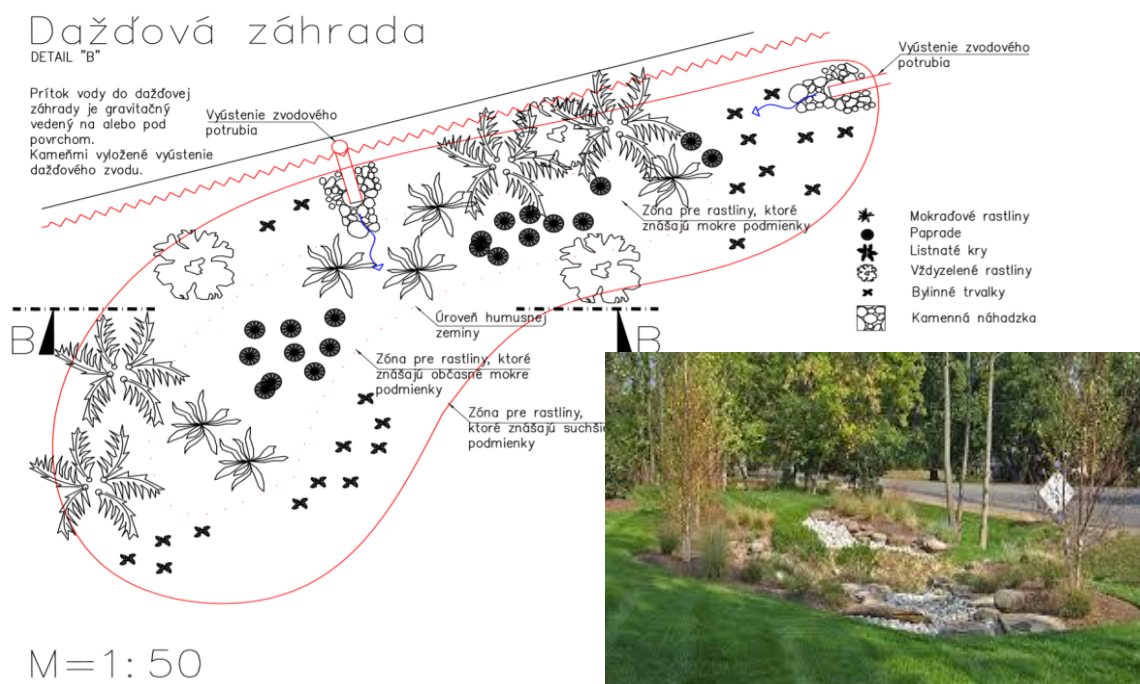
Obr. 5.40 Dažďové záhrady



Poznámka: Dažďové záhrady sú malé záhrady na zachytenie a infiltráciu dažďovej vody. Používajú rad komponentov: Trávy na zníženie vstupnej rýchlosti odtoku a na filtrovanie častíc. Priestory na dočasné uskladnenie povrchovej vody pred odparením, infiltráciou alebo absorpciou rastlinami. Organické/ mulčovacie plochy na filtráciu a vytvorenie prostredia vedúceho k rastu mikroorganizmov, ktoré degradujú uhľovodíky organické látky. Úrodnú pôdu, na filtráciu a ako úrodné médium. Hlinitá zložka v pôde môže poskytnúť dobrú adsorpciu uhľovodíkov, ťažkých kovov a živín. Drevené a bylenné rastliny na zachytávanie zrážok a podporu výparu. Výsadba tiež chráni vrstvu pred eróziou a zachytáva znečisťujúce látky. Piesočné lôžka poskytujú dobré drenážne a aeróbne podmienky pre výsadbovú pôdu. Filtrovaný odtok sa buď zbiera a vracia sa do systému, alebo ak to podmienky miesta umožňujú, infiltruje sa do okolitej pôdy. Dažďové záhrady by mali byť vysadené pôvodnou vegetáciou, ktorá je vyrovnaná s občasnými záplavami. Dažďové záhrady sú použiteľné pre väčšinu typov rozvoja a môžu byť použité v obytných aj neobytných oblastiach. Môžu mať flexibilné rozloženie a mali by byť naplánované ako terénne úpravy, čím sa zvýši hodnota urbánneho vybavenia.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.41 Príklad realizácie dažďovej záhrady



---

Obr. 5.42 Detenčné nádrže

---



Poznámka: Detenčné / Záchytné nádrže sú vegetované depresie určené na zadržiavanie odtoku z nepriepustných povrchov a umožňujú usadzovanie sedimentov a znečisťujúcich látok. Zachytená voda sa môže pomaly odvádzať do blízkeho vodného toku pomocou regulácie odtoku. Záchytné nádrže môžu slúžiť iným funkciám, sú ideálne ako ihriská, rekreačné oblasti alebo verejné priestranstvá. Môžu byť vysadené stromami, kríkmi a inými rastlinami, čím sa zlepšuje ich vizuálny vzhľad a poskytujú biotopy pre voľne žijúce zvieratá.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org) , prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

---

Obr. 5.43 Retenčné nádrže

---



Poznámka: Retenčné jazierka sú rybníky alebo bazény navrhnuté s dodatočnou skladovacou kapacitou na zníženie povrchového odtoku počas zrážkových udalostí. Tvoria sa pomocou existujúcej prírodnej depresie, vykopávaním novej depresie alebo vytvorením násypov. Existujúce prírodné vodné útvary by sa nemali používať z dôvodu rizika, že znečistenie môže narušiť prirodzenú ekológiu systému. Zabezpečené musia byť prepadom. Dobre navrhnuté a udržiavané rybníky môžu mestskej krajine ponúknuť estetické, kultúrne a ekologické výhody, najmä ako súčasť verejných priestranstiev.

Zdroj: <http://winnipeg.ca/waterandwaste/drainageFlooding/ponds.stm>



Poznámka: Infiltračné nádrže sú vegetované depresie určené na zadržiavanie odtoku z nepriepustných povrchov, umožňujú usadzovanie sedimentov a súvisiacich znečisťujúcich látok a umožňujú, aby voda prenikla do podzemných vôd. Infiltračné nádrže sú suché, s výnimkou období silných dažďov. Infiltračné nádrže sú ideálne pre použitie ako ihriská, rekreačné oblasti alebo verejné priestranstvá. Môžu byť vysadené stromami, kríkmi a inými rastlinami, čím sa zlepšuje ich vizuálny vzhľad a poskytujú biotopy pre voľne žijúce zvieratá. Zvyšujú obsah pôdnej vlhkosti a pomáhajú dopĺňať podzemnú vodu.

Zdroj: [www.susdrain.org](http://www.susdrain.org), prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

## 5.8 Rekapitulácia - závery

- Zrážkovú vodu môže využívať každá školská budova,
- Množstvo zrážok spadnutých na 1 m<sup>2</sup> sa v našich podmienkach pohybuje od 500 do 800 mm/m<sup>2</sup> ročne, v závislosti od sklonu, tvaru a riešenia strechy,
- Z hygienických dôvodov sa neodporúča skladovať vodu príliš dlho. Ak je budova dlhší čas nevyužívaná, odporúča sa zásobník predtým vyprázdniť a vyčistiť prírodné potrubie,
- Cena systému závisí od spôsobu využitia zrážkovej vody. Najvýznamnejšiu položku tvorí zásobná nádrž. Vybrať správnu veľkosť nádrže je dôležité z prevádzkových dôvodov aj z hľadiska jej optimálneho využitia. V súčasnosti sa na túto problematiku zameriavajú viaceré renomované firmy.
- Dažďová voda je čistá, mäkká, ekologická a ekonomická alternatíva pitnej vody pre použitie v školských budovách aj ich okolí, využívame vodu, ktorú by sme v konečnom dôsledku zaplatili ako stočné za zrážkovú vodu z povrchového odtoku,
- Na rozvoje zrážkovej vody nie sú potrebné zmäkčovacie zariadenia úpravy tvrdosti vody, je však potrebná niekoľko stupňová filtrácia, jej kontrola a čistenie,
- Na čistotu zrážkovej vody na výstupe zo zariadenia predmetu vplyva pravidelná kontrola a čistota: strechy, žlabov, lapačov strešných splavenín, ležateho potrubia v zemi, vstupného filtra v nádrži, čistota nádrže, pravidelný preplach mechanického filtra,
- Neodporúča sa použitie zo zelených striech a plochých striech so zeleňou,
- Problémy pri prevádzke systémov využitia zrážkovej vody sú následkom nedostatku chemikálií, vyžadovaných pre úpravu, nepostačujúca údržba a čistenie a nedostatočný základ pod nádržou,

- Čo sa týka možnosti zamrznutia systému v zime (napríklad stojatá voda ponechaná v potrubiach), je nevyhnutná tepelná izolácia potrubia a uloženie nádrže do vnútra budovy pri teplote min. 5 °C. Ak sa systém nebude dlhšiu dobu používať, doporučuje sa ho vyprázdniť,
- Využívanie zrážkovej vody otvára mnoho otázok. Je dôležité využívať dostupné matematické, simulačné a predikčné modely úhrnov zrážok s uvažovaním klimatických zmien. Tie sú jedným z najdôležitejších vstupov pri navrhovaní čo najefektívnejších systémov. V prípade nezváženého vplyvu klimatických zmien sa môže stať, že navrhnutý efektívny systém sa stane v priebehu niekoľkých rokov úplne neúčinným,
- Zrážka dopadajúca na zberné plochy nemôže byť využitá stopercentne. Zariadenia na využívanie zrážkovej vody majú mať stupeň využiteľnosti medzi 70 a 90 %,
- V lete sú bežné krátkodobé dažde, ktoré prinesú 10 až 50 mm zrážok. Stav vody v zásobníku sa zvýši aj pri počasí spojenom s mrholením, kde je prínos 1 až 2 mm a pri celodennom drobnom daždi je to 10 až 20 mm. Pretože 1 mm zrážok odpovedá 1 litru vody (na 1 m<sup>2</sup>), môže mrholenie podľa okolností, pokryť aj dennú potrebu, ak sa voda zbiera napr. zo 100 m<sup>2</sup> strechy,
- Hlavným cieľom uplatňovania malých vodozadržných opatrení (vsakov) je zvýšenie retenčnej kapacity kolektorov, pôdy a vodných ekosystémov s cieľom zlepšiť ich stav,
- Aplikácia vodozadržných opatrení podporuje zelenú infraštruktúru, zlepšuje kvantitatívny stav vodných útvarov ako takých a znižuje zraniteľnosť na sucho,
- Pozitívne ovplyvňuje chemický a ekologický stav vodných útvarov obnovením prirodzeného fungovania ekosystémov.
- Obnovené ekosystémy prispievajú k prispôsobovaniu sa zmene klímy, ako aj k zmierňovaniu jej dopadov.

## Zoznam tabuliek

- Tab. 5.1 Vlastnosti sivých vôd podľa zdroja ich vzniku
- Tab. 5.2 Výhody a nevýhody využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku
- Tab. 5.3 Zloženie zrážkovej vody z povrchového odtoku a požiadavky na použitie
- Tab. 5.4 Koeficient odtoku a vhodnosť použitia rôznych strešných konštrukcií
- Tab. 5.5 Výhody verzus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumulačnej nádrže
- Tab. 5.6 Typy a vlastnosti filtrov
- Tab. 5.7 Metódy úpravy zrážkovej vody z povrchového odtoku
- Tab. 5.8 Súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu
- Tab. 5.9 Ročné úhrny zrážok pre vybrané mestá v SR
- Tab. 5.10 Priemerné mesačné priemerné úhrny zrážok pre SR
- Tab. 5.11 Denné potreby nepitnej vody súvisiace s osobami v administratívnych budovách
- Tab. 5.12 Denné potreby nepitnej vody na polievanie alebo zavlažovanie
- Tab. 5.13 Mapa cien vody
- Tab. 5.14 Bilancia potreby vody pre školskú budovu
- Tab. 5.15 Stanovenie intenzity dažďa ( $l / s \cdot ha$ ) pre jednotlivé trvania dažďa  $D$  (min) a rôznu periodicitu dažďa  $r(d)$
- Tab. 5.16 Koeficienty odtoku  $\Psi$
- Tab. 5.17 Výška vodných hladín vo vsakovacích šachtách
- Tab. 5.18 Stanovenie akumulačného objemu vsakovacích šacht

## Zoznam obrázkov

- Obr. 5.1 Alternatívne zdroje vody pre udržateľné zásobovanie budovy vodou
- Obr. 5.2 Úsporné zariadenia na reguláciu a redukciu prietoku vody
- Obr. 5.3 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri zabudovaní úsporných armatúr za rok
- Obr. 5.4 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri rekonštrukcii kúpeľne, toalety a kuchyne typického bytu
- Obr. 5.5 Štatistické hodnoty spotreby vody v litroch pre osobu a deň spotrebované na jednotlivé činnosti človeka v domácnosti
- Obr. 5.6 Využitie studne a domovej vodárne pre zásobovanie rodinného domu pitnou/ úžitkovou vodou
- Obr. 5.7 Udržateľné vodné hospodárstvo budovy na bývanie
- Obr. 5.8 Kompostovací záchod Clivus-Multrum
- Obr. 5.9 Eko-toaleta
- Obr. 5.10 No-mix toaleta
- Obr. 5.11 Šetriaca toaleta s umývadielkom
- Obr. 5.12 Schéma využitia rôznych druhov odpadových vôd v budove a v jej okolí
- Obr. 5.13 Využitie rôznych druhov odpadových vôd v kombinácii so zelenými infraštruktúrami v budove
- Obr. 5.14 Prehľad zrážkových pomerov Slovenska
- Obr. 5.15 Schéma využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku
- Obr. 5.16 Jednoduchá možnosť využitia zrážkových vôd pri rodinnom dome
- Obr. 5.17 Klasický prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami
- Obr. 5.18 Udržateľný prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami
- Obr. 5.19 Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody
- Obr. 5.20 Typické súčasti systému využitia zrážkovej vody na zavlažovanie v rodinnom dome
- Obr. 5.21 Systém využitia zrážkovej vody v bytovom dome
- Obr. 5.22 Možné umiestnenie akumulačných nádrží
- Obr. 5.23 Používané podzemné akumulačné nádrže

- Obr. 5.24 Použitie akumuláčnej podzemnej nádrže a jej dopĺňanie pitnou vodou
- Obr. 5.25 Podzemná akumuláčná nádrž s pripadom do vsakovacieho objektu
- Obr. 5.26 Ochranné sieťky do strešných žľabov
- Obr. 5.27 Mechanické prečistenie zrážkovej vody v rámci dažďového odpadu
- Obr. 5.28 Predsadený a integrovaný lapač strešných splavenín
- Obr. 5.29 Voľný výtok- alternatívy ochrannej jednotky
- Obr. 5.30 Pôdorysný priemet odvodňovanej plochy
- Obr. 5.31 Diagram na určenie veľkosti zásobníka na základe priemerného množstva zrážok mm/m<sup>2</sup>, typu a veľkosti strechy
- Obr. 5.32 Rodinný dom, Kapské mesto, JAR
- Obr. 5.33 Rodinný dom, okres Heinsberg, Nemecko
- Obr. 5.34 Rodinný dom, východné Belgicko
- Obr. 5.35 Projekt bytovej štvrte Ringdansen, Norrköping, Švédsko
- Obr. 5.36 Bytový dom, Prešov
- Obr. 5.37 Rodinný dom v Šali
- Obr. 5.38 Detail strešného vtoku
- Obr. 5.39 Osadenie dažďovej nádrže
- Obr. 5.40 Čerpadlo a tlaková nádrž
- Obr. 5.41 Odlíšenie výtokov s pitnou a úžitkovou vodou
- Obr. 5.42 Vsakovací blok
- Obr. 5.43 Tunelový vsakovací systém
- Obr. 5.44 Tunelový vsakovací systém rúra – rigol
- Obr. 5.45 Tunelový vsakovací systém Vsakovanie koryto – rigol
- Obr. 5.46 Schéma systému vsakovania
- Obr. 5.47 Doporučené hodnoty koeficientu vsakovania  $k_f$
- Obr. 5.48 Schéma určenia účinnej vsakovacej šírky
- Obr. 5.49 Príklad realizácie vsakovacieho systému pre rodinný dom
- Obr. 5.50 Zelené strechy, príklady zo Švédska a Bratislavy
- Obr. 5.51 Pripustná dlažba Stamford, UK
- Obr. 5.52 Priehľbeň – vegetačný pás
- Obr. 5.53 Kanály v urbanizovanom území
- Obr. 5.54 Malý vsakovací pás v ulici
- Obr. 5.55 Vsakovacie studne – princíp
- Obr. 5.56 Infiltračné priekopy s kameňmi v urbanizovanom území
- Obr. 5.57 Dažďové záhrady
- Obr. 5.58 Príklad realizácie dažďovej záhrady
- Obr. 5.59 Detenčné nádrže
- Obr. 5.60 Retenčné nádrže
- Obr. 5.61 Infiltračné nádrže

## Zoznam literatúry

Káposztásová, D., Vranayová, Z.: Vodný manažment pre budovy 3. milénia. In: Eurostav. Roč. 24, č. 1-2 (2018), s. 18-21. - ISSN 1335-1249  
 Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. – ISBN 978-80-553-2316-9

Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU, 2015

Bose, K.: Dešťová voda pro zahradu a dum. Ostrava, nakladatelství HEL, ISBN 80-86167-08-9

Coombes PJ., Kuczera G., Argue J. & Kalma JD.: An evaluation of the benefits of source control measures at the regional scale, *Urban Water*, vol. 4 (4), 307-320, 2002

Fryer, J.: *The Complete Guide to Water Storage*. Atlantic Publishing Group, USA, 2012

Kabele, K. a kol.: *Energetické a ekologické systémy 1. Zdravotní technika. Vytápění*, ČVUT Praha, 2009

Kinkade-Levario, H.: *Design for water. Rainwater Harvesting. Stormwater Catchment and Alternate Water Reuse*. New Society Publishers, Canada, 2007

Mitchel VG., Mein RG. & McMahon TA.: Evaluating the resource potential of stormwater and wastewater; an Australian perspective, *Australian Journal of Water Resources*, vol. 2(1), pp. 19–22, 1997

Stec, A.: *Sustainable water management in buildings. Case studies from Europe*. Water Science and Technology Library, 2020 - Springer

Valášek J. a kol.: *Ochrana pitnej vody vo vodovodných rozvodoch pred znečistením*, Bratislava, AURIUS, ISBN 80-967864-1-5

Vranayová, Z.: *TZB I – Kanalizácia, vodovody a plynovody v budovách*. SvF TUKE Košice, 2010

Vrána, J. a kol.: *Technická zařízení budov v praxi*, GRADA Publishing, 2007

Vrána, J.: *Voda a kanalizace v domě a bytě, instalatérské práce*, GRADA Publishing, 2005

Žabička Z.: *Dažďová voda, spôsob odvádzania a vplyv na riešenie stavby*, In: *Časopis TZB HAUS TECHNIK*, vydavateľstvo JAGA, číslo 7/2007, s. 34 - 36

Žabička, Z.: *Stavíme vodovod a kanalizace*, ERA, Brno 2003

Žabička Z., Vrána, J.: *Zdravotně technické instalace*. Era Brno, 2009

Technické podklady firmy Wavin, WAVIN AZURA – WAVIN Q-BIC, Katalóg 2006

Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006

Technické podklady firmy Wavin, Katalóg 2006

STN 73 6760: *Kanalizácia v budovách*

STN EN 16941 (2018) *Miestne systémy na úžitkovú vodu. Časť 1: Systémy na použitie zrážkovej vody*

STN EN 12056-3 (2002) *Gravitačné kanalizačné systémy vnútri budov. Časť 3: Odvodnenie striech. Navrhovanie a výpočet*

STN EN 806 *Technické podmienky na zhotovovanie vodovodných potrubí na pitnú vodu vnútri budov. Časť 1 -5*

STN EN 752 : 2008 *Stokové siete a systém kanalizačných potrubí mimo budov*

[www.ecoproduct.sk](http://www.ecoproduct.sk)

[www.enviroportal.sk](http://www.enviroportal.sk)

[www.unipo.sk](http://www.unipo.sk)

<https://www.clivusmultrum.com.au/science-and-technology/how-a-clivus-multrum-works>

<https://www.idnes.cz/bydleni/koupelna/separacni-a-kompostovaci-toaleta>

<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/5703-decentralizovany-sposob-nakladania-s-odpadovymi-vodami-cast-2-delenie-odpadovych-vod>

[www.ecoproduct.sk](http://www.ecoproduct.sk)

<https://www.dotacedestovka.cz/>

<https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/8322>

<https://www.graf-water.com/>

<https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/7024-potencial-vyuzivania-zraskovej-vody-z-povrchoveho-odtoku>

[www.manadatrading.sk](http://www.manadatrading.sk)

<https://www.ekodren.sk/product/pe-sietka-do-stresnych-zlabov-nn420/>

<https://www.ekodren.sk/filtracia-vody/princip-filtracie/>

<http://www.shmu.sk>

<https://www.kodino.com/sk/clanky/cena-vody>

<https://www.asio.cz/cz/clanky>

<https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-a-rainwater-collection-system-for-water-Villarreal-Dixon/a65eed43c7bf094ceaf69a1f5cb39d3bb0d5be38>

[http://www.fonhit.sk/krecht\\_vsak.html](http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.html)