



# VYUŽÍVANIE DAŽĎOVEJ VODY

Z. Vranayová | G. Markovič

# 5

## VYUŽÍVANIE DAŽĐOVEJ VODY

V posledných desaťročiach sa v západnej Európe a hlavne v 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. Teoreticky by tak strecha veľkosti 160 m<sup>2</sup> pokryla pri takom množstve vody celoročnú spotrebu pitnej vody štvorčlennej rodiny. Dažďová 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, 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 hladiny podzemnej vody. Tento prístup je možné využívať ako u nových, tak aj u starých budov na bývanie.

Skúsenosti a mnohé výskumy dokázali, že o kvalitu dažďovej vody netreba 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 v hĺbke 1 až 2,5 m pod povrchom zeme bez prístupu slnečného svetla pri teplote zeme 9 až 12 °C. Zásobníky sa zhotovujú v takom objeme, aby vedeli zadržať asi trojtýždňovú zásobu úžitkovej vody. To zodpovedá 1 m<sup>3</sup> objemu zásobníka na každého člena domácnosti. Teda v prípade, že ide o štvorčlennú rodinu, je potrebný zásobník s objemom 4 m<sup>3</sup>. Ak ide o domácnosť, ktorá vlastní aj veľkú záhradu, objem zásobníka sa zväčšuje, a potom každých 25 m<sup>2</sup> strechy môže zásobovať asi 1 m<sup>3</sup> zásobníka. Dažďovou vodou možno aj vykurovať, a to na princípe tepelného čerpadla.

### 5.1 Zásobovanie bytových budov vodou

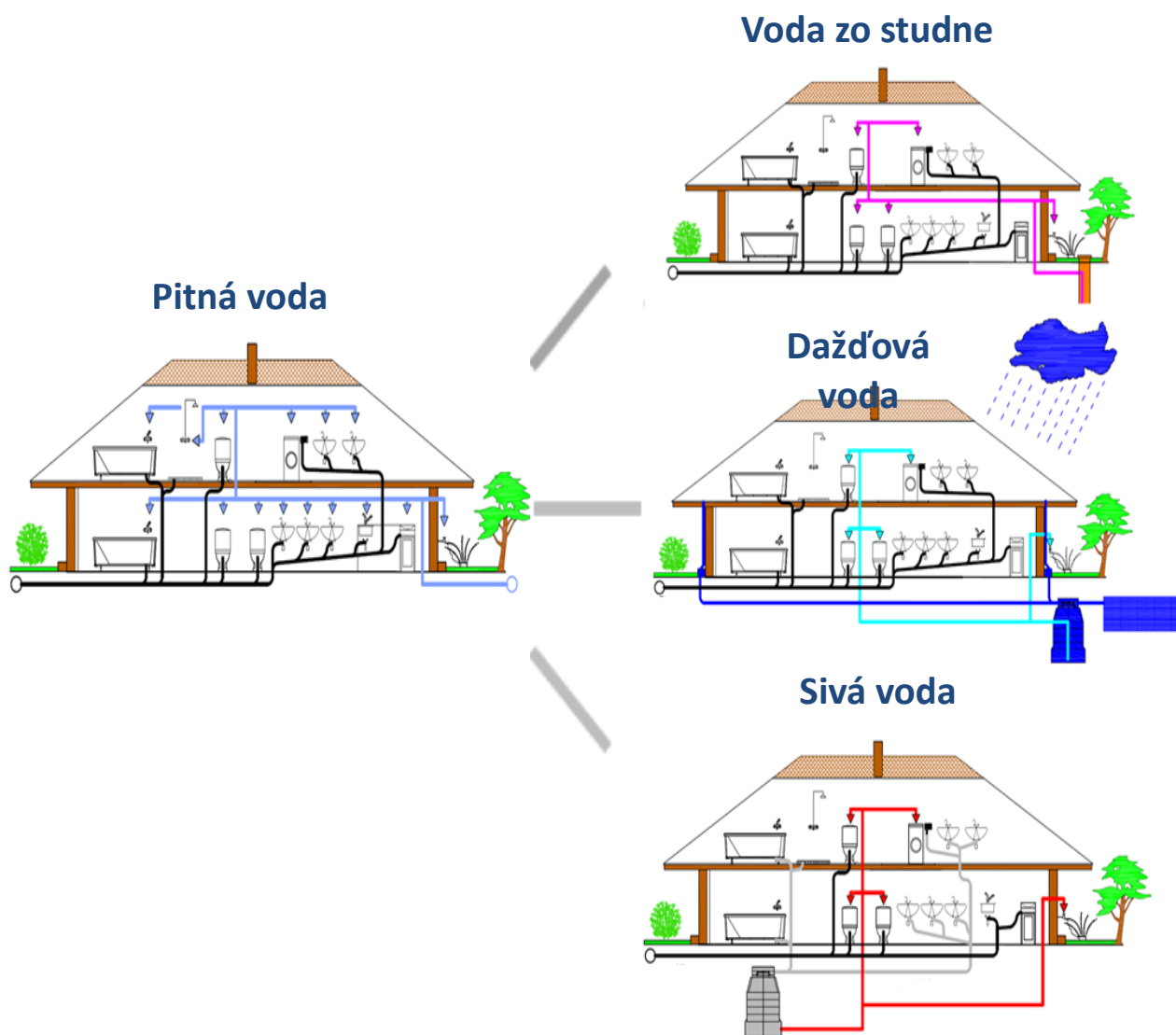
Stratégia udržateľného hospodárenia s vodou je založená na využití vody s rozličnou kvalitou na zodpovedajúce použitie, vedomom šetrení vodou a ochrane vodných zdrojov; decentralizovanom čistení vody a jej opätovnom začlenení do prírodného kolobehu. Alternatívne zdroje vody a ich kolobeh pre bytové budovy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

#### 5.1.1 Typy vôd používaných v domácnosti

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

**Podzemná voda** - je najrozšírenejším druhom vodárensky využívaných vôd u nás, predstavuje 86 % podiel zásobovania obyvateľstva. 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 budovy sú studne.

**Odpadová voda** - je voda použitá v obytných budovách, pokiaľ má po použití zmenenú kvalitu (zloženie alebo teplotu). Zákon č. 184/2002 Z. z. v § 2 ods. 10 charakterizuje splaškovú vodu ako vodu, ktorá pochádza z ľudských obydlií, predovšetkým z ľudského metabolizmu a činností z domácnosti, z kúpeľní, z kuchýň a nehromadí sa v žumpách.



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

**Splaškové vody** - sú tekuté odpady produkované činnosťami v domácnosti, ktoré majú dve hlavné zložky:

- sivá – z používania na kúpanie, sprchovanie, umývanie, na pranie odevov a umývanie podláh,
- čierna - zo záchodov a kuchynských výleviek.

Bežne sú zlúčené a vypúšťané do jednotného systému kanalizácie ako „splašky“.

Sivá voda obsahuje veľmi málo tuhých častíc a za vhodných okolností môže byť recyklovaná. Ak systém inštalácií umožňuje rozdelenie týchto zložiek, môže byť v období sucha použitá na zavlažovanie záhrad.

Jeden človek vyprodukuje za rok okolo 500 litrov moču (s vodou tvoriaci tzv. *žltú vodu*), 50 litrov fekálií (s vodou tzv. *hnedá voda*) a od 25 000 do 100 000 litrov ostatných odpadových vôd z domácností 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, snehu. Tejto forme hovoríme aj atmosferické zrážky.

**Zrážková voda z povrchového odtoku** - pôvodne čistá destilovaná voda prechodom cez atmosféru priberie jemné prachové častice a aerosoly. Nasýti sa vzdušným CO<sub>2</sub>, čím získa mierne kyslý charakter. Po dopade na spevnené plochy dostáva svoj názov. 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) alebo prečistením sivej odpadovej vody. Prečistením sa táto mení na úžitkovú - tzv. bielu vodu.

### 5.1.2 Spotreba vody v domácnosti

Na Slovensku žijeme vo vzácnom pásme, kde je k nám príroda štedrá a ani doterajšie zmeny klimatických podmienok nespôsobujú žiadne tragické scenáre a máme vody dosť. Na druhej strane, v dôsledku pretrvávajúceho sucha a tepla, ako aj nedisciplinovanosti pri odkanalizovaní našich domov, boli 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 pociťovať podobný problém (Londýn, Tokio, Rím).

V posledných rokoch sme svedkami výraznejšieho poklesu špecifickej spotreby vody pre domácnosti (z pôvodných 145 l / osobu a deň na cca 90 l / osobu a deň). Príčinu je možné hľadať v tom, že domácnosti sa počas posledných rokov vybavili sofistikovanejšími zariadeniami, ktoré umožňujú regulovať spotrebu vody, ako sú umývačky riadu, dvojité splachovače na WC a iné. Viac ľudí tiež uprednostňuje sprchovanie pred vaňovým kúpeľom. Čiže vďaka technickému pokroku v domácnosti vodou výrazne šetríme. Treba však podotknúť, že svoj podiel na znížení špecifickej spotreby vody pre domácnosti má aj cena pitnej vody dodávaná verejnými vodovodmi a platba za konkrétne odobrané množstvo vody.

Pri úvahe o alternatívnych zdrojoch vôd pre svoju domácnosť, 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 v spotrebisku vody (v budove) všade tam, kde sa voda využíva na osobnú hygienu, varenie, upratovanie. Pri použití rôznych technických prostriedkov za účelom úspory vody v budovách na bývanie je možné ušetriť od 29 % do 44% pitnej vody (Obr. 5.2 a 5.3).

Konkrétne typy, ktoré je možné v domácnostiach použiť:

- pákové batérie - dokážu ušetriť až 40 % vody voči 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/ zatlačiť tlačidlo,
- perlátory - koncovka pri výtoku armatúry premiešavajúca vodu so vzduchom, čím sa zníži spotreba vody až o 50 % bez ujmy na komforte umývania. Štvorčlenná rodina takto ročne ušetrí až 50 000 litrov vody,
- termostatické batérie - automaticky miešajú teplú a studenú vodu podľa nastavenej požadovanej teploty na výtok. Niektoré sprchovacie hlavice majú navyše stop ventil. Termostatická batéria môže ušetriť až 50 % vody,
- 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 štvorčlennej rodine až 40 % ročnej spotreby vody. Výmena toalety sa tak zaplatí iba za rok,

- systém štart/stop - pri ktorom stlačenie tlačidla splachovanie aktivuje a opätovné stlačenie ho zastaví. Maximálne do odpadového systému záchod spláchnu 6 l vody,
- umývadlo prepojené s WC, kde voda z umývadla sa zhromaždí v nádržke, zbaví sa väčších nečistôt a následne slúži na splachovanie toalety. Ročne ušetríte až **83 %** vody určenej na spotrebu v toalete (Obr. 5.11),
- 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,
- úsporné práčky - súčasné automatické práčky spotrebujú o **20-50 %** vody menej ako tie pred 10 rokmi. Modely s energetickou triedou od A-30 % až po A-50 % ročne ušetria niekoľko desiatok eur. Ak by sme práčku napojili aj na prívod dažďovej vody, ušetríme na práškoch aj aviváži. Na trhu sú už dostupné práčky s dvoma oddelenými prípojkami na vodu. Na predpieranie, hlavné pranie a prvé prepláchnutie využívajú zrážkovú vodu a až pri poslednom plákaní vodu pitnú,
- umývačky riadu - ušetria nielen čas ale aj vodu a energiu. Do štandardnej umývačky sa zmestí až 140 kusov riadu, na umytie ktorých by ste pri klasickom ručnom umývaní spotrebovali viac ako 45 l. Umývačka si vystačí s 10 až 13 l.

Obr. 5.2 Úsporné zariadenia na reguláciu a redukciu prietoku vody



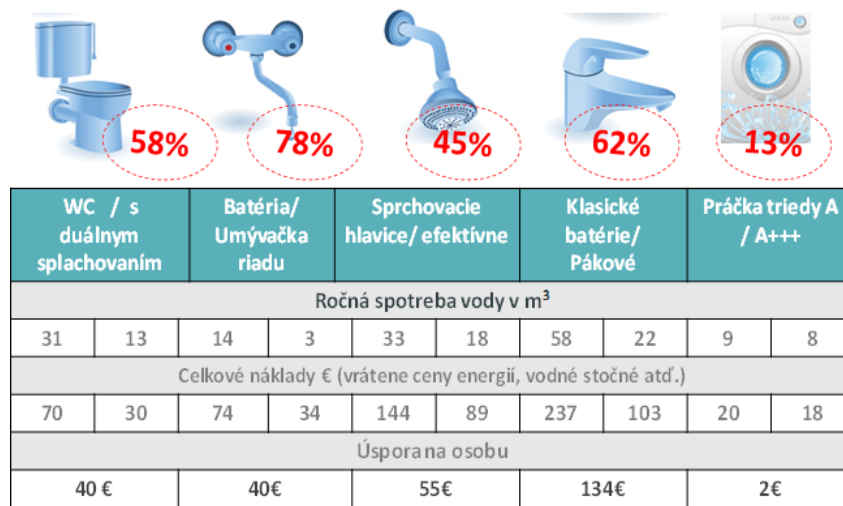
Úsporná sprcha

Úsporná miešacia batéria

Dvojité splachovanie

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

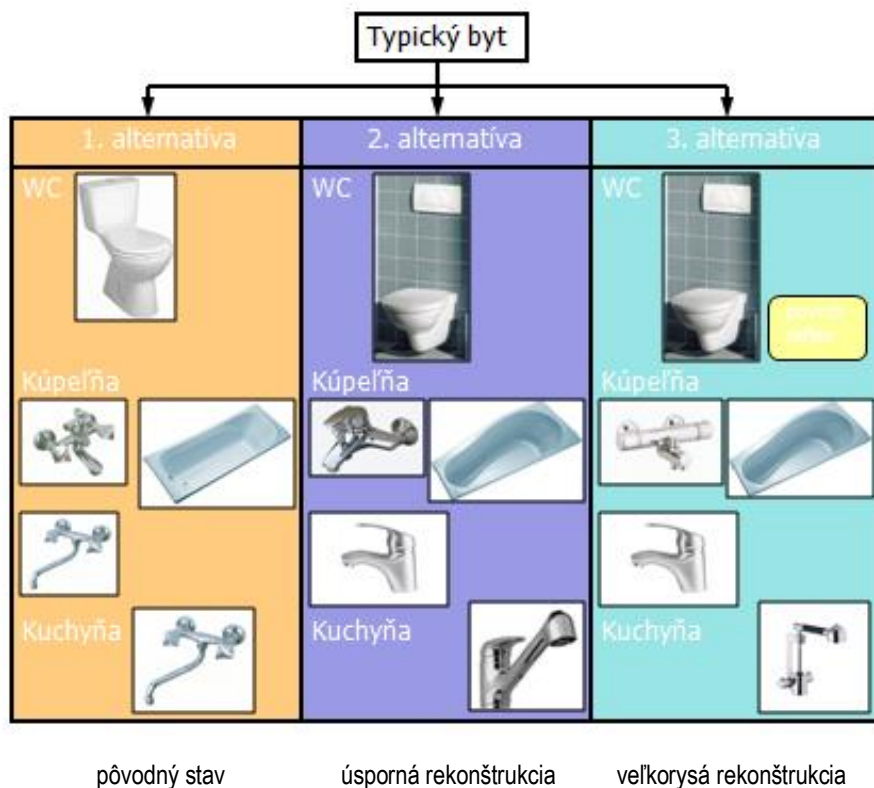
Obr. 5.3 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri zabudovaní úsporných armatúr za rok





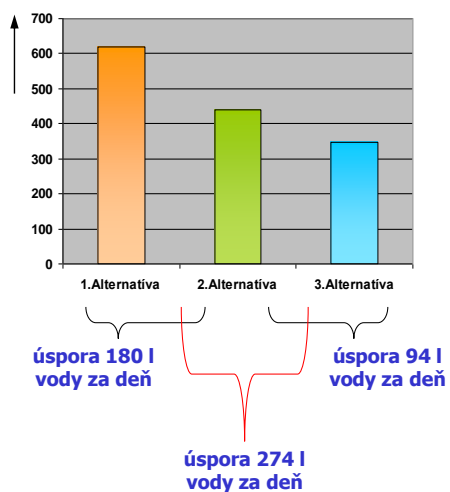
Veľké možnosti pre úspory v domácnostiach vznikajú pri rekonštrukcii. Tá môže byť poňatá ako najnutnejšia ale aj s výhľadom úspor do budúcnosti (Obr. 5.4)

Obr. 5.4 Porovnanie spotrieb vody a úspor pri rekonštrukcii kúpeľne, toalety a kuchyne typického bytu



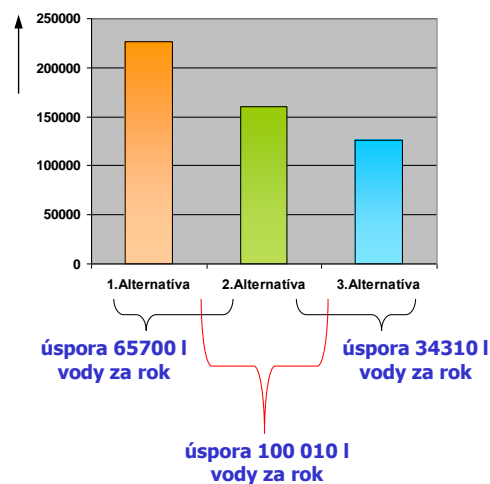
Priemerná denná spotreba

priemerná spotreba vody pre 4-člennú rodinu v (l/deň)



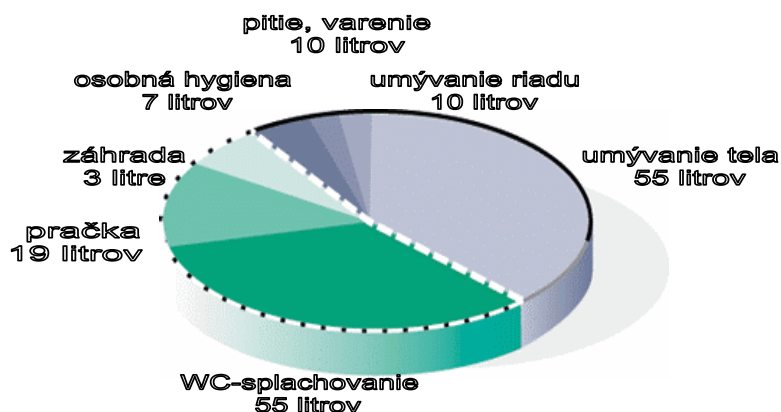
Priemerná ročná spotreba

priemerná spotreba vody pre 4-člennú rodinu v (l/rok)



Ak už máme vyriešenú úspornú verziu armatúr, potrebné je uvažovať nad alternatívnymi možnosťami pri zásobovaní vodou pri jednotlivých činnostiach vykonávaných v domácnosti (Obr. 5.5).

Obr. 5.5 Štatistické hodnoty spotreby vody v litroch pre osobu a deň spotrebované na jednotlivé činnosti človeka v domácnosti



Poznámka: Sivo označené činnosti vyžadujú kvalitu vody pitnej; tie označené zelenou je možné nahradiť iným vhodným typom vôd.

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

## 5.2 Využitie studne v domácnosti

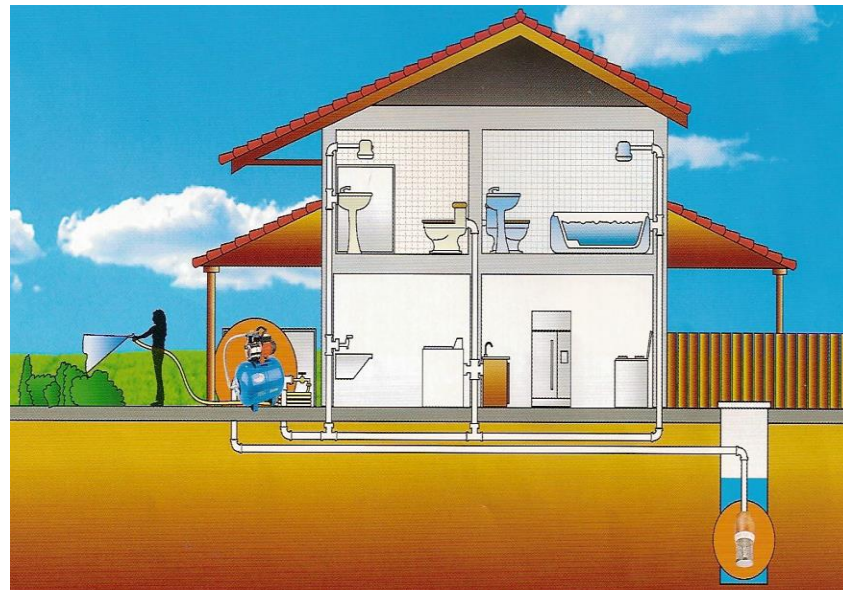
Tradičný spôsob získavania vody z podzemných zdrojov vo vidieckych oblastiach je pomocou ručne kopaných studní. Hoci počet domácností napojených na verejný vodovod stúpa (na Slovensku r. 2018 to bolo takmer 90 %), stúpa zároveň aj počet tých, ktorí z dôvodu vysokej ceny vody začínajú opäť používať vodu z vlastnej studne.

Studňa môže slúžiť aj ako dôležitý zdroj náhradného zásobovania obyvateľstva vodou v prípade havárie, prírodnej katastrofy, či inej udalosti vyradenia verejného vodovodu z prevádzky.

V zmysle zák. č. 138/1973 Zb. o vodách je studňa vodohospodárskym dielom. Na jej zriadenie je potrebné stavebné povolenie od príslušného vodohospodárskeho orgánu.

Na pozemku ju umiestňujeme na základe dôkladnej obhliadky lokality a odborného posúdenia z geologického a hydrogeologického hľadiska. Vyhýbame sa miestam v blízkosti žump a iných zdrojov možného znečistenia. Do prieskumu patrí aj prehliadka studní susedov a konzultácie s nimi. Dôležité je overenie výdatnosti studne na pitné a úžitkové účely a dostupnosti technického zariadenia na jej zriadenie. Nasleduje projektová dokumentácia na vodoprávne konanie, ohlásenie stavby a samotné vrtné práce. Po zabudovaní sa studňa vyčistí a vykoná sa krátkodobá čerpacia skúška, aby sa zistila reálna výdatnosť. Studňa s čistou vodou spolu s jej technickými parametrami sa odovzdá s návrhom na optimálnu čerpaciu technológiu.

- Na zásobovanie rodinného domu úžitkovou vodou je potrebná výdatnosť studne od 0,2 do 0,5 litra za sekundu v závislosti od jej využitia. Nárazový odber vody (umývanie riadu súčasne so sprchovaním) sa zabezpečuje inštaláciou tlakovej nádoby, ktorá slúži ako dočasný zásobník,
- Cena studne závisí od viacerých faktorov. Najdôležitejším je geologické podložie pozemku, od čoho sa odvíja aj spôsob vyvrtania (rotačno-príklepové, vrtanie výplachom alebo zemným závitkovým vrtákom). Cena za studňu závisí od počtu metrov – za 1 bm od 70 do 110 eur,
- Vhodnosť vody na pitie sa nedá garantovať, iba predpokladať. Aby bola voda pitná, je potrebné vyhlbiť studňu do hĺbky 40 m a viac, záleží na kvalite podložia. V skale je pitná voda v hĺbke od 40 m a v štrkoch aj hlbšie – v tzv. druhom zvodnenom horizonte, ktorý môže byť na Podunajskej nížine až v hĺbke okolo 100 m. Po vyvrtaní sa urobí rozbor a na základe neho sa určí, či a aká úprava vody bude potrebná.



Poznámka:

Domová vodáreň

Studňa

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

Domová vodáreň umožňuje zásobovanie objektu pitnou/ prevádzkovou vodou v miestach, kde nie je zavedený vonkajší vodovod. Tvorí ju domová studňa, čerpadlo, zásobná nádrž otvorená alebo tlaková s príslušenstvom.

Samočinná vodáreň je zariadenie s tlakovou nádržou do objemu 200 l, s najvyšším pracovným pretlakom do 800 kPa a s denným odberom vody do 6 m<sup>3</sup>. Jej súčasti sú: čerpací agregát (odstredivé, samonasávacie alebo ponorné čerpadlo a elektromotor), tlaková nádrž stojateho, ležateho alebo guľového tvaru s príslušenstvom, nasávacie a výtlačné potrubie (to netvorí príslušenstvo vodárne).

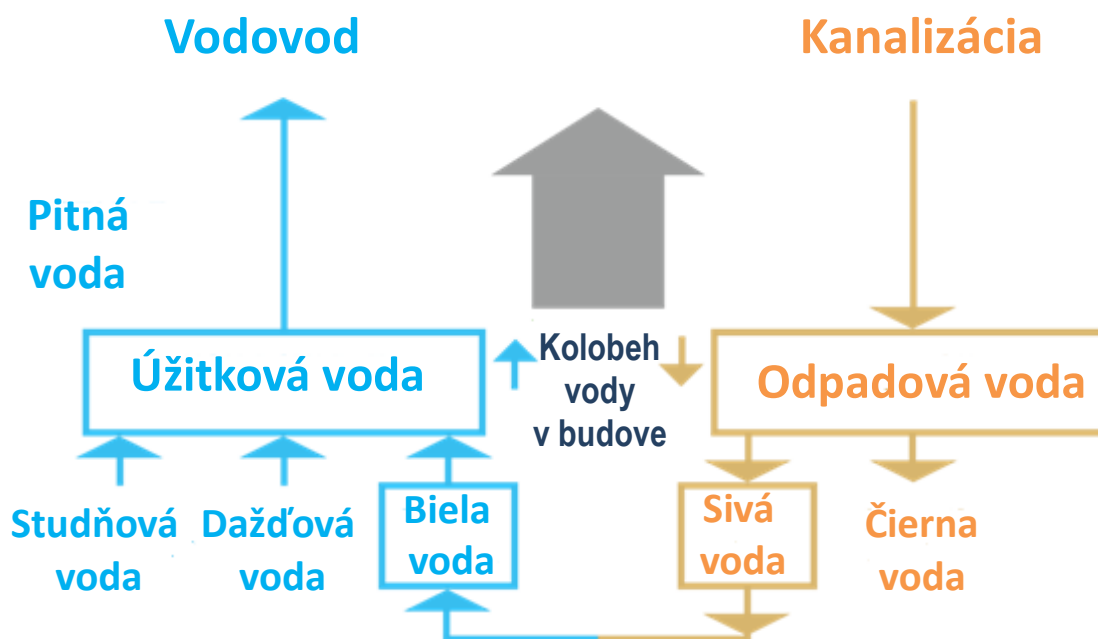
- Samočinné zapínanie a vypínanie elektromotora čerpadla riadi tlakový spínač,
- Ak nie je čerpadlo v činnosti, unikaniu vody z nádrže do čerpadla zabránuje spätný ventil,
- Pri návrhu domovej vodárne nie sú potrebné zložité výpočty. Pozornosť treba venovať posúdeniu nasávacej strany čerpadla. Ak rozdiel výšok medzi najnižšou hladinou vody v studni a čerpadlom je 7 až 8 m, ako súčasť kompaktnej vodárne v objekte sa používa samonasávacie čerpadlo,
- Na čerpanie vody z hĺbky nad 8 m sa nezaobídeme bez ponorného čerpadla, ktoré je investične náročnejšie. Ponorné čerpadlo použijeme pri priaznivej nasávacej výške vtedy, ak máme dlhé nasávacie potrubie.

### 5.3 Využitie odpadových vôd v domácnosti

V Európe, a pomaly aj na Slovensku, je už bežné využívať dažďovú a studňovú vodu ako úžitkovú. Sivá voda ešte nie je v našich podmienkach veľmi rozšírená, kvôli nedôvere užívateľov, chýbajúcej legislatíve a príkladov dobrej praxe s návodmi. Začlenenie studňovej a odpadovej vody do vodného hospodárstva budov na bývanie je zrejme zo schémy na Obrázku 5.7.

Medzi hlavné výhody využitia dažďových a sivých vôd radíme zníženie spotreby pitnej vody a zníženie účtov za vodu. Je potrebné si však uvedomiť, že prínosy musíme merať v celkovom kontexte, finančná úspora ušetrením vody síce môže vzniknúť, zvýšiť sa ale môžu investície za obstaranie a na údržbu systémov.





Sivé vody sa podľa zdroja ich pôvodu delia do skupín podľa fyzikálnych a chemických charakteristík (Tab. 5.1). Odpadové vody z kuchynských drezov, prípadne aj dvičov, sa väčšinou vyradujú zo zdrojov sivej vody, pretože obsahujú mikrobiálne znečistenie, oleje a tuky, ktoré môžu mať negatívny vplyv na životné prostredie. Odpadové vody bez OV z kuchýň označujeme názvom ľahké sivé vody.

Tab. 5.1 Vlastnosti sivých vôd podľa zdroja ich vzniku

ZDROJ	CHARAKTERISTIKA	
Kúpeľňa	mikrobiologická	nižšia tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	mydlo, šampón, farba na vlasy, zubná pasta, čistiace prostriedky
	fyzikálna	vysoké hodnoty nerozpustených látok, chlpy a zákal
	biologická	nižšie hodnoty biochemickej spotreby kyslíka
Kuchyňa	mikrobiologická	premenlivá tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	zmäkčovadlá, čistiace prostriedky
	fyzikálna	časti potravín, olej, tuk a zákal
	biologická	vysoké hodnoty biochemickej spotreby kyslíka
Práčovňa	mikrobiologická	premenlivá tepelná odolnosť proti baktériám
	chemická	sodík, fosfát, bór, zmäkčovadlá, amoniak a dusík z pracích práškov
	fyzikálna	vysoké hodnoty nerozpustených látok, prach a zákal
	biologická	vysoké hodnoty biochemickej spotreby kyslíka

Dažďová a sivá voda môžu prispieť k šetreniu vody hlavne pri budovách na bývanie, kde:

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

### 5.3.1 Separácia odpadových vôd

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 hneď niekoľko výhod, napr. úsporu pitnej vody a odľahčenie čistiarní odpadových vôd (ČOV), aj zberných nádrží.

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. Neuvedomujeme si však, že vďaka nemu dochádza k znečisťovaniu pôdy, povrchových aj podzemných vôd fekáliami. Exkrementy pritom obsahujú tiež množstvo živín, ktoré sa spláchnutím do vody nenávratne strácajú.

Kompostovacia toaleta nám chráni:

- zdroje pitnej vody - má menšiu spotrebu vody a neznečisťuje povrchové ani spodné vody,
- pôdu - umožňuje prakticky 100 % recykláciu živín obsiahnutých v potrave.

Suchý záchod prešiel veľkým vývojom a zmenil sa na komfortné zariadenie, ktoré podľa hygienických, ekologických, ekonomických i estetických hľadísk môže až prevýšiť záchod splachovací. Za priekopníkov na ceste od latríny k modernej suchej toalete sa dá považovať jednoduchý záchod zasypávaný pilinami (tzv. sawdust-toilet) a najmä švédsky kompostovací záchod Clivus-Multrum, ktorý vznikol vo Švédsku už v roku 1939 (Obr. 5.8).

Súčasný komerčný toalety posúvajú eko-toalety najmä zásluhou škandinávskych dizajnérov do luxusnej triedy.

Obr. 5.8 Kompostovací záchod Clivus-Multrum



Poznámka: Clivus Multrum je druh kompostovacej toalety a názov spoločnosti, ktorá predáva túto značku kompostovacích toaliet. „Clivus“ je latinsky sklon alebo svah; „multrum“ je švédске zložené slovo, ktoré znamená „kompostáreň“, čiže „Clivus Multrum“ je naklonená kompostovacia miestnosť.

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

## Zariadenia na separáciu

Existuje množstvo rôznych konštrukcií „suchých toaliet“, dajú sa rozdeliť podľa toho, akým spôsobom zaobchádzajú s exkrementmi. Niektoré fekálie priamo kompostujú alebo iba zhromažďujú, prípadne vysušujú a kompostovanie prebieha inde. Medzi jednotlivými typmi neexistuje ostrá hranica. Spoločným znakom je, že pre splachovanie nepoužívajú vodu. Pre všetky typy sa často používa spoločné označenie "kompostovacia" toaleta, čo nie je správne. Vhodnejšie je označenie "eko-toaleta" alebo "suchá" toaleta (Obr. 5.9).

- Eko-toaleta je založená na chemickom rozložení ľudských exkrementov (výkalov), papierových produktov, potravinových odpadov a iných materiálov na uhlíkovej báze. Okysličený odpad je zavedený ako produkt do pôdneho humusu, ktorý možno použiť ako hnojivo pre nejedlé poľnohospodárske plodiny. Kompostovacie záchody sa už dávnejšie úspešne používali v budovách na bývanie, hlavne v oblastiach bez kanalizačnej siete,
- No-mix toalety slúžia na separáciu žltej, prípadne hnedej vody (Obr. 5.10). Moč sa uskladňuje a spracúva oddelene od fekálií. Žlté vody sa zhromažďujú bez zriedenia a možno ich priamo použiť na hnojenie. Skladba živín je vhodná pre všetky typy pôdy.

Obr. 5.9 Eko-toaleta



Poznámka: Ekotoaleta Biolan má v sebe dva zásobníky. Jeden sa plní, druhý prázdny je pripravený na výmenu

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

Obr. 5.10 No-mix toaleta



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

### 5.3.2 Opätovné použitie vôd a recyklácia

Opätovné používanie vody a recyklácia je spôsob šetrenia vodou, ktorá sa v budove/ na jej pozemku, použije viackrát. Opätovné používanie vody je užitočné využitie vody pre rôzne iné aplikácie, ako bola pôvodne použitá, zatiaľ čo recyklácia vody je prospešné využitie vody pre rovnakú aplikáciu ako bola originálne použitá.

#### Zariadenia na recykláciu

Úspešná aplikácia stratégie opätovného použitia vody si vyžaduje posúdenie stupňa čistoty potrebného pre každý druh vody (pitná, úžitková). Systém opätovného používania vody zahŕňa integráciu odpadových vôd z jedného typu do dodávky pre iný systém. Úspech spočíva vo vyvážení stupňa kvality vody vstupujúcej pre jedno použitie, s kvalitou vody opúšťajúcej nasledovné využitie. Opätovné použitie hnejdej vody môže byť hospodárnou a efektívnou stratégiou pre zníženie spotreby vody v zelenej budove na bývanie. Stratégia opätovného použitia vody môže mať vplyv aj na estetiku budovy. Príkladom recyklácie OV môžu byť aj špeciálne zariadenia (Obr. 5.11).

Pri využití odlišných druhov OV v budovách je možné kombinované riešenie podľa schémy (Obr. 5.12). Vhodne sa dajú využiť aj zelené strechy, resp. steny (Obr. 5.13).

Obr. 5.11 Šetriaca toaleta s umývadielkom



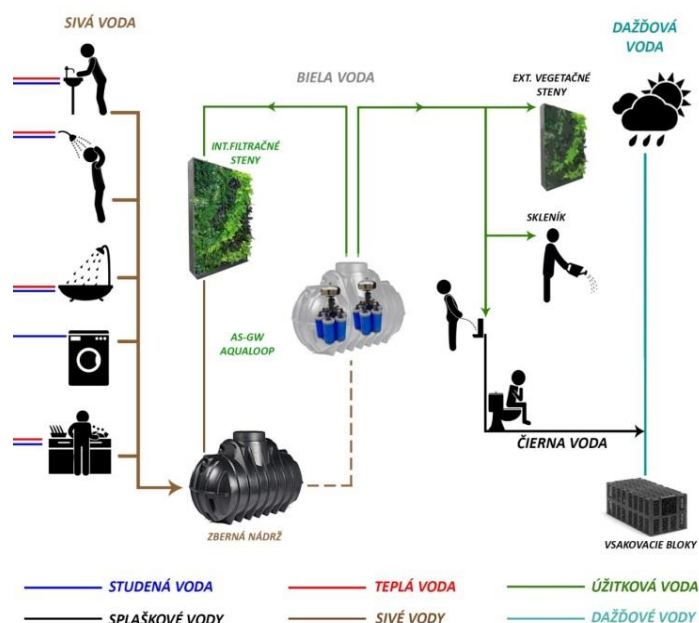
Zdroj: [www.ecoproduct.sk](http://www.ecoproduct.sk)

Obr. 5.12 Schéma využitia rôznych druhov odpadových vôd v budove a v jej okolí



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

Obr. 5.13 Využitie rôznych druhov odpadových vôd v kombinácii so zelenými infraštruktúrami v 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

## 5.4 Využitie zrážkových vôd

Akumulácia dažďových vôd môže zapríčiniť zmeny v pôde a vo vodnom režime, čo vedie k zhoršeniu prirodzenej obnovy podzemných 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 odvieť všetku vodu a môže dôjsť k povodňam alebo väčšiemu znečisteniu malých tokov. 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 chrániť ľudské životy a majetok pred záplavami, pretože časť z nich sa pri výdatných zrážkach zachytí.

Zachytávanie zrážkovej vody z povrchového odtoku znamená využiť jednoduchú techniku so značnými výhodami. Racionálne využívanie vodných zdrojov by malo byť neoddeliteľnou súčasťou environmentálnej tvorby budov na bývanie. Táto stratégia môže byť použitá na zníženie spotreby vody pre také aplikácie, kde zdroje pitnej vody sú ekonomicky neúnosné (napr. v záhradkách). Vody z atmosférických zrážok uložené v cisternách môžu poskytovať pohotovostné zdroje vody v čase núdze, alebo dodatočné zdroje vody v čase zvýšenej spotreby. Zachytávanie a zhromažďovanie dažďovej vody zo striech a nepriepustných povrchov znižuje prietok riečnych tokov a priaznivo vplýva 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 so znehodnotením 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.



Základným rozhodnutím o využití zrážkovej vody z povrchového odtoku v objekte, by malo vychádzať z miestnych podmienok pre odvádzanie dažďovej vody do kanalizácie.

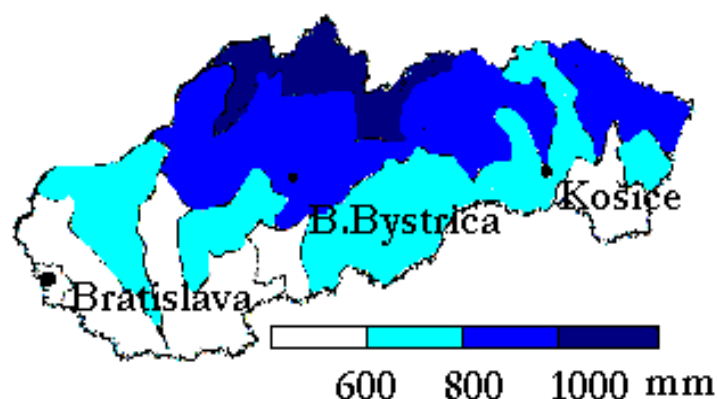
Ďalším kritériom by mal byť pomer medzi možným využitím zrážkovej vody v objekte a nepravidelnosťou zrážok. Rozhodujúcu rolu môže predstavovať nedostatok pitnej vody v danej lokalite ako aj cena vody.

### Potenciál zachytenej zrážkovej vody z povrchového odtoku na Slovensku

Slovensko má celkovú plochu cez 49 000 km<sup>2</sup>, ročný priemer zrážok od 400 po 1000 mm (Obr. 5.14). Z toho 30 – 50 % sa presakovaním dostáva do podzemnej vody.

Údaje o strešných materiáloch a počte, type a použití budov na Slovensku sú podobné údajom z Dánska, kde je využitie systémov zrážkových vôd z povrchového odtoku na podstatne vyššom stupni. Z celkovej plochy 478 km<sup>2</sup> striech pokrývajú rodinné a bytové domy - 182 km<sup>2</sup>.

Obr. 5.14 Prehľad zrážkových pomerov Slovenska



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

Celková plocha striech je rozdelená medzi nasledovné strešné materiály: na báze asfaltu a plste (16,4 %), vlákniť cement (50,9 %), betón a škridly (20,5 %), kovy (6,9 %), strechy pokryté slamou (1,4 %), PVC a sklo (0,2 %) a iné materiály (3,7 %). Pre využitie je potrebné vylúčiť strechy z vlákniť cementu, ktoré môžu obsahovať azbest, nevhodný pre dýchací systém človeka. Slamené strechy sa musia tiež vylúčiť kvôli sfarbovaniu odtekajúcej vody. Množstvo budov, kde sa tento systém môže použiť, sa takto zníži asi na 95 %. Celkovo je možné využiť zo všetkých povrchov 229 miliónov m<sup>3</sup> zrážkovej vody za rok, čo zodpovedá 24 % celkovej spotreby 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 i 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 pre pranie, umývanie dlážok, čistenie, zavlažovanie	Nespoľahlivosť 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 v domácnostiach nevyžaduje zložité technológie, zabezpečí domácnosti vodu aj pri výpadku, poruchách siete.....	

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

ZLOŽENIE	ZAVLAŽOVANIE	UPRATOVANIE	TOALETY	PRANIE
Nerozpustné látky (NL)	Inertné NL sú neškodné	Pri vyšších koncentráciách nevhodné		Spravidla nutná úprava filtrovaním
Organické látky	Inertné a ľahko odbúrateľné látky sú neškodné		Spravidla bez významného vplyvu	V bežných koncentráciách bez významného vplyvu
Ťažké kovy	Nebezpečenstvo akumulácie v pôdnej vrstve	Spravidla bez významného vplyvu		
Pesticídy	Ohrozenie rastlín a pôdnych organizmov			
Mikroorganizmy	Spravidla bez významného vplyvu		Spravidla bez významného vplyvu	Spravidla bez významného vplyvu
Farba				Nebezpečenstvo zafarbenia
Zápach			Spravidla bez významného vplyvu	Spravidla bez významného vplyvu
Agresivita vody				Podľa zloženia vody a typu práčky
Celkové posúdenie	Zrážková voda je vhodnejšia ako pitná	Použitie spravidla bez obmedzenia	Použitie spravidla bez obmedzenia	V prípade nadbytku zrážkovej vody a v kombinácii s pitnou vodou na poslednú fázu prania

#### 5.4.2 Použitie zrážkových vôd na aktivity v domácnosti

Zrážková voda neobsahuje vápnik, je to mäkká, minimálne znečistená destilovaná voda, ktorá je na viaceré účely vhodnejšia ako tvrdá pitná voda. Je vhodná aj na umývanie okien, karosérií áut a podlahovín. Neobsahuje chlór, je vhodná aj na polievanie kvetov, zeleniny či trávnikov. Na kvetináčoch sa nevyskytne vápenatý povlak ako u zálievky používajúcej tvrdú vodu. Zrážkovú vodu z povrchového odtoku je možné používať na splachovanie WC, pranie, čistenie, chladenie, ako požiarnu vodu a na dopĺňanie systémov centrálného zásobovania teplom.

Hospodárenie so zrážkovou vodou je v Belgicku, Nemecku či v Japonsku úplnou samozrejmosťou. Mnohé budovy, aj staršie, sú vybavené systémom na zadržiavanie takejto vody. Aj v susedných Čechách vďaka významným dotáciám si ich užívatelia zaobstarali vo vysokom počte. (Obr. 5.15).



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

### Pranie a čistenie

Najväčší finančný efekt po využití dažďovej vody pri vykurovaní a chladení má pranie, keďže táto voda má veľmi dobré rozpúšťacie účinky a vhodná je najmä v oblastiach, kde je iná dostupná voda (podzemná alebo aj upravená) príliš tvrdá alebo obsahuje vyšší podiel železa, mangánu a pod..

Voda zo zrážok má slabo kyslú reakciu od absorbovaného CO<sub>2</sub>, a má tak pri praní 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 na elektrických špirálach práčky. Tiež pri jej využívaní je potrebné menšie množstvo pracích prostriedkov. Z dlhodobého hľadiska je preto pranie menej nákladné a okrem značnej úspory zmäkčovačov a pracích práškov sa dá významne odbremeniť vodné toky a domové čistiarne od fosfátov a iných, pre prírodu cudzích látok.

Aj konečné prepieranie v zrážkovej vode je oveľa účinnejšie ako prepieranie v tvrdej pitnej vode. Vyplaví z tkanín aj posledné zvyšky pracieho prášku, ktoré by mohli vyvolať alergickú reakciu na citlivej detskej pokožke. Prádlo po uschnutí nie je tvrdé, zvyčajne už nie je potrebná ani aviváž a jeho životnosť sa predlžuje. Štátny hygienický ústav v Brémach nezistil žiadne rozdiely medzi praním bielizne v pitnej vode a upravenej zrážkovej vode.

Výrobcovia pračiek (napr. Miele) ponúkajú pre nedôverčivých i práčky, ktoré majú dve oddelené prípojky na vodu – na pitnú a zrážkovú. Počas predprania, hlavného prania a prvého plákania sa automaticky využíva voda zo zrážok. Pri poslednom plákaní spotrebuje ale už pitnú vodu.

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.

- zrážkovú vodu by sme na pranie nemali používať v prípade, že máme strechu z asfaltovej lepenky. Voda zo strechy totiž vymýva asfalt, ktorý sfarbuje vodu i prádlo do žltá,
- takisto nie je vhodná hrdzavejúca strecha zo železa, či eternitu, resp. medené dažďové zvodny,
- nie je vhodné takýto systém realizovať, ak bytový dom stojí v blízkosti prašných prevádzok alebo rušných ciest.

### Zavlažovanie

Celková mineralizácia atmosférickej vody sa spravidla pohybuje v rozmedzí od 10 do 100 mg/l. Táto voda nie je slaná, čím nedochádza k zasoľovaniu 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 vonkajším, tak aj izbovým.

## Splachovanie

Splachovaním denne minieme značné množstvo vody. Tomu sa dá v praxi vyhnúť využitím vody inej kvality ako vody pitnej.

Opäť sa tu prejavuje výhoda mäkkosti zrážkovej vody, vďaka čomu nedochádza k upchaniu WC vodným kameňom. Výrazne obmedzíme i používanie silných čistiacich prostriedkov.

### 5.4.3 Systémy na využitie zrážkových vôd

V mnohých krajinách pri rodinných domoch existuje mnoho rokov bez vážnejších problémov už niekoľko desiatok tisíc zariadení na zachytávanie zrážkovej vody z povrchového odtoku. Môžu to byť veľmi jednoduché a pritom estetické zariadenia (Obr. 5.16) ale i sofistikované priemyselne vyrábané systémy, 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 desiatky až stovky eur. Nezanedbateľným bonusom je nezávislosť na dodávke pitnej vody – v prípade jej výpadku totiž tento systém zabezpečí v dome aspoň funkčnosť WC a možnosť prania.

Obr. 5.16 Jednoduchá možnosť využitia dažďových vôd pri rodinnom dome



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

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.

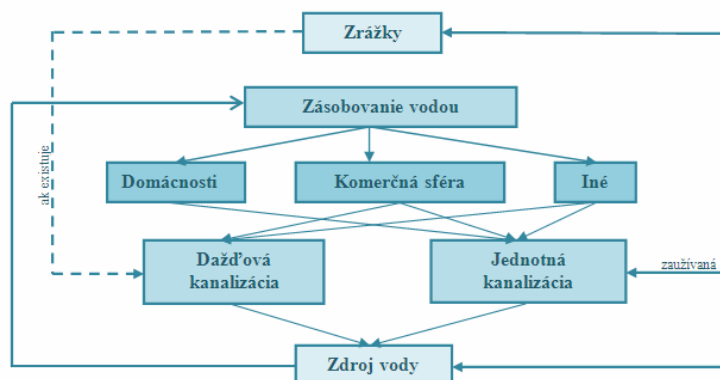
Pre budovy na bývanie existujú z hľadiska dôležitosti dva systémy zrážkových vôd zameraných na ich zber a skladovanie (z hľadiska veľkosti akumuláčnej nádrže):

- menšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu zo striech pre použitie v budove (Obr. 5.16),
- väčšie, ktoré zbierajú zrážkovú vodu z pozemku a spádovej oblasti a poskytujú doplnkové zásobovanie pre zavlažovanie.

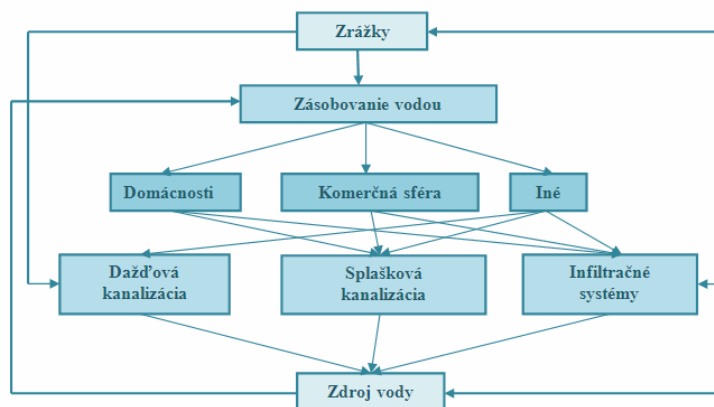
Ak zohľadníme prístupy trvalo udržateľného manažmentu, využívané v EÚ a uvedomíme si možné environmentálne dopady pri zlom hospodárení so zrážkovými vodami môžeme zmeniť náš klasický prístup (Obr. 5.17) na trvalo udržateľný prístup hospodárenia so zrážkovými vodami (Obr. 5.18).

Zavedením princípov, ktoré reagujú na tieto výzvy zaradíme Slovensko medzi rýchlo sa rozvíjajúce štáty podporujúce princípy zeleného manažmentu a ekonomiky.

Obr. 5.17 Klasický prístup pri hospodárení so zrážkovými vodami



Obr. 5.18 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>



Otázkou investora je, ktorý zo systémov využívania zrážkovej vody je vhodnejší pre ten jeho konkrétny bytový alebo rodinný dom. 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.

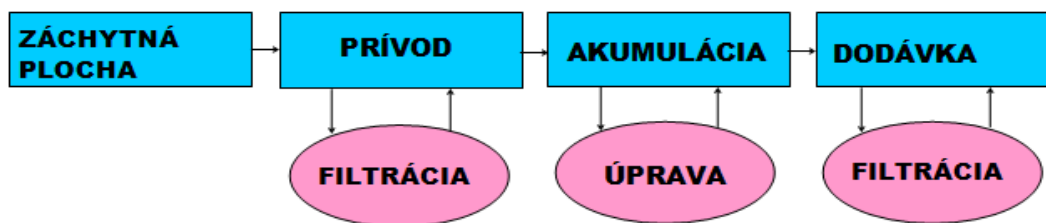
Základom dobrého návrhu sú čo najpresnejšie vstupné údaje. V tomto prípade pre konkrétnu oblasť sú to úhrny zrážok, potreba vody, plocha strechy (prípadne celej odvodňovanej oblasti). Na základe týchto vstupných údajov je možné vypracovať vzájomné závislosti, určiť optimálnu veľkosť akumulačnej nádrže a navrhnúť pre budovu na bývanie najvhodnejší systém využívania zrážkovej vody z povrchového odtoku.

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

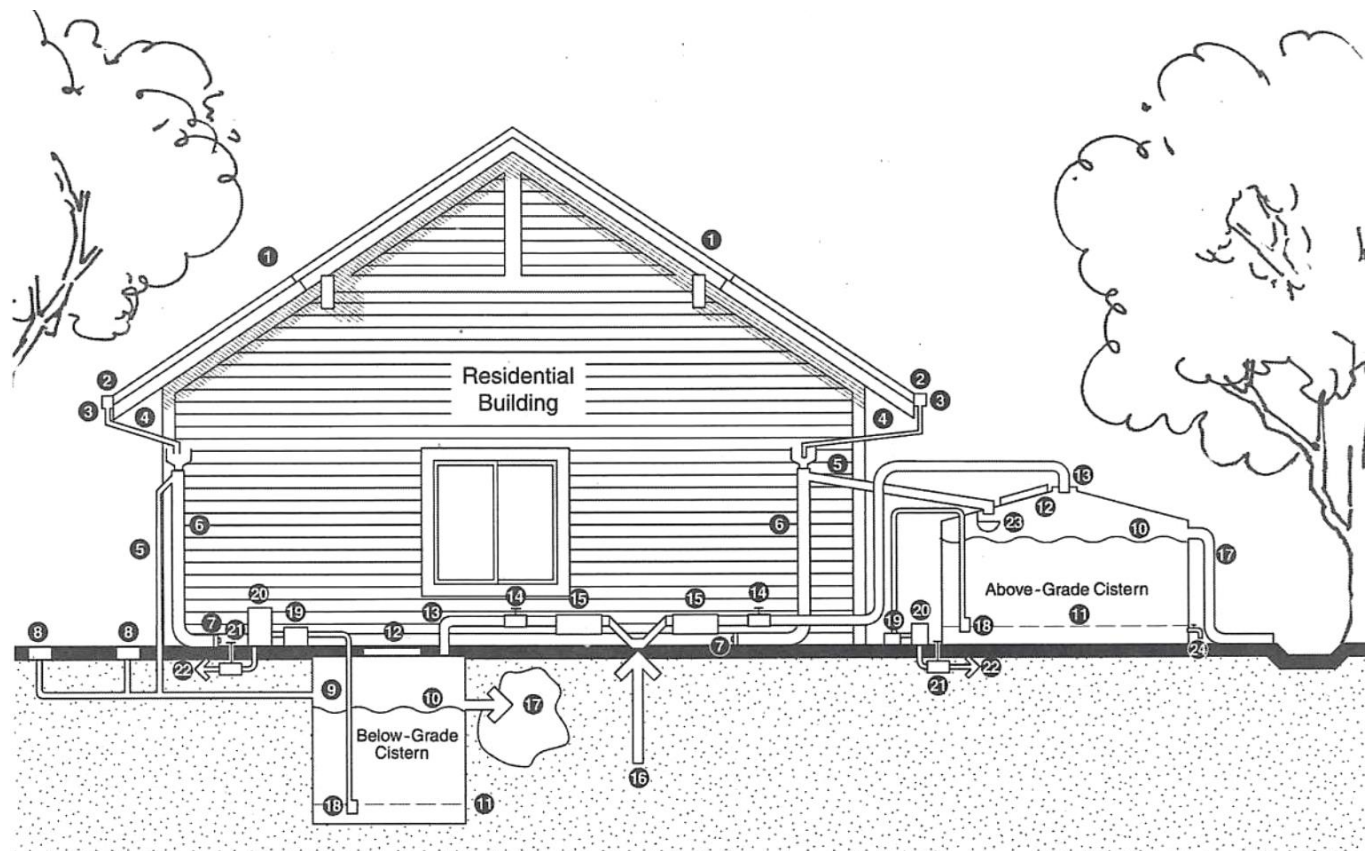
Procesný diagram systému využitia zrážkovej vody z povrchového odtoku je uvedený na Obr. 5.19. Účelu zachytávanej zrážkovej vody je nutné podriaďiť aj konštrukčný materiál, na ktorom sa zachytáva (krytina, klampiarske práce a pod.) a kde sa akumuluje. Samotný systém sa skladá z nádrže, filtra a čerpaceho zariadenia. Na Obrázku 5.20 je znázornený malý systém pre rodinný dom a na Obr. 5.21 zase systém, ktorý môže využívať bytový dom.

Obr. 5.19 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

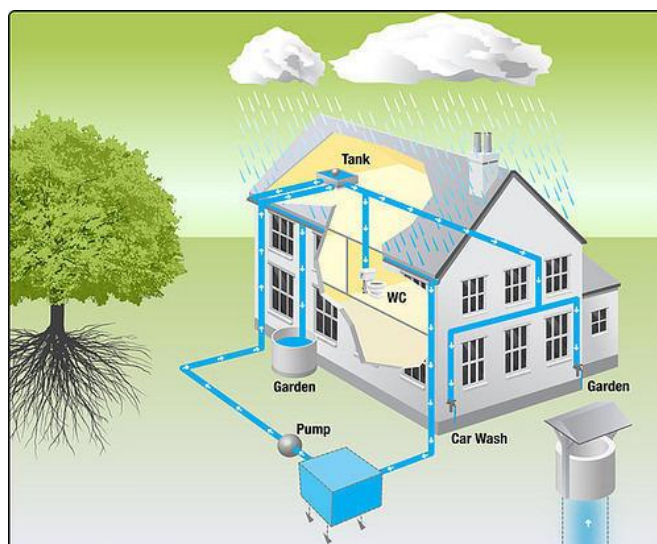
Obr. 5.20 Typické súčasti systému využitia zrážkovej vody na zavlažovanie v rodinnom dome



Poznámka: Rodinný dom s podzemnou aj nadzemnou akumulácnou nádržou (nie je pravidlom, že sú potrebné obidve).

1- zachytávanie na strešnej konštrukcii; 2- žľab s oddeľovačom listov, ak je budova v blízkosti stromov; 3- bežný dažďový žľab; 4- zvod, odlučovač sedimentov pre podzemnú nádrž alebo priamo do nádrže; 5- potrubie do nádrže (zvyčajne PVC DN 100); 6- zachytávač kalu a sedimentov, zariadenie proti prvému splachu; 7- koncová krytka na odskrutkovanie kvôli čisteniu; 8- záchytný kôš na zadržiavanie zrážkovej vody zo spevnených povrchov s odlučovačom sedimentov; 9- prívod dažďovej vody (min 250 mm pod vrchnou časťou nádrže). Vhodné je umiestniť filter na spomaľovanie/ vyrovnávanie prítoku, aby sa zamedzilo turbulencii pri prítoku, narušujúcej sedimenty usadené v spodnej časti nádrže; 10- max hladina vody 300 mm pod hornou časťou nádrže; 11- min hladina vody potrebnej na chod čerpadla na zavlažovanie (cca 300 mm); 12- 600 mm vstup na čistenie; 13- alternatívne zásobovanie vodou ručne/ automaticky pri nedostatku zrážkovej vody; 14- ventil; 15- atmosférický vákuový prerušovač; 16- alternatívny zdroj vody (napr. verejný vodovod); 17- pretečenie nádrže (rovnaká DN ako prítok) do vsakovacej studne/ gravitačne do krajiny/ retenčnej protizáplavovej nádrže s pripadom do vsakovacieho objektu. Pripad min 300 mm pod hornou časťou nádrže, aby sa predišlo kontaminácii alternatívneho zdroja vody; 18- prívodný zavlažovací filter s automatickým vypnutím pri poklese vody pod min hladinu, umiestnený min 150 mm nad dnom nádrže, aby sa predišlo usadeniu jemných sedimentov; 19- voliteľný pieskový filter; 20- zavlažovacie čerpadlo a tlaková nádoba; 21- ventil; 22- prívodné potrubie na zavlažovanie; 23- kôš na listy a konáre; 24- kohút s hadicou na vypustenie nádrže.

Zdroj: Kinkade-Levario, H.



Zdroj: [https://www.brainkart.com/article/Rainwater-Harvesting\\_39828/](https://www.brainkart.com/article/Rainwater-Harvesting_39828/)

### Vplyv zachytnej plochy na kvalitu zrážkovej vody

Ako sme už uviedli skôr, kvalitu zrážkovej vody z povrchového odtoku ovplyvňuje aj materiál, na ktorý spadne. Povrch dvorov, ciest a odstavných plôch pre automobily v dôsledku silného znečistenia nemôže slúžiť ako prijímacia plocha. Zostáva iba 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 tabuľke 5.4 sú uvedené koeficienty odtoku, 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.

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 nevrhla 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 prepadovú 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 pretiecť, aby sa očistila od nečistoty plávajúcej na hladine.

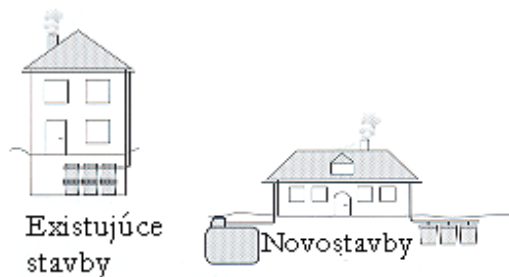
Čerpadlo vodárne je riadené automatickou jednotkou, ktorá monitoruje množstvo zrážkovej vody a v prípade jej nedostatku prepne pomocou hladinového spínača odber vody z vodovodu verejnej siete do zásobníka alebo, čo je podstatne ekonomickejšie, priamo do rozvodov úžitkovej vody. Rozvody v dome musia byť dvojité. Z hygienických dôvodov nie je prípustné, aby bolo niekde priame prepojenie medzi rozvodom úžitkovej dažďovej vody a rozvodom pitnej vody. Z automatickej doplňovacej 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, občas (aspoň raz ročne) treba skontrolovať filtre a vyčistiť nádrž. Ak chceme mať vodu ešte čistejšiu, môžeme do výtlačného vedenia zaradiť kartušovací odkaľovací mikrofilter a na prítokové vedenie košíkový alebo samočistiaci filter. Naopak, ak chceme používať dažďovú vodu iba na polievanie záhrady, postačí systém bez špeciálnej filtrácie vody, je potrebné len zabezpečiť, aby sa do akumuláčnej 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 pranie bielizne 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 domu, 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. 5.22) a zvážením výhod a nevýhod (Tab. 5.5).



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

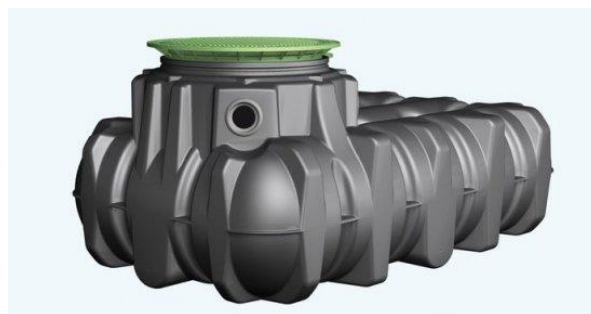
Akumulačná nádrž musí byť chránená pred prudkými výkyvmi teplôt a vplyvu denného svetla. Najvhodnejšia je nádrž podzemná alebo umiestnená v objekte bez rizika zamrznutia (Obr. 5.23).

Podľa materiálu sa používajú betónové, plastové, sklolaminátové alebo ocelové nádrže. Plastové nádrže sa vyrábajú z polyetylénu, polypropylénu alebo plastu zosilneného sklenenými vláknami. Pri veľkosti nádrže do 6,5 m<sup>3</sup> sú najlacnejším a najjednoduchším riešením. 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 zaisťuje prítomnosť prírodného vápenca.

Obr. 5.23 Používané podzemné akumulačné nádrže



Podzemná nádrž Carat



Plochá nádrž Platin

Poznámka:

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

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, môžeme ich zhotoviť priamo pod príjazdovou cestou k domu (nádrž so vstupom by sa nikdy nemala nachádzať pod garážou – oxid uhľnatý 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.



Tab. 5.5 Výhody verzus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumulačnej nádrže

NADZEMNÉ UMIESTNENIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ umiestnenie bez zemných prác</li> <li>+ možnosť odberu bez čerpadla</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ohrev vody v lete</li> <li>- nebezpečie zamrznutia v zime</li> <li>- potreba miesta na pozemku</li> </ul>
UMIESTNENIE V PIVNICI	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ umiestnenie bez zemných prác</li> <li>+ jednoduché napojenie na domovú inštaláciu</li> <li>+ rovnomerná teplota</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potreba vnútorného priestoru</li> </ul>
PODZEMNÁ NÁDRŽ	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ malá potreba miesta</li> <li>+ rovnomerná nízka teplota vody</li> <li>+ bez nebezpečenstva zamrznutia</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- náročná inštalácia so zemnými prácami</li> </ul>
(+ 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

Môžeme sa rozhodnúť pre ponorné alebo sacie čerpadlo v závislosti od toho, ako budeme zrážkovú vodu využívať. Mimo domu, napríklad na zavlažovanie záhrady, 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 kôš 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 kôš. Čerpadlo s tlakovým spínačom udržiava tlak dažďovej vody v rozvodoch. Ak je umiestnené v dome, malo by mať tlakový zásobník, aby sa nespúšťalo po každom otočení výtokového ventilu a nespôsobovalo hluk.

Obr. 5.24 Použitie akumulačnej podzemnej nádrže a jej dopĺňanie pitnou vodou



Poznámka: Carat S Professional, pochôdna verzia, pozostávajúca z patentovanej filtračnej technológie + systém dopĺňovania pitnou vodou

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

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, naopak, na retenciu prázdna. Pre tento špeciálny prípad boli vyvinuté nádrže s plavákovou škrtiacou klapkou, kde časť nahromadenej vody odteká 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 na záhrade vhodné vsakovacie podmienky, je dobré inštalovať vsakovací objekt, kam sa prebytočná voda počas dažďa akumuluje a postupne potom vsakuje do podlažia (Obr. 5.25).

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

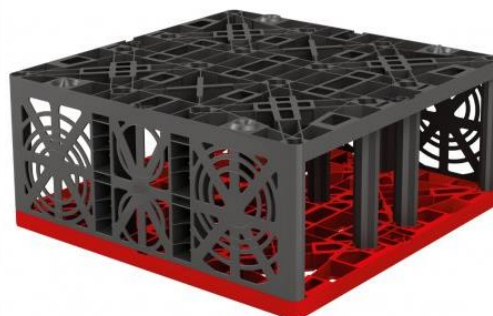
- Nadzemná nádrž je vystavená zmenám teploty a prípadnému znečisteniu, preto od nej nemožno očakávať kvalitnú vodu. Na polievanie záhrady však postačuje,
- Voda bez pohybu uskladnená v podzemnom zásobníku v tme a pri teplote 10 až 15 °C má minimálne podmienky na biologickú aktivitu. Musíme počítať s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

### 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.

Obr. 5.25 Podzemná akumulčná nádrž s priepadom do vsakovacieho objektu



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

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.

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.. - ISBN 978-80-553-2316-9

### 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.

Tab. 5.7 Metódy úpravy zrážkovej vody z povrchového odtoku

METÓDA	UMIESTNENIE	VÝSLEDOK
Mechanické zachytávanie <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Síta a zachytávače listov</li> </ul>	Žľaby a odkvapy	Zabraňujú listom a iným nečistotám vojsť do nádrže
Sedimentácia	V nádrži	Usadzovanie hmotných častíc
Filtrácia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ V potrubí / kazeta</li> <li>▪ Aktívne uhlie</li> <li>▪ Reverzná osmóza</li> <li>▪ Miešanie média</li> <li>▪ Pomalé pieskovanie</li> </ul>	Po čerpadle Vo výtoku Vo výtoku Oddelená nádrž Oddelená nádrž	Odstraňuje usadeniny Odstraňuje chlór* Odstraňuje znečistenia Zachytáva hmotné častice Zachytáva hmotné častice
Dezinfekcia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preváranie / Destilovanie</li> <li>▪ Chemická úprava (chlórovanie, jódovanie)</li> <li>▪ Ultrafialové žiarenie</li> <li>▪ Ozonizácia</li> </ul>	Pred použitím Vnútri nádrže alebo v čerpadle (kvapalina, tabletky, granule) Ultrafialové svetelné systémy (umiestnené po filtri z aktívneho uhlia pred zachytávačom) Pred výtokom	Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy Zabíja mikroorganizmy

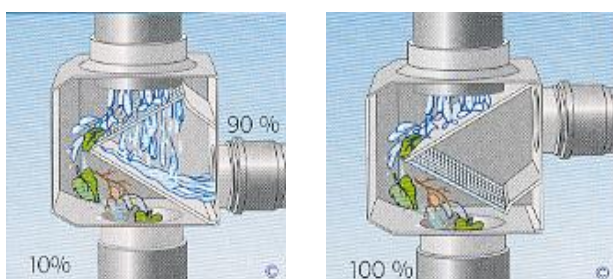
Zdroj: Vranayová, Z. [et al.] Bezpečné a udržateľné hospodárenie so zrážkovými vodami v budovách. Košice TU - 2015. - 85 s.. - ISBN 978-80-553-2316-9

Obr. 5.26 Ochranné sieťky do strešných žlabov

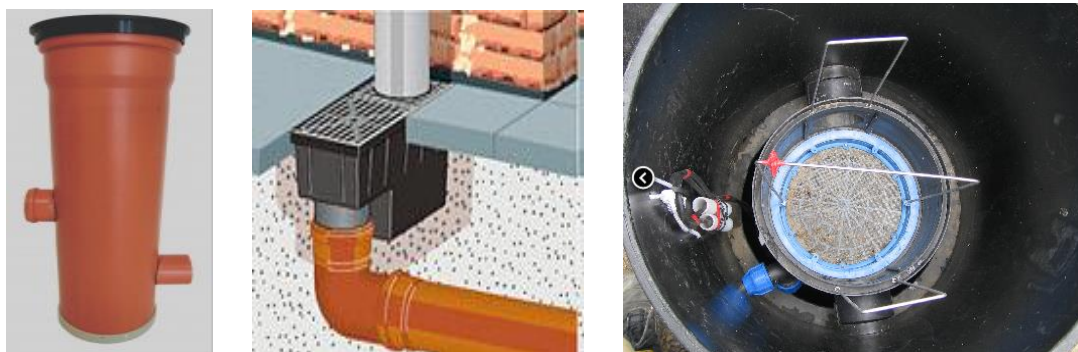


Zdroj: <https://www.ekodren.sk/product/pe-sietka-do-stresnych-zlabov-nn420/>

Obr. 5.27 Mechanické prečistenie zrážkovej vody na dažďovom odpadovom potrubí



Obr. 5.28 Integrované mechanické prečistenie vody na dažďovom odpadovom potrubí



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

### Doplňkový prívod vody

Ak je potrebný stály prítok, musí byť systém na využitie zrážkovej vody vybavený zariadením na automatické dopĺňanie pitnou alebo úžitkovou vodou.

Dopĺňanie pitnou vodou z verejného vodovodu alebo úžitkovou vodou (napr. zo studne) sa môže realizovať:

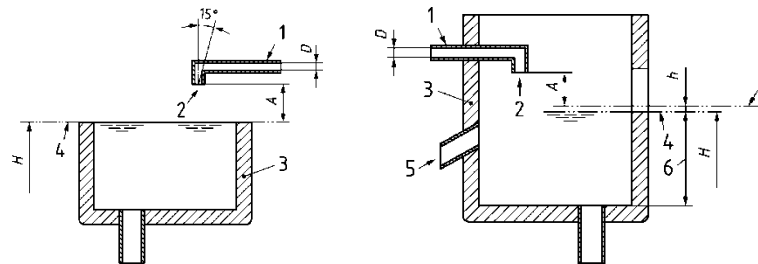
- pomocou prerušovacej nádrže pred čerpadlom na dodávku do rozvodu, napr. účelovým modulom,
- pomocou medzinádrže, zvyčajne umiestnenej vyššie, napr. gravitačné zásobovanie,
- do akumuláčnej nádrže na zrážkové vody, priamo alebo do zberného potrubia po predchádzajúcej úprave.

V prípade dopĺňania pitnou vodou musí byť systém zásobovania pitnou vodou chránený vhodnou ochrannou jednotkou. Musí byť vylúčená možnosť zaplavenia zariadenia na dopĺňanie pitnou vodou (napríklad spätným prítokom), 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. 5.29.

Obr. 5.29 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 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.

Postup pri zjednodušenom návrhu systému využívajúceho zrážkovú vodu z povrchového odtoku 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 možnej 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 – je splnená nerovnosť 5.1.

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

Ak nerovnosť (5.1) nie je splnená, odporúča sa upustiť od niektorých spôsobov využitia zrážkovej vody. Príklady výpočtu pre rodinný dom a panelákovú budovu na bývanie sú uvedené v časti 5.6.



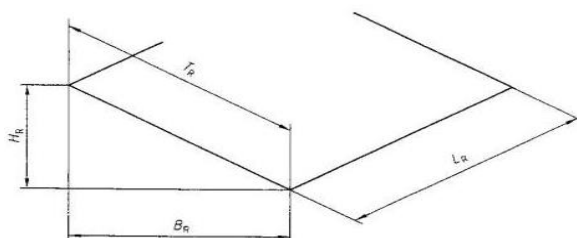
### 5.5.1 Zisk (nátok) zrážkových vôd

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

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. 5.30),  
 $h$  intenzita zrážok za zvolenú časovú periódu  $t$  v milimetroch [mm],  
 $e$  súčiniteľ odtoku odvodňovaného povrchu (Tab.5.8),  
 $\eta$  súčiniteľ hydraulickej účinnosti zohľadňujúci pomer odtoku zrážkovej vody a prítoku zozbieranej zrážkovej vody. Ak výrobca neuvádza inak, počíta sa so súčiniteľom  $\eta = 0,9$ .

Obr. 5.30 Pôdorysný priemet 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 žľabu po hrebeň strechy (m)

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

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. asfalt)	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 Ročné úhrny zrážok pre vybrané mestá v SR

MESTO	PRIEMERNÝ ROČNÝ ÚHRN ZRÁŽOK $h$ (mm)	OBDOBIE (roky)
Banská Bystrica	921	2013 až 2017
Banská Štiavnica	898	2013 až 2017
Bratislava	743	2006 až 2010
Brezno	835	2013 až 2017
Dolný Kubín	734	2013 až 2017
Košice	645	2013 až 2017
Liptovský Mikuláš	710	2006 až 2010
Liptovský Hrádok	759	2006 až 2010
Lučenec	660	2013 až 2017
Martin	760	2013 až 2017
Nitra	598	2013 až 2017
Oravská Lesná	811	2013 až 2017
Piešťany	592	2012 až 2016
Poprad	585	2002 až 2006
Prešov	692	2013 až 2017
Trebišov	573	2013 až 2017
Trnava	552	2012 až 2016
Zvolen	749	2013 až 2017
Žilina	788	2013 až 2017

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 Tabuliek 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 bytoch a v budovách na bývanie

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
Pračka	10 až 15	Podľa spotreby vody na jeden cyklus prania

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)	
Polievanie záhrady	1,0	60	Hodnota 1,0 l/m <sup>2</sup> sa vzťahuje na plochu celej záhrady i keď sa polieva len jej časť. Predpokladá sa polievanie od apríla do septembra
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

Pri výpočte objemu akumuláčnej nádrže, väčšinou ako najdrahšieho komponentu systému, je potrebné vedieť rozsah použitia zrážkovej vody, s akou zásobou sa bude uvažovať, počet osôb a ich priemerná spotreba vody na určené využívanie zrážkovej vody. Platí vzorec 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 4 osoby za deň: 4 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.

$$D_{N,d} = (4 \cdot 50) + 100 + 1000 \quad [l/deň]$$

- Zvolená perióda sucha:  $d_d = 20$  dní

$$V = 1300 \cdot 20 = 26\,000 \text{ [l]}$$

### Zjednodušené navrhovanie objemu zásobníka

Ak dažďovú vodu používate na zalievanie záhrady, ročne budete potrebovať približne 60 litrov na meter štvorcový plochy. Vtedy stačí nádrž, ktorá má približnú veľkosť 3000 litrov aj s prípadnou rezervou.

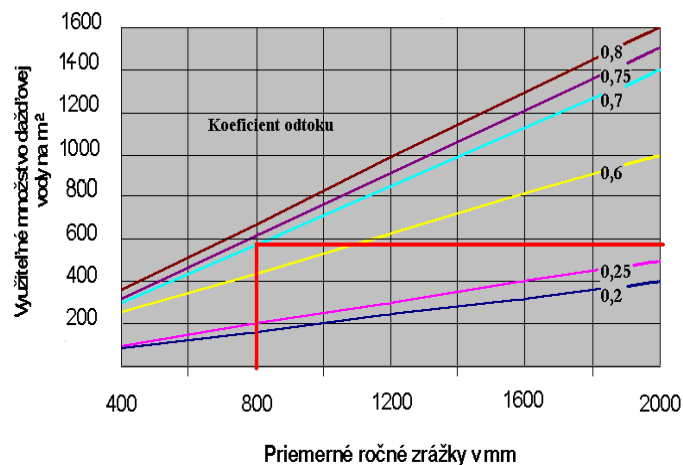
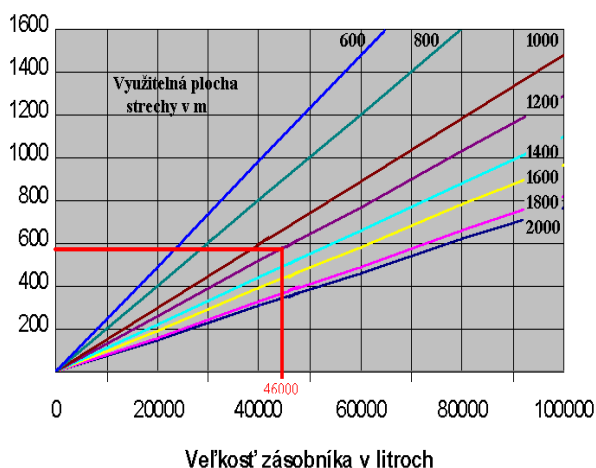
Ak takúto vodu budete používať len na občasné zalievanie, stačí lacnejší variant s objemom od 200 do 500 litrov.

Možné je aj využitie návrhu veľkosti zásobníka podľa diagramu (Obr. 5.31)

Potrebuje poznať:

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

Obr. 5.31 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/>

### 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 2020 pre výber slovenských miest je v Tabuľke 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 štátna podpora, ktorá by mohla túto dobu výrazne skrátiť.

Tab. 5.13 Cena vody v mestách na Slovensku

MESTO	VODNÉ S DPH	STOČNÉ S DPH	CENA VODY
Bánovce nad Bebravou	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Banská Bystrica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Banská Štiavnica	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Bardejov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Bratislava	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €

Brezno	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Bytča	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €
Čadca	1,2113 €	1,3136 €	2,5249 €
Detva	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Dolný Kubín	1,2424 €	1,4490 €	2,6914 €
Dubnica nad Váhom	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Dunajská Streda	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Fíľakovo	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Galanta	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Gelnica	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Handlová	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Hlohovec	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Humenné	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Hurbanovo	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Ilava	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Kežmarok	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Komárno	1,0994 €	1,0372 €	2,1366 €
Košice	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Kráľovský Chlmec	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Krompachy	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Levice	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Levoča	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Liptovský Mikuláš	1,0922 €	1,4374 €	2,5296 €
Lučenec	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Malacky	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Martin	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Medzilaborce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Michalovce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Modra	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Moldava nad Bodvou	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Myjava	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Námestovo	1,2424 €	1,4490 €	2,6914 €
Nitra	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Nové Mesto nad Váhom	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Nové Zámky	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €



Partizánske	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Pezinok	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
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 €
Prievidza	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Púchov	1,1689 €	1,3482 €	2,5171 €
Revúca	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Rimavská Sobota	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Rožňava	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Ružomberok	0,8952 €	1,1524 €	2,0476 €
Sabinov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Sečovce	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Senec	1,1231 €	1,1059 €	2,2290 €
Sereď	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Snina	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Sobrance	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Spišská Nová Ves	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Stará Ľubovňa	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Stropkov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Svidník	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Svit	1,3061 €	1,3397 €	2,6458 €
Šaľa	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Topoľčany	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Tornaľa	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Trebišov	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Trenčín	1,19 €	1,29 €	2,48 €
Trnava	1,2714 €	0,8437 €	2,1151 €
Turčianske Teplice	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Veľké Kapušany	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Veľký Krtíš	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €
Vranov nad Topľou	1,6034 €	1,1844 €	2,7878 €
Vrútky	0,8912 €	1,1888 €	2,0801 €
Zlaté Moravce	1,2962 €	1,1665 €	2,4627 €
Zvolen	1,4412 €	1,3938 €	2,8350 €

Žarnovica	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 praxi

Zrážková voda z povrchového odtoku sa využíva prevažne na nepitné účely, ale v niektorých častiach sveta je používaná aj ako náhrada za pitnú vodu.

### 5.6.1 Príklady využitia zrážkových vôd zo sveta

Obr. 5.32 Rodinný dom, Kapské mesto, JAR



Poznámka: Prvá plnoautomatická prevádzková a monitorovacia jednotka s čerpadlom, ovládaním a integrovaným automatickým doplňovaním pitnej vody bola v južnej Afrike inštalovaná v rodinnom dome v Kapskom meste. V tomto meste vďaka mediteránemu podnebiu nemrzne, preto môžu byť nádrže nadzemné. Zrážkové vody sú zbierané zo strechy o ploche 350 m<sup>2</sup>. Pomocou do U tvarovaných podzemných prívodných rúrok sú vody zvedené do akumuláčnej nádrže s objemom 10 000 l. V akumuláčnej nádrži je osadený samočistiaci filter pre dažďové vody. Riadiaca jednotka ovláda zásobovanie toalety, práčky a troch záhradných výtokov. Ušetrí sa 50 % mesačnej spotreby pitnej vody.

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

Obr. 5.33 Rodinný dom, okres Heinsberg, Nemecko



Poznámka: Rodinný dom v dedinke v okrese Heinsberg, v západnom Nemecku na holandských hraniciach má zo strechy novostavby zbieranú vodu pre splachovanie toaliet, na pranie a zavlažovanie záhrady. Všetko riadi ovládacia jednotka, ktorá v prípade nedostatku zrážkovej vody zariadi doplnenie pitnou vodou z verejného vodovodu.

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

Obr. 5.34 Rodinný dom, východné Belgicko



Poznámka: Rodinný dom vo východnom Belgicku bol budovaný ako energeticky úsporná drevostavba. Zvláštny dôraz bol kladený na výber ekonomicky a ekologicky šetrných spotrebičov a zariadení. Nechýba riadiaca jednotka a filter na dažďovú vodu.

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

Obr. 5.35 Projekt bytovej štvrte Ringdansen, Norrköping, Švédsko



Poznámka: Zaujímavá prípadová štúdia analýzy akumulácie dažďovej vody na podporu potreby vody v domácnostiach v rezidenčnej časti Ringdansen v Norrköping vo Švédsku. Dažďová voda sa odvádza z celkovej plochy striech obytného súboru v Ringdansene, ak sa voda používa len na splachovanie WC, pričom sa použije akumulčná nádrž o kapacite 40 m<sup>3</sup>, je možné ušetriť viac ako 60 % pitnej vody. Pre každý blok sa predpokladá akumulčná nádrž s objemom 80 m<sup>3</sup> s prislúchajúcou zbernou plochou 20 000 m<sup>2</sup>, ktorá by ušetrila až 60% vody potrebnej na zavlažovanie počas leta. Projekt v Ringdansene je prvým veľkým projektom svojho druhu vo Švédsku a taktiež jedným z najväčších projektov v Európe.

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

- V Brazílii v meste Florianopolis bola vypracovaná štúdia potenciálu úspor pitnej vody využitím vody zrážkovej pre štvorpodlažný súbor obytných domov pozostávajúci z troch blokov. Predpokladané úspory boli pre jednotlivé bloky 39,2 %; 40,1 % a 42,7 %. Na základe počítačových simulácií zohľadňujúcich lokálne zrážkové pomery bola úspora znížená na 14,7 %; 15,6 % a 17,7 % s tým, že sa uvažuje využitie zrážkovej vody na splachovanie WC, pranie a upratovanie. Aj napriek relatívne nízkym percentuálnym podielom náhrady pitnej vody dažďovou bola návratnosť tohto systému vypočítaná do päť rokov, čo už možno považovať za ekonomicky výhodné.

- Další příklad je z Berlína - budova na ulici Bless-Luedecke, kde sa akumuluje voda zo strechy o ploche 7 000 m<sup>2</sup> súčasne s vodou z ulíc, parkovísk a chodníkov o ploche 4 200 m<sup>2</sup> v akumulačnej nádrži objemu 160 m<sup>3</sup>. Po vyčistení sa voda používa na splachovanie WC a polievanie. Použitím takéhoto systému je lokálne zachytených 58% dažďovej vody. Počas 10-tich rokov sa ukázalo, že ročne sa tak ušetrí 2 430 m<sup>3</sup> pitnej vody.

## 5.6.2 Príklady aplikácie systému na Slovensku

### Bytový dom - návrh

Obr. 5.36 Bytový dom, Prešov



Poznámka: 9 poschodový bytový dom v Prešove, počet bytov: 54; počet vchodov: 2; počet obyvateľov: 105

Posudzovali sme vhodnosť systému upravenej zrážkovej vody cez kritériá:

#### 1. kritérium - základné klimatické charakteristiky

- územie patrí do podoblasti mierne vlhkej (v zrážkovom tieni Braniska a Čergova)
- najviac zrážok spadne od júla do septembra (lete cca 405,7 mm a v zime 143,2 mm)
- priemerný počet dní so snehovou prikrývkou 63,5 dňa
- úhrny zrážok – údaje za posledných 10 rokov
- plocha strechy = 490 m<sup>2</sup>
- koeficient odtoku = 0.85 (85 %)
- koeficient filtra = 0.90 (90 % zrážok môže byť využitých)
- priemerný ročný úhrn zrážok = 782,33 mm
- $490 \text{ m}^2 \times 782,33 \text{ mm/rok} \times 0.85 \times 0.90 = 293,256 \text{ m}^3/\text{rok}$
- cca 294 000 m<sup>3</sup> /rok zrážok môžeme zachytiť a efektívne využiť.

Tab. 5.14 Bilancia potreby vody pre bytový dom

Reálna potreba vody	100 %	2045 m <sup>3</sup> /rok
Z toho potreba vody - pitnej	50 %	
umývanie, varenie...	1022,5	
Nepitné účely	1022,5	
zrážková voda	28 %	293,25
sivá voda	72 %	729,5

2. požiadavky na množstvo pitnej vody – ktorú nahradíme zrážkovou
  - Údaje môžeme získať meraním alebo zobrať odporúčané – za deň 40 – 46 l/ os
3. návrh systému na využívanie zrážkovej / sivej vody s vysokou efektívnosťou, a pri čo najnižších nákladoch
  - podľa plochy strechy a priemerných zrážok predpokladáme, že zrážková voda nedokáže pokryť celkovú spotrebu vody pre skúmaný objekt.
  - vyhodnotia sa varianty v kombinácii so sivou vodou a pitnou vodou s použitím reálnych hodnôt.

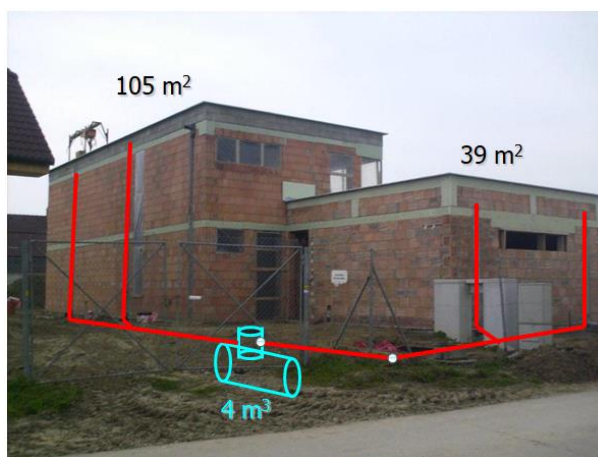
Pre presnejšiu analýzu úspor na nákladoch je možné použiť ešte ďalšie kritériá :

- požiadavky na energiu na prevádzku čerpadla,
- náklady na pitnú vodu vyžadovanú pri súčasných požiadavkách,
- náklady na zavedenie systému,
- náklady na dlhodobú údržbu systému využitia zrážkových vôd.

### Rodinný dom – realizácia a závery

- Rodinný dom sa nachádza v meste Šaľa, v samostatnej zástavbe rodinných domov. Bol postavený svojpomocne v rokoch 2006 až 2008. Už počas prípravy projektovej dokumentácie sa majiteľ venoval otázke využitia dažďovej vody, studňovej vody, solárneho ohrevu na podporu prípravy ohriatej pitnej vody,
- Objekt je obdĺžnikového pôdorysu rozmerov 7x15 m s prilepenou garážou rozmerov 6x6,5 m. Obvodové steny sú murované z keramických tehál hr. 380 mm, zateplené tepelnou izoláciou polystyrénom hr. 100 mm,
- Strechy sú ploché, izolované hydroizolačnou PVC fóliou typu Fatrafol. Ako separačná a zároveň prvá filtračná vrstva je pod a na hydroizolačnej fólii osadená biela netkaná geotextília hr. 2 mm o plošnej hmotnosti 200 g/m<sup>2</sup>, zaťaženie a ochrana strešnej fólie je štrkovým kameňom frakcie 32-63 mm tak, aby nedochádzalo k prepadávaniu kameňov cez záchytný kôš strešného vtoku,
- Na päte stúpacieho dažďového potrubia sú osadené lapače strešných splavenín, ktoré slúžia aj na preplach a čistenie zvodových potrubí v zemi. V lapačoch sa nachádzajú záchytné koše, ktorých funkciu plnia záchytné koše na streche, nakoľko majú veľké medzery,
- Zvodové potrubie je zaústené do záchytnej podzemnej dažďovej nádrže z HDPE o objeme 4 m<sup>3</sup> (Obr. 5.37 a 5.39). Veľkosť nádrže sa počítala 1 m<sup>3</sup> na 25 m<sup>2</sup> plochy strechy,
- V nádrži je umiestnené ponorné čerpadlo typu Grundfos SPO 3-65 A s výkonom 2,4 m<sup>3</sup>/h.

Obr. 5.37 Rodinný dom v Šali



Zdroj: Archív Ing. Marián Botka



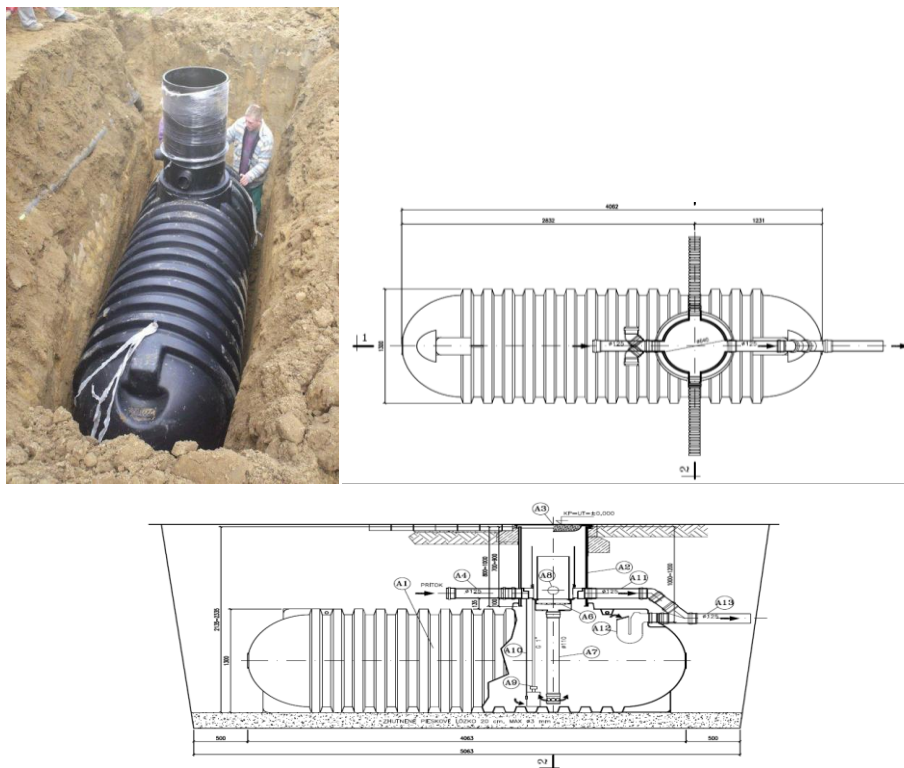
Obr. 5.38 Detail strešného vtoku



Poznámka: Strešný vtok HL64P/1 DN110 so záchytným košom, frakcia kameniva 32-63 mm / vpravo pohľad na vtok na terase s opadanými konifermi, znečistená geotextília po 3 rokoch

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.39 Osadenie dažďovej nádrže

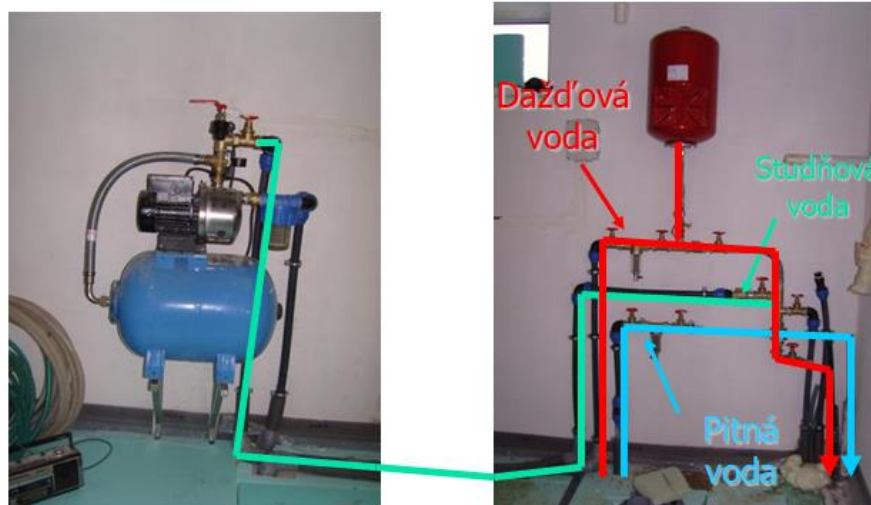


Poznámka: Dažďová nádrž 4 m<sup>3</sup>, pôdorys a rez

A1 - nádrž z PE; A2 - nadstavec z PE priemeru 600 mm výšky 800 až 1 000 mm; A3 - liatinový poklop nosnosti A15; A4 - ležaté dažďové potrubie z PVC D125; A5 - nádoba filtra; A6 - filtračná vyberateľná vložka z nehrdzavejúceho sita priemeru 400 mm; A7 - vtokové potrubie D110 do nádrže s upokojením výtoku; A8 - sada chráničky D110 mm prepojovacích vedení; A9 - samonasávacie ponorné čerpadlo s výtlakom HDPE DN25; A10 - silový elektrický kábel 230V/50Hz; A11 - prieliv filtra D125 mm; A12 - prieliv nádrže D110 mm so zápachovým uzáverom s mriežkou; A13 - odtok do kanalizácie (vsakovacieho bloku)

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.40 Čerpadlo a tlaková nádrž



Poznámka: Na obrázku vľavo je čerpadlo na studňovú vodu, zapínací tlak 2 bar (200 kPa), vypínací tlak 2,5 bar (250 kPa), 40 l tlaková nádrž s tlakovým spínačom, zapínací tlak 2,6 bar (260 kPa), vypínací tlak 3,5 bar (350 kPa)

vpravo

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

Obr. 5.41 Odlíšenie výtokov s pitnou a úžitkovou vodou



Poznámka: Garáž: pohľad na keramické umývadlo s výtokom na pitnú vodu a závesná plastová výlevka na úžitkovú vodu s prietokovým beztlakovým ohrievačom (umývanie záhradného náradia, rúk, obuvi)

Zdroj: Archív Ing. Marián Botka

### 5.6.3 Prevádzka, údržba a čistenie dažďového systému

Majiteľ rodinného domu predstaveného v 5.6.2 má už skúsenosti z viac ako 10 rokov prevádzky systému, ktoré sú zosumarizované v ďalšom texte. Pri navrhovaní zariadenia na využívanie vody z povrchového odtoku sa musí dbať na to, aby pracovalo skoro bez údržby a keď sa údržba vynechá, nevzniknú žiadne škody. Napriek tomu musí byť zaručená potrebná kvalita vody i jej prevádzka. Tieto požiadavky môžu byť zabezpečené cez komponenty, ktoré sú na sebe závislé a tvoria jeden systém.

- V prípade nedostatku vody v dažďovej nádrži poklesom tlaku v potrubí dažďovej vody je zabezpečený prívod úžitkovej vody zo studne. Materiál potrubia dažďovej vody v dome je z Pe-Al-Pe,
- Plochá strecha so štrkom je bez údržbová, avšak na terase s okrasnými stromami je nutné čistenie od popadaných uschnutých konárov a vetiev – min. 1x ročne,
- Lapače strešných splavenín môžeme využiť na kontrolu a prípadné čistenie zvodového dažďového potrubia, čistenie koša lapača – min. 1x ročne,
- V dažďovej nádrži sa nachádza vstupný filter s jemným sitom, na ktorom sa usádza lietajúci a ležúci hmyz a iné nečistoty, kontrola a čistenie – min. 1x mesačne,
- V prípade podozrenia znečistenia prívodného dažďového potrubia (ako v našom prípade vytekala žltá hnedá voda) je vhodné prekontrolovať potrubie kamerou,
- Prečistenie potrubia sa dá vykonať tlakovým čističom (WAP-kou) s príslušenstvom na čistenie potrubia tlakovou hadicou dl. 20m s rozptyľovacou hlavicom,
- Kontrola tlakovej nádoby s gumeným vakom – 2x ročne;
- Čistenie mechanického filtra Honeywell F06 DN25 v armatúrnej zostave – 1x mesačne,
- Montáž filtra Honeywell F76S DN25 s elektronickou automatikou odkaľovania Z11S-A – Obr.5.37.
- Dažďová nádrž má korugovaný prierez, kde jednotlivé rebrá slúžia ako kalníky, signálom pre čistenie nádrže je zakalená voda v umývadle, vo WC pri splachovaní - čistenie nádrže sa odporúča 1x za 2 roky,
- Pri prvom čistení nádrže cca po 3 rokoch sa v nádrži nachádzali nečistoty od zateplenia fasády z polystyrénu, hmyz a blatový kal. Až po úroveň dna cca 15 cm je možné zakalenú vodu vyčerpať kalovým čerpadlom, úplné vyčistenie je možné len ručne v nádrži. Blatový kal sa do nádrže dostal z poruchy napojenia hrdla vtokového potrubia. K poruche „ustrihnutia hrdla“ zrejme došlo nedostatočným zhutnením pieskového podsypu potrubia, nedostatočnou hrúbkou obsypu hornej hrany potrubia a pri hutnení hutniacou doskou makadamu pri montáži zámkovej dlažby.

## 5.7 Pasívne využitie dažďových vôd

V minulosti sa pri rodinných domoch v prípade potreby zvýšiť efektivitu vsakovania používali vsakovacie studne (pripomínajúce bežné studne, ale vyplnené rôznymi frakciami kameniva) alebo trativody (perforované potrubia spádované od budovy do záhrady alebo blízkeho vodného toku).

Dnes ich nahradili 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 odvieť 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 stavebníkovým 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. 5.42).



Obr. 5.42 Vsakovací blok



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

### 5.7.2 Tunelový vsakovací systém

Efektívny akumulčný a vsakovací systém tunelového tvaru, skladajúci sa z ľahkej, plastovej, polkruhovej schránky (schránok) uzavretej z oboch strán plastovými čelami (Obr. 5.43). 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 podložia dnom a otvormi na bokoch plastovej tunelovej schránky systému. Obe čelá tunelovej schránky sú prispôbolené pre napojenie prítokového potrubia a je možné ich prispôbiť 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. 5.43 Tunelový vsakovací systém



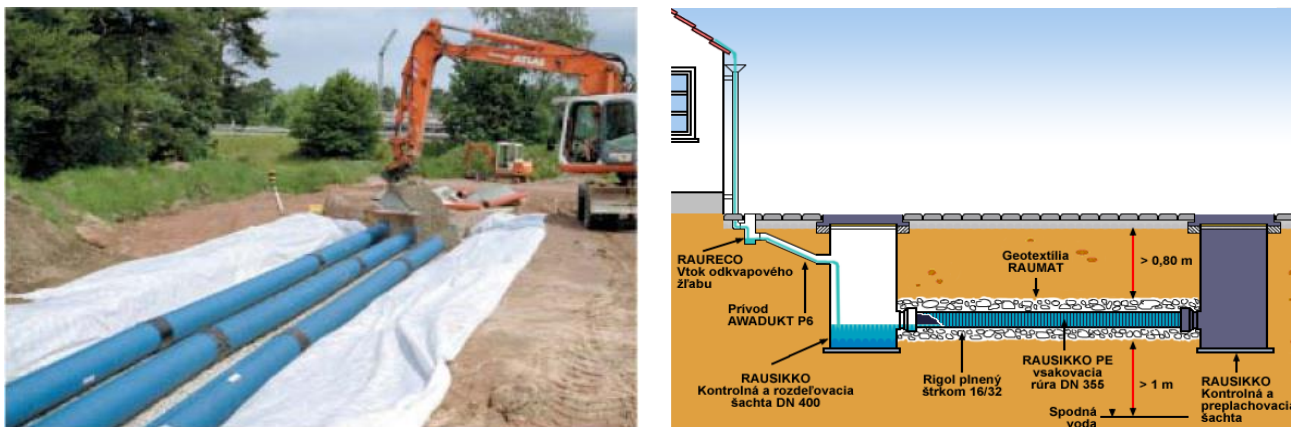
Zdroj: [http://www.fonhit.sk/krecht\\_vsak.htm](http://www.fonhit.sk/krecht_vsak.htm)

### 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 bytových domov. Zachytená zrážková voda je pomocou potrubia s voľnou hladinou odvedená do podávacej kontrolnej šachty (Obr. 5.44).

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 pôdných častíc do rigolu je nutné zabrániť pomocou oplášťovania vhodnou geotextíliou.

Obr. 5.44 Tunelový vsakovací systém rúra - rigol

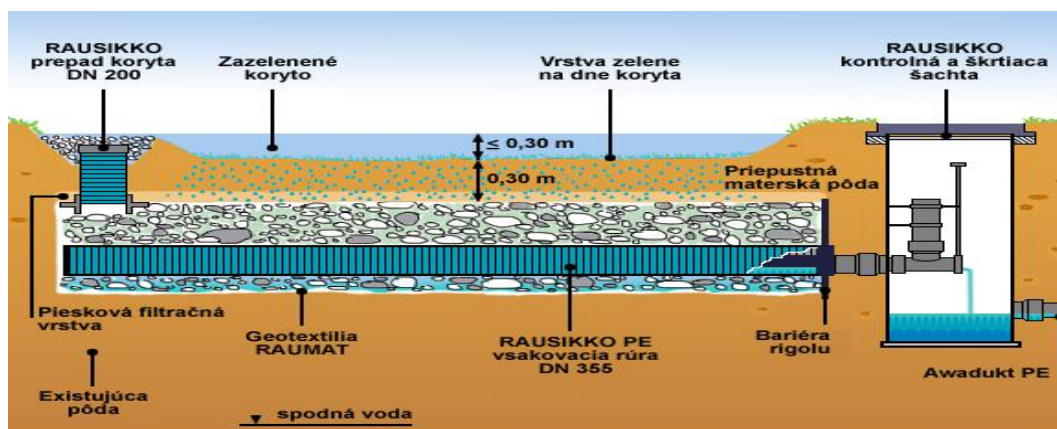


Zdroj: Technické podklady firmy Rehau, Programy pro hospodárení se srážkovými vodami, Katalóg 2006.

#### 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 prúdení zo vsakovacieho koryta do hlbšie položeného systému rúra – rigol prechádza vsakovaná voda touto oživenou pôdnou vrstvou, pričom sú prípadné škodliviny pri tomto prechode odbúrané (Obr. 5.45).

Obr. 5.45 Tunelový vsakovací systém Vsakovanie koryto - rigol



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

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 kontrolovane distribuovaná do odpadového toku alebo ďalších rigolov.

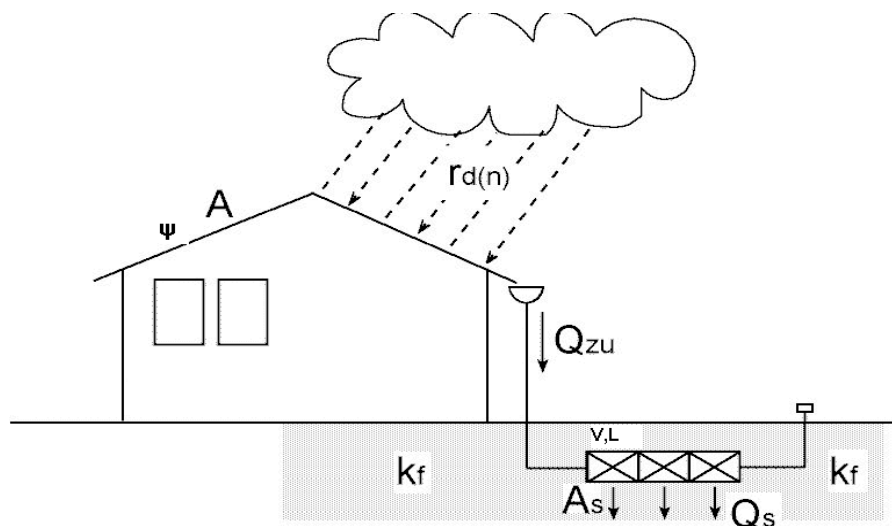


### 5.7.5 Všeobecný postup dimenzovania vsakovacieho systému

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  $A_s$

Obr. 5.46 Schéma systému vsakovania



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

#### 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 odviesť 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.

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

Meteorologické stanice dlhodobo 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 treba mať k dispozícii, ak v danom mieste nie je meteorologická stanica. Tabuľky musia pochádzať zo staníc nachádzajúcich sa čo najbližšie od danej lokality. Typ tabuľky sa volí podľa rizika, podľa výšky prípadných škôd spôsobených zaplavením okolia.

Pre rodinné domy 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 <sub>d(5)</sub>	r <sub>d(2)</sub>	r <sub>d(1)</sub>	r <sub>d(0,5)</sub>	r <sub>d(0,2)</sub>	r <sub>d(0,1)</sub>	r <sub>d(0,05)</sub>	r <sub>d(0,03)</sub>	r <sub>d(0,02)</sub>	r <sub>d(0,01)</sub>
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<sub>n</sub> a koeficient odtoku Ψ

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 Ψ.

Tab. 5.16 Koeficienty odtoku Ψ

POLOŽKA	SPÔSOB ZASTAVENIA A DRUH POZEMKU, PRÍPADNE DRUH ÚPRAVY POVRCHU	SÚČINITEL' ODTOKU Ψ 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<sub>i</sub>. Odvádzané množstvo vody je teda nižšie ako teoretické. To sa zohľadňuje redukovaním - zmenšením plochy strechy. Na strechy s redukovanou plochou A<sub>e,i</sub> dopadá dažď o intenzite r<sub>D</sub> (n) udávanej v (l/s.ha). Celková redukovaná plocha striech A<sub>u</sub> sa vypočíta podľa rovnice 5.5.

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

kde:

A<sub>e,i</sub>            strechy s redukovanou plochou v m<sup>2</sup>,  
 Ψ<sub>i</sub>             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. Posledný tretí hlavný rozmer → dĺžka sa určí pomocou vzorca (5.6):

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

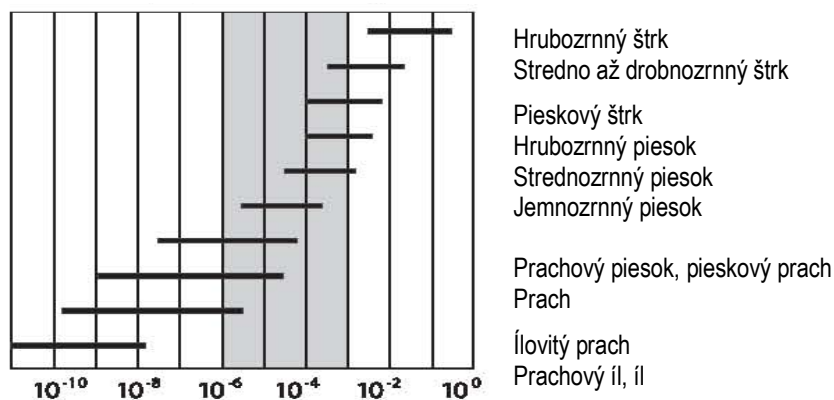
kde:

$L$	neznáma dĺžka vsakovacej zostavy [m],
$A_n$	povrch spevnených plôch [m <sup>2</sup> ],
$r_d$	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  $10^{-10}$  do  $10^{-1}$  m/s. Pritom o zasakovaní môžeme hovoriť, pokiaľ sa hodnota vsakovaciej 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 akumuláčny priestor, čo môže byť z ekonomického hľadiska nevhodné. V týchto prípadoch sa už nedá hovoriť o vsakovaní, ale o riadenej retencii (zadržaní).

Obr. 5.47 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):

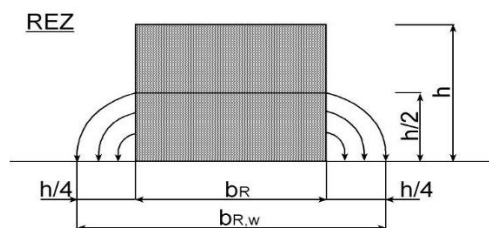
$$A_s = L \cdot b_{R,w} \quad [m^2] \quad (5.9)$$

kde:

$L$  vsakovacia dĺžka [m],

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

Obr. 5.48 Schéma určenia účinnej vsakovacej šírky



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



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

### 5.7.6 Príklad návrhu vsakovacích šácht pre bytový dom

Vstupné údaje sú: Lokalita - Košice

$A_{imp}$	plocha strechy: šachta A - 212 m <sup>2</sup> resp. šachta B - 338 m <sup>2</sup>
$d_e$	vonkajší priemer šachty: 1,0 m
$d_i$	vnútorný priemer šachty: 0,8 m
$k_f$	koefficient 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 dažď pre danú zvolenú periodičitu, teda v prípade vsakovacích šácht najnepriaznivejší dažď, 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 periodičitu 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]
<b>5</b>	<b>324</b>	<b>2,970</b>	5	324	4,84
10	226	2,967	<b>10</b>	<b>226</b>	<b>4,89</b>
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 akumulačného 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 akumulačného 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> ]
<b>5</b>	<b>324</b>	<b>1,493</b>	5	324	2,420
10	226	1,490	<b>10</b>	<b>226</b>	<b>2,455</b>
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 akumulačných objemov by boli 1,49 m<sup>3</sup>, resp. 2,45 m<sup>3</sup>

### 5.7.7 Alternatívy vsakovacích zariadení pre rodinné a bytové domy

Benefity vsakovania je možné využiť aj inými realizáciami na alebo pri rodinných či bytových domoch. Medzi známe a používané vodozádržné opatrenia radíme:

- Zelené strechy (Obr. 5.50)
- Priepustné dlažby (Obr. 5.51)
- Vegetačné pásy (Obr. 5.52)
- Kanály a priehlbne (Obr. 5.53)
- Vsakovacie pásy (Obr. 5.54)
- Vsakovacie studne (Obr. 5.55)
- Infiltračné priekopy (Obr. 5.56)
- Dažďové záhrady (Obr. 5.57 a 5.58)
- Detenčné nádrže (Obr. 5.59)
- Retenčné nádrže (Obr. 5.60)
- Infiltračné nádrže (Obr. 5.61)

Obr. 5.50 Zelené strechy, príklady zo Švédska a Bratislavy



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) (extenzívna zelená strecha v Augustenborg, Malmo, Švédsko)  
<https://stresnesubstraty.sk/vzorova-realizacia-rodinneho-domu-bratislava>

---

Obr. 5.51 Priepustná dlažba Stamford, UK

---



Poznámka: Priepustná 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. Priepustná 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). Priepustné 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. 5.52 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. 5.53 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. 5.54 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

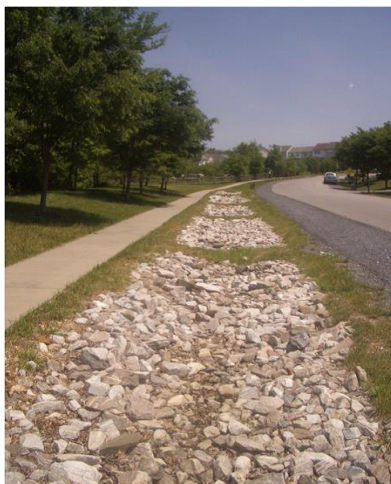
Obr. 5.55 Vsakovacie studne - princíp



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. 5.56 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 príslušného 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



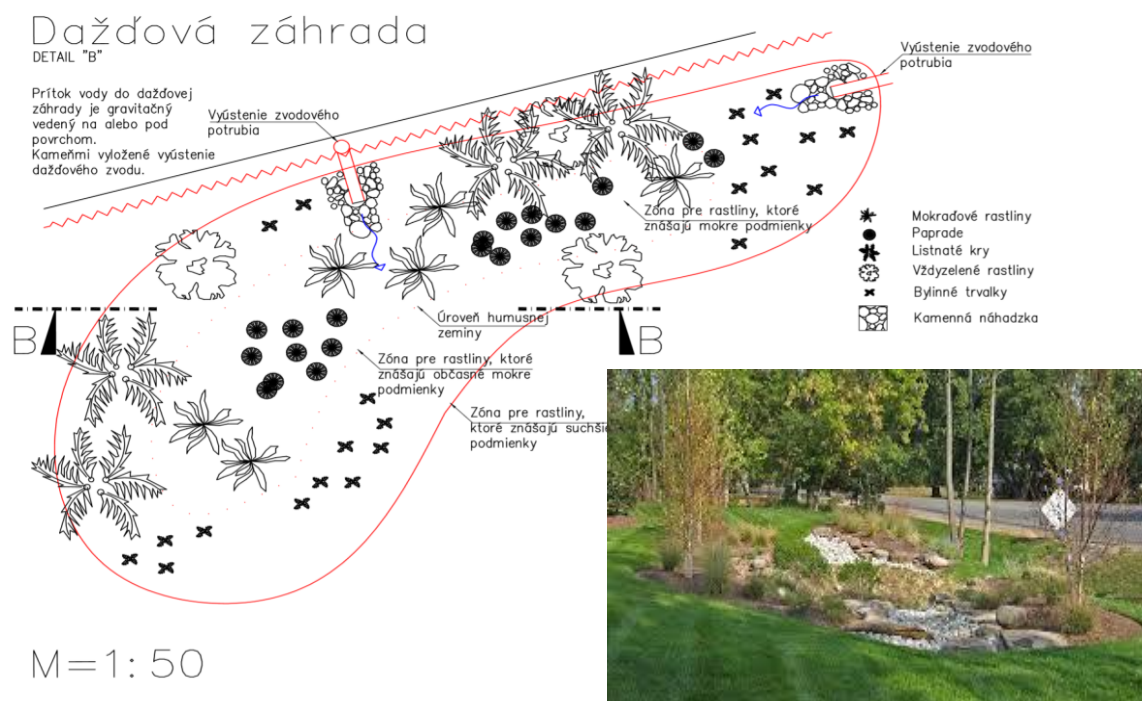
Obr. 5.57 Dažďové záhrady



**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 bylinné 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, prezentácia Andras Kis, NWRM Workshop 1

Obr. 5.58 Príklad realizácie dažďovej záhrady



---

Obr. 5.59 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. 5.60 Retenčné nádrže

---



Poznámka: Retenčné jazierka sú rybníky alebo bazény navrhnuté s dodatočnou skladovacou kapacitou na zníženie povrchového odtoku počas zrážkových udalostí. Tvorja 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 každý rodinný či bytový dom,
- 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,
- Na jedného člena domácnosti obvykle postačí objem zásobníka zrážkovej vody približne 1 m<sup>3</sup>, čo v priemere zabezpečí zásobovanie domácnosti úžitkovou vodou na 3 týždne,
- Z hygienických dôvodov sa neodporúča skladovať vodu príliš dlho. Ak ste dlhší čas mimo domu, odporúča sa zásobník pred odchodom vyprázdniť a vyčistiť prírodné potrubie,
- Cena systému sa môže pohybovať od 600 do 4 000 € v závislosti 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 domácnosti aj v záhrade, využívame vodu, ktorú by sme v konečnom dôsledku zaplatili ako stočné za zrážkovú vodu z povrchového odtoku,
- Nakoľko pracie prášky obsahujú náplň na zmäkčenie tvrdosti vody, pri použití zrážkovej vody dávujeme potrebu prášku na polovicu,
- Na rozvode 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 vplýva pravidelná kontrola a čistota: strechy, žľabov, lapačov strešných splavenín, ležateho potrubia v zemi, vstupného filtra v nádrži, čistota nádrže, pravidelný preplach mechanického filtra,
- Neodporúčame použitie zo zelených striech a plochých striech so zeleňou, treba zabrániť prieniku vody z kvetnáčov a podmisiiek,



- Problémy, ktoré sa vyskytli pri prevádzke systémov využitia zrážkovej vody boli 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 prispôbovaniu 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 Koefficient odtoku a vhodnosť použitia rôznych strešných konštrukcií

Tab. 5.5 Výhody verus nevýhody alternatívneho umiestnenia akumuláčnej 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 bytoch a v budovách na bývanie

Tab. 5.12 Denné potreby nepitnej vody na polievanie alebo zavlažovanie

Tab. 5.13 Mapa cien vody

Tab. 5.14 Bilancia potreby vody pre bytový dom

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

Tab. 5.16 Koefficienty odtoku  $\Psi$

Tab. 5.17 Výška vodných hladín vo vsakovacích šachtách

Tab. 5.18 Stanovenie akumuláčného 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 akumuláčnych nádrží
- Obr. 5.23 Používané podzemné akumuláčne nádrže
- Obr. 5.24 Použitie akumuláčnej podzemnej nádrže a jej dopĺňanie pitnou vodou
- Obr. 5.25 Podzemná akumuláčna nádrž s priepadom do vsakovacieho objektu
- Obr. 5.26 Ochranné siete do strešných žlabov
- 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 ochranej 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 P.J., Kuczera G., Argue J. & Kalma J.D.: 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)