

## Využívání dešťové vody pro závlahy

### Rain Water Usage for Irrigation

Šárka Adensamová<sup>1</sup>, Pavla Schwarzová<sup>1</sup>, Václav Kuráž<sup>1</sup>, David Stránský<sup>1</sup>, Jan Šálek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Fakulta stavební, ČVUT Praha

<sup>2</sup>Česká společnost vodohospodářská při ČSSI

#### **Abstrakt:**

Článek pojednává o aktuální klimatické změně, jejím dopadu na závlahové systémy a hodnotí situaci v létě roku 2018. Uvádí základní přístupy k navrhování objemu akumulčních nádrží na dešťovou vodu a obsahuje i pohled na hospodaření s dešťovou vodou i z hlediska legislativního.

**Klíčová slova:** klimatická změna, hospodaření s dešťovou vodou, závlahové systémy

#### **Abstract:**

The article deals with current climatic change, its impact on irrigation systems and situation in summer of 2018. It presents basic approaches to the design of the optimal volume of rainwater storage tanks in irrigation systems. Legislative points of view of rainwater management are also included.

**Key words:** climatic change, rainwater storage tanks, irrigation systems

#### **Úvod**

Vývoj klimatu posledních let naplňuje předpoklady vyslovované IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - Mezivládní panel pro změnu klimatu), který je jedním z nejdůležitějších mezinárodních orgánů, věnujících se problematice klimatické změny. Seskupení vědců, založené roku 1988 z iniciativy Generálního shromáždění OSN ve spolupráci se Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Environmentálním programem spojených národů (UNEP), se zabývá objektivním hodnocením problému změny klimatu. [1]

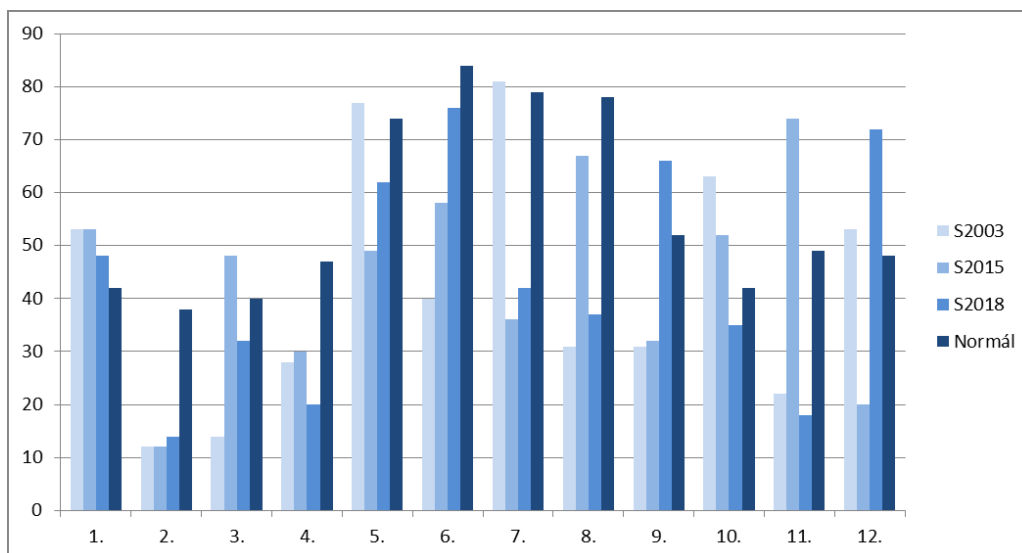
Za hlavní indikátory klimatické změny se v České republice používají údaje o teplotách a srážkách. Stejně jako rok 2015 byl loňský rok 2018 opět extrémně teplý a suchý. Podle předběžného Hodnocení sucha v roce 2018 ČHMÚ [2] byl rok 2018 pátým suchým rokem v řadě, což se projevilo ve skutečnosti, že hydrologické projevy sucha v podobě stavu povrchových a podzemních vod byly na velké části území ČR zatím nejextrémnější za období

posledních let. Mnohde byla dosažena odtoková a stavová minima od počátku pozorování. Podle tabulek 1 a 2, (zdroj: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>), které srovnávají průměrné měsíční srážkové úhrny a průměrné měsíční teploty pro ČR v letech 2003, 2015 a 2018, byla průměrná roční teplota na území ČR v roce 2018 9,6 °C, což je nejvyšší hodnota od roku 1961. Průměrný srážkový úhrn ČR v roce 2018 odpovídal 522 mm a bylo to pouze 76 % normálu z let 1981–2010. V pěti měsících roku (únor, duben, červenec, srpen a listopad 2018) spadla pouze polovina srážek a na stanici v Doksanech bylo naměřeno nejvíce tropických dnů od roku 1961, a to 51 dní.

Letní měsíce červen, červenec, srpen a září 2018 byly ve srovnání s normálem 1981-2010 z hlediska teplot v České republice v průměru o 2,15 °C teplejší (v Praze dokonce o 2,35 °C). V srpnu byly průměrné měsíční teploty o 3,3 (Praha o 3,6) °C nad normálem. Co se týče srážek, úhrny za tyto čtyři měsíce dosahovaly průměrně 75 % normálu (v Praze 69 %). Nejvýraznější odchylka v rámci celé republiky byla opět v srpnu - pouhých 45 % normálu srážek. Rok 2018 byl z hlediska celkových srážkových úhrnů druhým nejsušším rokem od počátku vyhodnocování od roku 1961, a to po roce 2003. Současně letní období roku 2018 bylo spolu s rokem 2003 nejteplejším za totéž období. [2]

Tabulka 1: Průměrné měsíční srážkové úhrny pro ČR ve vybraných letech a jejich srovnání s dlouhodobým srážkovým normálem 1981 – 2010. (zdroj: ČHMÚ)

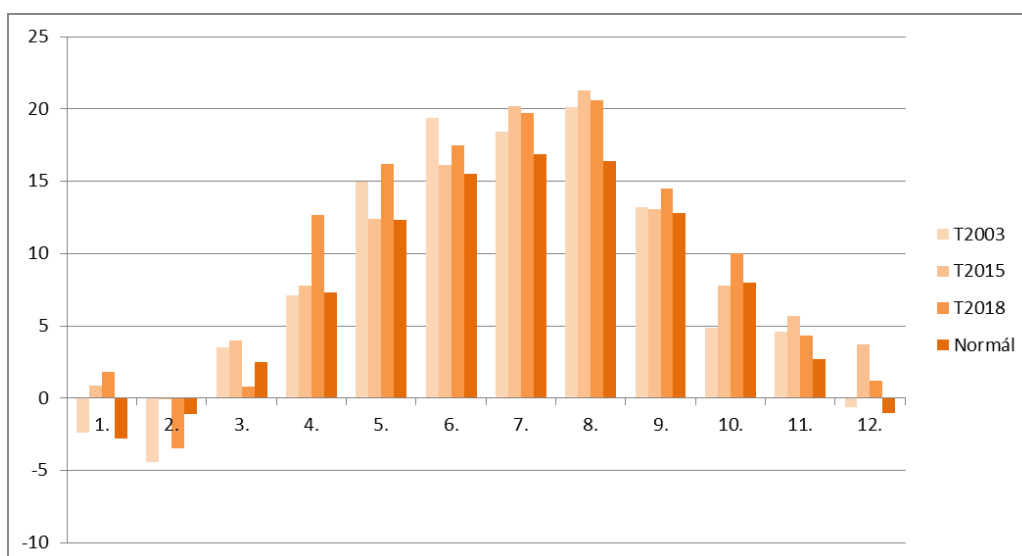
[mm]	měsíce												rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
2003	53	12	14	28	77	40	81	31	31	63	22	53	505
2015	53	12	48	30	49	58	36	67	32	52	74	20	531
2018	48	14	32	20	62	76	42	37	66	35	18	72	522
Normál	42	38	40	47	74	84	79	78	52	42	49	48	673



Obrázek 1: Průměrné měsíční srážkové úhrny pro ČR ve vybraných letech. Normál = dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]. (zdroj ČHMÚ)

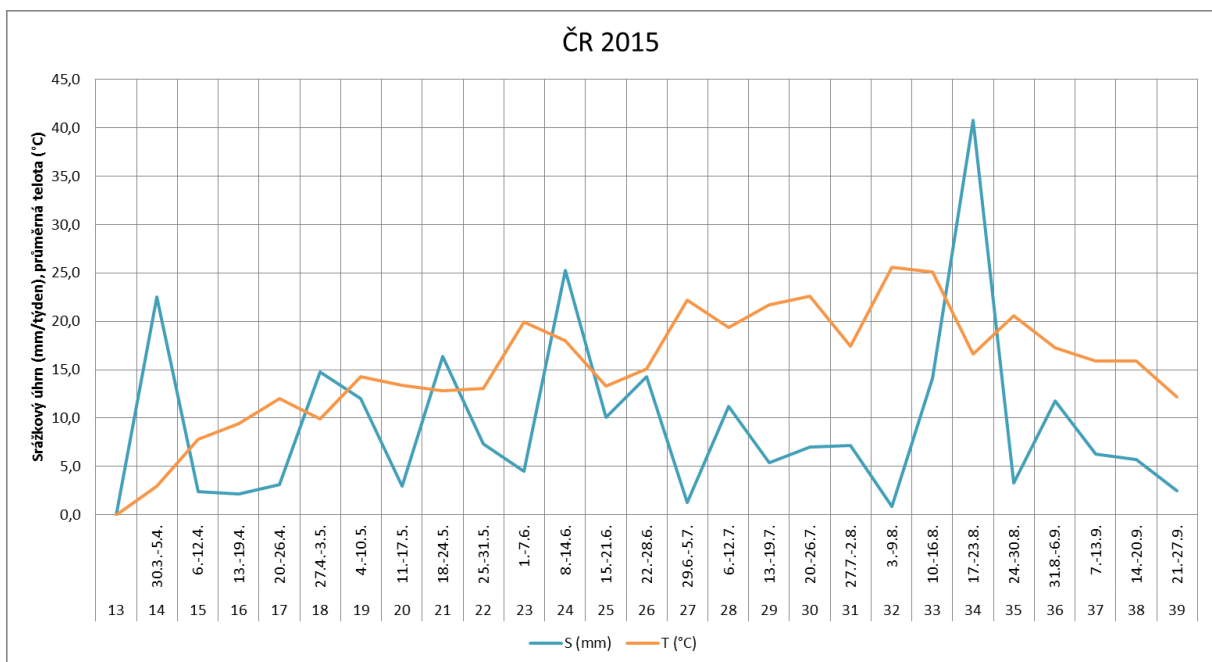
Tabulka 2: Průměrné měsíční teploty pro ČR ve vybraných letech a jejich srovnání s dlouhodobým normálem teploty vzduchu 1981 - 2010. (zdroj ČHMÚ)

[°C]	měsíce												rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
2003	-2,4	-4,4	3,5	7,1	15	19,4	18,4	20,1	13,2	4,9	4,6	-0,6	8,2
2015	0,9	-0,1	4	7,8	12,4	16,1	20,2	21,3	13,1	7,8	5,7	3,7	9,4
2018	1,8	-3,5	0,8	12,7	16,2	17,5	19,7	20,6	14,5	10	4,3	1,2	9,6
Normál	-2,8	-1,1	2,5	7,3	12,3	15,5	16,9	16,4	12,8	8	2,7	-1	7,5

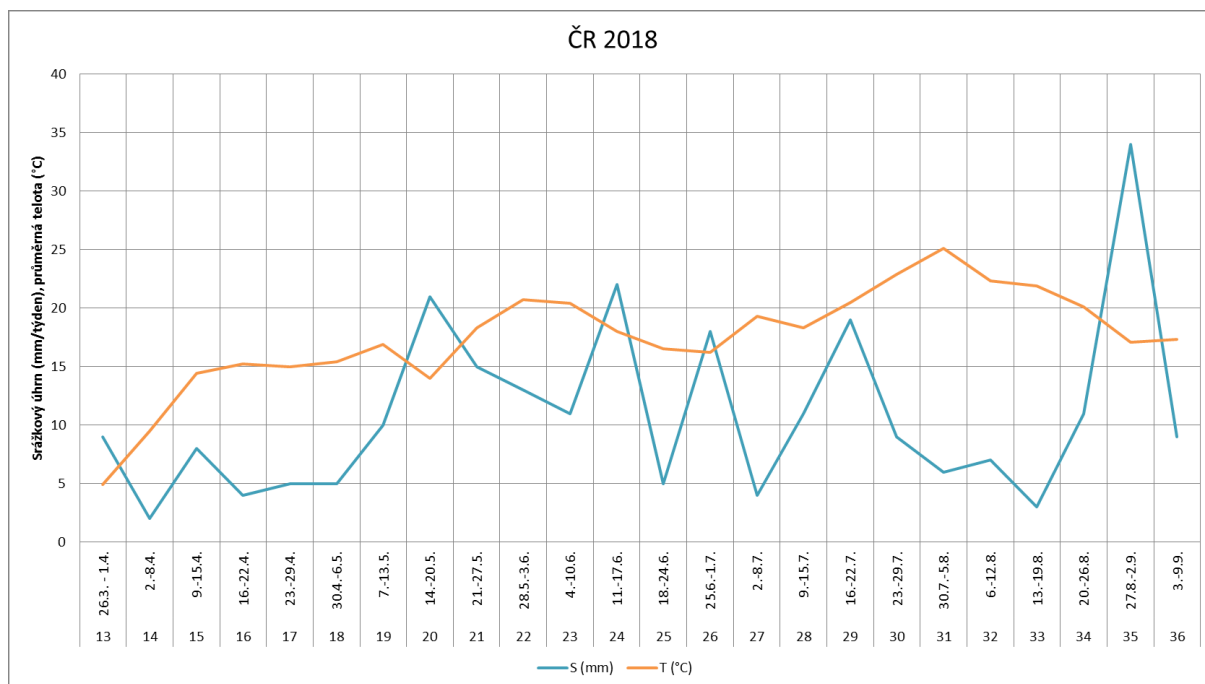


Obrázek 2: Průměrné měsíční teploty vzduchu pro ČR ve vybraných letech. Normál = dlouhodobý normál teploty vzduchu 1981-2010 [°C]. (zdroj ČHMÚ).

Výrazný deficit srážek v kombinaci s vysokými teplotami způsoboval nedostatečné krytí vláhových potřeb plodin. Jak je patrné z Tabulky č. 2, průměrná dubnová teplota byla v roce 2018 o více než 5 °C vyšší než klimatický normál, čímž uspíšila vegetační období. Srážky v měsících květnu a červnu 2018 dočasně snížily vláhový deficit, ale období, které následovalo od konce června do začátku třetí srpnové dekády, se projevilo výrazným úbytkem srážek. Nedostatek srážek, často kombinovaný s vysokou teplotou a velkým výparem jako meteorologické příčiny sucha se nejdříve projevily v deficitu půdní vlhkosti. S určitým zpožděním došlo ke zmenšování velikosti průtoků na vodních tocích a následovaly poklesy stavu podzemních vod. Velmi teplé období 2018 s nadprůměrnými teplotami trvalo od poloviny července a skončilo teprve v poslední srpnové dekádě, kdy se do vnitrozemí Evropy dostaly vydatnější srážky, které přinášely už i mírné ochlazení [2]. Stejně jako v roce 2015 nastalo delší bezsrážkové období (22.6. až 16.8.2015, cca 7 týdnů a 23.7. až 26.8.2018, cca 5 týdnů) s vysokými teplotami. Srovnání průběhů týdenních teplot a srážek v suchých letech 2015 a 2018 ukazují obrázky 3 a 4.



Obrázek 3. Průběh týdenních teplot a srážek 2015 (zdroj: Týdenní zprávy ČHMÚ)



Obrázek 4. Průběh týdenních teplot a srážek 2018 (zdroj: Týdenní zprávy ČHMÚ)

## Materiál a metody

Z důvodu ohrožení vodních zdrojů se stává řešení problematiky využívání dešťové vody nezbytné. Se srážkovou vodou, která je ve vyspělých zemích brána jako cenná surovina, je nutné vhodně hospodařit. Neměla by být brána jako voda znečištěná, které je nutno se co nejrychleji zbavit, ale naopak jako zdroj, který můžeme s úspěchem využít. Déšť je přirozenou závlahou rostlin, a proto je použití vody ze srážek pro zavlažování optimální. Změny v rozložení srážek v průběhu roku, ale i v charakteru jednotlivých srážkových událostí, vyvolaly v posledních letech nové kroky v zákonech a vyhláškách, normách, odborných publikacích i zájem veřejnosti. Přívalové srážky, vyšších intenzit a kratších dob trvání nebyly schopny infiltrace do dlouhodobě vyschlé půdy, často obtížně propustnou půdní krustou. Často způsobovaly ztrátový povrchový odtok a nebyly schopny provlážení půdního profilu. Proto byla v roce 2018 v rámci diplomové práce „Využívání dešťové vody pro automatické závlahové systémy“ [3] řešena problematika navrhování objemů akumulčních nádrží na dešťovou vodu pro využití v automatických závlahových systémech. Níže je uveden přehled technických norem a odborných publikací, kde je možno s jednoduchými výpočty a kalkulátory, dostupnými na internetu navrhnout objem jímky. Tato práce obsahuje i pohled na návrh akumulčních jímek ze strany specializovaných prodejců a otázku hospodaření s dešťovou vodou dle české legislativy. Pro stanovení optimálního návrhu akumulčního

objemu dešťových jímek byly provedeny výpočty na experimentální ploše v Praze Kyjích. Nejdůležitější legislativa, týkající se hospodaření s dešťovou vodou:

- **Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)** stanovuje v § 5 odstavec 3 povinnost hospodaření s dešťovými vodami na pozemku.
- **Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území** upřednostňuje při volbě recipientu srážkové vody především zasakování, a to v § 20 odstavec 5 c):
- Ochranu proti zavádění tzv. bezodtokých území řeší **vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích stavby** v § 6, kde popisuje napojení staveb na sítě technického vybavení. V odstavci 4 zmíněného paragrafu je opět zmíněno upřednostnění zasakování srážkových vod, pokud nejsou zadržovány pro další využití.
- Dalším základním právním předpisem týkající se hospodaření s dešťovou vodou je **zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**. § 8 odstavec 5 hovoří taktéž o připojení na sítě technického vybavení.

Motivovat vlastníky a stavebníky rodinných a bytových domů v celé ČR k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s dešťovou vodou má také dotační program Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí ČR na podporu udržitelného hospodaření s vodou v domácnostech **Dešťovka**. Program byl vyhlášen v rámci Národního programu Životní prostředí a jeho cílem je snížit množství odebírané pitné vody a vody z podzemních zdrojů. [4]

Co se týče přístupů k navrhování dešťových nádrží, jednou z nejvýznamnějších technických norem reagujících na změnu klimatu je **TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami** [5]. Norma se zabývá především decentrálními způsoby odvodnění (tedy hospodaření s vodou přímo v místě vzniku - na jednotlivých pozemcích), popisuje jednotlivé objekty a řeší i problematiku znečištění srážkových vod. Uvádí konstrukční řešení především vsakovacích objektů. Co se týče akumulacních a retenčních nádrží, odkazuje na normy **ČSN 75 6261 - Dešťové nádrže** [6] a **ČSN 75 2410 - Malé vodní nádrže**. [7]. Ani zde bohužel nejsou informace o dimenzování zásobního objemu těchto nádrží. Normy se věnují především návrhu objemu retenčního, tedy zachytávání povodňové vlny, retardaci odtoku, řízenému vypouštění do recipientu a podobně.

**ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod** [8] podrobně popisuje dimenzování vsakovacích objektů. Jelikož se před vsakovací objekty často předřazuje nádrž s retenčním prostorem, do výpočtů lze tento prostor jednoduše zahrnout. Norma obsahuje i hodnoty návrhových dešťů pro různé lokality v České republice, na které se objekty dimenzují. Nabízí tedy komplexní a dostačující návod, jak navrhnout účinné vsakovací zařízení, včetně potřebných průzkumů a zkoušek (jako je například vsakovací zkouška, čerpací zkouška, laboratorní zkoušky propustnosti atp.). Definiuje srážkové vody přípustné, či podmíněně přípustné ke vsakování a zabývá se i předčištěním srážkových vod. Uvedené vztahy pro dimenzi samotného vsakovacího objektu je doporučeno používat u odvodňovaných ploch do 3 ha; retenční objem vsakovacích objektů, které by měly odvodňovat plochy větší, než 3 ha, je doporučeno stanovovat na základě dlouhodobé nestacionární simulace srážkoodtokového děje s využitím závazných, místně platných hydrologických podkladů.

Německá norma **DIN 1989 - 1:2001 - 10. Rainwater harvesting systems – Part 1: Planning, installation, operation and maintenance** se podrobně zabývá tématem dešťových a šedých vod. Norma řeší využívání srážkové vody jako vody užitkové, včetně detailů, jako jsou například technická opatření proti zpětnému vzduť, ale i naopak využití pitné vody na zálivku a z toho vyplývající problematický vztah dodavatele a odběratele pitné vody. Tato norma obsahuje hojně používané empirické vztahy pro výpočet akumulčního objemu dešťové jímky pro zálivku.

Objem akumulční nádrže závisí na ročním srážkovém přítoku, který stanovíme dle velikosti a charakteru sběrné plochy, průměrného srážkového úhrnu v dané oblasti a účinnosti hydraulického filtru. Tuto hodnotu dále porovnáme s objemem roční spotřeby vody a akumulční nádrž navrhujeme na menší z obou hodnot. Navržený objem nakonec ještě upravíme na základě požadované doby zdržení.

**EN 16941 - 1 - Systémy pro využití nepitné vody na místě - Část 1: Systémy pro využití dešťových vod** - evropská norma, v originále vydána v lednu 2018 a v ČR vyhlášena v anglickém znění v červenci 2018. Norma se týká projektování, dimenzování, instalace, označování, uvedení do provozu a údržby zařízení pro využití srážkových vod. Postup návrhu je výpočtově totožný s DIN 1989, avšak zohledňuje možnost kombinace vodních zdrojů. Pokud je roční srážkový přítok nižší než roční spotřeba vody, má uživatel zvážit upuštění od některého ze zamýšlených záměrů využití dešťové vody, nebo naopak navýšit přítok vody kombinací s dalším zdrojem. Na závěr hodnotu opět ponížíme na základě předpokládané doby zdržení.

Kniha **Hospodaření s dešťovou vodou v ČR** velmi podrobně a názorně hodnotí přístupy k dešťové vodě, hovoří o preferencích decentrálního způsobu hospodaření s ní a dalších obecných zásadách. Zmiňuje nejdůležitější zákony a technické předpisy týkající se tohoto tématu. Dále popisuje jednotlivá zařízení pro hospodaření s dešťovou vodou, včetně jejich přehledných schémat. Uvádí i vzorové příklady realizovaných zahraničních projektů, například ze Švédska, USA, Walesu či Německa. Stejně tak se v knize nacházejí i příklady z ČR. Pokud jde o akumulaci srážkových vod, kniha uvádí, že je využitelná zejména jako zdroj vody pro zálivku, chlazení komunikací či jejich čištění, v kancelářských budovách jako zdroj užitkové vody například pro splachování toalet nebo úklid. Z hlediska navrhování objemu těchto nádrží autoři doporučují cca 4 m<sup>3</sup> nádrže na 100 m<sup>2</sup> plochy střechy.

Pro dimenzování objemu dešťových jímek existují i různé velmi zjednodušené postupy či dokonce automatické kalkulátory, dostupné online. Mezi nejznámější patří pravděpodobně kalkulátory velikostí nádrže **Nicoll Česká republika** a **Insteko**. Vlastním kalkulátorem disponují i webové stránky dotačního titulu **Dešťovka**. Obecně pro výpočet objemu akumulací nádrže stačí do kalkulátoru zadat typ a rozloha zpevněné plochy, velikost zavlažované plochy, účinnost hydraulického filtru a průměrný roční úhrn srážek, který lze pro zjednodušení odečíst z přiložené mapy. Některé kalkulátory obsahují i vlastní databázi, díky které stačí zadat lokalitu, ve které se pozemek nachází, a průměrný roční srážkový úhrn již doplňují automaticky.

Jako další zdroj pro výpočet objemu akumulací jímky může sloužit technologický předpis **Volba zdroje vody** firmy **Irimon, spol. s r. o.**. Publikace doporučuje pohled na návrh objemu akumulací jímky ze dvou úhlů, a to na základě deště a plochy střechy a na základě požadavku závlahy, kdy by měla jímka pojmout objem vody alespoň na dva závlahové cykly. Výpočet dle deště a plochy střechy opět vychází z charakteru zpevněné plochy, ročního srážkového úhrnu a vystupuje zde i tzv. koeficient zásoby. Výsledný odhad velikosti retenční nádrže vychází z maximální denní potřeby vody určené pro zálivku, a to s ohledem na rezervu nutnou pro případné přívalové či dlouhotrvající srážky, které jsou jímány ze střech a různých zpevněných, či svažitých vegetačních ploch.

Poslední jednoduchý výpočet pochází z portálu **Počítáme s vodou**. Dle tohoto zdroje se objem zásobníku řídí velikostí střešní plochy nebo předpokládanou spotřebou dešťových vod (vždy se volí menší z obou objemů). Objem zásobníku se dimenzuje tak, aby zásoba dešťové vody, která zde bude akumulována, vystačila na dobu 3 týdnů. V praxi se právě toto období prokázalo jako maximální doba, během níž téměř s jistotou přijde déšť. Na každých 100 m<sup>2</sup> intenzivně zalévané zahrady se doporučuje navrhnout objem zásobníku 1 m<sup>3</sup>. Zůstává však



otázka, zdali máme i dostatečně velkou střechu, aby objem vypočteného zásobníku byl zároveň i naplněn. Platí proto kontrolní výpočet, který vychází z toho, že na každých 25 m<sup>2</sup> střechy můžeme připojit maximálně 1 m<sup>3</sup> objemu zásobníku. Objem správně navrženého zásobníku se pak rovná tomu menšímu z obou vypočítaných objemů. Pokud mám příliš malou sběrnou plochu, větší navržený objem jímky by po většinu roku nebyl využit. Potřebnou zbylou vodu budu muset doplňovat z alternativního zdroje, například vodou pitnou.

### **Výsledky.**

Návrh akumulčního objemu jímky dle jmenovaných postupů byl proveden pro sledovanou experimentální plochu, viz obr. 5. Zavlažovaná plocha se nachází v urbanizovaném území v Praze-Kyjích a sestávala se ze 400 m<sup>2</sup> trávníku a 60 m<sup>2</sup> výsadeb. Pro sledování klimatických podmínek a pro úsporu závlahové vody byla na experimentální ploše instalována ovládací jednotka s inteligentním softwarem Hydrowise, která upravuje hodnotu závlahové dávky dle předpovědi i aktuálního stavu počasí (v závislosti na teplotě vzduchu). Stejně tak ovládací jednotka může zablokovat aplikaci závlahové dávky v závislosti na srážkových úhrnech.



Obrázek 5. Experimentální zavlažovaná plocha

Závlaha probíhala na experimentálním pozemku od začátku května (1.5.2018) do konce října (31.10.2018), což odpovídalo 184 dnům v roce. Do výpočtů byl zahrnut průměrný úhrn letních srážek z let 1989-2018 pro srážkové úhrny meteorologické stanice Praha-Libuš, 368 mm (data ČHMÚ). Srážková voda byla zachytávána z ploché, plechové střechy objektu v bezprostřední blízkosti o rozloze 100 m<sup>2</sup>. Vzhledem k nemožnosti návrhu závlahových systémů v ČR pouze na zdroj srážkové vody, bude jímka doplňována v případě nedostatku

srážkové vody z kopané studny. Objemy akumulčních jímek v m<sup>3</sup> navržené dle zmíněných postupů se nacházejí v tabulce 3.

Tabulka 3. Objemy akumulčních jímek v m<sup>3</sup> navržené dle zmíněných postupů

Návrh dle	Navržený objem pro průměr 1989 - 2018 (m <sup>3</sup> )
DIN 1989	3,2
EN 16941	20,7
Hospodaření s dešťovou vodou v ČR	4
Nicoll Česká republika	2,1
Insteko	2,4 - 4,1
Dešťovka	2,3
Počítáme s vodou	4
Technologický předpis Irimon, spol. s r. o.	2,9 či 3,4

## Závěr

Vzhledem k trendu klimatických podmínek je nezbytné využívání dešťové vody pro závlahu. V diplomové práci byla provedena rešerše přístupů k problematice navrhování akumulčních objemů dešťových jímek a uveden přehled aktuálně platné legislativy. Na experimentální ploše bylo prováděno 1.5. 2018 – 31.10. 2018 měření spotřeby vody pro závlahu, srážkových úhrnů, teploty vzduchu a vlhkosti půdy. Byla instalována úsporná ovládací jednotka s webovým softwarem Hydrawise, která zajišťuje efektivní závlahu s ohledem na proměnlivost teplot a srážek po celé vegetační období. Na základě sběru dat z experimentální plochy, který probíhal po dobu teplých měsíců roku 2018, byly stanoveny objemy akumulční dešťové jímky. Vzhledem ke značnému rozptylu hodnot podle jednotlivých metod, byly posuzovány další srovnávací varianty s různými parametry (velikost zavlažované plochy a velikost zpevněných ploch pro zachytávání srážkových vod). Výpočty byly ověřovány nejen pro rok 2018, ale i pro průměrné hodnoty z posledních třiceti let. Vzhledem ke komplexnosti problematiky navrhování objemů akumulčních jímek, není jednoduché ji vystihnout jedním empirickým vzorcem. Vhodnější řešení optimální velikosti jímek doporučujeme pomocí modelů, který zohlední historické podmínky počasí, velikost a typ zpevněných ploch, velikost

a charakter zavlažované plochy, optimální závlahové množství a ovládání závlahy pomocí dat z meteostanic. [3]

## Literatura

- 1 Ministerstvo životního prostředí. **Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC).** *Ministerstvo životního prostředí.* [Online] 2015. [http://www.mzp.cz/cz/mezivladni\\_panel\\_pro\\_zmenu\\_klimatu](http://www.mzp.cz/cz/mezivladni_panel_pro_zmenu_klimatu).
- 2 Daňhelka Jan, Kubát Jan: **Předběžná zpráva o suchu 2018**, Praha 2019. [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2019/Predbezna\\_zprava\\_o\\_suchu\\_2018.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2019/Predbezna_zprava_o_suchu_2018.pdf)
- 3 Adensamová Šárka: **Využívání dešťové vody pro automatické závlahové systémy**, diplomová práce, ČVUT Praha 2018
4. Státní fond životního prostředí ČR. **Dešťovka - SFŽP ČR.** *SFŽP ČR - Státní fond životního prostředí ČR.* [Online] Státní fond životního prostředí ČR. <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/>.
- 5 ČVUT Praha, Ing. David Stránský, PhD., Dr. Ing. Ivana Kabelková, Ing. Vojtěch Bareš, PhD. a Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, Ing. Lenka Fremrová. **TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami.** Praha, 2013.
6. HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Petr Špalek, ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou – Ing. Josef Sobota, CSc. **ČSN 75 6261 - Dešťové nádrže.** Praha : Český normalizační institut, 2004.
7. HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Radek Veselý, Ing. Lenka Fremrová. **ČSN 75 2410 - Malé vodní nádrže.** Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
8. HYDROPROJEKT CZ a.s., Ing. Jiří Kaisler ve spolupráci s Ing. Marcelou Synáčkovou, CSc., a další. **ČSN 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod.** Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

## Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Fakulty stavební ČVUT SGS17/173/OHK1/3T/11 „Experimentální výzkum erozních a transportních procesů v zemědělsky využívané krajině“.

**Kontakt:**

Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

[Pavla.schwarzova@fsv.cvut.cz](mailto:Pavla.schwarzova@fsv.cvut.cz)