

Návrhové dažde: nová slovenská publikácia o extrémnych zrážkach

Recenzia knihy: Onderka, M., Markovič, L. & Výberčí, D. (2025)

Návrhové dažde: Metódy, analýzy a regionálne aspekty.

Bratislava: Regionálny klimatologický inštitút. ISBN 978-80-975207-0-0

Návrhové dažde metódy, analýzy a regionálne aspekty

Mgr. Milan Onderka, PhD.

Mgr. Ladislav Markovič, PhD.

RNDr. Dalibor Výberčí

Bratislava
2025



Titulná strana publikácie

O čom je táto kniha?

Koncom roka 2025 vyšla na Slovensku publikácia, ktorá komplexne spracováva problematiku návrhových dažďov — teda extrémnych zrážkových úhrnov s definovanou dobou opakovania, ktoré slúžia ako kľúčový vstup pre dimenzovanie vodohospodárskej infraštruktúry, stokových sietí, protipovodňových opatrení a čoraz aktuálnejších modro-zelených riešení v mestskom prostredí.

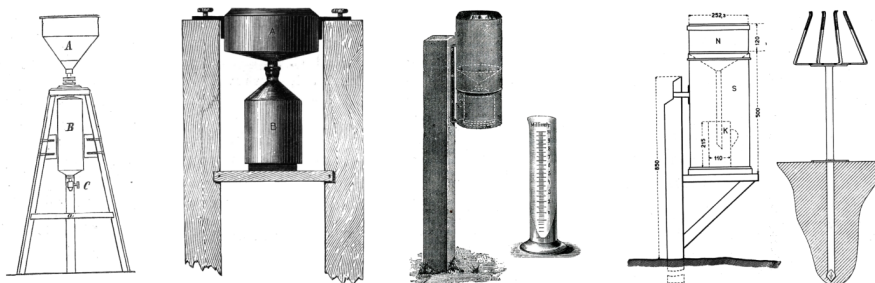
Kniha „Návrhové dažde: Metódy, analýzy a regionálne aspekty“ od autorov Milana Onderku, Ladislava Markoviča a Dalibora Výberčího je vydaná Regionálnym klimatologickým inštitútom v Bratislave pod licenciou CC BY-NC 4.0 a je voľne dostupná cez Zenodo (DOI:

10.5281/zenodo.17624889). Na 253 stranách ponúka ucelený pohľad — od histórie meraní zrážok na Slovensku, cez štatistické metódy frekvenčnej analýzy, až po regionálne klimatické scenáre a praktické aplikácie pre modro-zelenú infraštruktúru.

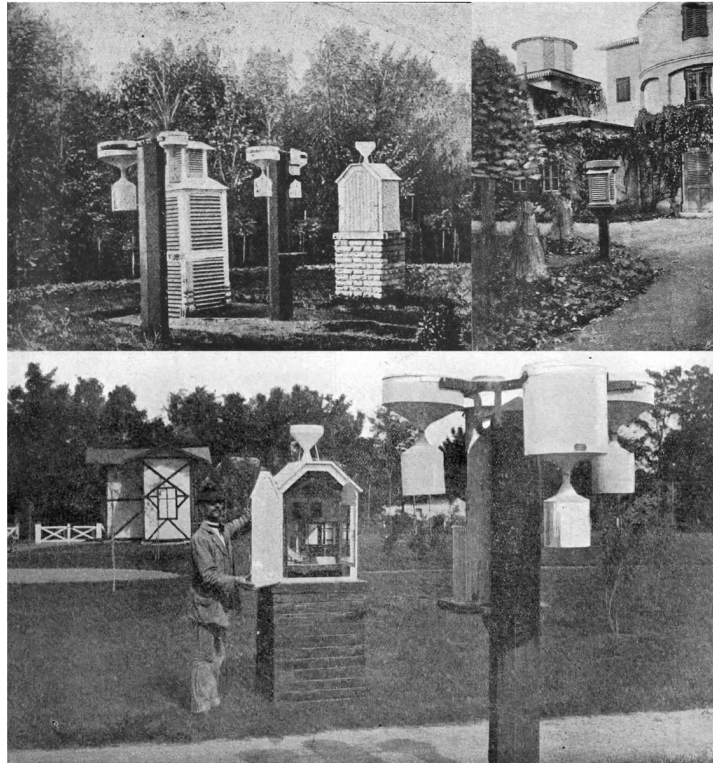
Fascinujúca história meraní zrážok

Úvodná kapitola (autor D. Výberči) je historickou perlou. Čitateľ sa dozvie, že systematické merania zrážok na území dnešného Slovenska siahajú do polovice 19. storočia a nosná časť zrážkomernej siete bola vybudovaná koncom 19. storočia v rámci protipovodňovej ochrany Uhorskej monarchie. Zaujímavý je aj vývoj meracích prístrojov — od starých rakúskych bajonetových zrážkometerov cez Hellmannove prístroje až po moderné automatické stanice, ktoré dnes tvoria chrbticu operatívnej siete SHMÚ.

1899) a Héjas (Héjas 1904). Za najvhodnejšie umiestnenie zrážkomera sa považovala záhrada alebo iné otvorené priestranstvo v nezastavanej krajine. V zastavanom prostredí však bolo prípustné aj umiestnenie prístroja na streche budov. V praxi začiatkom 20. storočia boli zrážkomery na väčšine staníc umiestnené vo výške približne 1 m nad zemou, len výnimočne vyššie. Pre prípad extrémnych úhrnov zrážok mal byť ideálne k dispozícii aj záložný zrážkometer so zakrytou záchytnou plochou, ktorý slúžil v situáciách, keď bol hlavný zrážkometer počas pretrvávajúcej zrážkovej činnosti naplnený. V takýchto prípadoch sa pripúšťalo vykonanie merania kedykoľvek počas dňa. Štandardne sa však, rovnako ako dnes, merali zrážky v celej sieti špecializovaných zrážkomerných staníc ráno o 7. hodine, pričom nameraný úhrn bol priradený predchádzajúcemu kalendárnemu dňu. Na klimatologických staniciach sa zrážky merali trikrát denne v príslušných klimatologických termínoch a ich súčet sa priradzoval k rannému termínu. Ako zaujímavosť možno uviesť, že v rokoch 1900 a 1901 bolo na určitý čas zavedené častejšie vykazovanie zrážok s dekadnou (10-dňovou) periodicitou. Zvýšený objem práce však nadmerne zaťažoval ombrometrické oddelenie meteorologického ústavu, preto sa od roku 1902 vrátili k pôvodne zaužívanému systému mesačných výkazov.



Obrázok 1.1: Najrozšírenejšie typy štandardných mechanických zrážkomerov používaných v priebehu histórie meraní atmosférických zrážok na území Slovenska. Zľava: starý rakúsky bajonetový zrážkometer (Heller 1888), novší rakúsky zrážkometer (Alföldy 1899), zrážkometer Hellmann (Róna 1925) a česko-slovenský štandardný zrážkometer (Slabá 1972).



Obrázok 1.2: Zrážkomerné prístroje koncom 19. storočia na observatóriu v Starej Ďale (dnešné Hurbanovo) v pôvodnom umiestnení stanice v parku pri astronómickom observatóriu okolo roku 1898 (Konkoly-Thege 1898) (dve horné fotografie) a v meteorologickej záhradke novootvoreného observatória v roku 1900 (Kolektív autorov 1900) (dolná fotografia). Vľavo hore zrážkomerná kolónia s dvojicou rakúskych zrážkomerov novšieho typu (v strede) a zrážkomerom Anderkó (celkom vľavo) na stĺpoch; v menšej búde na kamennom podstavci je umiestnený ombrograf Hottinger, väčšia buda patrí Wildovmu (Wild-Hottingerovmu) výparomeru. Dole skupina tých istých zrážkomerných prístrojov, ku ktorým na drevenom podstavci pribudol ombrograf Hellmann (čiastočne zakrytý). Vpravo hore sa nachádza buda s registračným prístrojom na meranie teploty dažďa.

Ako vidno na obrázku 1.2, horné fotografie zobrazujú pôvodné umiestnenie stanice v parku pri astronómickom observatóriu okolo roku 1898 (Konkoly-Thege 1898), zatiaľ čo dolná fotografia pochádza z meteorologickej záhradky novootvoreného observatória v roku 1900 (Kolektív autorov 1900). Vľavo hore je vidieť zrážkomernú kolóniu s dvojicou novších rakúskych zrážkomerov (v strede) a Anderkóovým zrážkomerom (celkom vľavo) na stĺpoch. V menšej búde na kamennom podstavci je umiestnený ombrograf Hottinger; väčšia buda patrí Wildovmu (Wild-Hottingerovmu) výparomeru. Na dolnej fotografii sú tie isté prístroje, doplnené o Hellmannov ombrograf (čiastočne zakrytý). Vpravo hore sa nachádza buda s re-

Zrážkomerné prístroje na observatóriu v Starej Ďali koncom 19. storočia (Obrázok 1.2 z knihy).

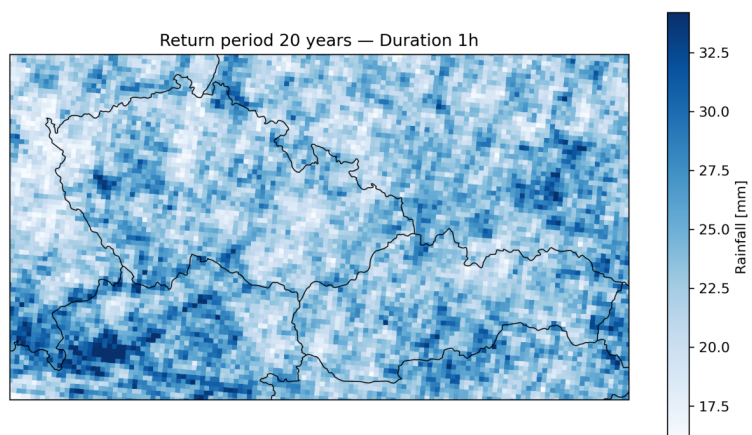
Metodické jadro: od IDF kriviek po regionálnu analýzu

Kapitoly 2 a 3 tvoria metodické jadro publikácie. Autori podrobne vysvetľujú koncepty ako intenzita zrážok, doba opakovania, pravdepodobnosť prekročenia a vzťahy medzi nimi. Čitateľ sa oboznámi s historickým vývojom metód od empirických vzorcov z 19. storočia (Breitung, 1912) až po moderné prístupy založené na GEV rozdelení a Bayesovskej inferencii.

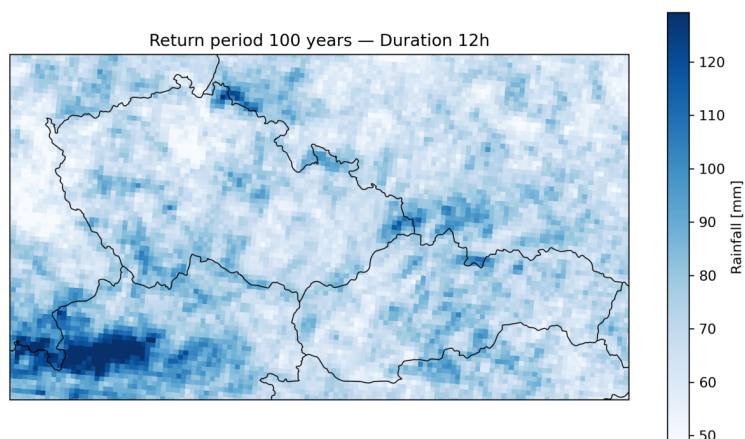
Prakticky cenná je sekcia o faktore plošnej redukcie zrážok, ktorá rieši problém prepočtu bodových meraní na plošné úhrny pre povodia rôznych veľkostí. Autori využívajú reanalýzu COSMO-REA6 na odvodenie týchto faktorov, čo je metodicky inovatívny prístup. Zaujímavá je aj časť o syntetických modeloch dažďa a Scott-Neumannovom generátore zrážok.

Rastrové mapy návrhových dažďov z COSMO-REA6

Kapitola 4 prináša bohatý súbor rastrových máp návrhových zrážok pre celé územie Slovenska, odvodených z reanalýzy COSMO-REA6 s rozlíšením ~6 km. Mapy pokrývajú rôzne kombinácie dôb opakovania (2, 5, 10, 20, 50, 100 rokov) a trvaní dažďových oddielov (od 1 hodiny po 72 hodín). Tieto mapy sú doplnené tabuľkovými prílohami pre jednotlivé obce a mestá Slovenska.



Obrázok 4.2: Návrhová zrážka s dobou opakovania $T = 20$ rokov a trvaním dažďového oddielu $D = 1$ h.



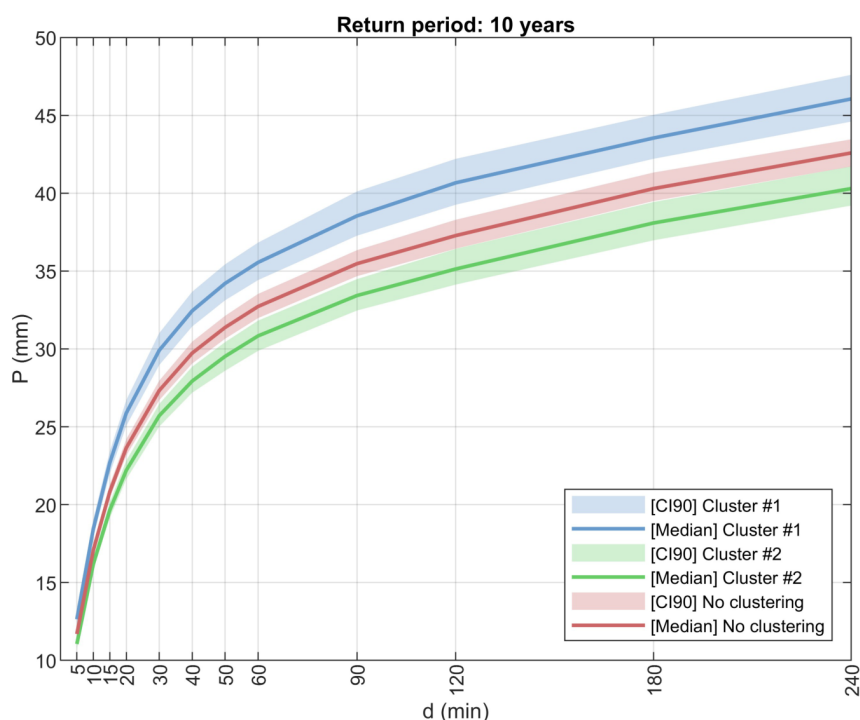
Obrázok 4.12: Návrhová zrážka s dobou opakovania $T = 100$ rokov a trvaním dažďového oddielu $D = 12$ h.

Návrhová zrážka s dobou opakovania $T = 100$ rokov a trvaním dažďového oddielu $D = 12$ h (Obrázok 4.12 z knihy).

Regionálna frekvenčná analýza pomocou L-momentov

Kapitoly 5 a 7 sa venujú regionálnej frekvenčnej analýze (RFA) — prístupu, ktorý nahrádza časovú informáciu priestorovou. Autori využívajú L-momenty a metódu Hoskinga a Wallisa na identifikáciu homogénnych regiónov a výber vhodných distribučných funkcií. Osobitná pozornosť je venovaná viacdenným úhrnom (Rx2D a Rx5D), kde autori identifikujú klimatologicky

homogénne regióny a odhadujú návrhové hodnoty s bayesovskými kredibilnými intervalmi.



Obrázok 5.5: Kvantily pre 5 až 240-minútové úhrny zrážok pre dobu opakovania $T = 10$ rokov s použitím GEV rozdelenia pre dva identifikované zhluky a zvlášť pre prípad bez zhlučovania (t. j. ak všetky stanice z územia Slovenska tvorili jeden zhluk). Neistoty sú zvýraznené 90 % bayesovským kredibilným intervalom.

Súhrnné štatistiky ako priemer, smerodajná odchýlka a koeficient variácie, boli vypočítané z ročných maxím priradených ku každému z dvoch zhlučov, ako aj pre prípad bez aplikácie zhlučovania. Ďalej boli z modulových koeficientov odhadnuté parametre rozdelenia extrémnych hodnôt (GEV). Pre každý z identifikovaných zhlučov boli vyčíslené priestorové a náhodné zložky variability, a ich pomer je uvedený v priložených tabuľkách. Na ohraničenie zhlučov sa použil stupeň príslušnosti k zhuklu j a trvaníu d , pričom boli brané do úvahy iba hodnoty $u_{ij} > 0,5$. Na výpočet empirických frekvencií výskytu boli použité dve metódy výpočtu poradia: Cunnaneho vzorec pre výpočet empirických polôh kvantilov a Dzubákov modifikovaný vzorec, ktorý zohľadňuje nedostatok štatistickej nezávislosti medzi jednotlivými zrážkormi. Na Obr. 5.3 a Obr. 5.4 sú znázornené empirické pravdepodobnosti prekročenia modulových koeficientov pre 15-minútové ročné maximá v zhluchoch č. 1 a č. 2. Okrem empirických kriviek bola na modulové koeficienty naitovaná aj teoretická GEV distribučná funkcia a kvantily boli následne vynásobené strednými hodnotami príslušných zhlučov. Príklad pre 15-minútové ročné maximá je zobrazený na Obr. 5.5. Okolo odhadov

Kvantily 5- až 240-minútových úhrnov zrážok pre dobu opakovania $T = 10$ rokov pre dva identifikované zhluky a prípad bez zhlučovania (Obrázok 5.5 z knihy).

Klimatické scenáre: čo nás čaká?

Kapitola 6 analyzuje regionálne klimatické scenáre výskytu dní so zrážkami na horizonty rokov 2050 a 2080. Autori pracujú s výstupmi regionálnych klimatických modelov CMIP5/CMIP6 z

projektu CORDEX a aplikujú metódy korekcie systematických chýb (bias correction), vrátane kvantilového delta-mapovania (QDM). Výsledky naznačujú, že intenzívne zrážkové udalosti sa budú v budúcnosti vyskytovať častejšie, čo má priame dôsledky pre dimenzovanie infraštruktúry.

Praktická aplikácia: modro-zelená infraštruktúra

Záverečná kapitola 8 prináša praktické aplikácie návrhových hodnôt dažďa pre modro-zelenú infraštruktúru — systémy zberu dažďovej vody, vegetačné strechy, vsakovacie objekty a podobné opatrenia. Autori uvádzajú konkrétne príklady výpočtu objemu zbernej nádrže na dažďovú vodu pre lokality Bratislava a Košice, čím kniha získava bezprostrednú praktickú hodnotu pre projektantov a urbanistov.

Záver

Publikácia „Návrhové dažde“ vyplňa dôležitú medzeru v slovenskej odbornej literatúre. Je to komplexné, metodicky precízne a zároveň prakticky orientované dielo, ktoré ocenia nielen výskumníci v oblasti hydrológie a klimatológie, ale aj projektanti, vodohospodári a pracovníci samosprávy zodpovední za adaptáciu na zmenu klímy. Osobitne treba vyzdvihnúť otvorený prístup autorov — kniha je dostupná zadarmo pod licenciou CC BY-NC 4.0, čo je v slovenskom odbornom kontexte príkladné.

Citácia: Onderka, M., Markovič, L., & Výberči, D. (2025). Návrhové dažde: Metódy, analýzy a regionálne aspekty. Bratislava: Regionálny klimatologický inštitút. ISBN 978-80-975207-0-0. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17624889>