

ONDERKA, M., 2023. Scenáre budúceho vývoja subdenných intenzít atmosférických zrážok na Slovensku. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (Eds.), 2023. Sborník príspevků z První konference projektu PERUN (TA ČR, SS02030040). Praha: ČHMÚ, 66-69, ISBN 978-80-7653-063-8.
<https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.09>

Scenáre budúceho vývoja subdenných intenzít atmosférických zrážok na Slovensku (Scenarios of Future Subdaily Rainfall Intensities in Slovakia)

Milan Onderka, Slovenský hydrometeorologický ústav, Ústav vied o Zemi SAV,
milan.underka@shmu.sk

Abstrakt: V predloženej štúdii sme odhadli možný vývoj sub-denných intenzít zrážok pre scenár RCP8.5 získaný z ansámbly regionálnych klimatických modelov EURO-CORDEX. Z ročných maximálnych úhrnov sme vypočítali hodnoty kvantilov pre 3hodinové zrážky s využitím GEV rozdelenia v nestacionárnom tvare. S využitím obalovej krivky transférových funkcií (empirické škálovanie) krátkodobých intenzít dažďa sme odhadli sub-denné (5 až 180 minútové) kvantily intenzít atmosférických zrážok pre časové horizonty 2040 a 2080 s priestorovým rozlíšením 0,11°. Následne sme pomocou nelineárnej triangulácie regridovali rastrové mapy z pôvodného rozlíšenia 0,11° do gridu 500x500 metrov.

Kľúčová slova: intenzity atmosférických zrážok – regionálne klimatické scenáre

Abstract: Time series of 3-hour precipitation totals for the RCP8.5 scenario obtained from regional climate models EURO-CORDEX were processed to derive estimates of future rainfall frequencies. From the annual maxima of 3-hour precipitation totals, quantile values were estimated using a non-stationary GEV distribution with Bayesian inference. Using the envelope curves of short-term rainfall intensities, we estimated possible sub-hourly design intensities for the time horizons of 2040 and 2080 with a spatial resolution. The raster maps were subsequently re-gridded into 500x500 meter resolution using non-linear triangulation.

Keywords: rainfall intensities – regional climate scenarios, bias correction

1. Úvod

Pravdepodobnosť výskytu dažďov s trvaním niekoľko minút až hodín je najdôležitejšou štatistickou charakteristikou dažďa využívanou v inžinierskej praxi pri dimenzovaní vodohospodárskej infraštruktúry, obzvlášť v urbanizovanom prostredí. Návrhové intenzity dažďa sa štandardne určujú na základe historických pozorovaní atmosférických zrážok. Avšak klimatické extrémny vrátane extrémnych krátkodobých intenzít zrážok sa v mnohých častiach sveta zintenzívňujú. Za hlavnú príčinu tohto trendu sa považuje predovšetkým vyšší obsah vodnej pary v atmosfére, ako dôsledok rastúcej teploty troposféry.

2. Dáta

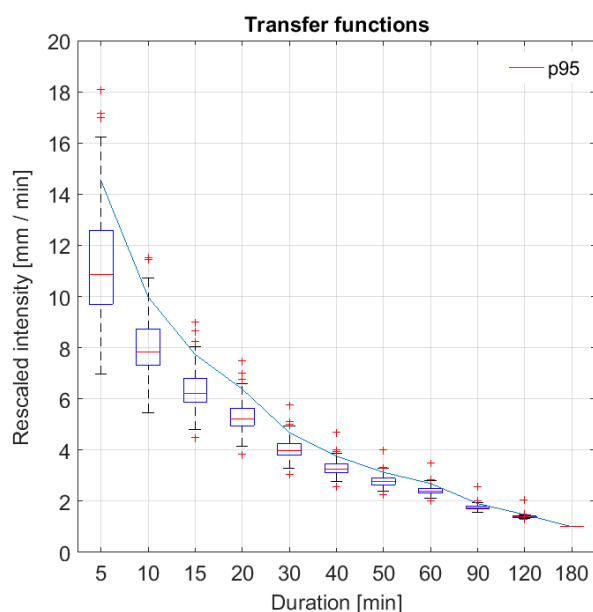
V práci sme použili regionálne klimatické modely EURO-CORDEX (ALADIN63, RACMO, RCA a HIRHAM5RCP) pre RCP8.5 (GCM: HadGEM2DMI). Za účelom korekcie modelov na odstránenie systematických chýb (bias correction) sme analyzovali historické simulácie z obdobia od roku 2005 do 2020, ktoré korešpondujú s obdobím pozorovaní zrážok v staničnej sieti SHMÚ na 150 lokalitách v rámci Slovenska, vybavených zrážkomermi (automatickými

zrážkomermi s minútovým záznamom a digitalizovanými ombrografickými páskami s minútovým časovým rozlíšením).

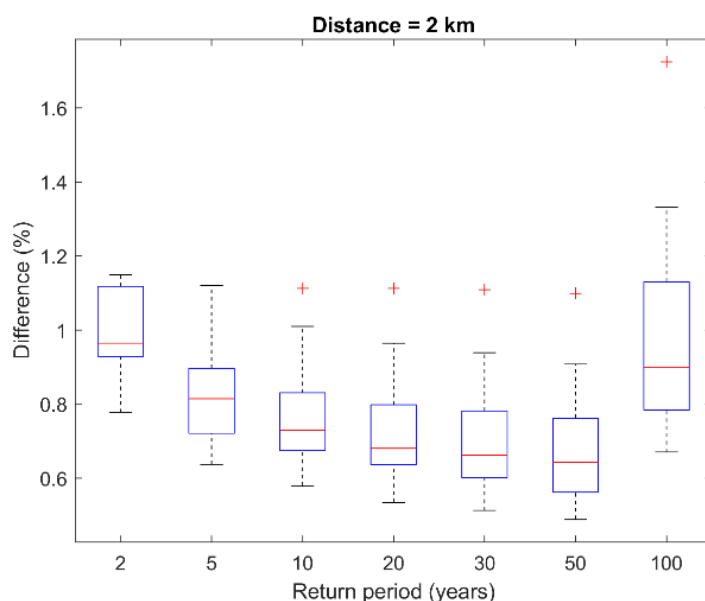
Minútové časové rady boli najprv agregované na 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120 a 180minútové rady pomocou klzavých súm. Pre každý časový rad ročných maximálnych hodnôt a pre každú lokalitu boli vyčíslené ročné maximá, ktoré boli použité na výpočet jednotlivých kvantilov. Obdobným spôsobom boli získané časové rady ročných maximálnych hodnôt 3hodinových úhrnov z regionálnych klimatických modelov pre každý gridový bod zvlášť.

3. Metódy

Na odhadnutie kvantilov intenzít dažďa s dĺžkou dažďových blokov sme použili Generalizované rozdelenie extrémnych hodnôt (GEV), ktorého parametre (parameter polohy, škály a tvaru) sme odhadli Bayesovskou inferenciou (Onderka a Pecho 2023; Coler 2001). Kvantily zodpovedajúce dobám opakovania 2, 5, 10, 20, 30, 50 a 100 rokov boli vypočítané v nestacionárnom tvare, t.j. parameter tvaru GEV rozdelenia bol modelovaný ako parameter lineárne závislý od času. Kvantily boli počítané zvlášť pre ročné maximá získané zo zrážkomerov a zvlášť pre každý gridový bod jednotlivých regionálnych klimatických modelov. Z dôvodu výpočtovej náročnosti odhadu parametrov rozdelenia Bayesovskou inferenciou, ktorá vyžaduje Monte Carlo simulácie, sme využili služby CVTI (Centra vedecko-technických informácií SR) so vzdialeným prístupom k výpočtovému klastru a akademickou licenciou Matlab®. Výsledkom boli odhady 180minútových kvantilov pre horizonty 2040, 2060 a 2080. Aby sme boli schopní určiť aj kvantily sub-hodinových intenzít, zostrojili sme transférovú funkciu zo zrážkomerných údajov, ktorá bola následne použitá na empirické preškáľovanie 180minútových intenzít na intenzity dažďa s kratším trvaním (obr. 1). Vyhodnotili sme relatívne rozdiely ako pomer medzi staničnými 180minútovými kvantilmi s dobou opakovania 2 až 100 rokov a nekorigovaným ansámblom kvantilov (z historických behov) regionálnych klimatických modelov (obr. 2).

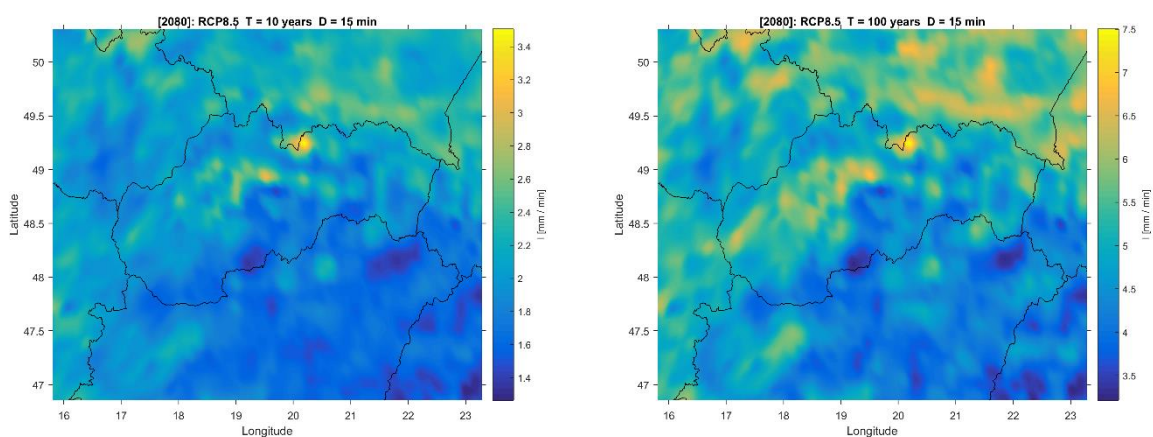


Obr. 1 Box-ploty transferových (škálovacích) funkcií medzi referenčnými 180minútovými intenzitami a intenzitami dažďa s trvaním od 5 do 120 minút (pozorovanými v rámci zrážkomernej siete SHMÚ). Obalová krivka bola určená ako 95ty percentil. Preškáľované intenzity sú vynesené na vertikálnej osi.
Fig. 1 Box-plots of transfer (scaling) functions between reference 180-minute intensities and rain intensities with durations from 5 to 120 minutes (observed within the SHMÚ rainfall gauge network). The envelope curve was determined as the 95th percentile. The rescaled intensities are plotted on the vertical axis.



Obr. 2 Relatívne rozdiely medzi staničnými 180minútovými kvantilmi s dobou opakovania 2 až 100 rokov a nekorigovaným ansámblom kvantilov (získaných z historických behov) regionálnych klimatických modelov. Zobrazené rozdiely boli počítané pre tie gridové body pri ktorých vzdialenosť centroidu gridového bodu k najbližšiemu zrážkomeru bola menšia ako 2 km.

Fig. 2 Relative differences between the station 180-minute quantiles with recurrence times of 2 to 100 years and the uncorrected ensemble of quantiles (derived from historical runs) of regional climate models. The differences shown were calculated for those grid points where the distance of the grid point centroid to the nearest rain gauge was less than 2 km.



Obr. 3 Scenár vývoja kvantilov 15minútových dažďov na Slovensku s dobou opakovania 2 a 100 rokov pre horizont 2080.

Fig. 3 Scenario of the evolution of 15-minute rainfall quantiles in Slovakia with recurrence intervals of 2 and 100 years for the horizon 2080.

4. Záver

Odhadli sme možný vývoj sub-denných intenzít zrážok pre scenár RCP8.5 získaný z ansámblu regionálnych klimatických modelov EURO-CORDEX. Z ročných maximálnych úhrnov sme vypočítali hodnoty kvantilov pre 3hodinové zrážky s použitím GEV rozdelenia v nestacionárnom tvare. Porovnaním kvantilov získaných z údajov zo staničnej siete zrážkomerov a kvantilov získaných z regionálnych klimatických modelov možno usúdiť, že

najmenšie rozdiely sú v prípade 2ročných zrážok, pričom so zvyšujúcou dobou opakovania (5, 10, 20, 30, 50 rokov) majú klimatické modely tendenciu nadhodnocovať (~20–30 %) kvantily zrážok oproti kvantilom počítaným z údajov zo zrážkomerov. Výnimku tvorí iba kvantil zodpovedajúci dobe opakovania 100 rokov. Ako príklad odhadovaných kvantilov uvádzame scenár 15minútových intenzít s dobou opakovania 10 a 100 rokov (obr. 3). Použitie obalovej krivky transférových funkcií zostrojenej vo forme 95. percentilu všetkých lokálnych transférových funkcií nevyhnutne vedie k nadhodnoteniu kvantilov intenzít pre všetky trvania dažďa. Treba tu však podotknúť, že už samotné kvantily počítané pre údaje zo zrážkomerov môžu vykazovať pomerne veľkú mieru neistoty. Ak pripustíme skutočnosť, že namerané intenzity zrážok v zrážkomeroch sú často podhodnotené (predovšetkým vysoké intenzity) v dôsledku účinku vetra, hlavne v horských oblastiach a vysokých hrebeňových polohách, tak nadhodnotenie kvantilov zapríčinené použitím obalovej (škálovacej) krivky tieto diskrepancie môže čiastočne korigovať. Predložená štúdia však nerieši systematické chyby zrážkomerov a s tým spojené aj chyby v odhadoch kvantilov intenzít zrážok. Za účelom korekcie systematických chýb (bias correction) v súčasnosti pracujeme na metóde kvantilového mapovania na nestacionárnej forme GEV distribučnej funkcie.

Literatura

COLES S., 2001. An introduction to statistical modeling of extreme values. Springer Series in Statistics (SSS), Springer, London, pp 209.

ONDERKA M., PECHO J., 2023. Návrhové hodnoty intenzít krátkodobých dažďov na Slovensku. Národný klimatický program Slovenskej republiky, **17/22**, ISBN 978-80-99929-40-2.