

Vyhodnotenie zmien hodnôt návrhových intenzít dažďov simulovaných regionálnymi klimatickými modelmi (EURO-CORDEX) na úrovni krajov, okresov a katastrálnych území obcí Slovenska

Milan Onderka^{1,2*}, Veronika Lukasová², Svetlana Varšová², Katarína Mikulová¹, Jozef Pecho^{1,3}, Dominika Šadláková³

¹ Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeseniova 17, Bratislava, SK-83315.

² Ústav vied o Zemi SAV, v.v.i., Dúbravská cesta 9, Bratislava, SK-84005.

³ Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Mlynská dolina F2, Bratislava, SK-842

ÚVOD

Každý návrh vodohospodárskej infraštruktúry umiestnenej v urbanizovanom prostredí a v malých povodiach si vyžaduje informáciu o frekvencii výskytu intenzívnych atmosférických zrážok s krátkym trvaním pre danú lokalitu (tzv. návrhové hodnoty dažďov). Vo frekvenčnej analýze tradične analyzujeme historické pozorovania, avšak v kontexte prebiehajúcej zmeny klímy výstava otázka použiteľnosti takýchto pozorovaní na odhad návrhových hodnôt dažďov pre budúce obdobia. Spracovali sme viaceré regionálne klimatické modely (RCMs) EURO-CORDEX pre pesimistický emisný scenár RCP8.5. Emisný scenár RCP8.5 sme pri spracovaní výstupov RCMs zvolili preto, že vzhľadom na očakávaný rýchly rast priemernej teploty vzduchu (o cca 4 – 5 °C/K pre obdobie 2066-2095) predpokladáme aj najvýraznejšie zmeny v režime a intenzite krátkodobých dažďov (v porovnaní s RCP2.6, resp. 4.5) na území Slovenska do konca tohto storočia.

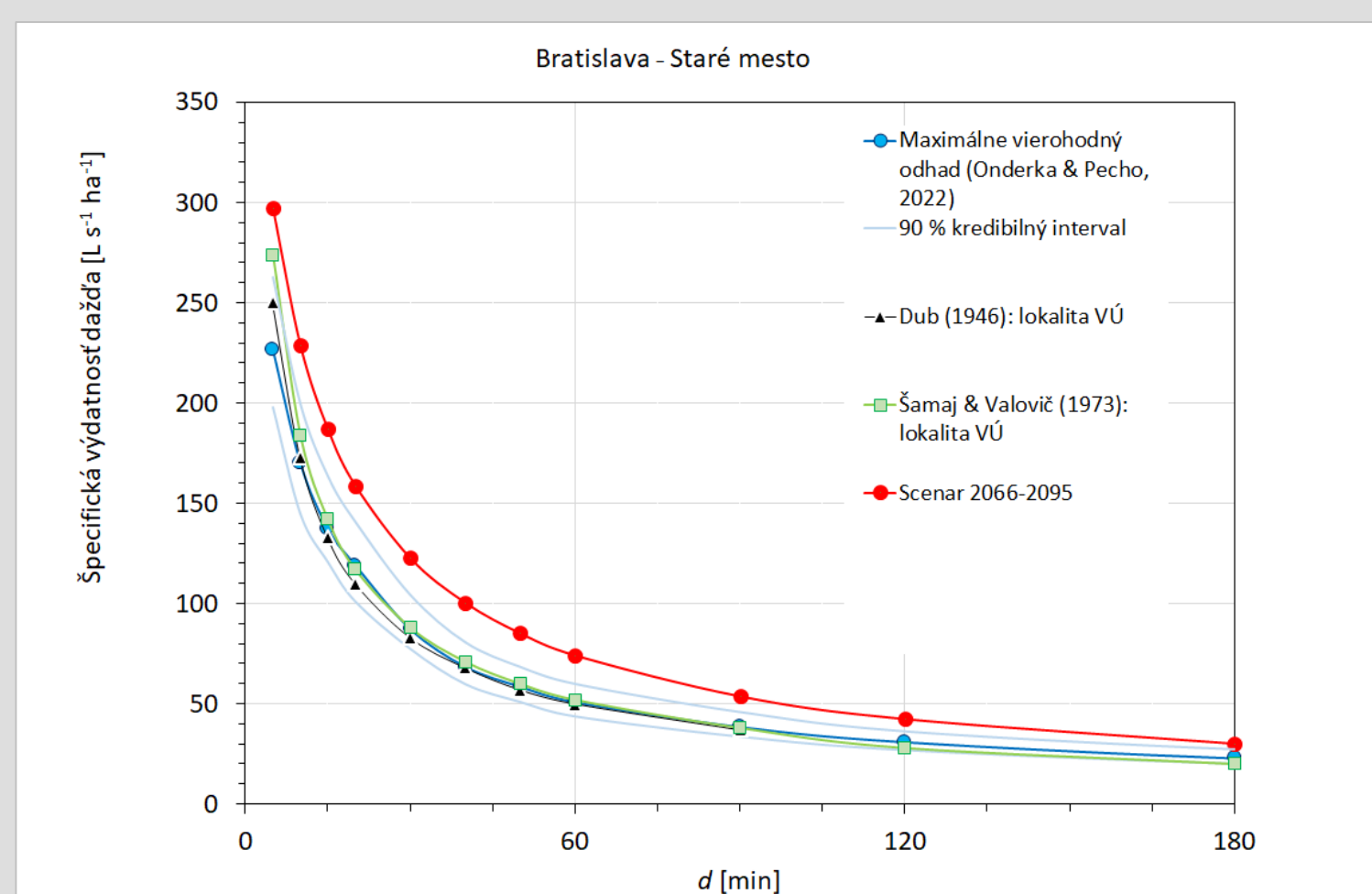
CIEĽ

Nevyhnutnou súčasťou odhadu kvantilov intenzít zrážok z RCMs je korekcia systematických chýb modelu (*bias correction*). Podmienkou použitia dostupných prostriedkov štatistickej korekcie biasu je stacionarita analyzovaných vstupných údajov, ktorá však v prípade klimatickej zmeny sprevádzanej rastúcou teplotou vzduchu a zmeneným režimom zrážok nie je splnená. Cieľom prezentovanej práce navrhl nového matematického postupu založeného na kvantilovom mapovaní s použitím nestacionárneho tvaru generalizovaného rozdelenia extrémnych hodnôt (*non-stat GEV*) s parametrom polohy rozdelenia ako funkcie času.

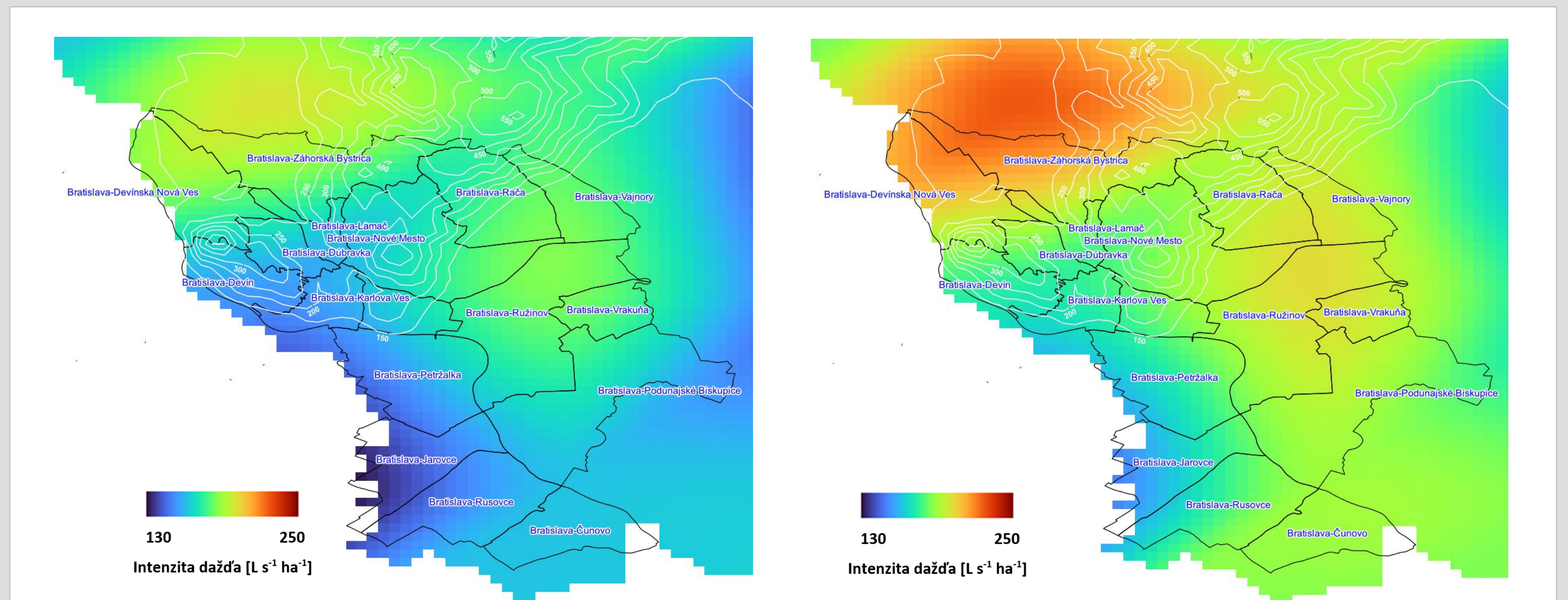
METÓDY VÝSKUMU

Historické behy (1991-2005) a čiastočne aj projekcie RCMs (2006-2021) boli použité na korekciu biasu jednotlivých RCMs simulácií 3-hodinových úhrnov atmosférických zrážok. Na korekciu biasu boli použité staničné pozorovania z najbližšej lokality k príslušnému gridovému bodu (180-minútové kvantily odhadnuté pre 150 lokalít vybavených ombrografom, prípadne automatickým zrážkomerom za obdobie 1991-2021). Následne sme odvodením škálovacích parametrov pre jednotlivé zrážkomerné stanice odhadli kvantily viacerých RCM modelov prislúchajúce dažďovým oddeľom s trvaním 5 až 180 minút, ktoré sme vo forme výsledného ansámblu modelov interpolovali v priestore s priestorovým rozlíšením 500 metrov. Zistené návrhové hodnoty intenzít zrážok sme vyhodnotili pre jednotlivé katastrálne územia obcí v rámci celého Slovenska (celkom 2880 katastrov). Zaujímalo nás, aké zmeny môžeme očakávať v druhej polovici 21. storočia.

VÝSLEDKY



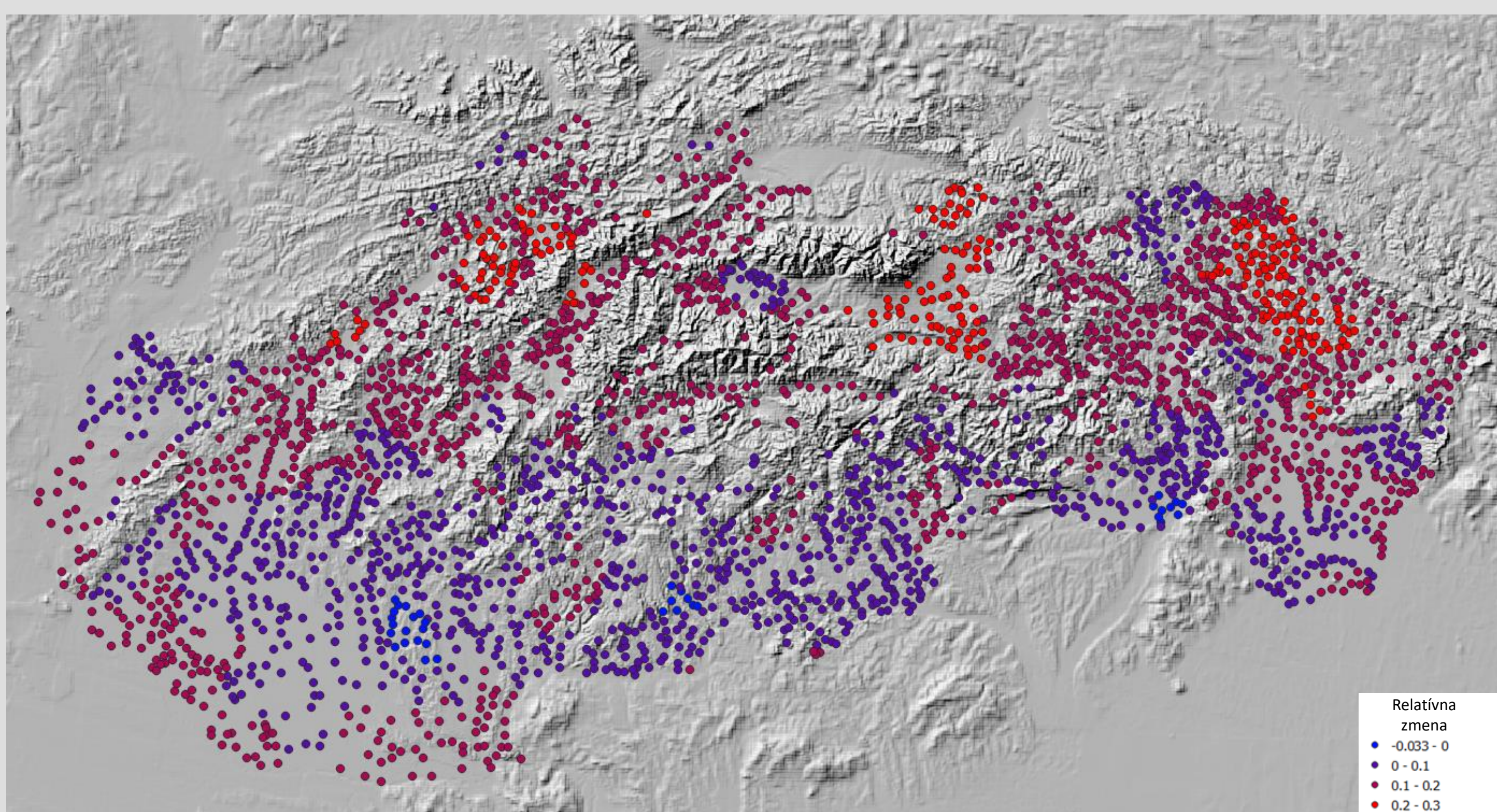
Návrhové intenzity 15-minútového dažďa pre dobu opakovania 2 roky počítané rôznymi metódami z údajov nameraných ombrografmi pre stanicu Bratislava – Staré mesto (Onderka & Pecho, 2022; Šamaj & Valovič, 1973; Dub, 1946). Na porovnanie uvádzame aj výsledky scenára pre horizont 2066-2095.



Priestorová variabilita 15-minútových intenzít vypočítaných z ansámblu modelov pre dobu opakovania 2 roky je zobrazená pre všetky 16 mestských častí Bratislavy pre horizont 1991-2020 reprezentujúci súčasnosť (Obr. 1) a pre horizont 2066-2095 (Obr. 2).

Z porovnania údajov pre dve 30-ročné obdobia (1991-2020 vs. 2066-2095) vyplýva, že 15-minútové intenzity zrážok s dobou opakovania $T = 2, 10$ a 100 rokov budú na konci storočia vyššie ako na jeho začiatku a to na celom území Slovenska (tabuľky vpravo).

Za jednotlivé kraje možno výsledky zhrnúť nasledovne: Prešovský kraj (+15,4%), Žilinský kraj (+15,1%), Trenčiansky kraj (+14,4%), Bratislavský kraj (+11,7%), Košický kraj (+9,4%), Trnavský kraj (+9,2%), a Banskobystrický kraj (+6,9%). Podľa analyzovaných RCM modelov, by sa nárast kvantilov intenzít mal viac prejaviť v prípade intenzít zrážok s krátkou dobou opakovania. S narastajúcou dobou opakovania nárast kvantilov všeobecne vykazuje tendenciu byť menej výrazný.



Percentuálne zmeny intenzity 15-minútového dažďa pre dobu opakovania 2 roky medzi obdobia 1991-2020 a 2066-2095 pre 2880 katastrálnych území Slovenska.

ZÁVER

Pomerne veľkú priestorovú variabilitu v náraste kvantilov intenzít zrážok sme pozorovali na úrovni jednotlivých okresov a katastrov už aj v rámci jedného kraja. Prezentované výsledky majú potenciál slúžiť ako podkladový materiál pri tvorbe národných koncepcií adaptácie krajiny na prebiehajúce klimatické zmeny, ale rovnako aj ako technická pomôcka v posudkovej činnosti SHMÚ, a nakoniec ako podklad k nadväzujúcim výskumným aktivitám autorov.

Zmena 15-minútových výdatností dažďa s dobou opakovania $T = 2$ roky medzi obdobia 1991-2020 a 2066-2095

	Banskobystrický kraj	Bratislavský kraj	Košický kraj	Nitriansky kraj	Prešovský kraj	Trenčiansky kraj	Trnavský kraj	Žilinský kraj
priemer	7.3%	11.8%	9.3%	6.5%	16.2%	14.7%	9.2%	15.2%
max	17.6%	18.8%	24.4%	17.0%	29.6%	27.1%	16.3%	25.4%
min	-2.0%	7.4%	-3.3%	-2.7%	2.7%	4.6%	0.4%	1.8%
P50	6.9%	11.7%	9.4%	5.5%	15.4%	14.4%	9.2%	15.1%
P90	12.2%	15.5%	13.4%	12.4%	24.3%	19.5%	14.3%	20.9%
P10	2.7%	8.9%	4.5%	1.1%	9.7%	10.0%	4.1%	9.9%

Zmena 15-minútových výdatností dažďa s dobou opakovania $T = 10$ rokov obdobia 1991-2020 a 2066-2095

	Banskobystrický kraj	Bratislavský kraj	Košický kraj	Nitriansky kraj	Prešovský kraj	Trenčiansky kraj	Trnavský kraj	Žilinský kraj
priemer	3.6%	3.9%	4.6%	2.9%	8.2%	6.8%	3.6%	7.4%
max	9.6%	7.8%	12.6%	7.8%	15.0%	12.7%	7.0%	12.4%
min	-1.1%	-0.2%	-1.7%	-1.4%	1.5%	2.5%	-3.6%	1.0%
P50	3.4%	4.2%	4.7%	2.6%	7.8%	6.6%	3.4%	7.4%
P90	6.2%	6.5%	6.9%	5.5%	12.0%	9.2%	6.4%	10.2%
P10	1.1%	0.9%	2.1%	0.5%	5.0%	4.6%	1.6%	4.7%

Zmena 15-minútových výdatností dažďa s dobou opakovania $T = 100$ rokov obdobia 1991-2020 a 2066-2095

	Banskobystrický kraj	Bratislavský kraj	Košický kraj	Nitriansky kraj	Prešovský kraj	Trenčiansky kraj	Trnavský kraj	Žilinský kraj
priemer	1.9%	1.9%	2.4%	1.5%	4.4%	3.4%	1.8%	3.9%
max	5.3%	3.7%	6.8%	3.9%	8.1%	6.5%	3.5%	6.6%
min	-0.6%	-0.1%	-0.9%	-0.7%	0.8%	1.4%	-1.8%	0.6%
P50	1.8%	2.1%	2.5%	1.3%	4.2%	3.3%	1.7%	3.9%
P90	3.2%	3.2%	3.6%	2.9%	6.5%	4.7%	3.1%	5.4%
P10	0.6%	0.5%	1.0%	0.2%	2.6%	2.3%	0.8%	2.3%