



Záverečná konferencia projektu „Klimaticky odolná Bratislava – Pilotné projekty zamerané na dekarbonizáciu, energetickú účinnosť budov a udržateľné hospodárenie s dažďovou vodou v mestskom prostredí“ (číslo projektu: ACC01P03)

Od plánu k činom

Nový klimatický plán Bratislavy



Hodnotenie zraniteľnosti a rizík na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy

Príloha č.2 k Akčnému plánu udržateľného energetického rozvoja a adaptácie na zmenu klímy

Mgr. Eva Čulová, PhD.¹, Mgr. Monika Jurašiková¹, Mgr. Martin Jančovič, PhD.¹

doc. RNDr. Eva Pauditšová², PhD., RNDr. Martin Šalkovič²

¹ Sekcia územného plánovania, Metropolitný inštitút Bratislavy

² Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Katedra environmentálnej ekológie a manažmentu krajiny

Realizované s podporou grantu EHP a Nórskeho grantu a s príspevkom zo Štátneho rozpočtu SR v rámci projektu Klimaticky odolná Bratislava – Pilotné projekty zamerané na dekarbonizáciu, energetickú účinnosť budov a udržateľné hospodárenie s dažďovou vodou v mestskom prostredí (číslo projektu: ACC01P03)

Záverečná konferencia „Od plánu k činom: Nový klimatický plán Bratislavy“ 16.4.2024 v Bratislave

Obsah

Postup spracovania hodnotenia zraniteľnosti a rizík (HZaR)

Scenáre zmeny klímy, dôsledky hodnotenie zraniteľnosti jednotlivých sektorov

Hodnotenie zraniteľnosti a rizík zamerané na horúčavy a krátkodobé intenzívne zrážky pomocou priestorových údajov

Zhrnutie a využitie výstupov pre SECAP

Akčný plán udržateľnej energetiky a adaptácie na zmenu klímy (SECAP)

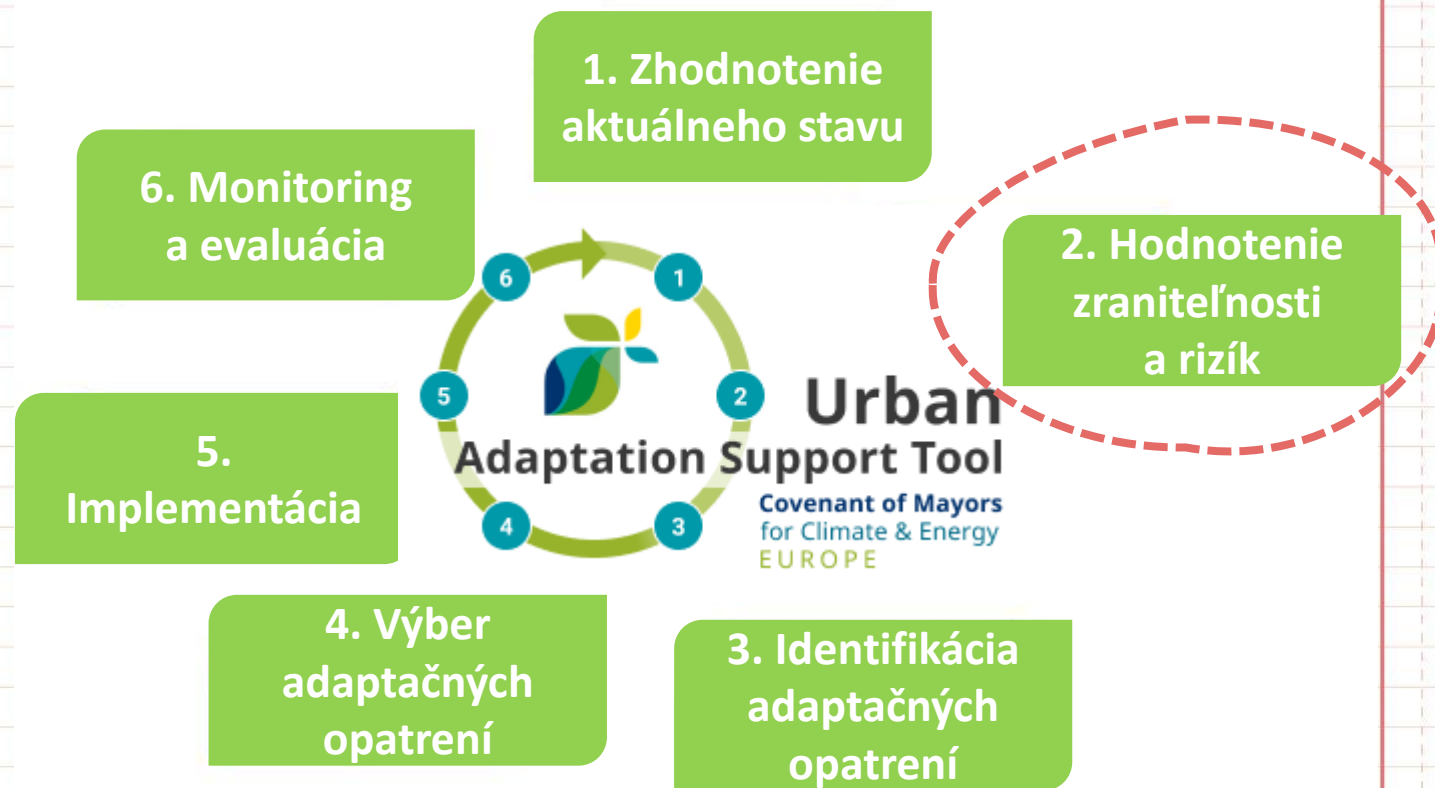
Príloha 2 SECAP – Hodnotenie zraniteľnosti a rizík nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy



Viac informácií o projekte „KLIMATICKY ODOLNÁ BRATISLAVA...“ nájdete na <https://klimatickyodolna.bratislava.sk>

Význam hodnotenia zraniteľnosti a rizík

Identifikácia
problematických lokalít,
aby mohlo mesto **znižovať**
zraniteľnosť, a teda aj
mieru **rizika** spojeného s
dôsledkami nepriaznivých
prejavov zmeny klímy



Obsah v HZaR

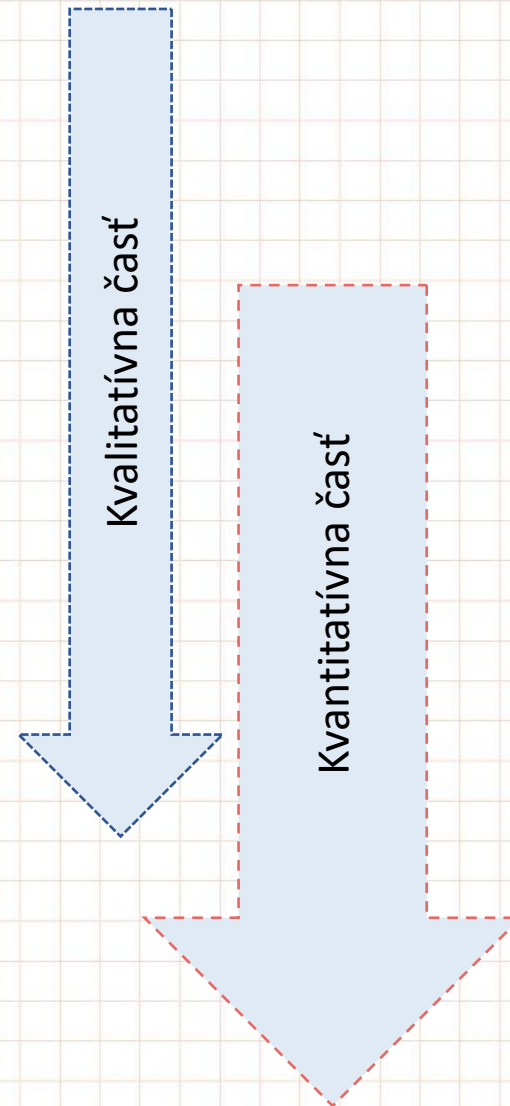
Zhodnotenie scenárov vývoja zmeny klímy

- Teplota vzduchu, vlny horúčav
- Zrážky a privalové zrážky
- Sucho, vietor

Dôsledky očakávanej zmeny klímy a sektorov jednotlivých sektorov a obyvateľov mesta, zraniteľnosť

Hodnotenie zraniteľnosti a rizík pomocou priestorových údajov pre:

- horúčavy a obyvateľstvo z hľadiska veku
- intenzívne krátkodobé zrážky a dopravnú infraštruktúru a budovy



Scenáre zmeny klímy a dôsledky pre mesto Bratislava

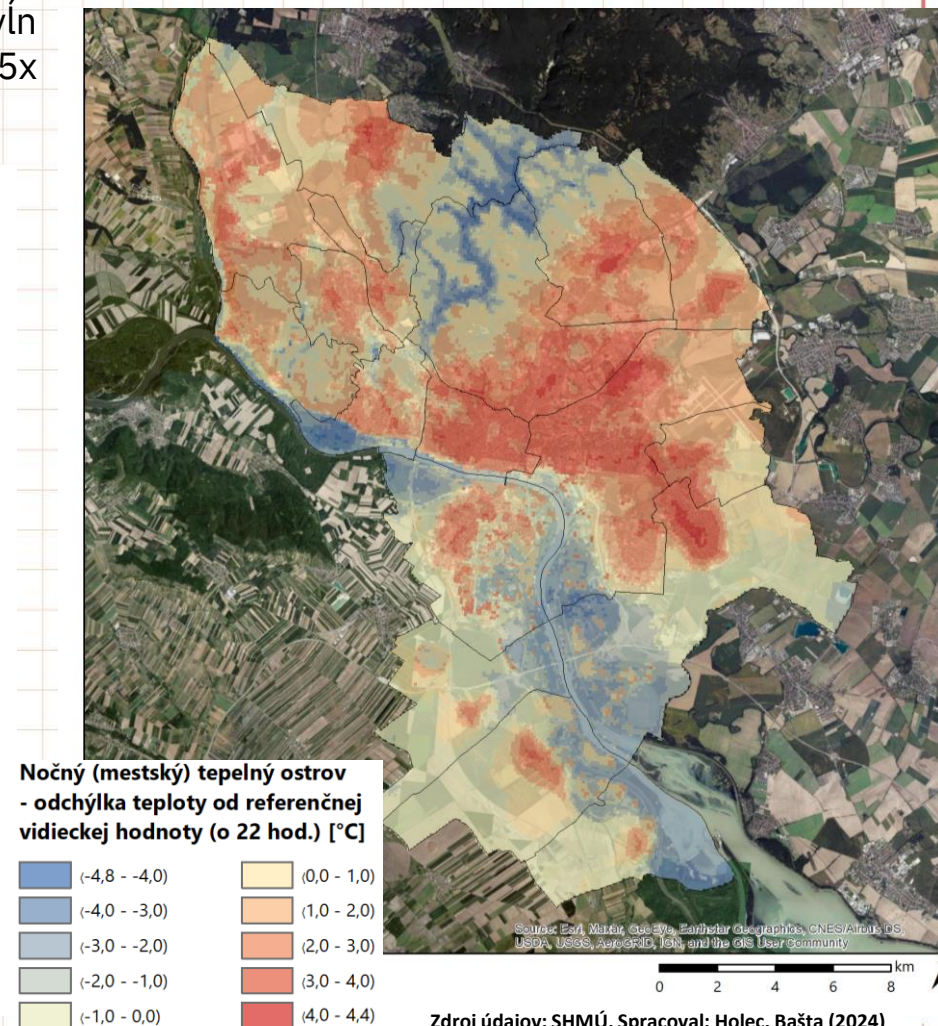
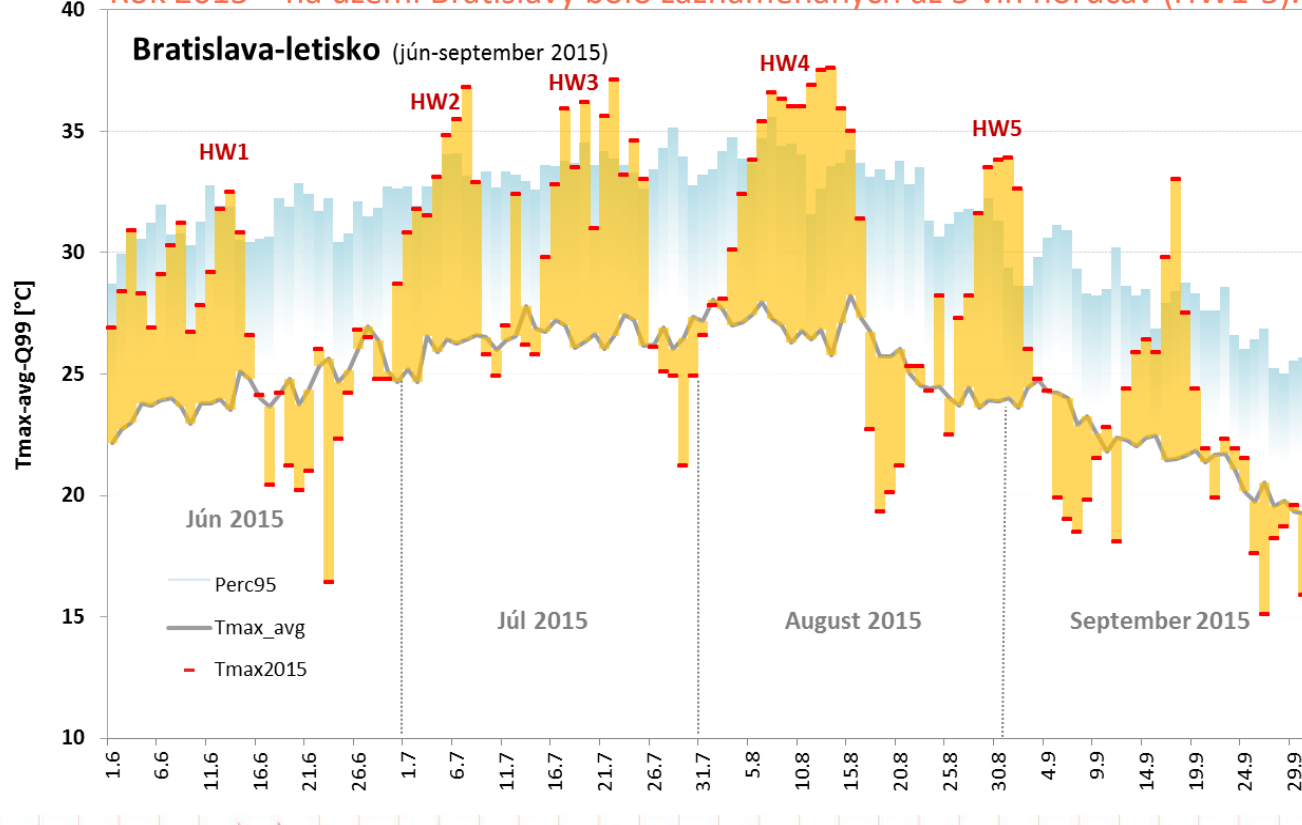


Foto: Marek Velček

Scenáre vývoja klímy pre Bratislavu

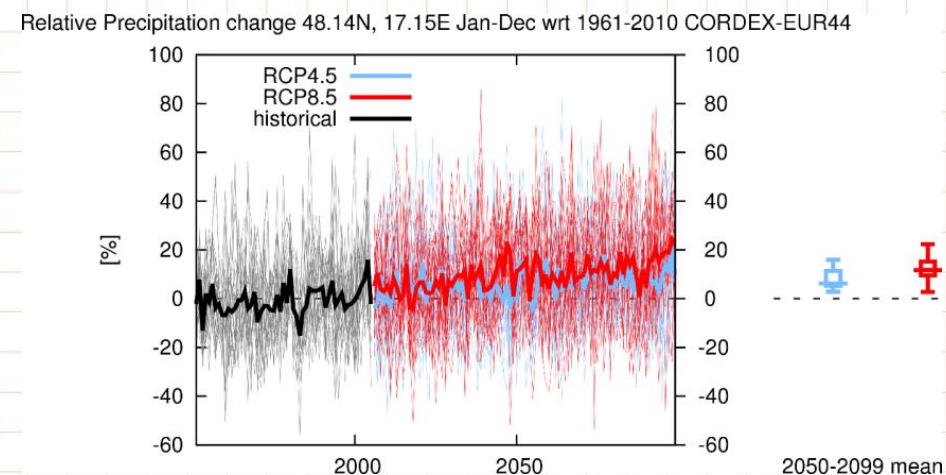
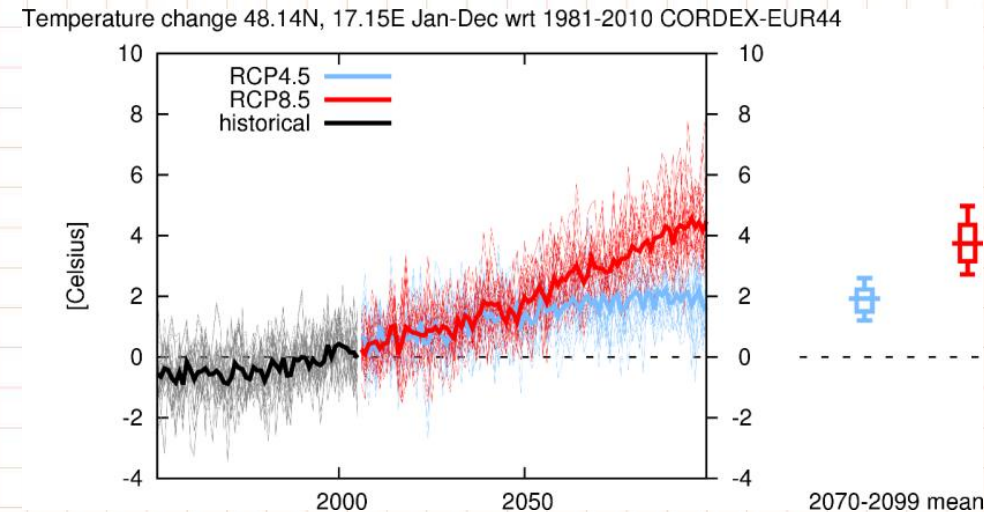
- predpoklad zvýšenia priemerných teplôt vzduchu v Bratislave a okolí: **do roku 2030 nárast o 0,7 – 0,9 °C** (teda z 10,1 na 11,0 °C), **do roku 2050 o približne 2,0 – 3,0 °C** (na 12,1 – 12,6 °C), **do roku 2100 o 3,5 – 6,0 °C** (na 13,6 – 14,1 °C) (Pecho, 2020; Pecho et al., 2024).
- do roku 2050 – vzrast frekvencie, dĺžky a intenzity vln horúčav (od mája do septembra, T nad 30 a 35°C), 3 až 5x častejšie

Rok 2015 – na území Bratislavy bolo zaznamenaných až 5 vln horúčav (HW1-5).



Scenáre vývoja klímy pre Bratislavu

- pokračovanie **poklesu mrazových dní** a dní so snehovou pokrývkou (Lapin et al., 2019)
- zatiaľ čo zimné a jesenné úhrny atmosférických **zrážok** postupne **pomaly porastú**, jarné a letné úhrny atmosférických zrážok **budú klesať**
- **prívalové a intenzívne krátkodobé zrážky** budú častejšie a intenzívnejšie - v scenári **RCP4.5** ide o nárast o +5 až +8 %, resp. o +10 až +14 %, v **RCP8.5** ide o nárast +18 až 25 %, resp. +25 až +35 % do roku 2050
- Rastúci trend výskytu **extrémnych poveternostných situácií** (Pecho et al., 2024)



Predpokladané scenáre priemernej ročnej teploty vzduchu (hore) a ročného úhrnu atmosférických zrážok (dole) v oblasti Bratislavy na základe výstupov zo 16 regionálnych klimatických modelov (RCMs) v rámci ensmbly CORDEX-EUR44 s priestorovým rozlíšením 50 × 50 km, podľa dvoch zvolených RCP scenárov (RCP4.5 a RCP8.5) do roku 2099 (Zdroj: CORDEX-EUR44 in Pecho, 2020).

Dôsledky očakávanej zmeny klímy pre vybrané sektory a obyvateľov mesta a miera všeobecnej zraniteľnosti

Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy HM SR BA (2014), riadené štruktúrované rozhovory s odborníkmi z oblastí vybraných pre SECAP

Sektory*	Klimatické hrozby			
	Teplotné extrémny a vlny horúčav	Zrážky (najmä privalové)	Sucho	Iné extrémny počasie (vietor a i.)
Obyvateľstvo a zdravie	vysoká	vysoká	nízka	vysoká
Energetika	vysoká	nízka	nízka	vysoká
Krízové riadenie	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká
Vodné zdroje a zásobovanie pitnou vodou	nízka	nízka	vysoká	nízka
Budovy	stredná	stredná/vysoká	nízka	nízka
Mestská hromadná doprava	vysoká	vysoká	nízka	vysoká
Biodiverzita, lesné hospodárstvo, mestská zeleň	vysoká	vysoká	vysoká	vysoká
Odpady	stredná	nízka	nízka	stredná
Odpadové vody	nízka	stredná/vysoká	nízka	nízka

*Kategorizácia v zmysle Dohovoru primátorov a starostov

Hodnotenie ZaR pomocou priestorových údajov



Priestorové spracovanie HZaR

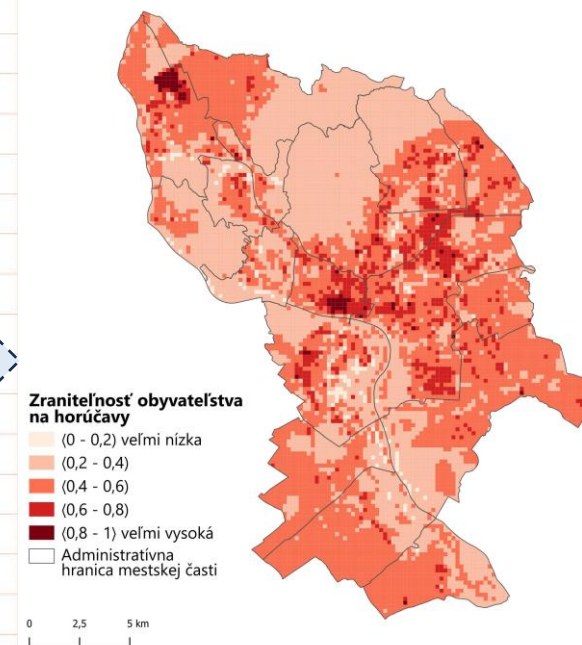
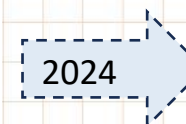
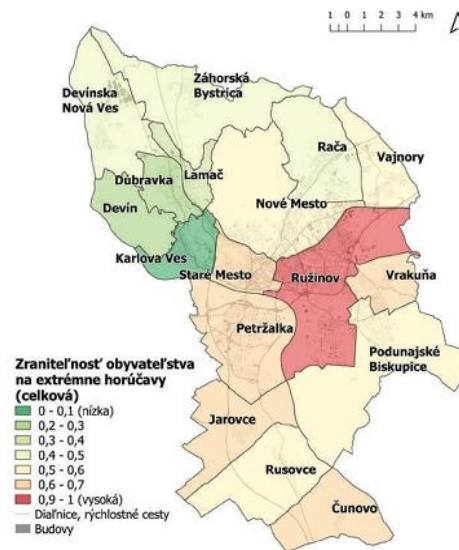
Fokus bol na nepriaznivé dôsledky **extrémnych horúčav** (v súvislosti s obyvateľstvom z hľadiska veku) a **intenzívnych krátkodobých zrážok** (v súvislosti s vybranou dopravnou infraštruktúrou a budovami).

Súčasná zraniteľnosť vs. zraniteľnosť na základe vývoja scenárov (nielen) vývoja zmeny klímy – *Životné prostredie – scenáre rozvoja hlavného mesta SR do r. 2050* (MIB, v príprave)

Spracovanie podľa metodiky IVAVIA (Rome et al., 2018) vo väčšej podrobnosti v porovnaní s rokom 2020 – úroveň mestských častí -> **200 x 200 m**



Útvár hlavnej architektúry hlavného mesta SR Bratislavy
v spolupráci s Prírodovedeckou fakultou UK v Bratislave

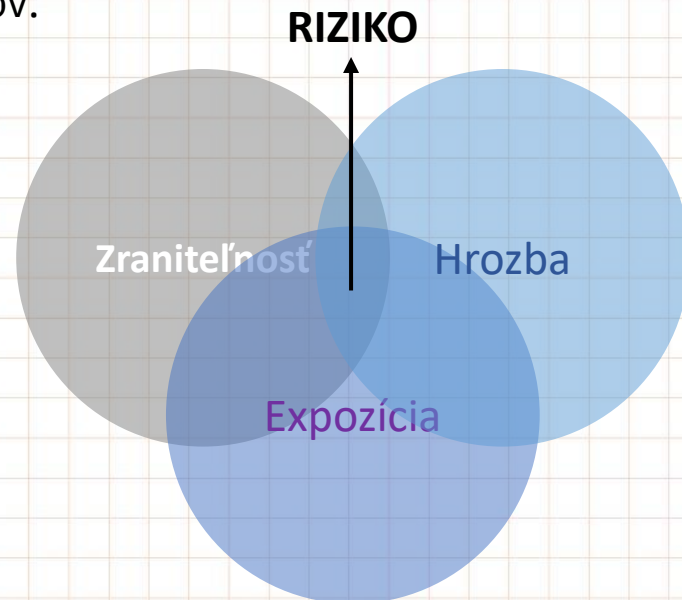


Konceptuálny rámec HZaR

ZRANITEĽNOSŤ miera **citlivosti** systému na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, alebo **neschopnosť systému vyrovnať sa** s týmito nepriaznivými dôsledkami.

EXPOZÍCIA – miera vystavenia obyvateľstva, objektov, infraštruktúry a pod. na miestach, ktoré môžu byť vystavené nepriaznivým dôsledkom (prejavom) zmeny klímy.

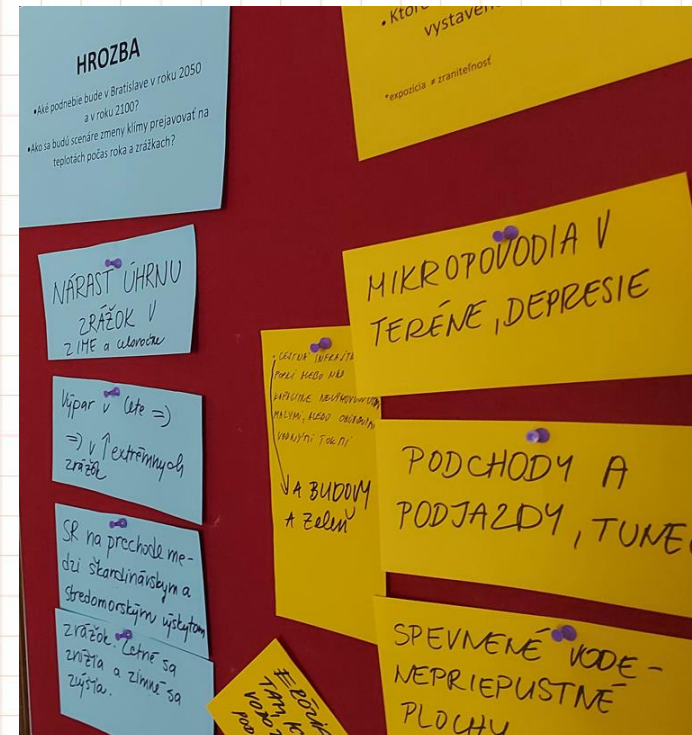
HROZBA – možný výskyt prírodných alebo človekom vyvolaných mimoriadnych udalostí alebo trendov.



Zraniteľnosť systému, jeho **expozícia** a intenzita **hrozby** potom uvádzajú výsledné **RIZIKO** dôsledkov zmeny klímy pre systém (mesto, obyvateľstvo, infraštruktúru, ...).

Zjednodušená adaptácia konceptuálneho rámca pre hodnotenie zraniteľnosti na základe rizík v zmysle [IPCC AR5 \(2014\)](#), *Rome et al. (2018)*

Zdroje informácií a údajov do HZaR



- **Workshopy s odbornou verejnosťou**
(tvorba tzv. dopadových reťazcov)
- **Databázové údaje:** ŠÚ SR, ÚPSVaR, SHMÚ a i.
- **Verejne dostupné dáta:** Copernicus, EarthExplorer, OpenStreetMap a i.
- **Využitie rôznych nástrojov:** InVEST, SAGA GIS, QuickScan

Kritériá pre výber indikátorov: v súlade s výstupmi z workshopov, dostatočná úroveň detailu, dostupnosť dát (v súčasnosti aj v budúcnosti, z hľadiska práv, licencií atď.)

Hodnotenie ZaR extrémnych horúčav pre obyvateľstvo



Použité indikátory

Zraniteľnosť

Citlivosť

Hustota nezamestnaných obyvateľov,
poberateľov dávok v hmotnej núdzi

Hustota objektov sociálnych a zdravotníckych
zariadení (pobytových), predškolských zariadení,

Podiel nepriepustného povrchu

Pamiatkovo chránené územia

Poľnohospodárska pôda bez vegetácie

Disponibilná kapacita

Hustota obyvateľov s vysokoškolským
vzdelaním a v produktívnom veku

Priemerný vegetačný index (NDVI)

Prítomnosť vodných tokov a plôch

Dostupnosť prírodných vôd vhodných na
kúpanie, verejných kúpalísk a plavární

Expozícia

Deti vo veku do 6 rokov,

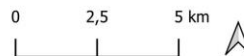
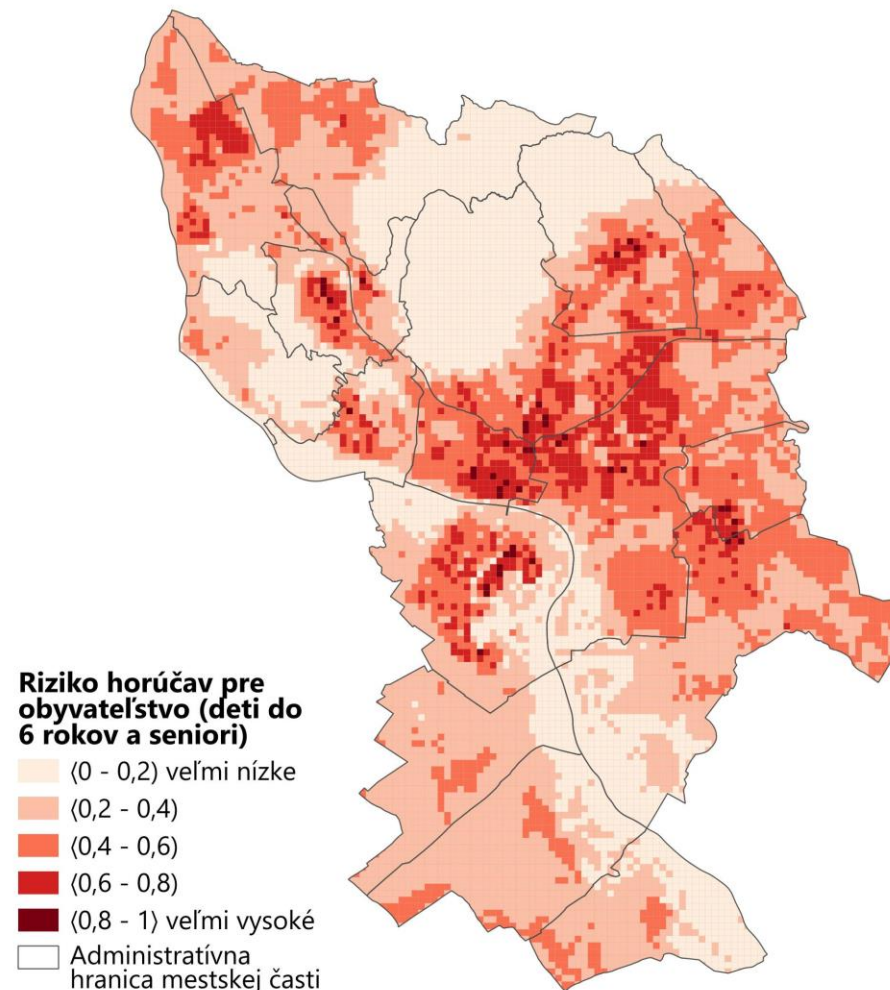
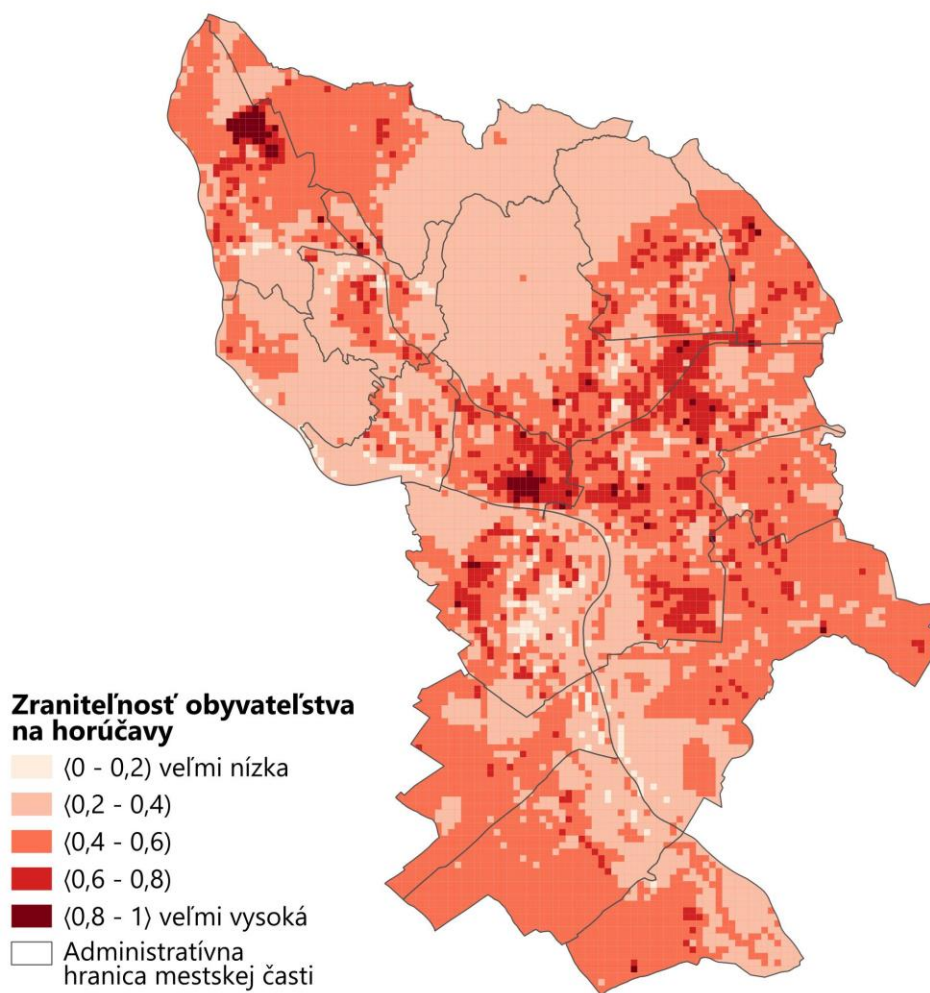
Seniori vo veku 65 a viac rokov

Hrozba

Denný a nočný tepelný ostrov (2015)

Teplota povrchov vybrané mesiace (2018-2021)

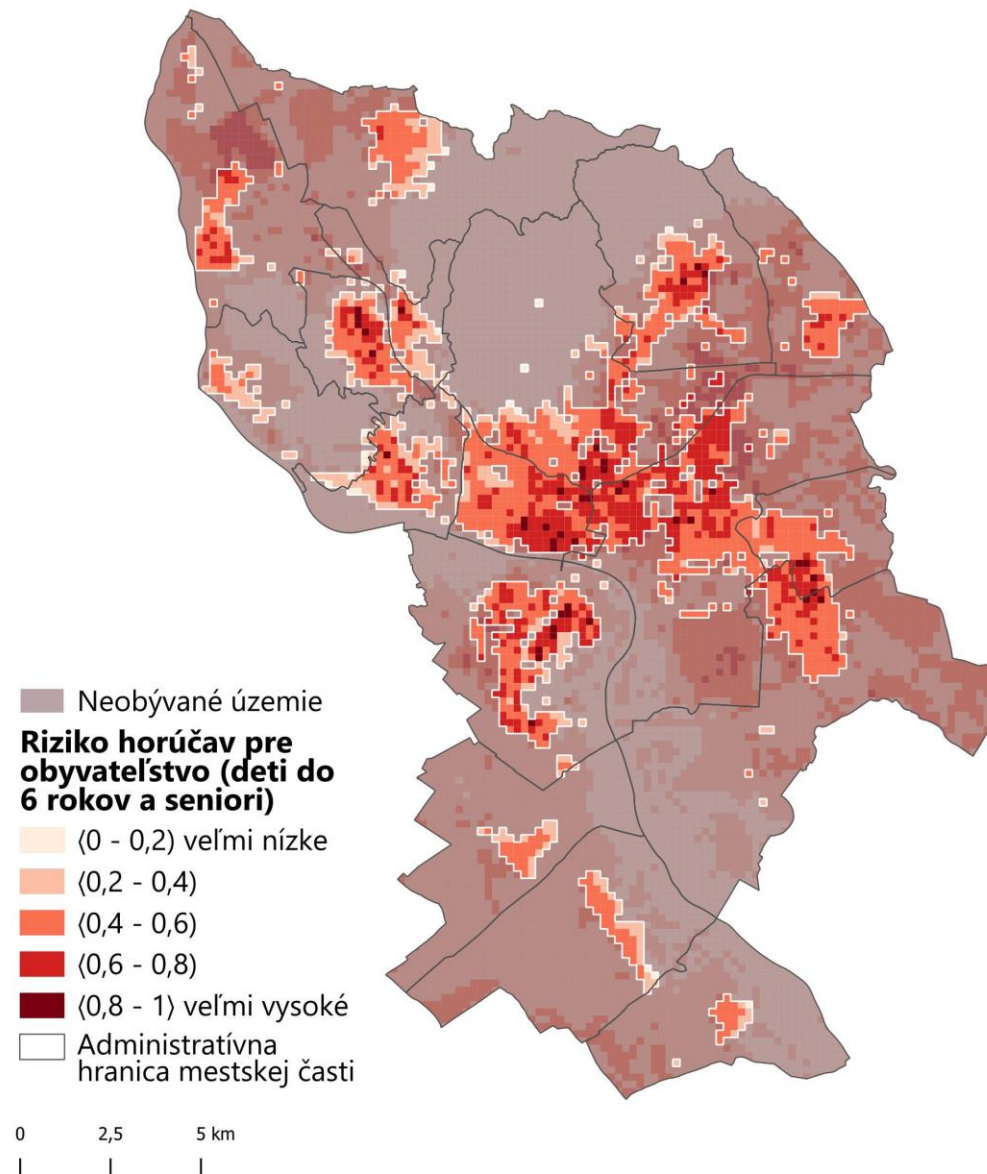
Zraniteľnosť obyvateľstva na horúčavy a riziko horúčav z hľadiska veku



Riziko horúčav pre obyvateľstvo z hľadiska veku

Podiel z celkovej rozlohy	Stupeň rizika
27,4 %	veľmi nízke
39,9 %	nízke
25,7 %	stredné
6,5 %	vysoké
0,5 %	veľmi vysoké

Z hľadiska vybraných vekových kategórií je relevantné posudzovať riziko najmä v súvislosti s územiami, kde prevažuje obytná funkcia.



Hodnotenie ZaR intenzívnych zrážok pre vybranú dopravnú infraštruktúru a budovy

Zraniteľnosť (indikátory)

Citlivosť

Hustota nezamestnaných obyvateľov, obyvateľov v neproduktívnom veku, poberateľov dávok v hmotnej núdzi

Podiel nepriepustného povrchu

Úroveň hladiny podzemnej vody pod terénom územia ohrozené potenciálnou vodnou eróziou a zosuvmi

Pamiatkovo chránené územia, ochran. pásma

Environmentálne záťaže *(iba pre budovy)*

Počet zastavení spojov na zastávkach mestskej hromadnej dopravy za 24 hod. *(iba pre dopravu)*

Disponibilná kapacita

Hustota obyvateľov s vysokoškolským vzdelaním

Hustota obyvateľov v produktívnom veku

Retenčná kapacita územia (ekosystémová služba)

Priemerný vegetačný index (NDVI)

Počet osobných automobilov *(iba pre dopravu)*

Expozícia (indikátory)

Topografický index vlhkosti

Doprava:

- dĺžka vybranej dopravnej infraštruktúry

Budovy:

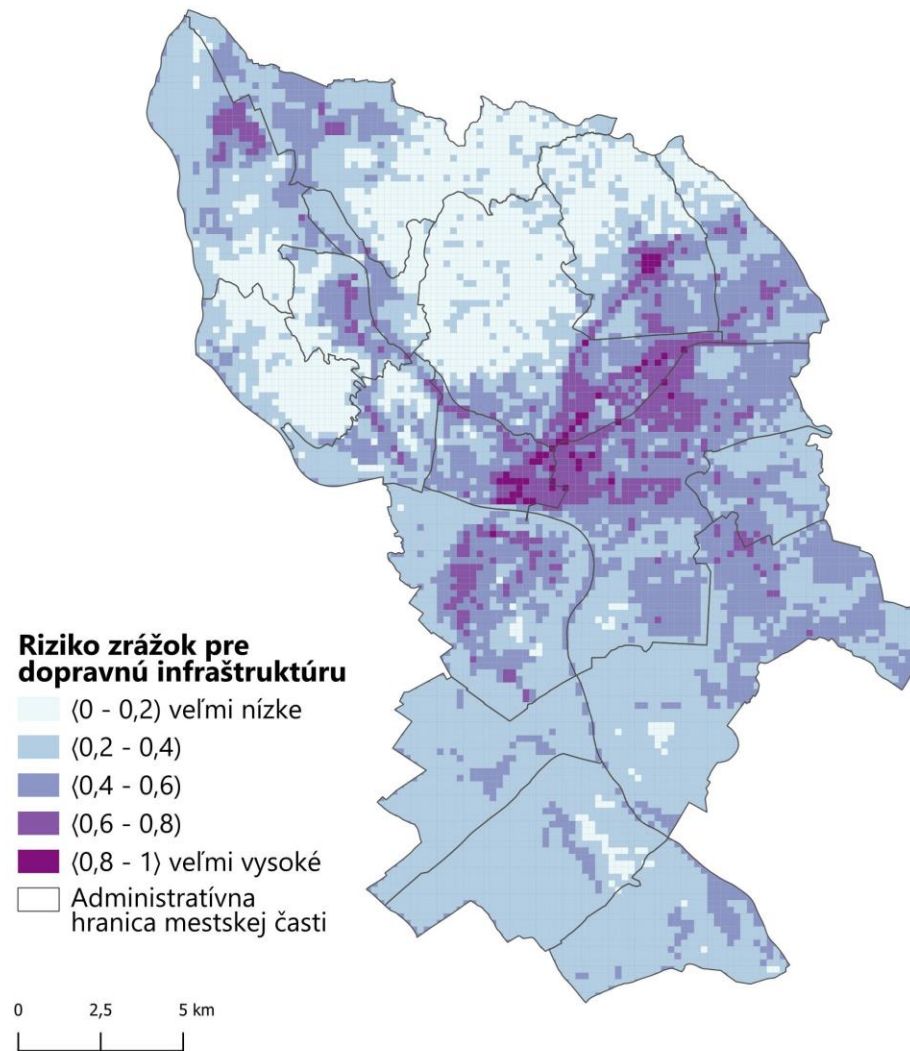
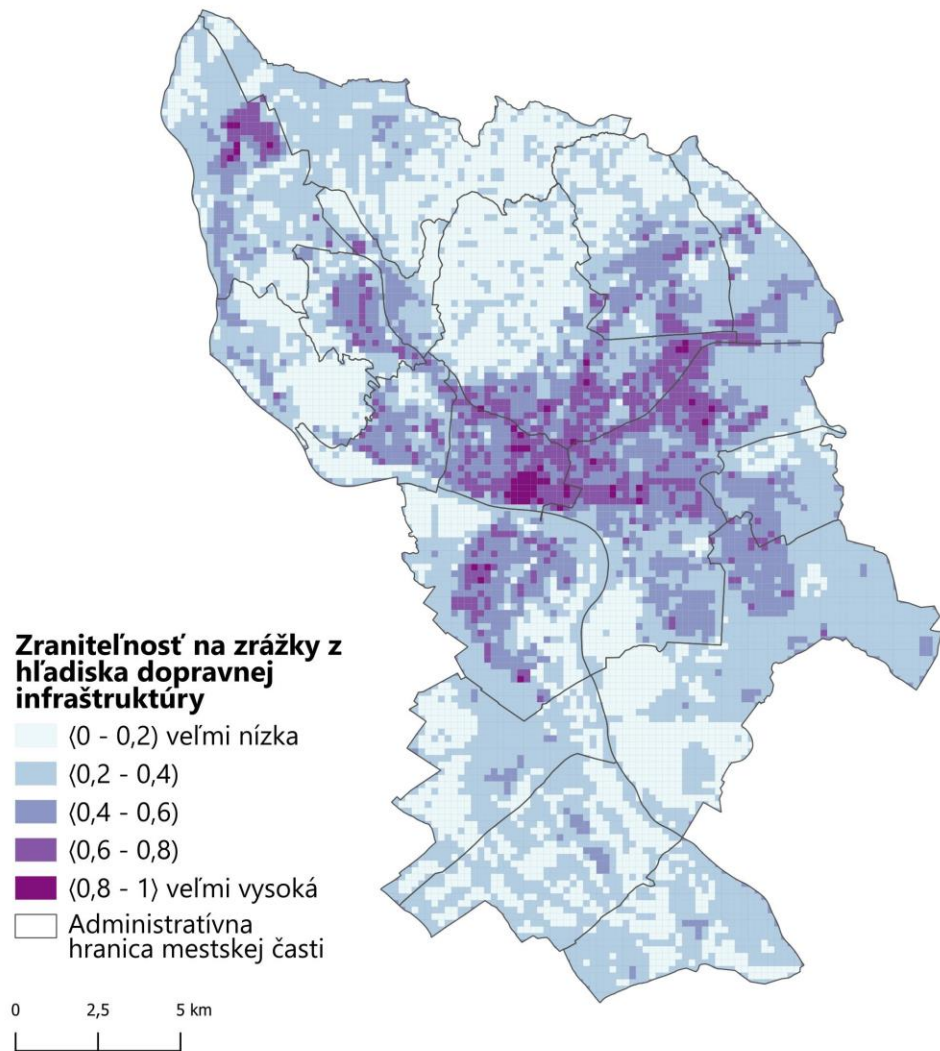
- zastavanosť obytnými a ostatnými budovami

Hrozba (indikátory)

Rozloha záplavového územia Q_{100}

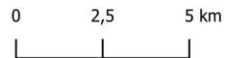
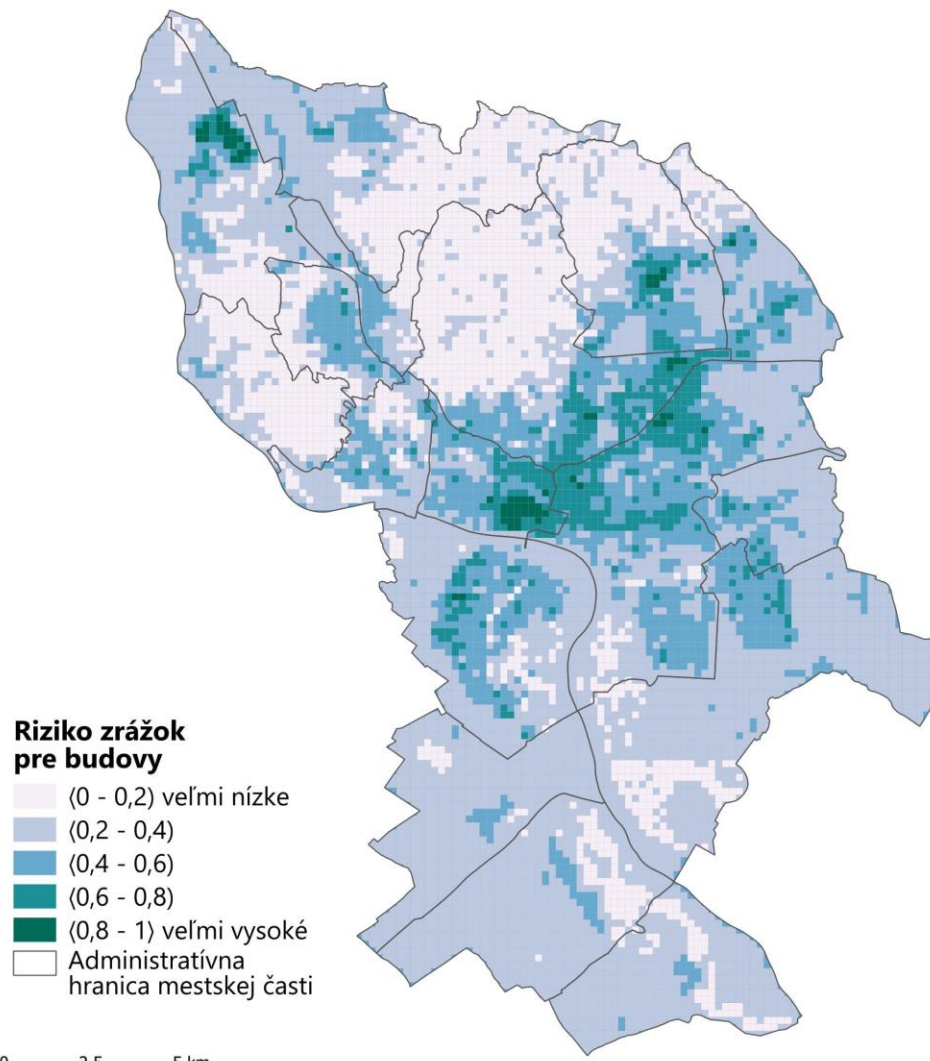
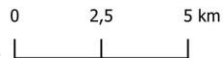
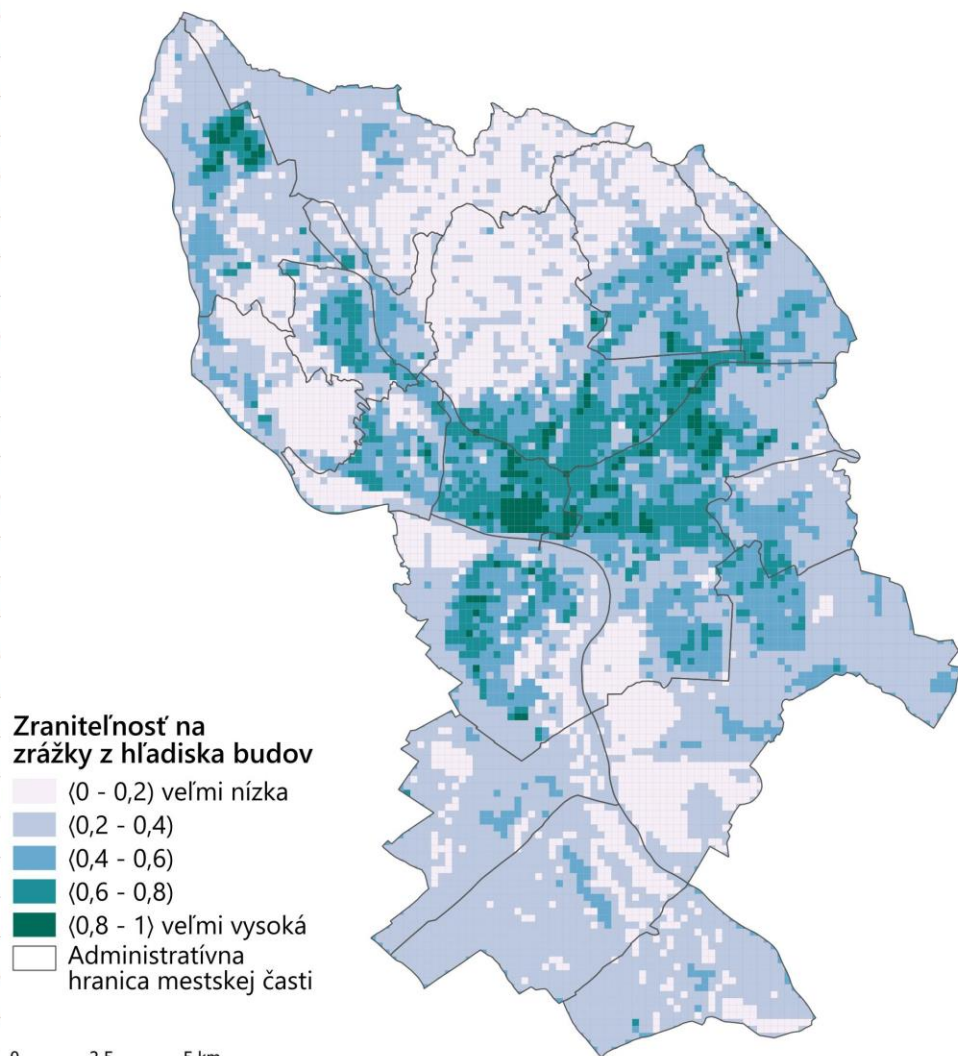
Priemerný počet dní s úhrnom zrážok nad 20 mm za obdobie 1991 – 2020

Zraniteľnosť na zrážky a riziko pre vybranú dopravnú infraštruktúru



Podiel z rozlohy	Riziko
18 %	veľmi nízke
49 %	nízke
26 %	stredné
7 %	vysoké
1 %	veľmi vysoké

Zraniteľnosť na zrážky a riziko zrážok pre budovy

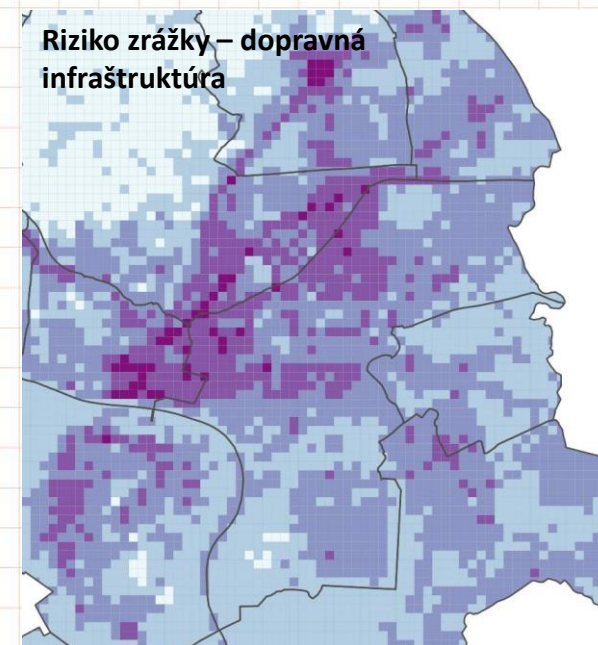
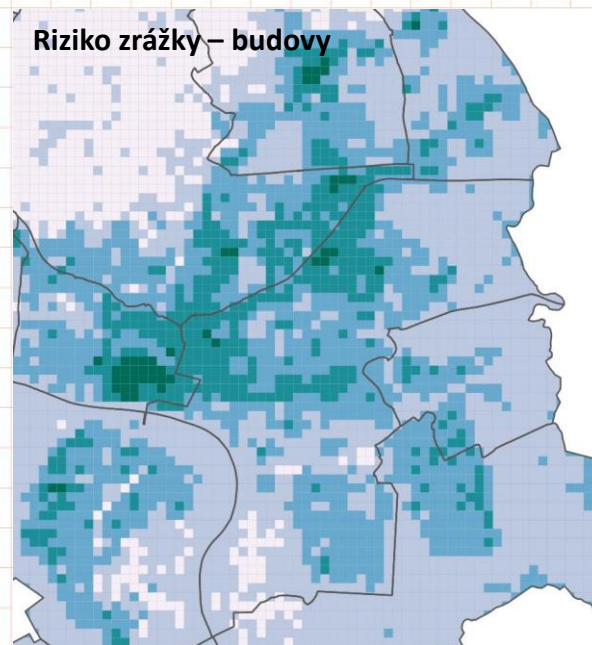
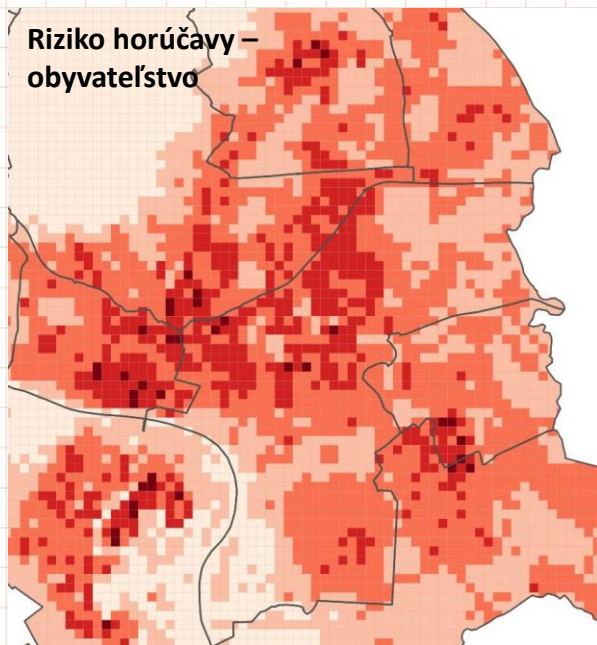


Podiel z rozlohy	Riziko
22 %	veľmi nízke
54 %	nízke
18 %	stredné
6 %	vysoké
1 %	veľmi vysoké



**Čo vyplýva z hodnotenia
zraniteľnosti a rizík?**

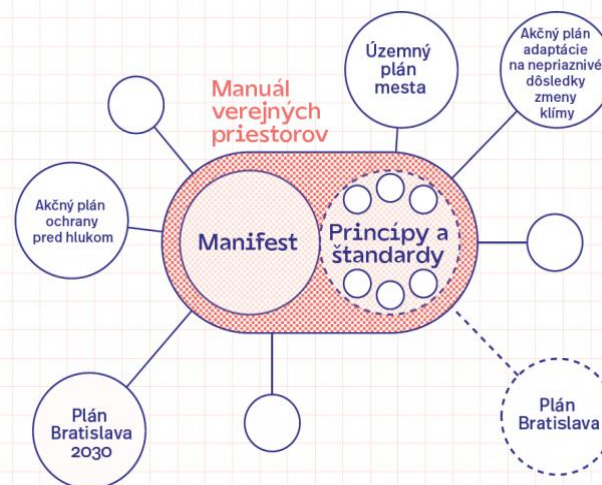
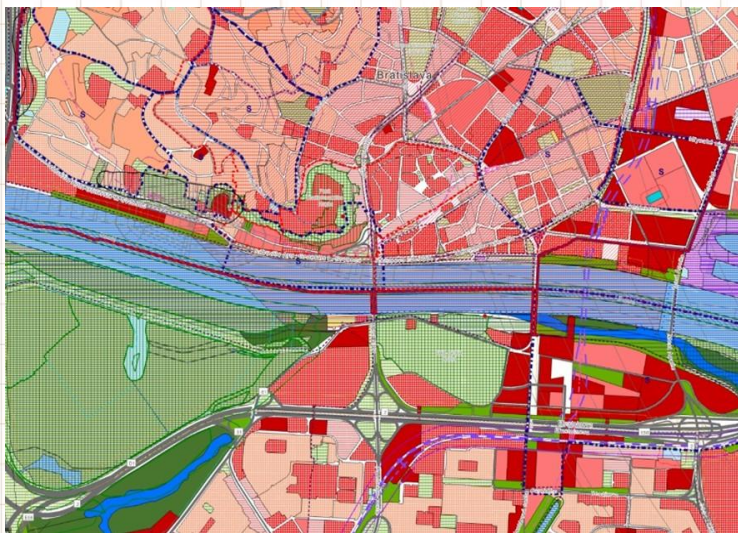
Zhrnutie



- oblasti s vysokým rizikom horúčav alebo zrážok pre obyvateľstvo, budovy, vybranú dopravnú infraštruktúru sa koncentrujú **v centrálnej časti mesta, s presahom najmä do SV segmentu** (Staré Mesto, Nové Mesto, Ružinov), čiastočne aj na juhu (Petržalka)
- ojedinele v SZ segmente (menšie územia, priemyselná oblasť)
- k vzniku „hotspotov“ prispievajú často oblasti s OV, skladové a priemyselné areály
- realizáciou opatrení pre **zníženie zraniteľnosti -> zníženie rizika**

Využitie hodnotenia zraniteľnosti a rizík

- informačné podklady pre implementáciu adaptačného plánovania ako súčasť územnoplánovacích podkladov a štúdií, regulatívov územného rozvoja
- informačný podklad pre integráciu adaptačno-mitigačných opatrení do:
 - celomestských stratégií, koncepcií
 - sektorálnych politík
 - dokumentácií pre obnovu verejných priestorov, objektov, pre výsadby zelene a pod.
 - tvorby plánov krízového manažmentu ...
- Pre ďalšie problémové oblasti/sektory - možná úprava a zacielenie HZaR, doplnenie indikátorov, resp. aktualizácia HZaR (min. každé 4 roky)



Použité zdroje

Pecho, J., 2020. Globálny kontext zmeny klímy. In Atlas hodnotenia zraniteľnosti a rizík na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta SR Bratislavy. Bratislava: Hlavné mesto SR Bratislava. 120 s. ISBN 978-80-570-2202-2.

Pecho, J., Holec, J., Patschová, A., Čulová, E., 2024. Pozorované a očakávané dôsledky zmeny klímy v regióne hl. mesta Bratislavy. In Metropolitný inštitút Bratislavy. 2024. Štúdia s prognóznym zameraním na profilovanie Bratislavy ako odolného mesta 21. storočia: Životné prostredie – scenáre rozvoja hlavného mesta SR do r. 2050. Bratislava: Metropolitný inštitút Bratislavy. (v príprave)

Rome, E., Bogen, M., Lückerath, D., Ullrich, O., Voss, H., Voß, N., Worst, R., 2018. IVAVIA Guideline. Impact and Vulnerability Analysis of Vital Infrastructures and built-up Areas. Dostupné na: [http:// www.resin-cities.eu/resources/tools/ivavia/](http://www.resin-cities.eu/resources/tools/ivavia/) [citované 2021-05-28].

Rome, E., Bogen, M., Lückerath, D., Ullrich, O., Voss, H., Voß, N., Worst, R. 2018. Appendix – IVAVIA Guideline. EU H2020 RESIN (GA no. 653522), D2.3 (Annex). Dostupné na: https://www.iais.fraunhofer.de/content/dam/iais/gf/um/PDF/IVAVIA_Guideline_v3_final_Appendix_web.pdf

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Ďakujeme za pozornosť!

Aktivita sa realizovala v rámci projektu

Klimaticky odolná Bratislava – Pilotné projekty zamerané na dekarbonizáciu, energetickú účinnosť budov a udržateľné hospodárenie s dažďovou vodou v mestskom prostredí (projekt č. ACC01P03).

Projekt bol podporený Grantom EHP a Nórska, s príspevkom zo štátneho rozpočtu SR.

Kontakt

eva.culova@mib.sk
<https://www.mib.sk>



PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA
Univerzita Komenského
v Bratislave


BRATISLAVA



Záverečná konferencia projektu „Klimaticky odolná Bratislava – Pilotné projekty zamerané na dekarbonizáciu, energetickú účinnosť budov a udržateľné hospodárenie s dažďovou vodou v mestskom prostredí“ (číslo projektu: ACC01P03)

Od plánu k činom

Nový klimatický plán Bratislavy