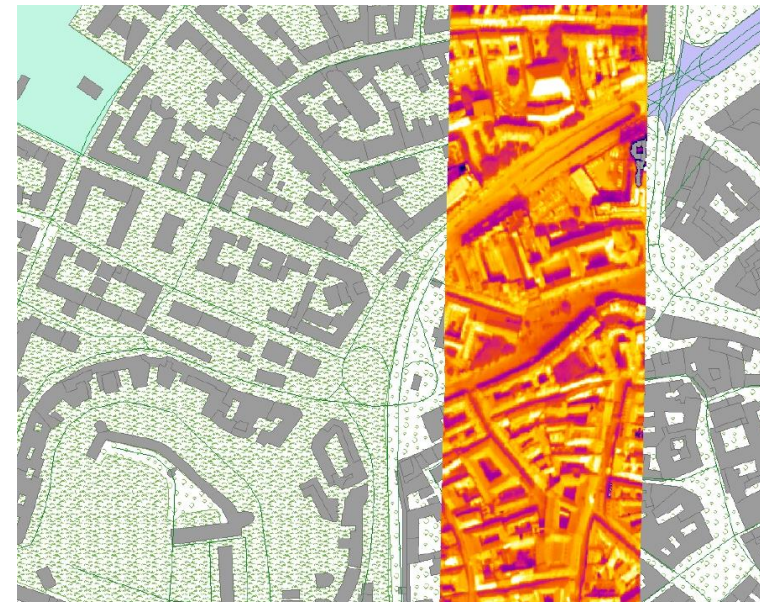


# Workshop 4 – Hodnotenie zraniteľnosti na negatívne dôsledky zmeny klímy

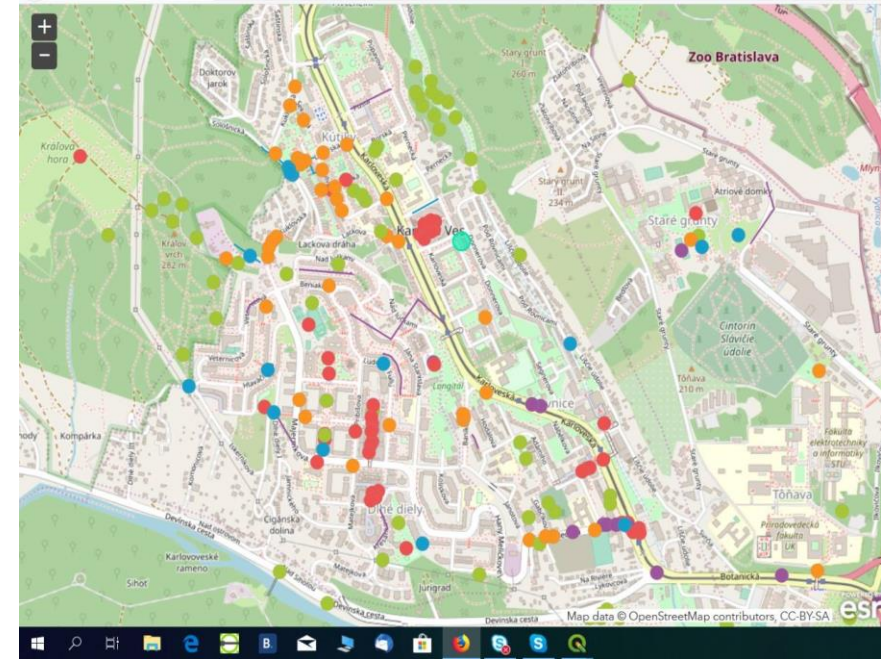


2.9.2021

Ing. Zuzana Hudeková, PhD.

# O čom budeme hovoriť

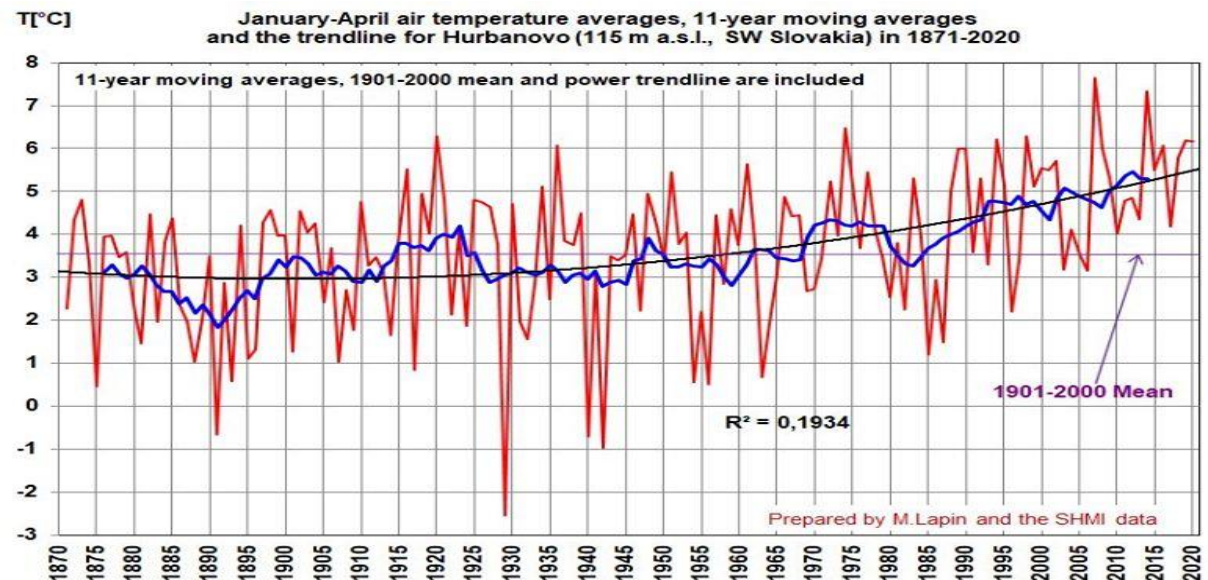
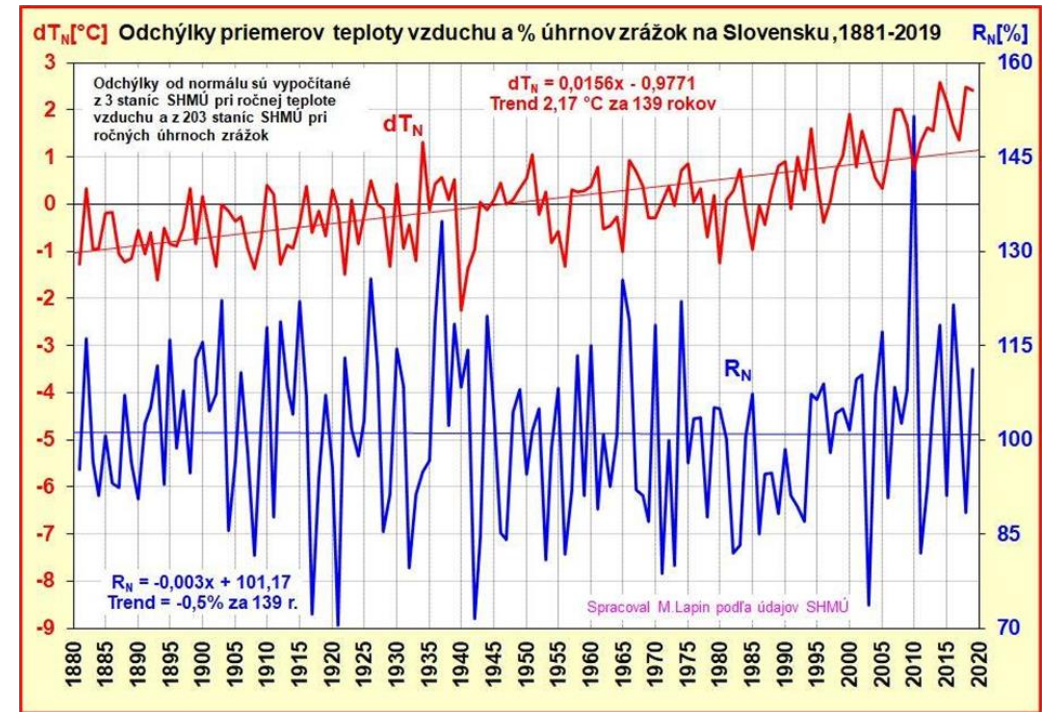
1. Dôsledky zmeny klímy (scenáre) a metodika hodnotenia zraniteľnosti (expozícia na daný dôsledok zmeny klímy, citlivosť na daný dôsledok zmeny klímy, adaptívna kapacita)
2. Určenie kľúčových sektorov a oblastí, ktoré môžu byť zraniteľné na zmenu klímy
3. Prístupy - „sektorový prístup,, (napr. vyhodnotenie zraniteľnosti vodného hospodárstva alebo kritickej infraštruktúry), prístup „možného ohrozenia“ (povodne a záplavy), priestorový prístup (vyhodnotenie zraniteľnosti v určenom priestorovom ohraničení)
4. Vyhodnotenie rizík





# Dôsledky zmeny klímy

- Zmeny v klimatických charakteristikách – osobitne teplota a zrážky  
Dopady na všetky sektory
- Zrážok padá v priemere za rok približne toľko ako v minulosti (od roku 1881 nepozorujeme žiaden trend), mení sa ale režim zrážok, od Apríla do Septembra klesá podiel trvalých zrážok a rastie podiel prehánok a búrkových lejakov,
- V zime klesá podiel tuhých zrážok a rastie podiel kvapalných zrážok



# Dôsledky zmeny klímy

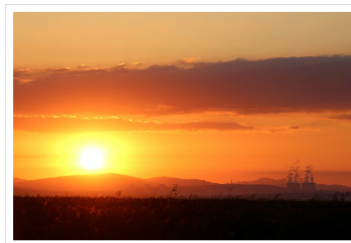
## Aktuality SHMÚ

28  
JÚN

### Prvá vlna horúčav 2021: extrémna, plná rekordov a stále trvajúca

KLIMATOLÓGIA | 28.6.2021 | ANALÝZA | JOZEF PECHO, DALIBOR VÝBERČI, PAVOL FAŠKO

*To, čo bolo opatrne odhadované pred začiatkom úvodnej tohtoročnej vlny horúčav, sa napokon naplnilo. Táto perióda veľmi vysokých teplôt vzduchu bude zaradená medzi popredné júnové udalosti tohto druhu v doterajšej histórii meteorologických pozorovaní na Slovensku, keď prešla aj niektoré celoslovenské historické teplotné rekordy pre mesiac jún. Klimatologická významnosť vlny tkvie nielen v dosiahnutej úrovni vysokých teplôt, ale azda ešte o čosi viac z hľadiska sériového výskytu dní s charakteristicky vysokými hodnotami teploty vzduchu. V niektorých oblastiach dokonca stále nebol prerušený výskyt tropických dní a vlna horúčav tak ďalej pokračuje.*

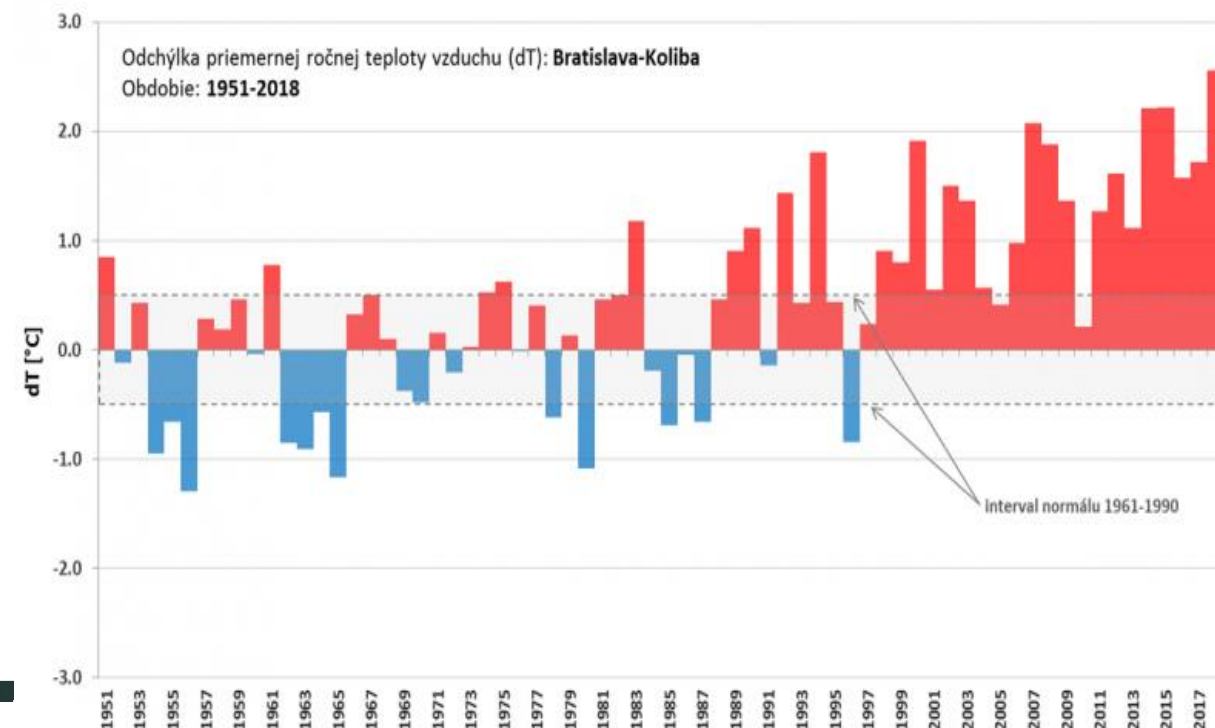


Na začiatku výraznej vlny horúčav ešte v polovici tohto mesiaca sme vám v samostatnom príspevku priblížili [výskyt júnových horúčav](#) a ich extrémov na Slovensku v historickom kontexte. V tomto článku na spomenutú analýzu nadviažeme a bližšie sa pozrieme na všetky podstatné skutočnosti, ktoré napokon prvá vlna horúčav roka (leta) 2021 priniesla (stručné zmienky o niektorých sa už objavili v [tomto](#) a [tomto](#) príspevku). Počasie malo stabilnejší charakter, vyskytovalo sa málo oblačnosti, vďaka čomu bolo podporené lepšie prehrievanie lokalít, a to napr. aj v našich kotlinách.

Teplota vzduchu sa v priebehu vlny horúčav udržiavala na vysokej úrovni aj v neskorších večerných hodinách, počas noci a ráno, čo sa náležite premietlo aj do vysokých denných teplotných priemerov. Veľmi príznačným sprievodným javom počas vlny horúčav bolo aj silne, ojedinele až vyčerpávajúco dusné počasie (obr. 5 – 7 v závere príspevku), keďže vysoké teploty vzduchu boli sprevádzané vyššou vlhkosťou vzduchu.

Spracované boli údaje z meteorologických staníc s klimatologickým programom meraní a pozorovaní v rámci klimateckej databázy SHMÚ. Upozorňujeme, že hodnotenie bolo pripravené len podľa údajov, ktoré sú z jednotlivých staníc zasielané a evidované na dennej báze. V budúcnosti preto nemožno vylúčiť dodatočné doplnenie tu prezentovaných skutočností.

#### Vysoké teploty vzduchu





- Ročné úhrny zrážok sa budú zvyšovať na severe a o málo meniť alebo klesať na juhu
- Bude sa zväčšovať podiel konvektívnych zrážok na úkor trvalých frontálnych
- V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej
- Sneh?

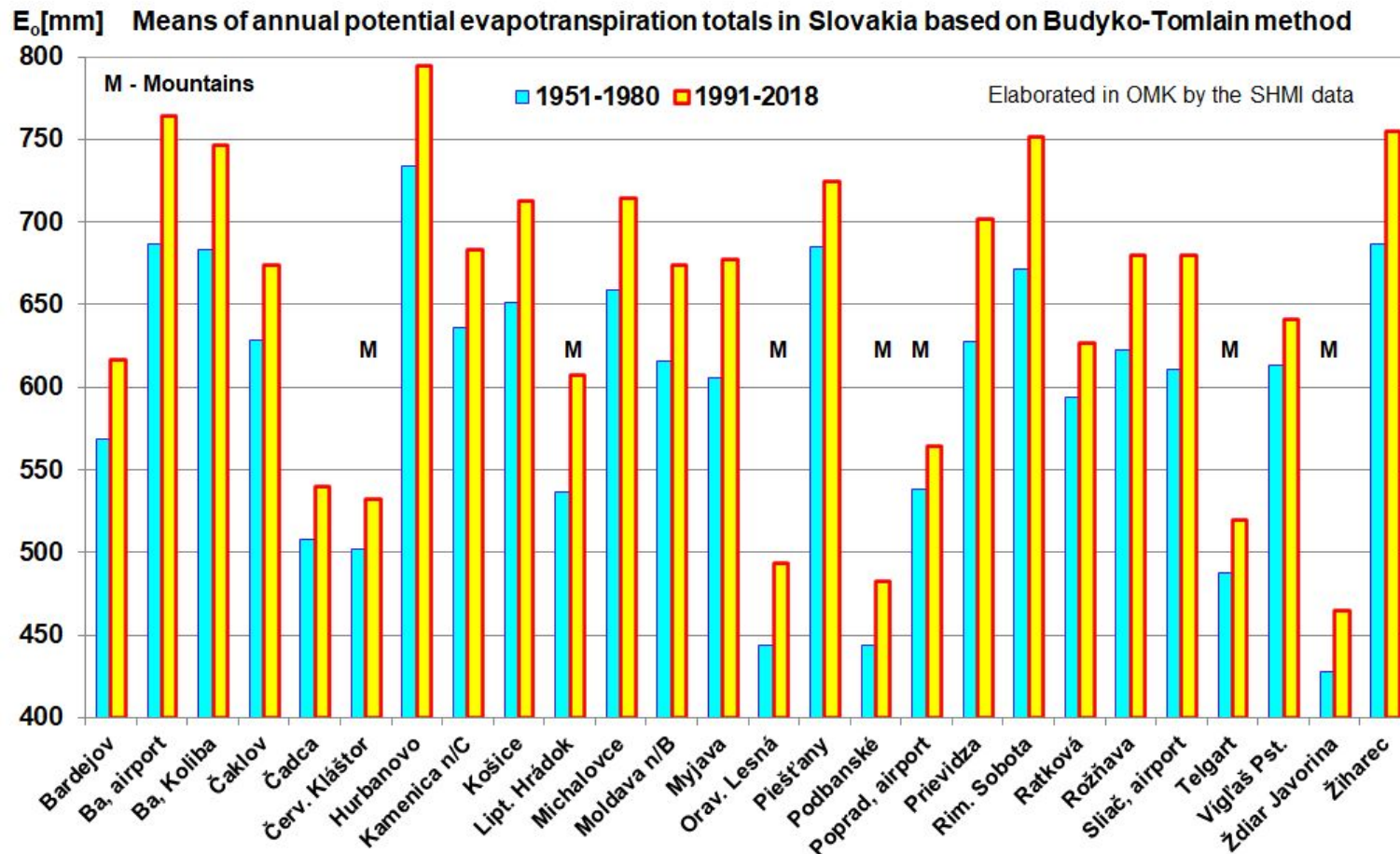


Foto: archív autorky

# Dôsledky zmeny klímy

Potenciálna evapotranspirácia (maximálny výpar a transpirácia rastlín za daných meteorologických podmienok v prípade neobmedzeného dostatku vody v pôde) po roku 1990 všade významne zvýšila

na každý 1 °C oteplenia bude potrebné v ročnom úhrne dodať do systému (na zemský povrch) 100 až 150 mm viac vody, aby nevznikol zrážkový a nakoniec aj vlhový deficit, v konečnom dôsledku pôdne sucho (tých 150 mm platí pre naše najteplejšie oblasti)



Zdroj: [http://www.shmu.sk/File/met\\_cas/RR/!%202012-2%203%20Lapin.pdf](http://www.shmu.sk/File/met_cas/RR/!%202012-2%203%20Lapin.pdf) a i.

Zdroj: prof. Milan Lapin, <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2551815925066738&set=pcb.2551816511733346&type=3&theater>

# Dôsledky zmeny klímy

- vývoj je veľmi negatívny, úhrny zrážok majú nulový trend, priemery teploty sa zvýšili o 2 °C, potenciálna a aj aktuálna **evapotranspirácia rastie a množstvo vody v pôde klesá**.
- negatívne dôsledky na hladinu podzemných vôd, výdatnosť prameňov a stav vody v riekach.
- klesá odtokový koeficient vo väčšine povodí na Slovensku, ale aj sa znižuje zásoba vody v pôde
- Podľa modelov sa zníži podzemná voda o 80% pri zvýšení priemernej ročnej teploty "len" o 1°C (v Podunajskej nížine).



Foto: archív autorky

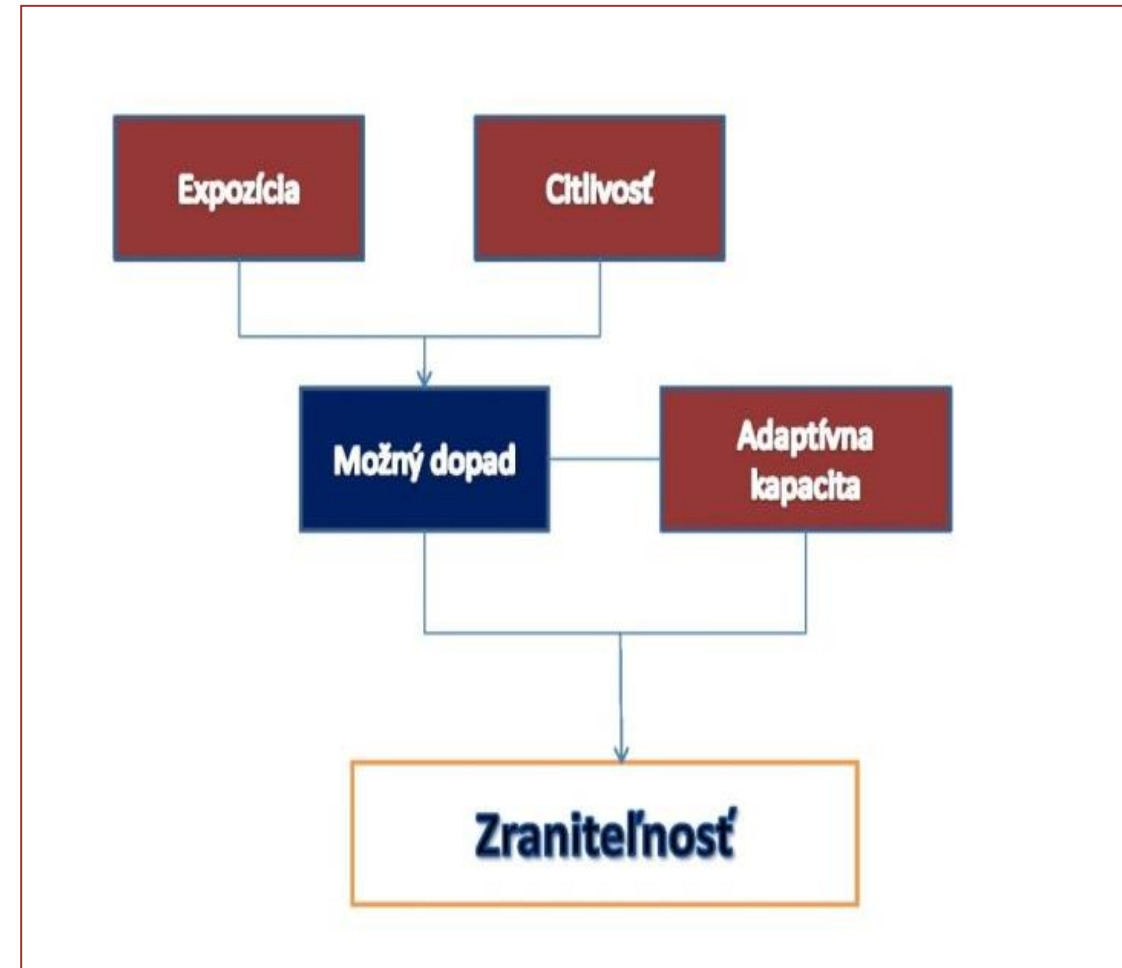
*Predpokladaný scenár na nebezpečné meteorologické  
a klimatologické javy (SHMÚ) - Bratislava*

- Teplota - o 2 až 4°C v porovnaní s priemermi obdobia 1951-1980. počet extrémne horúcich dní 2050 o 13 a k 2075 o 25
- zväčšovať podiel konvektívnych zrážok na úkor trvalých frontálnych. V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej
- Do výšky 900 m n.m. bude snehová pokrývka nepravidelná
- zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva častejší výskyt silného vetra, víchric a tornád v súvislosti s búrkami



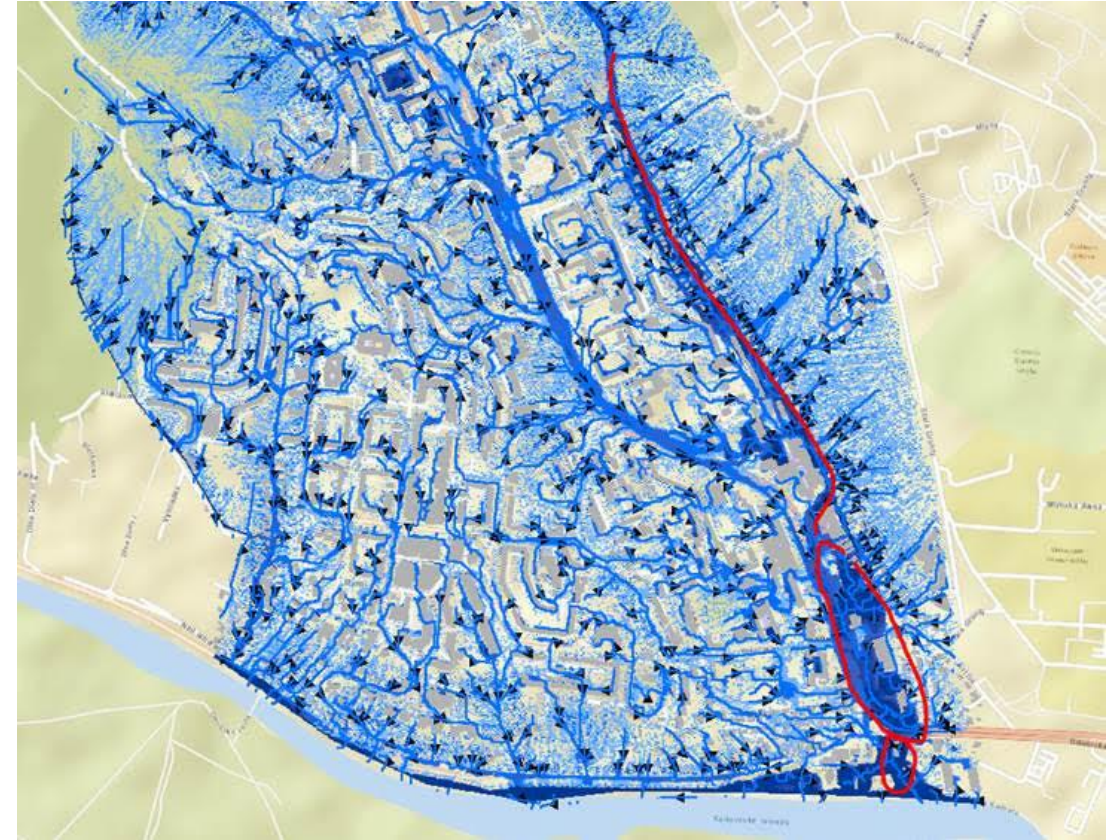
# Zraniteľnosť

- Cieľom vyhodnotenia zraniteľnosti je lepšie pochopiť do akého rozsahu a akým spôsobom môže zmena klímy ovplyvniť identifikované sektory (služby, hospodárstvo, infraštruktúru, zdravie obyvateľstva a pod.), napomáha identifikovať prioritné oblasti pre následné opatrenia a aktivity.
- „Zraniteľnosť je miera, do akej je systém citlivý voči nepriaznivým vplyvom zmeny klímy, vrátane jej výkyvov a extrémnych prejavov, a do akej nie je schopný sa s týmito vplyvmi vysporiadať (IPPC)
- **Zraniteľnosť = funkcia [expozícia (+); citlivosť (+); adaptívna kapacita (-)]**



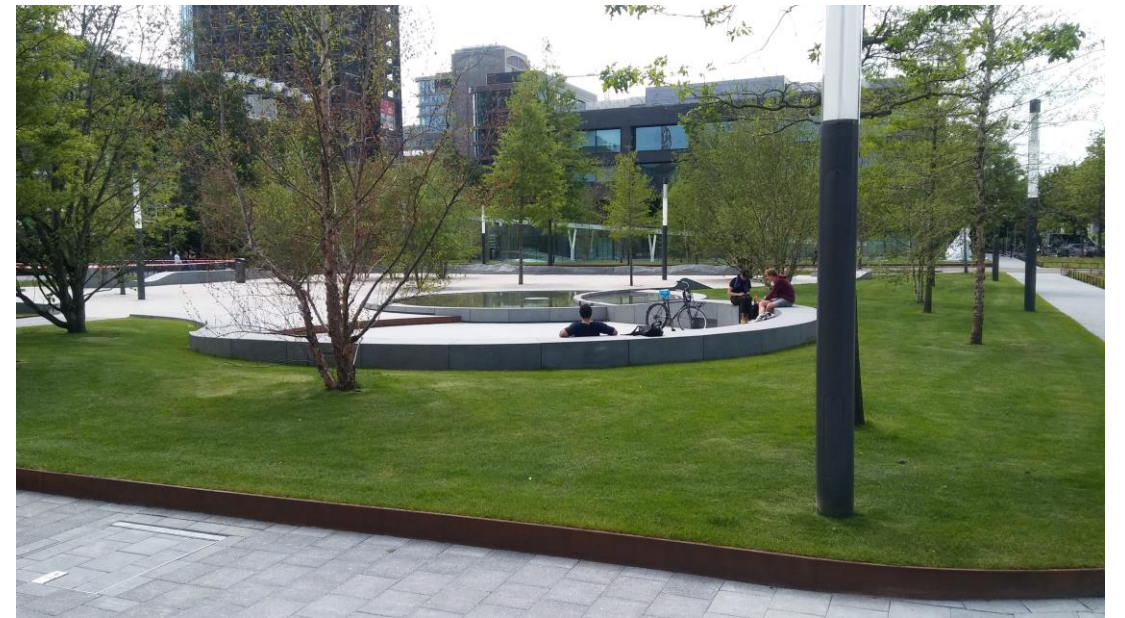
# Expozícia - citlivosť

- **Expozícia/Vystavenie** (exposure) je „charakter a stupeň, do akého je ekosystém vystavený významným výkyvom klímy“, čiže expozíciu voči prejavom zmeny klímy (zahŕňajúce klimatické scenáre),
- **Citlivosť** (sensitivity) teda citlivosť voči vplyvom zmeny klímy, znamená „stupeň, v akom je systém ovplyvnený nepriaznivým alebo priaznivým podnetom vyvolaným stavom klímy“. Citlivosť znamená, že rôzne regióny a skupiny budú na tú istú udalosť reagovať odlišne. Ak je región alebo systém vystavený zmenám v klimatických charakteristikách, ich citlivosť určuje, do akej miery bude región / alebo systém pozitívne alebo negatívne zasiahnutý.
- **Adaptívna kapacita** je potenciál, resp. schopnosť systému reagovať a prispôbiť sa dopadom zmeny klímy prostredníctvom vyrovnaní sa s negatívnymi konsekvenciami, minimalizovania



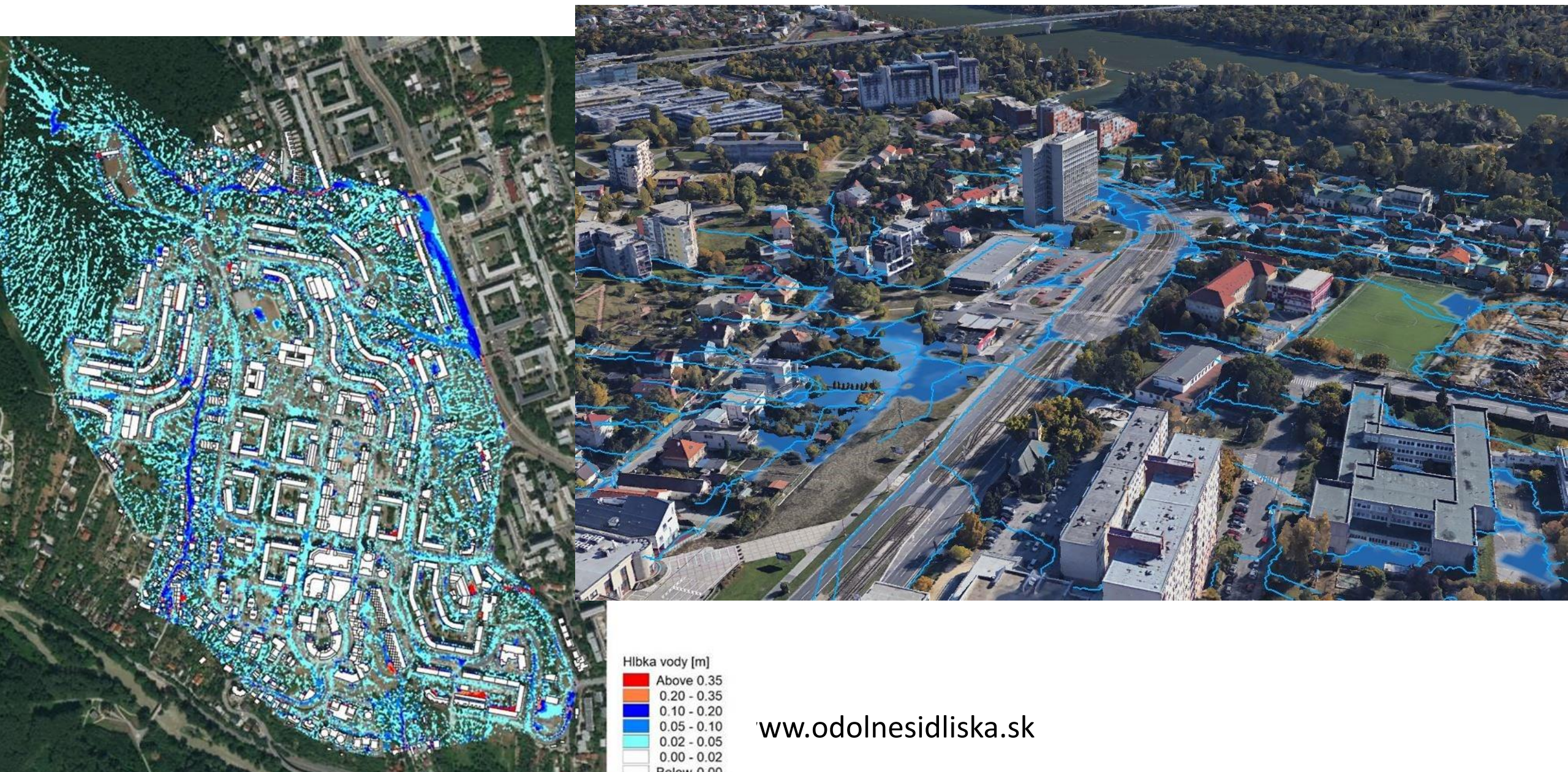
# Adaptívna kapacita

- **Adaptívna kapacita** je potenciál, resp. schopnosť systému reagovať a prispôbiť sa dopadom zmeny klímy prostredníctvom vyrovnania sa s negatívnymi konsekvenciami, minimalizovania rozsahu a pravdepodobnosti výskytu možných škôd či využitia nových príležitostí, ktoré nová zmena klímy so sebou prináša. Medzivládny panel pre zmenu klímy (IPCC) v roku 2001 uviedol sedem faktorov, ktoré determinujú adaptívnu kapacitu – dostatok, resp. nedostatok finančných zdrojov, technológie, vzdelávanie, inštitúcie, informácie, infraštruktúra a sociálny kapitál, čiže osobitne sú tu zahrnuté socio-ekonomické indikátory popisujúce schopnosť spoločnosti reagovať na meniacu sa klímu.



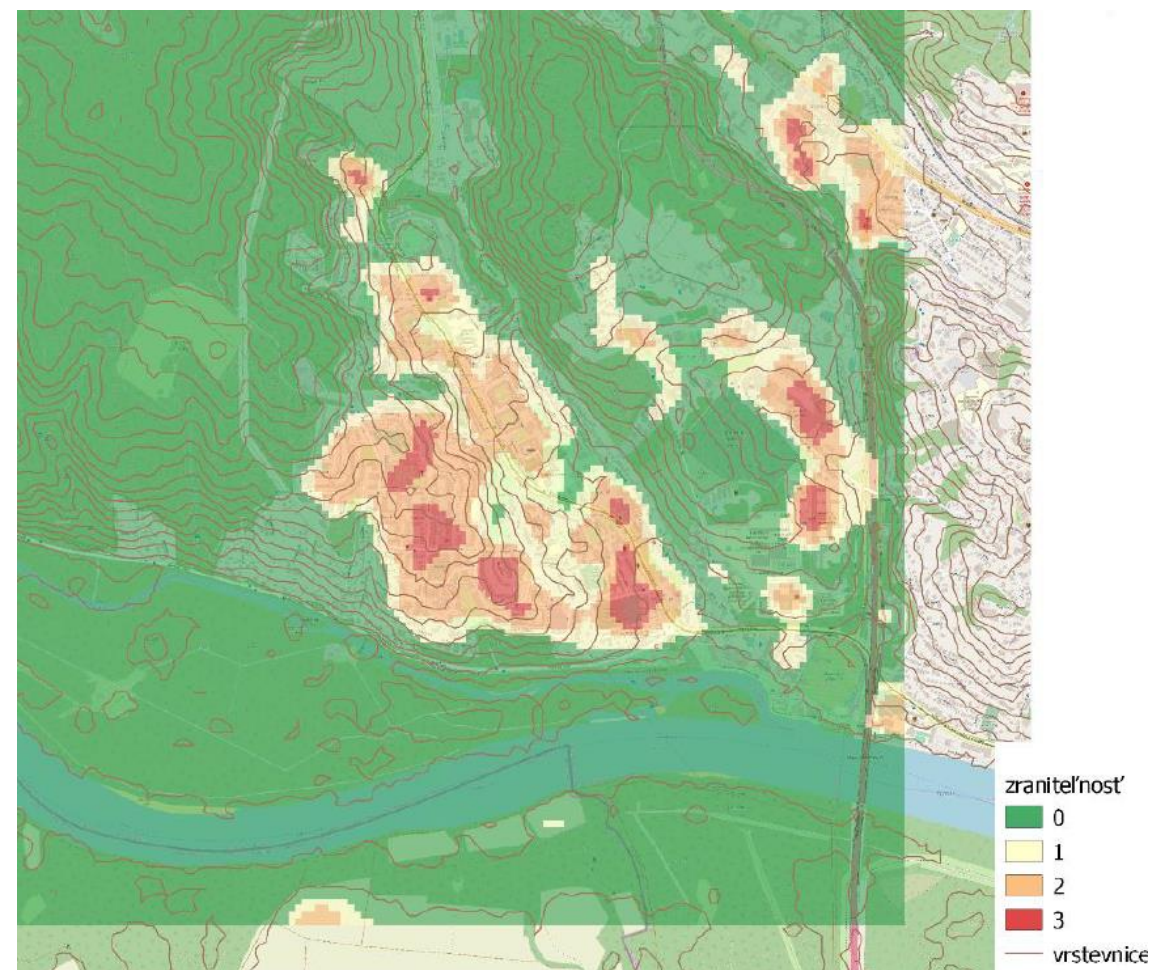
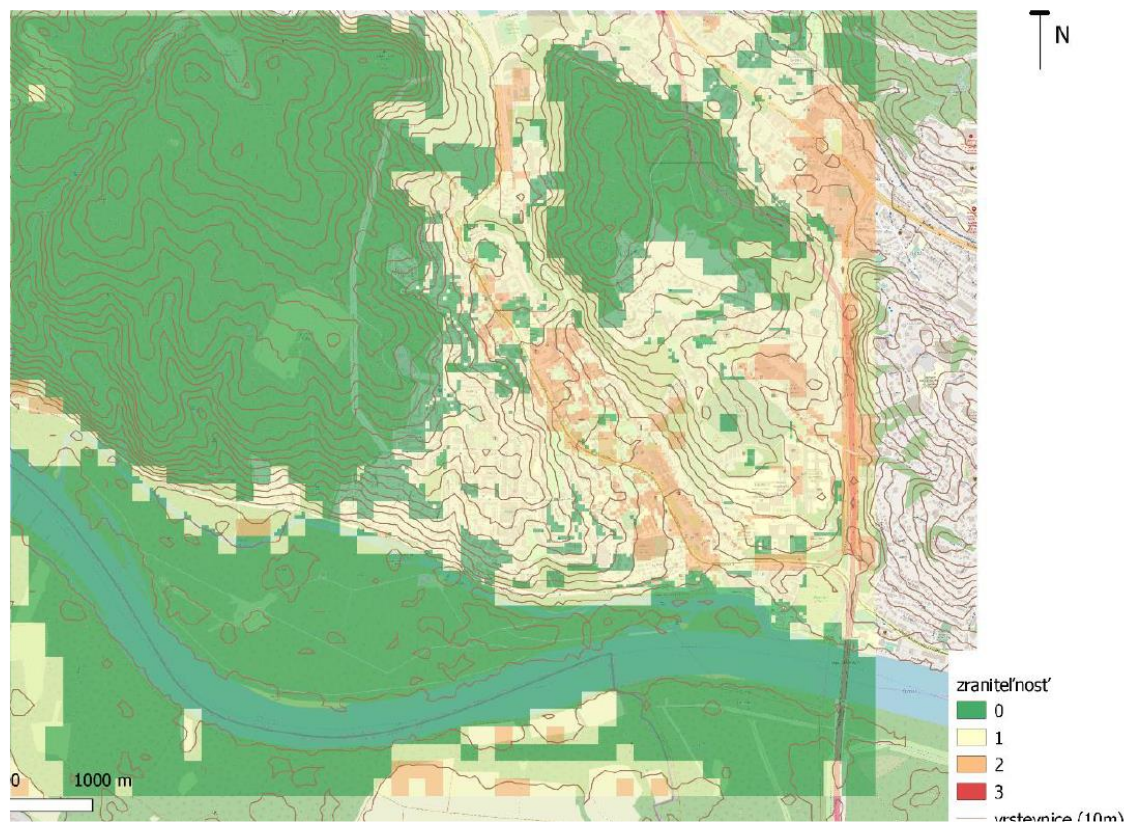


# Expozícia





# Ostrovy tepla – teplotne mapy – expozícia





# Klimatické scenáre a expozícia

## Zdroje:

- V ČR <https://www.klimatickazmena.cz/> okrem aktuálnych dát aj predikcia na roky 2030, 2050, 2090
- Pri absencii zdrojov na národnej úrovni (využiť nástroje simulácií a modelovania za pomoci Copernicus - Copernicus Climate Data Store, EU Copernicus Land, Urban Atlas a pod.napríklad voľne prístupné mapy [Heat waves](#) – trvanie vlny horúčav v budúcnosti a zmena trvania oproti roku 2020, Groundwater recharge, Potential evapotranspiration) a povodní (River discharge) Water&Wetness
- [EEA](#) – napr. Urban Vulnerability Map book – Factsheets - <https://climate-adapt.eea.europa.eu/repository/11261590.pdf/view>





# Príklad – horúčavy a prívalové zrážky

|                | Citlivosť                                                                                                                                   | Expozícia                                                                                                                                                                            | Adaptívna kapacita                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oblasť zdravia | ukazovatele veku, fyzického alebo mentálneho zdravia, % zastavanosti (nepriepustnosti), hustota obyvateľstva, % osamotene žijúcej populácie | environmentálne ukazovatele, vystavenie obyvateľstva letným horúčavam (počet extrémne horúcich dní), podiel zastavaných plôch, vystavenie obyvateľstva ohrozeniu záplavami a víchrom | v prípade adaptívnej kapacity obyvateľov k extrémnym letným horúčavam – je možné použiť blízkosť a dostupnosť zelene, dobrú zdravotnícka dostupnosť a starostlivosť (napr. počet lôžok na 1000 obyv.), existenciu/ resp. neexistencia plánu pomoci pri dlhotrvajúcich letných horúčavách (Heatwave plan), prístup k informáciám o zmene klímy, ekonomická sila (HDP), vzdelanosť obyvateľstva, plán menežmentu povodňových rizík, prijaté protipovodňové opatrenia, HDP, úroveň vzdelanosti obyvateľstva, úroveň zdravotníckej starostlivosti |

# Určenie kľúčových sektorov a oblastí

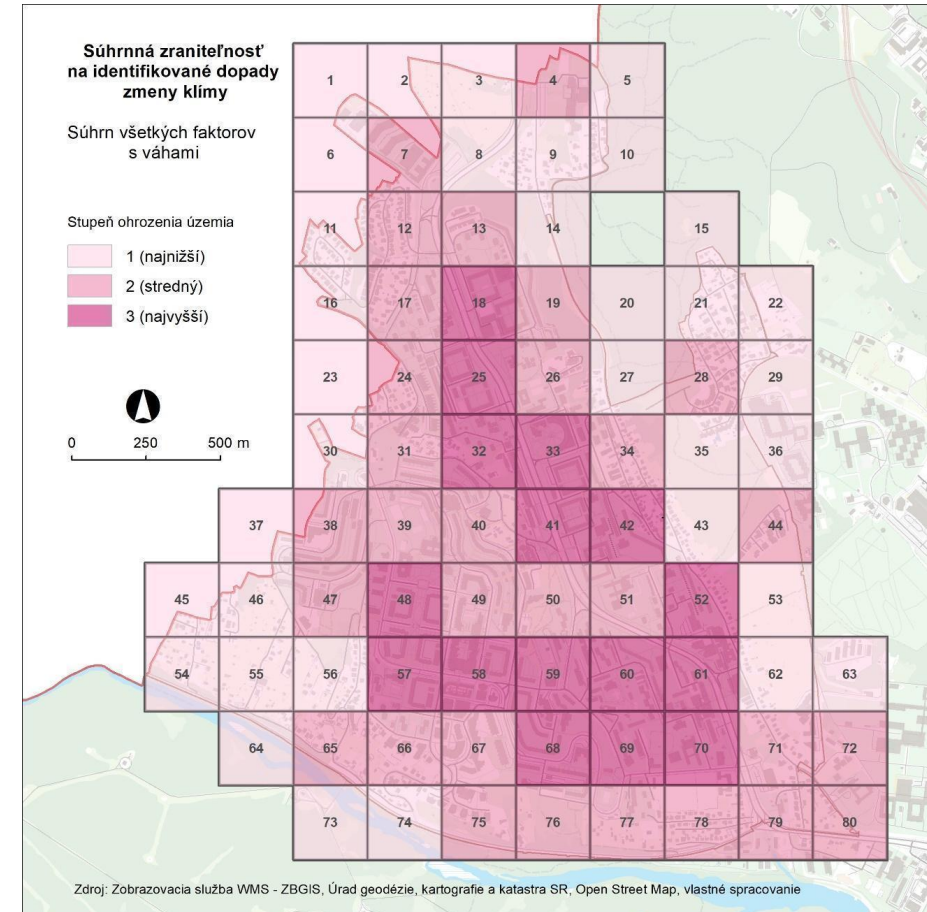
- Zdravotný stav obyvateľstva
- Kritická infraštruktúra
- Energetika, energetická infraštruktúra
- Doprava, dopravná infraštruktúra
- Telekomunikácie
- Urbanizované prostredie (nároky na stavby, verej. priestranstvá, techn. infraštruktúra,...)
- Vodné hospodárstvo
- Cestovný ruch
- Poľnohospodárska produkcia





# Prístupy pri hodnotení zraniteľnosti

- priestorový prístup  
(vyhodnotenie zraniteľnosti  
v určenom priestorovom  
ohraničení)
- Sektorový prístup
- Je dôležité, aby bolo uvažované  
vždy zo zraniteľnosťou niečoho  
(nejakého systému) na niečo (napr.  
prívalové zrážky) alebo s ňou  
spojené škody (napr. povodne).



# Vyhodnotenie rizík

- **Riziko = dôsledok x pravdepodobnosť**
- Pri vyhodnotení **dôsledkov** je potrebné vziať do úvahy nielen ekonomické škody identifikovaného dopadu zmeny klímy, ale aj environmentálne, sociálne, kultúrne a ďalšie)
- **Pravdepodobnosť**, že daný dopad zmeny klímy nastane je možné vyhodnotiť na základe scenárov vývoja zmeny klímy, ale aj ich prejavov už v súčasnom období, o ktorých sa predpokladá, že sa budú ešte znásobovať.

|   | a         | b         | c         |
|---|-----------|-----------|-----------|
| A | <u>Aa</u> | Ab        | <u>Ac</u> |
| B | Ba        | Bb        | Bc        |
| C | Ca        | <u>Cb</u> | <u>Cc</u> |