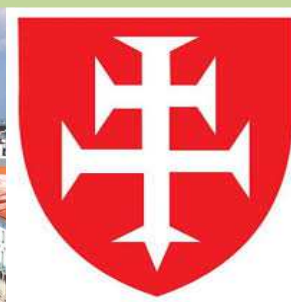


Zvolen

Adaptačná stratégia na zmenu klímy (využitie dažďovej vody)

doc. RNDr. Ing. Jozef Mindáš, PhD.
prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.
Ing. Miroslav Hríb, PhD.



Zvolen, Apríl 2015

Obsah

1	Úvod	3
2	Dôsledky zmeny klímy na kľúčové sektory života v meste	4
2.1	Analýza súčasných klimatických podmienok mesta Zvolen a jeho okolia	4
2.2	Scenáre zmeny klímy pre mesto Zvolen	6
2.2.1	Scenáre zmeny klímy pre Slovensko	6
2.2.2	Scenáre zmeny klímy pre mesto Zvolen a okolie.....	7
2.3	Identifikácia predpokladaných dôsledkov zmeny klímy v meste Zvolen.....	13
2.3.1	Vysoké teploty vzduchu	13
2.3.2	Záplavy	18
2.3.3	Syntéza poznatkov o dôsledkoch zmeny klímy v meste Zvolen	20
2.4	Identifikácia predpokladaných dôsledkov zmeny klímy na manažment a režim vody v meste a príľahlej krajine	23
2.5	Zraniteľnosť mesta Zvolen z hľadiska klimateckej zmeny	25
3	Adaptačná stratégia mesta Zvolen (využitie dažďovej vody)	26
3.1	Základné východiská adaptačnej stratégie mesta.....	26
3.2	Ciele a priority adaptačnej stratégie mesta (využitie dažďovej vody).....	27
3.3	Adaptačné opatrenia pre zmiernenie negatívnych dôsledkov zmeny klímy v meste	29
3.3.1	Adaptačné opatrenia – vysoké teploty	29
3.3.2	Adaptačné opatrenia – záplavy	33
3.3.3	Syntéza adaptačných opatrení	39
3.4	Integrácia adaptačnej stratégie mesta do ostatných politík, rozvojových dokumentov a územnoplánovacej dokumentácie	41
4	Referencie	43
5	Klimatické pomery mesta Zvolen – Príloha 1	45
6	Modelové riešenia modrej a zelenej infraštruktúry – Príloha 2	54
7	Menežment dažďovej vody na Dolnom a Hornom Pustom hrade	56
8,	Prehľad doteraz uplatňovaných opatrení	57
9	Index zelenej infraštruktúry podľa mestských častí	58
10.	Mapy povodňového ohrozenia (SVP,š.p.) pre Q100,Q50	61

1 Úvod

Problematika klimatických zmien predstavuje v súčasnosti jednu z často diskutovaných otázok. Snaha celej spoločnosti o prispôsobenie sa týmto zmenám ako aj úsilie o zmierňovanie prebiehajúcich zmien klímy preto nadobúda na intenzite. Často používanými výrazmi v súvislosti s touto problematikou sú tzv. adaptácia a mitigácia. Adaptácia znamená prispôsobenie sa zmeneným podmienkam v dôsledku zmien klímy a predstavuje zmierňovanie dopadu klimatických zmien a/alebo snahu prispôsobiť sa a naučiť sa žiť s klimatickými zmenami, t.j. chrániť sa pred ich negatívnymi vplyvmi a využívať pozitívne vplyvy vo svoj prospech. Zatiaľ čo mitigácia je zmierňovaním, resp. snahou o elimináciu klimatických zmien prostredníctvom znižovania emisií skleníkových plynov. Taktiež sa často definuje ako minimalizácia rozsahu budúcich klimatických zmien, t.j. zníženie množstva vypustených plynov vytvárajúcich skleníkový efekt, zvýšenie schopnosti odbúravať oxid uhličitý z atmosféry. Náklady mitigačných opatrení sú relatívne presne definované, avšak ocenenie nákladov adaptačných opatrení predstavuje v súčasnosti celospoločenskú a vedeckú výzvu.

Vo všeobecnosti možno povedať, že problém klimatických zmien už nie je v súčasnosti vnímaný len ako možná budúca hrozba, ale je považovaný za jeden z najväčších environmentálnych problémov dnešnej doby a je obrovskou výzvou pre obyvateľov celej planéty. Pri analýze klimatických zmien sa výskumníci stretávajú s vysokým stupňom neistoty a táto neistota musí byť zohľadnená aj pri ich snahe o získanie rozumných odporúčaní a záverov hodnotenia negatívnych účinkov zmeny klímy na zložky životného prostredia, zdravie a ekonomiku krajiny. Piata správa Medzivládneho panelu pre zmenu klímy (IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014) konštatuje, že podľa mnohých zistení sú prebiehajúce zmeny globálneho klimatického systému spôsobené ľudskou činnosťou. V nadväznosti na predchádzajúce správy, ďalej prízvukuje, že ľudmi spôsobená zmena klímy bude mať vplyv nie len na rast celosvetovej teploty, ale zároveň povedie k zmenám v celom klimatickom systéme. To sa prejaví taktiež v intenzite a periodicite zrážok, zmenami v prúdení vetra, zvyšovaním morskej hladiny a zintenzívnením frekvencie extrémnych prejavov počasia. Dôsledky týchto dopadov sa prejavia diferencovane v rôznych častiach sveta.

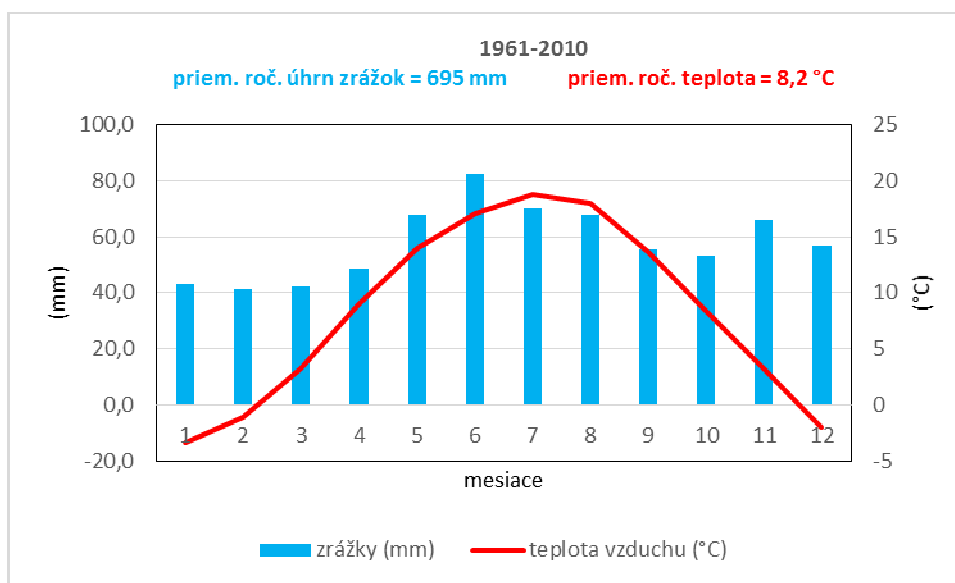
Cieľom predloženej správy je prvý rámcový odhad dôsledkov zmeny klímy na mesto Zvolen a jeho vybrané sektory ako aj na kvalitu života obyvateľstva. Návrh adaptačnej stratégie a rámcových adaptačných opatrení pre mesto Zvolen vychádzal z očakávaných zmien klímy podľa vybraných

scenárov zmeny klímy spracovaných pre územie Slovenskej republiky ako aj zo skúseností z prípravy takýchto adaptačných stratégií vo viacerých mestách Európy. Táto správa sumarizuje súčasnú úroveň riešenia tejto problematiky v európskom kontexte, pričom je potrebné brať do úvahy, že vývoj poznania ide neustále dopredu a aj prístupy a metódy k definovaniu adaptačných opatrení musia byť do určitej miery flexibilné a mať v sebe potenciál pre ich prípadnú (nie zásadnú) modifikáciu podľa dosahovanej úrovne poznania väzieb jednotlivých sektorov na zmenu klímu.

2 Dôsledky zmeny klímy na kľúčové sektory života v meste

2.1 Analýza súčasných klimatických podmienok mesta Zvolen a jeho okolia

Klimatické pomery danej lokality určuje predovšetkým geografická poloha. Podľa klimaticko-geografickej regionalizácie Slovenska (TARÁBEK 1980), územie mesta Zvolen patrí do oblasti teplej kotlinovej klímy, mierne suchej až vlhkej, s častým výskytom inverzií teplôt vzduchu. Kotlinová poloha mesta vplyva aj na kľúčový meteorologický prvok – slnečné žiarenie, ktoré je ovplyvňované inverziami a nízkou oblačnosťou. Priemerný ročný súhrn slnečného svitu je 1618 hodín. Najviac slnečného svitu pripadá na mesiac máj až august, keď prevládajúca kopovitá oblačnosť menej vplyva na relatívne zníženie slnečného svitu ako slohovitá oblačnosť na výskyt hmiel v zimných mesiacoch. V letných mesiacoch sa priemerný úhrn slnečného svitu pohybuje od 200 do 225 hodín; v decembri je to len 36 hodín. Priemerná ročná suma globálneho žiarenia predstavuje 1148 kWh.m^{-2} , s maximom v júni 170 kWh.m^{-2} a minimom žiarenia v decembri 20 kWh.m^{-2} . Z hľadiska rastlinnej produkcie je zaujímavý údaj o ročnom príkone fotosynteticky aktívneho žiarenia, ktorý predstavuje 573 kWh.m^{-2} (HRVOL', TOMLAIN 1991).



Obr.1: Klimadiagram pre oblasť Zvolena

Ako vidíme z obr. 1 priemerná ročná teplota vzduchu v období 1951-2013 bola 8,2 °C. Najteplejším mesiacom je júl s priemernou teplotou vzduchu 19,2°C, najchladnejším je január s priemernou teplotou vzduchu -4,4°C. V oblasti Zvolena (vychádzame hlavne z meraní stanice SHMÚ Sliač) sa období 1931-2010 namerala najvyššia teplota vzduchu 37,2°C (dňa 15. 08. 1952), no táto bola prekonaná hneď dva krát 18. júla a 8. augusta 2007 hodnotou 37,8 °C. Zimný extrém sa datuje z „rekordnej“ zimy 1929 a najnižšia teplota vzduchu -32°C bola nameraná 11. februára 1929. Ďalšie veľmi nízke teploty sa namerali nasledovne: 11. januára 1968 -30,0 °C, a -29,0 °C 8. januára 1985. Priemerný počet letných dní (maximálna teplota vzduchu vyššia ako 25 °C) je 63 dní v roku a priemerný počet dní tropických (kedy maximálna teplota presiahne 30 °C) je 12. Priemerný počet mrazových dní (minimálna teplota nižšia ako -0°C) je 127 dní v roku. Hlavné vegetačné obdobie, teda obdobie, keď priemerná denná teplota vzduchu neklesá pod 10°C, trvá priemerne 165 dní za rok. Kotlinový charakter územia dokladuje aj amplitúda teploty vzduchu vyjadrená indexom kontinentality $I_c = 23,6$.

Zvolen a priľahlá časť Zvolenskej kotliny boli v minulých klimatických klasifikáciách Slovenska (KONČEK, PETROVIČ 1957) svojimi klimatickými pomermi zaradované do:

- teplej klimatickej oblasti, a do okrsku T7: teplý, mierne vlhký s chladnou zimou a priemernou teplotou v januári ≤ 3 °C. (roky 1951-1980) (LAPIN a kol. 2002)
- teplej klimatickej oblasti, a do okrsku T6: teplý, mierne suchý s miernou zimou a priemernou teplotou v januári >3 °C. (roky 1981-2010), (MELO, KRUŽICOVÁ 2011).

Ďalšie podrobnejšie klimatické charakteristiky lokality mesta Zvolen sú spracované v samostatnej prílohe.

2.2 Scenáre zmeny klímy pre mesto Zvolen

(Spracované podľa Lapin et al. 2011)

2.2.1 Scenáre zmeny klímy pre Slovensko

Na prípravu najnovších scenárov klimatickej zmeny pre Slovensko použili spracovatelia z Oddelenia meteorológie a klimatológie (OMK) FMFI UK v roku 2011 štyri modely všeobecnej cirkulácie atmosféry (GCMs), pričom dva z nich sú globálne (Kanadský CGCM3.1 a Nemecký ECHAM5) a dva regionálne (Holandský KNMI a Nemecký MPI). Všetky modely majú vo výstupoch denné hodnoty viacerých prvkov od roku 1951 do roku 2100. Uvedené modely a výstupy boli vybraté na základe podrobnej analýzy 20 rôznych modelov, z ktorých bolo 15 RCMs a 5 GCMs. Celé riešenie týchto klimatických scenárov prebiehalo v úzkej spolupráci s SHMÚ a bral sa ohľad aj na iné podobné spracovania v zahraničí.

Uvedené modely GCMs a RCMs patria do najnovšej kategórie prepojených atmosféricko-oceánických modelov s viacerými ako 10 atmosférickými výškovými hladinami a viacerými ako 20 oceánickými hĺbkami výpočtu premenných v sieti uzlových bodov. Model CGCM3.1 má v blízkosti Slovenska 9 uzlových bodov, model ECHAM5 má v blízkosti Slovenska 12 uzlových bodov štvorcovej siete (asi 200x200 km) s úmerne tomu zhladenou orografiou. Regionálne modely KNMI a MPI predstavujú detailnejšiu integráciu dynamických rovníc atmosférickej a oceánickej cirkulácie v sieti uzlových bodov vo vzdialenosti 25x25 km, pričom okrajové podmienky riešenia rovníc preberajú z výstupov globálneho modelu ECHAM5. V priestore Slovenska majú modely KNMI a MPI až 19x10 uzlových bodov (190) a celkom reálnu orografiu s dobrým vyjadrením všetkých pohorí s väčším horizontálnym rozmerom ako 25 km.

Vlastný výpočet klimatických charakteristík a časových radov údajov klimatických scenárov pre obdobie 1961-2100 prebiehal vo viacerých krokoch podľa originálnej metodiky vyvinutej v OMK (Lapin et al., 2004 a 2006). Rozhodujúcim krokom bol výber emisných scenárov. V súlade s predchádzajúcimi štúdiami a odporúčaním Medzivládneho panelu OSN pre klimatickú zmenu (IPCC) bol vybraný ako pesimistickejší emisný scenár SRES A2 a optimistickejší scenár SRES B1. Regionálne modely používajú stredne pesimistický emisný scenár SRES A1B, ktorý dáva hodnoty klimatických prvkov po roku 2040 medzi scenáre SRES B1 (stredne nízka emisia skleníko-vých plynov) a A2 (stredne vysoká emisia skleníko-vých plynov). Scenár A1B sme použili aj pre Kanadský CGCM3.1. Do roku 2040 sú všetky scenáre SRES blízke, teda v pomerne úzkom intervale globálnej emisie

skleníkových plynov. Celosvetová emisia fosílného uhlíka 28,9 Gt (mlrd. t) v r. 2100 sa predpokladá podľa SRES A2 (kumulatívne od roku 1990 až 1773 Gt) a 5,2 Gt podľa SRES B1 (kumulatívne 989 Gt), A1B je stredne pesimistický scenár s globálnym oteplením o 2,9 °C, A2 s oteplením o 3,8 °C, a B1 s oteplením o 2,0 °C do roku 2100 v porovnaní s rokom 1990.

Ďalším krokom bol výpočet interpolovanej hodnoty modelových výstupov pre každý deň do polohy jednotlivých meteorologických staníc SHMÚ z najbližších 4 uzlových bodov (pri úhrnoch zrážok sa použili ako scenáre hodnoty v najbližšom uzlovom bode, ktorý má podobnú orografiu ako daná stanica. Potom prebiehala vlastná modifikácia interpolovaných modelových výstupov podľa meraní SHMÚ v referenčnom období 1961-1990. Vychádzalo sa z odporúčaného postupu štatistického downscalingu (IPCC). Podľa metodiky OMK sa robí korekcia priemerných hodnôt v nejakom kľzavom období okolo daného dňa a korekcia časovej variability denných hodnôt interpolovaných modelových hodnôt podľa charakteristík kľzavého variačného koeficientu (smerodajnej odchýlky v prípade teploty vzduchu). Tak sa dosiahne zblíženie priemerov a charakteristík variability modelových výstupov v období 1961-1990 s meranými údajmi. Ide o modifikáciu metodiky publikovanú v Lapin et al., (2006). Vo všeobecnosti boli korekcie relatívne malé a nenarušili podstatne fyzikálnu konzistentnosť vzťahov medzi jednotlivými prvkami vyplývajúcu z fyziky modelových výpočtov. Menšie korekcie boli v prípade regionálnych modelov KNMI a MPI. Rovnaké korekcie (štatistický downscaling) boli použité aj pre obdobie 1991-2100. Rozdiely medzi modelovými výstupmi a meraniami vyplývajú z niekoľkých príčin: odlišná nadmorská výška, odlišná orografia, nepresnosť modelu v interpretácii vplyvu oceánov, morí, kontinentov a pohorí na cirkulačné schémy, a tým aj na zmeny meteorologických prvkov.

2.2.2 Scenáre zmeny klímy pre mesto Zvolen a okolie

2.2.2.1 Teplota vzduchu

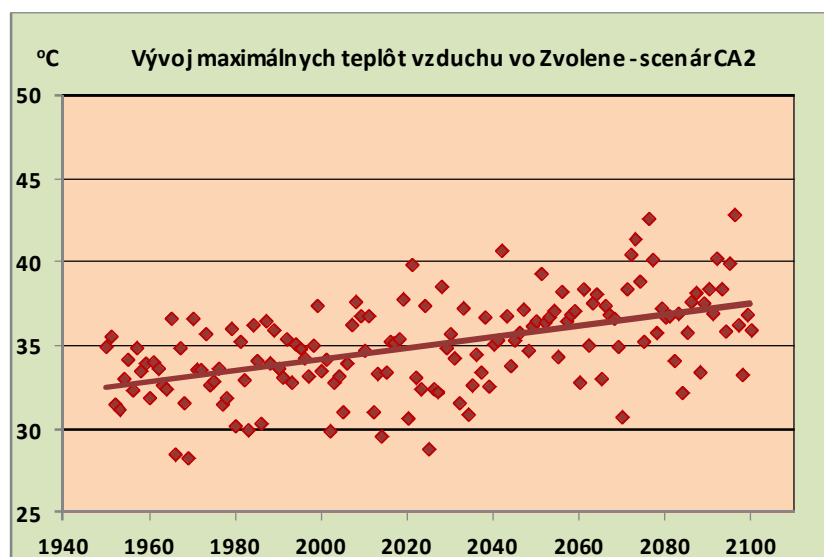
Na základe získaných výsledkov národných scenárov zmeny klímy pre územie Slovenska sme odvodili hodnoty teploty vzduchu pre mesto Zvolen, a to metódou teplotných diferencií podľa normálového obdobia 1961-90. Výsledky sú prezentované v tab.1, kde môžeme vidieť, že priemerné ročné teploty vzduchu k horizontu roku 2025 stúpnu o 0,9 až 1,6 °C a k horizontu roku 2075 o 2,3 až 3,6 °C. Z výsledkov ďalej vyplýva, že rast teploty vzduchu bude vyšší v zimných mesiacoch, v letných mesiacoch nárast teploty vzduchu bude nižší. Rast januárových teplôt vzduchu podľa analyzovaných scenárov bude k horizontu roku 2075 predstavovať 2,9 až 3,9 °C, rast júlových teplôt vzduchu bude 1,1 až 3,4 °C podľa spomínaných scenárov.

Tab.1 Klimatické scenáre teploty vzduchu pre oblasť mesta Zvolen

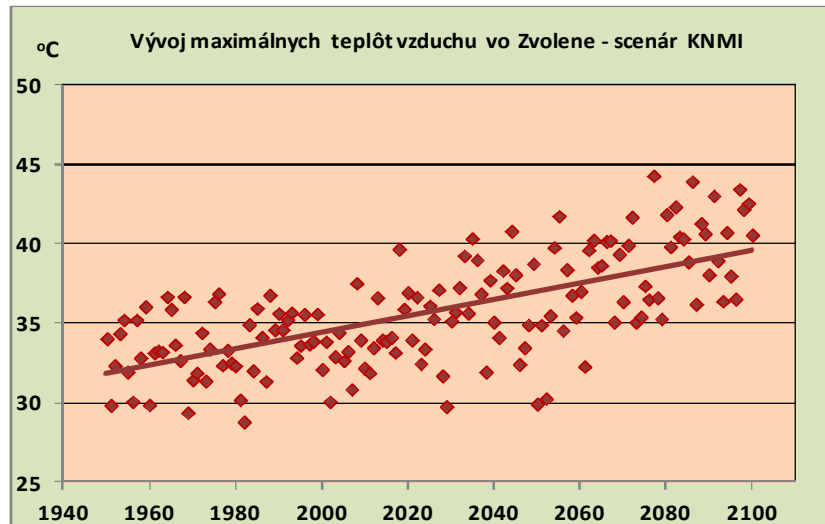
Priemery teploty vzduchu vo Zvolene podľa meraní v °C													
1961-90	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
	-3,9	-1,1	3,1	8,6	13,6	16,6	18,1	17,3	13,5	8,4	3,0	-1,9	7,9
Scenáre teploty vzduchu v °C pre Zvolen													
Horizont	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
	Scenáre vo Zvolene v 50-ročných časových horizontoch podľa modelu KNMI												
2025	-3,0	0,1	4,0	9,4	14,3	17,5	18,9	18,3	14,4	9,8	3,2	-1,9	8,8
2050	-2,1	1,6	4,8	9,9	15,1	18,4	19,9	19,5	15,4	10,5	4,0	-0,2	9,7

2075	-0,7	2,1	5,7	10,6	16,1	19,8	21,5	20,5	16,1	11,4	5,0	0,9	10,7
Scenáře vo Zvolene v 50-ročných časových horizontoch podľa modelu MPI													
2025	-3,2	-0,1	4,0	9,5	13,7	17,4	18,8	18,7	14,8	10,1	3,8	-1,5	8,8
2050	-1,8	1,8	5,1	9,9	14,4	18,0	19,5	20,0	15,8	10,9	4,6	-0,1	9,8
2075	-0,4	2,3	5,6	10,4	15,2	19,1	20,7	21,2	16,9	11,7	5,6	1,1	10,8
Scenáře vo Zvolene v 50-ročných časových horizontoch podľa modelu CGCM3.1, A2													
2025	-1,6	1,5	5,3	10,8	14,6	18,6	19,0	18,7	15,0	10,0	3,7	-1,2	9,5
2050	-1,3	1,7	5,9	12,0	15,4	18,6	19,7	20,0	15,7	10,8	5,0	-0,3	10,3
2075	0,0	3,3	7,1	13,5	16,3	19,4	20,6	21,2	16,9	11,9	6,5	1,2	11,5
Scenáře vo Zvolene v 50-ročných časových horizontoch podľa modelu CGCM3.1, B1													
2025	-2,3	1,3	4,7	10,7	15,0	17,9	19,0	18,4	14,6	9,7	4,6	-1,2	9,4
2050	-1,6	1,8	5,5	11,3	15,2	18,3	19,1	18,9	15,0	10,3	5,2	-0,4	9,9
2075	-1,0	2,3	5,7	11,8	15,3	18,5	19,2	19,2	15,4	10,8	5,0	0,4	10,2

Veľmi zaujímavý bude aj očakávaný rast maximálnych teplôt vzduchu v letnom období, kde už okolo roku 2020 môže maximálna teploty vzduchu v oblasti mesta Zvolen atakovať hranicu 40 °C, pričom očakávaný trend nárastu je veľmi významný (obr.2, 3). S rastom maximálnych teplôt vzduchu treba počítať aj s rastom počtu a dĺžky periód horúčav (viacdenné súvislé obdobia s tropickými teplotami nad 30 °C).



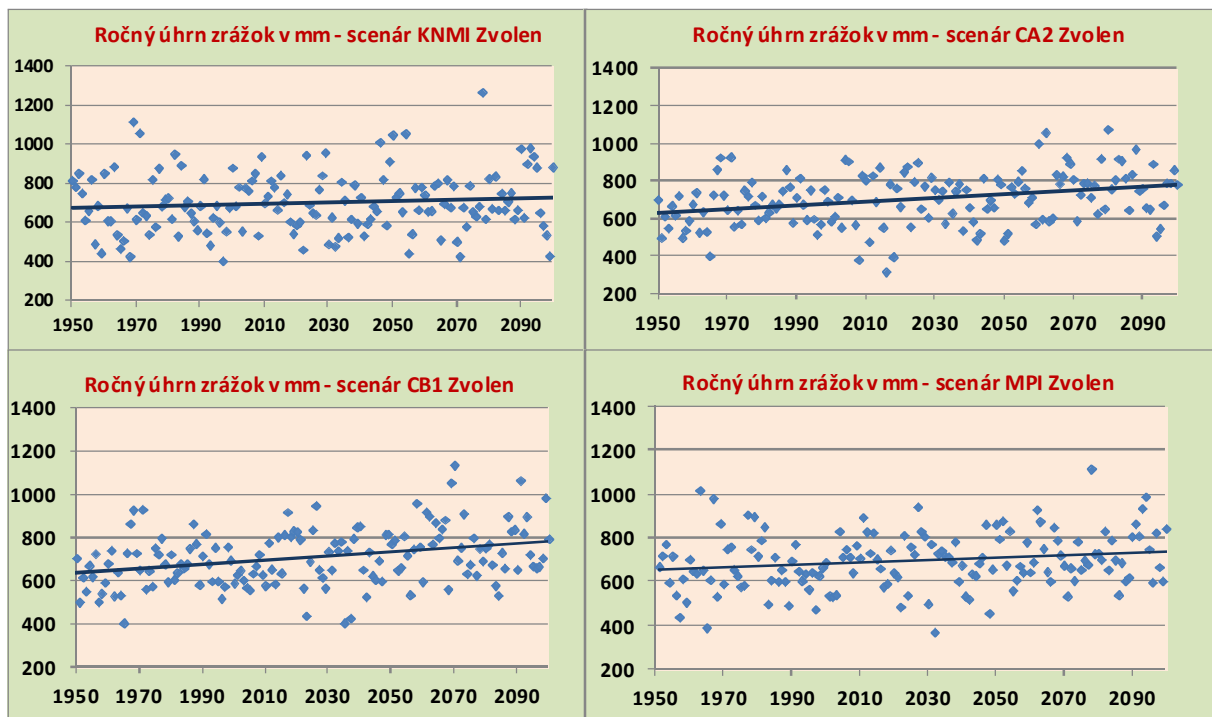
Obr.2 Vývoj maximálnych teplôt vzduchu vo Zvolene podľa scenára CA2



Obr.3 Vývoj maximálnych teplôt vzduchu vo Zvolene podľa scenára KNMI

2.2.2.2 Atmosférické zrážky

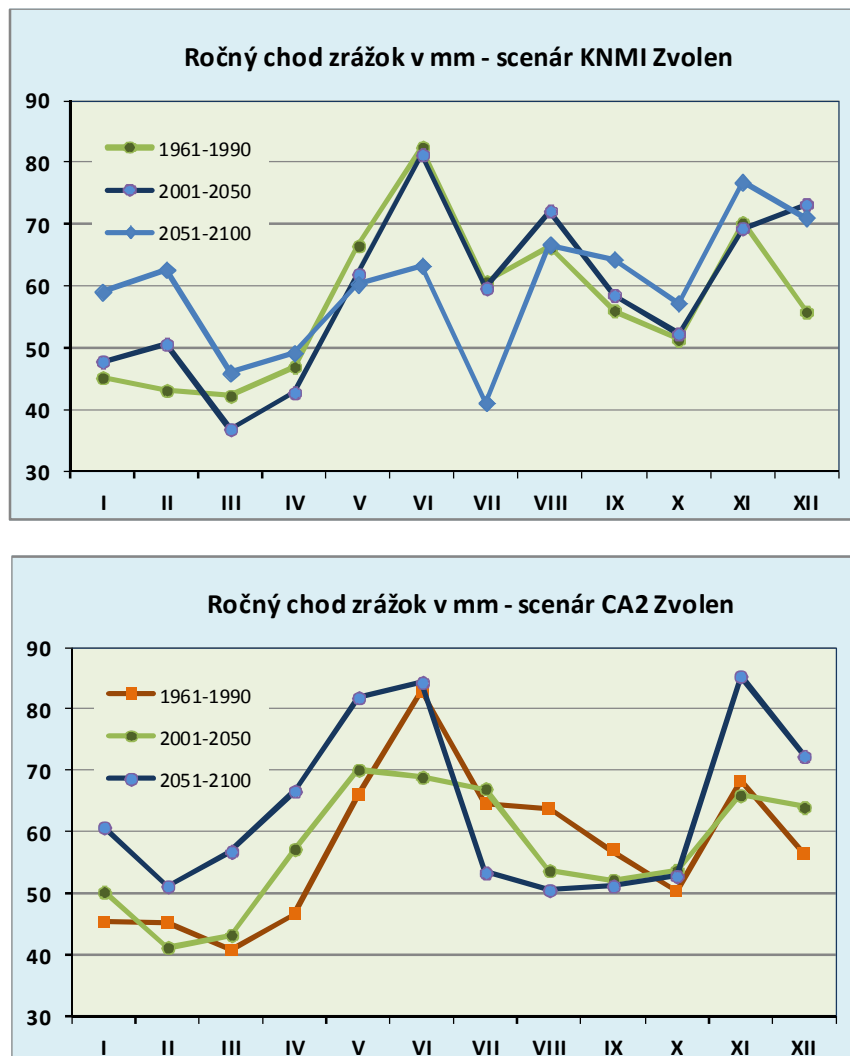
Atmosférické zrážky sú v porovnaní s teplotou vzduchu oveľa premenlivejším klimatickým parametrom, pretože ich priestorová distribúcia je výrazne modifikovaná celkovými cirkulačnými procesmi v atmosfére ako aj lokálnou orografiou. Z uvedeného dôvodu treba preto pristupovať k výsledkom scenárov s istou opatrnosťou. Všetky štyri scenáre vykazujú nárast ročných úhrnov zrážok v rozpätí 5-27 % k horizontu roku 2075 (obr.4).



Obr.4 Predpokladaný vývoj úhrnov zrážok podľa štyroch scenárov zmeny klímy pre lokalitu mesta Zvolen

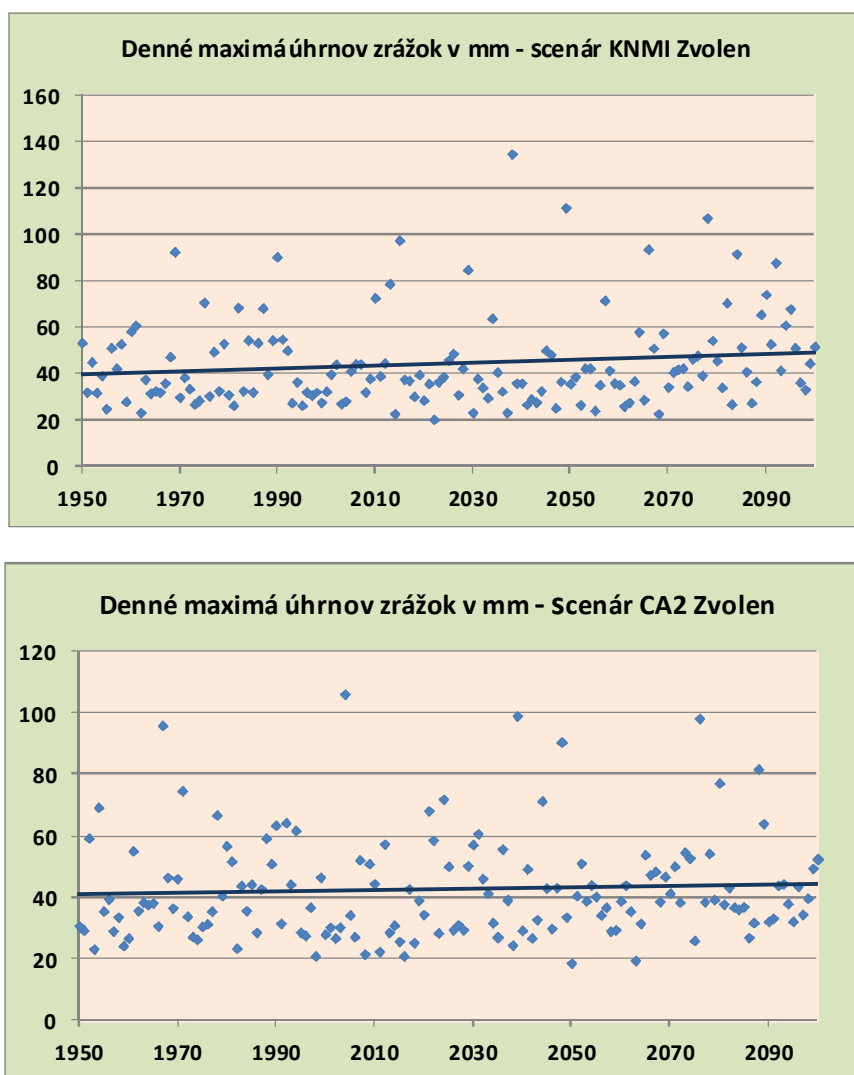
Pre správnu interpretáciu hodnôt ročných úhrnov zrážok prezentovaných na obr.4 si musíme uvedomiť, že ročné úhrny zrážok uvádzané pre jednotlivé roky nie sú predpoveďou pre daný rok, ale reprezentujú súbor údajov s určitými štatistickými charakteristikami (priemer, smerodajná odchýlka, variačný koeficient), ktoré klimaticky reprezentujú určité obdobie (napr. 30 rokov).

Veľmi dôležitou informáciou je vývoj resp. zmena mesačných úhrnov zrážok, teda ako sa bude meniť ročný chod zrážkových úhrnov. Obr.5 nám reprezentuje ročný chod zrážok podľa dvoch vybraných scenárov zmeny klímy (KNMI, CA2). Aj keď ich výsledky nie sú celkom identické, môžeme konštatovať, že dôjde k nárastu zrážok v zimnom polroku (X-III) o 20-27 % (horizont roku 2075). Zmena zrážok v letnom polroku by sa mala pohybovať v rozpätí -8 až +12 % (horizont roku 2075). V zimnom polroku treba počítať s postupným pribúdaním podielu kvapalných resp. zmiešaných zrážok, znižovať sa bude podiel snehových zrážok. Ak vezmeme do úvahy aj zmeny vo výpare (evapotranspirácii) tak môžeme predpokladať, že zimné obdobie bude humidnejšie, naopak v letnom polroku treba počítať s postupnou aridizáciou (vysušovaním) klímy.



Obr.5 Ročný chod zrážok podľa dvoch vybraných scenárov zmeny klímy pre lokalitu mesta Zvolen

Z hľadiska dôsledkov zmeny klímy v urbanizovanom prostredí sú veľmi dôležité maximálne úhrny zrážok, ktoré môžu vyvolať lokálne záplavy, či prepĺňanie kapacity kanalizačnej sústavy. Všetky scenáre maximálnych denných úhrnov zrážok vykazujú mierny nárast maximálnych úhrnov zrážok (obr.6) zhruba v rozsahu 12 až 25 %, pričom vo väčšine prípadov maximálne denné úhrny zrážok sú spojené prevažne s intenzívnou búrkovou činnosťou v letnom polroku (IV-IX), kedy tieto zrážky spadnú v priebehu 1-2 hodín. Menej často sú maximálne denné úhrny zrážok viazané na intenzívnu frontálnu cyklonálnu činnosť počas 1-3 dní. Vzhľadom na charakter modelov všeobecnej cirkulácie ovzdušia je modelovanie maximálnych denných úhrnov komplikovanejšie oproti dlhodobým zrážkovým charakteristikám (mesačné a ročné úhrny), preto u tejto charakteristiky treba počítať s vyššou mierou neistoty. V každom prípade vyššie teploty vzduchu zvyšujú kapacitu atmosféry pre nasýtenie vodnými parami, preto najmä pri búrkových konvektívnych zrážkach treba jednoznačne počítať s vyššími intenzitami krátkodobých zrážok.



Obr.6 Maximálne denné úhrny zrážok podľa scenárov klimatickej zmeny (KNMI, CA2)

2.2.2.3 Scenáre zmeny klímy - syntéza poznatkov

Z predloženej analýzy scenárov zmeny klímy pre vybrané klimatické charakteristiky si môžeme urobiť celkový obraz o predpokladanom vývoji klímy v najbližších desaťročiach, a to za predpokladu, že vývoj emisií skleníkových plynov bude zodpovedať mierne optimistickým až mierne pesimistickým emisným scenárom. Za týchto predpokladov môžeme očakávať nasledovný vývoj klimatických pomerov v lokalite mesta Zvolen:

- Priemerné ročné teploty vzduchu budú kontinuálne narastať, pričom variabilita priemerných ročných teplôt vzduchu sa príliš meniť nebude
- Nárast priemerných teplôt vzduchu bude o niečo výraznejší v zimnom období oproti letnému obdobiu
- Atmosférické zrážky budú narastať len veľmi pozvoľne, v zimných mesiacoch tento nárast bude výraznejší. V zimnom období sa bude postupne meniť pomer kvapalných a tuhých zrážok v prospech kvapalných a zmiešaných zrážok.
- Počet dní so snežením ako aj počet dní so snehovou pokrývkou sa bude postupne znižovať
- V letnom polroku (IV – IX) sa bude zvyšovať podiel suchých bezzrážkových období, ktoré budú sporadicky prerušované intenzívnymi búrkovými lejakmi, ktorých výdatnosť bude narastať
- Maximálne teploty vzduchu budú narastať a bude sa zvyšovať frekvencia ako aj dĺžka trvania „vln horúceho počasia“

Základné informácie o očakávanej zmene najdôležitejších klimatických parametrov sú sumarizované v nasledovnom prehľade:

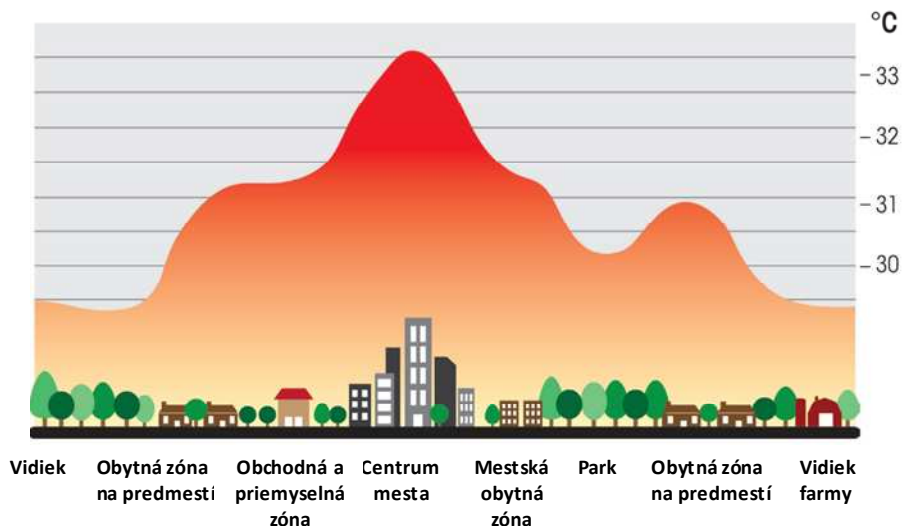
Klimatická charakteristika	Časový horizont		
	2025	2050	2075
Priemerná ročná teplota - rast	0,9 – 1,6 °C	1,8 – 2,4 °C	2,8 – 3,6 °C
Počet tropických dní ($T_{\max} \geq 30$ °C)	+ 38 – 113 %	+ 63 – 225 %	+ 100 – 325 %
Atmosférické zrážky – rok	+2,5 – 4 %	+2,6 – 11,3 %	+5,1 – 15,7 %
Atmosférické zrážky – LP	-0,4 až +4,3 %	-2,6 až +10,3 %	-7,7 až +11,9 %
Atmosférické zrážky – ZP	+3,7 – 9 %	+8,2 – 18,7	+19,7 – 26,6 %

2.3 Identifikácia predpokladaných dôsledkov zmeny klímy v meste Zvolen

2.3.1 Vysoké teploty vzduchu

2.3.1.1 *Vysoké teploty vzduchu a vlny horúčav v urbanizovanom prostredí*

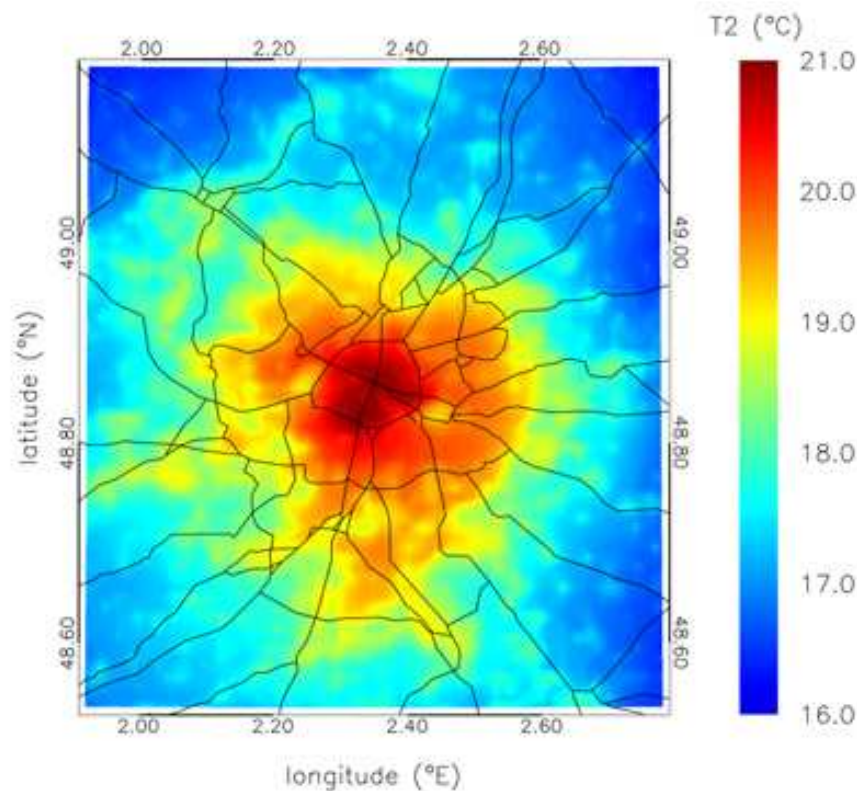
Mestské urbanizované prostredie predstavuje z hľadiska transformácie slnečnej radiácie špecifické prostredie, ktoré sa vyznačuje nízkou spotrebou energie na výpar, pričom táto nespotrebovaná energia sa transformuje na tepelnú energiu, čím dochádza k prehrievaniu urbanizovaných lokalít oproti lokalitám z výskytom vegetácie (najmä lesné porasty). Vzhľadom na dominanciu kompaktných stavebných materiálov s vysokou tepelnou kapacitou dochádza ku kumulácii tepla v priebehu dňa a jeho následnému uvoľňovaniu v nočných hodinách, čo výrazne znižuje straty tepla vyžarovaním v priebehu noci. Dochádza tak k výraznej teplotnej diferenciacii medzi urbanizovaným prostredím a okolitou vidieckou a lesnou krajinou, vznikajú tzv. mestské ostrovy tepla (heat islands), a to najmä v letnom období pri niekoľkodennom bezveternom slnečnom radiačnom type počasia. Teplotné rozdiely medzi centrom mesta a okolitou vidieckou krajinou môžu byť značné. Ako príklad uvádzame výsledky nedávnych analýz z oblasti Anatólie v Turecku (obr. 7).



Obr.7: Rozloženie teploty vzduchu v meste a okolitej vidieckej krajine v popoludňajších hodinách – Anatólia (Turecko) (Ozdemir et al. 2012)

Z výsledkov jednoznačne vyplýva, že najviac sú prehrievané centrá miest, smerom do vidieckej krajiny teplota vzduchu klesá. teplotná diferencia medzi stredom mesta a okolitou vidieckou krajinou bola takmer 5 °C. Z prezentovaných výsledkov je zrejмый aj pozitívny vplyv mestského parku, ktorý dokázal zmierniť teplotu vzduchu o 1 °C.

Z hľadiska dopadov zmeny klímy na ľudské zdravie a kvalitu života v mestskom prostredí sú najrizikovejšie obdobia viacdenných vysokých teplôt vzduchu s maximálnou teplotou presahujúcou 30 °C (tropické dni) a minimálnou teplotou neklesajúcou pod 20 °C (tropické noci). Z hľadiska dopadov na zdravie doteraz najtragickejšou takouto periódou bolo leto 2003 vo Francúzsku (najmä v oblasti Paríža), kde vlna horúčav mala za následok úmrtie asi 15 000 obyvateľov. Obr.8 ilustruje rozloženie večernej teploty vzduchu (22:00 GMT+1) v Paríži a jeho okolí, kde vidíme, že takmer celá centrálna mestská zóna je prehriata oproti okolitej vidieckej krajine približne o 5 °C.



Obr.8 Priemerná teplota vzduchu v Paríži o 22:00 (GMT+1) v lete roku 2003
[\(http://www.gislounge.com/urban-heat-island-analysis/\)](http://www.gislounge.com/urban-heat-island-analysis/)

Na základe analýzy infračervených satelitných snímok Zvolenskej kotliny (obr.9) môžeme sledovať diferencie v rozložení povrchovej teploty, najmarkantnejšie rozdiely sú medzi mestským a urbanizovaným prostredím a lesnými komplexami, ktoré v dôsledku transpirácie sú výrazne chladnejšie ako lokalita mesta Zvolen a priľahlých sídelných štruktúr. Teplota vzduchu v čase snímkovania, meraná na letisku Sliač, sa pohybovala okolo 20 °C, vyskytovala sa premenlivá kopovitá oblačnosť so slabými prehánkami.

Pri interpretácii infračervených satelitných scén si musíme uvedomiť, že tieto nám poskytujú informáciu o teplote aktívneho povrchu, ktorá je výsledkom radiačnej bilancie (rozdielu medzi krátkovlnným a dlhovlnným žiarením aktívneho povrchu). Teplota aktívneho povrchu môže, ale nemusí byť v priamom lineárnom vzťahu k teplote vzduchu, nakoľko vzduch podlieha turbulentnému premiešavaniu, čo znamená, že rozdiely v teplote vzduchu v dôsledku rozdielnych teplôt aktívneho povrchu sa do istej miery stierajú. Ináč povedané, priestorové rozloženie teploty vzduchu v oblasti Zvolenskej kotliny, by nebolo tak výrazne diferencované ako povrchová teplota, práve v dôsledku turbulentného premiešavania a konvektívneho prúdenia. Dá sa predpokladať, že amplitúda teploty vzduchu, by bola zhruba polovičná (rozdiel medzi najteplejším a najchladnejším miestom).

To, čo je dôležité, sú rozdiely medzi lesom (aktívna vegetácia) a ostatnou krajinou. V tomto období aj poľnohospodárska krajina bez aktívnej vegetácie (najmä oráčiny), má povrch výrazne teplejší ako les, ktorý je v priebehu dňa ochladzovaný procesom transpirácie v dôsledky straty energie pri skupenskej

premene vody z kvapalnej na plynnú fázu (vodná para). Na snímke môžeme vidieť aj ochladzujúci účinok brehových porastov lemujúcich rieku Hron.

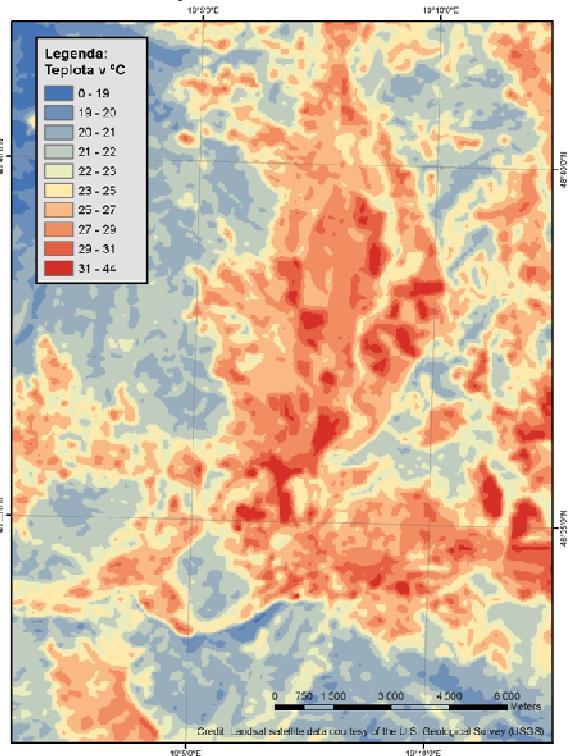
Zvolenská kotlina - satelitná snímka Landsat (8. september 2013)

Kompozícia kanálov Landsat: IR/SW/R/R

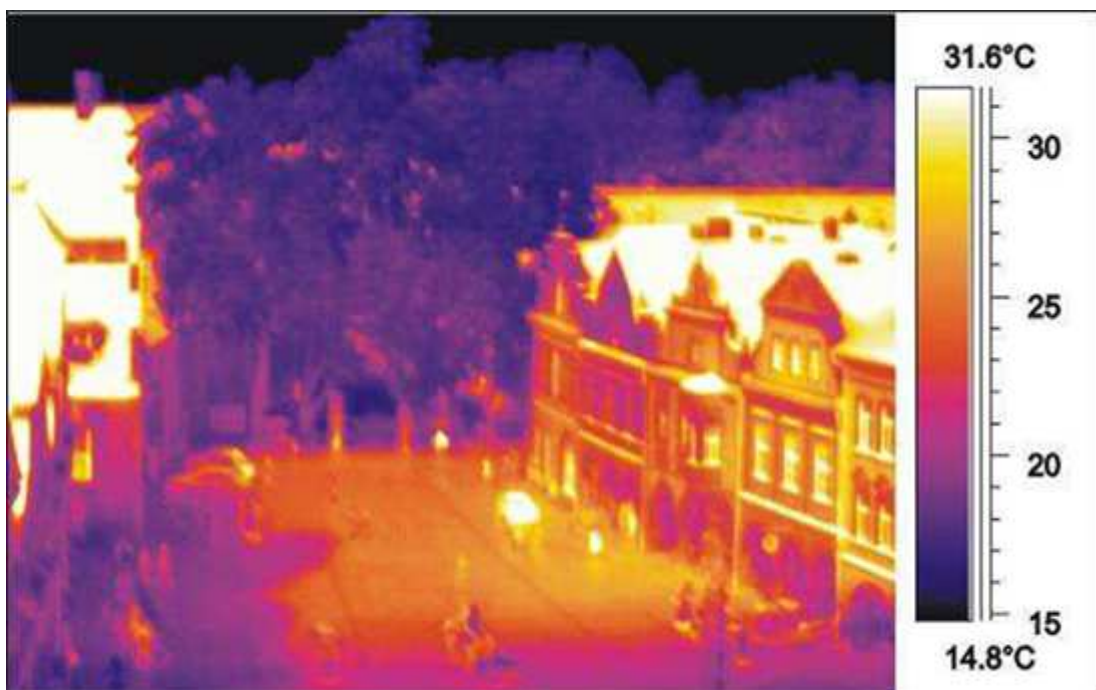


Zvolenská kotlina - teplota v stupňoch Celzia odvodená z termálneho kanálu satelitnej snímky Landsat

8. september 2013 o 10:35 hod.



Obr. 9 Rozloženie teploty povrchu vo Zvolenskej kotline (September 2013, 10:35 SEČ) (Bucha 2015)



Obr.10 Infračervený snímok mesta Třeboň (12. 7. 2002, 10:00 h SEČ) (autor J.Pokorný)

V mestskom prostredí dochádza k výraznej diferenciacii pri transformácii krátkovlnnej slnečnej radiácie, pasívne tmavé povrchy intenzívne premieňajú slnečnú energiu na teplo, v dôsledku ktorého sa takéto povrchy (betón, asfalt, škridľové a plechové strechy) rýchlo zohrievajú a dochádza k ohrevu aj okolitého vzduchu. Naopak aktívny povrch vegetácie premieňa menej slnečnej energie na teplo nakoľko časť slnečného žiarenia sa spotrebuje na výpar vody z listov (ihličia). Preto je proces ohrevu pomalší oproti pasívnym povrchom, navyše slnečné žiarenie podlieha v korunách stromov a kríkov rozptylu, čím sa jeho transformácia na tepelnú energiu rozkladá na oveľa väčšiu plochu listov než je horizontálna plocha, na ktorej je vegetácia lokalizovaná.

Na infračervenom snímku mesta Třeboň (obr.10) môžeme identifikovať vysoké teploty pasívneho povrchu striech mestských domov (škridľa) prevyšujúce hodnotu 30 °C, s čím ostro kontrastujú chladné koruny vysokých stromov s teplotou aktívneho povrchu len okolo 15 °C, ktoré sú ochladzované transpiráciou (výparom) z celého korunového priestoru. Mestská vegetácia, najmä parkového typu s vysokými stromami, je tak významným faktorom zmierňovania vplyvu vysokých teplôt vzduchu najmä v centrálnych, husto zastavaných, mestských zónach.

2.3.1.2 Vlny horúčav a ľudské zdravie

Aké budú predpokladané dôsledky výskytu periód horúčav na ľudské zdravie? Vychádzať môžeme zo záverov projektu Climate Change and Adaptation Strategy for Climate Change in Europe (cCASHh, www.euro.who.int/ccashh) financovaného Európskou úniou, do ktorej bolo zapojených 15 európskych krajín (SR nebolo zapojené v projekte). V rámci tohto projektu boli identifikované nasledovné vplyvy klimatických zmien na zdravie:

- *Horúčavy v auguste 2003 spôsobili viac ako 35000 úmrtí v Európe*
- *Prípady salmonelózy narástli o 5-10% s každým zvýšením teploty o 1 °C počas týždňa*
- *Záplavy v uplynulých rokoch spôsobili úmrtia, úrazy a choroby; očakáva sa zvýšenie ich frekvencie*
- *Lymská borelióza a kliešťová encefalitída sa rozšírila do vyšších zemepisných šírok a nadmorských výšok*
- *Priemerná dĺžka vegetačného obdobia rastlín s alergizujúcim peľom spôsobujúcim alergické reakcie v Európe vzrástla o 10-11 dní za posledných 30 rokov.*

Tepľšie zimy spôsobia zníženie počtu úmrtí v dôsledku nízkych teplôt, napríklad v UK očakávajú väčšie zníženie úmrtí z dôvodu chladu ako je nárast úmrtí na vysoké teploty (IPPC WG11). Napriek tomu, podľa projektu Európskej únie PESETA (<http://peseta.jrc.es/results.html>), sa úmrtia počas horúčav v 27 krajinách EÚ dramaticky zvýšia. Podľa scenára predpokladajúceho zvýšenie priemernej globálnej teploty o 3 °C v priebehu rokov 2071-2100 v porovnaní s rokmi 1961-1990 sa predpokladá zvýšenie o takmer 86000 úmrtí za rok. S nárastom priemernej teploty o 2,2 °C za také isté obdobie je toto zvýšenie polovičné, t.j. 36000 (Halzlová K., 2011).

Okrem spôsobenia úmrtí, horúčavy môžu zhoršiť existujúce zdravotné problémy. Podľa WHO kardiovaskulárne ochorenia sú omnoho vážnejšie v letnom období a tiež riziká alergických porúch

rastú. Horúcejšie a dlhšie letá prinesú nové druhy rastlinných peľov, ako je ambrózia, a zmeny v peľovej sezóne. V Európe peľová sezóna trvá o 10 dní dlhšie, než tomu bolo pred 30 rokmi.

V rámci 4. Hodnotiacej správy IPCC (2007) sa konštatuje, že prejavy klimatických zmien s dopadom na zdravie budú spojené predovšetkým v spojení s extrémnymi udalosťami ako sú vlny horúčav (kardiovaskulárne a respiračné ochorenia, dehydratácia organizmu, a to osobitne u najzraniteľnejších skupín populácie), záplavy (gastrointestinálne, respiračné, kožné ochorenia a úrazy). Správa predpovedá nárast kardiovaskulárnych a respiračných ochorení a úmrtí ako dôsledok klimatických zmien.

Vplyv vysokých teplôt (najmä pri dlhšom trvaní) na zdravie bude jedným z najväznejších problémov najmä vo veľkých mestských aglomeráciách. Teploty v Európe opakovane dosahujú 35 – 40°C (teplota v r.2003 vyššia ako 40°C). V mesiaci august v tomto roku v dôsledku extrémne vysokej teploty zomrelo v Európskych krajinách viac ako 35 000 ľudí (len vo Francúzku 15 tisíc). Predikcie vplyvu vysokých teplôt predpovedajú pri náraste teplôt o 3°C v rokoch 2071-2100 86 tisíc úmrtí za rok len v dôsledku vysokých teplôt, pri náraste o 2,2°C 36 tisíc úmrtí (Veľká Británia). V Nemecku predpovedajú pre rok 2050, 2800 úmrtí za rok tj. o 250% viac ako v súčasnosti. Predpokladajú sa aj ďalšie nepriaznivé interakcie vysokých teplôt a znečisteného ovzdušia. V EÚ 370 000 ľudí zomiera ročne kvôli znečistenému ovzdušiu predčasne, znečistené ovzdušie nielen zabíja, ale zhoršuje chronické respiračné ochorenia a kardiovaskulárne ochorenia, poškodzuje pľúcne tkanivo a prispieva k rakovine. Kombinovaný efekt vysokých teplôt + prízemný ozón + prachové častice (znečistené ovzdušie sa podieľa v rozsahu 5 – 12% na úmrtiach v dôsledku horúcich vln) v budúcnosti povedie k predčasným úmrtiam a nárastu ochorení (Halzlová K., 2011).

2.3.2 Záplavy

2.3.2.1 Záplavy v urbanizovanom prostredí

Záplavy v urbanizovanom prostredí môžu mať rôzny charakter, a to najmä z hľadiska „pôvodu“ vody, ktorá spôsobila záplavu a z hľadiska príčinných procesov, ktoré záplavu spôsobili. Pre lokalitu mesta Zvolen prichádzajú do úvahy v zásade tri druhy záplav:

Riečne záplavy/povodne na väčších vodných tokoch vznikajú vybrežením povrchového riečneho toku v dôsledku nadmerných zrážok, ktorých úhrnná kapacita prevyšuje možnosti prietoku v koryte toku rieky. Časový priebeh a celkový objem takejto záplavy závisí od intenzity padajúcich zrážok a veľkosti zasiahnutej časti povodia zrážkovou činnosťou. V jarnom období sa k padajúcim zrážkam môže pridružiť aj voda z topiaceho sa snehu. Tento typ záplav sa môže v oblasti mesta Zvolen vyskytnúť na rieke Hron, Slatina a Neresnica.

Na základe údajov z krajinno-ekologického plánu mesta Zvolen ako aj povodňových máp zátopových území z povodia Hrona môžeme konštatovať, že zabezpečenie mesta Zvolen z hľadiska protipovodňového rizika je relatívne dobré. Prietokové množstvá vody na úrovni Q_{100} (storočná voda) v súčasnosti neznamenajú pre mesto reálne riziko, nakoľko takýto prietok by nevedol k vyliatiu rieky

Hron ani Slatiny. Protipovodňová bezpečnosť na rieke Slatina je v súčasnosti znížená v priestore od VD Môťová až po vyústenie do rieky Hron v dôsledku nedostatočných úprav prietokového profilu, ktorý v súčasnosti nezabezpečuje bezpečný prietok na úrovni Q_{100} a vyžaduje si realizáciu technických opatrení. VD Môťová má, z hľadiska protipovodňovej ochrany, nedostatočný retenčný objem a len malou mierou môže prispievať k zmierňovaniu priebehu povodňových vln.

Vyššie riziko negatívnych dôsledkov záplav by sme tiež mohli spájať s riečkou Neresnica, na ktorej toku neboli zatiaľ realizované žiadne osobitné biotechnické ani stavebno-technické opatrenia zvyšujúce prietoknosť jej koryta resp. zvýšenie línie brehov či brehových hrádzí. Ani súčasný stav koryta riečky a brehových porastov nie je uspokojivý a v niektorých úsekoch by mohlo dôjsť, aj pri prietoku Q_{100} , k vyliatiu povrchového toku s následným ohrozením okolitého územia: oblasť Neresnického kúpaliska, hotelovo-športový komplex a zástavba v bezprostrednom okolí najmä pravého brehu riečky.



Obr. 11 Povodňová situácia na Neresnici (január 2009) zapríčinená dažďom a topiacim sa snehom

Zdroj: <http://www.cas.sk/clanok/146056/dazd-a-topiaci-sa-sneh-zvolen-ohrozuje-povoden.html>

Bleskové záplavy/povodne vznikajú najmä búrkovou činnosťou, ktorá je spojená s vypadávaním zrážok vysokej intenzity v malých povodiach. Ak intenzita zrážok výrazne prevyšuje infiltračnú kapacitu krajiny, voda rýchlo steká po povrchu a hromadí sa v terénnych depresiách a prietok vody v malých tokoch sa mnohonásobne zvýši v relatívne krátkom čase (niekoľko hodín) a dôjde k lokálnym záplavam v dosahu príslušného malého vodného toku. Tento typ záplav môže byť v meste Zvolen spojený s vodnými tokmi Zolná, Zlatý potok, Sekier, Pomiaslo, Neresnica, Boroviansky potok, Kováčovský a Kopanický potok.

Už v krajinno-ekologickom pláne mesta Zvolen v časti hodnotenia povodňových rizík sa upozorňovalo na zlý stav niektorých malých vodných tokov, či už z hľadiska zlého stavu koryta a brehových porastov, ale aj nevyhovujúceho stavu niektorých technických objektov (mosty, priepusty). Žiaľ treba konštatovať, že ani v priebehu nasledujúceho obdobia nedošlo k zásadnejšiemu zlepšeniu. K zvýšeniu povodňových rizík treba pripočítať aj reálny stav vo využívaní krajiny, a to predovšetkým v priestore severovýchodného kvadrantu krajiny gravitujúcej, v rámci chorickej štruktúry krajiny, k mestu Zvolen. Tento krajinný priestor je odlesnený, bez osobitných protieróznych a protipovodňových opatrení. Vzhľadom na menej priaznivé hydroopedologické vlastnosti pôd v tejto oblasti, môže tento krajinný segment, v prípade privalových dažďov, výrazným spôsobom prispieť k tvorbe povrchového odtoku

a erózneho odnosu, ktorý sa môže sústrediť do Borovianskeho potoka smerom na Podborovú alebo druhým gravitačným smerom na Zlatý potok a Lieskovský potok.

Záplavy z nedostatočného odtoku povrchovej dažďovej vody v meste sú spojené s intenzívnymi búrkovými lejakmi vyskytujúcimi sa priamo v meste Zvolen príp. v jeho bezprostrednom okolí. Tieto záplavy sú spojené s nedostatočnou kapacitou kanalizačnej a odtokovej sústavy a vysokým podielom nenasiakavých povrchov (betón, asfalt), kedy dochádza k hromadeniu dažďovej vody na povrchu a jej kumulácii v terénnych depresiách. Preplnenie kanalizačnej sústavy môže sekundárne vyvolať aj problémy s režimom odpadových vôd v interiéroch budov, bytov, garáží a pod.

2.3.2.2 Dôsledky záplav v meste

Vysoká koncentrácia obyvateľstva, hustá infraštruktúrna sieť a rôznorodé stavebné objekty v mestskom prostredí výrazným spôsobom zvyšujú dôsledky záplav, či už z hľadiska materiálnych a ekonomických škôd, ale aj zdravotných a sociálnych dopadov. Zo Slovenska, ale aj Európy, máme množstvo skúsenosti s dôsledkami záplav v urbanizovanom prostredí, či už z veľkých riek alebo aj menších vodných tokov, ktorých dôsledky sumarizuje nasledovný prehľad:

Materiálne dôsledky	Ekonomické dopady	Zdravotné dopady	Zainteresované subjekty
<ul style="list-style-type: none"> Škody na súkromných a verejných budovách, infraštruktúre Dopravná infraštruktúra Verejné objekty a siete (elektrina, dátové rozvody, plyn, voda) Ostatné zraniteľné objekty (stanice PHM a pod.) 	<ul style="list-style-type: none"> Prerušenie dodávok elektrickej energie Prerušenie prevádzky komunikačných sietí Výpadky v doprave: motorové vozidlá, verejná doprava, bicykle, záchranné zložky Ekonomické straty firiem 	<ul style="list-style-type: none"> Poranenia, úrazy, smrť Zdravotné dôsledky z kontaminácie záplavovou vodou Post traumatické stresy a poruchy z presídlenia a strát (majetkových, duševných, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> Hasičský zbor Policajný zbor Rýchla zdravotná služba Správcovia vodných tokov a kanalizačných sústav Správcovia infraštruktúrnych sietí (komunikácie, voda, elektrina, plyn, dátové siete, ...)

Zdroj: van Riel, 2011 ex EEA 2012

Dôsledky záplav z hľadiska ich dopadov na život mesta závisia predovšetkým od veľkosti zaplavenej časti mesta, trvania záplav a doby odstraňovania následkov v zaplavených územiach mesta. Dôležitou fázou je aj následná analýza príčin vzniku záplav a návrh opatrení smerujúcich k zníženiu príp. eliminácii rizika opakovania sa takejto situácie.

V spojitosti so zmenou klímy je potrebné si uvedomiť, že v súvislosti so zmenami zrážkovoodtokových pomerov determinovaných zmenou klímy sa s vysokou pravdepodobnosťou budú meniť aj štatistické charakteristiky prietokových objemov a bude potrebné sa preto neustále vracieť k plánom protipovodňovej ochrany mesta.

2.3.3 Syntéza poznatkov o dôsledkoch zmeny klímy v meste Zvolen

Na základe vyššie uvedených poznatkov ako aj poznatkov z prípravy národnej adaptačnej stratégie Slovenskej republiky (Mindáš et al. 2011) môžeme pre oblasť mesta Zvolena uvažovať najmä s negatívnymi dôsledkami vysokých teplôt vzduchu a období horúčav ako aj s negatívnymi dôsledkami

záplav. Negatívne dôsledky klimatickej zmeny v meste Zvolen sú sumarizované v nasledovnom tabuľkovom prehľade (tab.2) aj s odhadom miery rizika (zraniteľnosti).

Na tomto mieste treba ešte spomenúť jeden fenomén, ktorý súvisí s klimatickou zmenou, a to sucho. Tento klimatický fenomén znamená výskyt dlhšieho časového obdobia (týždne) s nepriaznivou vodnou bilanciou. Vo vzťahu k urbanizovanému prostrediu (mestá) sa fenomén sucha posudzuje najmä z hľadiska zraniteľnosti vodných zdrojov mesta (UN ECE 2009, EEA 2010, Revi et al., 2014). Vzhľadom na situáciu v oblasti vodných zdrojov mesta Zvolen a jeho širšieho okolia, s dominanciou podzemných zdrojov pitnej vody a ich nízkej zraniteľnosti zmenou klímy (Majerčáková ex Mindáš et al. 2011) sme túto klimatickú charakteristiku nezahrnuli do oblasti negatívnych dôsledkov zmeny klímy. Neznamená to však, že v budúcnosti nemôže dôjsť k takým zmenám hydrogeologického prostredia, ktoré by, v spojitosti so zmenou klímy, sa nemohli stať limitujúcimi pre ďalší rozvoj a fungovanie mesta. Preto, aj napriek neočakávaným negatívnym dopadom na vodné zdroje, nemôžeme túto oblasť úplne zanedbať a bude potrebné stav vodných zdrojov a ich senzibilitu na zmenu klímy permanentne monitorovať.

Tab.2 Sumarizácia dôsledkov pôsobenia klimatických faktorov v podmienkach zmeny klímy

Klimatický faktor	Dôsledok	Ohrozená skupina	Miera rizika		
			2025	2050	2075
Zmena bioklimatických podmienok	<i>Odumieranie senzitívnych druhov mestkej líniovej vegetáci, mestských parkov a zelených plôch</i>	Mestská a prímestská vegetácia			
Zmena bioklimatických podmienok	<i>Šírenie nových druhov rastlinných a živočíšnych škodcov Invázne druhy</i>	Mestská a prímestská vegetácia			
Rast zimných zrážok a rast teploty v zime	<i>Lokálne kombinované záplavy z dažďa a topenia sa snehu</i>	Identifikované časti mesta			
Intenzívne lejaky	<i>Lokálne povodne na malých tokoch, Lokálne záplavy z nedostatočnej kapacity kanalizačnej odvodňovacej sústavy</i>	Identifikované časti mesta			
Rast sezónnych teplôt vzduchu	<i>Zmena distribúcie a intenzity kvitnutia alergénov v mestskom a prímestskom prostredí</i>	Alergici			
Tropické dni Vlny horúčav	<i>Vlny horúčav vyvolávajúce stresové reakcie, zvýšené zdravotné riziká, zvýšené hygienické riziká</i>	Seniori nad 65 rokov Osamelí žijúci ľudia Sociálne odkázaní ľudia Deti do 15 rokov Niektoré etnické minority			
Vysoké teploty a znečistenie ovzdušia (PM _{2,5} a O ₃)	<i>Epizódy vysokých koncentrácií ozónu a jeho nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie a vegetáciu. Zvýšený výskyt tuhých znečisťujúcich látok (sekundárna prašnosť) v suchých obdobiach</i>	Ľudia vo vonkajšom prostredí			
Vlny horúčav Vysoké letné teploty	<i>Zmena interiérovej klímy – prehrievanie vnútorných priestorov (byty, kancelárie, výrobné haly, ...)</i>	Obyvatelia žijúci a pracujúci v neklimatizovaných vnútorných priestoroch			

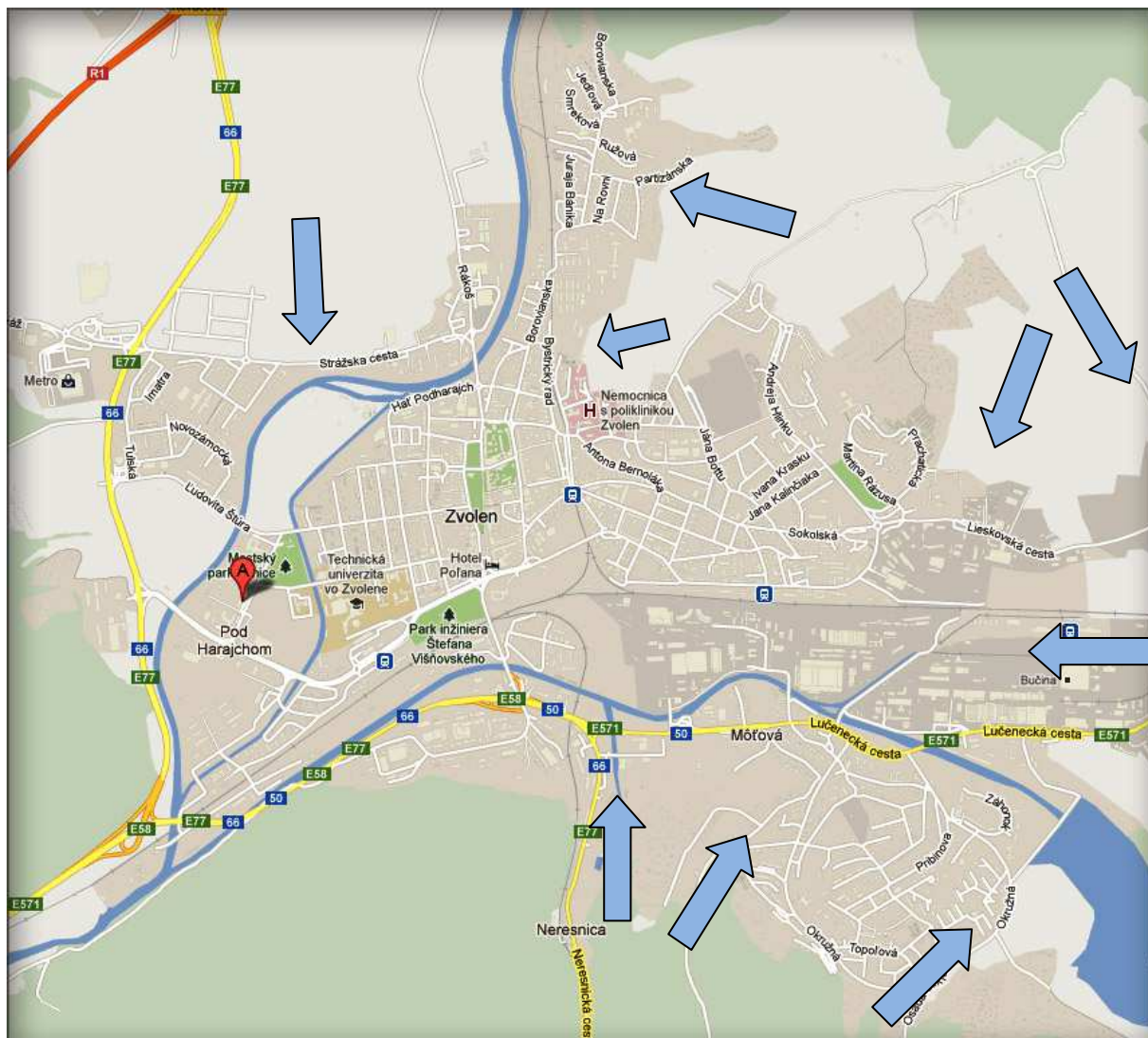
Miera rizika	
Nízka	
Stredná	
Vysoká	
Veľmi vysoká	

2.4 Identifikácia predpokladaných dôsledkov zmeny klímy na manažment a režim vody v meste a priľahlej krajine

Predpokladané dôsledky zmeny klímy na hydrický režim krajiny, vrátane urbanizovaného prostredia, bude z hľadiska klimatickej zmeny determinovaný hlavne dvomi protichodnými procesmi: 1/ zvýšenou frekvenciou výskytu suchých období najmä v letnom období a 2/ zvýšením úhrnov zimných zrážok a zvyšovaním podielu kvapalných zrážok v zime a zvýšením intenzity zrážok z kopovitej búrkovej oblačnosti. Hlavným dôsledkom týchto procesov bude predovšetkým nárast rizika tzv. bleskových povodní počas celého roka, s najvyšším výskytom v letnom období (Škvarčina et al. 2010).

Bleskové povodne sú veľmi ťažko predpovedateľné, aj keď vybudovanie Protipovodňového a varovného systému (POVAPSYS) v gescii Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) by malo priniesť kvalitatívny posun vpred a poskytovať varovania pred bleskovými povodňami v 2-3 hodinovom predstihu. Aj v takomto prípade včasného varovania však vo väčšine prípadov nie je možné zabrániť škodám, možno ich len zmierniť. Z uvedených dôvodov je zrejmé, že prevencia pred bleskovými povodňami, ak chceme, aby ich následky boli minimálne, musí byť komplexná a dlhodobá.

Na základe dostupných podkladov krajinno-ekologického plánu, vlastných terénnych šetrení a poznatkov, sme identifikovali nebezpečné smery bleskových povodní pre mesto Zvolen (obr.12) viazaných predovšetkým na prirodzené gravitačné spády a existujúce malé vodné toky.



Obr.12 Nebezpečné smery bleskových záplav v lokalite mesta Zvolen

Z hľadiska intravilánu mesta vo vzťahu najmä k režimu zrážok je možné predpokladať dva typy záplav z nedostatočného odtoku vody v meste. Prvým typom záplav budú záplavy spojené s vypadávaním kvapalných zrážok kombinované s intenzívnym topením sa snehu. Druhým typom záplav budú záplavy spôsobené intenzívnymi búrkovými lejakmi. V oboch prípadoch bude vznik záplav podmienený kapacitou kanalizačnej sústavy resp. kapacitou ostatných drenážnych systémov (MIH-VÁTI 2011).

Aj keď tento druh záplav spravidla nemá pre mesto a jeho obyvateľov také negatívne dôsledky ako iné druhy záplav, predsa len môžu aj tieto záplavy spôsobiť materiálne a ekonomické škody a v spojitosti s kontamináciou prostredia (splaškové vody) a komplikáciami v manažmente odpadových vôd (napr. preplnenie kapacity ČOV) môžu znamenať riziko z hľadiska negatívnych dopadov na životné prostredie a verejné zdravie obyvateľstva (EEA 2012).

Lokalizácia výskytu tohto druhu záplav je veľmi obtiažna a môže sa vyskytnúť v ktorejkoľvek časti mesta Zvolen. Oblasti s vyšším rizikom predstavujú terénne depresie, pivničné priestory domov (s kanalizačnými potrubiami), stavebné a terénne bariéry usmerňujúce odtok vody a pod.

2.5 Zraniteľnosť mesta Zvolen z hľadiska klimatickej zmeny

Na základe priestorového usporiadania urbanistických prvkov a georeliéfu sme spracovali zraniteľnosť jednotlivých mestských častí mesta Zvolen z hľadiska rizika dopadov vysokých teplôt vzduchu resp. výskytu periód horúčav a rizika bleskových záplav. Výsledky sumarizuje tab.3

Tab.3 Zraniteľnosť mestských častí z hľadiska dopadov zmeny klímy

Mestské časti		Vysoké teploty			Záplavy-bleskové		
		2025	2050	2075	2025	2050	2075
MČ1	Sekier, Záhonok, Lipovec, Môťová, Kráľová, Osada Sekier	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red
MČ2	Zlatý potok, Bakova jama, Lukové, Zolná	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Red
MČ3	sídlisko Západ-Tepličky, Stráž	Red	Red	Purple	Light Green	Light Green	Yellow
MČ4	Podborová, Borová hora	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
MČ5	Centrálna mestská zóna	Red	Red	Purple	Light Green	Light Green	Yellow

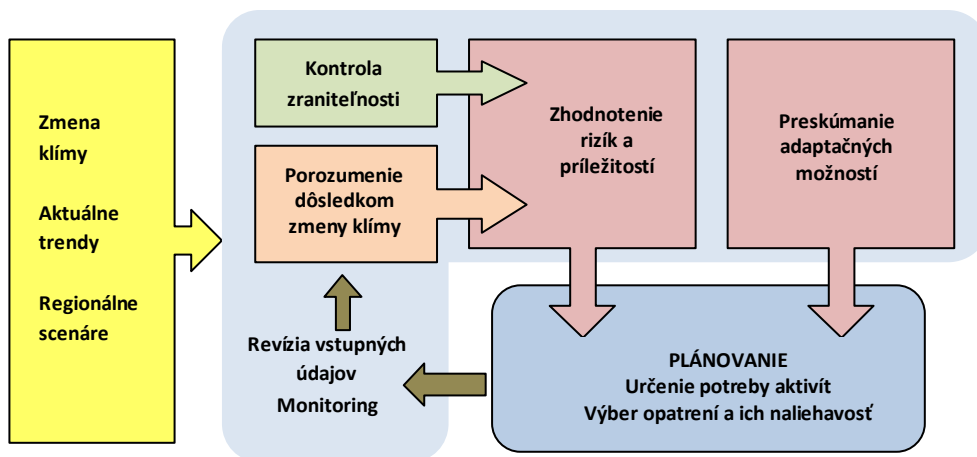
Zraniteľnosť	
Nízka	Light Green
Stredná	Yellow
Vysoká	Red
Veľmi vysoká	Purple

3 Adaptačná stratégia mesta Zvolen (Využitie dažďovej vody)

3.1 Základné východiská adaptačnej stratégie mesta

Adaptačná stratégia mesta by mala vychádzať z reálnej situácie, v ktorej sa mesto nachádza, a to najmä z hľadiska priestorovej štruktúry mesta (hlavne plošná distribúcia modrých a zelených plôch) a stavu infraštruktúrnej vybavenosti mesta (dopravné komunikácie, dátové siete, rozvody elektriny, vody, plynu a kanalizačná sústava). Ďalším východiskom je poznatková báza o základných aktuálnych trendoch spojených s klímou a bioklímou mesta a o očakávaných zmenách klímy na báze regionálnych resp. lokálnych scenárov zmeny klímy.

Metodický postup prípravy a realizácie adaptačných opatrení by mal mať určitý logický sled, príklad možného metodického postupu je dokumentovaný na obr.13.



Obr.13 Schéma metodického postupu prípravy a plánovania adaptačných opatrení (Ricardo-AEA, 2012) – upravené autormi

Z metodického hľadiska treba objasniť dva základné pojmy, a to zraniteľnosť a adaptácia na klimatickú zmenu.

Zraniteľnosť (vulnerability) na klimatickú zmenu je vyjadrením stupňa, do akej miery je systém citlivý na zmenu klímy resp. nie je schopný sa vyrovnáť s nepriaznivými účinkami zmeny klímy vrátane jej premenlivosti a výskytu extrémov. Zraniteľnosť je funkciou charakteru, veľkosti a rýchlosti zmeny klímy a variabilite, ktorej je systém vystavený, jeho citlivosti a schopnosti adaptácie (IPCC 2014).

Adaptácia (adaptation) na zmenu klímy, je nastavenie prírodných alebo antropogénnych systémov (aj mestských oblastí) ako odozva na skutočné alebo očakávané klimatické podnety alebo ich účinky. Adaptácia zmierňuje negatívne dôsledky a využíva priaznivé benefity klimatickej zmeny (EEA 2012).

Adaptačné opatrenia môžeme kategorizovať rôznym spôsobom najčastejšie sa však vychádza z klasifikácie použitej v Bielej knihe EÚ o adaptácii na klimatickú zmenu (2009), ktorá rozlišuje tri základné typy opatrení pre urbanizované prostredie:

Prístupy založené na **šedej (grey) infraštruktúre** korešpondujú s materiálovými zmenami alebo konštrukčnými opatreniami a využívajú inžinierske služby na konštrukciu budov a infraštruktúry dôležitých pre sociálny a ekonomický blahobyt spoločnosti a pre lepšie zvládnutie extrémnych udalostí

Prístupy založené na **zelenej (green) infraštruktúre** prispievajú k reziliencii ekosystémov a môžu zastaviť pokles biodiverzity, degradáciu ekosystémov a revitalizovať kolobeh vody. Na druhej strane, zelená infraštruktúra využíva funkcie a služby poskytované ekosystémami a umožňuje ekonomicky efektívnejšie a niekedy aj vhodnejšie adaptačné riešenie ako šedá infraštruktúra.

Jemné (soft) opatrenia znamenajú tvorbu a aplikáciu politik, procesov a zainteresovanosti ako je kontrola procesov využívania krajiny (land use) a územné plánovanie, informovanosť občanov a zainteresovaných subjektov, ekonomická saturácia redukcie zraniteľnosti a pod. vyžadujúcich si obozretný manažment podriadených systémov. Niektoré z týchto opatrení môžu podporovať implementáciu šedých, modrých alebo zelených opatrení (napr. finančná podpora, integrácia „zmeny klímy“ do rozhodnutí a pod.).

K týmto trom typom adaptačných opatrení treba priradiť aj prístupy založené na kreovaní **modrej (blue) infraštruktúry**, ktorá zahŕňa najmä stabilné vodné prvky v meste (jazierka, fontány, verejný prístup k pitnej vode a pod.), mobilné vodné prvky v meste (zavlažovacie systémy, mobilné fontány, verejné sprchy, mobilné zvlhčovače a pod.) ako aj budovanie udržateľného systému drenážovania a následného manažmentu dažďovej vody v meste.

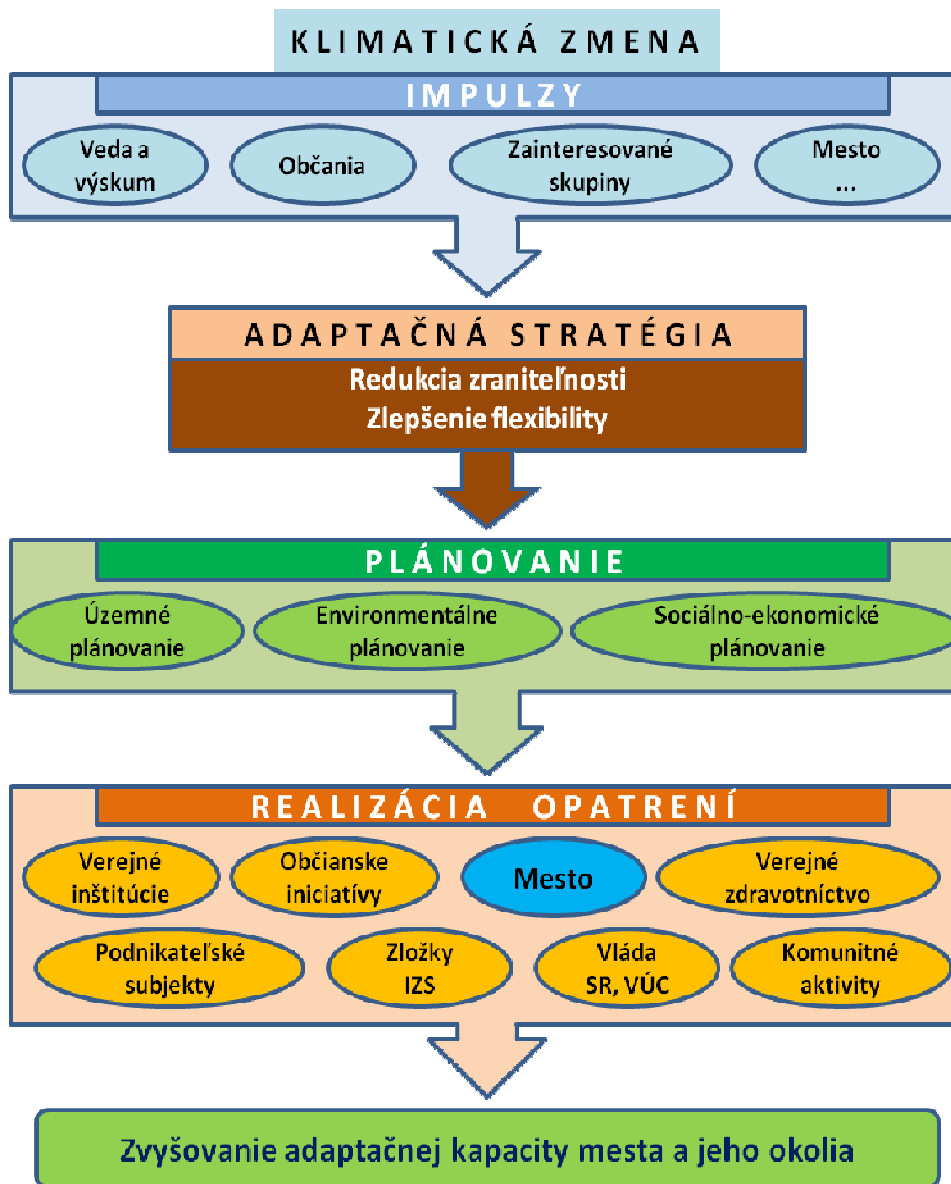
Kombináciou týchto základných typov opatrení je možné výrazným spôsobom znižovať zraniteľnosť mesta v dôsledku klimatickej zmeny.

3.2 Ciele a priority adaptačnej stratégie mesta (využitie dažďovej vody)

Hlavným cieľom adaptačnej stratégie mesta je:

1. Redukcia zraniteľnosti, čo znamená znižovanie negatívnych rizík dôsledkov zmeny klímy na rôzne oblasti života mesta (hospodárske, sociálne atď.) a kvalitu života obyvateľstva.
2. Zlepšovať flexibilitu jednotlivých aktivít a podmienok s potenciálom zvyšovania adaptačnej kapacity mesta.

Adaptačná stratégia je zastrešujúcim dokumentom, od ktorého sa odvíja plánovanie jednotlivých opatrení a ich následná realizácia. Adaptačná stratégia reflektuje všetky relevantné impulzy vo vzťahu ku klimatickej zmene a musí definovať základné typy adaptačných opatrení tak, aby bola zabezpečená ich účinnosť vo vzťahu k znižovaniu zraniteľnosti mesta a zvyšovaniu adaptačnej kapacity mesta. Schéma procesov vedúcich ku konštrukcii adaptačnej stratégie je dokumentovaná na obr.14.



Obr.14 Schéma procesov a zainteresovaných skupín pri príprave adaptačnej stratégie mesta a realizácie adaptačných opatrení

V celom procese prípravy adaptačnej stratégie mesto a jeho reprezentanti musia zohrávať kľúčovú koordinačnú funkciu s cieľom zabezpečiť súlad jednotlivých opatrení a ich integrovaný účinok. Skúsenosti zo zahraničia hovoria o potrebe zriadenia osobitného orgánu (výbor, komisia, skupina poslancov a pod.) pre prípravu a realizáciu adaptačných opatrení a ich správnu koordináciu (MIH-VÁTI 2011, Inglis et al., 2014, Kazmierczak, Carter, 2010).

Prioritami v oblasti využitia dažďových vôd v meste Zvolen bude:

1. Ochrana pred povodňami úpravou povodia a koryta všetkých vodných tokov v K.Ú. Zvolen
2. Redukcia a spomalenie povrchového odtoku prostredníctvom retencie, akumulácie a likvidácie dažďových vôd na nehnuteľnostiach vlastníkov
3. Čiastočné vhodné nahradenie pitnej vody dažďovou (šedou) vodou (závlahy zelene, WC)
4. Podpora a preferenčné povoľovanie vodopriepustných plôch v dopravnej infraštruktúre (parkoviská , stojiská, chodníky , pešie zóny, parky) a vegetačných striech .

3.3 Adaptačné opatrenia pre zmiernenie negatívnych dôsledkov zmeny klímy v meste

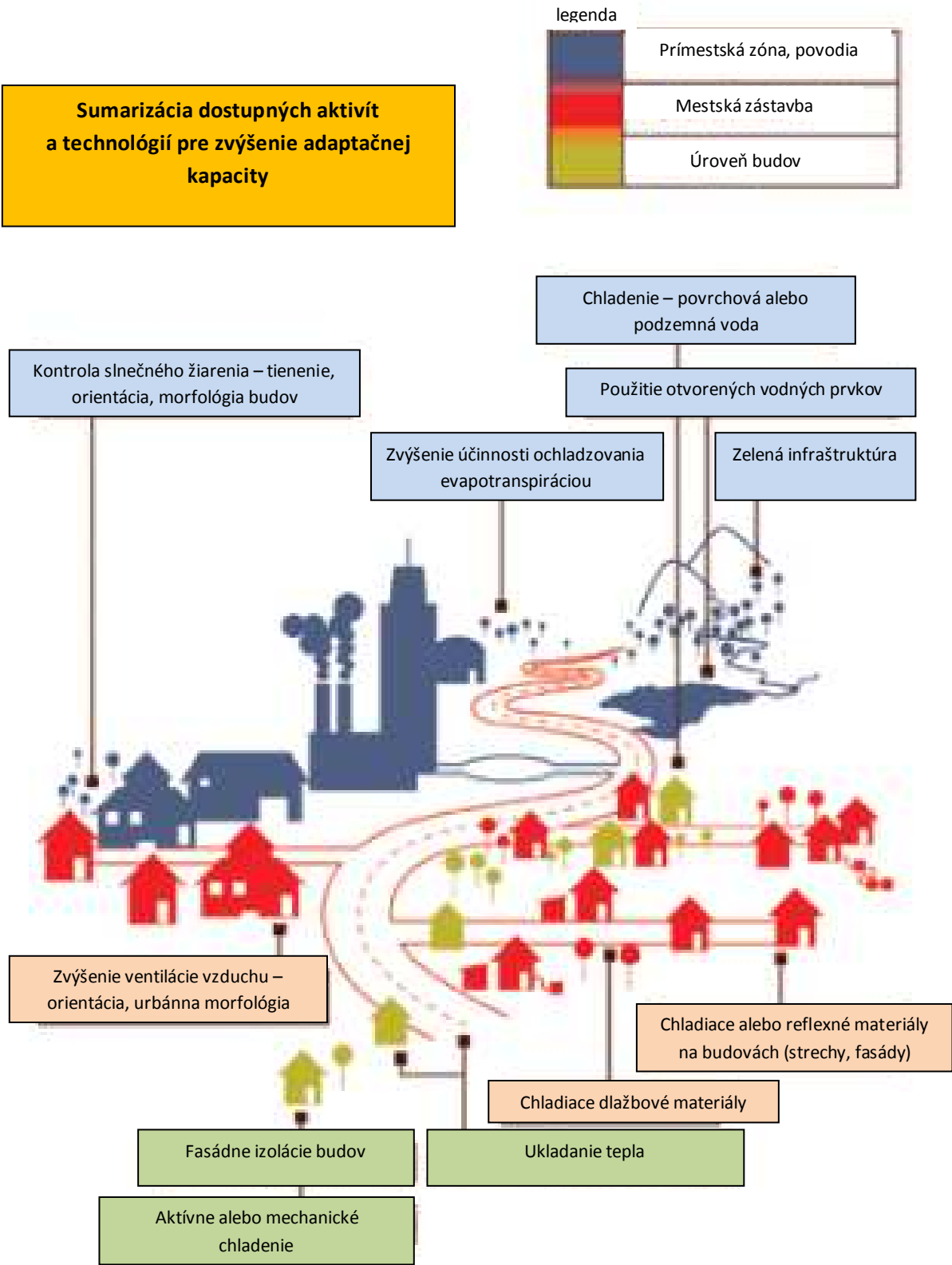
Adaptačné opatrenia vo všeobecnosti môžu mať preventívny charakter a zlepšovať odolnosť a môžu tiež ponúknuť prípravnú podporu pri riešení očakávaných dôsledkov zmeny klímy a mimoriadnych udalostí. Môžu tiež poskytnúť reakcie na priame účinky, alebo sa zameriavajú na pomoc pri rehabilitácii ekonomických, spoločenských a prírodných systémov spojených s extrémnymi udalosťami (UNECE, 2009).

3.3.1 Adaptačné opatrenia – vysoké teploty

Adaptačné opatrenia zmierňujúce dopady vysokých teplôt vzduchu na mestské prostredie sa vo väčšine prípadov zameriavajú na budovanie a skvalitňovanie zelenej a modrej infraštruktúry, s osobitným dôrazom na centrálnu mestskú zónu a obytné časti miest (EEA 2012, MIH-VÁTI 2011). Adaptačné opatrenia môžu byť diferencované na tri základné úrovne (EEA 2012) (obr.15):

- 1/ Opatrenia v krajine prepojenej s mestom, kde sa využívajú najmä pozitívne funkčné efekty lesných ekosystémov a vody v krajine, a to ako z hľadiska mezoklimatických účinkov na mesto ako aj z hľadiska tvorby rekreačného prímestského prostredia
- 2/ Opatrenia na úrovni mestskej zástavby, kde ide predovšetkým o zlepšenie pohybu vzduchu a zlepšenie klímy prostredníctvom zelenej a modrej infraštruktúry ako aj používaním inovatívnych materiálov a technológií znižujúcich tepelnú kapacitu mesta
- 3/ Opatrenia na úrovni budov, ktoré sú zamerané na otázky tieniacich konštrukčných prvkov, zelených striech a systémy pasívneho alebo aktívneho chladenia budov.

Prehľad stratégií pre manažment zmiernenia dopadu vysokých teplôt vzduchu v urbanizovanom prostredí



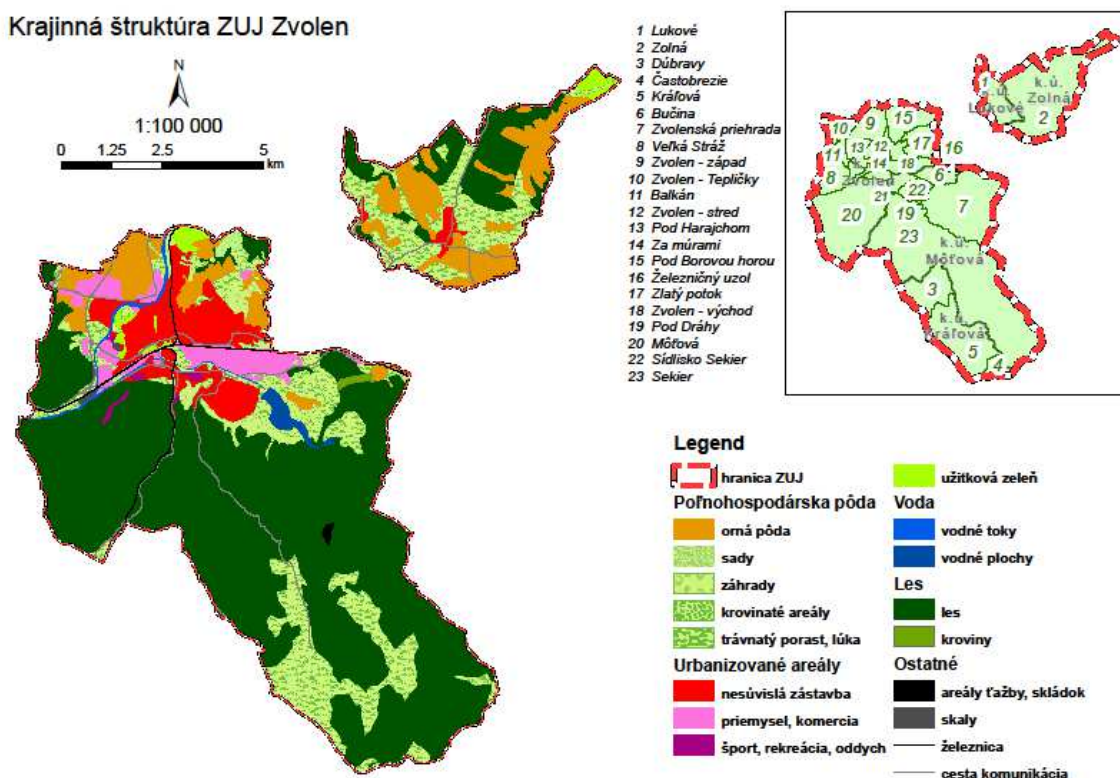
Obr.15 Prehľad stratégií pre manažment zmiernenia dopadu vysokých teplôt vzduchu v urbanizovanom prostredí (EEA 2012)

3.3.1.1 Zelená infraštruktúra

Zelená infraštruktúra predstavuje hlavný nástroj zmierňovania dôsledkov zmeny klímy, najmä horúčav, v urbanizovanom prostredí. Preto rozširovanie výmery zelených plôch a skvalitňovanie ich štruktúry predstavuje hlavný nástroj v rámci adaptačných opatrení aj pre mesto Zvolen.

Mesto Zvolen má podľa Územného generelu zelene (http://strategia.zvolen.sk/?id_menu=19630) 800 ha zelených plôch, čo predstavuje podiel 8,1 % z celkovej rozlohy mesta. Treba však poukázať na štruktúru zelených plôch v meste, nakoľko štandardné mestské parky zaberajú výmeru len 8,1 ha, menšie parkové plochy (do 0,3 ha) predstavujú 50,9 ha a v areáloch škôl máme 26 ha zelených plôch. Najväčšiu „zelenú“ výmeru má poľnohospodárska pôda (207,4 ha), ktorá sa však nachádza na okrajoch mesta. Zvyšok pripadá na rozptýlenú vegetáciu (111,7 ha), stromoradia, záhrady a pod.

Aj keď územný plán mesta Zvolen počíta s rozšírením zelených plôch aj parkového typu, nebude to postačovať na výraznejšiu zmenu vzhľadom na želaný ochladzujúci efekt vegetácie. Na druhej strane treba rešpektovať existujúcu štruktúru mestskej zástavby, najmä v centrálnej mestskej zóne, ktorá výrazne limituje možnosti rozširovania zelených plôch. Alternatívnym riešením je budovanie prímestských rekreačných zón s dominanciou lesnej a stromovej vegetácie (ideálne aj s vodnými prvkami), ktoré môžu slúžiť ako alternatívny „prírodne klimatizovaný“ priestor pre trávenie voľného času v období horúčav.



Obr.16 Priestorová distribúcia krajinej pokrývky (land cover) v rámci ZUJ Zvolen. Základná územná jednotka (ZUJ)

Plošná distribúcia krajinnej pokrývky v rámci základnej územnej jednotky mesta Zvolen (obr.16) nám dokumentuje dostatočný priestor pre realizáciu prímestských rekreačných zón najmä v južnom kvadrante. Toto je priestor, ktorý by mohol tvoriť alternatívny klimatický ostrov(y) s chladnejšou mikro a mezoklímov o 3-5 °C oproti centrálnej časti mesta, a preto v rámci rozvojových územno-plánovacích aktivít mesta by tento priestor mohol nadobudnúť takýto funkčný charakter.

3.3.1.2 Modrá infraštruktúra

Modrá infraštruktúra veľmi dobre dopĺňa účinky zelenej infraštruktúry na mikro a mezoklímu mestského prostredia a v niektorých prípadoch, tam kde nie je možné budovať zelenú infraštruktúru (uzavreté námestia, historické centrá), je niekedy jedinou alternatívou zmiernovania vysokých teplôt vzduchu.



Obr.17 Dynamické vodné prvky spolu s vegetáciou vytvárajú veľmi dobré podmienky pre pobyt v meste aj v horúcich dňoch

Zdroj: <http://i.bnet.com/blogs/water-main-break-city-flickr1.jpeg>

Voda predstavuje aktívny prvok vo vzťahu k zmiernovaniu dôsledkov vysokých teplôt vzhľadom na jej ochladzujúci účinok v dôsledku spotreby tepelnej energie na výpar. Riešenia v mestskom prostredí môžu byť rôznorodé, v zásade ich však môžeme rozdeliť na trvalé vodné prvky a mobilné alebo dočasné vodné prvky.

Trvalé vodné prvky (jazierka, fontány, umelé potôčiky, vodné steny) sú veľmi dôležité z pohľadu trvalých účinkov vody na mestské prostredie a zároveň sú súčasťou celkového urbanistického konceptu rozvoja miest. Mobilné vodné prvky sú dôležité v prípade výskytu extrémnych horúčav, kedy ich nasadenie môže významným spôsobom znižovať riziko nepriaznivých dopadov vysokých teplôt vzduchu najmä na človeka. Škála možností je tu široká, od jednoduchých polievacích mobilných jednotiek, cez mobilné sprchy, fontány, „detské vodné svety“ až po zahmlievacie systémy. Dôležité je, aby ich nasadenie bolo správne načasované a bol pripravený logistický plán pre ich nasadenie z hľadiska disponibility týchto zariadení až po ich distribúciu, prevádzku a manažment disponibilitných vodných zdrojov na ich prevádzku. Netreba zabúdať ani na zvýšenie disponibility

verejných zdrojov pitnej vody, anjmä v centrálnych mestských zónach, v obdobiach výskytu extrémnych horúčav.



Obr.18 Aktívne ochladzovanie rozprašovaním vody (zahml'ovanie) výrazne napomáha zmierňovaniu horúčav v mestskom prostredí

Zdroj: <http://globaldaegu.blogspot.sk/2014/07/living-beat-off-heat-wave-with-cooling.html>

3.3.1.3 Urbanistické opatrenia

Urbanistické opatrenia smerujú predovšetkým k inovatívnym riešeniam v oblasti aktívneho a pasívneho chladenia budov a vytváraniu priaznivého interiérového prostredia aj v obdobiach s výskytom extrémnych vysokých teplôt vzduchu. Vo väčšine prípadov ide o kombináciu ochladzujúcich účinkov vegetácie (tieniaci efekt, výpar), použitia technických tieniacich prvkov (slnolamy) a použitie nových inovatívnych „chladivých“ materiálov (fasády domov) (Smith 2013).

3.3.2 Adaptačné opatrenia – záplavy

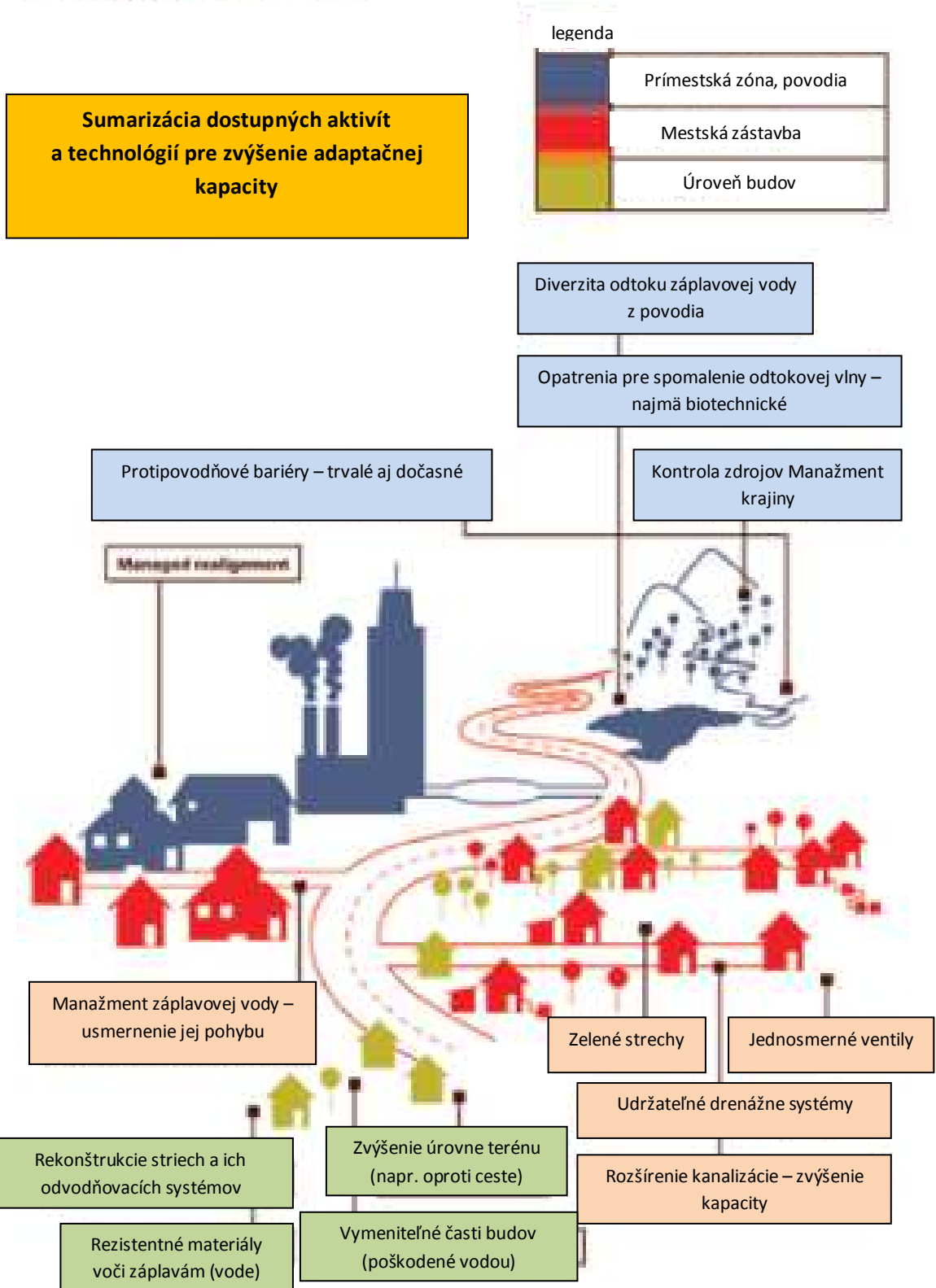
Adaptačné opatrenia zmierňujúce dopady záplav na mestské prostredie sa vo väčšine prípadov sú diferencované na tri základné úrovne (EEA 2012) (obr.19):

1/ Opatrenia v krajine prepojenej s mestom, kde sa využívajú najmä pozitívne funkčné efekty lesných ekosystémov v krajine, a to najmä z hľadiska zvyšovania retenčnej kapacity krajiny

2/ Opatrenia na úrovni mestskej zástavby, kde ide predovšetkým o zlepšenie manažmentu záplavovej vody v meste (kanalizačné sústavy, drenážne systémy, protipovodňové ochranné systémy) s cieľom minimalizovať negatívne dôsledky záplav

3/ Opatrenia na úrovni budov, ktoré sú zamerané na otázky ochrany budov pred záplavovou vodou.

Prehľad stratégií pre manažment zmiernenia dopadu záplav v urbanizovanom prostredí



Obr.19 Prehľad stratégií pre manažment zmiernenia dopadu záplav v urbanizovanom prostredí (EEA 2012)

3.3.2.1 Manažment povodí a krajiny

Adaptačné opatrenia v povodiach musia byť zamerané predovšetkým na ich revitalizáciu a zvýšenie ich retenčnej účinnosti najmä z hľadiska privalových dažďov. V tomto smere musí mesto veľmi úzko spolupracovať so správcami malých vodných tokov a majiteľmi a užívateľmi pozemkov v týchto povodiach. Kľúčovú úlohu tu môže zohrať aj inovácia krajinnno-ekologických plánov územia s prepojením na územné systémy ekologickej stability krajiny a projekty pozemkových úprav. Škála opatrení v povodiach je veľmi široká, ale správne nastavenie týchto opatrení do jednotlivých povodí si bude vyžadovať osobitnú analýzu a následné projektové a realizačné riešenia.

3.3.2.2 Zvyšovanie retenčnej kapacity mesta

Zvyšovanie retenčnej kapacity mesta je jedným z kľúčových opatrení voči záplavám 3. typu a smeruje k zníženiu množstva odkanalizovanej dažďovej vody. Ide najmä o odvedenie dažďovej vody z nepriepustných povrchov ako sú strechy, betónové a asfaltové plochy do drenážneho systému, ktorý zabezpečí transformáciu zrážok do podzemných vôd v rámci existujúcich hydrogeologických štruktúr alebo do zberných podzemných zásobných nádrží, ktoré zároveň predstavujú zásobu šedej vody pre jej ďalšie využitie (závlahy, úžitkové okruhy šedej vody a pod.).



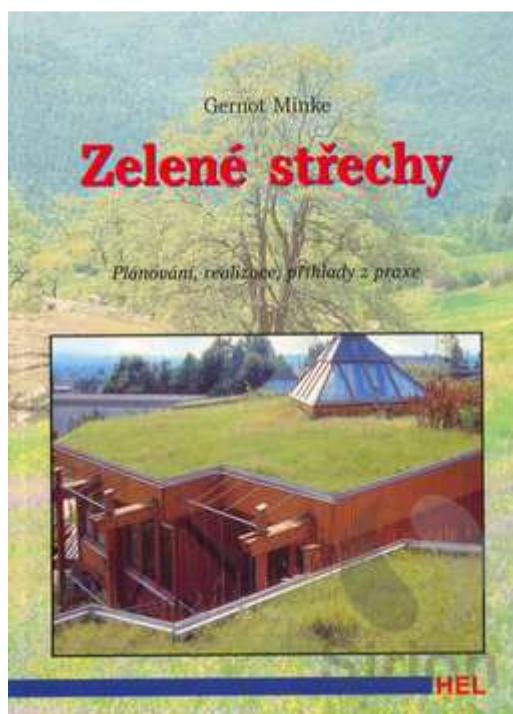
Obr.20 Modelové riešenie manažmentu zrážkovej vody veľkých spevnených plôch aplikáciou drenážnych systémov

Zdroj: <http://phillyshark.blogspot.sk/2013/03/soak-it-up-philly-awards-finalists.html>



Obr.21 Modelové riešenie drenážnych systémov v uličnej zástavbe

Zdroj: <http://phillyshark.blogspot.sk/2013/03/soak-it-up-philly-awards-finalists.html>



Obr.22 Zelené strechy sa dnes už stávajú štandardným ekologickým riešením aj v rámci novej výstavby s pozitívnym efektom na režim vody a klimatizačný efekt v interiéri

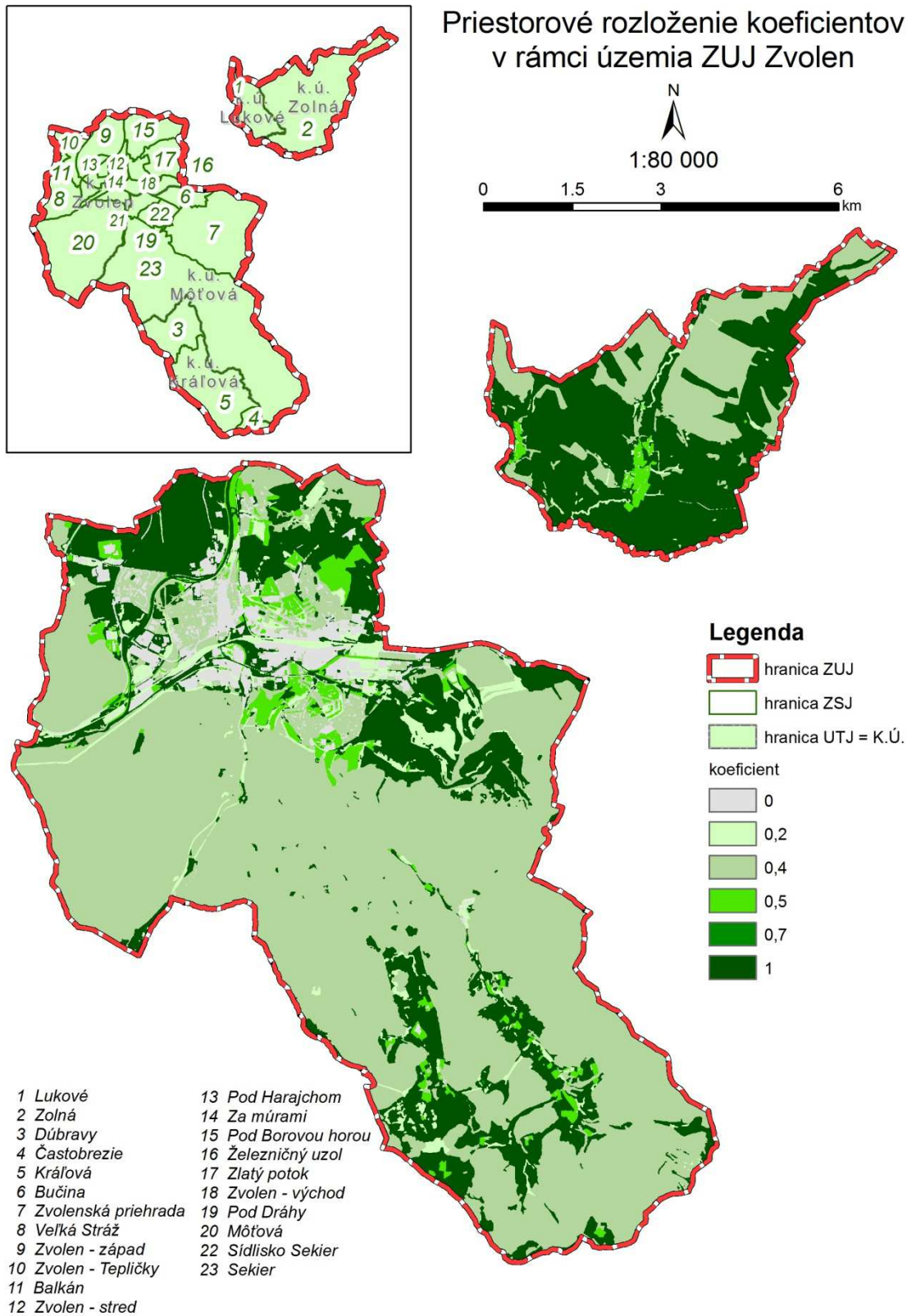
Zdroj: <http://www.sirion.sk/kniha/zelene-strechy-planovani-realizace-priklady-gernot-minke-25083.html>

Pre posúdenie kvality zelenej infraštruktúry z hľadiska infiltrácie zrážkovej vody sa v poslednom čase používa Index zelenej infraštruktúry (Hudeková 2012, str.78), ktorý by sa mal pohybovať nad hodnotou 0,6 (60 %). Tab.4 a obr.23 sumarizujú výsledky hodnotenia koeficientov ako aj výsledného indexu zelenej infraštruktúry Zvolena (v rámci ZUJ).

Tab.4 Koeficienty zelenej infraštruktúry a výsledný index zelenej infraštruktúry pre ZUJ Zvolen

IC_ZSJ6	ZSJ	Výmera (m2)	Koeficient					Index		%
			0.0	1.0	0.2	0.4	0.5	0.7		
228133	Častobrezie	984596,94	0	147775	0	815875	20600	0	49%	
228141	Dúbravy	3924676,69	13075	1021175	153650	2654650	78675	0	55%	
228150	Kráľová	7386339,62	5075	2516275	290525	4407975	161800	0	60%	
234184	Lukové	3565005,00	7675	2399325	84950	962125	107800	625	80%	
273597	Zolná	13180607,55	27900	8100850	240550	4496625	305150	0	77%	
273708	Zvolen - stred	993146,04	445700	101725	67475	349400	28550	25	27%	
273716	Za múrami	289651,31	43450	23725	9925	212450	0	0	38%	
273724	Pod Harajchom	724052,54	165675	248325	57850	227625	23350	1450	50%	
273732	Balkán	426335,95	164775	74850	89975	80425	14525	1450	31%	
273741	Veľká Stráž	2808149,48	60125	233875	125925	2304975	69575	13225	44%	
273759	Zvolen - západ	2982269,26	313975	2187775	119775	307950	38675	12900	79%	
273767	Zvolen - Tepličky	1871667,77	229600	1075450	92875	242775	218150	10850	70%	
273775	Pod Bor. horou	3173019,31	62550	1412700	235275	1180375	272150	8925	65%	
273783	Zlatý potok	2347656,14	169625	1126350	103775	435150	509950	0	67%	
273791	Zvolen - východ	917227,45	338350	22750	80175	296050	179575	0	27%	
273805	Bučina	1482131,43	396425	443500	312025	256325	69525	4400	44%	
273813	Zvol. priehrada	9822404,21	38375	3222175	957775	5383075	209750	9025	58%	
273821	Sídliisko Sekier	1307867,91	154925	97050	113975	676875	264725	0	40%	
273830	Sekier	26276146,85	34150	2068025	339775	23448550	375925	4725	45%	
273848	Môťová	850892,78	106375	151175	75225	138350	378700	775	48%	
273856	Pod Dráhy	782259,51	343550	160500	109925	150800	13775	3775	32%	
273864	Pustý hrad	10701621,87	6975	310175	213500	10155125	11950	1000	41%	
277631	Železničný uzol	1836252,93	816450	419900	436950	102750	54525	5375	32%	
Spolu		98633978,54							0%	

Priestorové rozloženie koeficientov v rámci územia ZUJ Zvolen



Obr.23 Priestorová distribúcia koeficientov zelenej infraštruktúry v ZUJ Zvolen (koeficient 1,0 – najvhodnejšie podmienky pre infiltráciu zrážkovej vody, 0,0 – najhoršie podmienky)

3.3.2.3 Rekonštrukcia kanalizačnej sústavy

Rekonštrukcia kanalizačnej sústavy je potrebná z dôvodu očakávaného zvýšenia intenzity privalových dažďov. V prvok kroku bude potrebná analýza existujúcich prietokových kapacít kanalizačnej sústavy z hľadiska prietokových profilov potrubí a jednotlivých uzlových bodov. Priorita opatrení v oblasti rekonštrukcie kanalizačných systémov by mala byť zameraná predovšetkým na lokality, kde nie je možné riešiť zníženie množstva dažďovej vody drenážnymi systémami (historické centrum a pod.). V tejto súvislosti bude potrebná súčinnosť mesta s majiteľom kanalizačnej sústavy, v prvej fáze by malo ísť o analytické posúdenie súčasného stavu kanalizačnej sústavy s následným projekčným a realizačným riešením.

3.3.3 Syntéza adaptačných opatrení

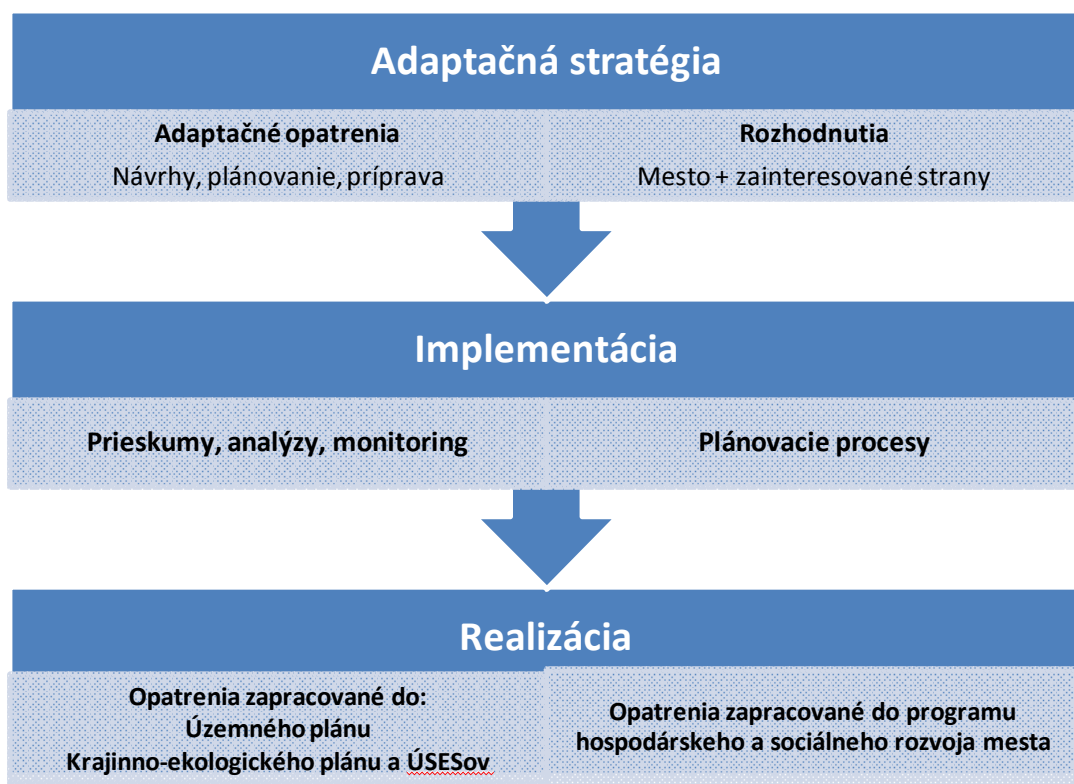
Sumarizácia jednotlivých adaptačných opatrení je spracovaná v nasledovnom tabuľkovom prehľade. Naliehavosť realizácie opatrení vychádza z odhadu zraniteľnosti mesta a veľkosti rizika negatívnych dopadov zmeny klímy.

Klimatický faktor	Dôsledok	Opatrenia	Typ opatrení	Naliehavosť opatrení (do r.)			Zodpovednosť
				2020	2040	2060	
Zmena bioklimatických podmienok	<i>Odumieranie senzitívnych druhov mestkej líniovej vegetáci, mestských parkov a zelených plôch</i>	Rekonštrukcia druhového zloženia mestskej vegetácie	G	S	V	V	MZV
Rast zimných zrážok a rast teploty v zime	<i>Lokálne kombinované záplavy z dažďa a topenia sa snehu</i>	Redistribúcia snehu z rizikových oblastí	G, B, S	V	VV	VV	Správcovia komunikácií a kanalizačnej sústavy
Intenzívne lejaky	<i>Lokálne povodne na malých tokoch, Lokálne záplavy z nedostatočnej kapacity kanalizačnej odvodňovacej sústavy</i>	Znižovanie plošného podielu odkanalizovanej dažďovej vody Rekonštrukcia kanalizačnej/odtokovej sústavy	GR, G, B	V	VV	VV	Správcovia vodných tokov a kanalizačnej sústavy, MZV
Rast sezónnych teplôt vzduchu	<i>Zmena distribúcie a intenzity kvitnutia alergénov v mestskom a prímestskom prostredí</i>	Rekonštrukcia druhového zloženia mestskej vegetácie	G	S	V	V	MZV
Tropické dni Vlny horúčav	<i>Vlny horúčav vyvolávajúce stresové reakcie, zvýšené zdravotné riziká, zvýšené hygienické riziká</i>	Skvalitnenie existujúcej zelenej infraštruktúry Zvýšenie plôch zelenej a modrej infraštruktúry Mobilné „vodné“ zdroje „Nová“ architektúra	G, B, S, GR	V	VV	VV	MZV ...
Vysoké teploty a znečistenie ovzdušia (PM _{2,5} a O ₃)	<i>Epizódy vysokých koncentrácií ozónu a jeho nepriaznivý vplyv na ľudské zdravie a vegetáciu. Zvýšený výskyt tuhých znečisťujúcich látok (sekundárna prašnosť)</i>	Redistribúcia dopravy v meste Dobudovanie cestnej infraštruktúry národnej a regionálnej úrovne	S, G, B	S	V	V	MDPTRV VÚC MZV
Vlny horúčav Vysoké letné teploty	<i>Zmena interiérovej klímy – prehrievanie vnútorných priestorov (byty, kancelárie, výrobné haly, ...)</i>	Klimatizácia vnútorných priestorov Termické izolácie budov, slnolamy Výsadba ochrannnej vegetácie	GR, G	V	VV	VV	Majitelia a správcovia budov, bytov ...

Typ opatrení	
Šedá infraštruktúra	GR
Zelená infraštruktúra	G
Modrá infraštruktúra	B
Jemné opatrenia (politiky, plány)	S

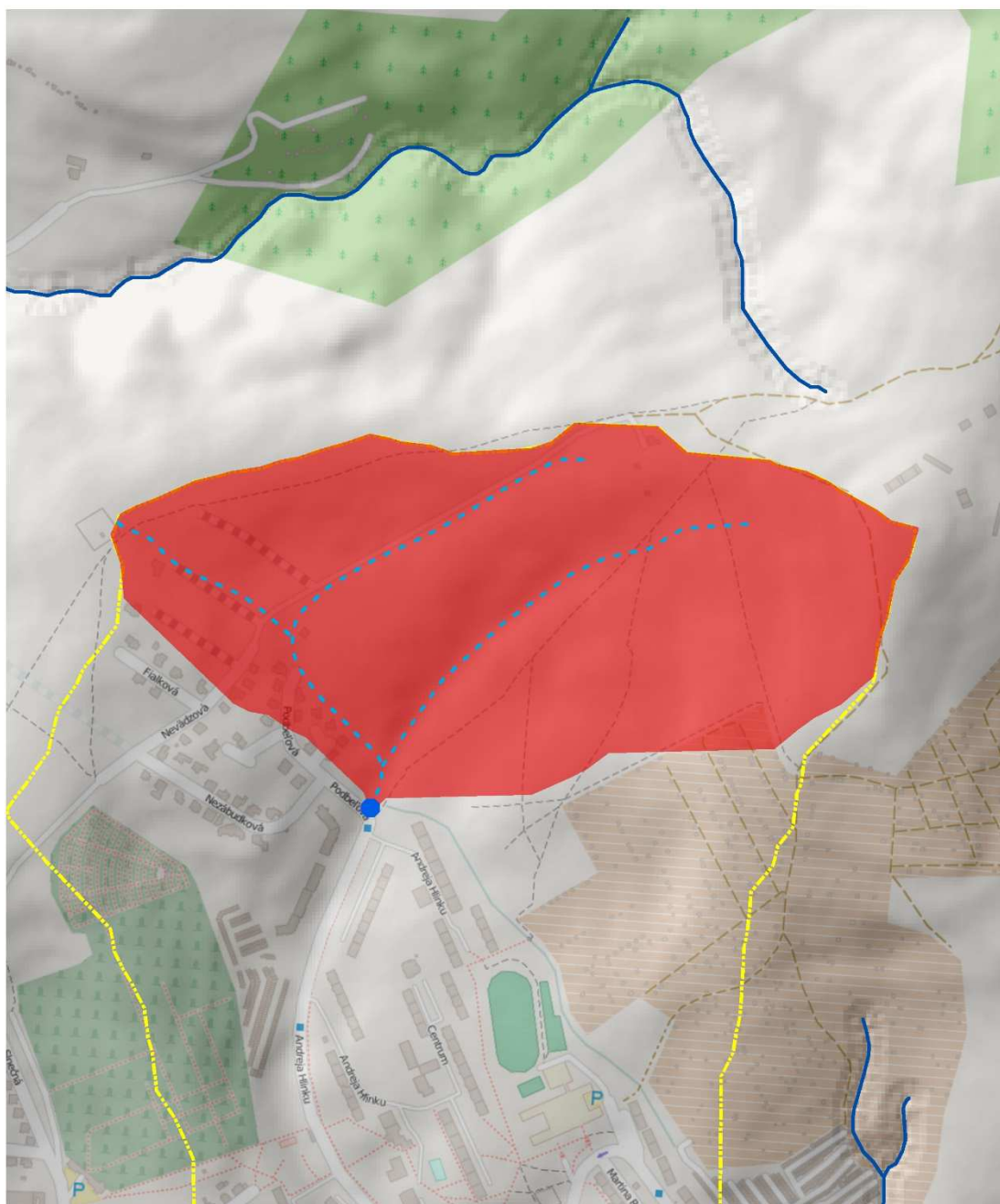
3.4 Integrácia adaptačnej stratégie mesta do ostatných politík, rozvojových dokumentov a územnoplánovacej dokumentácie

Úspešnosť realizácie adaptačných opatrení v rámci Adaptačnej stratégie mesta Zvolen bude závisieť od dobre zvládnutého implementačného procesu jednotlivých adaptačných opatrení v rámci ostatných politík a rozvojových dokumentov mesta. Značná časť týchto opatrení si vyžaduje zapracovanie týchto opatrení, či už cez proces krajinnno-ekologického alebo územného plánovania alebo ich zakomponovanie do ďalších rozvojových programov ako napr. Plán hospodársko-sociálneho rozvoja mesta. Systém procesnej implementácie adaptačnej stratégie mesta je načrtnutý v nasledovnej schéme (obr.24).



Obr. 24 Schéma implementačného procesu adaptačnej stratégie mesta do ostatných politík a plánov

Modelovaný povrchový odtok lokalita č. 2



Podklad: (c) OpenStreetMap and contributors, Creative Commons-Share Alike License (CC-BY-SA)

Legenda

- odvodnená plocha
- záverový bod
- hranica povodia
- potencionálne vodné cesty (suché toky)
- vodné toky



M 1:7 000

0 125 250 375 500 m

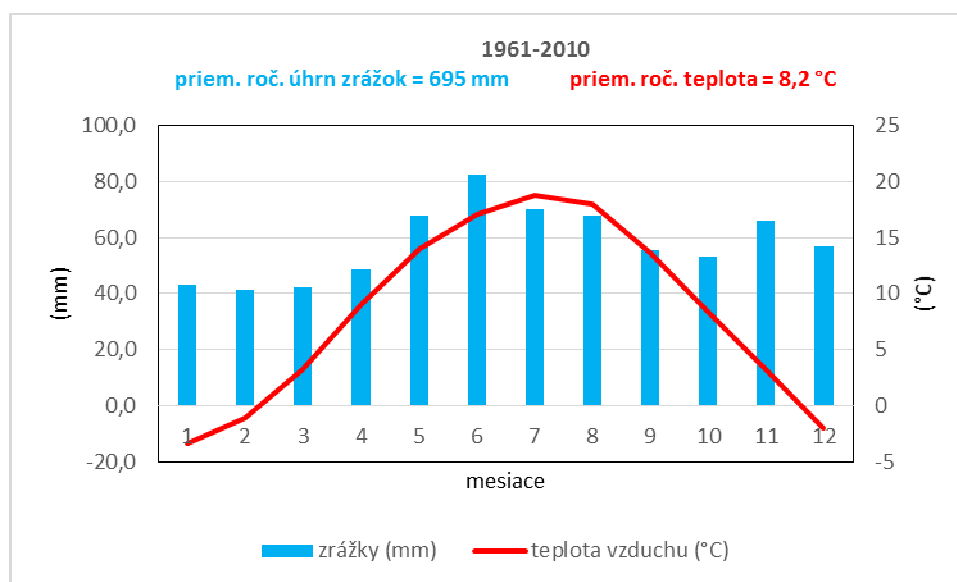
4 Referencie

1. Bucha, T., 2015: Povrchová teplota vo Zvolenskej kotline – infračervené snímky. Osobná informácia. Zvolen 2015.
2. European Environment Agency (EEA), 2012: Urban adaptation to climate change in Europe: Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. EEA Report, No.2, EEA Copenhagen 2012 — 143 pp. — ISBN 978-92-9213-308-5.
3. Halzlová, K., 2011: Zdravotníctvo. In: Mindáš, J., Páleník, V. (eds.), 2011: Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch. Záverečná správa projektu, EFRA Zvolen, SHMÚ Bratislava, november 2011, s.170-200.
4. Hudeková, Z., 2012: Stratégia adaptácie na dopady zmeny klímy v meste Spišská Nová Ves a okolí.
http://www.spisskanovaves.eu/fileadmin/snv/user_upload/editor/editor1/dokumenty/projekty/strategicke_dokumenty/Strategia_adaptacie_navrh_3-2012.pdf.
5. Huseyin Ozdemir, Alper Unal, Tayfun Kindap, Ufuk Utku Turuncoglu, Zeynep Okay Durmusoglu, Maudood Khan, Mete Tayanc, Mehmet Karaca: Quantification of the urban heat island under a changing climate over Anatolian peninsula. Theoretical and applied climatology, April 2012, Volume 108, issue 1-2, pp 31-38, Date: 03 sep 2011.
6. Inglis, J., Whittaker, S., Dimitriadis, A. and Pillora, S. 2014. Climate Adaptation Manual for Local Government – Embedding resilience to climate change. Australian Centre of Excellence for Local Government, University of Technology, Sydney. ISSN 1838-2525.
7. Kazmierczak, A. and Carter, J., 2010, Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies, University of Manchester, United Kingdom (http://www.grabs-eu.org/membersArea/files/Database_Final_no_hyperlinks.pdf).
8. Lapin, M. et al., 2011: Scenáre klimatickej zmeny na Slovensku. In: Mindáš, J., Páleník, V. (eds.), 2011: Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch. Záverečná správa projektu, EFRA Zvolen, SHMÚ Bratislava, november 2011, s.170-200.
9. Matthies, F., Bickler, G., Cardenosa Marin, N. and Hales, S., 2008, Heat-health action plans — Guidance, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf.
10. Ministry of Interior, Hungary – VÁTI Hungarian Non-profit Ltd. for Regional Development and Town Planning (2011), Climate-Friendly Cities – A Handbook on the Tasks and Possibilities of European Cities in Relation to Climate Change, Ministry of Interior-VÁTI, Budapest. ISBN 978-963-7380-24-2.
11. Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, and W. Solecki, 2014: Urban areas. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612.
12. Ricardo-AEA (2012): Adaptation Strategies for European Cities. Appendix 6: Review of tools and guidance: Final Report for EC - Directorate General for Climate Action. AEA/R/ED57248, Issue Number 1, Date 04/09/2012.

13. Smith, C., 2013: *City Water, City Life*. Water and the infrastructure of ideas in urbanizing Philadelphia, Boston, and Chicago. Chicago Press Books, 2013, 344 pp., ISBN: 9780226022512.
14. Škvarenina, J., Szolgay, J., Šiška, B., Lapin, M.: *Klimatická zmena a jej dopady: dopady klimatickej zmeny a zhodnotenie zraniteľnosti územia na Slovensku v sektoroch "vodné hospodárstvo, lesy a poľnohospodárstvo"*. (Štúdiá Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti SAV XXV). Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 2010: 114.
15. UNECE, 2009, *Guidance on water and adaptation to climate change*, United Nations, New York, Geneva.

5 Klimatické pomery mesta Zvolen – Príloha 1

Klimatické pomery miesta určuje predovšetkým geografická poloha. Podľa klimaticko-geografickej regionalizácie Slovenska (TARÁBEK 1980), územie mesta Zvolen patrí do oblasti teplej kotlinovej klímy, mierne suchej až vlhkej, s častým výskytom inverzií teplôt vzduchu. Kotlinová poloha mesta vplyva aj na kľúčový meteorologický prvok – slnečné žiarenie, ktoré je ovplyvňované inverziami a nízkou oblačnosťou. Priemerný ročný súhrn slnečného svitu je 1618 hodín. Najviac slnečného svitu pripadá na mesiac máj až august, keď prevládajúca kopovitá oblačnosť menej vplyva na relatívne zníženie slnečného svitu ako slohovitá oblačnosť na výskyt hmiel v zimných mesiacoch. V letných mesiacoch sa priemerný úhrn slnečného svitu pohybuje od 200 do 225 hodín; v decembri je to len 36 hodín. Priemerná ročná suma globálneho žiarenia predstavuje 1148 kWh.m^{-2} , s maximom v júni 170 kWh.m^{-2} a minimom žiarenia v decembri 20 kWh.m^{-2} . Z hľadiska rastlinnej produkcie je zaujímavý údaj o ročnom príkone fotosynteticky aktívneho žiarenia, ktorý predstavuje 573 kWh.m^{-2} (HRVOĽ, TOMLAIN 1991).



Obrázok 5.1: Klimadiagram pre oblasť Zvolena

Ako vidíme z obr.5.1 priemerná ročná teplota vzduchu v období 1951-2013 bola $8,2 \text{ °C}$. Najteplejším mesiacom je júl s priemernou teplotou vzduchu $19,2 \text{ °C}$, najchladnejším je január s priemernou teplotou vzduchu $-4,4 \text{ °C}$. V oblasti Zvolena (vychádzame hlavne z meraní stanice SHMÚ Sliach) sa období 1931-2010 namerala najvyššia teplota vzduchu $37,2 \text{ °C}$ (dňa 15. 08. 1952), no táto bola prekonaná hneď dva krát 18. júla a 8. augusta 2007 hodnotou $37,8 \text{ °C}$. Zimný extrém sa datuje z „rekordnej“ zimy 1929 a najnižšia -32 °C bola nameraná 11. februára 1929. Ďalšie veľmi nízke teploty sa namerali nasledovne: 11. januára 1968 $-30,0 \text{ °C}$, a $-29,0 \text{ °C}$ 8. januára 1985. Priemerný počet letných dní (maximálna teplota vzduchu vyššia ako 25 °C) je 63 dní v roku a priemerný počet dní tropických (kedy maximálna teplota presiahne 30 °C) je 12. Priemerný počet mrazových dní (minimálna teplota nižšia ako -0 °C) je 127 dní v roku. Hlavné vegetačné obdobie, teda obdobie, keď priemerná denná teplota vzduchu neklesá pod 10 °C , trvá priemerne 165 dní za rok. Kotlinový charakter územia dokladuje aj amplitúda teploty vzduchu vyjadrená indexom kontinentality $I_c = 23,6$.

Zvolen a príľahlá časť Zvolenskej kotliny boli v minulých klimatických klasifikáciách Slovenska (KONČEK, PETROVIČ 1957) svojimi klimatickými pomermi zaraďované do:

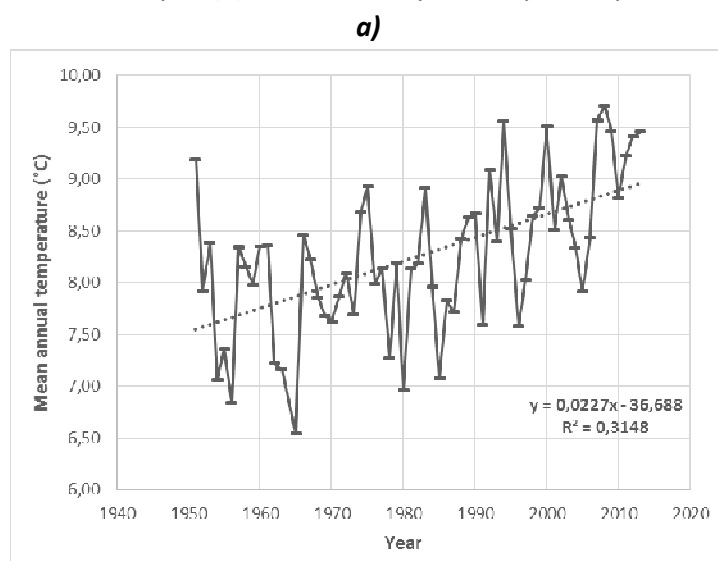
- teplej klimatickej oblasti, a do okrsku T7: teplý, mierne vlhký s chladnou zimou a priemernou teplotou v januári ≤ 3 °C. (roky 1951-1980) (LAPIN a kol. 2002)
- teplej klimatickej oblasti, a do okrsku T6: teplý, mierne suchý s miernou zimou a priemernou teplotou v januári >3 °C. (roky 1981-2010), (MELO, KRUŽICOVÁ 2011).

Klimatická zmena prináša najvýraznejšie zmeny predovšetkým v teplote vzduchu. V práci VILČEK, ŠKVARENINA a kol. (2014) sme podrobne analyzovali termické charakteristiky vybraných staníc na Slovensku v rokoch (1951-2013). Môžeme konštatovať, že čo sa týka priemernej ročnej teploty táto v definovaných rokoch štatisticky veľmi vysoko významne vzrástla o 1,43 °C, t. j. o 0,0227 °C ročne. Minimálne mesačné teploty rástli len nepatrne (za 63 rokov len o 0,55 °C), zatiaľ čo priemerné maximálne teploty za roky 1951 až 2013 vzrástli až o 2,48 °C (štatisticky znova vysoko významne s 99,9 % spoľahlivosťou). Pozri obr. 5.2 a tab. 5.1.

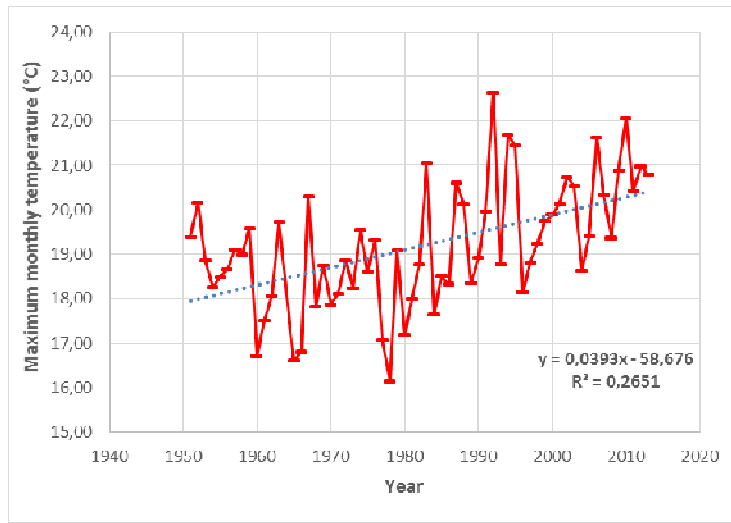
Tab. 5.1 : Trend vývoja teploty vzduchu v Zvolenskej kotline, stanica Sliač za roky 1951 až 2013

Zvolenská kotlina Stanica Sliač 1951-2013	Priemer	Smer. odchýlka	Trendy		Štatistická významnosť*
			(°C)/rok	(°C)/1951- 2013	
Priemerná ročná teplota	8,2	0,7	0,0227	1,4301	***
Priemerná maximálna mesačná teplota	19,2	1,4	0,0393	2,4759	***
Priemerná minimálne mesačná teplota	-4,4	2,2	0,0088	0,5544	NS
Priemerná ročná amplitúda teploty	23,6	2,4	0,0305	1,9215	+
*Significance: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001; NS- not significant					

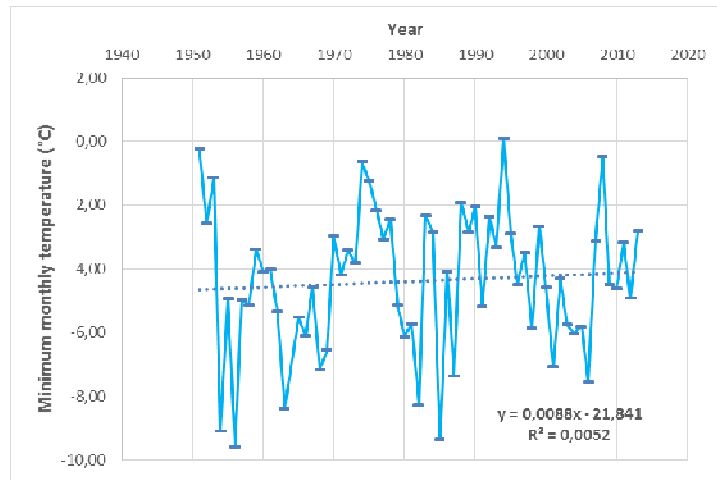
Obrázok 5.2: Zvolen podľa stanice Sliač (315 m) priemerná ročná teplota vzduchu (a), maximálna mesačná teplota vzduchu (b), minimálna mesačná teplota vzduchu (c) a teplotná amplitúda vyjadrená ako index kontinentality I_c (d), – ročné zmeny a trendy za roky 1951-2013



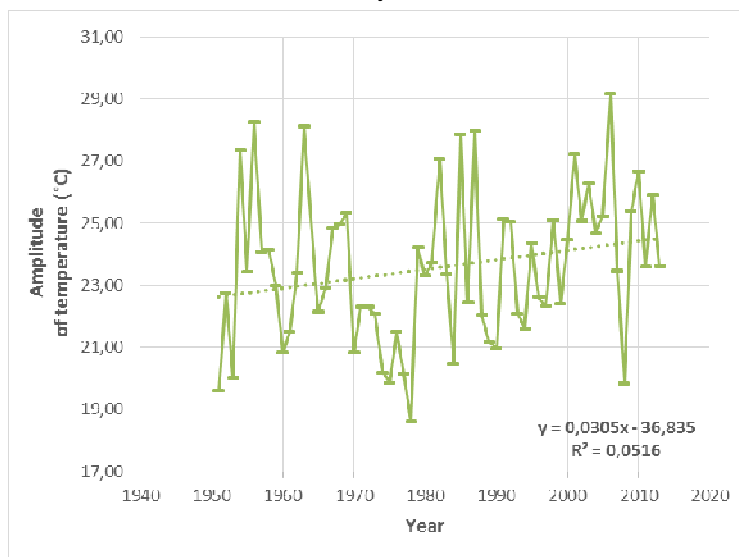
b)



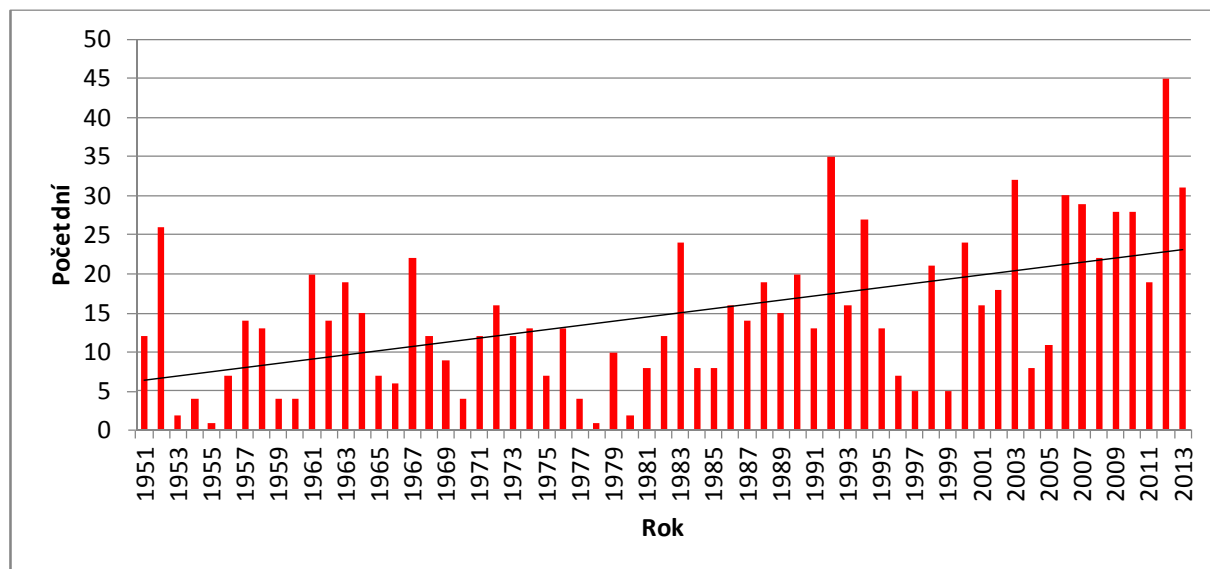
c)



d)



Z hľadiska humánnej biometeorológie a dopadu horúčav na obyvateľstvo je zaujímavé sledovať vývoj **tropických dní**. V rokoch 1951 až 2013 sledujeme skutočnosť, že najmä v druhej polovici skúmaného obdobia rastie počet tropických dní (obr.5.3). Najviac dní, až 45, bolo v roku 2012. Druhá najvyššia početnosť týchto dní je až o desať dní kratšia a vyskytla sa v roku 1992. V roku 2003 tu bolo týchto dní 32 a o jeden deň menej v roku 2013. S počtom 30 tropických dní je rok 2006 v poradí piaty najpočetnejší a prvú šesticu uzatvára rok 2007 s počtom dní 29 (KUŠMÍREKOVA ex HRVOL 2014). Už táto krátka štatistika extrémov horúčav naznačuje na vážne zmeny v teplotnom komforte (či diskomforte).



Obr. 5.3: Početnosť výskytu tropických dní (maximálnej dennej teploty 30 °C a viac) v oblasti Zvolena v rokoch 1951-2013 s vyznačením trendu

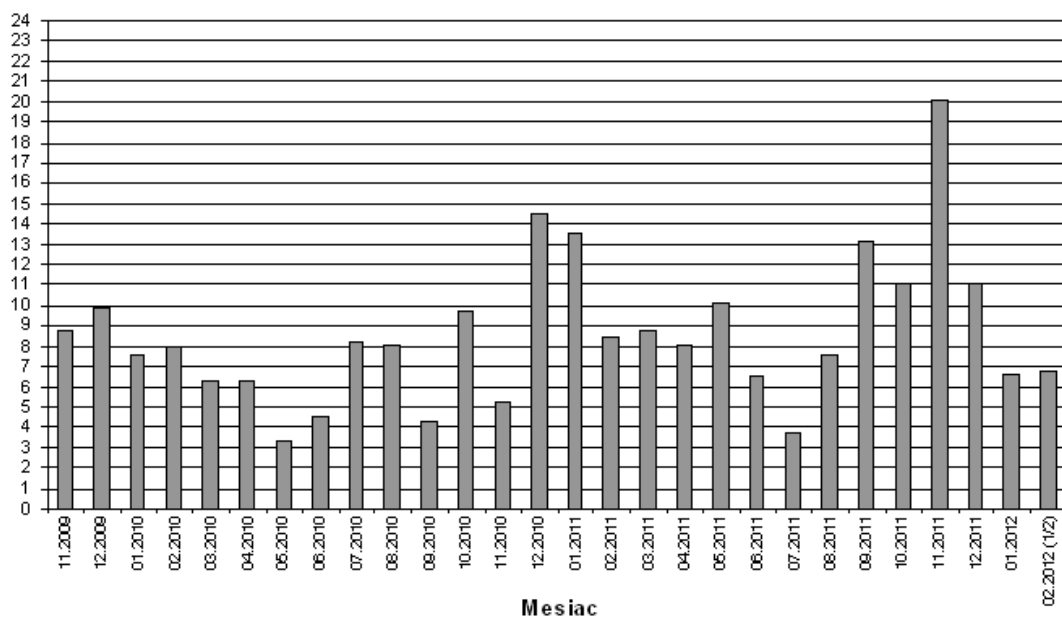
Opačnú tendenciu klimatologického vývoja môžeme sledovať pri štatistike **arktických dní** (kedy maximálna denná teplota nepresiahne -10 °C) vid tabuľka 5.2.

Tab.5.2: Hodnoty dlhodobých priemerov počtu arktických dní (s $T_{max} < -10^{\circ}\text{C}$) pre oblasť Zvolena na stanici Sliach s naznačením ich trendu

obdobie	1951-1980	1961-1990	1971-2000	1981-2010
-10°C	1,27	1,40	0,73	0,93

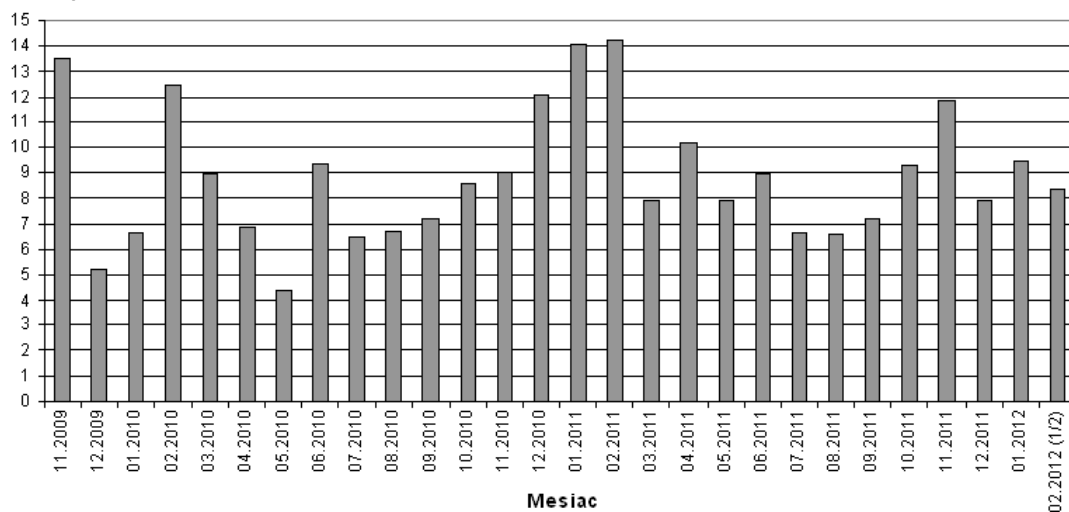
Kotlinový prevažujúci charakter polohy mesta Zvolen dáva podmienky pre vznik veľkého počtu inverzných zvrstvení ovzdušia. Podľa staršej štúdie PETROVIČA a ŠOLTISA (1981), ktorí zhodnotili priebeh inverzii medzi Krížnou (pohorie Veľká Fatra) a Sliachom, sa v zvolenskej kotline dosahuje hlavne v ranných hodinách 48,6 dňa s inverziou v priemere, pričom so silnou inverziou (teplotný rozdiel nad 6 °C) je to v priemere 8,6 dňa. Novšia štúdia, ktorú realizujú pracovníci Technickej univerzity vo Zvolene (MICHALKO a ŠKVARENINA 2013) z období rokov 2009 až 2012 zistili, že termické inverzie sú viazané hlavne na chladnú polovicu roka, a to najmä na koniec jesene a začiatok zimy (obr. 5.4), pričom v novembri 2011 trvala inverzia teploty vzduchu celkove až 21 dní. Z meteorologického hľadiska ide hlavne o inverzie radiačného a subsidenčného typu viazané na anticyklonálny charakter počasia. Zaujímavé je hodnotiť číselné hodnoty teplotného zvratu počas inverzii. PETROVIČ a ŠOLTIS (1981) zaznamenali v rokoch 1964-78 teplotný skok 19,3 °C, MICHALKO a ŠKVARENINA (2013) 14,2 °C, čo prakticky znamená, že horské hrebeňové polohy Veľkej Fatry a Starohorských vrchov boli teplejšie o 19 resp. 14 stupňov v porovnaní so Zvolenskou kotlinou (obr. 5.5).

**Dĺžka a trvania teplotnej inverzie
vzhľadom na mesiac vyjadrená
v dňoch**



Obr.5.4 Dĺžka trvania teplotnej inverzie v Zvolenskej kotline vzhľadom na mesiac za obdobie 1.11.2009 – 14.2.2012 (Michalko, Škvarenina 2013)

**Maximálny skok v
teplotách v
stupňoch Celsia**



Obr. 5.5: Maximálny skok v teplotách teplotnej inverzie v Zvolenskej kotline vzhľadom na mesiac za obdobie 1.11.2009 – 14.2.2012 (Michalko, Škvarenina 2013)

Typický častý výskyt teplotných inverzií najmä v jesennom a zimnom období, je fyzikálne spojený s častým výskytom hmiel a má veľmi nepriaznivý dopad na kvalitu ovzdušia a výrazne prispieva k hromadeniu znečisťujúcich látok v ovzduší mesta. Podľa MINDÁŠA a ŠKVARENINU (1995, 2002) má oblasť Zvolena v priemere 94 hmlových dní za rok, čo v číselnom vyjadrení predstavuje až 477 hodín s hmlou v roku. Ide zväčša o radiačné, resp. radiačno-advektívne hmly orografického charakteru, ktoré sú spojené so zatekaním a kumulovaním chladného horského vzduchu vo zvolenskej kotline.

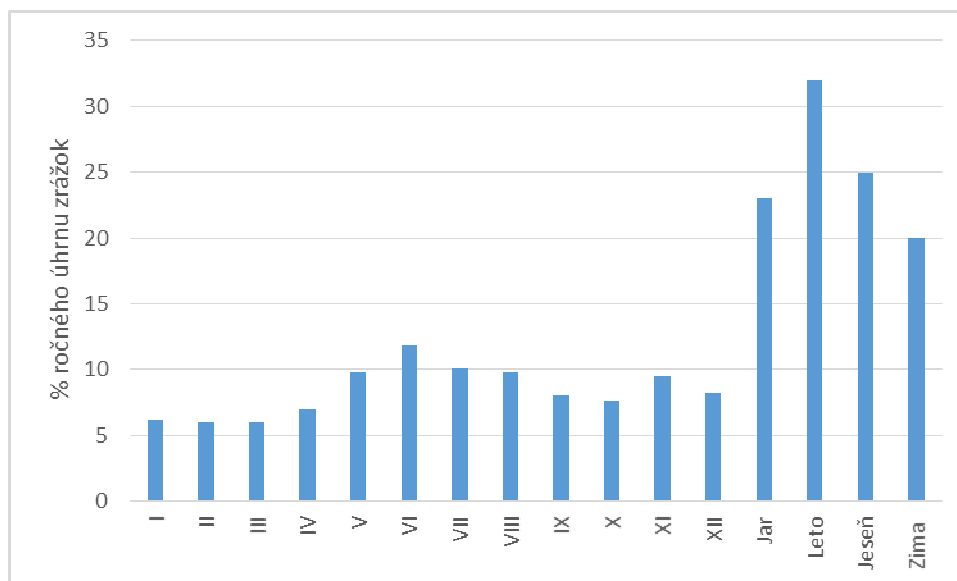
Ďalším znakom kotlinovej klímy zvolenska je malá veternosť prejavujúca sa nízkou priemernou rýchlosťou vetra $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Prejavuje sa vysokým výskytom bezvetria. V ročnom priemere je to 48 % a v zimnom období až 55 % poveternostných situácií s bezvetrím (LAPIN a TEKUŠOVÁ 2002). Inak prevláda severné prúdenie a potom juhozápadné, čo je logicky podmienené meridionálnym postavením Zvolenskej kotliny.

Podľa Supuku (1980), ktorý hodnotil imisné zaťaženie zelene niektorých mestských sídel na Slovensku pomocou analýzy škodlivín v ihliciach borovice, patrí mesto Zvolen do 4. kategórie – do veľmi silne imisne zaťažených (poradie zaťaženosti v tejto kategórii: Ružomberok, Zvolen, Poprad a Žiar nad Hronom). Obsah síry v ihliciach dosahuje hodnoty 1,5 2,9 mg (v Žiari nad Hronom, kde je primárny zdroj imisného fluóru, je to 0,032 mg). Z týchto dvoch údajov je zrejmé, že klimatické pomery mesta sú dnes pre zdravie obyvateľov veľmi nepriaznivé, najmä pre deti a starších ľudí.

Ako uvádza Střelcová (2013), z pohľadu kvality životného prostredia a procesu hodnotenia stavu životného prostredia procesom environmentálnej regionalizácie mesto Zvolen patrí do tzv. Pohronskej zaťaženej oblasti, t. j. do jednej z 8-mich oblastí Slovenska a najviac narušeným životným prostredím. Narušenie kvality ovzdušia v celej tejto oblasti je podmienené predovšetkým drevárskym a spracovateľským priemyslom, výrobou tepelnej a elektrickej energie, ako aj priemyslom výroby hliníka – ktoré spoločne podmieňujú značný únik (emisie) znečisťujúcich látok do okolitého ovzdušia, čo v konečnom dôsledku vedie k zhoršeniu kvality ovzdušia aj v samotnom meste Zvolen. Napriek tomu však možno konštatovať, že emisie tuhých látok a oxidu siričitého sa od poslednej dekády minulého storočia podarilo stabilizovať resp. mierne znížiť. V roku 2007 sa regionálna úroveň koncentrácií oxidu siričitého prepočítaného na síru pohybovala v rozpätí $0,27 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $2,00 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Limitná hodnota SO_2 na ochranu ekosystémov predstavuje $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie a táto hodnota nebýva prekročená. Na znečisťovaní ovzdušia oxidmi dusíka a oxidom uhoľnatým sa významne podieľa najmä doprava. Emisie oxidov dusíka (NO_2) vykazovali v období rokov 1990-2009 stabilizáciu až mierny pokles. Na celkových emisiách uhlíka v Pohronskej zaťaženej oblasti sa najvýznamnejšie podieľa priemysel na výrobu a spracovanie hliníka, pričom tieto emisie majú od roku 1990 klesajúcu tendenciu. Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych stanicích prepočítané na dusík sa v roku 2007 pohybovali v rozpätí od $0,59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až $2,80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, pričom ročná limitná hodnota na ochranu vegetácie je $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok. Pokles emisií CO z veľkých zdrojov bol iba mierny, ale úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým je značne nízka a na žiadnej monitorovacej stanici sa nezistilo prekročenie limitnej hodnoty. Priame účinky znečisteného ovzdušia na dreviny a lesné porasty sa teda vo všeobecnosti znižujú. Rizikom zostávajú vo vyšších polohách vysoké koncentrácie troposférického ozónu. Rok 2007 možno podľa priemerných hodnôt ozónu za vegetačné obdobie zaradiť medzi fotochemicky aktívne roky. Priemerné ročné koncentrácie boli takmer na úrovni rekordných hodnôt roku 2003. Na území mesta Zvolen sú tri dominantné stacionárne zdroje znečisťovania ovzdušia: Bučina DDD Kronospan, Bučina energetika, Tepláreň

Zvolen. Uvedené zdroje predstavujú 50% CO a až 58% SO₂ emisií z celkovej emisie veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia na území mesta. V prípade oxidu siričitého dominantným zdrojom znečisťovania ovzdušia je Tepláreň Zvolen, ale so svojim vysokým a vysoko položeným komínom dostatočný rozptyl a na území mesta Zvolen je jeho vplyv veľmi malý z pohľadu príslušných limitných hodnôt. Zdroje znečisťovania ovzdušia Bučina DDD Kronospan, Bučina energetika v priebehu ostatných rokov znížili emisie tuhých znečisťujúcich látok najmenej o 50%. Podľa meraní je najviac zaťažená lokalita Mestský úrad (CMZ) a najmenej lokalita Zlatý potok. Zhoršená kvalita ovzdušia v strede mesta je dôsledkom sociálno-ekonomickej aktivity obyvateľov mesta a zodpovedá veľkosti mesta. Lokalita Sekier je najviac priamo ovplyvnená zdrojom Bučina DDD Kronospan, ale je najmenej zaťažená ostatnými vplyvmi, ako je napr. v prípade lokality Mestský úrad, a tak celkovo nie je podľa uskutočnených meraní lokalitou v meste s najhoršou kvalitou ovzdušia. Toto hodnotenie mestských častí bolo uvedené len na základe časovo obmedzeného plánu monitorovania kvality ovzdušia. Monitorovanie sa začalo vo februári 2007 pri Mestskom úrade, keď v kotlinovej polohe časti mesta sú zhoršené podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší. V ostatných mestských častiach merania prebiehali v časovom slede až po máj 2007. Automobilová doprava najviac zaťažuje blízke okolie hlavných dopravných komunikácií a automobilová doprava celoplošne (lokálna doprava, parkoviská, obchvaty mesta) prospieva k zvýšeniu mestského pozadia. Kvalita ovzdušia mesta Zvolen je z pohľadu zákonom stanovených kritérií dobrá a nie je potrebné uvažovať s riadením kvality ovzdušia – samozrejme je potrebné udržiavať, resp. aj zlepšovať tento stav a tak zabezpečiť trvalo udržateľný rozvoj mesta (Střelcová 2013), no netreba zabúdať, že častými inverziami zhoršované rozptylové podmienky môžu vytvoriť meteorologické podmienky pre vznik smogových situácií.

Priemerný ročný úhrn zrážok v období 1901 – 1980 bol 702 mm. Pre obdobie 1961-2010 bol zrážkový úhrn 695 mm. Ako vidíme z klimadiagramu (obr. 5.1) krivka ročného chodu zrážok je charakterizovaná dvoma maximami, primárnym v júni a sekundárnym v novembri a dve minimá vo februári (resp. marci) a následne aj v októbri. Priemerný mesačný úhrn zrážok v júni je 82 mm (t.j. 12 % ročného úhrnu) a vo februári 41,5 mm (t.j. 6 % ročného úhrnu). (obr. 5.6) V priebehu roka sa v priemere vyskytuje 147 zrážkových dní, z čoho je približne 35 dní s výskytom zmiešaných a tuhých zrážok. Snehová pokrývka trvá priemerne asi 60 až 80 dní a dosahuje vo vrchole zimy v priemere do 27 cm výšky. V zimnom období sa zrážková činnosť v prevažnej miere viaže na frontálnu slohovitú oblačnosť. V letnom období prevládajú zrážky z konvektívnej kopovitej oblačnosti, ktoré sú často spojené s výskytom búrok. V priemere oblasť mesta Zvolen (stanica Sliach) vykazuje klesajúci trend počtu dní s búrkou, pre roky 1981-2010 je to hodnota 13,07 dňa. V rokoch 1951-1980 to bolo až 22,40 dňa. Maximálny výskyt búrok je evidovaný v roku 1963 a to v počte 41 dní. Na druhej strane sledujeme rastúci trend počtu dní so vzdialenou búrkou. V rokoch 1951-1980 bolo priemerne 12,10 dní, no v rokoch 1981-2010 až 17,87 dní so vzdialenou búrkou. S búrkami je často krátko spojený aj fenomén vypadávania krúp (KUŠMÍREKOVÁ ex HRVOĽ 2014). Najviac dní s krupobitím zaznamenal mesiac máj (11 dní), o jeden deň menej mesiac jún a nakoniec prvú trojicu uzatvára mesiac júl s 9 takýmito dňami. Najviac zrážok za deň na územie mesta – 108,1 mm – sa zaznamenalo 22.2.1958. Je tiež zaujímavé, že z týchto 16 dní sa 5 vyskytlo počas chladného polroka (október – marec),



Obr. 5.6: Percentuálne rozloženie zrážok po jednotlivých mesiacoch a ročných obdobiach

Tab.5.3: Výskyt vysokých úhrnov zrážok (nad 50 mm za deň) na stanici Sliach

24.6.1953	22.2.1958	25.7.1960	4.11.1961	16.11.1968	4.8.1971
50,1	108,1	55,6	51,0	56,8	59,4
20.10.1974	21.9.1984	25.8.1994	2.4.1996	7.7.1999	
52,2	93,8	82,9	55,4	53,0	
13.7.2002	29.7.2003	19.7.2011	14.1.2013	26.8.2013	
81,5	80,5	55,0	55,0	61,6	

Literatúra

Hrvoľ, J., & Tomlain, J.: Klimatické zabezpečenie ročných súm globálneho žiarenia na území Slovenska. Biometeorológia v praxi. Bratislava, 1991, s. 183-191

Hrvoľ, J., Kušmíreková, J.: Analýza výskytu mimoriadnych javov na Slovensku. FMFI UK Bratislava (osobné oznámenie), 2014.

Konček, M., Petrovič, Š.: Klimatické oblasti Československa. Meteorologické zprávy, Praha, 10(5), 1957, s. 113-119

Lapin, M., & Tekušová, M. (2002). Rýchlosť a smer vetra a inverznosť územia. Atlas krajiny SR. 1. vyd., Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia, Bratislava, Banská Bystrica, 100 p.

Melo, M., Kružicová, A.: Konček climate shifts in the Tatra Mts. between periods 1951-1980 and 1981-2010. In Šiška, B.–Hauptvogel, M.–Eliašová, M. (eds.). *Bioclimate: Source and Limit of Social Development, International Scientific Conference, 6th–9 th September 2011, Topoľčianky, Slovakia*

Mindáš, J.: Klimatické pomery. In: Vaníková, V. (Ed.). (1993). *Zvolen: monografia k 750. výročiu obnovenia mestských práv*. Gradus, s. 12-13.

Mindáš, J., & Škvarenina, J. (1995). Výskyt a charakteristika hmieľ na Slovensku v období 1971–1989. *Meteorologické zprávy*, roč. 48, č. 5, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 135, 139.

Mindáš, J., & Škvarenina, J. (2002). Výskyt hmieľ - Occurrence of fogs; 1: 1 500 000. In *Landscape Atlas of the Slovak Republic*.

Petrovič, Š., Šoltis, J. : Teplotné inverzie medzi Krížnou a Sliachom. In *Meteorologické zprávy, časopis pro odbornú veřejnosť. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1981, roč. 34, s. 69-72.*

Střelcová, K.: *Klimatické pomery vo Zvolene a okolí*. In: *Zvolen, monografia vydaná pri príležitosti 770. výročia obnovenia mestských výsad*. Vydal Mestský úrad Zvolen vo vydavateľstve Nikara Krupina, s. 22-25

Tarábek, K. (1980). Klimatogeografické typy. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Mazúr E.(ed.). *Slovenská akadémia vied & Slovenský úrad geodézie a kartografie, Bratislava, 64.*

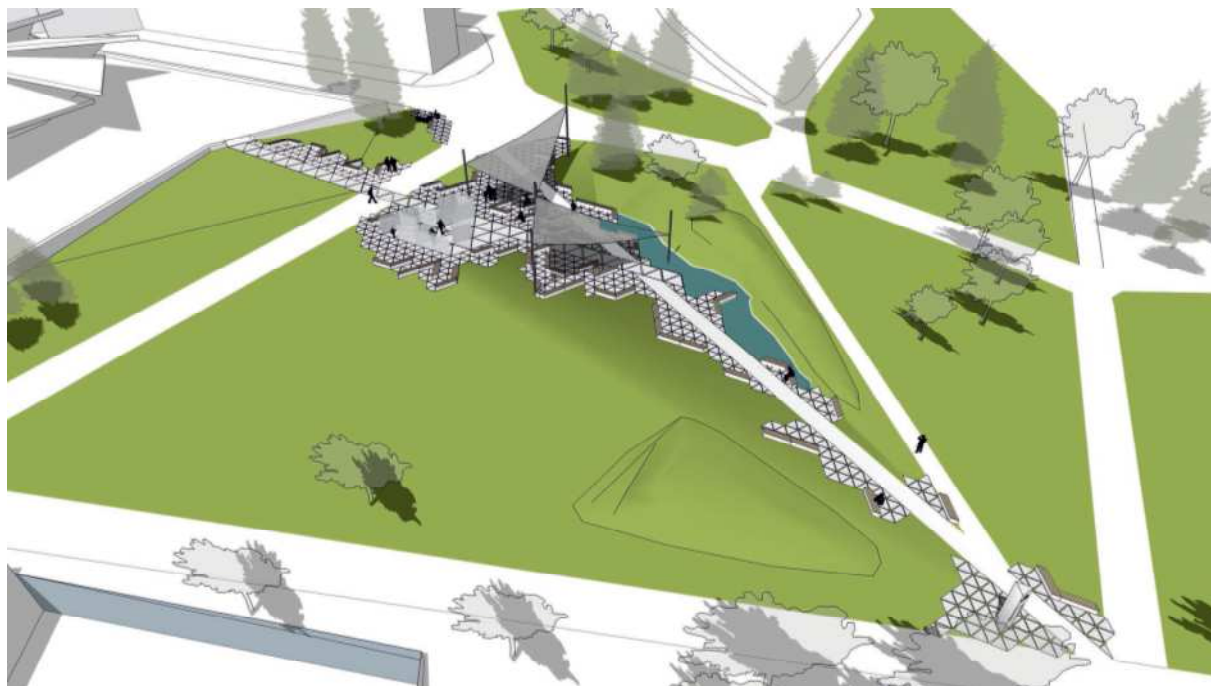
Vilček, J., Škvarenina, J., Vido, J., & Kandrik, R. Thermic continentality in Slovakia and climate changes. In *Mendel and bioclimatology*. Brno : Masaryk University, 2014. ISBN 978-80-210-6983-1, p. 582-593.

6 Modelové riešenia modrej a zelenej infraštruktúry – Príloha 2

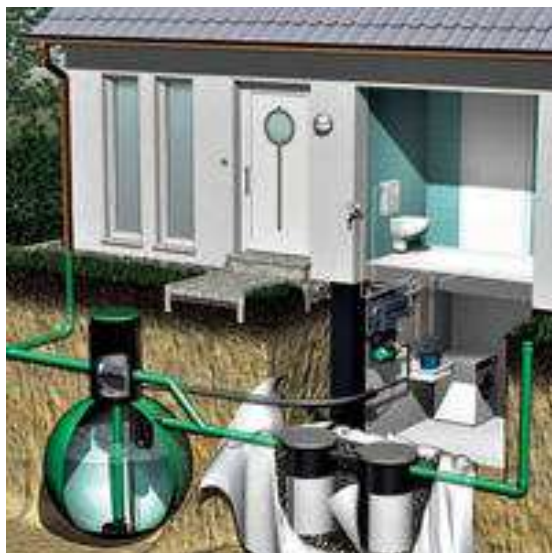
Opatrenie	Dažďová záhrada
Účinok	Infiltrácia zrážkovej vody z nepriepustných povrchov (strechy) do pôdneho prostredia a jej využitie ako spodnej závlahovej vody v záhrade
Príspevok k adaptácii na KZ	Zníženie rizika záplav pri intenzívnych zrážkach Ochladzujúci účinok transpirácie záhradnej vegetácie



Opatrenie	Multifunkčný priestor s prvkami zelenej a modrej infraštruktúry – modelová štúdia priestoru TU vo Zvolene
Účinok	Infiltrácia a záchyt zrážkovej vody a jej využitie pre prvky modrej infraštruktúry (jazierko, kaskádový potôčik, fontána) z nepriepustných povrchov (strechy)
Príspevok k adaptácii na KZ	Zníženie rizika záplav pri intenzívnych zrážkach Ochladzujúci účinok evapotranspirácie z vodných a vegetačných plôch



Opatrenie	Záchyt dažďovej vody z nepriepustných povrchov a jej opätovné využitie – modelové riešenie v rodinnom dome
Účinok	Záchyt zrážkovej vody - jej využitie pre prvky modrej infraštruktúry (fontána) a sekundárne využitie ako zdroja šedej vody
Príspevok k adaptácii na KZ	Zníženie rizika záplav pri intenzívnych zrážkach Ochladzujúci účinok prvkov modrej infraštruktúry



Zdroj: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/100499/118831/Dazdova-voda-ako-setrna-alternativa>

Opatrenie	Infiltrácia dažďovej vody do hydrogeologických štruktúr – veľkokapacitné zasakovacie bloky
Účinok	Infiltrácia zrážkovej vody - transfer povrchovej vody do podzemných hydrogeologických štruktúr
Príspevok k adaptácii na KZ	Zníženie rizika bleskových záplav pri intenzívnych zrážkach



Zdroj: <http://www.glynwed.cz/redakce/tisk.php?lanG=cs&slozka=17864&clanek=17890&>

Opatrenie	Manažment dažďovej vody na Dolnom a Hornom Pustom hrade
Účinok	Záchyt zrážkovej vody a jej následné využitie
Príspevok k adaptácii na KZ	Zníženie rizika ohrozenosti vodných zdrojov v suchých obdobiach

Vzhľadom k plánovanej realizácii zastrešenia cisterny, paláca a západnej prístavby paláca na Hornom Pustom hrade a už existujúcich striech na veži Dolného Pustého hradu je potrebné účinne naložiť s dažďovou vodou, ktorú tieto strechy zadržia.

Je vhodné túto vodu zvieŕ do určených nádrží, kde takto získaná voda môže byť využitá ako protipožiarna nádrž v prípade požiarov. Vhodné bude aj jej využitie počas prebiehajúcich stavebných prác na Dolnom a Hornom hrade.

Na Dolnom hrade sa ako miesto vhodné na umiestnenie dažďovej vody zo striech na veži Dolného hradu javí jama pri vstupnej bráne v tzv. spojovacom múre. Tá je vykopaná v stredoveku do ílovitého podlažia a po technickom zabezpečení izolácie stien by kapacitne stačila na tieto účely. Priamo pod strechy by sa ešte umiestnili 1-2 plastové nádrže (100 m³), ktoré by skladovali vodu priamo na stavebné práce. Prebytočná dažďová voda by bola odvedená už spomínanej jamy pri vstupnej bráne pomocou plastového potrubia uloženého v zemi.

Veľký objem vody dokážu zvieŕ plánované strechy na troch objektoch na Hornom hrade: cisterne, paláci a západnej prístavbe k palácu. Po doskúmaní cisterny (roky 2015-2016) je možné uvažovať so zvädzaním dažďovej vody do tohto pôvodne na to určenému objektu. Určite by však vody nemohla byť skladované priamo v jej historických murivách, ale musela by tu byť tiež umiestnená plastová nádrž. Cisterna mala totiž počas svojej funkcie aj klenbu – a voda bola vďaka tomu v stabilných teplotných podmienkach. Dnes tu však voda v zime vymŕza a poškodzuje historické murivá cisterny a spôsobuje ich deštrukciu. Aj keď sa tam umiestni plastová nádrž – tú tiež bude potrebné v zime vyčerpať aby ju mrznutie vody nepoškodilo. Za múdre riešenie pokladám umiestniť plastové nádrže v exteriéri hradu pri opevnení, kde je na to dostatočne veľká plocha a je to v blízkosti striech. Pomocou potrubí by sa tu vody zvieďla, a pomocou ďalších by sa prebytočná voda odvieďla do jamy zo stredoveku pod severovýchodným nárožím hradného paláca. Zamedzilo by sa tak erózii, ktorú by dažďová voda spôsobila vypustením priamo na severný svah hradného kopca, a bola by využitá počas stavebných prác i v prípade požiarov.

Prehľad doteraz uplatňovaných opatrení vo Zvolene.

V spracovanej „Adaptačnej stratégii na zmenu klímy“ sú identifikované dva hlavné dôsledky zmeny klímy v meste:

a) Vysoké teploty vzduchu a vlny horúčav v urbanizovanom prostredí

Jedná sa o nový poznatok, ktorý priniesla stratégia. Adaptačné opatrenia na horúčavy a vysoké teploty nie sú zapracované v územnoplánovacej dokumentácii, v územnoplánovacích podkladoch ani územno – technických podkladoch mesta Zvolen. Územný plán mesta Zvolen sa je navrhnutý s ohľadom na zachovanie kvality životného prostredia, environmentálne dôsledky navrhnutého riešenia sú posúdené v:

str. 258 kap. B.21.1. POSÚDENIE NAVRHOVANÉHO RIEŠENIA Z HĽADISKA ENVIRONMENTÁLNYCH DÔSLEDKOV

Text v kapitole posudzuje navrhované riešenie v územnom pláne z hľadiska kvality životného prostredia

b) Záplavy v urbanizovanom prostredí

Problematika záplav z privalových dažďov topenia snehu je zapracovaná do platného Územného plánu mesta Zvolen schváleného uznesením MsZ vo Zvolene č.144/04 zo dňa 4.12.2004 nasledovne:

Textová smerná časť ÚPN M Zvolen:

1) str. 122 – 124 kap. B.12.3. OCHRANA ÚZEMIA PROTI VEĽKÝM VODÁM

V kapitole je zhodnotených 9 vodných tokov pretekajúcich urbanizovaným prostredím mesta z hľadiska povodňového rizika. Sú vyšpecifikované opatrenia na údržbu a úpravu vodných tokov. Sú uvedené doteraz zrealizované protipovodňové úpravy na rieke Hron, Slatina, Zolná a Kováčovský potok. Sú uvedené časti zastavaného územia, ktoré nie sú chránené pred povodňami – Lanice, Rákoš, Pod Strážami, brehy elektrárenského kanála a Slatiny. Sú uvedené pripravované investičné zámery protipovodňovej úpravy vodných tokov.

2) str. 177 kap. B.15.4. VODNÉ TOKY A NÁDRŽE

V kapitolách sú uvedené zrealizované a navrhované úpravy vodných tokov a nádrží proti zatápaniu veľkými vodami

3) str. 184 – 188 kap. B.15.7. ODVÁDZANIE A ZNEŠKODŇOVANIE ODPADOVÝCH VÔD

V kapitole je uvedený súčasný stav systému kanalizačnej siete v meste. Ďalej je uvedený jej návrh na jej rozšírenie, rekonštrukciu a intenzifikáciu ČOV. Návrh je spracovaný s ohľadom na odkanalizovanie rozvojových plôch určených na zástavbu a na odkanalizovanie jestvujúcej zástavby, kde nie je vybudovaná kanalizačná sieť. Jedná sa však prioritne o riešenie splaškových vôd, dažďové vody sú riešení len okrajovo.

4) str. 188 – 189 kap. B.15.8. VODNÉ TOKY a kap. B.15.9. VODNÉ NÁDRŽE

V kapitolách sú uvedené zrealizované a navrhované úpravy vodných tokov a nádrží proti zatápaniu veľkými vodami

Textová záväzná časť ÚPN M Zvolen:

Obsahuje zásady a regulatívy trvalo udržateľného rozvoja mesta Zvolen, ktoré sú vyhlásené VZN mesta Zvolen č. 32/10 zo dňa 22.3.2010

1) str. 74 - 80 ÚPN M ZaD 06, kap. B.22.7. ZÁSADY A REGULATÍVY VEREJNÉHO DOPRAVNÉHO A TECHNICKÉHO VYBAVENIA, podkap. 2 VODNÉ HOSPODÁRSTVO

V kapitole sú uvedené komplexné regulatívy pre celé mesto týkajúce sa napr.:

- povinnosti odvádzať odpadové vody z nových lokalít delenou kanalizáciou a dažďové vody odvádzať do miestnych tokov
- povinnosti vyčistené dažďové vody zo spevnených plôch odvádzať mimo kanalizačnú sieť späť do krajiny, kde to umožňujú prírodné a technické pomery
- ochrany územia pred veľkými vodami revitalizáciou zvyšovaním brehov, údržbou a úpravou koryt riek a potokov
- zabezpečenia zvýšenia vododržnosti krajiny opatreniami v povodí

V kapitole sú uvedené konkrétne regulatívy pre odvádzanie a splaškových a dažďových vôd pre jednotlivé mestské časti ako aj potreba budovania zasakovacích a záchytných rigolov pre ochranu urbanizovaného prostredia pred zrážkovými vodami z extravilánu.

2) str. 88 - 89 ÚPN M ZaD 06, kap. B.22.9. ZÁSADY A REGULATÍVY STAROSTLIVOSTI O ŽIVOTNÉ PROSTREDIE, podkap. 2 VODA

V kapitole sú uvedené regulatívy pre ochranu územia pred veľkými vodami, pre zadržiavanie vody v krajine, pre odvádzanie dažďových vôd.

3) str. 96 - 98 ÚPN M ZaD 06, kap. B.22.3. VEREJNOPORSPEŠNÉ STAVBY - VODNÉ HOSPODÁRSTVO

Napr. VH 27 – údržba a úprava potoka Sekier, VH 58 - úprava Kováčovského potoka, VH 40 – úprava koryta potoka Neresnica, VH 54 – (zasakovací rigol Sarvaška – Nad kasárňami) apod.

Gragická časť ÚPN M Zvolen:

Výkres č. 5 – výkres verejného technického vybavenia – vodné hospodárstvo

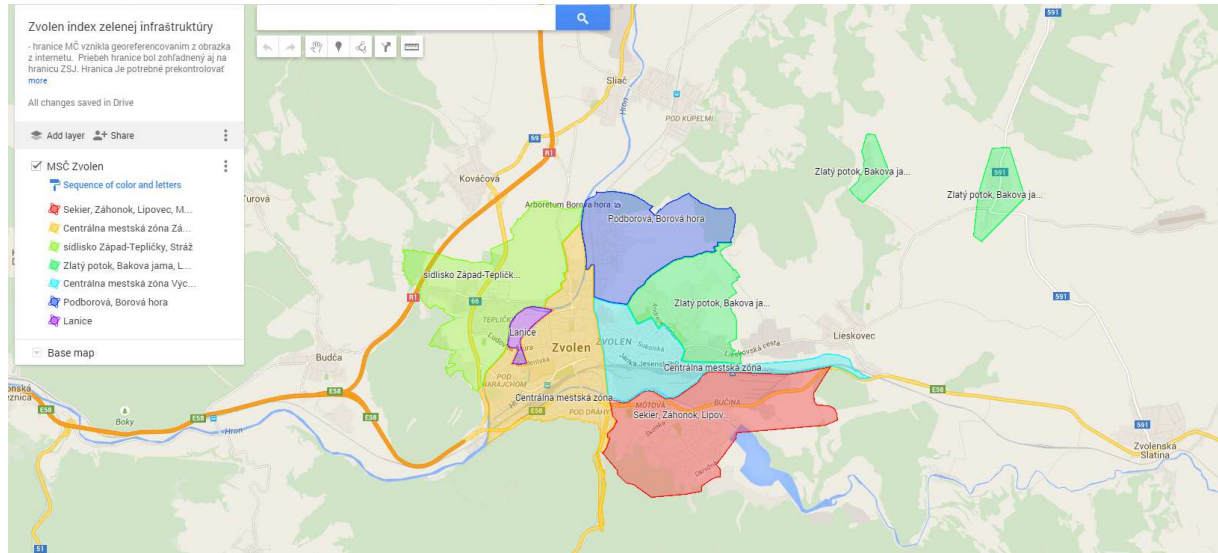
Okrem jestvujúceho a navrhovaného systému kanalizačnej siete sú vo výkrese navrhnuté:

- zvýšenia brehov vodných tokov
- zatápané a podmáčané územia
- úprava dna vodných tokov
- záchytné rigoly extravilánových vôd
- územia s delenou kanalizáciou

Index zelenej infraštruktúry podľa mestských časti Zvolen

Metodika:

http://www.spisskanovaves.eu/fileadmin/snv/user_upload/editor/editor1/dokumenty/projekty/strategicke_dokumenty/Strategia_adaptacie_navrh_3-2012.pdf



Výsledky Zvolen* a Lanice		* hranica bola zakreslená na základe georeferencovaných podkladov z www (nekvalitne podklady)						
Názo	MŠČ	Koefficient						Index
Výmera (m2)	0.0	1.0	0.2	0.4	0.5	0.7	Stípe	
Lanice	294210,26	11500	148925	19300	93325	21100	0	0,68
VMČ 1	4901763,32	665825	1097750	650700	1598075	877450	11025	0,47
VMČ 2	3672848,05	318375	1830475	156575	551775	810325	625	0,68
VMČ 3	4365667,40	403450	3011475	155225	543600	226375	23750	0,78
VMČ 4	3137771,33	62025	1376250	237275	1179400	272175	8925	0,65
VMČ 5	2442992,52	834650	299900	349825	324400	291900	1825	0,26
VMČ 6	4082019,25	1501000	853100	532250	1037200	145975	12100	0,36
Spolu	22897272,13							

Koefficienty			
0	nepriepustné plochy		
0,2	dlažby, kriky do 5m2		
0,4	štrkopiesky, stromy do 25m2		
0,5	zelené steny		
0,7	vegetacne strechy		
1	vegetácia a vodné plochy		

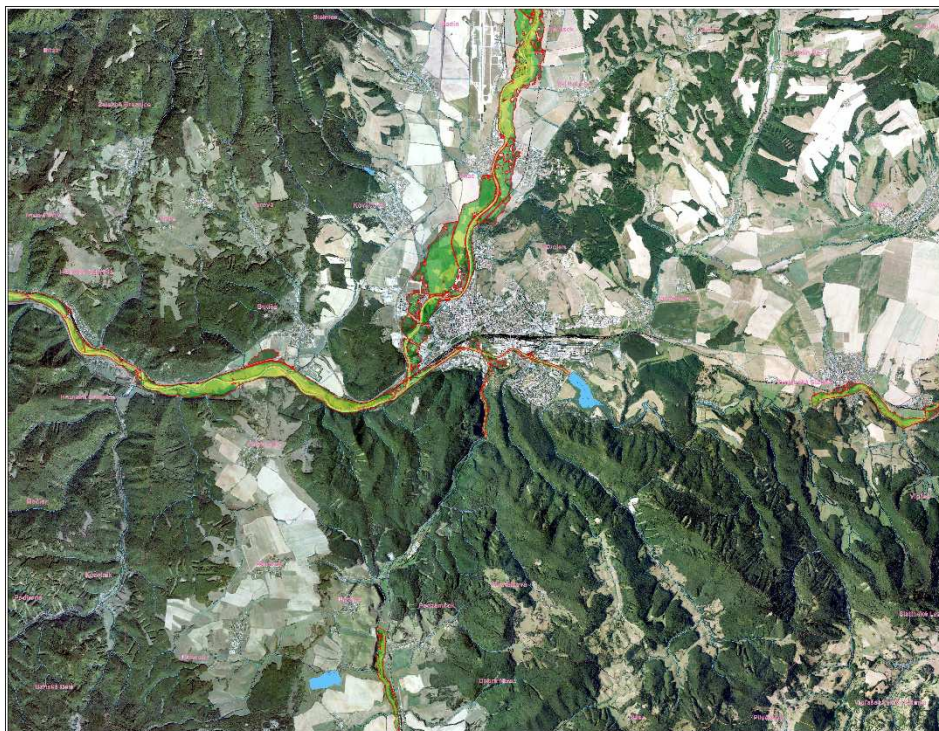
* hranica VMČ bola upravená podľa priebehu hranice zastavaného územia obce vedeneho na katastry a bral sa do úvahy len intravilán

Výsledky pre VMČ a ZU*

Názov	MSČ	Výmera (m2)	Koefficient					Index	
			0.0	1.0	0.2	0.4	0.5		0.7
Lanice		294210,26	11500	148925	19300	93325	21100	0	0,7
VMČ 1		3031754,95	657675	541800	420475	940650	465950	5125	0,4
VMČ 2		1631120,23	299150	349225	102925	455500	424400	0	0,5
VMČ 3		1795630,99	345825	849000	129425	316400	128225	17450	0,6
VMČ 4		682680,14	52325	298125	77975	148400	104225	1525	0,6
VMČ 5		2023234,92	822575	268275	333075	310925	287775	0	0,3
VMČ 6		4032939,74	1500325	817000	525775	1037200	140200	12100	0,4
Spolu		13491571,24							



Mapa povodňového ohrozenia Zvolena – rýchlosť vody pri Q100



MAPA POVODŇOVÉHO OHROZENIA
Mesto Zvolena
Hran: Nerevenica-Štátna
Rýchlosť vody pri Q100

Úplná legenda

Záplavové čiar
v zavesení: 1:100 (pravidelné) ústredí
ústredí Záplavová čiar Q100

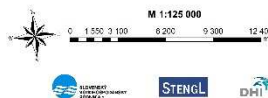
Vodohospodárske prvky
Vodná nádrž
2 Barierne zariadenie (BZ)
Prírodná stenba náh.
Súosť vodný tok, norm. vodného toku: do vodného náh.
Ochranná T-ová stenba
Súosť náh.
Rúžový kanál
Vodná nádrž, stavba vodného náh.
Vodná nádrž, stavba vodného náh.
Hranica číselného povodia

Rýchlosť prúdenia vody pri Q100 [m/s]
0,0 - 0,2
0,2 - 0,5
0,5 - 1,0
1,0 - 1,5
1,5 - 2,0
2,0 - 2,5
2,5 - 3,0
3,0 - 3,5
3,5 - 4,0
Kraj 4,3

Dopravné a technické prvky
Zeleznica
Diaľnica
Rýchlostná cesta
Cesta I. triedy
Cesta II. triedy
Cesta III. triedy
Križ. s náh. vodného náh.
Križ. s rúž. vodného náh.

Územnosprávne členenie
Hranica štátu
Hranica katastra
Hranica okresu
Hranica obce
Hranica obce

Prírodná náh. ústredí



© SVP, š.p.a.; © MŽP SR; © ÚGKK SR; © GKÚ Bratislava; © VÚVH; © ŠOPS SR; © SHMÚ; © SAŽP; © ŠÚ SR; © Eurosense s.r.o.; © Gcodis Slovakia s.r.o.

Mapa povodňového ohrozenia mesta Zvolen pri Q100



MAPA POVODŇOVÉHO OHROZENIA
Mesto Zvolen
Hron / Neressica/ Stalina
Hĺbka vody pri Q₁₀₀

Úplná legenda

Záplňové územia
v geografickej oblasti: zóna
území: Záplňová zóna Q₁₀₀

Vodohospodárske prvky

- Vodná nádrž
- Barierka vodného ústia
- Priehradná stavba na ústi
- Vodný náhľad vodného toku
- Os vodného náhľadu
- Ochranná priehradzacia
- Brežný ústi
- Stĺpcová brežná
- Vodná stavba: stavba vodného ústia
- Vodná stavba: náhon vodného ústia
- Stavba: stavba vodného ústia

Hĺbka vody pri Q₁₀₀ [m]

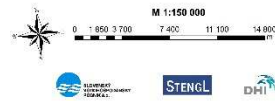
- 0,0 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- 1,5 - 2,0
- 2,0 - 2,5
- Nad 2,5

Dopravné a technické prvky

- Zeleznica
- Ústie
- Spoločnosť náhon
- Cesta 1. triedy
- Cesta 2. triedy
- Cesta 3. triedy
- Most: nad vodným ústom
- Most: mimo vodného ústia

Územnosprávne členenie

- Hranica štátu
- Hranica kraja
- Hranica okresu
- Hranica obce
- Hranica katastru



© SVP, s.p.; © MŽP SR; © ÚGKK SR; © GKÚ Bratislava; © VÚVH; © ŠOP SR; © SHMÚ; © SAŽP; © ŠÚ SR; © Eurosense s.r.o.; © Geodis Slovakia s.r.o.