Katalóg adaptačných opatrení BSK

na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy

BRATISLAVSKÝ SAMOSPRÁVNY KRAJ
NAJLEPŠIE MIESTO PRE ŽIVOT



Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí Bratislavského samosprávneho kraja na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy

Zadávateľ: Bratislavský samosprávny kraj

Spracovateľ: Karpatský rozvojový inštitút

Hlavní autori: RNDr. Andrej Šteiner, PhD.
Ing. Zuzana Hudeková, PhD.
Ing. Ladislav Hegyi
RNDr. Pavel Šťastný, CSc.
Ing. Alena Kozlayová
Mgr. Michal Schvalb
Ing. Zuzana Záborská

Spolupracovali: Mgr. Pavol Stano
Mgr. Martin Hakel, BA

Rok vydania: 2016

Karpatský rozvojový inštitút (KRI) je odborná nezisková nezávislá organizácia založená v roku 2004, ako organizácia typu think-tank, prepájajúca výskum a prax v oblasti inovatívneho rozvoja regiónov, miest a obcí. Svoje aktivity má nielen na Slovensku, ale aj na Ukrajine, Maďarsku, Rumunsku, Českej republike, Srbsku a Bulharsku.

KRI je **priekopníkom v oblasti adaptácie na zmenu klímy na miestnej a regionálnej úrovni** na Slovensku. Tejto téme sa venuje už takmer 7 rokov v spolupráci s interdisciplinárnym tímom špičkových slovenských, ale aj zahraničných odborníkov. Je autorom niekoľkých exkluzívnych publikácií: Klimatická zmena – výzva pre lokálny rozvoj na Slovensku; Adaptácia na zmenu klímy – naliehavá úloha miest; Adaptácia na zmenu klímy – Brožúra pre tých, ktorí chcú viac o tom vedieť a aj aktívne konať; Adaptácia na zmenu klímy v Trnave – vec verejná. KRI je súčasne jedným zo spoluautorov Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy.

V rámci KRI bola pripravená séria odborných článkov do rôznych odborných médií. Odborníci z KRI aktívne participovali na celosvetových fórach ako sú napr. Resilient Cities, The Annual Global Forum on Urban Resilience and Adaptation.

Pod odborným vedením KRI boli realizované **pilotné adaptačné procesy** v mestách ako sú napr. Trnava, Kežmarok, Mestská časť Košice – Západ a Spišská Nová Ves, Miskolc. V súčasnosti Karpatský rozvojový inštitút pracuje na metodike adaptívneho plánovania a pripravuje balík klimatických adaptačných služieb na podporu adaptačného procesu v mestách a obciach.

Zhrnutie

Reagovanie na zmenu klímy sa stáva kľúčovým aj v procese spravovania lokálneho rozvoja

Na jednej strane, klimatická zmena (prejavujúca sa nárastom priemerných teplôt, zvýšenou frekvenciou a intenzitou veterných smrští, záplav, súch či vĺn horúčav, resp. extrémnymi zmenami v charaktere počasia) je výsledkom neudržateľných spôsobov rozvoja, a na strane druhej vplyvy klimatickej zmeny veľmi často sťažujú lokálny rozvoj v mestách a obciach. Tieto sú obzvlášť citlivé na dôsledky zmeny klímy, a to hlavne tým, že sú „imobilné“ (infraštruktúra ako sú cesty, mosty, a historický ráz miesta či zviazanosť obyvateľov s miestom sú kritické atribúty mesta), a naviac existujúce komunikačné, dopravné, zásobovacie či sociálne systémy sú navzájom prepojené a vyskytujú sa na pomerne malom priestore s vyššou hustotou obyvateľstva. Akékoľvek narušenie jedného či viac prvkov tohto komplexu má nevyhnutne vplyv na fungovanie aj ďalších systémov. Mestá a obce sú kriticky závislé na zásobovaní surovinami (napr. potraviny, voda, plyn, elektrina či palivá) a prerušenie ich dodávok vplyvom extrémov počasia má často zásadné dôsledky pre kvalitu života obyvateľov či podnikanie v mestách a obciach.

Existujú dva principiálne prístupy k zmierňovaniu zmeny klímy, medzi ktorými sú významné rozdiely, ale s ktorými je potrebné sa v zásade zaoberať:

- *Mitigácia* – snaha zabrániť prehlbovaniu zmeny klímy, spôsobenej antropogénnou (ľudskou) činnosťou, a to hlavne znižovaním produkcie emisií skleníkových plynov, ako aj zvyšovaním kapacity ich pohlcovania (hlavne zelenou infraštruktúrou).
- *Adaptácia* – prispôsobovanie sa prírodných alebo ľudských systémov v reakcii na aktuálne alebo očakávané klimatické udalosti alebo ich vplyvy, aby sa zmiernili škody nimi spôsobené alebo využili prípadné príležitosti.

Zviazanosť procesu adaptácie a mitigácie je na jednej strane demonštrovaná tým, že aj keby sa použili tie najtvrdšie mitigačné opatrenia, nevyhneme sa ďalším budúcim nepriaznivým dopadom klimatickej zmeny. Ale na druhej strane nie je možné sa plne a donekonečna adaptovať na dopady zmeny klímy. Teda príspevok k znižovaniu emisií skleníkových plynov, či ich pohlcovaniu na všetkých úrovniach, je veľmi dôležitý.

Adaptácia (prispôsobenie sa) na zmenu klímy, ktorá je predmetom tejto publikácie, je jednou z najvýznamnejších aktuálnych výziev pre celý svet, Bratislavský samosprávny kraj nevynímajúc. Publikácia „Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy“ (ďalej len Katalóg), ktorú držíte v rukách, vznikla na základe uvedomenia si nevyhnutnej potreby riešenia tejto témy na regionálnej ako aj lokálnej úrovni, pričom BSK má ambíciu byť lídrom v tejto oblasti na Slovensku. Forma dokumentu bola zvolená po konzultáciách so zástupcami miest a obcí v regióne, ktorí pociťovali absenciu informácií o vhodných adaptačných opatreniach reagujúcich na negatívne dôsledky zmeny klímy v intraviláne obcí s dôrazom na urbanizované prostredie.

Publikácia je písaná komplexnejšie, aby priniesla čitateľom širší pohľad na túto tematiku. Okrem rozpracovania adaptačných opatrení, informuje aj o procese vzniku súčasnej zmeny klímy, o súčasných a očakávaných vplyvoch zmeny klímy na územie BSK, o relevantnej legislatíve a strategických dokumentoch týkajúcich sa adaptácie na zmenu klímy, o procese prípravy adaptačnej stratégie pre obce a mestá, ako podkladu pre realizáciu adaptačných opatrení, uvádza príklady dobrej praxe zo Slovenska a zahraničia, ako aj niektoré súčasné známe možnosti financovania adaptačných procesov.

Katalóg je hlavne určený pre výkonných reprezentantov miestnej samosprávy a lokálnej štátnej správy. Využiť ho môže aj verejnosť, podnikateľská sféra a ďalšie subjekty žijúce, či majúce aktivity na území miest a obcí. Informácie, v ňom uvedené, nemajú a ani nemôžu mať vyčerpávajúci charakter. Každú tému uvedenú v Katalógu je možné rozpracovať podrobnejšie a s väčšími detailmi, ale bolo by to na úkor čitateľnosti a porozumenia tých, ktorí sú hlavnou cieľovou skupinou. Táto príručka má slúžiť ako určitý **sprievodca oblasťou adaptácie na zmenu klímy v urbanizovanom prostredí**. Predpokladá sa, že tí ktorí budú realizovať adaptačný proces či adaptačné opatrenia, sa v prípade potreby obrátia buď na špecializované odborné zdroje či odborníkov.

Predpokladané dopady/dôsledky vplyvov zmeny klímy na územie BSK

Projektovaný nárast teplôt bude mať dôsledky na živú i neživú prírodu. Rastlinstvo bude mať v priemere teplejšie vegetačné obdobie, jeho

priemerne skorší nástup a tiež neskorší koniec. Územie bude vhodnejšie na pestovanie teplomilnejších plodín, no s rizikom veľkej premenlivosti úrod a zraniteľnosti na mráz na začiatku a konci vegetačného obdobia, teda na jar a jeseň. Teplejšie podmienky budú podporovať migráciu nových rastlinných a živočíšnych druhov, ale aj chorôb a škodcov, ktoré budú nepriamo ovplyvnené globalizáciou obchodu. Ďalšie vplyvy budú na hygienu vodných nádrží a potravín. Vlny horúčav budú mať dopad najmä na zraniteľné skupiny obyvateľstva. Dôsledkom zvýšenia priemerných teplôt sa síce zníži energia potrebná na vykurovanie v zime, ale zvýšia sa náklady na prevádzku klimatizácií. Vysoké teploty môžu viesť k poruchám koľajových tratí, poškodeniu asfaltových povrchov a pod.

Zmeny v režime zrážok sa prejavia vo výskyte povodní, ale aj v erózii pôdy, čo prispieva k možnosti transportu pôdy do intravilánov obcí a miest, kde môže prísť k znečisteniu plôch, pivničných priestorov a k znefunkčneniu kanalizačných systémov a zanášaniu vodných nádrží.

Zmenený režim snehovej pokrývky znamená rýchlejší odtok zimných zrážok z topiacej sa snehovej pokrývky z územia, a tým vyššie riziko sucha v jarnom období. K pozitívnym dôsledkom patria nižšie náklady pri zimnej údržbe ciest.

Pri zvýšenom výskyte a trvaní sucha sa bude zvyšovať nedostatok vody vo vrchnej vrstve pôdy, čiže nastane ďalšie vysušovanie pôdy, zvýšená potreba závlahových vôd, nielen na poľnohospodárske plodiny, ale aj mestskú zeleň. Podobne nastane aj veterná erózia povrchu pôdy, ktorá je reálna pri celkove vyššej prirodzenej veternosti územia. Dôsledkom sucha môžu byť i vyššie maximá teploty vzduchu v druhej polovici leta, keď je krajina suchšia. Meteorologické a pôdne sucho budú mať dôsledky aj na suchu hydrologickom, t. j. na výdatnosti prameňov a tiež v prietokoch riek, najmä koncom leta a začiatkom jesene.

Adaptácia miest a obcí na zmenu klímy

Vplyvy zmeny klímy majú hlavne lokálny charakter, ohrozujú konkrétne územia a dotýkajú sa a ovplyvňujú život obyvateľov konkrétnych obcí a miest. Vplývajú na a ohrozujú tak prírodné, ako aj ľudské systémy (zdravie, sídla, majetok, infraštruktúru, dopravu...), ovplyvňujú rozvojové a investičné zámery.

Samospráva miest a obcí má príležitosť adaptovať sa, a tak zmierňovať dopady zmeny klímy na svojich obyvateľov, svoje územie a prostredie. Jedným z dôležitých predpokladov možnosti a schopnosti adaptovania sa na vplyvy zmeny klímy je zostavenie *Plánu pre adaptáciu na dopady zmeny klímy,* aby proces adaptácie na zmenu klímy nebol fragmentovitý a jednorazový, ale systematický, realistický a komplexný. Tento umožní samospráve a celej komunite cielene reagovať na očakávané dopady zmeny klímy na ich územie, reagovať na vznikajúce riziká ako aj prípadne využívať príležitosti, ktoré zmena klímy prináša.

Samospráva miest a obcí má okrem legislatívy/zákonov platných na území celej republiky, ktoré na miestnej úrovni usmerňujú jej úlohy a rozvojové činnosti, aj iné/ďalšie nástroje, ktoré z platnej legislatívy vyplývajú, a ktoré má samospráva k dispozícii na presadzovanie ich adaptačných cieľov a opatrení. Takými sú najmä nástroje plánovacie, regulačné, rozhodovacie a finančné.

Adaptačné opatrenia v sídelnom prostredí

Vzhľadom k tomu, že existuje veľké množstvo adaptačných opatrení pre sídelné prostredia, a nie je ich možné všetky zahrnúť do tejto publikácie, výber popísaných adaptačných opatrení v sídelnom prostredí vychádza z nasledujúcich kritérií:

a. opatrenia sa budú realizovať prioritne v intraviláne mesta,
b. náklady na opatrenia sú zvládnuteľné do značnej miery z interných či externých zdrojov obce/mesta,
c. opatrenia sú manažérsky a technicky zvládnuteľné prevažujúco na úrovni obce/mesta.

Opatrenia sú zoskupené podľa hlavných vplyvov zmeny klímy na Slovensku:

- častejší výskyt vĺn horúčav,
- zvýšenie priemerných teplôt,
- častejší výskyt sucha,
- zvýšenie častosti výskytu intenzívnych zrážok,
- častejší výskyt silných vetrov a víchric.

Jednotlivé opatrenia pre každý vplyv zmeny klímy sú rozdelené na opatrenia realizovateľné na budovách a na opatrenia realizovateľné na verejných priestranstvách.

Samotný popis každého opatrenia zahŕňa všeobecnú charakteristiku opatrenia, jeho účinnosť, rámcovo stanovené náklady na jeho realizáciu a opis neklimatických prínosov opatrenia. Keďže sa jedná o publikáciu, ktorá je hlavne určená voleným a výkonným pracovníkom obecných a mestských samospráv a ďalším kľúčovým rozvojovým aktérom v území, a nie je určená sektorovým špecialistom, detailnosť popisu bola zvolená tak, aby zástupcovia samospráv boli jednak schopní sa orientovať v adaptačných opatreniach, aby im to pomohlo pri výbere adaptačného opatrenia, aby vedeli zostaviť zadanie pre realizáciu adaptačného opatrenia a viesť kvalifikovanú diskusiu s realizátormi opatrení

a tiež, aby im to bolo nápomocné pri získavaní zdrojov na realizáciu vybraného adaptačného opatrenia.

Možnosti financovania adaptačných opatrení

Na realizáciu konkrétnych adaptačných opatrení na úrovni obcí (v súlade s vypracovaným adaptačným plánom na miestnej úrovni) môžu obce popri vlastných finančných zdrojoch (či už okamžitých alebo vo forme úverov) využiť aj doplnkové, externé nenávratné zdroje financovania. Jedná sa tak o národné zdroje pre financovanie, ako aj nadnárodné finančné programy. Práve tieto zdroje sú z hľadiska charakteru nenávratného finančného príspevku, ako aj výšky potrebného vlastného spolufinancovania, pre obce veľmi zaujímavým a často vyhľadávaným finančným nástrojom na prefinancovanie plánovaných aktivít.

Výnimkou v tomto smere nie sú ani plánované aktivity v oblasti adaptácie na zmenu klímy. Práve naopak – vysoká priorita témy adaptácie na európskej úrovni, ktorá sa prenáša aj na národnú úroveň, sa odzrkadľuje aj v nastavení samotných finančných programov. To dáva predpoklad pre pomerne zaujímavú škálu finančných možností v tejto oblasti.
Stále viac pozornosti sa v súčasnosti dostáva aj finančným nástrojom, ktoré v tejto oblasti vytvárajú samotné regionálne a miestne samosprávy. Jedná sa o dotácie (napr. v rámci Bratislavského samosprávneho kraja poskytované v súlade s VZN o dotáciách – podpora adaptačných a zelených opatrení v rámci rozvoja vidieka – viac k týmto dotáciám v *podkapitole 8.1.3*) alebo možnosti financovania aktivít so zapojením širokej verejnosti v rámci tvorby participatívneho rozpočtu, ktoré sú čoraz častejšie zamerané aj na podporu adaptačných opatrení (napr. rozpočet MČ Bratislava – Nové Mesto a Mesta Bratislava).

Táto časť Katalógu prináša prehľad a stručnú charakteristiku doplnkových, externých nenávratných národných a nadnárodných zdrojov využiteľných pre financovanie adaptačných opatrení. Keďže sa však jedná o pomerne „živú“ oblasť (často sú potrebné detaily predmetom až konkrétnej výzvy; resp. nie všetky výzvy na predkladanie žiadostí o spolufinancovanie rovnako pokrývajú všetky priority/ciele/oprávnené aktivity; alebo v súčasnosti nie sú ešte jasné detaily nastavenia niektorých finančných programov; prípadne časť uvádzaných zdrojov vychádza zo špecifikácií platných len pre najbližšie obdobie a pod.), je potrebné pri zvažovaní toho-ktorého konkrétneho zdroja vychádzať z overených, najaktuálnejších dostupných informácií. Pre úplnosť sú uvádzané aj východiskové internetové informačné zdroje, kde je možné získať všetky potrebné dodatočné informácie.

Obsah

1 Úvod....8

2 Východiská pre proces adaptácie na zmenu klímy....9

3 Zmena klímy a jej vplyv na územie BSK....12
3.1 Klimatická charakteristika BSK....12
3.2 Doterajšie pozorované zmeny klimatických prvkov (v rôznych subregiónoch BSK)....13
3.3 Expozícia (záplavy, suchá, búrky, horúčavy, nárast priemernej teploty) v rôznych častiach BSK....14
3.4 Predpokladané zmeny klimatických prvkov v BSK....15
3.5 Predpokladaný scenár na záplavy, suchá, búrky, horúčavy, nárast priemernej teploty....16
3.6 Predpokladané dopady/dôsledky vplyvov zmeny klímy na územie BSK....18

4 Legislatívno-strategický rámec týkajúci sa adaptácie na zmenu klímy....19
4.1 Medzinárodné strategické dokumenty a záväzky....19
4.2 Národné strategické dokumenty....22
4.3 Národná legislatíva....23

5 Adaptácia miest a obcí na zmenu klímy....31
5.1 Adaptačný plán na vplyvy zmeny klímy....31
5.2 Nástroje miestnych samospráv na presadzovanie Adaptačného plánu....36

6 Adaptačné opatrenia v sídelnom prostredí....42
6.1 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt (vĺn) horúčav....42
6.2 Vplyv zmeny klímy: Zvýšenie priemerných ročných teplôt....73
6.3 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt sucha....76
6.4 Vplyv zmeny klímy: Zvýšenie častosti intenzívnych zrážok....82
6.5 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt silných vetrov a víchric....103

7 Príklady dobrej praxe zo Slovenska a zahraničia....107
7.1 Dobré príklady rekonštrukcie budov a ich okolia a uplatnenie adaptačných opatrení....107
7.2 Dobré príklady rekonštrukcie/tvorby otvorených priestranstiev a aplikácia adaptačných opatrení....111

8 Možnosti financovania adaptačných opatrení....118
8.1 Národné zdroje financovania....118
8.2 Nadnárodné zdroje financovania....127

9 Terminológia....131

10 Prílohy....133
10.1 Globálne dopady klimatickej zmeny....133
10.2 Klimatická zmena a jej dôsledky na Slovensku....140
10.3 Klimatické charakteristiky BSK – tabuľková časť....145
10.4 Klimatologické scenáre pre BSK – tabuľková časť....146

11 Bibliografia....149

12 Zoznam skratiek....153

1 Úvod

Príčiny, prečo je potrebné sa adaptovať/prispôsobiť sa vplyvom zmeny klímy, sú pomerne jasné: **Vplyvy zmeny klímy spôsobujú veľké škody na zdraví a súkromnom či verejnom majetku obcí a miest Slovenska a ich výskyt v najbližších desaťročiach je prakticky istý**. Už dnes extrémy počasia ako sú suchá, veľmi intenzívne dažde vyúsťujúce do záplav, vlny horúčav či intenzívna búrková činnosť robia veľké problémy jednotlivcom, verejnej správe, biznisu či prírodným systémom. Pri absentujúcej adaptácii tieto problémy budú narastať, pretože s vysokou pravdepodobnosťou budú narastať negatívne prejavy zmeny klímy. Tento fakt je spôsobený tým, že aj v prípade výraznej redukcie výskytu emisií skleníkových plynov, bude sa klíma meniť kvôli dlhej životnosti už doteraz vyprodukovaných kľúčových skleníkových plynov. Jednoducho povedané adaptácia na zmenu klímy a jej dôsledky je pre spravovanie území „novou nevyhnutnou skutočnosťou".

Mestá a obce, teda ich obyvatelia, podnikatelia a samospráva sú v prednej línii zápasu s dôsledkami zmeny klímy. Klimatická variabilita a zmena sú v podstate globálny fenomén, avšak jej vplyvy (záplavy, suchá, erózia, zosuvy, vlny horúčav, veterné smršte, veľké rozdiely v teplotách v krátkych časových periódach a pod.) sú pociťované hlavne na lokálnej úrovni. Táto pozícia v prednej línii vytvára pre mestá a obce potrebu intenzívneho adaptačného procesu.

Rozhodnutia s dlhodobými dôsledkami na závažnosť vplyvov zmeny klímy pre dané územie sa tvoria každý deň. Dnes vybrané alternatívy budú formovať zajtrajšiu zvýšenú či zníženú zraniteľnosť na vplyvy zmeny klímy. Týka sa to tak plánovania rozvoja územia, dizajnu a umiestnenia infraštruktúry, procesu zmierňovania rizík, rozpočtovania, využívania zdrojov a pod. Hodnotenie závažnosti ohrození vyplývajúcich zo zmeny klímy pre danú lokalitu a adaptácia v oblastiach, kde je potrebné zvýšiť odolnosť na jej vplyvy, je kľúčom k manažovaniu súčasných a budúcich rizík (a príležitostí).

Kým niektoré adaptačné opatrenia sú účinné hneď po ich dokončení (napr. protizáplavové bariéry, vodné nádrže...), **u mnohých je potrebné počítať s pomerne dlhým časovým horizontom ich účinnosti** (napr. zmena plánovania a rozhodovania, nové predpisy a regulácie, zmena v myslení, využitie novej zelenej infraštruktúry...).

Proaktívne plánovanie a realizácia adaptačných opatrení sú často efektívnejšie a lacnejšie ako reaktívne aktivity a môžu priniesť benefity už dnes. Naviac, pri proaktívnom správaní sa, výber z adaptačných možností môže byť väčší, ak je viac času na ich analýzu a prípadné synergické efekty. Téma potreby adaptácie na lokálnej úrovni z hľadiska ekonomického, sociálneho či environmentálneho je veľmi široká a tu sú naznačené len niektoré argumenty a viac sa dá dočítať v špecializovaných publikáciách.

Adaptácia (prispôsobenie sa) na zmenu klímy je jednou z najvýznamnejších aktuálnych výziev pre celý svet, Bratislavský samosprávny kraj nevynímajúc. **Publikácia „Katalóg adaptač-ných opatrení miest a obcí BSK na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy"**, ktorú držíte v rukách, vznikla na základe uvedomenia si nevyhnutnej potreby riešenia tejto témy na regionálnej ako aj lokálnej úrovni, pričom BSK má ambíciu byť lídrom v tejto oblasti na Slovensku. Forma dokumentu bola zvolená po konzultáciách so zástupcami miest a obcí v regióne, ktorí pociťovali absenciu informácií **o vhodných adaptačných opatreniach reagujúcich na negatívne dôsledky zmeny klímy v intraviláne obcí s dôrazom na urbanizované prostredie.**

Publikácia je písaná komplexnejšie, aby priniesla čitateľom širší pohľad na túto tematiku. Okrem rozpracovania adaptačných opatrení, informuje aj o procese vzniku súčasnej zmeny klímy; o súčasných a očakávaných vplyvoch zmeny klímy na územie BSK; o relevantnej legislatíve a strategických dokumentoch týkajúcich sa adaptácie na zmenu klímy; o procese prípravy adaptačnej stratégie pre obce a mestá, ako podkladu pre realizáciu adaptačných opatrení; uvádza príklady dobrej praxe zo Slovenska a zahraničia, ako aj niektoré súčasné známe možnosti financovania adaptačných procesov.

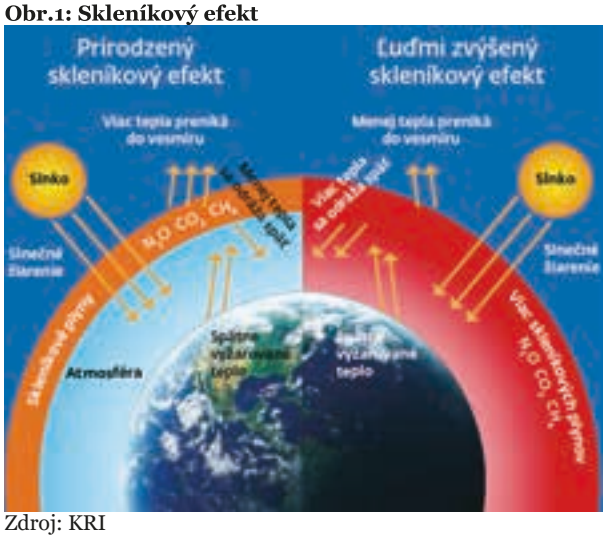
Katalóg je hlavne určený pre výkonných reprezentantov miestnej samosprávy a lokálnej štátnej správy. Využiť ho môže aj verejnosť, podnikateľská sféra a ďalšie subjekty žijúce, či majúce aktivity na území miest a obcí. Informácie, v ňom uvedené, nemajú a ani nemôžu mať vyčerpávajúci charakter. Každú tému uvedenú v Katalógu je možné rozpracovať podrobnejšie a s väčšími detailmi, ale bolo by to na úkor čitateľnosti a porozumenia tých, ktorí sú hlavnou cieľovou skupinou. Táto príručka má slúžiť ako určitý **sprievodca oblasťou adaptácie na zmenu klímy v urbanizovanom prostredí**. Predpokladá sa, že tí ktorí budú realizovať adaptačný proces či adaptačné opatrenia, sa v prípade potreby, obrátia buď na špecializované odborné zdroje či odborníkov.

2 Východiská pre proces adaptácie na zmenu klímy

Globálna klíma je výsledkom pôsobenia viacerých faktorov, napríklad slnečného žiarenia, pozície Zeme voči Slnku, morských prúdov, biosféry, koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére a ďalších. Zmena jedného faktora sa prejaví v zmenách klimatických podmienok Zeme. V súčasnosti jeden z týchto faktorov, skleníkový efekt, zosilňuje ľudstvo uvoľňovaním skleníkových plynov.

Planéta Zem je obývateľná aj vďaka plynom v atmosfére, ktoré dokážu zadržať časť slnečnej energie. Poznáme ich pod názvom skleníkové plyny a plnia rovnakú funkciu ako čelné sklo, ktoré zachytí a udrží teplo vo vnútri vášho auta. Medzi najznámejšie skleníkové plyny patria oxid uhličitý (CO_2), oxid dusný (N_2O) či metán (CH_4). Bez ich prítomnosti by bola Zem pre človeka z dôvodu enormného chladu neobývateľná. Na druhej strane ich prílišná koncentrácia v atmosfére destabilizuje našu klímu a prináša vážne dôsledky.

Obr.1: Skleníkový efekt



Zdroj: KRI

Vľavo sa nachádza prirodzená existencia skleníkových plynov a jej efekt; vpravo zvýšené množstvo skleníkových plynov z ľudských aktivít a ich efekt.

Od začiatku priemyselnej revolúcie v polovici 18. storočia začalo ľudstvo produkovať zvýšené množstvo skleníkových plynov. Medzi príčiny patrí spaľovanie fosílnych palív hlavne v energetike a doprave, odlesňovanie, nadmerný chov dobytka, ktorý produkuje metán, používanie umelých hnojív, využívanie zemného plynu či vznikajúce skládky odpadov. Vedci zistili, že koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére je v súčasnosti väčšia ako bola po tisícky rokov v minulosti. Podiel oxidu uhličitého, oxid dusného a metánu narástol približne o 40 %, 20 %, resp. 150 % oproti obdobiu pred priemyselnou revolúciou. Atmosférická koncentrácia najdôležitejšieho skleníkového plynu produkovaného ľudskou činnosťou, CO_2, v súčasnosti vysoko presahuje prirodzenú hladinu. V roku 2010 dosiahla úroveň CO_2 388 ppm (jednotka, ktorou sa meria objem CO_2 v atmosfére), čo je najviac za minimálne posledných 650 000 rokov.

Výsledkom je výrazná zmena klímy, ktorej najznámejším prejavom je **rast globálnej teploty prízemnej vrstvy atmosféry a oceánov – tzv. globálne otepľovanie.**

Najnovšia, piata správa Medzivládneho panelu o zmene klímy z roku 2014 opäť konštatuje, že **ľudská činnosť je hlavnou príčinou globálneho otepľovania.** Od roku 1950 je najväčšie otepľovanie pozorované v noci a je výraznejšie v zime a na jar ako v lete. V prípade, ak by hlavnou príčinou bol prirodzený faktor – slnko, otepľovanie by sa prejavovalo viac cez deň a v lete. V prípade, ak by slnko bolo hlavnou príčinou súčasného otepľovania, zvyšovala by sa aj teplota stratosféry (druhej vrstvy atmosféry), avšak teplota tejto vrstvy atmosféry sa naopak znižuje. Zvyšuje sa len teplota troposféry (najnižšej, prízemnej vrstvy atmosféry), kvôli vyššej koncentrácii skleníkových plynov, ktoré teplo odrážajúce sa od zemského povrchu vo zvýšenej miere zadržiavajú.

Zmena klímy má a bude mať dopad aj na Slovensko. Scenáre klimatickej zmeny (očakávané zmeny klímy) pre Slovensko do konca 21. storočia poukazujú na to, že priemery teploty vzduchu na Slovensku by sa mali postupne zvyšovať o 2 až 4 °C v porovnaní s priemermi obdobia 1951–1980, pričom sa zachová doterajšia medziročná a medzisezónna časová premenlivosť. Trochu rýchlejšie by mali rásť denné minimá ako denné maximá teploty vzduchu, čo spôsobí pokles priemernej dennej amplitúdy teploty vzduchu. Ročné úhrny zrážok by sa nemali podstatne meniť, skôr sa predpokladá mierny nárast (okolo 10 %), predovšetkým na severe Slovenska. Väčšie zmeny by mali nastať v ročnom chode a časovom režime zrážok. V lete sa všeobecne očakáva slabý pokles úhrnov zrážok (predovšetkým na juhu Slovenska) a v zvyšnej časti roka slabý až mierny rast úhrnov zrážok (predovšetkým v zime a na severe Slovenska). V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia

a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej, a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej. Vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva častejší výskyt silného vetra, víchric a tornád v súvislosti s búrkami (doteraz sa na celom Slovensku vyskytovalo v priemere asi 1 tornádo kategórie F1 alebo F2 za rok). Pretože sa ale zvýši teplota vzduchu, tak sa musí pri nezmenenej relatívnej vlhkosti vzduchu zvýšiť tlak vodnej pary a aj sýtostný doplnok (asi o 6 % na každý 1 °C oteplenia). To zapríčiní rast potenciálnej evapotranspirácie (výpar z pôdy pokrytej vegetáciou) vo vegetačnom období roka tiež asi o 6 % na 1 °C oteplenia. Pretože sa na juhu Slovenska vo vegetačnom období roka úhrny zrážok podstatne nezvýšia, bude to mať za následok pokles vlhkosti pôdy. Navyše častejší výskyt krátkodobých intenzívnych zrážok nebude dostatočne prispievať k doplňaniu pôdnej vlhkosti, pretože z intenzívnych zrážok je väčší odtok. V neposlednej miere sa očakáva zvýšenie intenzity a častosť extrémov počasia.

Reagovanie na zmenu klímy sa stáva kľúčovým aj v procese spravovania lokálneho rozvoja. Na jednej strane, klimatická zmena (prejavujúcou sa nárastom priemerných teplôt, zvýšenou frekvenciou a intenzitou veterných smrští, záplav, súch či vĺn horúčav, resp. extrémnymi zmenami v charaktere počasia) je výsledkom neudržateľných spôsobov rozvoja, a na strane druhej vplyvy klimatickej zmeny veľmi často sťažujú lokálny rozvoj v mestách a obciach.

Tieto sú obzvlášť citlivé na dôsledky zmeny klímy, a to hlavne tým, že sú „imobilné“ (infraštruktúra ako sú cesty, mosty, cesty a historický ráz miesta či zviazanosť obyvateľov s miestom sú kritické atribúty mesta), a naviac existujúce komunikačné, dopravné, zásobovacie či sociálne systémy sú navzájom prepojené a vyskytujú sa na pomerne malom priestore s vyššou hustotou obyvateľstva. Akékoľvek narušenie jedného či viac prvkov tohto komplexu má nevyhnutne vplyv na fungovanie aj ďalších systémov. Mestá a obce sú kriticky závislé na zásobovaní surovinami (napr. potraviny, voda, plyn, elektrina či palivá) a prerušenie dodávok vplyvom extrémov počasia má často zásadné dôsledky pre kvalitu života obyvateľov či podnikanie v mestách a obciach.

Existujú dva principiálne prístupy k zmierňovaniu zmeny klímy, medzi ktorými sú významné rozdiely, ale s ktorými je potrebné sa v zásade zaoberať:

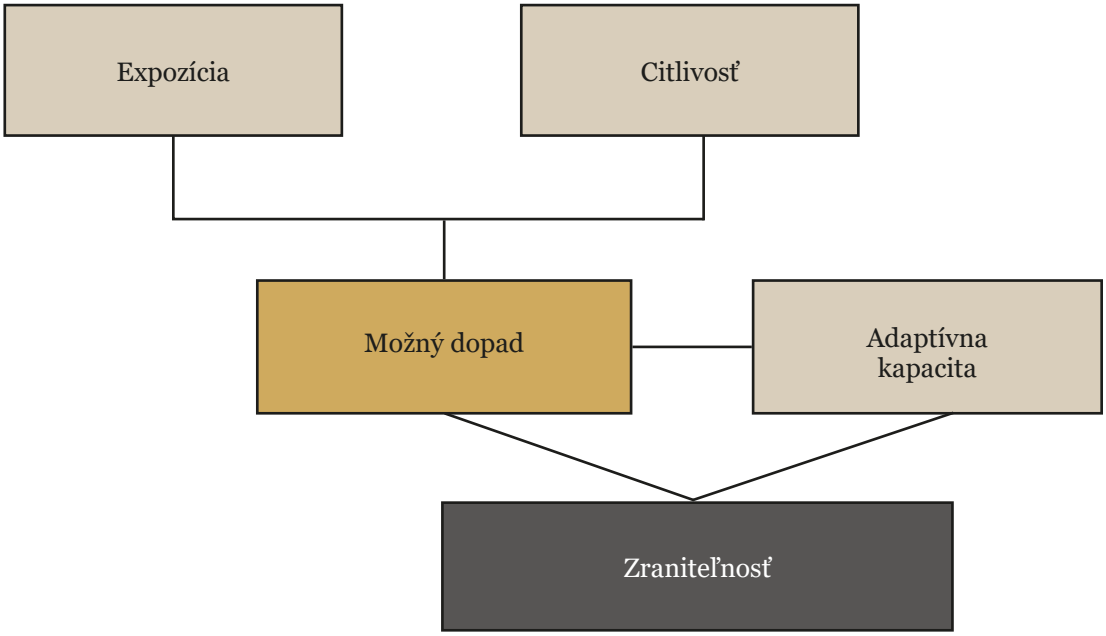
- *Mitigácia* – snaha zabrániť prehlbovaniu zmeny klímy, spôsobenej antropogénnou (ľudskou) činnosťou, a to hlavne znižovaním produkcie emisií skleníkových plynov, ako aj zvyšovaním kapacity ich pohlcovania (hlavne zelenou infraštruktúrou). Medzi hlavné zdroje skleníkových plynov z ľudskej činnosti patrí spaľovanie fosílnych palív (uhlie, ropa a plyn) pri výrobe elektrickej energie, preprave, v priemysle a v domácnostiach (oxid uhličitý – CO_2), poľnohospodárstvo (metán – CH_4), zmeny v používaní pôdy, ako je odlesňovanie (CO_2), ale tiež skládky odpadu (CH_4). Mitigácia je v prvom rade globálna záležitosť vyžadujúca si výrazné zmeny správania sa krajín produkujúcich najviac skleníkových plynov, ale má svoje významné miesto aj na lokálnej úrovni (energetická efektívnosť, spôsoby vykurovania, výsadba a udržovanie zelene a pod.)
- *Adaptácia* – prispôsobovanie sa prírodných alebo ľudských systémov v reakcii na aktuálne alebo očakávané klimatické udalosti alebo ich vplyvy, aby sa zmiernili škody nimi spôsobené alebo využili prípadné príležitosti. Rôzne typy prispôsobenia môžu byť delené na preventívnu a reaktívnu adaptáciu, súkromnú a verejnú adaptáciu, či na autonómne a plánované prispôsobenie.

Zviazanosť procesu adaptácie a mitigácie je na jednej strane demonštrovaná tým, že aj keby sa použili tie najtvrdšie mitigačné opatrenia, nevyhneme sa ďalším budúcim nepriaznivým dopadom klimatickej zmeny. Ale na druhej strane, nie je možné sa plne a donekonečna adaptovať na dopady zmeny klímy. Teda príspevok k znižovaniu emisií skleníkových plynov či ich pohlcovaniu na všetkých úrovniach je veľmi dôležitý.

Adaptácia, ktorá je predmetom tejto publikácie, reaguje na konkrétne lokálne vplyvy zmeny klímy a adaptačné aktivity sú zamerané na špecifické potreby postihnutého územia. Samotný proces adaptácie spočíva hlavne v znížení *zraniteľnosti* územia, resp. zvýšení jeho *odolnosti* voči vplyvom zmeny klímy.

Zraniteľnosť je definovaná ako miera, do akej je daný systém (ľudský, prírodný či človekom vybudovaný) schopný zvládnuť nepriaznivé efekty zmeny klímy (či už klimatickej variability alebo extrémov počasia). Zraniteľnosť závisí od charakteru, rozsahu a miery klimatickej variability, ktorej je systém, resp. jeho prvky vystavený (expozícia); jeho citlivosti na danú expozíciu (ak by bol postihnutý danou expozíciou) a jeho adaptívnej kapacity (schopnosti pružne reagovať na danú klimatickú udalosť, ak sa vyskytne). Inak je to možné vyjadriť tak, že čím je viac vystavený systém (ľudia, príroda, infraštruktúra) danému vplyvu zmeny klímy (intenzita a dĺžka danej klimatickej udalosti) a čím je viac systém a jeho prvky citlivý na tento vplyv, tým je väčšia jeho zraniteľnosť a väčšie nepriaznivé dôsledky pre daný systém.

Obr. 2: Vzťah medzi jednotlivými elementmi pri analýze zraniteľnosti na vplyvy zmeny klímy



Zdroj: KRI

Na druhej strane, čím väčšia je schopnosť rýchlo a efektívne reagovať na dôsledky vplyvov zmeny klímy (adaptívne kapacita), tým menšia je zraniteľnosť toho-ktorého systému.

Odolnosť zahrňuje citlivosť a adaptívnu kapacitu daného systému či jeho prvkov. Odolnosť možno charakterizovať ako schopnosť predpokladať, pripraviť sa, reagovať a zotaviť sa z vážneho dopadu zmeny klímy s minimálnymi škodami v sociálnej sfére, ekonomike či vo vybudovanom prostredí. Je to aj otázka kultúrno-sociologická (napr. zdedený a historicky daný spôsob charakteristického správania sa obyvateľov daného regiónu pri procese postupnej či náhlej zmeny), otázka kvality spravovania daného regiónu/územia (dôvera voči systému, jeho efektivita či účinnosť), ako aj otázka množstva disponibilných zdrojov (ľudských, finančných či materiálnych).

Klimatická zmena ovplyvňuje a bude dlhodobo ovplyvňovať mestá a obce, teda aktivity na ich území (ale aj v ich spádovej oblasti), kvalitu života v nich či ich rozvojové zámery. Proces adaptácie tak nie je len doména jedného špecifického oddelenia v samospráve, či len samotnej samosprávy, ale vyžaduje si významnú (a nielen formálnu) spoluprácu so všetkými relevantnými subjektmi, ktoré majú vplyv, resp. sú ovplyvnené dianím na jeho území. Podobne aj implementácia adaptačných opatrení sa dotkne prakticky celého katastra mesta či obce.

Adaptáciu na zmenu klímy treba zamerať hlavne na štyri oblasti:

- *Plánovacie a povoľovacie činnosti samosprávy* (tvorba a aktualizácia PHSR a Územného plánu, aplikácia stavebného zákona, spôsob využívania krajiny, povoľovanie stavieb a pod.).
- *Environmentálne služby* (kanalizačné, odpadové, sanitárne, dodávka a čistenie pitnej vody, obnova a údržba verejnej zelene, opravy a údržba miestnych komunikácií a pod.).
- *Komunálne služby* (požiarna ochrana, verejný poriadok, zdravotná starostlivosť, verejná doprava, sociálne služby, reagovanie na pohromy a pod.).
- *Vybudované prostredie* (napr. rekonštrukcia a údržba verejných budov, parkov, kanalizácie, ciest a chodníkov a pod.).

3 Zmena klímy a jej vplyv na územie BSK

3.1 Klimatická charakteristika BSK

Oblasť BSK je pestrým geografickým územím, primkýnajúcim sa na západe k orografickej zníženine medzi východnými Alpami a Karpatmi. Územie je rozdelené v smere JZ-SV masívom Malých Karpát, ktoré vystupujú z Devínskej Brány a jeho hrebeňové polohy dosahujú postupne 400 až 600 m n.m. Smerom na juhovýchod od pohoria leží Podunajská nížina, z ktorej môžeme vyčleniť Podunajskú rovinu (110–130 m n. m.), ktorá sa ďalej na severovýchod dvíha a prechádza do Trnavskej pahorkatiny (150–250 m n. m.). Na severozápad od Malých Karpát je Záhorská nížina (140–200–240 m n. m.), ktorá postupne prechádza do nízkych pahorkatín, tvorených viatymi pieskami.

Pre tvorbu klímy regiónu je dôležité najmä najzápadnejšia poloha kraja v rámci Slovenska, kde sa prejavuje výraznejší vplyv Atlantického oceánu na toto územie. Sú to najmä vyššie teploty vzduchu v zime, na rozdiel od podobných polôh na východe Slovenska. Podľa Končekovej klimatickej klasifikácie patria nížinné a pahorkatinové polohy do nadmorskej výšky 300 až 400 m n. m. do klimatickej oblasti teplej (A), ktorá má v roku počet letných dní (s dennou teplotou 25 a viac °C) viac ako 50. Mierne teplá oblasť B nadväzuje na oblasť A; s počtom letných dní menším ako 50 a priemernou júlovou teplotou nad 16 °C siaha až do hrebeňových polôh Karpát. Teplá oblasť A je z oblasti Podunajskej nížiny smerom ku svahom Karpát postupne členená na jednotlivé okrsky počnúc okrskom A1, ktorý je teplý, veľmi suchý, s miernou zimou (január je v priemere teplejší až o 3 °C). Tento okrsok prechádza do okrsku A2, ktorý je suchý a so vzrastajúcou nadmorskou výškou sa vplyvom vyššieho úhrnu zrážok mení na okrsky A4 (mierne suchý) a A6 (mierne vlhký) až do nadmorskej výšky 300 až 400 m n. m. na svahoch Malých Karpát. Všetky tieto okrsky majú miernu zimu. Nad týmito okrskami sa na svahoch pohorí nachádza klimatický okrsok B3, ktorý je mierne teplý, mierne vlhký a vrchovinový, ktorý s rastúcou nadmorskou výškou a pribúdajúcim úhrnom zrážok prechádza do okrsku B5 až B6 (mierne teplý, vlhký). Záhorská nížina patrí v časti vzdialenejšej od masívu Karpát do teplého okrsku (mierne suchý), ktorý v blízkosti pohoria prechádza do klimatického okrsku A6.

Prevládajúcim výškovým prúdením nad oblasťou BSK je severozápadné až juhozápadné, vietor v prízemnej vrstve vzduchu si tiež zachováva tento prevládajúci smer. Druhým najpočetnejším smerom vetra je juhovýchodný smer. Celé územie BSK je otvorené, okrem úzkych dolín v masíve Karpát, preto je dobre ventilované a ako celok patrí k najveternejším na Slovensku, s pomerne malým výskytom hmly.

Priemerná ročná teplota na juhu BSK a v najzápadnejšej časti Záhorskej nížiny presahuje 10 °C (v centre Bratislavy je vplyvom mestského ostrova tepla asi o 0,5 °C v ročnom priemere teplejšia ako v okolí v rovnakých podmienkach), smerom na sever a na svahoch Karpát klesá na hodnoty 6 až 7 °C v ich hrebeňových polohách. Júlové teploty v najteplejších oblastiach presahujú 20 °C a januárové sú nad -1 °C. Priemerné ročné trvanie slnečného svitu je v najteplejších oblastiach nad 1 900 hodín, smerom do vrcholových polôh Karpát klesá až na 1 700 hodín. Priemerný ročný úhrn zrážok na západe Záhorskej nížiny dosahuje 550 až 600 mm, podobne ako na Podunajskej rovine. Len malá časť západne od línie Tomášov – Senec – Báhoň má úhrny nižšie (500 až 550 mm) a patrí podľa úhrnu zrážok k najsuchšej oblasti Slovenska. V hrebeňových polohách Malých Karpát ročne spadne viac ako 800 mm zrážok. Toto pohorie je jednou z najdôležitejších meteorologických a klimatických bariér na našom území. Pri prevládajúcom západnom prúdení za jeho hrebeňom môžeme sledovať zrážkový tieň, ktorý prispieva k suchším pomerom územia Podunajskej nížiny. Zároveň v okolí jeho hrebeňa je zvýšená pravdepodobnosť vypadávania intenzívnych, krátkodobých, ale aj niekoľkodňových zrážok, čo môže mať dôsledky na zvýšené hladiny tokov v oblasti a zvýšený výskyt lokálnych povodní. O tom svedčia aj prípady prívalových povodní v roku 2011 v povodiach Gidry a Parnej a celý rad iných prípadov.

Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou v zime je na nížine 30 až 45, vo vrcholových polohách Malých Karpát 75 až 90.

3.2 Doterajšie pozorované zmeny klimatických prvkov (v rôznych subregiónoch BSK)

Územie BSK môžeme v zásade rozdeliť na oblasť Podunajskej nížiny a oblasť Záhorskej nížiny, ktorých prirodzenou hranicou je hrebeň Malých Karpát. Samotný masív Malých Karpát môžeme považovať za tretí subregión. Oblasť Záhorskej nížiny je v priemere okolo 100 m vyššia ako Podunajskej. Masív Malých Karpát vystupuje nad územie okolitých nížin o 300 až 400 m. Priemerné hodnoty klimatických prvkov a charakteristík sú za hodnotené obdobia 1961–1990 a 1991–2015 uvedené v *kapitole 10.3*.

Podunajská nížina je reprezentovaná meteorologickou stanicou Bratislava – letisko (131 m n. m.). **Teplota vzduchu vzrastala vo všetkých ročných obdobiach**, pričom pri ročných priemeroch za obdobie 1961–2010 mala trend okolo 0,40 °C/10 rokov. Počet letných dní (s denným maximom 25 °C a viac) stúpol podľa lineárneho trendu zhruba z 65 na 80 dní. V chladnom polroku sa okrem zvýšenia priemerných teplôt vzduchu zaznamenal aj vzrast minimálnych a maximálnych denných teplôt. To sa odzrkadlilo na poklese počtu mrazových a ľadových dní. Mrazových dní (s denným minimom menej ako 0 °C) ubudlo z 90–100 na 70–90 a ľadových (s denným maximom 0 °C a menej) z 20–30 na 15–25.

Zrážková činnosť sa v posledných 20 rokoch prejavovala **väčšou variabilitou úhrnov vo všetkých ročných obdobiach** oproti obdobiu 1976–1995, kedy boli zaznamenané aj celkove nižšie úhrny zrážok. **Ročný trend úhrnov zrážok bol slabo klesajúci, ale štatisticky nevýznamný.** Slabo klesajúci trend bol aj v letnom a zimnom období.

Trvanie snehovej pokrývky je odrazom otepľovania v chladnom polroku, najmä však v zime. Počet dní so snehovou pokrývkou za predmetné obdobie mal klesajúci trend o cca 3 dni/10 rokov a v období 1996–2015 počet týchto dní bol v zimnej sezóne často nižší ako 10. Podobne počet dní s novou snehovou pokrývkou (s výškou 5 cm a viac) mal klesajúci trend a po roku 1995 sa často nový sneh o tejto výške v zimnom období nevyskytol.

Záhorská nížina je zastúpená meteorologickou stanicou Kuchyňa–Nový dvor (230 m n. m). **Vzrast priemernej teploty vzduchu bol zreteľne vyjadrený vo všetkých ročných obdobiach**. Ročný trend tohto ukazovateľa bol okolo 0,35 °C/10 rokov. Vzrast teploty v lete sa prejavil aj na vzraste počtu letných dní a to z úrovne zhruba 60 na 75 dní. V chladnom polroku sa celkové oteplenie prejavilo aj vzrastom minimálnych a maximálnych denných teplôt vzduchu. V dôsledku toho sa znížil počet mrazových a ľadových dní. Mrazových dní za predmetné obdobie ubudlo zo 110 na 95 a ľadových z 30 na 20.

Atmosférické zrážky, podobne ako na ostatnom území BSK, sa vyznačovali **vyššou premenlivosťou ročných aj sezónnych úhrnov** v období po roku 1995. **Ročné úhrny za obdobie 1961–2015 boli s nulovým (ustáleným) časovým trendom**, podobne ako zrážkové úhrny v lete a zime.

Trvanie snehovej pokrývky v chladnom polroku zaznamenalo v predmetnom období klesajúci trend, pričom počet dní so snehovou pokrývkou poklesol z 50 na 30. Počet dní so snehovou pokrývkou s výškou 5 cm sa tiež znížil a po roku 1995 sa v zimnej sezóne často vyskytli len 2 takéto dni.

Masív Malých Karpát je zastúpený meteorologickou stanicou Modra–Piesky (531 m n. m.). P**riemerné ročné teploty vzduchu aj vo vyšších polohách regiónu BSK vzrastali vo všetkých ročných obdobiach** s trendom okolo 0,35 °C/10 rokov. V letnom období vzrástol počet letných dní z 30 na 45 a v niektorých extrémnych rokoch (2003) bol zaznamenaný ich počet nad hranicou 60 dní. V chladnom polroku poklesol počet mrazových dní z hodnoty 115 na 90. Pokles počtu ľadových dní bol len nevýrazný, s priemerom okolo 40 za sezónu.

Úhrn atmosférických zrážok mal vyššiu variabilitu za posledných 20 rokov na rozdiel od predchádzajúceho obdobia. Ročné úhrny za obdobie 1961–2015 **nevykazovali významný časový trend**, analogicky tomu bolo aj v zime a v lete.

Počet dní so snehovou pokrývkou bol v priemere okolo 80 a nevykazoval žiadny časový trend. Podobne počet dní s novým snehom o výške 5 cm a viac bol bez výraznejšieho časového trendu, keď v ročnom priemere dosahoval hodnotu okolo 10.

3.3 Expozícia (záplavy, suchá, búrky, horúčavy, nárast priemernej teploty) v rôznych častiach BSK

3.3.1 Teplota vzduchu a vlny horúčav

Rastúce priemerné teploty vzduchu v letnom období sú sprevádzané **častejšími a dlhšími vlnami horúčav**. Počet tropických dní (s denným maximom 30 °C a viac) na Podunajskej nížine stúpol v priemere z hodnoty 15 dní na začiatku 60-tych rokov 20. storočia na 28 dní v posledných 10 rokoch, pričom v niekoľkých rokoch po roku 2000 bol vyšší ako 40. Na Záhorskej nížine sa priebeh vĺn horúčav prejavoval v sérii tropických dní, ktorých priemerný ročný počet na začiatku obdobia 1961–2010 bol okolo 12 a jeho koncom okolo 25. Počet tropických dní s nadmorskou výškou klesá z nížinných polôh do hrebeňových v predmetnej oblasti o cca 4 až 5 dní na 100 m nadmorskej výšky. Na hrebeňoch Malých Karpát začiatkom 60. rokov minulého storočia bol výskyt takýchto dní sporadický, v posledných 10 rokoch dosiahol v priemere okolo 7.

3.3.2 Extrémy zrážok (prívalové zrážky)

Atmosférické zrážky sú primárnou zložkou vodnej bilancie. Ich režim a množstvo podmieňujú hydrologický režim daného územia. Väčšina zrážok sa vyparí do ovzdušia, ostatné sa podieľajú na napĺňaní zásob podzemnej a pôdnej vody. Na úhrne zrážok v teplom polroku sa prevažne podieľajú krátkodobé výdatnejšie zrážkové epizódy vo forme prehánok a búrkových lejakov, zatiaľ čo pre chladný polrok sú typickejšie dlhotrvajúce menej výdatné zrážky. Počet dní so zrážkami s úhrnom 10 mm a viacej tvorí zhruba 10–15 % z celkového počtu 130 až 140 dní so zrážkami (s úhrnom 0,1 mm a viac) v nížinných podmienkach. V hrebeňových polohách Malých Karpát je počet týchto dní vyšší. Počet dní s uvedeným úhrnom je zhruba rovnako zastúpený v letnom aj zimnom polroku. Časový trend ich výskytu je za obdobie 1961–2015 nevýznamný. Počet dní so zrážkami 40 mm a viac sa väčšinou vyskytuje v lete, v zime je výnimočný. Prevažne vzniká kombináciou krátkodobého lejaka a dlhšie trvajúceho dažďa, alebo sa vyskytuje ako dlhšie trvajúci dážď. Veľmi zriedka je tvorený krátkodobým lejakom. **Pravdepodobnosť výskytu zrážok s intenzitou 40 mm/hod a viac sa tu môžu vyskytnúť v priemere viac ako raz za 50 rokov.** Za hodnotené obdobie počet dní s týmto úhrnom nevýznamne rastie, s výskytom na nížinách v priemere okolo 1 deň v roku.

3.3.3 Extrémy zrážok a sucho

Sucho prvotne začína nedostatkom zrážok. Periódy sucha, t. j. obdobia bez zrážok, alebo len s nepatrnými úhrnmi s trvaním 15 dní a viac sa v oblasti BSK vyskytovali v počte 2 až 3. Ich najčastejší výskyt bol začiatkom jari a v jeseni. **V poslednom období sa periódy bezzrážkového alebo málozrážkového počasia vyskytovali častejšie aj v teplom polroku.** Pre vývoj podmienok sucha je však najdôležitejším faktorom kombinácia teplotných a zrážkových pomerov, vyúsťujúca do zvýšených hodnôt potenciálneho výparu, no nezmenenej veľkosti reálneho výparu. V hodnotenom období po relatívne náročnom období na evapotranspiráciu (roky 1961–1964) nastúpilo obdobie so zmenšenými požiadavkami na zavlaženie (roky 1965–1986). Potom potenciálna evapotranspirácia sa takmer kontinuálne zvyšovala, čo prinášalo zvýšené požiadavky na zavlaženie pôdy. V Podunajskej nížine vzrástol potenciálny výpar (Eo) v období 1990–2015 oproti 1961–1990 z hodnoty okolo 700 mm na 760 mm. V podmienkach Záhorskej nížiny bol vzrast Eo analogický, pričom jeho ročné hodnotu sú cca o 7 % nižšie. **V oblasti BSK je najsuchšou časťou územie patriace pod Podunajskú nížinu**, kde je priemerná hodnota klimatického ukazovateľa zavlaženia (Eo–Z rok) za sledované obdobie okolo 150 mm, na úpätí Karpát, ktoré je mierne suché sa znižuje na hodnotu okolo 50 mm. Na Záhorskej nížine je tento ukazovateľ okolo 70 mm

a smerom k svahom Karpát sa znižuje pod 50 mm. V masíve Karpát je už v priemere prebytok zrážok nad potenciálnym výparom. Klimatický ukazovateľ zavlaženia za obdobie 1961–2015 rástol o hodnotu 15–20 mm za dekádu. Aktuálna evapotranspirácia nevzrastala tak rýchlo ako potenciálna (len okolo 4 mm za dekádu), lebo povrchové vrstvy pôdy neobsahovali vodu naviac, ktorá by sa mohla do atmosféry vyparíť.

3.3.4 Záplavy

V podmienkach BSK sú možné viaceré druhy povodní. Prvým sú povodne na veľkých tokoch, Dunaji a Morave. V období rokov 1976–1995 bol určitý povodňový útlm, ktorého výskyt samozrejme súvisí so zníženou zrážkovou činnosťou v danom období. V meracej stanici na Dunaji v Bratislave za obdobie 1867–2005 **nebol rastúci trend povodňových prietokov potvrdený**. Povodňové prietoky nad 10 000 m^3/s boli v poslednom období v rokoch 2002 a 2013. Podobne na rieke Morava za obdobie 1901–2010 nebol zaznamenaný vzostup povodňových prietokov. Významné povodne na Morave boli v rokoch 1997, 1999 a 2014. Morava v dolnom toku, na území, kde vteká do Dunaja je citlivá na vzdutie hladiny pri povodňových prietokoch Dunaja.

Druhým prípadom sú povodne na menších tokoch, buď zo zrážok, topenia snehu a ich vzájomnou kombináciou. Tieto záplavy však môžu vzniknúť aj pri vzniku prekážky v koryte.

K dôležitým a nebezpečným povodniam patria prívalové povodne. Ich útlm bol v spomínanom období 1975–1995. Od roku 1995 sa prívalové povodne vyskytli na tokoch Malina (1995), Močiarka (1999) a Sološnický potok (2002) a na toku Gidra (2011). Potenciálne možné povodňové riziko je aj na ostatných tokoch, prameniacich v Malých Karpatoch. **Početnosť výskytu týchto povodní za hodnotené obdobie nemá stúpajúci trend.**

Tretím druhom povodní sú povodne vzniknuté vystúpením hladiny podzemnej vody nad úroveň terénu buď v dôsledku vysokých stavov riek, alebo pri nasýtení pôdy vodou. Tieto vznikajú najmä pri povodňových stavoch veľkých riek územia.

3.3.5 Búrky

Búrky sa v oblasti BSK vyskytujú v priemere v 25 dňoch v roku (ak ich hodnotíme ako blízke búrky na jednotlivých staniciach). Spravidla sú sprevádzané výdatnými zrážkami, silným vetrom, alebo krupobitím. Prevažne sa vyskytujú v máji až auguste. Výskyt krupobitia je zväčša 1–2 krát v roku. **Výskyt búrok ako aj krupobitia nemá za hodnotené obdobie vyjadrený významnejší časový trend.**

3.4 Predpokladané zmeny klimatických prvkov v BSK

Zmeny klímy v oblasti BSK korešpondujú so zmenami klímy v stredoeurópskom kontexte. Scenáre klimatickej zmeny, spracované podľa imisného scenára SRES A1B použitím modelu KNMI ukazujú, že **Slovensko sa nachádza v priestore väčšieho oteplenia ako globálny priemer**, pričom by malo byť oteplenie rozložené viac-menej rovnomerne počas roka. V *kapitole 10.4* sú očakávané priemery teploty vzduchu v 50-ročných horizontoch so stredom v rokoch 2025, 2050 a 2075 na staniciach Bratislava–letisko, Malacky a na juhu hrebeňa Malých Karpát vo výške 584 m n. m. (Malý Javorník). K horizontu 2025 sa predpokladá oteplenie o 0,8 °C, k 2050 o 1,8 °C a k 2075 o 2,8 °C oproti obdobiu 1961–1990.

V nadväznosti na zvyšovanie priemernej teploty vzduchu sa **budú v teplom polroku zvyšovať počty letných dní a v chladnom polroku znižovať počty mrazových dní** (*kapitola 10.4*

Klimatologické scenáre pre BSK – tabuľková časť). V nížinných podmienkach by mal vzrásť počet letných dní k horizontu 2025 o 13 dní, k 2050 o 25 dní a k 2075 o 38 dní. Počet mrazových dní by mal naopak klesnúť k horizontu 2025 o 10 dní, k 2050 o 25 dní a k 2075 o 40 dní.

Oblasť BSK sa nachádza v prechodnom pásme medzi klesajúcim množstvom zrážok smerom k Stredomoriu a rastúcim smerom na sever, čo môžeme chápať ako striedavú dominanciu jedného a druhého vplyvu a tým veľkú časovú premenlivosť, prejavujúcu sa vo veľkých medziročných rozdieloch v úhrnoch zrážok. Ročné úhrny zrážok sa budú v oblasti BSK v priemere len o málo zvyšovať. Súvisí to s tým, že pri vyššej teplote atmosféry bude v nej aj viac vodnej pary. Úhrny zrážok budú rásť v chladnom polroku a len málo sa meniť v lete na juhu. **Ročné úhrny zrážok sa budú zvyšovať na severe a klesať na juhu.** Určite sa **bude zväčšovať podiel konvektívnych intenzívnych zrážok v teplom polroku na úkor trvalých frontálnych**. Ročný úhrn zrážok vzrastie k horizontu 2025 o 6 %, k 2050 o 7 % a k 2075 o 10 %.

Zmeny snehových pomerov sa prejavia jednak v zmene počtu dní so snehovou pokrývkou a tiež zmenou celkovej výšky snehovej pokrývky. Nižšia snehová pokrývka a častejšie oteplenia nad bod mrazu budú znamenať taký stav, že sa **snehová pokrývka takmer úplne roztopí počas zimy niekoľkokrát až do výšky 1000 m n. m.** To významne ovplyvní vlahové pomery v jarnom období, pretože väčšina zásoby vody zo snehovej pokrývky sa dostane do odtoku už v priebehu zimy a nie na jar ako to bývalo v minulosti. Zmeny snehových pomerov na Podunajskej nížine a v Bratislave budú mať ešte dramatickejší priebeh ako na Záhorskej nížine (*kapitola 10.4*). V dôsledku predpokladaného zvýšenia úhrnov zrážok v zime, je potrebné počítať s občasným výdatným snežením, snehová pokrývka sa bude ale rýchle topiť. Zmena úhrnov denných výšok snehovej pokrývky (S) je citlivým ukazovateľom snehových pomerov, pretože sa S počíta sumovaním výšky snehovej pokrývky v jednotlivých dňoch za celý mesiac alebo sezónu. Pokles o 51 % a 47 % v chladnom polroku na nížinách pri oteplení o 1 °C (*kapitola 10.4*) je mimoriadne závažný a pozorujeme ho už v súčasnosti. Pri predpokladanom ďalšom oteplení už nebude pokles taký rýchly, no pri hodnote oteplenia o 3 °C bude predstavovať na nížinách a v podhorských oblastiach takmer úplné zmiznutie snehovej pokrývky, prípadne to, že sa stane epizodickou. **To značne ovplyvní zimnú a jarnú hydrologickú a energetickú bilanciu v povodí.** V nižších polohách BSK sa snehová pokrývka stane epizodickou zrejme už v priebehu niekoľkých rokov, aj v nižších polohách Malých Karpát síce môže vďaka vyšším úhrnom zrážok napadať veľa nového snehu, no bude sa počas oteplení rýchle topiť. Jedným z dôsledkov bude **rýchlejší nástup teplého a suchého počasia na jar v porovnaní s minulosťou.**

3.5 Predpokladaný scenár na záplavy, suchá, búrky, horúčavy, nárast priemernej teploty

3.5.1 Teplota vzduchu a vlny horúčav

Projektovaná teplota vzduchu vzrastie v celom svojom spektre, to znamená od nízkych zimných až po vysoké letné teploty. Takto vzrastú aj ukazovatele výskytu určitých vysokých denných maxím teploty vzduchu v teplom polroku a to konkrétne počet tropických dní. Projektovaný počet tropických dní pre budúce obdobie je uvedený v *kapitole 10.4*, v porovnaní s normálovým obdobím 1961–1990. Podľa nej sa zvýši k horizontu 2025 o 6, k 2050 o 13 a k 2075 o 25 dní. Predpokladá sa, že počet dní s maximálnou teplotou 35 °C a viac by v časovom horizonte 2050 mohol dosiahnuť v priemere až 3 ročne. Je tiež predpoklad na **častejší výskyt dlhých sérií tropických dní za sebou ako doteraz (vlny horúčav).** Poznamenávame, že obdobie 1991–2010 bolo na Slovensku teplejšie ako predpokladali klimatické scenáre.

3.5.2 Extrémy zrážok (prívalové zrážky)

Predpoklady vývoja režimu zrážok naznačujú zväčšovanie podielu konvektívnych zrážok na úkor frontálnych. Modelované zvýšenie množstva vodnej pary v atmosfére bude znamenať viac disponibilnej vodnej pary na konvekciu a na vznik prívalových zrážok pri vyššej teplote vzduchu. To značí, že pri nezvyšujúcich sa letných úhrnoch zrážok bude **vyšší podiel lejakov s väčšími prestávkami medzi nimi.** V zjednodušení platí približne pravidlo, že pri zvýšení teploty vzduchu o 1 °C sa počas búrok a prehánok zvyšujú úhrny zrážok o 10 %. Okrem toho sa očakáva zvýšenie zrážok v zime, ktoré môžu byť čoraz častejšie vo forme dažďa na úkor snehových, alebo zmiešaných zrážok.

3.5.3 Extrémy zrážok a sucho

Ako už bolo naznačené nepriamo v stati o predpokladanom režime zrážok do budúcnosti, vzrastú intervaly medzi vypadávanými zrážkami v letnom období. Tým sa v priemere zvýši podiel epizód sucha, ktoré sa budú naďalej presúvať do letného obdobia. Predpokladáme, **že sucho bude častejšie a bude aj dlhšie trvať**. Keďže počítame s tým, že do časového horizontu roku 2075 sa zvýši priemerná teplota vzduchu o 1,5 až 3,7 °C a do časového horizontu 2050 o 0,8 až 2,8 °C, je zrejmé, že sa **budú zvyšovať požiadavky na zavlaženie pôdy**. Vzrast sýtostného doplnku bude znamenať aj vzrast potenciálneho výparu, čo pri celkovo málo zmenených ročných sumách zrážok bude znamenať ďalšie zvyšovanie klimatického ukazovateľa zavlaženia. Aktuálna evapotranspirácia však nebude súbežne vzrastať, lebo hoci bude na výpar dosť energie ako aj atmosféra bude schopná prijímať vodnú paru, vrchná vrstva pôdy nebude obsahovať vodu naviac, ktorá by sa mohla do atmosféry vyparíť.

3.5.4 Záplavy

Na potenciálny vzrast záplav majú vplyv nasledujúce skutočnosti predpokladané klimatickými scenármi. V prvom rade je to oteplenie vo všetkých obdobiach roka, ktoré znamená možnosť rýchlejšieho topenia snehovej pokrývky a častejší výskyt tekutých zrážok v zime. To popri vzraste úhrnov zrážok v zimnom období znamená **väčšie riziko záplav** z topenia snehu, resp. kombinovaných povodní pri otepleniach v zime z výdatných dažďov a súčasného topenia snehu. Toto riziko je väčšie pri tokoch odtekajúcich z Malých Karpát ako pri veľkých tokoch – Dunaja a Moravy. V druhom rade ide o zvýšenie výskytu prívalových dažďov, čo znamená **častejšie prívalové povodne v teplom polroku roka.**

3.5.5 Búrky

V ďalšom období sa nepredpokladá významná zmena počtu dní s búrkou, no vzhľadom na predpokladaný vyšší obsah vodnej pary v ovzduší sa predpokladajú ich väčšie sprievodné prejavy, najmä **vyššie úhrny intenzívnych lejakov, no môže vzrásť aj ich intenzita**. Tieto projekcie však nesú známky značnej neistoty v stanovení kvantitatívnych ukazovateľov búrkových javov a sprievodných javov pri nich, ako sú lejaky, silný vietor, alebo krupobitie.

3.6 Predpokladané dopady/dôsledky vplyvov zmeny klímy na územie BSK

Projektovaný nárast teplôt bude mať dôsledky na živú i neživú prírodu. Rastlinstvo bude mať v priemere **teplejšie vegetačné obdobie**, jeho priemerne skorší nástup a tiež neskorší koniec. Územie bude vhodnejšie na **pestovanie teplomilnejších plodín**, no s rizikom **veľkej premenlivosti úrod a zraniteľnosti** na mráz na začiatku a konci vegetačného obdobia, teda na jar a jeseň. Teplejšie podmienky budú podporovať **migráciu nových rastlinných a živočíšnych druhov, ale aj chorôb a škodcov**, ktoré budú nepriamo ovplyvnené globalizáciou obchodu. Ďalšie vplyvy budú na **hygienu vodných nádrží a potravín**. Vlny horúčav budú mať dopad najmä na zdravotný stav zraniteľných skupín. Dôsledkom zvýšenia priemerných teplôt je aj zníženie energie na vykurovanie v zime, ale jej zvýšenie na prevádzku klimatizácií. Vysoké teploty môžu viesť k **poruchám koľajových tratí, poškodeniu asfaltových povrchov a pod**.

Zmeny v režime zrážok sa prejavia v spomínanom **výskyte povodní**, ale aj v **erózii pôdy** a tým k možnosti transportu pôdy do intravilánov obcí a miest, kde môže prísť k znečisteniu plôch, pivničných priestorov a k znefunkčneniu kanalizačných systémov a zanášaniu vodných nádrží.

Zmenený režim snehovej pokrývky znamená rýchlejší odtok zimných zrážok z topiacej sa snehovej pokrývky z územia a tým **vyššie riziko sucha v jarnom období**. K pozitívnym dôsledkom patria **nižšie náklady pri zimnej údržbe ciest**.

Pri zvýšenom výskyte a trvaní sucha sa bude zvyšovať **nedostatok vody** vo vrchnej vrstve pôdy, čiže ďalšie vysušovanie pôdy, zvýšená potreba závlahových vôd, nielen na poľnohospodárske plodiny, ale aj na mestskú zeleň. Podobne aj **veterná erózia povrchu pôdy**, ktorá je reálna pri celkove vyššej prirodzenej veternosti územia. Dôsledkom sucha môžu byť i vyššie maximá teploty vzduchu v druhej polovici leta, keď je krajina suchšia. Meteorologické a pôdne sucho budú mať dôsledky aj na suchu hydrologickom, t. j. na výdatnosti prameňov a tiež v prietokoch riek, najmä koncom leta a začiatkom jesene.

4 Legislatívno-strategický rámec týkajúci sa adaptácie na zmenu klímy

4.1 Medzinárodné strategické dokumenty a záväzky

Parížska dohoda

V roku 2015 sa zavŕšilo niekoľkoročné úsilie o vytvorenie medzinárodnej dohody, ktorá by mohla byť základom pre úspešné riešenie problematiky zmeny klímy na celosvetovej úrovni. Dohoda bola prijatá v rámci konferencie zmluvných strán *Rámcového dohovoru OSN* o *zmene klímy* v decembri 2015 v Paríži. „Parížska dohoda" (ďalej ako „Dohoda", www.goo.gl/xHZFlc) má ambiciózny plán obmedziť nárast globálnej teploty na menej ako 2 °C, pričom sa zároveň navrhol päťročný cyklus posudzovania dodržiavania záväzkov jednotlivých štátov v oblasti emisií skleníkových plynov. Nikto nepochybuje, že úloha miest a obcí pri plnení záväzkov vyplývajúcich z „Dohody" bude kľúčová, preto je im v rámci „Dohody" venovaná osobitná pozornosť. „Parížska dohoda" sa rovnako venuje nielen problematike znižovania emisií skleníkových plynov, ale aj dôležitosti adaptácie jednotlivých signatárskych krajín na už prejavujúce sa negatívne dôsledky zmenenej klímy.

Stratégia Európa 2020

Pre signatárov *Rámcového dohovoru OSN* o *zmene klímy* (dohovor podpísalo 185 krajín vrátane Slovenska) „Dohoda" znamená ukončenie závislosti na fosílnych palivách, zvýšenie energetickej efektívnosti (účinnosti) na úroveň 40 % a urýchlenie prechodu na obnoviteľné zdroje energie. Tieto ciele bude potrebné zapracovať do všetkých európskych politík a stratégií. Na európskej úrovni sa už začalo s vyhodnotením cieľov vyplývajúcich z „Parížskej dohody" a súčasných európskych politík, iniciatív a dokumentov (www.goo.gl/BIms2S). Osobitne bude potrebné prepracovať Stratégiu Európa 2020 (www.goo.gl/bcK6YS), ktorú poznáme aj pod názvom Stratégia 20-20-20. Stratégia 20-20-20 je stratégiou EÚ, ktorá by mala zabezpečiť hospodársky rast a zamestnanosť. EÚ si tu stanovila päť ambicióznych cieľov vrátane oblasti klímy a energetiky, ktoré by mali členské krajiny splniť do roku 2020. V Stratégii Európa 2020 sú, v oblasti mitigácie, stanovené záväzky do roku 2020 znížiť spotrebu primárnej energie, množstvo emisií zo skleníkových plynov o 20 % a zvýšiť využívanie obnoviteľných zdrojov energie na 20 % celkovej energetickej spotreby. S určitosťou sa môže povedať, že tieto, akokoľvek náročne vyzerajúce ciele (v súlade s tým čo bolo popísané vyššie), budú na splnenie tzv. Parížskej dohody nepostačujúce.

Územná agenda Európskej Únie 2020

Ďalší strategický rozvojový dokument, Územná agenda Európskej Únie 2020 (www.goo.gl/Cy15Ew), rovnako identifikovala zmenu klímy ako výzvu pre územný rozvoj a rovnako podčiarkla potrebu koordinovania európskych politík, osobitne týkajúcich sa klímy, energetiky, vodného hospodárstva, dopravy, poľnohospodárstva, výstavby a turizmu, čo sa do súčasnosti nenaplnilo dostatočne.

Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy

V roku 2013 po viacerých čiastkových dokumentoch, predstavila Európska komisia Stratégiu EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy (COM /2013/0216). Cieľom Stratégie EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy je podnietiť všetky zainteresované subjekty k urgentnej príprave na negatívne dosahy zmeny klímy. Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy (www.goo.gl/tWuVha) sa zaoberá, okrem iného, aj sídelným prostredím, technickou infraštruktúrou a požiadavkami na stavby v súvislosti so zmenou klímy. Uvedená Stratégia sa opiera o 3 hlavné piliere, a to:

- podpora aktivít na adaptáciu členských štátov EÚ. Všetky členské štáty sú vyzvané spracovať národné adaptačné stratégie. Ďalším krokom je podpora adaptačných stratégií na lokálnej úrovni a vytvorenie financovania z programu LIFE na posilnenie adaptácie v Európe,
- integrácia aspektov zmeny klímy na úrovni EÚ do strategických dokumentov pre všetky kľúčové sektory hospodárstva ako je poľnohospodárstvo, rybárstvo, odolnosť infraštruktúry a politika súdržnosti, ako aj činnosť poisťovní v prípade poistenia rizika s týmto spojeného,
- zvýšenie informovanosti v rozhodovacom procese o možných dopadoch zmeny klímy

(napr. procesy EIA, SEA) a podpora rozvoja vedy a poznatkov v prípade rozhodnutí o opatreniach na elimináciu zmeny klímy vytvorením európskej vedomostnej platformy Climate-ADAPT a prostredníctvom projektov z programu Horizon 2020, ako aj požiadavka začleniť adaptáciu do vzorovej iniciatívy Dohovoru primátorov a starostov (pozri aj text ďalej).

Iniciatíva Európskej komisie „Dohovor primátorov a starostov“ (Covenant of Mayors)

Dohovor primátorov a starostov združuje tie mestá a regióny, ktoré sa dobrovoľne zaviazali zvýšiť na svojom území energetickú účinnosť a využitie obnoviteľných zdrojov energie. Priamy záväzok všetkých signatárov je prekročiť ciele Európskej Únie znížiť emisie CO_2 o 20 % do roku 2020. Dosiahnutie tohto cieľa malo byť popísané v tzv. Akčnom pláne pre trvalo udržateľnú energiu, ktorý obsahuje východiskový inventár emisií. Akčný plán je kľúčový dokument, v ktorom signatár Dohovoru popisuje, ako plánuje dosiahnuť svoj cieľ zníženia emisií CO_2 do roku 2020. Definuje činnosti a opatrenia vytvorené za účelom dosiahnutia cieľov, vrátane lehôt a pridelenia zodpovednosti. Akčný plán pre trvalo udržateľnú energiu sa zaoberá všetkými oblasťami života v meste – od dopravy, osvetlenia, mestských a obytných budov, zásobovanie teplom a pod.

Iniciatíva Európskej komisie „Mayors Adapt“

„Mayors Adapt“ je iniciatíva Európskej komisie, Generálneho riaditeľstva pre oblasť klímy (Directorate-General for Climate Action). Iniciatíva vyplýva zo Stratégie Európskej Únie pre adaptáciu na zmenu klímy (pozri text vyššie), kde sa Európska komisia zaviazala podporovať adaptáciu v mestách, najmä prostredníctvom zavedenia dobrovoľného záväzku prijať miestne stratégie pre adaptáciu a prostredníctvom činností na zvyšovanie informovanosti.

Podpísaním prístupových dokumentov k iniciatíve sa mestá zaväzujú, buď:

- pripraviť Stratégiu adaptácie na zmenu klímy ako samostatný strategický dokument, alebo
- zahrnúť oblasť adaptácie na zmenu klímy už do existujúcich rozvojových plánov a dokumentov.

V obidvoch prípadoch sa predpokladá predloženie Stratégie adaptácie na zmenu klímy na miestnej úrovni do doby dvoch rokov od pristúpenia k iniciatíve „Mayors adapt“. Signatári budú zároveň posielať správu o dosiahnutí pokroku v 2 ročných intervaloch (www.mayors-adapt.eu).

Iniciatíva Európskej komisie „Dohovor primátorov a starostov o klíme a energetike“ (Covenant of Mayors for Climate and Energy)

Ako predzvesť rokovaní v rámci konferencie zmluvných strán *Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy* v Paríži, vyhlásila v októbri 2015 Európska komisia novú iniciatívu pre samosprávy. Jedná sa o spojenie 2 súčasných iniciatív, na jednej strane „Dohovoru primátorov a starostov“, ktorý zaväzoval signatárov z radov miest k dobrovoľným záväzkom pri znižovaní emisií CO_2 a na strane druhej iniciatívy „Mayors adapt“, ktorá zaväzuje jej signatárov ku prijímaniu konkrétnych krokov prispôsobovania sa (adaptácie) na negatívne dopady zmeny klímy na svojom území. Obe tieto iniciatívy sa prepojili do spoločnej iniciatívy pre mestá pod názvom „Dohovor primátorov a starostov o klíme a energetike“ (Covenant of Mayors for Climate and Energy).

Mestá a obce, ktoré pristúpia k tejto spojenej iniciatíve sa zaviažu do roku 2030 znížiť emisie CO_2 o minimálne 40 % v porovnaní s referenčným rokom, minimálne o 27 % zvýšiť energetickú efektívnosť a využívanie obnoviteľných zdrojov, ako aj spojiť problematiku adaptácie na negatívne dopady zmeny klímy s mitigáciou a jej cieľmi uvedenými vyššie.

Spojená iniciatíva Európskej komisie a iniciatívy OSN „Globálny dohovor primátorov a starostov o klíme a energetike“

V júni 2016 sa spojila iniciatíva Európskej komisie „Globálny dohovor primátorov a starostov o klíme a energetike“ s iniciatívou OSN a ďalších inštitúcií (napr. ICLEI, UN-Habitat) pod názvom „Compact Mayors“ do spoločnej celosvetovej iniciatívy miest a obcí v oblasti adaptácie a mitigácie na zmenu klímy. Nová prepojená iniciatíva bude zahŕňať viac ako 7 000 miest a obcí v 119 krajinách v spoločnom cieli dosiahnuť nielen väčšiu odolnosť na zmenu klímy, ale aktívne prispieť aj k jej zmierneniu a tak aj napĺňaniu cieľov „Parížskej dohody“.

Stratégia EÚ na podporu zelenej infraštruktúry

V uvedenom dokumente (www.goo.gl/414K0S) sa osobitne vyzdvihuje dôležitosť zelenej infraštruktúry v sídelnom prostredí. Zeleň sa chápe ako účinné opatrenie na zmiernenie dopadov zmeny klímy. Zdôrazňuje sa, že „prvky zelenej infraštruktúry vo veľkých mestách, akými sú zelené strechy, parky a aleje, poskytujú výhody pre zdravie obyvateľov, ako sú napríklad čisté ovzdušie a lepšia kvalita vody, prispievajú k ochrane ľudského zdravia, úsporám energie, uľahčujú hospodárenie s dažďovou vodou“. V časti o integrácii zelenej infraštruktúry do kľúčových oblastí politík („Integrating green infrastructure into the key policy areas“) sa uvádza, že je potrebné zabezpečiť, aby sa zelená infraštruktúra stala štandardnou súčasťou priestorového a územného plánovania

a bola zároveň plne integrovaná do všetkých politík národných štátov.

Usmernenia týkajúce sa najlepších postupov na obmedzenie, zmiernenie alebo kompenzovanie zástavby pôdy

V dokumente Európskej komisie pod týmto názvom (www.goo.gl/xpXYiU) sa uvádzajú príklady ako za pomoci nástrojov a metód územného plánovania je možné chrániť pôdu pred stále sa zvyšujúcou zástavbou. V sídelnom prostredí je tak možné aj napr. využívaním priepustných povrchov, zelene, či rozličnými postupmi zabezpečiť opatrenia podporujúce udržateľné hospodárenie s dažďovou vodou.

Environmentálne akčné programy EÚ

Environmentálny akčný program EÚ (ďalej ako 7. EAP) bol formálne prijatý 20. novembra 2013 spoločným rozhodnutím Európskeho parlamentu a Rady (rozhodnutie č. 1386/2013/EC). Tento dokument si stanovuje 9 cieľov, pričom sa oblasť zmeny klímy a potrebnej adaptácie premieta do cieľa 3: „Chrániť občanov Únie pred environmentálnymi vplyvmi a rizikami ohrozujúcimi ich zdravie a blahobyt". Uvádza sa tu, že zmena klímy bude ďalej zhoršovať problémy životného prostredia tým, že bude spôsobovať dlhotrvajúce obdobia sucha a vlny horúčav, záplavy, búrky, lesné požiare, eróziu pôdy a pobrežia, ako aj nové alebo virulentnejšie formy ochorení ľudí, zvierat alebo rastlín. Na zabezpečenie dostatočnej pripravenosti Únie čeliť vplyvom a zmenám vyplývajúcim zo zmeny klímy a posilniť jej environmentálnu, hospodársku a spoločenskú odolnosť by sa mali prijať cielené opatrenia.

Nástroj na podporu adaptácie v mestskom prostredí

Nástroj na podporu adaptácie v mestskom prostredí (the Urban Adaptation Support Tool) bol vytvorený ako praktický návod pre členov platformy "Dohovor primátorov a starostov o klíme a energetike" ako pomôcka pre plánovanie a realizáciu adaptačných opatrení.

Tento nástroj prináša viacero benefitov, medzi inými:

- jednoduchý prístup k odborným informáciám o adaptácii,
- komplexnú databázu literatúry a informačných zdrojov, relevantných ku každému kroku mestského adaptačného cyklu,
- databázu praktických príkladov,
- zoznam adaptačných možností po sektoroch a dopadoch, vrátane ich popisu.

Tento nástroj je produkt intenzívnej a priebežnej konzultácie zainteresovaných európskych miest (členov Dohovoru) a dopĺňa podporné kroky členských krajín EÚ na národnej úrovni. Má špeciálnu dôležitosť v krajinách, kde národná podpora chýba, resp. je nedostatočná.

4.2 Národné strategické dokumenty

Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy

Pod gesciou MŽP SR sa v roku 2013 vypracoval dokument Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy (www.goo.gl/dA2gc3), do spracovania ktorej boli zapojené všetky relevantné ministerstvá, SHMÚ ako aj ďalší experti.

Uvedená Stratégia bola schválená 26.3.2014 uznesením vlády SR č. 148/2014. V tomto uznesení sa odporúča podieľať sa na plnení cieľov stratégie a ich premietnutí do regionálnych a lokálnych stratégií. Národná adaptačná stratégia navrhuje súbor adaptačných opatrení v oblastiach: prírodné prostredie, biodiverzita, sídelné prostredie, zdravie obyvateľstva, poľnohospodárstvo, lesníctvo, energetika, vodné hospodárstvo a doprava.

V samotnej stratégii sa jedna z kapitol venuje sídelnému prostrediu, kde sa uvádza, že účinným nástrojom pre systémový prístup k adaptácii ako aj na súčasné i budúce dopady zmeny klímy je *adaptačná stratégia* daného sídla. Na základe analýz a vyhodnotenia zraniteľnosti a potenciálnych rizík všetkých kľúčových oblastí je následne možné cielene navrhnúť adaptačné opatrenia, ktoré môžu byť realizované na zníženie zraniteľnosti, resp. zvýšenie reziliencie (odolnosti) sídla/mesta.

Stratégia definuje pre úspešné plánovanie a rozhodovací proces v oblasti adaptácie na dopady zmeny klímy na všetkých úrovniach plánovania prioritné opatrenia ako nástroje pre rozhodovací proces v adaptácii, a to:

- vypracovanie metodiky hodnotenia rizík – až po lokálnu a projektovú úroveň;
- posilnenie inštitucionálneho rámca pre adaptačné procesy v SR, vytvorenie koordinačného mechanizmu;
- prístup k najnovším informáciám na všetkých stupňoch riadenia a pre širokú verejnosť;
- rozvoj a aplikácie metodík pre ekonomické hodnotenie adaptačných opatrení (makroekonomické dopady) so zohľadnením ich vzájomnej synergie, koherencie adaptačných a mitigačných opatrení;
- vypracovanie metodiky na posúdenie medzisektorových aspektov ako nástroja na výber investičných priorít (s cieľom „znásobiť“ prínosy investícií).

Stratégia v oblasti *Sídelné prostredie* podčiarkuje silnú väzbu najmä na Stavebný zákon č. 50/1976 Zb. a Zákon o podpore regionálneho rozvoja č. 539/2008 Z. z. v znení Zák. č. 309/2014 Z. z., pretože podmienky a regulatívy vyplývajúce z odvetvovo zameraných (sektorových) právnych predpisov sú premietané do činností územného plánovania a územných plánov, ako aj do procesov plánovania socioekonomického rozvoja (programy hospodárskeho a sociálneho rozvoja) na všetkých úrovniach plánovania (národná, regionálna, miesta), ale aj do sektorových plánov, ako napr. programy starostlivosti o lesy, programy odpadového hospodárstva, projekty pozemkových úprav, energetické koncepcie a pod.

Z uznesenia vlády SR č. 148/2014 vyplýva úloha B.1. predložiť na rokovanie vlády informáciu o dosiahnutom pokroku pri realizácii adaptačných opatrení v SR.

Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľov Slovenskej republiky IV (NEHAP)

V systéme verejného zdravotníctva je nosným dokumentom pre činnosti v oblasti environmentálneho zdravia Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľov Slovenskej republiky IV (NEHAP). Jednou z nosných oblastí, ktorej sa akčný plán venuje je aj zmena klímy vo vzťahu k zdraviu obyvateľstva SR. Úrad verejného zdravotníctva SR (ÚVZ SR) taktiež pravidelne informuje o adaptačných opatreniach voči horúčavám, povodniam a mrazom.

Štandardy minimálnej vybavenosti obcí (aktualizácia, 2010)

V oblasti územného plánovania bola problematika zmeny klímy čiastočne zapracovaná do metodickej príručky pre obstarávateľov a spracovateľov územnoplánovacej dokumentácie „Štandardy minimálnej vybavenosti obcí“ (aktualizácia, 2010, www.goo.gl/N8IKCB). V kapitole „Zeleň“ boli vzaté do úvahy výzvy v oblasti zmeny klímy a ochrany biodiverzity, napríklad je tu navrhnutý index nepriepustnosti, percento pokryvnosti drevinami a pod.

Zásady a pravidlá územného plánovania

Problematika zmeny klímy a adaptácie bola ešte detailnejšie rozpracovaná v Návrhu zásad a pravidiel územného plánovania (2013, www.goo.gl/Zz5iKM). V tomto dokumente MDVaRR bola samostatne rozpracovaná kapitola venujúca sa zmene klímy a jej negatívnym vplyvom v jednotlivých kľúčových oblastiach sídelného prostredia, ale aj problematika adaptácie na zmenu klímy bola osobitne pojednaná v rámci kapitoly „Zeleň“.

4.3 Národná legislatíva

V kapitole uvádzame vybrané zákony SR vytvárajúce podporné prostredie pre realizáciu adaptačných opatrení na vplyvy zmeny klímy v prostredí Slovenska, umožňujúce plánovať, pripravovať a realizovať adaptačné opatrenia na zmenu klímy aj v konkrétnych územiach miest a obcí Slovenska. Týkajú sa:

- povinností a zodpovedností samospráv miest a obcí v starostlivosti o územie a obyvateľov mesta/obce (zákon o obecnom zriadení),
- rozvoja území obcí a miest (stavebný zákon, zákon o podpore regionálneho rozvoja),
- ochrany zdravia a bezpečnosti obyvateľov,
- ochrany prírody, tvorby a využívania krajiny (zákon o ochrane prírody a krajiny, vodný zákon, zákon o ochrane pred povodňami, lesný zákon, zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, energetický zákon).

Ďalšie zákony SR v životnom prostredí napr. Zákon č. 137/2010 Z. z. o ovzduší, alebo Zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch majú bližšiu súvislosť s mitigačnými opatreniami, ktoré predchádzajú zhoršovaniu sa stavu klímy.

Ústava Slovenskej republiky

Základnou legislatívnou normou „zákon zákonov" je Ústava Slovenskej republiky č. 460/1992 Zb. (ďalej len Ústava), ktorá definuje územie Slovenskej republiky ako jednotné a nedeliteľné (Čl.3 ods.1).
Slovenská Ústava určuje, okrem iného, právo na ochranu zdravia i majetku osôb, na ochranu životného prostredia a kultúrneho dedičstva, právo na život v mieri a na bezpečnosť aj v núdzových situáciách a prírodných pohromách, určuje povinnosť štátu dbať o šetrné využívanie prírodných zdrojov a o ekologickú rovnováhu v krajine.

Ďalej určuje, že hospodárstvo Slovenskej republiky sa zakladá na princípoch sociálne a ekologicky orientovanej trhovej ekonomiky.

Ústava vymedzuje práva a povinnosti štátu, zložkám štátnej správy i územnej samospráve – miestnej i regionálnej, s cieľom všestranného rozvoja územia a blaha obyvateľstva.

Uvedené práva i povinnosti sú definované vo viacerých rozvojových oblastiach ako hospodársky rozvoj, životné prostredie a prírodné zdroje, nerastné bohatstvo, sociálna starostlivosť, vzdelanie, kultúra a kultúrne dedičstvo bezpečnosť a ďalšie. Ústava stanovuje práva a povinnosti, ktoré sú ďalej upravované zákonmi Slovenskej republiky (SR).

Zákon SNR č. 360/1990 o obecnom zriadení

Základnou právnou normou samosprávy na miestnej úrovni je Zákon Slovenskej Národnej rady č. 360/1990 Zb. o obecnom zriadení, ktorý má celkom 32 ustanovení a jeho predmetom je určenie postavenia a úloh samosprávy, popisuje práva a povinnosti samosprávy, jej orgánov, organizácií, zložiek. Deväť z nich podporuje, resp. vytvára umožňujúce prostredie pre prípravu a realizáciu adaptačných procesov a adaptačných opatrení, resp. umožňuje ich zakomponovanie do dostupných nástrojov samosprávy v oblasti plánovania, spravovania a rozhodovania.

Zákon o obecnom zriadení **neobsahuje žiadne ustanovenia, ktoré by prekážali vytváraniu podporného prostredia pre realizáciu adaptačných opatrení** na zmenu klímy samosprávou na miestnej úrovni.

Základné ustanovenia vymedzujú rámec pôsobností miest a obcí, rámec pre ich činnosti, povinnosti a zodpovednosti a jasne definuje základnú úlohu obce a to starostlivosť o všestranný rozvoj jej územia a o potreby jej obyvateľov. Vplyvy klimatických zmien sú ohrozeniami rozvoja obce/mesta a priamo ovplyvňujú potreby obyvateľov.

Pre adaptačné procesy a opatrenia je významným ustanovením zákona o obecnom zriadení celý § 3, ktorý určuje práva a povinnosti obce a obyvateľov obce pri zúčastňovaní sa na samospráve obce, a to už aj v procese komunikácie a rozhodovania prostredníctvom orgánov obce, ale aj priamo hlasovaním, či verejným zhromažďovaním, ktorých predmetom a súčasťou môžu byť aj otázky zmeny klímy a jej vplyvov na zdravie, či majetok obyvateľov.

Zmena klímy, resp. jej vplyvy, môže byť príčinou živelnej pohromy, môže spôsobiť rôzne havárie a mimoriadne udalosti a toto ustanovenie priamo definuje práva a povinností obyvateľa i samosprávy v takejto situácii. Napr. obyvateľ:

- má právo požadovať súčinnosť pri ochrane svojej osoby a rodiny a svojho majetku nachádzajúceho sa v obci, požadovať pomoc v čase náhlej núdze,
- má povinnosť poskytovať podľa svojich schopností a možností osobnú pomoc pri likvidácii a na odstraňovaní následkov živelnej pohromy alebo havárie v obci.

Obec je podľa § 3 ods.4 (obyvatelia obce) povinná poskytnúť obyvateľovi obce nevyhnutnú okamžitú pomoc v jeho náhlej núdzi spôsobenej živelnou pohromou, haváriou alebo inou podobnou udalosťou, najmä zabezpečiť mu prístrešie, stravu alebo inú materiálnu pomoc.

§ 4 jasne vymedzuje samostatnosť samosprávy v spravovaní obce a v rozhodovaní o všetkých záležitostiach určených samospráve zákonom. Ods. 3 vymedzuje hlavné činnosti, ktoré samospráva vykonáva, medzi nimi sú činnosti:

- hospodárske, finančné a rozpočtové (hospodárenie s majetkom obce, tvorba rozpočtu, miestne dane a poplatky, dotácie a granty, mimorozpočtové zdroje - § 7 Financovanie obce...),
- investičné, realizačné a výkonné (verejnoprospešné služby, výstavba, údržba komunikácií...),
- plánovacie (tvorba územných plánov, stratégií, koncepcií...),
- kontrolné a regulačné (tvorba kontrolných mechanizmov, vyjadrovanie sa k investičným a podnikateľským zámerom v obci, ochrana ŽP, ochrana pamiatok, zabezpečuje verejný poriadok...),
- komunikačné (verejné zhromaždenia, miestne referendá).

Reakcia na dopady zmeny klímy sa pri adaptačných procesoch a pri realizácii adaptačných opatrení stáva súčasťou takmer každej z uvedených činností.

Súčasťou spravovania rozvoja obce/mesta a skvalitňovania života obyvateľov je aj zmierňovanie až eliminácia ohrození, akými sú aj vplyvy zmeny klímy na územie a na obyvateľov obce a mesta. **Samosprávne orgány majú široko a jasne definovaný priestor pre samosprávny výkon a rozhodovanie a majú v zmysle zákona viacero možností, vrátane nástrojov partnerstva a spolupráce ako systémovo implementovať „tému“ zmeny klímy a zmierňovanie jej dopadov do činností a štruktúry samosprávy.**

Zákon č. 50/1976 Zb. (Stavebný zákon)

Prvá časť Staveného zákona č. 50/1976 Zb. v znení jeho viacerých zmien je o územnom plánovaní, ktoré predstavuje sústavnú činnosť, ktorá komplexne rieši priestorové usporiadanie a funkčné využívanie územia, určuje jeho zásady, navrhuje vecnú a časovú koordináciu činností ovplyvňujúcich životné prostredie, ekologickú stabilitu, kultúrno-historické hodnoty územia, územný rozvoj a tvorbu krajiny v zhode s princípmi trvalo udržateľného rozvoja.

Územné plánovanie vytvára predpoklady pre trvalý súlad všetkých činností v území s osobitným zreteľom na starostlivosť o životné prostredie, dosiahnutie ekologickej rovnováhy a zabezpečenie trvalo udržateľného rozvoja, na šetrné využívanie prírodných zdrojov a na zachovanie prírodných, civilizačných a kultúrnych hodnôt.

Základným nástrojom územného rozvoja Slovenskej republiky je územnoplánovacia dokumentácia (ÚPD), ktorú tvoria:

1. Koncepcia územného rozvoja Slovenska – schvaľuje Vláda SR Nariadením vlády,
2. Územný plán regiónu (VÚC) – schvaľuje VÚC vydaním VZN o záväznej časti ÚP,
3. Územný plán obce/obcí – schvaľuje obec vydaním VZN o záväznej časti ÚP.

Mestá a obce s viac ako 2 000 obyvateľmi sú podľa zákona povinné mať územný plán obce. Územnoplánovacou dokumentáciou na úrovni obce je tiež Územný plán zóny.

Odvetvové/sektorové koncepcie ústredných orgánov štátnej správy a koncepcie rozvoja regiónov, obcí a iné programy týkajúce sa hospodárskeho, sociálneho alebo kultúrneho rozvoja v príslušnom území, musia byť podľa zákona o územnom plánovaní v súlade so záväznými časťami územnoplánovacej dokumentácie na príslušných úrovniach územného plánovania.

Orgánmi územného plánovania (zodpovedné inštitúcie za územný rozvoj a územné plánovanie) sú:

- štát prostredníctvom ministerstva, najmä MDVaRR SR (ústredný orgán územného plánovania),
- vyšší územný celok (samosprávny kraj, regionálna samospráva),
- obec/mesto, skupina susediacich obcí.

Stavebný zákon ustanovuje v územných plánoch obcí a územných plánoch zón zásady a regulatívy funkčného využitia územia, prostredníctvom ktorých je možné realizovať ochranu pred nepriaznivými dôsledkami zmeny klímy (napr. ochranu pre povodňami, zosuvmi, zeleň v sídlach). Navrhované relevantné adaptačné opatrenia pre dané územie je potrebné primerane premietnuť zodpovedajúcemu stupňu územného plánu.

Jednou z významných oblastí, ktorá si v budúcnosti bude vyžadovať zmeny v legislatíve (podľa odporúčaní schválenej Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy) je práve územné plánovanie a bude potrebné **relevantne premietnuť problematiku zmeny klímy priamo do základných nástrojov územného plánovania na národnej, regionálnej a miestnej úrovni**. Už pri tvorbe Koncepcie územného rozvoja SR okrem východiskového podkladu, ktorým by mala byť tiež Národná stratégia regionálneho rozvoja SR, by medzi východiskové podklady mala patriť aj

adaptačná stratégia SR (bližšie *kapitola 4.2 Národné strategické dokumenty*).

Odvetvové/sektorové koncepcie ústredných orgánov štátnej správy a koncepcie rozvoja regiónov, obcí a iné programy týkajúce sa hospodárskeho, sociálneho alebo kultúrneho rozvoja v príslušnom území, musia byť podľa zákona o územnom plánovaní v súlade so záväznými časťami územnoplánovacej dokumentácie na príslušných úrovniach územného plánovania.

Zákon o podpore regionálneho rozvoja č. 539/2008 Z. z. v znení Zák. č. 309/2014 Z. z.

Socioekonomické plánovanie rozvoja území miest a obcí, ktoré má byť zamerané aj na riešenia negatívnych vplyvov zmeny klímy na územie a obyvateľov daného mesta/obce vychádza zo Zákona o podpore regionálneho rozvoja č. 539/2008 Z. z. v znení Zák. č. 309/2014 Z. z. Zákon ustanovuje ciele a podmienky podpory regionálneho rozvoja, upravuje pôsobnosť orgánov štátnej správy, vyšších územných celkov, obcí a ďalších subjektov územnej spolupráce, stanovuje podmienky na koordináciu a realizáciu regionálneho rozvoja.

Hlavným cieľom podpory regionálneho rozvoja je:

a) odstraňovať alebo zmierňovať nežiaduce rozdiely v úrovni hospodárskeho rozvoja, sociálneho rozvoja a územného rozvoja regiónov a zabezpečiť trvalo udržateľný rozvoj regiónov,
b) zvyšovať ekonomickú výkonnosť, konkurencieschopnosť regiónov a rozvoj inovácií v regiónoch pri zabezpečení trvalo udržateľného rozvoja,
c) zvyšovať zamestnanosť a životnú úroveň obyvateľov v regiónoch pri zabezpečení trvalo udržateľného rozvoja.

Zabezpečenie trvalo udržateľného rozvoja veľmi úzko súvisí s vplyvmi zmeny klímy na územia i obyvateľov miest a obcí a so schopnosťou adaptovať sa na tieto zmeny.

Plánovanie rozvoja regiónov, miest a obcí sa ako povinnosť v súlade s týmto zákonom vykonáva na

- národnej úrovni (územie celej krajiny – RŠÚJ 1/NUTS 1),
- regionálnej úrovni (územie kraja/ vyššieho územného celku – VUC – RŠÚJ 3/NUTS 3),
- miestnej úrovni (územie obce/mesta, alebo na území skupiny obcí – LŠÚJ 2/LAU 2).

Plánovanie rozvoja sa nevykonáva na úrovni oblastí (RŠÚJ 2/NUTS 2) a okresov (LŠÚJ 1/LAU 1).

Zákon č. 539/2008 Z. z. v znení Zák. č. 309/2014 Z. z. o podpore regionálneho rozvoja ukladá povinnosť vypracovávať a schvaľovať hlavné rozvojové dokumenty, ku ktorým jedným z podkladov majú byť adaptačné stratégie na príslušnej úrovni:

a) Národná stratégia regionálneho rozvoja Slovenskej republiky na úrovni RŠÚJ 1 – územie celej krajiny – *schvaľuje Vláda SR Nariadením vlády,*
b) Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja vyššieho územného celku na úrovni RŠÚJ 3 (ďalej len PHSR) – *schvaľuje zastupiteľstvo regionálnej samosprávy uznesením (úroveň VÚC),*
c) Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja obce/mesta na úrovni LŠÚJ 2 (ďalej len PHSR) – *schvaľuje zastupiteľstvo mestskej/obecnej samosprávy uznesením,*
d) Spoločný program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja obcí (susediacich obcí) na úrovni LŠÚJ 2 – *schvaľujú zastupiteľstvá obecných samospráv uznesením.*

Pre vypracovanie PHSR obce/mesta/VÚC je Ministerstvom dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR (MDVaRR SR) spracovaná Metodika (február 2015, verzia 2.0), ktorá nie je právne záväzná a má pre plánovačov (zadávateľov a spracovateľov) odporúčací charakter. Metodika špecificky nenavrhuje konkrétne spracovanie analýzy vonkajších/globálnych ohrození, akými sú vplyvy zmeny klímy, ale zadávateľ (mesto/obec) a spracovateľ rozvojového dokumentu (PHSR regiónu, obce), majú príležitosť uviesť či, ako a v akom rozsahu analýzu ohrozenia zmenou klímy do dokumentu zakomponujú.

Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Predmetom zákona je organizovanie výkonu verejného zdravotníctva, ale aj prevencia zdravia a okrem iných stanovuje požiadavky na zdravé životné podmienky a zdravé pracovné podmienky. Orgánmi verejného zdravotníctva sú ministerstvá SR (zdravotníctva, obrany, vnútra, dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja), úrady verejného zdravotníctva a Slovenská informačná služba, ktoré spolupracujú s obcami a mestami pri ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia. Zákon upravuje postup orgánov verejného zdravotníctva pri mimoriadnych udalostiach ako sú napr. povodne, hromadný výskyt prenosných ochorení.

Obce sú v zmysle zákona povinné plniť opatrenia na predchádzanie ochoreniam nariadené úradom verejného zdravotníctva alebo regionálnym úradom verejného zdravotníctva, a to tiež v oblasti ohrozenia verejného zdravia, ktoré môže nastať v dôsledku mimoriadnych situácií a udalostí akými sú povodne, horúčavy vzniknuté následkom zmeny klímy a ohrozujúce zdravie postihnutého obyvateľstva.

Úrady verejného zdravotníctva pri ohrození verejného zdravia (okrem iných):

- podieľajú sa na hodnotení ohrozenia verejného zdravia z hľadiska ochrany zdravia,
- využívajú a zabezpečujú systém rýchlej výstrahy a hlásia udalosti a prípady vyznačujúce sa potenciálom stať sa hrozbou pre zdravie verejnosti,
- vykonávajú vyšetrenia a identifikáciu biologických, chemických a radiačných faktorov, ktoré vplyvom mimoriadnej udalosti môžu ohrozovať verejné zdravie, a ďalšie.

Pri ohrození verejného zdravia II. stupňa úrady verejného zdravotníctva podávajú orgánom príslušným na úseku civilnej ochrany obyvateľstva návrh na vyhlásenie mimoriadnej situácie a tiež návrhy na evakuáciu, ukrytie obyvateľstva, dočasné, či trvalé presídlenie, monitorovanie, režimové opatrenia, likvidáciu úniku nebezpečných látok a zamedzenie ich nekontrolovaného šírenia, vykonanie opatrení na zabezpečenie záchranných prác a viaceré ďalšie.

Zákon tiež určuje povinnosti fyzickým a právnickým osobám, ktoré sú povinné plniť opatrenia pri ohrozeniach verejného zdravia nariadené príslušným orgánom verejného zdravotníctva.

Zákon č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva upravuje podmienky na účinnú ochranu života, zdravia a majetku pred následkami mimoriadnych udalostí, ako aj ustanovuje úlohy a pôsobnosť orgánov štátnej správy, obcí a práva a povinnosti fyzických osôb a právnických osôb pri zabezpečovaní civilnej ochrany obyvateľstva. Jedným z nástrojov je *Analýza územia z hľadiska rizík*, ako aj z nich vyplývajúci možný vznik mimoriadnej udalosti, ktorá je základným dokumentom vypracovávaným na regionálnej i národnej úrovni.

Zákon č. 261/2002 Z. z. o prevencii priemyselných havárií ustanovuje postupy pri prevencii závažných priemyselných havárií, na pripravenosť na ich zdolávanie a obmedzovanie následkov na život a zdravie ľudí, životné prostredie a majetok. Systém hodnotenia rizika závažných priemyselných havárií zahŕňa:

- identifikáciu nebezpečenstiev (zdrojov rizika),
- kvantifikáciu pravdepodobnosti vzniku závažných priemyselných havárií,
- analýzu príčin a následkov (hodnotenie rozsahu a závažnosť) závažnej priemyselnej havárie vrátane analýzy vonkajších udalostí (napr. vplyv nepriaznivých meteorologických a geologických podmienok).

Podobne **Zákon č. 45/2011 Z. z. o kritickej infraštruktúre** upravuje podmienky pre analýzu rizík pre kritickú infraštruktúru, ktorá obsahuje posúdenie hrozby jej narušenia alebo zničenia, ako aj predpokladané dôsledky narušenia alebo zničenia.

Zákon č. 387/2002 Z. z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu v znení neskorších predpisov určuje vedenie prehľadov zdrojov, ktoré môžu spôsobiť krízovú situáciu, analyzovanie týchto rizík a prijímanie opatrení na odstránenie ich príčin. Ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy zriaďujú krízový štáb, ktorý ako výkonný orgán krízového riadenia analyzuje riziká krízovej situácie, navrhuje opatrenia na jej riešenie a koordinuje činnosť zložiek vo svojej pôsobnosti. Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky koordinuje činnosť orgánov krízového riadenia – ministerstvá, ostatné ústredné orgány štátnej správy, Národná banka Slovenska, obvodný úrad i obec.

Zákon č. 129/2002 Z. z. upravuje činnosti organizácií integrovaného záchranného systému, pôsobnosti a úlohy orgánov štátnej správy a záchranných zložiek v rámci integrovaného záchranného systému, práva a povinnosti obcí a iných právnických a fyzických osôb pri koordinácii činností súvisiacich s poskytovaním pomoci, ak je bezprostredne ohrozený život, zdravie, majetok alebo životné prostredie.

Zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike
Predmetom zákona o energetike je úprava podmienok pre podnikanie. Medzi podnikanie v energetike podľa zákona patrí výroba, prenos, distribúcia a dodávka elektriny, výroba, preprava, distribúcia, prevádzkovanie potrubí na prepravu pohonných látok alebo ropy, uskladňovanie a dodávka plynu. Ďalej zákon upravuje práva a povinnosti účastníkov trhu v energetike, ako aj, v súvislosti s adaptáciou na vplyvy zmeny klímy, opatrenia zamerané na zabezpečenie bezpečnosti dodávky elektriny a plynu napr. pri mimoriadnych udalostiach ako sú povodne, resp. havarijné situácie na kritickej infraštruktúre spôsobené dôsledkami zmeny klímy.

V tejto súvislosti zákon definuje stav núdze v elektro-energetike ako náhly nedostatok alebo hroziaci nedostatok energie, zmena frekvencie v sústave nad alebo pod úroveň určenú pre technické prostriedky zabezpečujúce automatické odpájanie zariadení od sústavy v súlade s technickými podmienkami prevádzkovateľa prenosovej sústavy, alebo prerušenie paralelnej prevádzky prenosových sústav, ktoré môže spôsobiť významné zníženie alebo prerušenie dodávok elektriny alebo vyradenie energetických zariadení z činnosti alebo ohrozenie života a zdravia ľudí na vymedzenom území alebo na časti vymedzeného územia.

Stav núdze v elektro-energetike môže vzniknúť v dôsledku nedostatku zdrojov energie, ohrozenia bezpečnosti a spoľahlivosti prevádzky sústavy, havárií na zariadeniach pre výrobu, prenos a distribúciu elektriny, ale tiež v dôsledku mimoriadnych udalostí a krízovej situácie, či aj v dôsledku teroristického útoku. Riešenie stavu núdze podľa tohto zákona v dôsledku mimoriadnych udalostí (povodeň, požiar, iný havarijný stav vplyvom zmeny klímy) má priamu súvislosť s predmetom Zákon č. 45/2011 Z. z. o kritickej infraštruktúre, ktorý upravuje povinnosti a analyzuje riziká pre kritickú infraštruktúru, s posúdením hrozieb jej narušenia alebo zničenia.

Ak bol vyhlásený stav núdze, účastníci trhu s elektrinou sú povinní podieľať sa na odstránení príčin a dôsledkov a na obnove dodávok elektriny. Každý účastník trhu s elektrinou je povinný podrobiť sa opatreniam zameraným na predchádzanie stavu núdze, čo vlastne predstavuje plánovať a realizovať adaptačné opatrenia na vplyvy zmeny klímy.

Zákon o vodách č. 364/2004 Z. z.

Zákon o vodách č. 364/2004 a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) vytvára podmienky na:

a) všestrannú ochranu vôd vrátane vodných ekosystémov a od vôd priamo závislých ekosystémov v krajine,
b) zachovanie alebo zlepšovanie stavu vôd,
c) účelné, hospodárne a trvalo udržateľné využívanie vôd,
d) manažment povodí a zlepšenie kvality životného prostredia a jeho zložiek,
e) znižovanie nepriaznivých účinkov povodní a sucha,
f) zabezpečenie funkcií vodných tokov,
g) bezpečnosť vodných stavieb,

a upravuje práva a povinnosti fyzických osôb a právnických osôb k vodám a nehnuteľnostiam, ktoré s nimi súvisia pri ich ochrane, účelnom a hospodárnom využívaní, oprávnenia a povinnosti orgánov štátnej vodnej správy vrátane obcí a miest a zodpovednosť za porušenie povinností podľa tohto zákona.

Tento tzv. vodný zákon definuje podmienky a činnosti, ktoré úzko súvisia s potenciálnymi vplyvmi zmeny klímy a s ich možnými riešeniami:

- podmienky pre tvorbu koncepcií udržateľného využívania vôd (povrchových, podzemných) a ich ochrany, na prípravu a spracovanie plánov manažmentu správneho územia povodí,
- environmentálne ciele a programy opatrení (plán manažment povodí) na zabezpečenie ochrany vôd a jej trvalo udržateľného využívania pre útvary povrchových a podzemných vôd, pre rôzne kategórie územia s rôznym stupňom ochrany,
- vodné plánovanie, okrem iného aj v oblasti zabezpečenia koncepcie a koordinácie opatrení na znižovanie nepriaznivých účinkov povodní a sucha,
- činnosti a opatrenia pri mimoriadnom zhoršení, alebo mimoriadnom ohrození kvality vôd, ktoré môže byť spôsobené neovládateľným únikom škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok, ktorým môžu byť napr. aj prívalové dažde, splavy a povodne.

V samostatných častiach vodný zákon charakterizuje inundačné územie ako územie priľahlé k vodnému toku, zaplavované vyliatím vody z koryta, ktoré je vymedzené ochrannou hrádzou alebo protipovodňovou líniou, alebo záplavovou čiarou. Rozsah inundačného územia, ktoré je vymedzené záplavovou čiarou, určuje orgán štátnej vodnej správy na návrh správcu vodohospodársky významných vodných tokov.

Zákon tiež, okrem uloženia všeobecných povinností fyzickým a právnickým osobám, orgánom štátnej správy, správcom povodí a ďalším pri využívaní a ochrane vôd, určuje podmienky ochrany vodných tokov a ich korýt ako prevenciu a zmierňovanie povodní s ustanovením povinností vlastníkom stavieb a technických zariadení vo vodnom toku, alebo v inundačnom území. Takými sú: dbať o ich riadnu údržbu a o ich statickú bezpečnosť, aby neohrozovali plynulý odtok vôd; zabezpečiť ich pred škodlivými účinkami vôd, splaveninami a ľadom; a tiež odstraňovať nánosy a prekážky vo vodnom toku brániace jeho nehatenému odtoku.

Vlastníkom, správcom alebo nájomcom poľnohospodárskych lesných pozemkov ukladá povinnosť ich obhospodarovať takým spôsobom, ktorý nielen zachová vhodné podmienky na výskyt vôd, ale aj napomáha zlepšovaniu vodných pomerov; zabraňovať škodlivým zmenám odtokových pomerov, splavovaniu pôdy a dbať o udržiavanie pôdnej vody a o zlepšenie retenčnej schopnosti územia. Všetky uvedené povinnosti sú/môžu byť adaptačnými opatreniami na negatívne vplyvy zmeny klímy.

Zákon č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami

Špeciálnym právnym predpisom zameraným na ochranu ľudí, území, infraštruktúry, majetku nadväzujúcim na vodný zákon, je zákon o ochrane pred povodňami. Zákon č. 7/2010 Z. z. definuje povodeň ako prírodný jav, pri ktorom voda dočasne zaplaví územie, ktoré zvyčajne nie je zaliate vodou. Ochranou pred povodňami sú podľa zákona činnosti, ktoré sú zamerané na zníženie povodňového rizika na povodňami ohrozovanom území, na predchádzanie záplavám spôsobovanými povodňami a na zmierňovanie nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, životné

prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť.

Zákon ustanovuje opatrenia na ochranu pred povodňami, ktoré sa vykonávajú preventívne, v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni a zároveň určuje povinnosti a zodpovednosti orgánom štátnej správy a orgánom ochrany pred povodňami, VÚC a obciam, ako aj právnickým a fyzickým osobám pri ochrane pred povodňami.

V súčasnosti už sú na internete dostupné spracované *mapy povodňového ohrozenia*, ktoré sa podľa tohto zákona spracovávajú pre každú geografickú oblasť, v ktorej existuje potenciálne významné povodňové riziko. Mapa povodňového ohrozenia zobrazuje možnosti zaplavenia územia s malou (raz za 1 000 rokov), strednou (raz za 100 rokov) a veľkou (raz za 10 rokov) pravdepodobnosťou výskytu s orientačným označením záplavových čiar. Vyznačenie záplavových čiar zobrazených na mapách povodňového ohrozenia zabezpečuje obec do územného plánu obce alebo územného plánu zóny pri najbližšom preskúmavaní schváleného územného plánu podľa osobitného predpisu. Ak obec nemá spracovaný územný plán obce, využíva mapy povodňového ohrozenia v činnosti stavebného úradu.

Na mapy povodňové ohrozenia majú byť vypracované *mapy povodňového rizika*, ktoré obsahujú údaje o potenciálne nepriaznivých dôsledkoch záplav spôsobených povodňami, ktoré sú zobrazené na mapách povodňového ohrozenia. Obsahujú najmä odhady počtu ohrozených obyvateľov povodňou, ohrozené hospodárske a priemyselné činnosti, ktoré môžu spôsobiť havarijné znečistenie vôd, informácie o ďalších možných zdrojoch znečistenia vôd, výskyt chránených území v ohrozenom území povodňami a ďalšie.

V nadväznosti na zákon o vodách tento zákon spresňuje inundačné územia so zákazmi umiestňovania stavieb, prevádzok, či vykonávaním konkrétnych činností.

Zákon je svojim obsahom postupom ochrany pred povodňami od spracovania *Plánu manažmentu povodňového rizika* a jeho koordinácie cez spracovanie *Povodňových plánov záchranných a zabezpečovacích prác*, ktoré sa vypracovávajú na úrovni okresov a obcí. Súčasťou povodňového plánu záchranných prác obce sú povodňové plány záchranných prác právnických osôb a fyzických osôb, ktorých stavby, objekty alebo zariadenia na území obce môžu byť postihnuté povodňou a sú vypracúvané na základe všeobecne záväzného nariadenia obce.

Zákon o ochrane pred povodňami je postupom riadenia a organizácie ochrany pred povodňami na všetkých úrovniach riadenia (ministerstvá, okresné úrady, obce, povodňové komisie), ako aj na úrovniach VÚC, HaZZ SR, PZ SR, zložiek ozbrojených síl a ďalších.

Zákon č. 326/2005 Z. z. o lesoch

Účelom zákona o lesoch je v súvislosti s vplyvmi zmeny klímy dôležité

a) zachovanie, zveľaďovanie a ochrana lesov ako zložky životného prostredia a prírodného bohatstva krajiny na plnenie ich nenahraditeľných funkcií,
b) zabezpečenie diferencovaného, odborného a trvalo udržateľného hospodárenia v lesoch,
c) zosúladenie záujmov spoločnosti a vlastníkov lesov.

Trvalo udržateľným hospodárením v lesoch sa rozumie hospodárenie v lesoch takým spôsobom a v takom rozsahu, aby sa zachovala ich biologická diverzita, odolnosť, produkčná a obnovná schopnosť, životnosť a schopnosť plniť funkcie lesov, ekologická stabilita, čo je schopnosť lesa odolávať alebo sa vyrovnať s vnútornými a vonkajšími vplyvmi, ktorým je aj ohrozenie lesa globálnym ohrozením zmeny klímy, a to bez trvalého narušenia funkčnej štruktúry lesa.

Ako škodlivého činiteľa, ktorý môže spôsobiť zníženie odolnosti lesa, jeho ekologickej stability, môže poškodiť alebo zničiť les alebo jeho časti, definuje zákon okrem biotických činiteľov (hmyz, zver) aj abiotické činitele – najmä vietor, povodeň, sucho, námraza, sneh alebo iný prírodný jav. A ochranou lesa sa podľa zákona rozumie súbor činností zameraných na udržanie a zvyšovanie odolnosti lesov, ich ekologickej stability a odstraňovanie následkov spôsobených vyššie uvedenými škodlivými činiteľmi.

Obhospodarovateľ lesa je povinný vykonávať preventívne opatrenia s cieľom predchádzať poškodeniu lesa a vykonávať ochranné a obranné opatrenia pred škodami spôsobovanými škodlivými činiteľmi. Väčšina z uvedených opatrení je smerovaná k zamedzeniu biotických škodcov, ochranné opatrenia proti abiotickým činiteľom zákon uvádza napr.:

- zabezpečiť zisťovanie a evidenciu výskytu a vývoja škodlivých činiteľov, a nimi spôsobeného poškodenia lesa,
- vykonávať preventívne opatrenia a zabezpečovať stabilitu a odolnosť lesných porastov,
- vykonávať preventívne opatrenia proti vzniku lesných požiarov (môžu vznikať ako následky súch a horúčav).

V prípade odstraňovania následkov havarijných stavov v lesoch môžu právnické osoby alebo fyzické osoby vykonať nevyhnutné opatrenia bezodkladne. O ich vykonaní sú povinné neodkladne informovať obhospodarovateľa lesa a orgán štátnej správy lesného hospodárstva.

V rámci opatrení na zaistenie bezpečnosti osôb a majetku, vlastník nehnuteľnosti je povinný vykonať opatrenia, ktorými zabezpečí nehnuteľnosť, stavbu alebo zariadenie pred škodami, ktoré by mohli spôsobiť najmä zosúvanie pôdy, padanie kameňov, stromov a lavín z lesných pozemkov. Rozsah a spôsob týchto zabezpečovacích opatrení určí príslušný orgán štátnej správy po dohode s orgánom štátnej správy lesného hospodárstva. Vlastník, správca alebo obhospodarovateľ lesa je povinný umožniť vykonanie týchto opatrení.

Nástrojom štátu, vlastníka, správcu a obhospodarovateľa lesa na trvalo udržateľné hospodárenie v lese je *Program starostlivosti o lesy*, ktorý sa spracováva spravidla na 10 rokov a definuje program starostlivosti hospodárskych opatrení. Program starostlivosti o lesy môže byť priestorom aj pre definovanie adaptačných opatrení na negatívne vplyvy zmeny klímy na les.

Zákon definuje aj predčasnú obnovu programu starostlivosti, úpravu alebo zmenu. Predčasná obnova programu starostlivosti je vyhotovenie nového programu starostlivosti pred skončením platnosti programu starostlivosti, ak v dôsledku vplyvov škodlivých činiteľov, teda aj abiotických činiteľov (vietor, povodne, suchá) v lesoch dôjde k narušeniu lesných porastov v takom rozsahu, že zámery a ciele programu starostlivosti nie je možné dosiahnuť.

Nástrojom ochrany a hospodárenia v lese sú tiež územnoplánovacie činnosti až na úrovni miest a obcí, ktoré majú zohľadňovať podmienky využívania lesa v súlade so zákonom aj vrátane prognózy vývoja zmeny klímy a jej očakávaných vplyvov na riešené územia. Cez územnoplánovacie činnosti sa lesy stávajú súčasťou územných plánov, a tak ovplyvňujú rozvoj územia konkrétnej obce/mesta. A v prípade, že obec/mesto má vypracovanú aj adaptačnú stratégiu na vplyvy zmeny klímy, táto by mala byť zapracovaná v týchto dokumentoch so zameraním na ochranu a využívanie lesa.

Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, o zmene zákona č. 243/2005 o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Zákon ustanovuje ochranu vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy a zabezpečenie jej trvalo udržateľného obhospodarovania a poľnohospodárskeho využívania, ochranu environmentálnych funkcií poľnohospodárskej pôdy a ochranu výmery poľnohospodárskej pôdy. Za trvalo udržateľné sa podľa zákona považuje využívanie a obhospodarovanie poľnohospodárskej pôdy a ochrana jej vlastností a funkcií takým spôsobom a v takom rozsahu, aby sa zachovala jej biologická rozmanitosť, úrodnosť, schopnosť obnovy a schopnosť plniť všetky funkcie.

V súvislosti so zmenou klímy a jej negatívnymi vplyvmi sa za degradáciu pôdy považuje aj znehodnotenie poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou, veternou eróziou, či zhutnením pôdy a stanovuje postupy na ochranu pred degradáciou napr. výsadbu účelovej poľnohospodárskej a ochrannej zelene vrátane výsadby rýchlorastúcich drevín, alebo usporiadanie honov v smere prevládajúcich vetrov, či vrstevnicovú agrotechniku ako protierozívne opatrenia.

Cieľom je zabezpečiť využívanie poľnohospodárskej pôdy tak, aby nebola ohrozená ekologická stabilita územia a bola zachovaná funkčná spätosť prírodných procesov v krajinnom prostredí, pri čom je potrebné brať do úvahy aj súvislosti s negatívnymi vplyvmi zmeny klímy na pôdu a jej poľnohospodárske využívanie.

Nástrojom ochrany a využívania poľnohospodárskej pôdy sú *projekty pozemkových úprav a územnoplánovacie činnosti*, ktoré majú zohľadňovať inundačné územia, mapy povodňového ohrozenia, ale aj prognózy vývoja zmeny klímy a jej očakávaných vplyvov na riešené územia. Cez pozemkové úpravy a územnoplánovacie činnosti je ovplyvňovaný rozvoj územia konkrétnej obce/mesta a v prípade, že obec má vypracovanú aj adaptačnú stratégiu na vplyvy zmeny klímy, táto by mala byť zapracovaná v týchto dokumentoch so zameraním na ochranu a využívanie poľnohospodárskej pôdy.

Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších zmien

Ochranou prírody a krajiny sa podľa tohto zákona (s účinnosťou od 01.07.2016) rozumie starostlivosť štátu, právnických osôb a fyzických osôb o voľne rastúce rastliny, voľne žijúce živočíchy a ich spoločenstvá, prírodné biotopy, ekosystémy, nerasty, skameneliny, geologické a geomorfologické útvary, ako aj starostlivosť o vzhľad a využívanie krajiny. Ochrana prírody a krajiny sa realizuje najmä obmedzovaním a usmerňovaním zásahov do prírody a krajiny, podporou a spoluprácou s vlastníkmi a užívateľmi pozemkov, ako aj spoluprácou s orgánmi verejnej správy.

Cieľom, podľa zákona, je dlhodobo zabezpečiť zachovanie prírodnej rovnováhy a ochranu rozmanitosti podmienok a foriem života, prírodných hodnôt a krás a utvárať podmienky na trvalo udržateľné využívanie prírodných zdrojov a na poskytovanie ekosystémových služieb. Pri

napĺňaní tohto cieľa je nutné brať do úvahy aj potenciálne ohrozenie prírodných ekosystémov a biodiverzity negatívnymi dopadmi zmeny klímy, ktoré môžu mať za následok až zánik prírodných hodnôt, či prvkov krajiny.

Za tým účelom je každý povinný chrániť prírodu a krajinu pred ohrozovaním, poškodzovaním a ničením a starať sa podľa svojich možností o jej zložky a prvky na účel ich zachovania a ochrany, zlepšovania stavu životného prostredia a vytvárania a udržiavania územného systému ekologickej stability.

Za prevenciu možno považovať aj určené povinnosti právnickým osobám, ktoré svojou činnosťou zasahujú do ekosystémov, ich zložiek alebo prvkov, ktoré sú povinné na vlastné náklady vykonávať opatrenia smerujúce k predchádzaniu a obmedzovaniu ich poškodzovania a ničenia, ktoré majú zahrnúť už do svojich návrhov projektov, programov, plánov.

Zákon okrem ochrany rastlín, živočíchov, prírodných biotopov, chráni prirodzené ekosystémy pred nepôvodnými druhmi rastlín a živočíchov. Rozširovanie nepôvodných až inváznych druhov rastlín a živočíchov môže nastať aj v dôsledku klimatickej zmeny. Zákon zahŕňa aj povinnosť sledovania výskytu a regulácie nepôvodných druhov, ako aj ich odstraňovanie.

V rámci územnej ochrany zákon ustanovuje zakázané činnosti podľa určeného stupňa ochrany (najprísnejší je 5. stupeň). Zákazy sú stanovené aj pri jednotlivých kategóriách chránených území (ako národný park, prírodná rezervácia, chránený areál, prírodný prvok a iné) a takými zákazmi, ktoré súvisia s riešeniami na negatívne vplyvy zmeny klímy sú napr. vypúšťanie vodnej nádrže, alebo rybníka, ťažiť drevnú hmotu holorubným hospodárskym spôsobom, rozorávať existujúce trvalé trávne porasty a rúbať dreviny, zasiahnuť do lesného porastu a poškodiť vegetačný a pôdny kryt, ako aj meniť stav mokrade alebo koryto vodného toku, najmä ich úpravou, zasypávaním, odvodňovaním, ťažbou trstia, rašeliny, bahna a riečneho materiálu okrem vykonávania týchto činností v koryte vodného toku jeho správcom v súlade s osobitným predpisom. Tieto zákazy možno považovať už za adaptačné opatrenie pri konkrétnych vplyvoch zmeny klímy.

Zelená infraštruktúra je jedným z adaptačných opatrení a zákon obsahuje samostatnú časť, ktorou je ochrana drevín, kde sa zakazuje poškodzovať a ničiť dreviny s určením povinností starať sa o zeleň a udržiavať ju. Výrub drevín podlieha povoleniu orgánu ochrany prírody s určením povinností náhradnej výsadby. Obce sú na svojom území povinné viesť evidenciu pozemkov vhodných na náhradnú výsadbu, ako aj vypracovávať *dokument starostlivosti o dreviny*, ktorý má zohľadňovať vplyvy klimatickej zmeny na zeleň a dreviny územia obce/mesta. Obec môže tiež vydať všeobecne záväzné nariadenie, ktorým ustanoví podrobnosti o ochrane drevín, ktoré sú súčasťou verejnej zelene.

Na úrovni miest a obcí sa tiež v súlade so zákonom spracováva *miestny územný systém ekologickej stability (MÚSES)*, ktorý sa stáva podkladom pre vypracovanie územných plánov. MÚSES a územný plán sú nástroje pre definovanie adaptačných cieľov a adaptačných opatrení.

Orgány ochrany prírody majú prostredníctvom zákona právomoci preventívnych i nápravných opatrení v prípade ohrozenia, poškodenia, či ničenia prírody a krajiny. A svojimi inštitútmi vydávania vyjadrení orgánu ochrany prírody ovplyvňujú ľudské a hospodárske činnosti. Orgánmi ochrany prírody sú ministerstvá, slovenská inšpekcia ŽP, okresné úrady i mesto/obec.

5 Adaptácia miest a obcí na zmenu klímy

Vplyvy zmeny klímy majú hlavne lokálny charakter. Ohrozujú konkrétne územia a dotýkajú sa a ovplyvňujú život obyvateľov konkrétnych obcí a miest. Vplývajú na a ohrozujú tak prírodné, ako aj ľudské systémy (zdravie, sídla, majetok, infraštruktúru, dopravu a pod.), ovplyvňujú rozvojové a investičné zámery.

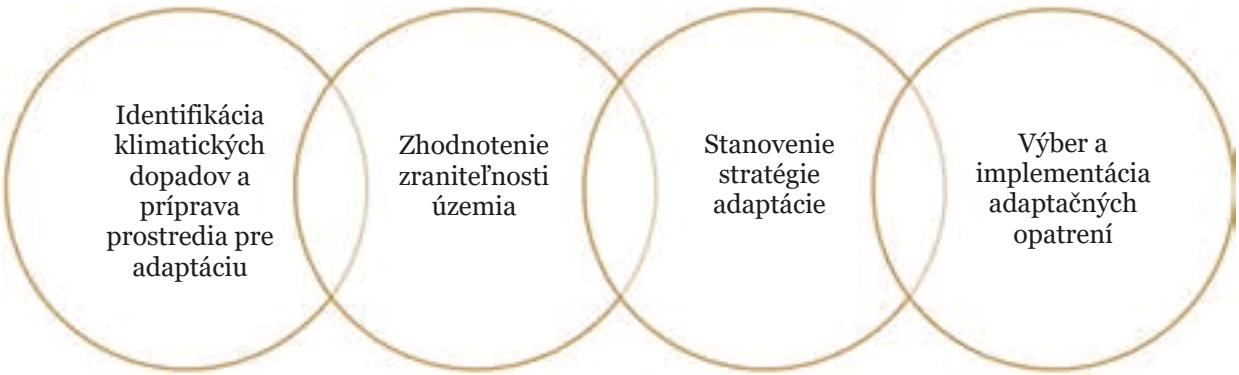
Samospráva miest a obcí má **príležitosť adaptovať sa**, a tak zmierňovať dopady zmeny klímy na svojich obyvateľov, svoje územie, prostredie. Jedným z dôležitých predpokladov možnosti a schopnosti adaptovania sa na vplyvy zmeny klímy je zostavenie **Plánu pre adaptáciu na dopady zmeny klímy** (ďalej aj len ako adaptačný plán – AP), aby proces adaptácie na zmenu klímy nebol fragmentovitý a jednorazový, ale systematický, realistický a komplexný. Tento plán umožní samospráve a celej komunite cielene reagovať na očakávané dopady zmeny klímy na ich územie, reagovať na vznikajúce riziká ako aj prípadne využívať príležitosti, ktoré zmena klímy prináša.

Samosprávy miest a obcí majú okrem legislatívy/zákonov platných na území celej republiky, ktoré na miestnej úrovni usmerňujú jej úlohy a rozvojové činnosti, aj **iné/ďalšie nástroje**, ktoré z platnej legislatívy vyplývajú, a ktoré má samospráva k dispozícii na presadzovanie adaptačných cieľov a opatrení. Takými sú najmä nástroje plánovacie, regulačné, rozhodovacie a finančné.

5.1 Adaptačný plán na vplyvy zmeny klímy

Proces prípravy adaptačného plánu (AP) na dopady klimatickej zmeny spočíva rámcovo v štyroch krokoch, tak ako je to uvedené na Obr. 3.

Obr. 3: Kroky procesu prípravy adaptačného plánu



Zdroj: KRI

Krok 1 – Identifikácia budúcich predpokladaných dopadov klimatickej zmeny a nastavenie prostredia pre úspešný adaptačný proces

Klimatologický scenár je založený na pozorovaných skutočnostiach a udalostiach z nedávnej minulosti a na klimatologických prognózach pre dané územie, resp. región, v ktorom sa územie nachádza. Ohrozenia či príležitosti vyplývajúce z klimatologického scenára sú podnetom pre rozhodnutie samosprávy sa nimi ďalej zaoberať.

V prípade, že je potrebné či nevyhnutné sa, z hľadiska rozvoja daného územia, témou adaptácie zaoberať a zostaviť adaptačný plán (AP), je dôležité získať hneď na začiatku *podporu pre adaptačný proces*. Netýka sa to len volených a výkonných reprezentantov samosprávy, ale aj zástupcov tých organizácií, ktoré sa jednak musia, resp. by sa mali vyjadrovať ku príprave a implementácii adaptačného plánu (napr. správa povodia, úrady životného prostredia, lesné úrady, úrad verejného zdravotníctva a pod.). Súčasne je dôležité získať podporu a zapojiť do procesu aj zástupcov podnikateľov a verejnosti, aby aktívne participovali, a aby sa táto problematika zakorenila do všetkých činností na území mesta/ obce.

Odporúča sa, aby sa začalo určitým informačným a vzdelávacím procesom, ktorý zvýši uvedomenie a znalosti všetkých dotknutých v danej oblasti. Ďalej sa odporúča, aby bol prijatý už na začiatku adaptačného procesu formalizovaný záväzok (napr. vo forme uznesenia/vyhlásenia zastupiteľstva), systematicky sa zaoberať vplyvmi zmeny klímy v meste/obci a prebrať líderstvo v tejto oblasti. Samospráva potom, ako líder tohto procesu v území, nominuje svojho zodpovedného predstaviteľa, ktorý bude stáť na čele procesu prípravy a implementácie adaptačného plánu. V závislosti od organizačnej štruktúry mestskej/ obecnej samosprávy, môžu túto úlohu prebrať aj priamo primátor/starosta, resp. viceprimátor/ zástupca starostu či prednosta úradu alebo delegovaný vedúci organizačnej zložky (útvar rozvoja mesta, útvar stratégie, útvar plánovania a pod.).

Následne je potrebné vytvoriť odbornú pracovnú skupinu, ktorá sa skladá, okrem lídra pre AP, aj z ďalších predstaviteľov samosprávy (napr. zamestnanci mestského úradu či reprezentanti dotknutých organizácií mesta), z reprezentantov štátnych relevantných orgánov (napr. správa povodia, úrad životného prostredia, lesný úrad, úrad verejného zdravotníctva), z odborníkov z iných inštitúcií (napr. odborné inštitúcie z oblastí dotknutých vplyvmi zmeny klímy, poskytovatelia environmentálnych či komunálnych služieb na území mesta) a zo zástupcov významných podnikateľských subjektov. Adaptačný plán musí byť vytváraný *interdisciplinárnym tímom* (môžu to byť vlastní odborníci alebo externí experti), ktorý zahŕňa špecialistov z rôznych sektorov (klíma, voda, lesy, energia, bezpečnosť, zeleň, výstavba, doprava, územné plánovanie, spravovanie a pod.).

V tejto úvodnej fáze je dôležité, aby sa vypracoval aj kvalifikovaný odhad nákladov na vypracovanie AP. Celkové náklady môžu zahrňovať napr. náklady na vypracovanie štúdií či prieskumov, náklady na zahrnutie verejnosti do procesu, náklady na kontrahovanie špecialistov a pod. Financovanie prípravy adaptačného plánu môže byť kombinované jednak z vlastných zdrojov ako aj externých doplnkových zdrojov, kde sa predpokladá v blízkej budúcnosti väčšia alokácia (viď *kapitola 8 Možnosti financovania adaptačných opatrení*).

Krok 2 – Zhodnotenie zraniteľnosti územia

Cieľom tohto kroku je nielen získať lepšie porozumenie, akým spôsobom dopady klimatickej zmeny ovplyvnia služby, kvalitu života jednotlivých sociálnych skupín, miestnu ekonomiku a majetok v území, ale tiež identifikovať prioritné oblasti (územia, plány), ktorými sa je potrebné zaoberať:

- Prvou oblasťou je *posúdenie existujúcich prírodných, sociálnych a človekom vybudovaných systémov* – teda ich citlivosti na vplyvy klimatickej zmeny, ako aj ich schopnosti adaptovať sa na ne.
- Druhou oblasťou je *posúdenie existujúcich plánovacích dokumentov* (napr. programu hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja, územného plánu, sektorových koncepcií a pod.) z hľadiska identifikácie ich vplyvu na adaptačný proces a identifikácie dopadov klimatickej zmeny na ich realizovateľnosť (zhodnotenie zraniteľnosti ich kľúčových cieľov, opatrení a aktivít).
- Treťou oblasťou je *posúdenie procesov a nástrojov samosprávy* (rozhodovací proces, povoľovací proces, lokálna legislatíva a pod.) z hľadiska ich pozitívneho či negatívneho vplyvu na adaptáciu.

Vychádza sa z toho, že zraniteľnosť odráža mieru eventuálnych budúcich škôd spôsobených vplyvmi klimatickej zmeny. Je dôležité, aby bolo uvažované vždy so zraniteľnosťou niečoho (nejakého systému) na niečo (napr. prívalové zrážky) alebo s ňou spojené škody (napr. povodne). Ako už bolo spomenuté, pri hodnotení zraniteľnosti sa uvažuje s určitou **expozíciou** (napr. dĺžka a intenzita vlny horúčav), **citlivosťou** daného systému či jeho prvku na danú expozíciu (napr. lokalizácia, kvalita budov a povrchov, výskyt najviac ohrozených skupín obyvateľstva, plánovaná investícia vyžadujúca veľké množstvo vody a pod.) a s **adaptívnou kapacitou** ako schopnosťou vysporiadať sa s následkami vplyvov klimatickej zmeny (napr. uvedomenie obyvateľov, prístup

najviac ohrozených skupín do núdzových prístreší, pripravenosť zdravotníkov a ďalších záchranných zložiek na mimoriadne klimatické udalosti a pod.).

Súčasťou tohto kroku je aj *prioritizácia rizík a príležitostí*, ktoré sú spojené s klimatickou zmenou. Neexistuje jednoznačný najlepší spôsob, ako sa rozhodnúť, ktoré kľúčové systémy majú byť vybrané na hodnotenie zraniteľnosti. Závisí to na klimatickom a socio-ekonomickom kontexte danej lokality, ako aj na dôvodoch, prečo sa pripravuje mestský/obecný adaptačný plán. Ak je plán robený len pre jeden sektor (napr. vodné hospodárstvo) alebo na konkrétne riziko (napr. povodne), vtedy sa kľúčové systémy definujú jednoduchšie. Ak sa vytvára adaptačný plán komplexne pre celé územie, potom treba vybrať systémy, ktorými sa bude zaoberať na základe kriteriálneho hodnotenia (napr. ohrozenie zdravia, ekonomická dôležitosť pre územie, veľkosť územia/počet ľudí, ktoré sa musí adaptovať, právomoci samosprávy a pod.).

Na základe odhadu vývoja zmeny klímy a základnej sociálno-ekonomickej štruktúry spoločnosti v území je potrebné identifikovať pravdepodobné dopady klimatickej zmeny na územie. Tieto môžu byť podopreté technickým modelovaním, kedy je presnejšie určený potenciálny rozsah dopadov (napr. záplavové územia, územia viac postihnuté suchom, tepelné ostrovy a pod.). Vzhľadom na to, že modelovanie môže byť cenovo nákladné, je možné použiť aj metódu tzv. kvalifikovaného odhadu s využitím expertného posúdenia pre identifikáciu pravdepodobných a najvážnejších dopadov. Je dôležité si uvedomiť určitú neistotu v identifikovaní očakávaných dopadov, pretože aj keď sa dopady klimatických zmien dajú s pomernou presnosťou predpokladať v dlhodobom horizonte, v krátkodobej perspektíve nemožno presne časovo a geograficky určiť extrémy vo vývoji lokálneho podnebia.

Krok 3 – Stanovenie strategického smerovania adaptácie na zmenu klímy

Na základe predchádzajúceho kroku – Zhodnotenie zraniteľnosti územia, je potrebné stanoviť rámce pre adaptačný plán (AP) tak, aby sa venoval konkrétnym prioritným oblastiam, kde je najväčšie ohrozenie. Zameranie a investovanie do adaptácie by malo byť proporcionálne závažnosti rizík. Existuje totiž viacero rizík, ktoré nemajú pôvod v zmene klímy, a tie si tiež vyžadujú pozornosť a zdroje. Prioritné oblasti je potrebné premietnuť do *cieľov, programov a opatrení* tak, aby sa brali do úvahy existujúce limity (disponibilný čas, zdroje na realizáciu opatrení), a aby stratégia bola uskutočniteľná (nie nevyhnutne je potrebné vyriešiť všetky problémy spojené s dopadmi klimatickej zmeny už v prvom cykle realizácie AP).

V podstate si treba definovať:

- **princípy a zásady rozhodovania**, v zmysle adaptácie na zmenu klímy,
- **územie** (celý kataster mesta, mesto a jeho okolie, časť mesta), na ktorom sa plánujú robiť adaptačné opatrenia,
- **vplyv(y) klimatickej zmeny** (prívalové zrážky, horúčavy, suchá a pod.), na ktoré sa plán sústredí (nie všetky dopady sú rovnako významné pre dané územie),
- **sektor(y)** (doprava, vodné hospodárstvo, energetika, zelená a modrá infraštruktúra, plánovanie a pod.), s ktorými je potrebné sa prioritne zaoberať, tzn. kde hrozia najväčšie riziká a adaptačné opatrenia v ňom môžu významne prispieť k zníženiu rizík,
- **časový rámec pre implementáciu AP**, ktorý musí byť realistický tak z hľadiska zdrojov, ale aj z hľadiska možných škôd, ktoré môžu vzniknúť, ak adaptačné opatrenia nebudú zrealizované v danom časovom horizonte.

Krok 4 – Plánovanie a implementácia konkrétnych adaptačných opatrení

Vytvorenie detailného akčného plánu, ktorý stanoví ako, kedy a kto má implementovať adaptačné opatrenia, je nevyhnutné k tomu, aby sa adaptačná stratégia dostala do reality.

Na základe existujúcich poznatkov a skúseností (vlastných či z iných území) je vhodné *vytvoriť katalóg (zoznam) opatrení,* ktoré môžu byť realizované ako odpoveď na klimatickú zraniteľnosť daného územia identifikovanú v kroku 2. Môžu byť navrhnuté viaceré možnosti, ako dosiahnuť obdobný výsledok/efekt a môžu zahrňovať aj voľbu „neurobiť nič“ v súvislosti s identifikovaným rizikom, tzn. akceptovať prípadné straty.

Existuje viacero typových kategórií pre adaptačné intervencie:

- **Sivá infraštruktúra** – predstavuje fyzický zásah alebo konštrukčné opatrenia na to, aby sa budovy a ostatná infraštruktúra stala odolnejšia voči extrémom počasia;
- **Zelená infraštruktúra** – využíva funkcie ekosystémov, aby sa dosiahli cenovo efektívnejšie a niekedy lepšie uskutočniteľné adaptačné riešenia. Navyše tento prístup prispieva aj k ekoudržateľnosti, či už znížením straty biodiverzity, spomalením degradácie ekosystémov či obnovením vodných cyklov.
- **„Mäkké“ neinfraštruktúrne prístupy** – vzťahujú sa k motivačným/kontrolným stimulom/opatreniam ako je informačno-osvetová činnosť, dotačná politika, plánovacie, rozhodovacie, povoľovacie či vyjadrovacie procesy a pod.

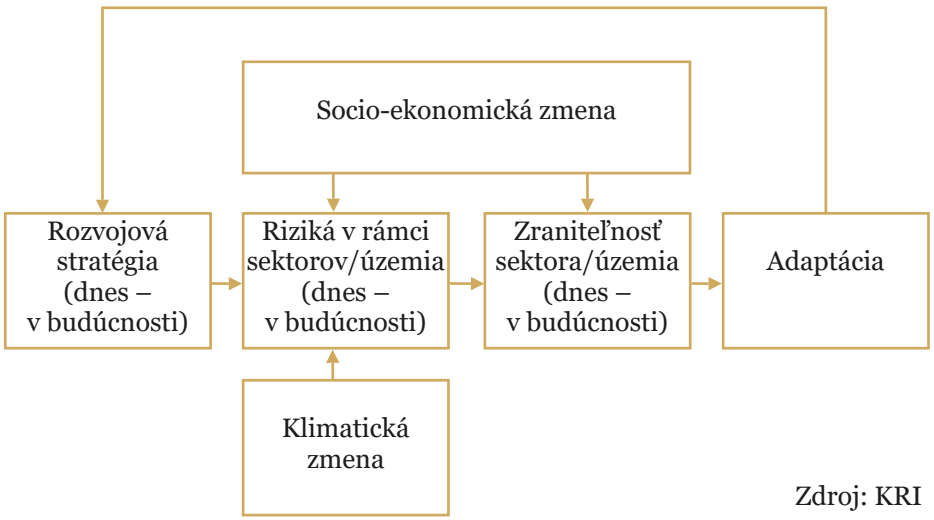
Kľúčovou fázou kroku 4 je *posúdenie možností a výber adaptačných opatrení* z hľadiska nasledujúcich kritérií:

1. **Veľkosť ovplyvnenia**, ak by dané adaptačné opatrenie bolo implementované, a čo by to znamenalo z hľadiska:
   - sociálneho (prednosť majú tie opatrenia, ktoré nenarušujú, resp. prispievajú k zachovaniu princípu rovnosti, sociálnej inklúzie a kohézie),
   - ekonomického (analýza nákladov a výnosov pre dané opatrenie, ktorú vzhľadom k určitej neistote v predikcii škôd a dlhodobej uplatniteľnosti adaptačných opatrení, je niekedy ťažké použiť v jej tradičnej podobe, ale je potrebné ju doplniť kvalifikovaným expertným názorom),
   - environmentálneho (posúdenie z hľadiska ich dopadu na životné prostredie, vrátane príspevku k emisii skleníkových plynov).
2. **Naliehavosť** z hľadiska potenciálneho nebezpečenstva či rizika spojeného s dopadmi zmeny klímy. Niektoré adaptačné opatrenia je vhodné implementovať vo veľmi krátkom časovom horizonte, aby čelili urgentným rizikám, na iné je treba dôslednú prípravu a plánovanie. Každý adaptačný akčný plán by mal byť zmesou krátkodobých opatrení a prípravných krokov na implementáciu dlhodobých variantov.
3. **Uskutočniteľnosť** a schopnosť realizovať opatrenie je dôležitým kritériom výberu. Predmetné opatrenie uvedené v katalógu vhodných adaptačných opatrení na daný dopad(y) zmeny klímy musí byť uskutočniteľné v daných podmienkach a musí existovať kapacita a zdroje na jeho realizáciu.
4. **Potreba koordinácie/priamej kooperácie** s územiami a inštitúciami, ktoré sú v jurisdikcii iných subjektov (iná samospráva, štátne orgány). Opatrenie, ktoré si vyžaduje takúto súčinnosť nemôže byť zaradené do opatrení, ak nie je získaný súhlas dotknutých.

Akonáhle sú adaptačné opatrenia vybrané, je potrebné pripraviť *implementačný plán*, kde bude jasne stanovené, kto je zodpovedný za implementáciu plánu a jeho jednotlivých častí, odkiaľ a ako sa bude implementácia financovať a časový plán na implementáciu jednotlivých opatrení. Súčasťou plánu je stanovenie, s kým je potrebné pri danom opatrení spolupracovať a na akom základe (zmluvne, konzultačne, informatívne).

Začlenenie rizík klimatickej zmeny do komplexného uvažovania o rozvoji v území potrebuje zmenu paradigmy v spravovaní a špeciálne v plánovaní rozvoja na úrovni miest a obcí. Je potrebný odklon od tradičného prístupu (ktorý reaguje len na bezprostredné dopady zmeny klímy a plánuje adaptačné kroky na zmiernenie rizík, ktoré sa už stali a môžu sa opakovať) smerom k prehodnoteniu súčasného rozvojového plánu a posúdeniu citlivosti jeho zámerov a cieľov voči viacnásobnému tlaku očakávaných rizík vyplývajúcich zo zmeny klímy, podobne ako tlaku z výrazných zmien ekonomických a sociálnych podmienok. Tento nový prístup zdôrazňuje vzťah medzi súčasnými záujmami danej komunity v jej špecifických podmienkach a budúcimi zmenami v oblasti klímy v socio-ekonomickom kontexte. Navyše zaručuje, že rozvojový plán a jeho implementácia nebude viesť komunitu do zbytočných rizík a strát vyplývajúcich z budúcich zmien klímy (Obr. 4).

Obr. 4: Súčasné záujmy verzus budúce zmeny



Zdroj: KRI

Všeobecná/Rámcová štruktúra (obsah) Adaptačného plánu (AP) v sídelnom prostredí

1 Úvod
- 1.1 Zdôvodnenie potreby vytvorenia adaptačného plánu
- 1.2 Stručná charakteristika sídla (demografia, poloha, charakteristika územia sídla, hlavné rozvojové zameranie/ priority sídla, a pod.)
- 1.3 Kto zostavil/zúčastnil sa prípravy AP – špecifikovať na jednotlivé kapitoly (interná a externá expertíza)
- 1.4 Ako prebiehal proces prípravy AP, prípadné bariéry a limitácie

2 Stručný všeobecný prehľad o zmene klímy
- 2.1 Čo to je zmena klímy a jej príčiny
- 2.2 Dopady zmeny klímy v rôznych sektoroch
- 2.3 Doterajší a predpokladaný vývoj zmeny klímy na národnej/regionálnej úrovni

3 Klimatologický popis súčasného stavu a predpokladaného vývoja klímy a jej vplyvov v danom sídle (v jeho blízkom okolí)
- 3.1 Popis doterajších klimatických udalostí v sídle, resp. jeho blízkom okolí (čo sa udialo, aké škody to spôsobilo)
- 3.2 Scenáre vývoja klímy a jej očakávaný vplyvy na územie sídla
- 3.3 Posúdenie rizík jednotlivých vplyvov zmeny klímy pre dané sídlo (očakávaná frekvencia výskytu daného vplyvu a jeho intenzity, očakávané škody v jednotlivých sektoroch)
- 3.4 Prioritizácia vplyvov zmeny klímy pre dané sídlo na základe posúdenia rizík a výber tých vplyvov ZK, ktorými je potrebné sa zaoberať

4 Hodnotenie zraniteľnosti sídla na jednotlivé vplyvy zmeny klímy
- 4.1 Posúdenie zraniteľnosti existujúcich plánov a procesov spravovania sídla (rozhodovanie, povoľovanie)
  - 4.1.1 výber kritérií na posudzovanie
  - 4.1.2 identifikácia oblastí, ktoré môžu byť ohrozené, resp. môžu zhoršiť dôsledky daného vplyvu zmeny klímy
- 4.2 Posúdenie zraniteľnosti jednotlivých častí sídla
  - 4.2.1 Výber faktorov pre hodnotenie citlivosti a adaptívnej kapacity
  - 4.2.2 Zber a vyhodnotenie údajov k jednotlivým faktorom (podľa zvolenej siete/ gridu)
  - 4.2.3 Pridelenie váh jednotlivým faktorom a ich zdôvodnenie
  - 4.2.4 Mapy jednotlivých a agregovaných faktorov
  - 4.2.5 Rozdelenie územia do kategórií zraniteľnosti

5 Vytvorenie stratégie pre zníženie zraniteľnosti na závažné vplyvy zmeny klímy
- 5.1 Vízia a rámcové zásady pre dosiahnutie nižšej zraniteľnosti
- 5.2 Ciele pre jednotlivé oblasti spravovania sídla, resp. sektory/systémy v sídle
- 5.3 Adaptačné programy (bloky adaptačných opatrení, ktoré je potrebné realizovať pre zníženie zraniteľnosti)

6 Zostavenie Adaptačného akčného plánu
- 6.1 Identifikácia, prioritizácia a výber adaptačných opatrení (na základe kritérií ako sú napr.: naliehavosť, modelovanie účinnosti, efektívnosť, disponibilné zdroje a pod.)
- 6.2 Časové rozloženie, potreba súčinnosti (pridelenie úloh a zodpovedností), nevyhnutná následnosť realizovania jednotlivých opatrení
- 6.3 Vytvorenie nástrojov a mechanizmov na implementáciu Adaptačného akčného plánu (vrátane zapojenia partnerov a širokej verejnosti)
- 6.4 Monitoring a hodnotenie realizácie Adaptačného akčného plánu

5.2 Nástroje miestnych samospráv na presadzovanie Adaptačného plánu

5.2.1 Plánovacie nástroje

Vo všeobecnosti, v rámci prieskumu viacerých vybraných rozvojových, strategických dokumentov na Slovensku (územných plánov, či programov hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja), **otázka ohrozenia vplyvmi zmeny klímy a nastavenia mechanizmov na vysporiadanie sa s nimi značne absentuje**. Ak sa rozvojové dokumenty venujú otázkam súvisiacim s extrémnymi prejavmi počasia vplyvom zmeny klímy, tak sa zaoberajú viac-menej len riečnymi záplavami a definujú najmä niektoré technické protipovodňové opatrenia, napr. rekonštrukcia korýt, budovanie ochranných hrádzí a podobne.

5.2.1.1 Program hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja

Zákon č. 539/2008 Z. z. o podpore regionálneho rozvoja v znení zákona č. 309/2014 Z. z. (viď bližšie *kapitola 4.3 Národná legislatíva*) určuje rámce pre vypracovanie programu hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja (PHSR) ako dokumentu, v ktorom si región/mesto/obec stanovujú svoje rozvojové ciele a priority.

Jedným z kľúčových dokumentov, ktorý má byť pri tvorbe programov hospodárskeho rozvoja a sociálneho rozvoja (PHSR) regiónov, miest a obcí zohľadňovaný, je adaptačná stratégia na národnej úrovni a adaptačná stratégia samotného mesta/obce/skupiny obcí. Resp. je potrebné PHSR novelizovať zapracovaním problematiky adaptácie na zmenu klímy, a to do analytickej, strategickej i programovej časti PHSR.

Na vypracovanie PHSR obce/mesta/VÚC pripravilo Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR (MDVaRR SR) metodiku (február 2015, verzia 2.0), ktorá nie je právne záväzná a má pre plánovačov (zadávateľov a spracovateľov) odporúčací charakter. Metodika je vypracovaná pre úroveň plánovania – obec/obce a VÚC, teda pre PHSR obcí, miest a regiónov s odporúčaním plánovacieho obdobia spravidla na 7 rokov s výhľadom na 10–14 rokov. Metodika neobsahuje postupy, ako, a v ktorej časti dokumentu zapracovať oblasť globálnych ohrození rozvoja územia (obce/kraja), konkrétne vplyvov zmeny klímy, ale len uvádza potrebu analýzy vonkajšieho prostredia.

V súčasnosti existujúce a prichádzajúce ohrozenia rozvoja regiónov a celého Slovenska zmenou klímy nie sú konkrétne zmienené.

Metodika všeobecne uvádza potrebu:

- identifikácie hlavných vonkajších faktorov rozvoja územia (výber hlavných faktorov),
- analýzu vplyvu vonkajšieho prostredia na vývoj situácie v území (zoznam),
- analýzu príležitostí a ohrození pre rast a rozvoj územia (posúdenie hlavných faktorov z hľadiska príležitostí a ohrození),
- analýzu väzieb územia.

Neusmerňuje teda k analýze konkrétnych vonkajších/globálnych ohrození, akými sú napr. vplyvy zmeny klímy. Je len na zadávateľovi (meste/obci) a spracovateľovi rozvojového dokumentu (PHSR regiónu, obce), či, ako a v akom rozsahu analýzu ohrozenia zmenou klímy do dokumentu zakomponuje.

5.2.1.2 Územný plán

Podľa *Stratégie adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy* jednou z významných oblastí, ktorá si bude vyžadovať zmeny v legislatíve je územné plánovanie. Problematiku zmeny klímy bude potrebné relevantne premietnuť priamo do základných nástrojov územného plánovania, teda aj do územných plánov na úrovni miest a obcí.

V samotnom koncepte a návrhu územného plánu (ďalej ako ÚPN) by sa mali popri demografických, sociálnych a ekonomických uvádzať aj predpoklady rozvoja obce z pohľadu negatívnych vplyvov zmeny klímy. Tieto by sa mali konkrétne premietnuť napr. do návrhu funkčného využitia územia mesta/obce. Negatívne vplyvy zmeny klímy (zvýšenie teploty, letné horúčavy, potreba zadržiavania vody v krajine a pod.) sa musia premietnuť aj do určenia tzv. stabilizovaného územia, ktorým sú plochy alebo územie, na ktorých sa musí zachovať súčasná priestorová a funkčná skladba alebo súčasná krajinná štruktúra, ale aj do návrhu funkčnej regulácie (povolená a zakázaná funkcia), ako aj do priestorovej regulácie.

Konkrétnym krokom pre implementáciu Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy do územného plánovania a do územných plánov bolo vydanie *Metodického*

usmernenia MDVaRR SR na zabezpečenie plnenia uznesenia Vlády SR č. 148/2014 o schválení uvedenej stratégie adaptácie v súlade so stavebným zákonom. Metodické usmernenie usmerňuje orgány územného plánovania, teda aj mestá a obce, aby pri svojich činnostiach podľa § 2 stavebného zákona (územnoplánovacie činnosti) aplikovali adaptačné opatrenia uvedené v adaptačnej stratégii, predovšetkým opatrenia určené pre sídelné prostredie. Navrhované a relevantné opatrenia pre dané územie je potrebné primerane premietnuť zodpovedajúcemu stupňu územného plánu. Územným plánom (regiónu/mesta/obce/zóny) sa podľa tohto metodického usmernenia majú **vytvoriť územnotechnické predpoklady pre realizáciu opatrení, ktoré budú smerovať k zmierneniu dopadov zmeny klímy v sídelnom prostredí miest a obcí**.

5.2.2 Regulačné nástroje

5.2.2.1 Všeobecne záväzné nariadenia

Hlavným regulačným nástrojom samosprávy obce/mesta sú všeobecne záväzné nariadenia (VZN), ktoré môže obec vydávať vo veciach územnej samosprávy a v súlade s § 6 Zák. č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení. VZN nesmú byť v rozpore s Ústavou Slovenskej republiky, ústavnými zákonmi, zákonmi a medzinárodnými zmluvami, s ktorými vyslovila súhlas Národná rada SR, a ktoré boli ratifikované a vyhlásené spôsobom ustanoveným zákonom.

Všeobecne záväzné nariadenia sú z hľadiska práva normatívnymi právnymi aktmi. To znamená, že ich obsahom sú právne normy ako všeobecne záväzné pravidlá správania sa, obsahujúce podmienky, obmedzenia, zákazy, dovolenia, regulatívy, postupy, usmernenia, ktoré sú záväzné pre všetky fyzické a právnické osoby, ktoré sa zdržiavajú (teda nie len trvale bývajú) na území príslušnej obce.

Vydať priamo VZN o právach, povinnostiach, podmienkach adaptovania sa na zmenu klímy bez platného „vyššieho“ právneho predpisu (zákona), v súčasnosti nie je možné. Samospráva má však nepriamy nástroj, ktorým je možné vplývať na zmenu klímy cez VZN a to cez iné VZN ako VZN o záväznej časti územného plánu, VZN o ochrane a tvorbe zelene, VZN o dotáciách pre podporu verejnoprospešných činností na území mesta a pod.

VZN o záväznej časti územného plánu (ÚPN)
Záväznou časťou ÚPN sú *základné zásady a regulatívy územného rozvoja*:

- priestorového usporiadania a funkčného využívania územia obce/mesta,
- usporiadania verejného dopravného, občianskeho a technického vybavenia,
- ustanovenia verejnoprospešných stavieb,
- zásady ochrany chránených častí prírody a využívania prírodných zdrojov,
- rešpektovania významných krajinných prvkov a návrhov Miestneho územného systému ekologickej stability (MÚSES),
- zásady starostlivosti o zložky životného prostredia a tvorby krajiny vrátane plôch zelene.

Regulatív priestorového usporiadania a funkčného využívania územia je záväzná smernica, ktorou sa usmerňuje umiestnenie a usporiadanie určitého objektu alebo vykonávanie určitej činnosti v území. Je vyjadrený hodnotami vlastností prvkov krajinnej štruktúry slovne, číselne a podľa možností aj graficky. Regulatív má charakter zákazov, obmedzení alebo podporujúcich faktorov vo vzťahu k priestorovému usporiadaniu a funkčnému využívaniu územia. Regulatív tým určuje zakázanú, obmedzenú a prípustnú činnosť alebo funkciu v území (§ 139a Zák. č. 50/1976 Zb.)

Podmienkami vo VZN môžu byť napr. určené inundačné územia pri povodniach; môžu regulovať zeleň v obci/meste nie len ako mestotvorného prvku, ale ako účinné opatrenie ochladzovania územia/sídla/časti sídla pre skvalitňovanie života

ľudí; môže určovať rozsah zastavanosti územia; požadovať stavebnú uzáveru tak, aby boli naplnené adaptačné ciele a adaptačné opatrenia obce/mesta. VZN o záväznej časti ÚPN môže tiež stanoviť podmienky zachovania priepustnosti územia z hľadiska úpravy vodného režimu ako protipovodňové opatrenie, môže stanoviť zásady a regulatívy územného rozvoja definované v územnom pláne.

Významnú regulačnú úlohu napr. má VZN o záväznej časti územného plánu v prípade adaptačných protipovodňových opatrení, ktoré zdôrazňuje aj Zák. č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami v spojitosti s plánom manažmentu povodňového rizika, ktorý v tejto súvislosti uvádza aj právomoc obce koordinovať stavby a určovať v územnom pláne obce/mesta regulatívy priestorového usporiadania a funkčného využitia územia obce spojené s realizáciou protipovodňových opatrení (viď najmä § 8 ods. 15 tohto právneho predpisu).

Ak sa vplyvmi zmeny klímy a adaptačnými opatreniami bude zaoberať územný plán, stanú sa aj súčasťou záväzkov cez VZN pre všetky fyzické a právnické osoby, ktoré sa na území obce zdržiavajú. Analýzu vplyvov zmeny klímy je preto **nevyhnutné premietnuť aj do činností a procesov územného plánovania a do metodík tvorby územných plánov a ďalších územnoplánovacích dokumentácií**.

VZN o ochrane a tvorbe zelene
VZN definuje verejnú zeleň v obci/meste, člení ju podľa charakteristík a funkcie, ako aj podľa práva užívania plôch zelene, stanovuje podmienky tvorby projektov zelene, určuje práva a povinnosti údržby. Jedným z adaptačných opatrení na vplyvy zmeny klímy je „zvyšovanie podielu a rozlohy stromovej a krovitej zelene“ s účinkami ochladzovania, či úpravou vodného režimu. A ako také sa môže stať súčasťou VZN o ochrane a tvorbe zelene v každej jeho časti – od zakomponovania do členenia zelene najmä podľa charakteristík a funkcií, až po podmienky ochrany a starostlivosti o ňu tak, aby napĺňala požadované funkcie z hľadiska zmierňovania dôsledkov klimatickej zmeny.

Ďalšie VZN sú zároveň finančnými nástrojmi (viď bližší popis v *podkapitole 5.2.4 Finančné nástroje*) a to napr. **VZN o poskytovaní dotácií právnickým a fyzickým osobám** a **VZN o miestnych daniach a poplatkoch**.

5.2.2.2 Miestny územný systém ekologickej stability (MÚSES)

Základným právom a povinnosťou pri všeobecnej ochrane prírody a krajiny (Zákon o ochrane prírody a krajiny č. 543/2002 Z. z.) je, že každý je povinný chrániť prírodu a krajinu pred ohrozovaním, poškodzovaním a ničením a starať sa podľa svojich možností o jej zložky a prvky na účel ich zachovania a ochrany, zlepšovania stavu životného prostredia a vytvárania a udržiavania územného systému ekologickej stability.

ÚSES, a na miestnej úrovni MÚSES, je dokument určený na ochranu rozmanitosti podmienok a foriem života a je územným podkladom pre tvorbu územných plánov obcí, či územných plánov zón (časť obce). MÚSES popisuje prírodné pomery, krajinnú štruktúru, urbánnu zeleň, hodnotí a navrhuje opatrenia zvýšenia ekologickej stability územia, určuje regulatívy na využívanie prvkov MÚSES, navrhuje opatrenia na udržateľnosť systému sídelnej zelene a na funkčné využitie plôch zelene. Aj VZN o záväznej časti územného plánu (viď vyššie v *podkapitole 5.2.2.1*) stanovuje regulatív rešpektovania významných krajinných prvkov a návrhov MÚSES. Základ MÚSES predstavujú biocentrá (ekosystém), biokoridory (prepojenosť ekosystémov) a interakčné prvky nadregionálneho, regionálneho alebo miestneho významu (napr. močiar, porast, jazero). Tieto pojmy presnejšie definuje zákon o ochrane prírody a krajiny. Návrhy MÚSES sú smerované na zvýšenie kvality existujúcich prvkov.

Opatrenia, ktorými ochraňujeme a staráme sa o prírodu, krajinu, jej zložky, prvky, a ktorými môžeme zachovávať a udržiavať MÚSES aj v územiach miest, obcí, môžu byť zároveň adaptačnými opatreniami na vplyvy zmeny klímy. Napríklad zachovanie a obnova mokradí, brehových porastov ako vodozádržné adaptačné opatrenia; výsadba vetrolamov, remízok ako protierózne a zároveň adaptačné opatrenia na dopady zmeny klímy (vietor, víchrice); výsadba väčších plôch zelene, či parkových plôch ako ekostabilizačných opatrení a zároveň ako ochladzovacích adaptačných opatrení a pod.

Adaptačné opatrenia na zmierňovanie vplyvov zmeny klímy sa takto aj prostredníctvom návrhov MÚSES stávajú realizovateľnými priamo činnosťami a aktivitami mesta (výstavba, starostlivosť o verejnú zeleň, aktivity prímestskej rekreácia a pod.), ako aj aktivitami iných subjektov, ktoré vykonávajú iné činnosti (lesohospodári, poľnohospodári, vodohospodári, investori a pod.). Vytváranie a udržiavanie MÚSES je verejným záujmom a podnikatelia a právnické osoby, ktorí svojou činnosťou zasahujú do ekosystémov, ich zložiek alebo prvkov, sú povinní na vlastné náklady vykonávať opatrenia smerujúce k predchádzaniu a obmedzovaniu ich poškodzovania a ničenia. Sú povinní opatrenia zahrnúť už do návrhov projektov, programov, plánov ich aktivít a činností podľa osobitných predpisov (zákon o ochrane prírody a krajiny). Návrh MÚSES naviac obec/mesto uplatňuje v povoľovacích procesoch, najmä v územnom a stavebnom konaní. Obsah a rozsah MÚSES závisí od zadania jeho vypracovania, to

znamená, že podobne ako pri tvorbe územného plánu **je nevyhnutné do procesov a metodiky tvorby tohto územnoplánovacieho podkladu zakomponovať analýzu a návrhy MÚSES aj z hľadiska vplyvov zmeny klímy na riešené územie**.

5.2.3 Nástroje pre rozhodovanie

Rozhodovanie prebieha v samospráve na viacerých úrovniach. Na úrovni štatutárneho zástupcu – starostu; na úrovni samosprávnych orgánov – zastupiteľstva; i na úrovni orgánov štátnej správy (originálny alebo prenesený výkon štátnej správy, ktoré sú však v konečnom dôsledku rozhodnutím orgánu samosprávy starostu/primátora obce/ mesta).

Pre rozhodovanie na úrovni samosprávnych orgánov (vrátane starostu obce/primátora mesta) sú dôležité informácie, známe skutočnosti a fakty, analýzy, posúdenia, vyjadrenia, odborné podklady, rozhodnutia a vyjadrenia orgánov štátnej správy vydávané v správnom konaní v súlade s platnými zákonmi SR. Medzi ne patria najmä:

- právne predpisy v SR vrátane všeobecne záväzných nariadení platných na území obce/mesta,
- schválené dokumenty (PHSR, územný plán, odvetvové koncepcie, adaptačná stratégia),
- rozpočet obce/mesta (vrátane miestnych daní, účelových fondov, grantov, dotácií),
- projekty a štúdie uskutočniteľnosti, finančno-ekonomické analýzy i posúdenia EIA plánovaných aktivít/ projektov,
- interné smernice, ktorými obec/mesto usmerňuje výkon samosprávnych činnosti (napr. postup posudzovania projektov, implementačný mechanizmus rozvojových dokumentov, tvorba rozpočtu a pod.),
- povoľovacie procesy (obec/mesto ako stavebný úrad – územné a stavebné konanie, povoľovanie výrubov drevín a určovanie náhradnej výsadby, rozhodovanie o malých zdrojoch znečistenia, povoľovanie budovania studní a ďalšie).

Ďalšími sú interné (kontrolór mesta) i externé kontrolné mechanizmy (napr. NKÚ, štátne orgány), ako aj zmluvy (dodávatelia, štát, medzinárodné zmluvy) a iné podmienky vyplývajúce z procesov napr. verejného obstarávania, z procesov získavania externých zdrojov a pod.

Projekty sú jedným z nástrojov pre napĺňanie rozvojových dokumentov, koncepcií, stratégií, teda by mali byť zamerané na plnenie ich cieľov, opatrení, na riešenie už konkrétnych identifikovaných problémov a plánovaných aktivít. Projekty by mali byť pripravované i posudzované:

- v súlade s platným PHSR obce/mesta a ÚPN (resp. ÚPD) obce/mesta, resp. platných koncepcií a definovaných priorít rozvoja obce/mesta,
- v súlade s adaptačným plánom na dopady zmeny klímy (ak existuje),
- z hľadiska prínosov výstupov, výsledkov a dopadov pre obec/mesto, napr. prostredníctvom vypracovania štúdie uskutočniteľnosti projektu,
- z hľadiska hospodárnosti, efektívnosti a účinnosti projektu, napr. vypracovaním cost-benefit analýzy,
- z hľadiska vplyvov na životné prostredie (EIA hodnotenie projektu).

Postup tvorby, prípravy, posudzovania a realizácie projektov môže byť stanovený internou smernicou obce/mesta, resp. jeho výkonnej zložky obecného/ mestského úradu s určením úloh a zodpovedností jednotlivým subjektom, či organizačným zložkám. Súčasťou takejto smernice by mala byť **povinnosť posudzovania projektu** z hľadiska jeho prínosov pre zmierňovanie vplyvov zmeny klímy na územie obce/mesta a kvalitu života ľudí, ako aj posudzovanie súladu projektov s adaptačnou stratégiou. Posudzovanie projektov z hľadiska zmeny klímy by sa malo stať aj súčasťou vypracovávania štúdie uskutočniteľnosti projektu, alebo aj pri procesoch EIA.

Zmenu klímy a jej vplyvy je potrebné zakomponovať, ako **jeden z faktorov povoľovania** developerských a ďalších projektov a to už do zadania spracovania samotného projektu, do štúdie uskutočniteľnosti i do posúdenia vplyvov na životné prostredie. Pri dodržiavaní takéhoto postupu by sa nemalo stať, že sa povolia a realizujú investičné zámery v rozpore s adaptačnými opatreniami/adaptačným plánom, zámery ohrozujúce ľudské i prírodné systémy a zvyšujúce vplyvy zmeny klímy (napr. budovanie lyžiarskych stredísk v nízkej nadmorskej výške pri zvyšovaní teplôt, znižovaní množstva vody, znižovaním počtu dní so snehovou pokrývkou, alebo projekty s veľkým rozsahom výrubu drevín, projekty s veľkými nepriepustnými plochami – parkoviská, výrobné plochy, sklady a pod.).

Obec/mesto je stavebným úradom a v súlade so zákonom o územnom plánovaní a stavebnom poriadku vydáva **záväzné stanoviská** k príprave

a realizácii investícií, k umiestňovaniu budov, prevádzok v území.

Záväzné stanovisko obce/mesta je na účely konaní podľa tohto zákona stanovisko, vyjadrenie, súhlas alebo iný správny úkon dotknutého orgánu, uplatňujúceho záujmy chránené osobitnými predpismi, ktorý je ako záväzné stanovisko upravený v osobitnom predpise. Obsah záväzného stanoviska je pre správny orgán v konaní podľa tohto zákona záväzný a bez zosúladenia záväzného stanoviska s inými záväznými stanoviskami nemôže stavebný úrad vo veci rozhodnúť (§ 140b Zák. č. 50/1976 Zb.). **„Adaptačné posúdenie“ zámerov by sa malo stať štandardným postupom a súčasťou týchto záväzných stanovísk v územnom konaní.** Podmienky uvedené v záväznom stanovisku mesta/obce by sa tak mali stať súčasťou podmienok územného rozhodnutia a následne i stavebného povolenia.

5.2.4 Finančné nástroje

5.2.4.1 Miestne dane a poplatky

Miestne dane upravuje predovšetkým zákon č. 582/2004 Z. z. o miestnych daniach a miestnom poplatku za komunálne odpady a drobné stavebné odpady. Uvedený zákon zahrňuje miestne dane:

- daň z nehnuteľností,
- daň za psa,
- daň za užívanie verejného priestranstva,
- daň za ubytovanie,
- daň za predajné automaty,
- daň za nevýherné hracie prístroje,
- daň za vjazd a zotrvanie motorového vozidla v historickej časti mesta,
- daň za jadrové zariadenie,
- miestny poplatok za komunálne odpady a drobné stavebné odpady,
- daň z motorových vozidiel.

Prakticky všetky dane či poplatky (s výnimkou dane za psa, nevýherné hracie prístroje či za jadrové zariadenie) môžu byť využité pre presadzovanie cieľov adaptácie na zmenu klímy v prípade, že má obec/mesto jasne definovanú a schválenú adaptačnú stratégiu s cieľmi a adaptačnými opatreniami na vplyvy zmeny klímy.

Správu dane z nehnuteľností vykonáva obec, na ktorej území sa nehnuteľnosť nachádza a správu u ostatných hore uvedených miestnych daní a poplatku vykonáva taktiež obec, ktorá ich na svojom území zaviedla (okrem správy dane z motorových vozidiel) a výnos z nich, vrátane pokuty a sankčného úroku sú príjmom rozpočtu obce. Z tohto hľadiska je to **silný finančný nástroj na ovplyvňovanie správania sa subjektov na území obce**, a to nielen zvýšením daní či poplatkov pre tých, ktorí sa správajú nezodpovedne a neuplatňujú princípy a ciele adaptácie na zmenu klímy, ale aj možnosťou ich zníženia v prípade ich dôsledného napĺňania.

Zníženie alebo odpustenie poplatku zákon upravil v § 82 ods. 1 písm. a) a b) a zároveň splnomocnil správcu poplatku podľa ods. 4 zákona o miestnych daniach upraviť prípady na zmiernenie alebo odstránenie tvrdosti zákona na základe všeobecne záväzného nariadenia.

Znížiť alebo odpustiť poplatok je možné aj podľa ustanovenia § 83 zákona, ktoré umožňuje správcovi poplatku uviesť ďalšie prípady, kedy je možné žiadať o zníženie alebo odpustenie poplatku. Predmetné ustanovenie zároveň splnomocňuje obec, aby spôsob a lehotu na uplatnenie zníženia alebo odpustenia poplatku ustanovila vo všeobecne záväznom nariadení. Ak obec upraví lehotu na zníženie alebo odpustenie poplatku vo všeobecne záväznom nariadení, poplatníci sú oprávnení v uvedenej lehote požiadať správcu poplatku o zníženie alebo odpustenie poplatku.

Možno to ilustrovať nasledujúcim príkladom: Adaptačná stratégia v danom meste má identifikovaný ako kľúčový dopad zmeny klímy na mesto vlny horúčav. Definované opatrenia na ich zmiernenie sú napr. budovanie zelených striech, resp. striech s odrazivým povrchom, vysádzanie vertikálnej zelene na južných a juhozápadných stenách budov, maximálna náhrada nepriepustných plôch a plôch bez stromovej zelene na priepustné a zelené, alebo zavedenie čo najviac vodných prvkov do obytných štvrtí. To všetko vyvoláva kumulatívny efekt ochladzovania nielen samotných budov, ktoré opatrenia implementovali, ale aj širšieho okolia, z čoho profitujú aj tí, ktorí sa klimaticky priateľsky nesprávajú, ale na ochladzovanie svojho prostredia používajú povedzme klimatizáciu (ktorá naopak okolité prostredie otepľuje).

Skupine vlastníkov nehnuteľností, ktorí sa správajú v zmysle adaptačných cieľov obce/mesta by mohla samospráva znížiť daň z nehnuteľnosti, pretože nekonajú len vo svojom, ale aj vo verejnom záujme. Prípadné výpadky z takéhoto príjmu, by si mohla obec kompenzovať zvýšením daní pre tých, ktorí konajú v rozpore s prijatými adaptačnými cieľmi/adaptačnou stratégiou.

5.2.4.2 Miestny grantový program

V prípade grantového programu sa jedná o poskytnutie nenávratného finančného príspevku zo zdrojov miestnej samosprávy subjektom, ktoré sú podľa pravidiel grantového programu oprávnené dostať takýto grant. Grantový program, okrem poskytnutia financií, môže ponúkať aj technickú asistenciu (napr. vzdelávanie tých, ktorí sa chcú uchádzať o granty). Podmienky či kritériá pre udelenie grantu musia byť jasne formulované, sprístupnené s dostatočným predstihom a návrhy transparentne vyhodnotené.

V prípade otvorenia miestneho grantového programu zameraného na napĺňanie cieľov v oblasti adaptácie na zmenu klímy je potrebné, aby:

- odmenené projekty neboli jednorazové iniciatívy a tematicky či plošne veľmi rozptýlené,
- boli naozaj účinné,
- bolo jasne prepojenie medzi cieľmi a aktivitami miestnej samosprávy a daným projektom,
- aby odmenené a realizované projekty mohli slúžiť na motiváciu ostatných.

5.2.4.3 Dotácie ako účelovo viazané prostriedky

Miestna samospráva môže poskytnúť na realizáciu adaptačných opatrení inými subjektmi tzv. dotáciu. Poskytnuté finančné prostriedky z rozpočtu samosprávy sú v takom prípade účelovo viazané na realizáciu nejakej aktivity právnym subjektom, ktorý nielenže má takúto činnosť už vo svojom portfóliu, ale je schopný ju vykonávať priebežne a v zodpovedajúcej kvalite. Prijímateľ dotácie sa musí zaviazať nielen, že ju použije v zmysle § 19 ods. l a 3 zákona č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy, ale aj, že použije finančné prostriedky na dosiahnutie merateľných cieľov a podľa schválených položiek štruktúrovaného rozpočtu.

Ako príklad je možné uviesť dotácie školám či iným inštitúciám realizujúcim vzdelávanie, ktoré by v rámci cieľov adaptácie realizovali vzdelávanie či zvyšovali informovanosť o zmene klímy, jej dopadoch na miestny rozvoj o opatreniach na zmiernenie dopadov či o správnom správaní sa, aby sa predchádzalo klimatickým rizikám (vrátene vydávania osvetových a náučných materiálov).

Dotovanie takýchto subjektov, či takýchto činností je jednoznačne efektívnejšie, ako keby to realizovala miestna samospráva sama.

5.2.4.4 Súkromno-verejné partnerstvo (PPP)

Orgány verejnej správy majú povinnosť zabezpečovať verejnú infraštruktúru a poskytovať kvalitné verejné služby. Stoja pritom bežne pred rozhodnutím, či túto povinnosť vykonajú vo vlastnej réžii, alebo touto úlohou poveria súkromnú firmu alebo konzorcium firiem. Práve verejno-súkromné partnerstvá alebo public-private partnerships (PPP) sa ukazujú často ako vhodné riešenie.

O PPP sa na Slovensku zatiaľ hovorí hlavne v súvislosti s diaľničnými projektmi, no postupne sa aj u nás táto metóda rozširuje do ďalších oblastí. V podstate PPP na Slovensku prebieha už dlhé roky v oblastiach, ktoré sú priamo či nepriamo spojené s adaptáciou na vplyvy zmeny klímy, ako napríklad vodné a energetické hospodárstvo alebo technické služby miest a obcí. I keď sa tieto projekty málokedy pomenúvajú ako PPP, spĺňajú znaky projektov verejno-súkromného partnerstva.

Základnou ideou verejno-súkromných partnerstiev je rozsiahlejšie využitie súkromného sektora (hlavne jeho možnosť financovať a schopnosť efektívne hospodáriť) pri zabezpečení verejných služieb, pričom ale nedochádza k trvalému prechodu rozhodovania alebo vlastníctva na súkromného partnera.

PPP je teda spôsob, akým verejný sektor prostredníctvom súkromnej spoločnosti zabezpečuje poskytovanie verejnej služby v takej kvalite a za takých špecifických podmienok, ktoré sledujú obecný záujem. V praxi realizácia formou PPP obvykle znamená, že určitú verejnú investíciu alebo verejnú službu nebuduje, neprevádzkuje a neposkytuje priamo verejný sektor (obec), ale súkromný sektor.

V oblasti realizácie adaptačných cieľov a adaptačných opatrení takéto partnerstvo má hlavne dva aspekty. Prvý spočíva v tom, že nárazové financovanie náročnejších adaptačných opatrení sa môže deliť medzi verejný a súkromný sektor (ak tento neskôr – v strednodobom či dlhodobom horizonte svoj vklad môže so ziskom dostať späť, ale medzitým už adaptačné opatrenie plní svoj účel), napr. výstavba záchytného poldra. Na strane druhej môže dôjsť k dohode medzi verejnou správou a súkromnou firmou v tom, že ak táto (napr. vodárne a kanalizácie) sa bude správať v zmysle adaptačných cieľov (napr. odporúčať a robiť opatrenia, aby sa vodou šetrilo na úkor svojho zisku) môže verejná správa mu umožniť nárast cien vody, aby si čiastočne kompenzoval stratu zisku. V konečnom dôsledku by sa splnil cieľ, aby sa zachovávali zdroje pitnej vody a zásobovanie aj v čase dlhých súch.

6 Adaptačné opatrenia v sídelnom prostredí

Vzhľadom k tomu, že existuje veľké množstvo adaptačných opatrení pre sídelné prostredia a nie je ich možné všetky zahrnúť do tejto publikácie, výber popísaných adaptačných opatrení v sídelnom prostredí vychádza z nasledujúcich kritérií:

- Opatrenie sa bude realizovať prioritne v intraviláne obce/mesta
- Náklady na opatrenia sú zvládnuteľné do značnej miery z interných či externých zdrojov obce/mesta
- Opatrenia sú manažérsky a technicky zvládnuteľné prevažujúco na úrovni obce/mesta

Opatrenia sú zoskupené podľa hlavných vplyvov zmeny klímy na Slovensku

1. Častejší výskyt (vĺn) horúčav
2. Zvýšenie priemerných ročných teplôt
3. Častejší výskyt sucha
4. Zvýšenie častosti výskytu intenzívnych zrážok
5. Častejší výskyt silných vetrov a víchric

Jednotlivé opatrenia pre každý vplyv zmeny klímy sú rozdelené na opatrenia realizovateľné na budovách a na opatrenia realizovateľné na verejných priestranstvách.

Samotný popis každého opatrenia zahŕňa všeobecnú charakteristiku opatrenia, jeho účinnosť, rámcovo stanovené náklady na jeho realizáciu a opis neklimatických prínosov opatrenia. Keďže sa jedná o publikáciu, ktorá je hlavne určená voleným a výkonným pracovníkom obecných a mestských samospráv a ďalším kľúčovým rozvojovým aktérom v území, a nie je určená sektorovým špecialistom, detailnosť popisu bola zvolená tak, aby

- zástupcovia samospráv boli jednak schopní sa orientovať v adaptačných opatreniach, aby
- im to pomohlo pri výbere adaptačného opatrenia, aby
- vedeli zostaviť zadanie pre realizáciu adaptačného opatrenia a viesť kvalifikovanú diskusiu s realizátormi opatrení, a tiež, aby
- im to bolo nápomocné pri získavaní zdrojov na realizáciu vybraného adaptačného opatrenia.

6.1 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt (vĺn) horúčav

Verejné priestranstvá

Hlavné princípy adaptačných opatrení, ktoré je potrebné realizovať na zmiernenie vĺn horúčav sú založené na *ochladzovaní* prostredníctvom evapotranspirácie vegetácie (výdaj vody z povrchu rastlín), evaporácie (vyparovania) z povrchov, *tienení*, *využívaní vodných prvkov* na verejných priestranstvách, *používaní povrchových materiálov s nižšou absorpciou slnečného žiarenia* a pod.

6.1.1 Ochladzovanie prostredníctvom vegetácie a zvyšovanie podielu plôch s nižšou absorpciou

6.1.1.1 Výsadba stromov

Výsadba stromov na verejné priestranstvá, do uličných stromoradí, na parkoviská, do sadovnícky upravených plôch a pod. patrí k základným „zeleným“ adaptačným opatreniam. Sídelné prostredie je však silne pozmenené a pre "normálny" rast a vývoj stromov mimoriadne nepriaznivé (od znečisteného ovzdušia, nedostatku vlahy až po limitujúci priestor na rozvoj koreňovej sústavy či koruny alebo možné poranenia stromu). Z tohto dôvodu je potrebné stromy obnovovať a používať vo zvýšenej miere aj nepôvodné (introdukované) druhy. Kvôli vytvoreniu vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov je základnou podmienkou zabezpečenie dostatočného priestoru prekorenenia (priestor, kde bude strom rozvíjať svoju koreňovú sústavu, t. j. koreniť). Toto je možné zabezpečiť dostatočnou veľkosťou výsadbovej jamy, ktorá ale závisí aj od

druhu vysadeného stromu. Pre vzrastom väčšie stromy by boli vhodné až 8–10 m3 výsadbové jamy, čo je v priestorovo stiesnených podmienkach uličných stromoradí veľmi problematické. V priestore pre prekorenenie stromu, ktorý má byť následne plne pochôdzny, je potrebné realizovať úplnú výmenu substrátu za špeciálny stromový substrát odolný voči zhutneniu. V prípade zadláždenia, resp. nepriepustného povrchu okolitého priestoru je potrebné využiť aj ďalšie technológie, umožňujúce dobrý vývin koreňovej sústavy (napr. DeepRoot, Silva Cells, prevzdušňovacie sondy a iné).

Pre výsadbu na parkoviskách je potrebné uplatňovať a dodržiavať STN 736110/Z1, ktorá určuje na každé 4 parkovacie miesta 1 strom.

Účinnosť

Aktívne chladenie je založené, ako už bolo spomenuté, hlavne na princípe vyparovania (evaporácie) vody. Vegetácia ochladzuje prostredie aj vďaka svojmu nízkemu albedu (miere odrazivosti), spotrebou energie na proces fotosyntézy a u vyšších drevín aj tienením (viac v *kapitole 6.1.2 Tienenie*).

Chladiaci efekt vegetácie sa dá pomerne jednoducho vysvetliť za pomoci fyziky: na premenu jedného litra vody na vodnú paru je potrebné približne 2,5 MJ, čo je 0,69 kWh. Stromy transpirujú cez svoje prieduchy vodu, ktorú premieňajú na vodnú paru odoberaním tepelnej energie z okolia. Ich "chladiaci výkon" dosahuje hodnoty aj niekoľko sto Wattov na m2. Dá sa teda jednoznačne potvrdiť, že vzrastlý strom, dobre zásobený vodou, chladí svoje okolie výkonom porovnateľným s niekoľkými klimatizačnými jednotkami. Závisí však od prúdenia vzduchu, nakoľko aj menší vánok zmieša okolitý prehriaty vzduch s takto, za pomoci vegetácie ochladeným vzduchom.

Podľa výskumov podiel vody, ktorá sa za pomoci transpirácie dostane do ovzdušia, je naozaj obdivuhodný. U dospelého listnatého stromu sa uvádza aj okolo 300 l za deň napr. pre dospelú jabloň to činí výpar 65–140 l vody počas letného dňa, dospelá breza môže za vegetačné obdobie odpariť až 7 000 l vody. V súlade s popísanou účinnosťou chladenia sa teda jedná nielen o zvlhčenie vzduchu, ale aj výdatné aktívne ochladzovanie.

Hore popísaný jav však prebieha len za predpokladu, že stromy majú dostatok vlahy, v opačnom prípade, a to osobitne u druhov dobre znášajúce sucho, prestáva výmena plynov a chladiaci efekt je ďalej len vďaka tieneniu. Uzatvorenie prieduchov na listoch spôsobuje zvýšenie listovej teploty (Leizinger et all.). V tejto súvislosti vykazujú rozdiely v účinnosti stromy vysadené do spevnených plôch, alebo ktoré majú zhutnenú pôdu v koreňovej mise, pred stromami v rastlom teréne, resp. v trávniku. Tento rozdiel je daný faktom, že zvýšená okolitá teplota nad spevnenými povrchmi vedie k zvýšenej transpirácii.

Za zmienku v tejto súvislosti stojí aj výskum rastu ozdobnej hrušky (*Pyrus calleryana*, Chanticleer) ktorý sa robil počas obdobia 6 rokov v britskom meste Manchester (Rahman et all, 2011). Nielenže stromy v nespevnenom teréne, resp. stromy vysadené do špeciálneho „stromového" subtrátu („Amsterdam soil") rástli 2-krát rýchlejšie ako stromy v spevnených plochách a so zhutneným substrátom, ale aj ich chladiaci účinok bol asi 5-krát vyšší (evapotranspiračný potenciál bol až 7 kW).

Avšak nielen samotný strom je možné si predstaviť ako samostatnú „klimatizačnú jednotku". Premena krajiny, teda zmena nezastavaného územia na zastavané má obdobný efekt. Zástavba jedného hektára kvalitnej pôdy s vysokou retenčnou kapacitou cca 4 800 m3 vedie k výraznému poklesu evapotranspirácie. Energia potrebná na vyparenie takého množstva vody zodpovedá energii, ktorú za rok spotrebuje približne 9 000 mrazničiek, teda asi 2,5 milióna kWh.

Z pohľadu účinnosti zmiernenia letných horúčav je ešte potrebné dodať, že stromy v plnom olistení absorbujú 70–90 % slnečného žiarenia v lete a 20–90 % v zime (rozdiel je hlavne v listnatých opadavých stromoch). Vhodne vysadené stromy pri budovách predstavujú zhruba úsporu 2 % na vykurovaní. Zelené plochy zvyšujú vlhkosť vzduchu (v priemere sa udáva hodnota 5 až 7 %).

Ochladzovací efekt však závisí nielen od pomeru a kvality vegetácie, ale aj od umiestnenia zelene v rámci sídla, charakteru okolitej zástavby, členitosti terénu a i. Na základe viacerých zdrojov vo všeobecnosti možno povedať, že rozdiel teplôt napr. medzi plochami zelene a zastavaným územím bol v priemere od 0,94 °C do 2,26 °C. Leizinger et all. namerali teploty pri skupinke stromov od 24–29 °C, zatiaľ čo teplota na ulici bola 37 °C a na streche budov 45 °C.

Náklady

Náklady na realizáciu opatrenia sa vzťahujú k náročnosti a rozsahu prác, požiadavkám na sadbový materiál, druhom stromov, ich veľkostným parametrom, potrebnej výmene substrátu, ďalších technickým opatreniam, doprave, následnej starostlivosti a zálievke. Pred samotnou výsadbou sa odporúča mať k dispozícii jednostupňový vykonávací projekt, ktorého súčasťou sú aj výkazy výmer a rastlinná špecifikácia, ako aj rozpočet podľa platných cenníkov. V sídlach sa odporúča vysádzať vzrastlé jedince, ktorých cena sa pohybuje (v závislosti od druhu a kultivaru) od 50 EUR aj nad 1 000 EUR. Náklady sú spojené aj s výkopom

výsadbovej jamy, osobitne v závislosti, či strom sadíme na miesto, kde už bola výsadbová jama predtým, alebo do rastlého terénu, alebo do nepriepustného povrchu (asfalt, betón), kedy je potrebné počítať aj s nákladmi za odvoz na skládku. Ďalšie náklady môžu byť spojené s výmenou zeminy, pomocným materiálom, prípadne s technickými zariadeniami umožňujúcimi dobrý vývin koreňovej sústavy a pod. V historickom alebo silne atakovanom prostredí sa výsadbová jama prekrýva ozdobnou mrežou s dostatočne veľkým otvorom pre rast kmeňa, ako aj ochranou mrežou okolo kmeňa. Stromy, kvôli rozličným obmedzeniam – napr. popri komunikáciách, je potrebné pravidelne orezávať.

Zároveň je potrebné vziať do úvahy náklady spojené s údržbou zelene, ktoré sú v priemere nasledovné:

- Kosenie: 0,07–0,12 EUR/m^2
- Hrabanie: 0,07–0,12 EUR/m^2
- Výsadba kríku: od 1,50 EUR
- Výsadba stromu: od 45 EUR
- Dovoz vody: 25 EUR/m^3
- Polievanie: 7 EUR/m^2

Ceny rezu stromov:

- výchovný rez: 10–35 EUR
- zdravotný rez: 50–500 EUR
- bezpečnostný rez: 40–300 EUR

Neklimatické pozitíva a negatíva

Viaceré vysádzané nepôvodné druhy drevín sa, aj v súvislosti so zmenou klímy, začínajú chovať invazívne. V zastavaných centrách miest je často problém s existujúcimi inžinierskymi sieťami, ktoré neumožňujú výsadbu stromov osobitne do uličných stromoradí. Tento problém je možné sčasti eliminovať používaním ochranných fólií proti prekoreneniu a poškodeniu sietí. Dôležité je aj dôsledne chrániť stromy pred poškodením. Osobitne v tejto súvislosti je potrebné upozorniť na poškodenia pri nesprávnom orezaní a stavebnej činnosti. Pri údržbe zelene v sídlach je potrebné dodržiavať slovenskú technickú normu *STN 83 7010 Ošetrovanie, udržiavanie* a *ochranu stromovej vegetácie*, ktorú vydal Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava. Táto technická norma zahŕňa všetky úkony vhodnej starostlivosti o stromy, počnúc výsadbou. Problematika rezu stromov je detailne rozpracovaná aj v arboristickom štandarde „Rez stromov“.

Neklimatických pozitív výsadby stromov je pomerne veľa. Pozitívny vplyv na znižovanie prašnosti a ich hygienický účinok je popísaný v *podkapitole 6.1.1.2 Vegetačné stredové deliace pásy*. Nemenej významný je aj estetický a rekreačný účinok, ako aj podpora biodiverzity, nakoľko stromy, ako aj vegetácia vo všeobecnosti poskytuje hniezdne možnosti, zdroje potravy a pod. pre celé spektrum fauny.

Obr. 5: Uličné stromoradie zabezpečí príjemnú pocitovú pohodu aj v letných mesiacoch



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [1], [2], [3], [4], [5], [6]

6.1.1.2 Vegetačné stredové deliace pásy

Vegetačné stredové deliace pásy sú súčasťou tzv. cestnej zelene. Majú veľký význam pri „ozeleňovaní“ miest, ako aj možnej úprave mikroklimatických pomerov, osobitne v prípade výsadieb skupín stromov a krov. Avšak, rovnako ako pri výsadbe stromov, aj tu je prítomný problém s existujúcimi inžinierskymi sieťami a potrebou zabezpečenia ich ochranných pásiem. O cestnej zeleni pojednáva Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (tzv. cestný zákon) v znení neskorších predpisov. V súlade s týmto zákonom o výsadbe, ako aj umiestnení a druhovom zložení rozhoduje daný cestný správny orgán po dohode s orgánom životného prostredia. Uvedený zákon v svojom § 14, ods. 2 pripomína rešpektovanie hľadiska bezpečnosti cestnej premávky.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Vegetačné stredové pásy, ako aj aleje popri komunikáciách majú nesmierny význam aj z hľadiska zabezpečenia kvality mestského ovzdušia.

Kvalita ovzdušia v mestách je rôzna, závisí od aktivít, používaných pohonných látok a používaných priemyselných technológií. Z rôznych technologických procesov, dopravy i bývania sa do ovzdušia dostávajú rôzne plynné chemické zlúčeniny ako oxidy uhlíka, oxidy síry, oxidy dusíka, fluoridy, chloridy, amónne látky, uhľovodíky a pod. Podľa porovnania mestského ovzdušia s otvorenou krajinou je v mestskom ovzduší 10-krát viac prachových častíc, koncentrácia SO_2 je 5-krát vyššia, koncentrácia CO_2 10-krát vyššia, koncentrácia CO je v mestskom ovzduší 25-krát vyššia ako v otvorenej krajine. V 70–80 % sledovaných miest bola aspoň raz prekročená povolená hodnota znečisťujúcich látok

podľa Svetovej zdravotníckej organizácie, napr. pri SO_2 bol rôzny vývoj v západnej a východnej Európe, pozitívne trendy súvisia s prísnymi emisnými normami a tiež s reštrukturalizáciou priemyslu.

Filtračné účinky zelene sú všeobecne známe. Stromová a krovitá vegetácia má priaznivé účinky na čistotu ovzdušia, slúži ako filter pre prachové častice (udáva sa hodnota 20 g prachových častíc na m^2 listovej plochy). Výskumníci z Kolumbijskej univerzity zistili že pomer ochorení na astmu u detí bol 4 až 5-krát nižší u detí žijúcich v mestskom prostredí so stromovými alejami. Stromy na uliciach sú schopné odstrániť oxid siričitý a znížiť obsah tuhých častíc až o 75 %. Najväčší efekt zachytávania prachu a absorpcie cudzorodých látok bol zistený u dvojradu stromov s relatívne vysokou hustotou výsadby. Ale už napríklad aj u samostatne stojacieho stromu sa dohaduje 15–20 % záchyt nebezpečných prachových častíc PM_{10}. Zachytávanie prachových častíc PM v urbánnom prostredí sa javí ako veľmi významné, nakoľko významne ohrozujú zdravotný stav obyvateľov miest. V súlade so správou Svetovej zdravotníckej organizácie nebezpečné prachové častice znižujú priemerný vek života obyvateľov európskych miest zhruba o jeden rok.

Obr. 6: Zatrávnený vegetačný stredový pás by bolo potrebné vysadiť drevinami, čím by sa dosiahol výraznejší mikroklimatický a hygienický efekt



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [7], [8], [9], [10], [11]

6.1.1.3 Vytváranie nových plôch zelene

Rozvoj zelene, osobitne v zastavaných centrách sídiel je často limitovaný už existujúcou zástavbou a inžinierskymi sieťami. Vytváranie nových plôch zelene je možné na tzv. rozvojových plochách, plánovaných pre bývanie, občiansku vybavenosť a pod. Tvorba nových plôch zelene by mala vychádzať z územno-plánovacej dokumentácie a jej generelov (napr. Generelu zelene). Podiel zelene na jednotlivých plánovaných plochách pre výstavbu je potrebné zadefinovať v územnom pláne zóny, resp. už v urbanistickej štúdii. Podiel vegetácie by mal byť vyjadrený ako územný regulatív. Zo zahraničia poznáme viaceré typy regulatívov v oblasti zelene. V oblasti územného plánovania bola problematika tvorby zelene zapracovaná do *metodickej príručky pre obstarávateľov a spracovateľov územno-plánovacej dokumentácie „Štandardy minimálnej vybavenosti obcí“ (aktualizácia, 2010).*

Účinnosť

Zvýšenie podielu zelene o 10 % môže znížiť teplotu v urbánnom prostredí o 3 %**.** Výskum realizovaný v Manchestri ukazuje, že zvýšenie podielu vegetácie o 10 % v tých častiach mesta, kde je tento podiel veľmi nízky, zabezpečí udržanie teploty na úrovni 1961–1990 aj v roku 2080 (Handley, 2010).

Samotný ochladzovací efekt vegetácie na svoje okolie sa prejaví len pri parkoch s dostatočne veľkou rozlohou. Tento efekt je badateľný do vzdialenosti 500 m v závislosti od charakteru okolitej zástavby, pri parkoch s rozlohou viac ako 150 ha to môže byť až do vzdialenosti 1 km. Zjednodušene možno povedať, že veľké plochy zelene ochladzujú aj svoje okolie a tento vplyv je badateľný od okraja parku do vzdialenosti zodpovedajúcej približne jeho rozlohe.

Pri diskusii o účinnosti plôch zelene je potrebné sa zamerať aj na kvalitatívnu stránku a to osobitne na zastúpenie drevín, ktoré má významný vplyv nielen na teplotu danej plochy, ale aj možnosti ochladzovať svoje okolie. Potscher et al. (2006) potvrdil, že v prípade parkov s len malým podielom stromov, resp. len s vysadenými ozdobnými nízkymi rastlinami je teplota rovnaká, ba až môže byť aj dokonca mierne vyššia ako v ich okolí.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [12], [13], [14]

6.1.1.3.1 Premena malých, nevyužitých plôch na pocket parky, alebo komunitné záhrady

V husto zastavaných sídlach existujú možnosti tvorby nových plôch zelene osobitne premenou nevyužitých či nedostatočne využívaných a zanedbaných plôch. V prípade plôch s menšími rozlohami, rozličných prelúk a pod., je možné tieto premeniť na menšie plochy zelene, komunitné záhrady (aj formou dočasných plôch zelene) a pod.

Dôsledné zmapovanie a identifikácia nevyužitých priestorov priamo v zastavanom území sídla, vrátane zistenia vlastníckych vzťahov k týmto nevyžitým pozemkom, je prvým krokom k ich možnej premene na malé parky či komunitné záhrady. Ako príklad môžeme uviesť mapovanie v bratislavskej Mestskej časti Staré Mesto (ktorá je spomedzi ostatných častí Bratislavy veľmi husto zastavaná), pri ktorom sa identifikovalo okolo 52,9 hektára nevyužitého priestoru. Prekvapivo táto rozloha predstavuje v prepočte 5,3 % územia celej mestskej časti a teda aj významný potenciál na dočasné alebo trvalé vytvorenie nových zelených plôch.

Obr. 7: Mobilná záhrada na mieste nevyužívaného pozemku v Bratislave na Sasinkovej



Foto: Michaela Hrnčiarová

Náklady
Okrem nákladov, uvedených v opatrení pri výsadbe stromov je potrebné ďalej ešte počítať s nákladmi na tvorbu peších komunikácií, prvkov malej architektúry (lavičky, smetné koše, prípadne hracie a iné oddychové prvky), vyvýšených záhonov a pod. Pri tvorbe malých „parčíkov" sa odporúča mať k dispozícii jednostupňový vykonávací projekt, ktorého súčasťou sú aj výkazy výmer a rastlinná špecifikácia, ako aj rozpočet podľa platných cenníkov. Pri dočasných plochách zelene a mobilných komunitných záhradách pôjde hlavne o dispozičné riešenie priestoru, osobitne kvôli samotnej prevádzke verejného priestoru. Z dôvodu zapojenia miestnej komunity, ako budúcich užívateľov priestoru, je veľmi vhodné do samotného plánovacieho procesu vtiahnuť zainteresovanú verejnosť prostredníctvom rozličných metód participatívneho plánovania, ktorá si tiež vyžaduje náklady (komunikácia a stretnutia s verejnosťou).

Neklimatické pozitíva a negatíva
V prípade komunitných záhrad pribúdajú pozitíva podpory a budovania miestnej komunity, podpory odolnosti mesta, napr. formou samozásobovania sa potravinami a pod. Nemenej významný je aj estetický, rekreačný účinok, ako aj zdravotný účinok.

6.1.1.3.2 Revitalizácia hnedých plôch (brownfields) na plochy zelene

Brownfields (hnedé polia/plochy) sú nedostatočne využívané, zanedbané a často aj kontaminované nehnuteľnosti (pozemky aj budovy). Tieto nie je možné vhodne a efektívne využívať, bez toho, aby prebehol proces ich regenerácie. Často sú tieto plochy pozostatkom priemyselnej, poľnohospodárskej, rezidenčnej, vojenskej či inej aktivity.

Nakoľko vo viacerých mestách v súčasnosti chýba ucelený funkčný systém v oblasti zelene, je preto dôležité chápať možnosť transformácie brownfields ako cennú príležitosť pre riešenie problematiky zelene v meste nielen v zmysle vytvárania nových plôch zelene, ale aj ako možnosť zvýšenia prepojenia už existujúcich plôch zelene. Osobitne v zahraničí sa realizovalo viacero priekopníckych projektov predstavujúcich masívnu premenu degradovaného územia na parkové plochy. Ako príklad je možné uviesť oceliarskym a uholným priemyslom degradované územie súčasného Emscher Park, ktorý sa nachádza v údolí Porúria na severozápade Nemecka alebo krajinný park Duisburg Nord, ktorý sa stal ikonou transformácie a opätovného využitia priemyselnej lokality.

Náklady
Pri zakladaní nových plôch zelene z brownfields je potrebné z kontaminovaných plôch odstrániť environmentálne záťaže, čo je samo o sebe finančne mimoriadne náročný proces. Ďalej okrem nákladov, uvedených v opatrení pri výsadbe stromov je potrebné ešte počítať s nákladmi na tvorbu peších komunikácií, prvkov malej architektúry (lavičky, smetné koše, prípadne hracie a iné oddychové prvky), vyvýšených záhonov a pod. Pri tvorbe náročnejších plôch zelene je potrebná viacstupňová projektová dokumentácia od štúdie po vykonávací projekt, ktorého súčasťou sú aj výkazy výmer a rastlinná špecifikácia, ako aj rozpočet podľa platných cenníkov. Do samotného plánovacieho procesu je potrebné vtiahnuť zainteresovanú verejnosť, prostredníctvom rozličných metód participatívneho plánovania, ktorá si tiež vyžaduje určité náklady (komunikácia a stretnutia s verejnosťou).

Neklimatické pozitíva a negatíva
Nemenej významný ako adaptačný efekt, je aj estetický a rekreačný účinok. Stále viac a viac dôkazov poukazuje na to, že jestvujú merateľné zdravotné benefity, ktoré majú svoje korene práve v dostupnosti/blízkosti zelene v oblasti, v ktorej ľudia žijú a pracujú.

Plochy zelene sú dôležité aj pre zdravie, pretože:

- umožňujú kontakt s prírodou, podporujú regeneráciu zo stresových situácií a sú prospešné pre duševné zdravie a pomáhajú zlepšiť správanie a pozornosť detí,
- podporujú fyzickú aktivitu ľudí.

Viaceré štúdie dokázali priamy vplyv medzi zdravím obyvateľstva, úrovňou fyzickej aktivity a dostupnosťou verejných priestorov. Napríklad štúdie ôsmich európskych miest ukazujú, že ľudia, ktorí žijú v oblastiach s bohatou zeleňou, sú s trojnásobne vyššou pravdepodobnosťou fyzicky aktívni a bude sa u nich vyskytovať o 40 % nižšia nadváha alebo obezita, ako u takých, ktorí takúto možnosť nemajú. Žiaci, ktorí majú prístup alebo dokonca výhľad na prírodné prostredie, vykazujú vyššiu úroveň pozornosti ako deti, ktoré túto možnosť nemajú. Zaujímavý výskum bol realizovaný výskumníkmi z Research, Landscape and Human Health Laboratory, z Univerzity v Illinois, ktorí dospeli k záverom, že výhľad z okna

na zeleň pomáha dievčatám v pubertálnom veku k sebadisciplíne.

Ekonomický benefit vyplývajúci z kvalitných verejných priestorov je nesporný a tiež dokázaný viacerými štúdiami. Napríklad CABE (2004) vo svojej štúdii „Rastú peniaze na stromoch?“ (Does Money Grow on Trees?) dokazuje, že plochy zelene zvyšujú hodnotu ostatných nehnuteľností.

Viaceré výskumy prekvapivo dokázali priamy súvis medzi upravenými verejnými priestormi osobitne s vysadenou vegetáciou a stromami a poklesom kriminálnych činov.

6.1.1.3.3 Premena betónových a asfaltových parkovísk a budovanie nových zelených plôch

„Zelené“ parkoviská môžu byť vybudované napr. za pomoci polovegetačných tvárnic, ktoré pozostávajú zo vzájomne spojených prvkov obsahujúcich prázdne otvory pre rast trávy. Osobitne pre príjazdové cesty (menej používané), ale aj parkoviská s menej intenzívnou prevádzkou je možné vybudovať štrkový trávnik. Polovegetačné tvárnice môžu byť vyrobené z betónu alebo z plastov. Kamenné alebo pieskové podložie pod dielcami slúži pre účely drenáže. Premenou plôch parkovísk s asfaltovým, resp. betónovým povrchom na priepustné, čiastočne zelené plochy sa okrem vplyvu na zníženie teploty bezprostredného okolia parkoviska ešte aj zabezpečí priepustnosť pre zrážkovú vodu.

Účinnosť

Účinnosť vegetácie (zavlažovaných a nezavlažovaných trávnikov) je popísaná v rámci iných opatrení (napr. v *podkapitole 6.1.1.4 Zvýšenie počtu parkov plniacich funkciu „chladnejších ostrovov“*, v *kapitole 6.4* pri vplyve zmeny klímy *Zvýšenie častosti intenzívnych zrážok*, ako aj v *podkapitole 6.1.1.7 Zmena povrchov komunikácií a iných spevnených plôch na svetlé, resp. odrazivé*). V prípade účinnosti na zmiernenie horúčav môžeme vychádzať z výskumov, ktoré boli realizované na trávnatých plochách. Osobitne závisí aj od toho, či je parkovisko zatienené, alebo nie, resp. od stavu vlahy v pôdnom substráte. V prípade zatienenia a dostatku vlahy je efekt podstatne vyšší. Ca et al. (1998) nameral 2 °C rozdiel medzi zaasfaltovaným parkoviskom a zatrávnenou plochou.

Obr. 9: Parkovisko v Bratislave z betónových vegetačných tvárnic



Foto: Zuzana Hudeková

Náklady

Stavebné náklady vrátane pokládky pre štrkové trávnaté parkovisko sa pohybujú cca 15–25 EUR za m^2, pričom podiel zelenej plochy je okolo 30 %.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Neklimatických pozitív zelených parkovísk je viacero. Pozitívny vplyv na znižovanie prašnosti a ich hygienický účinok je popísaný pri opatrení v *podkapitole 6.1.1.2 Vegetačné stredové deliace pásy*. Zelené parkoviská v sídelnom prostredí majú aj estetickú funkciu.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27]

Obr. 8: Príkladom zo Slovenska môže byť územie bývalej rafinérie Apollo v Bratislave – s projektom Eurovea vznikla nová plocha zelene s nábrežnou promenádou



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.1.4 Zvýšenie počtu parkov plniacich funkciu „chladnejších ostrovov“

Uvedené opatrenie spočíva v zvýšení kvality už existujúcich plôch zelene. Viaceré prieskumy ohľadom hodnotenia zelene, osobitne jej dostatku v sídelnom prostredí, poukázali na paradox, že aj keď je objektívne v danom sídle dostatok zelených plôch, ale táto nie je primerane funkčná, samotní obyvatelia hodnotia stav zelene negatívne. Je to spôsobené faktom, že (a to sa osobitne týka plôch sídliskovej zelene) plochy zelene často nemajú dostatočnú atraktivitu a nie sú vytvorené podmienky na krátkodobý pobyt pre svojich používateľov z radov obyvateľov. V tomto prípade je teda potrebné ísť cestou skvalitňovania existujúcich plôch verejnej zelene. Výsadba a dosadba stromov, kerových a trvalkových partií, doplnenie plôch zelene o patričný mobiliár (lavičky v tieni stromov, malé vodné prvky, ktoré prilákajú deti, fontánky s pitnou vodou) prinesú nielen žiadanú estetickú hodnotu, ale aj ich funkčnosť ako plochy pre zvýšenie adaptívnej kapacity osobitne zraniteľných skupín obyvateľstva.

Účinnosť

Účinnosť vegetácie je popísaná v úvodnej časti tejto kapitoly. Výskum v roku 2007 v Bratislave ukázal, že rozdiel teplôt v rámci sídla v tom istom čase je naozaj markantný, od 29,87 °C v lužnom lese po 42,06 °C v areáli služieb, pri obchodnom centre Aupark. Zistený maximálny teplotný rozdiel medzi teplotou vzduchu na trávniku a pod samostatne stojacim, solitérnym stromom (meranie na úrovni terénu) bol až 14,6 °C. Prekvapujúco vysoké boli hodnoty teploty vzduchu na samotnom trávniku (Reháčková, T. – Pauditšová, E., 2006), ktoré boli v niekoľkých prípadoch porovnateľné ako teploty vzduchu namerané na asfaltových plochách (cesta a parkovisko).

Obdobným výskumom sa zaoberali aj v austrálskom meste Port Phillip, kde si celé územie mesta rozdelili podľa percentuálneho zastúpenia vegetácie na štvorce s rozmermi 30×30 m. Výsledky opätovne potvrdili zaujímavú koreláciu, ktorú už naznačil aj výskum v Bratislave. Na teplotu má vplyv nielen množstvo a zastúpenie vegetácie, ale aj plochy, ktoré sa v období letných horúčav vysoko prehrievajú, kam patria aj nezavlažované trávnaté plochy vegetácie v období sucha.

So zvyšovaním priemernej ročnej teploty vzduchu narastajú evapotranspiračné požiadavky na vodu. Periódy sucha sa v letných mesiacoch predlžujú, takže dreviny často trpia v mestskom prostredí nedostatkom vody. Stres zo sucha sa stáva prvoradým abiotickým stresovým faktorom, limitujúcim nielen rast a vývoj stromov, ale aj jeho schopnosť evapotranspiráciou ochladzovať okolie. Z tohto dôvodu je veľmi dôležité v čase letných horúčav v maximálne možnej miere zabezpečiť dostatok vlahy a to samozrejme najlepšie formou riešenia zrážkovej vody vsakom v mieste jej dopadu, resp. jej zachytenia a následného využitia na zavlažovanie vegetácie.

Toto opatrenie je súčasťou zvyšovania adaptívnej kapacity obyvateľstva, teda možnosťou nájsť dočasné „útočište“ pred veľkými horúčavami, hlavne v čase kedy sú horúčavy najväčšie. I keď tieto parky sú hlavne dostupné pre obyvateľov žijúcich či pracujúcich v ich blízkosti (do 500 m, či do 10 min. chôdze), často môžu byť využívané aj obyvateľmi z väčšej vzdialenosti, napr. dôchodcami či mamičkami na materskej dovolenke.

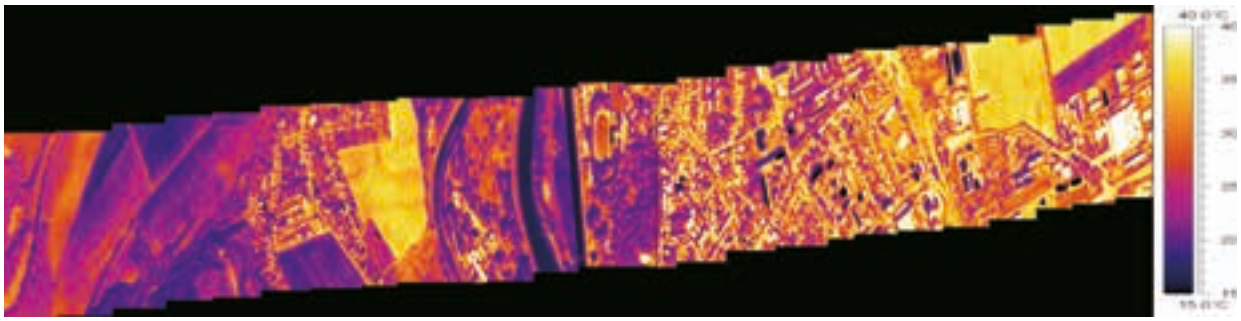
Obr. 11: Park má nesmierny význam pre zdravie obyvateľstva



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [28], [29], [30], [31]

Obr. 10: Za pomoci termovíznej kamery zalietané územia – ukážka rozdielnosti teplôt v závislosti na type štruktúry mestskej krajiny, povrchu a množstva zelene



Zdroj: REC Slovensko, 2007

6.1.1.5 Aplikácia pásiem vegetácie do priemyselných zón, dopravných uzlov

Uvedené opatrenie je potrebné riešiť hlavne na úrovni ÚPN sídla, napr. formou vyčlenenia plôch vo funkcii „ochranná a izolačná zeleň“. V opačnom prípade, často už nie je vhodná územná rezerva na tvorbu hygienických pásiem zelene, napriek tomu, že majú nesmierny význam, osobitne z hľadiska zabezpečenia kvality ovzdušia a je potrebné nachádzať alternatívne riešenia (napr. vertikálna zeleň).

Neklimatické pozitíva a negatíva

Osobitný význam má zachytávanie prachových častíc a iných prvkov znečistenia ovzdušia prostredníctvom vegetácie, ktoré bolo popísané pri opatrení v *podkapitole 6.1.1.2 Vegetačné stredové deliace pásy*. Nezanedbateľná je aj funkcia znižovania hladiny hluku v mestskom prostredí, rovnako ako aj znižovanie rýchlosti vetra. Zmiernenie hluku môže predstavovať až 30 dB na 100 metrov.

Obr. 12: Pásmo hygienickej zelene okolo priemyselných prevádzok

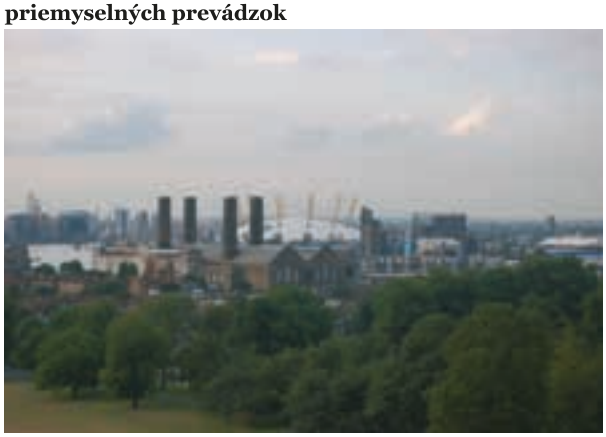


Foto: Zuzana Hudeková

6.1.1.6 Obnova a rozvíjanie plôch zelene vo vnútroblokoch

Zeleň vo vnútroblokoch patrí medzi typ “poloverejnej”, resp. vyhradenej zelene, nakoľko je síce verejne prístupná bez obmedzenia, avšak je často vnímaná ako vlastníctvo okolitých obyvateľov, ktorí ju užívajú. V tomto prípade je často potrebné zdôrazniť spoločenskú funkciu zelene, ale aj sociálnu funkciu zelene. Cieľom vnútroblokovej zelene by teda mal byť nielen krátkodobý oddych, ale aj tvorba miestnej komunity obyvateľov, ktorí rozhodujú o jej využívaní. V žiadnom prípade nie je vhodné pristúpiť na budovanie, či rozširovanie parkovacích miest, ale naopak na zlepšenie funkčnosti tejto plochy zelene prostredníctvom uplatnenia a vybudovanie prvkov na spríjemnenie pobytu (výsadba a dosadba stromov a kerových a trvalkových partií, doplnenie plôch zelene o patričný mobiliár ako sú lavičky v tieni stromov, malé hracie prvky, fontánky s pitnou vodou).

Výsadba vo vnútroblokoch by mala byť v súlade s architektúrou bytového domu a charakterom okolia. Ako bolo spomenuté, odporúča sa použiť na výsadbu trvalky, okrasné trávy, kry a menšie dreviny (prednostne aj také, ktoré je možné tvarovať). Záleží na možnostiach, aké sú k dispozícii nielen pri samotnej výsadbe, ale hlavne pri údržbe vnútrobloku. Rozhodne nie je vhodné vysádzať do plochou obmedzenej vnútroblokovej zelene stromy, ktoré dorastajú do veľkých rozmerov – tie môžu prekážať prílišným tienením a svojou koreňovou sústavou môžu nevhodne pôsobiť na základy stavby či na spevnené plochy (ak k tomu dochádza, je možné požiadať orgán ochrany prírody o súhlas na výrub stromu podľa zákona č.543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny).

Obr. 13: Príklad vnútroblokovej zelene



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 14: Príklad málo atraktívnej vnútroblokovej zelene, ktorá neposkytuje možnosti aktívnejšej krátkodobej rekreácie



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 15: Príklad málo atraktívnej vnútroblokovej zelene, ktorá neposkytuje možnosti aktívnejšej krátkodobej rekreácie



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.1.7 Zmena povrchov komunikácií a iných spevnených plôch na svetlé, resp. odrazivé

Zmena povrchov komunikácií a spevnených povrchov na verejne prístupných priestranstvách na svetlé, resp. odrazivé povrchy výrazne prispeje k zníženiu efektu tepelného ostrova mesta. Koeficient SRI (angl. solar reflectance index – hodnota, ktorá udáva schopnosť odrážať slnečné teplo za malého nárastu teplôt) vyjadruje súhrnne okrem odrazivosti aj infračervenú emitanciu. Čierne telesá majú odrazivosť 0,05 a emitanciu 0,9 – SRI index 0; štandardné biele telesá majú odrazivosť 0,8 a emitanciu 0,9 – SRI index 100. Čím je SRI index vyšší, tým má povrch lepšie parametre z hľadiska tzv. chladiaceho efektu.

Jednoduchšie povedané, tmavé spevnené plochy odrážajú len 10 – 20 % slnečného žiarenia, zatiaľ čo svetlé povrchy viac ako polovicu. Odrazivosť sa vyjadruje tzv. albedom, čo je miera odrazivosti telesa alebo jeho povrchu. Tmavé spevnené plochy majú albedo 0,1–0,3, zatiaľ čo svetlé povrchy 0,5–0,9. Asfalt má albedo nižšie ako 0,05, čiže pohltí až 95 % slnečnej energie. Betón má albedo do 0,3. Tmavé farby povrchov spevnených plôch vedú v letnom období počas dňa k ich zvýšenému zahrievaniu a počas noci k vyžarovaniu absorbovaného tepla.

Účinnosť a náklady

Pri návrhu či rekonštrukcii povrchov na verejných priestranstvách je teda potrebné používať environmentálne priaznivejšie riešenia pochôdznych povrchov. Jedná sa teda nielen o jedno z opatrení na hospodárenie so zrážkovými vodami (pozri aj *kapitolu 6.4 Zvýšenie častosti intenzívnych zrážok*), ale aj so zreteľom k faktu prehrievania povrchu. V prípade verejných priestranstiev máme k dispozícii napr.:

- čiastočne priepustné spevnené plochy (farebne svetlé dlažby uložené v pieskovom lôžku či s vyškárovaním pieskom),
- povrch zo zmesí živice a kremičitého štrku (živicou viazané systémy – cca od 44 €/m²),
- použitie priepustného betónu (so zníženým podielom jemných častíc v zmesi, aby sa vytvorili póry) na kamennom lôžku frakcie 3 až 5 cm,
- mlatové povrchy.

Kvalita povrchov verejných priestorov značne prispieva k estetickej kvalite celého verejného priestoru. Uvedené materiály na spevnené plochy majú síce realizačné náklady spravidla o 20 % vyššie než napr. zámková dlažba, na druhej strane však nie je nutné plochu spádovať a odvodňovať a zároveň sa ušetria náklady na stočné.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Kvalita povrchov verejných priestorov značne prispieva k estetickej kvalite celého verejného priestoru.

Obr. 16: Svetlé povrchy výrazne prispievajú k zmierneniu prehrievania sídelného prostredia



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.2 Tienenie

Priame slnečné žiarenie má počas horúčav v zastavanom prostredí výrazne negatívny vplyv na tepelnú pohodu človeka. Priame slnečné žiarenie na človeka posilňuje účinky tepla, urýchľuje výdaj tekutín a môže viesť k slnečnému úpalu. Vplyv priameho slnečného žiarenia na človeka môže zvýšiť radiačnú teplotu až o 25 °C oproti teplote vzduchu a to veľmi asymetricky, čo má výrazný vplyv na tepelnú pohodu (Goulding et al., 1992). Ďalším zdravotným rizikom je UV žiarenie. Najviac chronických zmien sa objavuje v tkanive práve na nezakrytých miestach ľudského tela, ktoré boli vystavené jeho nadmernému pôsobeniu.

Netienené spevnené plochy zhoršujú naviac vplyv horúčav tým, že absorbujú, uchovávajú a neskôr uvoľňujú teplo do okolitého prostredia, čím spôsobujú v urbanizovanom prostredí zvýšenú tepelnú zaťaženosť v porovnaní s okolím, kde sa takéto plochy nenachádzajú. Tento efekt je tým vyšší, čím sú tieto plochy väčšie. Z uvedených dôvodov sú netienené spevnené plochy v mestách hlavnou príčinou efektu mestského tepelného ostrova, zvyšujúc teploty v meste počas horúčav. Asfalt, betón a ďalšie materiály, používané vo výstavbe majú väčšiu tendenciu absorbovať dopadajúce žiarenie, pričom nemajú schopnosť prijímané slnečné žiarenie z časti premeniť na chemickú či inú energiu, ako sa to deje u vyšších rastlín. Navyše tmavá farba komunikácií prehlbuje absorpciu slnečného žiarenia. Prehrievanie prostredia spolupôsobením netienených spevnených povrchov (oproti zatienenému prostrediu) sa zväčša začne prejavovať už okolo 11:00 hod. dopoludnia (Goulding et al., 1992).

Tienenie verejných priestranstiev pred priamym slnečným žiarením tak má hneď dva pozitívne efekty pri zmierňovaní vplyvu horúčav: znižuje prehrievanie prostredia spolupôsobením spevnených netienených povrchov a chráni organizmus človeka pred priamym slnečným žiarením. Tienením znižujeme všetky vyššie zmienené riziká všetkých častí slnečného spektra:

- Ultrafialové žiarenie (vlnové dĺžky <380 nm) – nadmerné dávky UV žiarenia škodia ľudskej pokožke (starnutie kože, narušenie mikrocirkulácie v koži, karcinogénne účinky – UV žiarenie je zodpovedné za cca 70 % kožných nádorov); a zraku (zápal očnej rohovky, spojovky, očný zákal atď.).
- Viditeľné slnečné žiarenie (vlnové dĺžky 380–780 nm) – preniká do pokožky, svalov.
- Infračervené slnečné žiarenie (vlnové dĺžky >780 nm), ktoré nevidíme, vníma ho prevažne povrchom tela vo forme pôsobenia tepla.

Poznáme v zásade dva prístupy k tieneniu z časového hľadiska – dočasné, resp. prechodné tienenie a trvalé, resp. dlhodobé zatienenie.

6.1.2.1 Dočasné, resp. prechodné tienenie

Niekedy nie je vhodné dlhodobo vylúčiť z istého miesta slnečné žiarenie, napríklad z dôvodu narušenia rázu a charakteru daného prostredia, alebo na danom mieste môže slnečné žiarenie chýbať v inom ročnom období atď. V takých prípadoch je optimálne využiť prvky a technológie dočasného tienenia hlavne látky, špecifické textílie, sieťoviny, mäkčené plasty. Tie môžu pri vhodnej voľbe zároveň zvýšiť estetickú funkciu daného prostredia. Medzi príkladmi opatrení tohto druhu môžeme uviesť:

- Zatienenie ulíc, námestí s najväčšou koncentráciou ľudí mobilnými prvkami (Obr. 17)
- Tienenie detských ihrísk, školských mobiliárov (Obr. 18)
- Zatienenie parkovísk mobilnými prvkami (Obr. 19)
- Zatienenie miest, na ktorých sa konajú kultúrne a športové podujatia, alebo parkov bez dostatočného trvalého zatienenia (Obr. 20)

Obr. 17: Prechodné tienenie ulice počas horúčav – Madrid, Španielsko



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 18: Prechodné tienenie detského ihriska



Zdroj: www.goo.gl/X7fGtO

Obr. 19: Prechodné tienenie parkoviska



Zdroj: www.shadesailshouston.com

Obr. 20: Prechodné tienenie časti areálu hudobného festivalu Pohoda, Trenčín



Zdroj: www.goo.gl/5kfrsz

6.1.2.2 Trvalé, resp. dlhodobé tienenie

6.1.2.2.1 Tienenie verejných priestranstiev prostredníctvom vzrastlých drevín

Tienenie verejných priestranstiev prostredníctvom výsadby, alebo dosadby vzrastlých drevín (vhodnými z hľadiska stanovišťa a meniacej sa klímy) má spravidla výraznejší ochladzovací efekt než tienenie umelými prvkami (pozri aj *kapitolu 6.1.1 Ochladzovanie prostredníctvom vegetácie a zvyšovanie podielu plôch s nižšou absorpciou slnečného žiarenia*).

Dôvodom je, že vzrastlé dreviny spotrebujú značnú časť prijatej slnečnej energie v rámci transpirácie, pri svojich životných dejoch a neakumulujú teplo, nepôsobia ako sekundárny zdroj tepla. Približne 80 % ochladzujúceho efektu tieňa stromu nastáva následkom transpirácie.

Obr. 21: Zatienenie ulice stromoradím – alej v Ružomberku



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.2.2.2 Tienenie pevnými stavebnými prvkami, vrátane obnoviteľných zdrojov energie

Nie na každom verejnom priestranstve je možné, alebo žiadúce využiť pre tienenie dreviny. V takých prípadoch môžeme použiť umelé konštrukčné prvky. Medzi príkladmi tienenia trvalými stavebnými prvkami môžeme uviesť:

- Tienenie prostredia pred a v okolí budov. Využiť sa môžu rôzne konštrukčné prvky ako napríklad vysunuté strechy zakrývajúce priestor pred, resp. v okolí budovy, jej terasu.
- Tienenie parkovísk pevnými stavebnými prvkami, alebo obnoviteľnými zdrojmi energie (fotovoltickými článkami).

Obr. 22: Zatienenie parkoviska pre autá fotovoltaickými panelmi



Zdroj: www.mbarconline.com/galleries/case-studies

Osobitnú pozornosť je potrebné venovať vytváraniu vhodnej mikroklímy pre cyklistov, chodcov v meste. Na rozdiel od vodičov áut čelia v otvorenom priestore všetkým vplyvom vonkajšieho prostredia. Prostredníctvom menších stavebných úprav za účelom tienenia (napr. prekrytie peších zón, cyklistických trás), ako aj výsadbou zelene (vysádzaním vegetácie s prevahou širokokorunatých drevín popri chodníkoch a cyklistickej infraštruktúre) môžeme zmierňovať dopady horúčav. Za týmto účelom je dôležité zabezpečiť budovanie alejí stromov, ktoré dosahujú takú výšku, ktorá dokáže tieniť dané komunikácie. V prípade, že nie je pri infraštruktúre vhodné miesto na výsadbu stromov, je potrebné takéto miesto vytvoriť.

Ďalšou oblasťou, ktorej je potrebné venovať zvýšenú pozornosť je tienenie na zastávkach MHD. Význam tienenia zastávok mestskej hromadnej dopravy zvýrazňuje skutočnosť, že sa v týchto priestranstvách zdržujú vo zvýšenej miere skupiny obyvateľov zvlášť citlivé na horúčavy, napríklad starší ľudia. Zatienenie u týchto rizikových skupín znižuje riziko úpalu a ďalších zdravotných komplikácií z horúčav. Štandardne sa pre zatienenie používajú pevné stavebné prvky, ktoré sú spojené s poskytovaním dodatočného komfortu účastníkom mestskej hromadnej dopravy (lavičky, poskytovanie informácií, cestovných lístkov atď.).

Účinnosť

Účinnosť tienenia závisí od viacerých faktorov – použitého materiálu a jeho vlastností (je rozdiel v tienení vegetáciou a umelým prvkom, rozdiely sú aj v hustote, resp. priehľadnosti umelých materiálov), rozsahu zatienenia, vlastností okolitých plôch atď. Teoreticky tienenie uzavretých priestorov dokáže blokovať cca 65–90 % tepla, ktoré by sme získali priamym slnečným žiarením, v prípade tienenia verejných priestranstiev je však účinnosť nižšia vzhľadom na vplyv netieneného okolia a ďalšie faktory.

Účinnosť tienenia vo vzťahu k ochladzovaniu mikroklímy istého miesta je komplikovanou témou. Tepelnú pohodu v priestore, napríklad na verejnom priestranstve, hodnotíme podľa viacerých faktorov, ktoré na ňu vplývajú. Okrem teploty vzduchu je to aj rýchlosť prúdenia vzduchu a tzv. stredná teplota sálania (stredná radiačná teplota). Popisuje sálanie tepla v priestore medzi jednotlivými povrchmi a ľudským telom. Naviac by sme do úvahy mali brať aj ďalšie priamo súvisiace zdravotné riziká, napríklad v prípade priameho slnečného žiarenia vplyv nadmerného vystavenia ľudského tela UV žiareniu.

Uvedomenie si vyššie uvedených informácií nám pomôže lepšie hodnotiť efekt plánovaných opatrení a následne sa lepšie rozhodovať. Napríklad, tienenie niektorých verejných priestranstiev nemusí nutne viesť k zníženiu teploty vzduchu na danom mieste, to však neznamená, že tienenie neprináša pozitívny efekt v zmierňovaní vplyvov intenzívneho slnečného žiarenia. Dôvodom, prečo môže byť niekedy teplota vzduchu rovnaká ako v nezatienenom okolí je, že vzduch je neustále v pohybe, vzájomne sa premiešava a ak sú napríklad v okolí spevnené netienené plochy, premiešava sa s ohrievaným vzduchom. Zatienené prostredie však má napriek tomu nasledovné už čiastočne spomínané pozitívne efekty:

- zatienené miesto neakumuluje tak mnoho slnečnej energie ako nezatienené plochy a v neskorších hodinách dňa uvoľní menšie množstvo tepla než plochy zatienené,
- zatienené miesto chráni ľudské telo pred slnečným úpalom a negatívnymi účinkami UV žiarenia,
- zatienené miesto zlepšuje pocitové vnímanie teploty – ľudia v tieni cítia teplotu nižšiu často až o 10–15°C oproti skutočnej teplote vzduchu.

Spravidla výraznejší ochladzovací efekt dosiahneme tienením prostredníctvom vzrastlých drevín. Veľký park pokrytý na väčšine územia stromami vo vhodnej druhovej a vekovej skladbe môže znížiť teplotu vzduchu v lete počas horúčav až o cca 30 %. Verejné priestranstvá zatienené stromami dokážu zabezpečiť počas horúčav nižšie teploty v rozsahu od 2 do cca 12 °C i viac (v

závislosti od druhovej, vekovej a priestorovej štruktúry porastu atď.).

Žiadne tienenie nemá účinok 100 %. Aj preto je potrebné kombinovať tienenie s ďalšími ochrannými opatreniami počas horúčav – vhodným oblečením vrátane pokrývky hlavy, slnečnými okuliarmi a telovým krémom s dostatočne vysokým ochranným faktorom, pitným režimom atď. Vo veci účinnosti blokovania UV žiarenia odborná literatúra uvádza, že tienenie využívajúce kvalitné materiály dokáže znížiť vystavenie miesta UV žiareniu o vyše 75 %, bežné tieniace materiály znižujú prestup UV žiarenia o 50 % a viac.

Náklady

Náklady spojené s výsadbou vegetácie sú popísané pri opatreniach *6.1.1.1 Výsadba stromov* a *6.1.1.3 Vytváranie nových plôch zelene*. V otázke nákladov je potrebné kalkulovať aj s efektom, ktorý daný strom začne vytvárať v časovom horizonte, napríklad za 5–10 rokov. Taktiež, niektoré štúdie preukázali, že cesta s asfaltovým povrchom, ktorá nebola tienená si vyžadovala väčšie náklady na údržbu, pričom ju bolo nutné opraviť v 10-ročných cykloch, naproti tomu na údržbu cesty so stromovým tieneným postačil 20–25 ročný cyklus.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [32], [33], [34], [35], [36], [37]

6.1.3 Ochladzovanie prostredníctvom územného plánovania, urbanizmu a architektúry

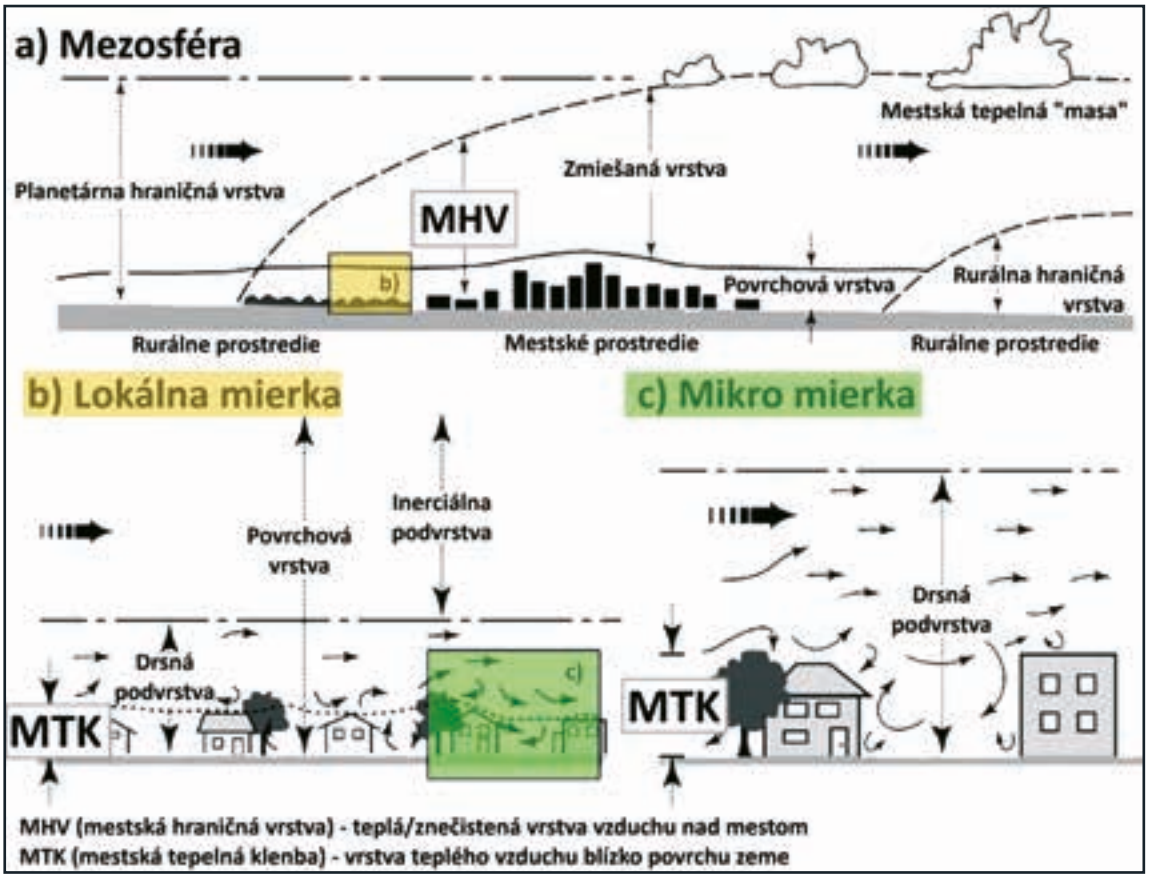
K dôležitým faktorom ochladzovania územia počas horúčav patrí aj dobrá cirkulácia a výmena vzduchu medzi urbanizovaným prostredím mesta a jeho okolitým prírodným zázemím. Vďaka tomuto ochladzujúcemu faktoru sa zmierňuje dopad letných horúčav v prehriatych mestských štvrtiach a zlepšuje sa kvalita ovzdušia v sídle. Chladnejší vzduch z okolitého prostredia priteká cez nezastavané časti mesta a dobré trasovanie ulíc či stromoradí môže pomôcť pritekaniu chladnejšieho vzduchu do centra samotnej obytnej štvrte. Čím hustejšia je zástavba budov či ich orientácia proti prevládajúceho smeru vetra (drsnosť, resp. miera spomaľovania prúdenia), tým viac sa sťažuje prevetrávanie predmetnej časti sídla.

V rámci predmetného opatrenia už v štádiu plánovania koncipujeme kompozíciu stavieb, verejných priestranstiev, zelene (urbanistickú štruktúru mesta) tak, aby umožňovala lepšiu cirkuláciu vzduchu. Zahŕňa to projektovanie zástavby a umiestnenia budov v smere prevládajúcich vetrov tak, aby sa vytvorením koridorov pre cirkuláciu vzduchu podporilo prevetrávanie územia, hlavne ochladzujúcim katabatickým prúdením. Katabatické prúdenie sa tvorí po západe slnka na svahoch a v údolných polohách, kde sa sústreďujú čiastkové toky studeného vzduchu z okolitých svahov, analogicky ako napr. vodné toky, teda studený vzduch steká dolu údolím. Podľa veľkosti povodia, zastúpenia svahových polôh sa môžu prejaviť pomerne výrazne chladnejšie údolné polohy.

Zastavané plochy svojou hustotou, výškou a štruktúrou zástavby pôsobia na celkové prúdenie svojou drsnosťou. Vplyv zástavby však nie je ohraničený len na zastavané plochy, ale aj na bližšie okolie. Plochy bez výstavby a významnejších stromových porastov majú nižšiu drsnosť, ktorá spomaľuje prúdenie o 10–20 % oproti ideálnemu povrchu (napr. lúka). Zastavané prostredie nízkou zástavbou, záhradami a sadmi spomaľuje prúdenie o 20–30 %. Hustejšia zástavba s vysokými budovami redukuje rýchlosť vetra o 30 až 50 %. Nižšia rýchlosť vetra celkovo obmedzuje výmenu vzduchu v mestách, čo zvýrazňuje efekt ostrova tepla v meste.

Dôležitá je identifikácia tzv. prevetrávacích koridorov v predmetnom území a následné prijatie opatrení pre zabránenie ich zastavania, v optimálnom prípade vytváranie ďalších. Prevetrávanie mesta môže byť podporované pomocou trasovania budov, líniovej zelene, prípadne vodných plôch, tak aby sa maximálne využili ochladzujúce prúdy vetra prúdiaceho od riečnych tokov, z okolitých kopcov a podobne. Chladnejší vzduch z okolitého prostredia priteká cez nezastavané časti mesta a dobré trasovanie ulíc, stromoradí môže pomôcť pritekaniu chladnejšieho vzduchu do centra samotnej obytnej štvrte.

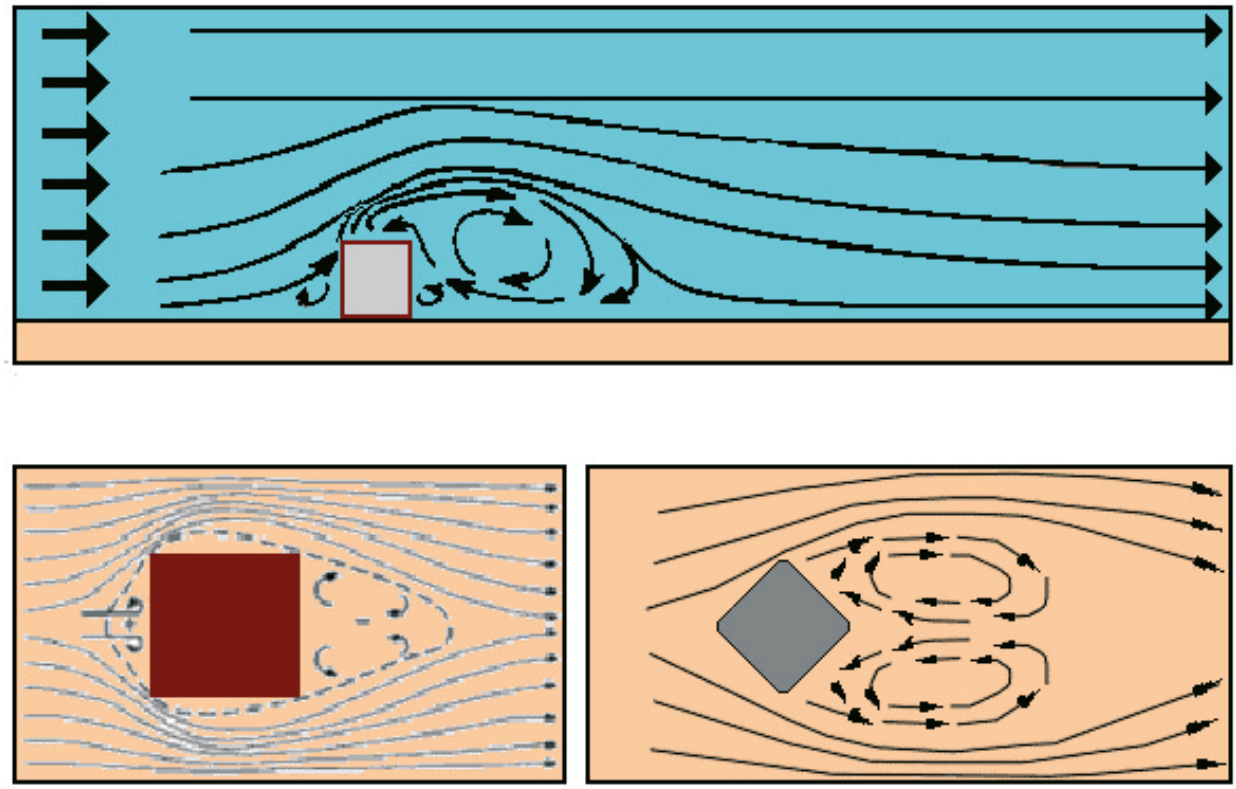
Obr. 23: Schematické znázornenie vplyvu mestskej zástavby na prúdenie vzduchu



Zdroj: podľa T. R. Oke, 1997

Prekážky v prúdení predstavujú najmä bloky domov, ktoré sú na prevládajúci vietor často orientované čelnou fasádou. Prekážky v prúdení sú obtekané bočne i ponad budovu. Pri bočných stranách budov vzniká zrýchlenie vetra. Za budovami sa tvoria víry, ktorých veľkosť a tvar závisí od rýchlosti prúdenia. Rôzne rozostupy medzi budovami vytvárajú rôzne druhy prúdenia vetra, odlišujúce sa svojou turbulenciou a výškovými profilmi rýchlosti. Niektoré geometrické zoskupenia budov môžu vytvárať lokálne efekty zosilnenia, alebo zoslabenia vetra. K formovaniu veterných pomerov môže prispieť aj výsadba zelene, ktorá môže jednak dopomáhať k prevetrávaniu mestskej zástavby, no tiež pôsobiť ako bariéra pred nežiaducim prúdením vzduchu.

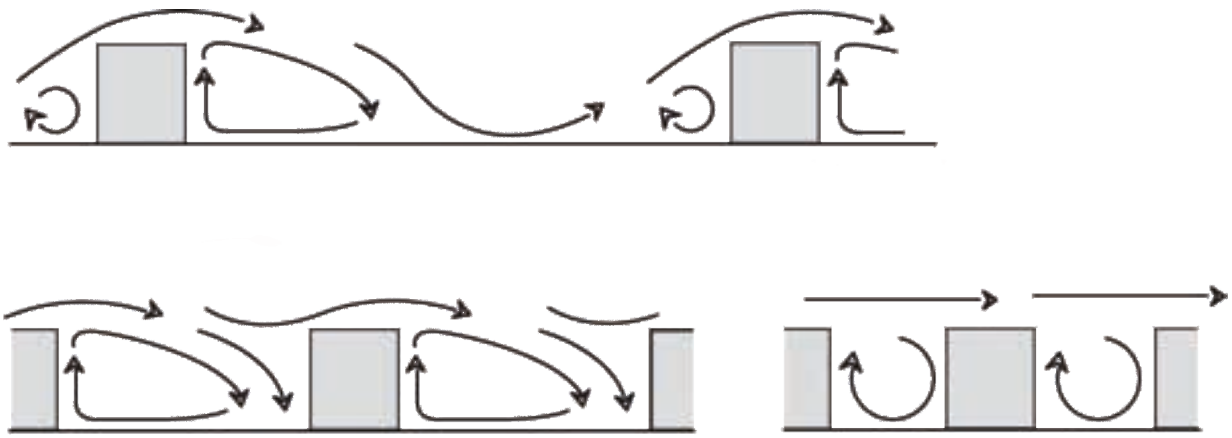
Obr. 24: Prúdenie okolo budov s rôznou orientáciou voči prevládajúcemu prúdeniu



Zdroj: podľa T.R. Oke, 1987

Prúdenie vetra v rámci územia zastavaného budovami v rôznej hustote znázorňuje Obr. 25. Čím hustejšia je zástavba (hlavne vyšších) budov za sebou v rámci prevládajúceho smeru vetra, tým viac sa sťažuje prevetrávanie predmetnej časti sídla.

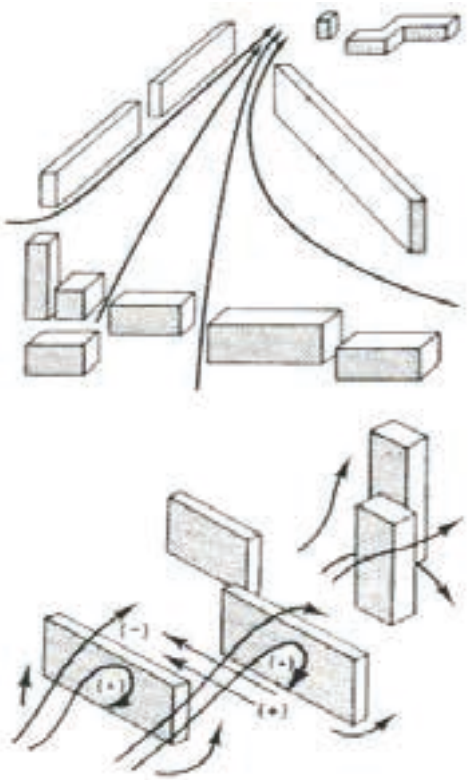
Obr. 25: Režim prúdenia vzduchu v závislosti od geometrie zástavby



Zdroj: podľa T.R. Oke, 1987

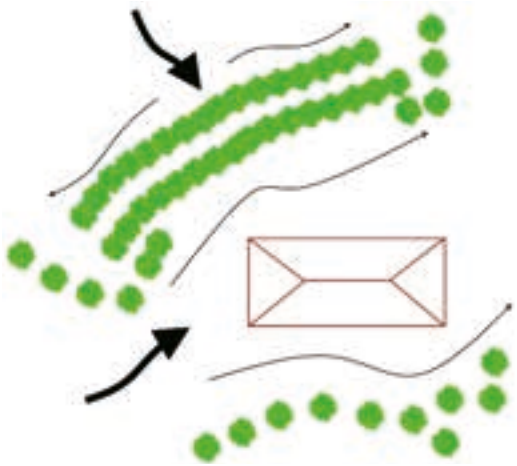
Obr. 26 nižšie poukazuje na možnosti trasovania vetra prostredníctvom ponechania rôznych koridorov. Okrem iného si môžeme všimnúť spomalenie vetra a obmedzenie prevetrávania ak dôjde k blokovaniu koridorov vzduchu (v rámci prevládajúceho smeru vetra) zástavbou budov.

Obr. 26: Vplyv usporiadania zástavby na lokálne zosilňovanie, alebo zoslabovanie rýchlosti vetra



Zdroj: podľa Thurow, 1983

Obr. 27: Schematické znázornenie možných funkcií porastu v urbánnych podmienkach



Zdroj: podľa Sand, 1993

Cieľom opatrenia je podporiť výmenu vzduchu medzi urbanizovaným prostredím mesta a jeho chladnejším prírodným zázemím za účelom zmierňovania vplyvu horúčav v prehriatych mestských častiach, ako aj zlepšiť kvalitu ovzdušia v sídle. Predmetné opatrenie môžeme realizovať prostredníctvom regulatívov v územnom plánovaní, resp. zamedzením výstavby a investičnej činnosti, ktorá by výmenu vzduchu negatívne ovplyvňovala.

V téme prevetrávania zastavaného územia je možné uviesť príklad dobrej praxe Ministerstva hospodárstva Spolkovej krajiny Nemecko Bádensko-Württembersko, ktoré vydalo odporúčania pre územné plánovanie (v súlade s § 9 Federálneho Stavebného zákona v Nemecku). V ňom uvádza, že všetky investičné zámery by mali byť zohľadnené z celomestského hľadiska. S cieľom ochrany mikroklímy v sídle to znamená napríklad zlepšenie podmienok pre obyvateľov miest vo vzťahu ku klimatickému komfortu formou podpory prúdenia čerstvého vzduchu do zastavaného prostredia prostredníctvom lokálneho systému prevetrávania ovzdušia v meste.

Pri projektoch novej výstavby je taktiež potrebné podporovať prevetrávanie obytných štvrtí za pomoci vodných plôch, trasovania komunikácií a líniovej zelene. Na Obr. 28 je projekt budúcej výstavby ekoštvrte v nemeckom Tubingene, kde malé vodné plochy vytvorené zachytávaním zrážkovej vody na okraji štvrte (viď šípky) ochladia vzduch a za pomoci stromoradí a trasovania ulíc sa tento chladnejší vzduch dostane do centra samotnej obytnej štvrte.

Nakoľko sa jedná o opatrenie na úrovni projektovej dokumentácie (pri nových štvrtiach) alebo územnoplánovacej dokumentácie, nie je opatrenie spojené s priamymi nákladmi.

Obr. 28: Projekt výstavby ekoštvrte v Tubingene, Nemecko



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.4 Ochladzovanie prostredníctvom vodných prvkov

Využívanie vodného prvku pri ochladzovaní prostredia je známe už z minulosti (napr. maurské stavby v Alhambre či Granade). Vodný prvok môže mať charakter fontán, umelých potôčikov s obehom vody, menších či väčších vodných plôch s obehom alebo bez obehu vody.

6.1.4.1 Vodné prvky s obehom vody

Pod pojmom vodné prvky s obehom vody rozumieme fontány, umelé potoky a vodnú hmlu. Voda z fontán a umelých potokov účinne ochladzuje prostredie a vytvára príjemnú mikroklímu. V súčasnosti k ochladzujúcim prvkom s obehom vody patrí aj systém vodnej hmly na verejných priestranstvách, letných terasách, v záhradných reštauráciách, rekreačných zariadeniach.

Za osobitne výhodné sa dajú považovať tie vodné prvky, ktoré využívajú zachytenú zrážkovú vodu, resp. vodné plochy, ktoré zároveň aj slúžia na zachytávanie dažďovej vody. Zrážková voda zo striech budov vedie cez filtračný kôš, ktorý zachytí mechanické nečistoty do podzemnej nádrže. Nádrž slúži ako zásobáreň dažďovej vody a je navrhnutá tak, aby odolávala tlaku spodnej vody. Za pomoci čerpadla, ktorého zdroj energie môže byť vyrobený fotovoltickým panelom, je voda vedená do striekacieho zariadenia fontány. Dažďová voda z podzemného zásobníka zároveň môže nahradiť aj pitnú vodu pri splachovaní vo WC v okolitých budovách (viac v časti venujúcej sa zachytávaniu a využívaniu zrážkovej vody ako opatrenie na výskyt sucha).

Účinnosť

Ochladzovanie za pomoci vodného prvku je dané adiabatickým chladením (chladením prostredníctvom evaporácie). Z vodnej plochy 1 m² sa odparuje v závislosti od teploty medzi 1–2 l denne, avšak množstvo evaporovanej vody sa môže úmerne zvýšiť so vzrastajúcou teplotou. Podľa meraní sa napr. z nezastrešeného bazéna o ploche 80 m² pri teplotnom rozdiele vody a vzduchu 3 °C za deň odparí neuveriteľných 100 l vody. Energia potrebná k výparu sa získava z okolitého vzduchu a zo samotnej vody. Podľa údajov z literatúry, ak sa z vodnej plochy odparí 1 l vody, zníži sa tým teplota 540 litrov vody o 1 °C.

Chladiaci efekt pri výpare je teda nielen úmerný od množstva vyparenej vody, ale aj je založený na princípe vyrovnávania odlišných teplôt

ochladzujúcej sa vody a okolitého vzduchu. V prípade vodného prvku s obehom vody je chladivý efekt založený na kombinácii výparu vody, samotných chladivých drobných kvapôčiek vody (vodného aerosolu) s kontaktom s ľudskou pokožkou, ako aj výparom vody, ktorá dopadne na spevnený povrch. Na základe niektorých výskumov sa teplota na záveternej strane fontán znižuje v priemere o 3 °C a efekt ochladzovania je citeľný do 35 m od vodného prvku.

Obr. 29: Termovízna snímka a menšia fontána v areáli Gymnázia v Púchove

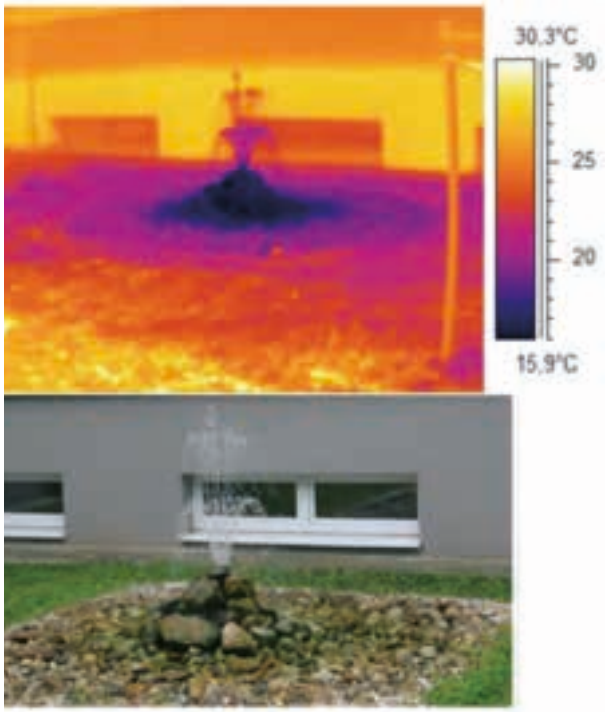


Foto: Jiří Vladimír, Ján Pokorný, ENKI s dovolením Miroslava Hríba, Vodales, s. r. o.

Náklady

Náklady sú pomerne vysoké, avšak primerané vzhľadom k pozitívam, osobitne vysokej atraktívnosti a estetickému pôsobeniu fontán, umelých potôčikov. Ako príklad môžeme uviesť menšiu fontánu so zdrojom zrážkovej vody, ktorá sa vedie do podzemnej nádrže o objeme 6,5 m3, s fotovoltickým panelom o výkone 225 WP a s rozvodmi na polievanie v hodnote 6 500–10 000 EUR.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Voda je v mestskom prostredí nielen veľmi atraktívna, ale má nesmierny význam z viacerých hľadísk. Je významným estetickým prvkom, okrem chladenia poskytuje aj možnosť na krátkodobý pobyt a hry detí. Vhodné je prebudovanie starších nefunkčných betónových nádrží a bazénov (a to aj pri rodinných domoch) na prírodné nádrže s cieľom podpory biodiverzity, zvýšenia estetického pôsobenia a využitia zvukových efektov tečúcej dažďovej vody, a pod.

Obr. 30: Menšia fontána s využitím zrážkovej vody a drevenou pergolou pre zelenú stenu z popínavých rastlín v ZŠ v Slažanoch



Foto: Miroslav Hríb

Obr. 31: Fotovoltický panel sezónne zásobuje vodné čerpadlo dostatočným výkonom a v zime sa využije pre osvetlenie areálu ZŠ v Topoľníkoch



Foto: Miroslav Hríb

Obr. 32: Vedenie zrážkovej vody do nádrže, ktorá slúži ako zásobník vody pre fontánu



Foto: Miroslav Hríb

Obr. 33: Samotná nádrž – zásobník vody pre fontánu



Foto: Miroslav Hríb

Obr. 34: Betónový bazén prerobený na dažďové okrasné jazierko s rybami v Železnej Breznici



Foto: Miroslav Hríb

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [38], [39], [40], [41], [42]

6.1.4.2 Vodné prvky bez obehu vody

6.1.4.2.1 Jazierka, malé vodné plochy

Jazierka a iné malé vodné plochy v sídelnom prostredí napomáhajú vytvárať príjemnú mikroklímu. Za osobitne výhodné sa dajú považovať tie vodné prvky, ktoré využívajú zachytenú zrážkovú vodu, resp. vodné plochy ktoré zároveň aj slúžia na zachytávanie dažďovej vody, alebo slúžia na dočasné zachytenie extrémnej zrážky. V súvislosti s popísaným javom evaporácie vody je u vodných plôch veľmi vhodné vyparenú vodu práve nahrádzať zachytenou zrážkovou vodou.

Na princípe zachytenia zrážkovej vody sa navrhujú napr. aj tzv. "vodné námestia (water plazas)" , alebo iné terénne modelácie na verejných priestranstvách či verejnej zeleni. V čase mimo extrémnych zrážok môžu plniť spoločenskú, zhromažďovaciu, rekreačnú či športovú funkciu ako akékoľvek iné verejné priestranstvo. Počas intenzívnych lejakov, kedy spadne extrémne množstvo zrážok sa postupne vodou napĺňajú jednotlivé časti terénnej modelácie či „vodného námestia". Objem zrážkovej vody je tu možné ponechať až do upadnutia hrozby lokálnych povodní. Vtedy sa akumulovaná zrážková voda postupne vypustí do najbližšieho vodného recipientu, alebo v prípade terénnej modelácie do vsaku. Okrem hore popísaného sa budujú „klimatické nádrže", kde sa zrážková voda akumuluje a ochladzuje svoje prostredie.

Účinnosť

V prípade vodného prvku bez obehu vody je chladivý efekt založený na kombinácii výparu vody, ku ktorému sa odoberá energia vo forme tepla z okolitého prostredia a zo samotnej vody. Chladiaci efekt pri výpare je teda nielen úmerný množstvu vyparenej vody, ale aj je založený na princípe vyrovnávania odlišných teplôt ochladzujúcej sa vody a okolitého vzduchu.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Jazierka, ktoré sú vytvorené zachytením zrážkovej vody majú prínos aj z pohľadu estetizácie verejného priestoru, ale zároveň majú nesmierny význam z hľadiska podpory biodiverzity.

Náklady

Uvedené pod opatrením *6.4.6.2 Zberné jazierka* (v *kapitole 6.4 Vplyv zmeny klímy: Zvýšenie častosti intenzívnych zrážok*).

Obr. 35: Jazierka a vodné plochy v sídelnom prostredí majú estetickú, rekreačnú, protipovodňovú funkciu ako aj vplyv na úpravu mikroklímy a podporu biodiverzity



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 36: Vodná plocha v areáli základnej školy v Cinobani má rovnako estetickú, protipovodňovú funkciu ako aj vplyv na úpravu mikroklímy a podporu biodiverzity



Foto: Miroslav Hríb

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [38], [39], [40], [41], [42]

6.1.4.2.2 Mokrade, vlhké stanovištia

Mokrade sú definované ako územia s močiarmi, slatinami, rašeliniskami a vodami prírodnými alebo umelými, trvalými alebo dočasnými, stojatými aj tečúcimi. Často sa v minulosti tieto územia hodnotili ako "neužitočné" plochy, ktoré je potrebné vysušiť, zaviezť alebo inak prispôsobiť iným účelom. Aj to je asi dôvodom, prečo len od začiatku 20. storočia zaniklo viac ako 60 % mokradí na svete. Význam mokradí je však nesmierny, nielen z pohľadu adaptácie na zmenu klímy, ale aj z pohľadu mitigácie (viazania uhlíka, pozri časť neklimatické negatíva a pozitíva nižšie).

Účinnosť

Výskumy ako aj praktické skúsenosti dokazujú, že výpar z mokradnej a inej vlhkomilnej vegetácie dostatočne zásobenej vodou má veľmi priaznivý vplyv na klimatické podmienky. Navyše, ako už bolo popísané v predchádzajúcich statiach, jedná sa o ochladzovanie za pomoci výparu z vodnej hladiny, nakoľko voda spotrebuje 2 500 kJ na evaporáciu 1 mm vody/m^2. V súčasnosti nie je známych veľa výskumov, ktoré by sa zaoberali kombinovaným ochladzovacím efektom evaporácie vody a evapotranspirácie z mokraďnej a inej vegetácie. Hammel et al. (2012) vo svojich výskumoch poukázal na priaznivý stav vlhkosti v rámci okolitej pôdy, čo má tiež pozitívny vplyv na ochladzovanie prostredia.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Mokrade rovnako prispievajú k retencii vody, obmedzujú kolísanie prietokov v tečúcich vodách, dopĺňajú zásoby podzemnej vody, vodu čistia a odstraňujú z nej škodlivé látky. Tým, že dokážu akumulovať veľké množstvo zrážok (je to podobný efekt ako má „špongia") podstatne môžu zmierniť záplavy z prívalových dažďov. Mokrade majú nesmiernu kapacitu pohlcovať a zadržiavať jeden z najvýznamnejších skleníkových plynov, ktorým je oxid uhličitý. Ochrana mokradí má zároveň obrovský význam pre udržanie druhovej rozmanitosti, nakoľko poskytuje priestor pre pestré spoločenstvá flóry aj fauny.

Obr. 37: Mokrade si zaslúžia našu ochranu aj v sídelnom prostredí



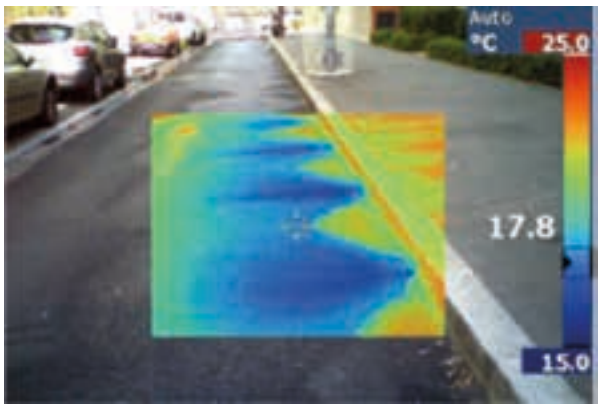
Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44]

6.1.4.2.3 Ochladzovanie spevnených plôch pomocou vody

Verejné priestranstva osobitne cestné komunikácia sú zdrojom sálavého tepla. Zo zahraničia (osobitne z Japonska) sú známe cestné materiály, ktoré sú nielen priepustné pre vodu, ale aj túto následne aktívne vyparujú, čím zamedzujú prehrievaniu. Zalievanie, najlepšie zrážkovou vodou je veľmi účinný prostriedok okamžitého, ale krátkodobého zníženia teploty aj o viac ako 10 °C.

Obr. 38: Ochladzovací efekt zalievaním komunikácie



Zdroj: s láskavým zvolením 2EI Veolia

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [45]

6.1.4.2.4 Otvorené zvody dažďové vody

Pri otvorených zvodoch dažďovej vody sa jedná o jej urýchlený výpar. Spôsob chladenia je krátkodobý, zrážková voda za pomoci vyspádovania vytvára malé dočasné „potôčiky“, ktoré sú vítaným prvkom v sídelnom prostredí.

Obr. 39: Vyspádovanie zrážkovej vody



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 40: Dočasné „potôčiky“ vyspádovanej zrážkovej vody



Foto: Zuzana Hudeková

Budovy

6.1.5 Nízka tepelná priepustnosť obvodového plášťa budov

Zlepšenie tepelnej izolácie budovy respektíve jej dobré tepelnoizolačné vlastnosti zabezpečené už pri výstavbe (nízkoenergetické a pasívne budovy) pomáhajú nielen v zime chrániť stavebnú konštrukciu pred únikom tepla (a prestupu chladu z exteriéru do interiéru), ale aj v lete, v dňoch horúčav udržiavať vnútorné priestory chladnejšie, a tým tlmiť vplyv horúčav na vnútorné prostredie. Predmetné opatrenia tak zvyšujú kvalitu prostredia v budove a môžu znížiť náklady na chladenie v prípade prevádzky klimatizácie.

6.1.5.1 Tepelná izolácia budovy

Dôležité je zabezpečenie zateplenia predovšetkým starších budov s vysokou tepelnou priepustnosťou plášťa a strechy. Prestup tepla počas horúčav z vonkajšieho prostredia do interiéru v budovách s vysokou tepelnou priepustnosťou je veľmi veľký. Znižovanie tepelnej priepustnosti obvodových konštrukcií (steny, strecha, pivničný strop, resp. základová doska) predstavuje jedno z najúčinnejších opatrení pre zabezpečenie ochrany zdravia ľudí pred horúčavami a ich tepelného komfortu. Aj tu však platí, že skôr ako sa k takémuto opatreniu pristúpi, je potrebné zanalyzovať vlastné straty tepla. Niekedy je totiž finančne výhodnejšie zatepliť len priestory s najväčšími únikmi (priestory okolo okien, dverí, podkrovné priestory, medzery medzi panelmi), resp. nahradiť staré okná za nové ako investovať do izolácie celej budovy, čo je pomerne nákladné. Nie je to však len hrúbka izolácie, ktorá má vplyv na celkovú mieru prestupu tepla, sú to aj zisky tepla pri nesprávnom vetraní (počas horúceho dňa) atď. Preto pre dosiahnutie tepelného komfortu sú potrebné aj správne vzorce správania sa rezidentov budovy.

Náklady a účinnosť

Náklady na zateplenie sa pre budovy s rôznymi tepelnoizolačnými vlastnosťami líšia tak, ako sa líšia aj v závislosti od použitých materiálov atď. Preto je v tejto veci možné uviesť len príklady pre orientačné utvorenie si obrazu. V roku 2012 odborníci uvádzali v rámci modelových príkladov náklady na najčastejší druh zateplenia (vrstvou polystyrénu a izolačnou omietkou) v hodnote 50 EUR na m^2 vrátane práce, pri hrúbke polystyrénu 12 cm. Náklady za zateplenie pri hrúbke polystyrénu 20 cm predstavovali 56 EUR na m^2. Spotreba energie na vykurovanie bola vo vybranej, sledovanej vzorke zateplených budov v Žiline v roku 2014 o viac než 1/3 nižšia než v nezateplených. Napríklad zástupcovia Žilinskej teplárne v roku 2014 uvádzali, že priemerný nezateplený 3 izbový byt spotreboval 32 GJ za rok, zateplený

19 GJ. Nezateplený byt priemerne spotreboval 0,41–0,48 GJ/m², zateplený 0,2–0,25 GJ/m².

Analýza zateplenia 8 poschodového panelového domu konštrukčnej sústavy VVÚ-ETA v Českej republike v roku 2011 preukázala zníženie spotreby energie z 0,41 GJ/m²/N.rok na 0,13 GJ/m²/N.rok. Tieto údaje nehovoria len o úspore energie v zime na vykurovaní, poukazujú na mieru zníženia tepelnej priepustnosti obvodového plášťa budovy, vrátane zníženia prestupu tepla počas horúčav do interiéru.

Presné náklady a účinnosť je možné stanoviť len pre konkrétnu budovu v závislosti od jej technických parametrov. Ako bolo spomenuté, dôležitou podmienkou prínosu zateplenia je však aj tienenie transparentných konštrukcií, správne vzorce vetrania atď. Opatrenia na zabezpečenie tepelnej pohody pri nižšej spotrebe energie fungujú len vo vzájomnej súčinnosti.

6.1.5.2 Nízkoenergetické a pasívne budovy

Nízka tepelná priepustnosť plášťa u nízkoenergetických budov a osobitne pri pasívnych budovách s takmer nulovou spotrebou energie vedie k tomu, že tieto budovy pri správnom návrhu nevyžadujú (ani pri náraste letných teplôt a dlhších obdobiach horúčav) pre udržanie akceptovateľnej letnej tepelnej pohody aktívne strojové chladenie. To znamená 100 % úsporu investičných a prevádzkových nákladov na chladiaci systém pri nulových dodatočných nákladoch na tepelnú izoláciu nepriehľadných konštrukcií, keďže tepelná izolácia navrhnutá pre zimnú prevádzku (a v rámci cyklu životnosti ekonomicky výhodná, teda prinášajúca úsporu a nie zvýšenie nákladov) s rezervou postačuje.

6.1.5.3 Použitie masívnych stavebných konštrukcií

Jedným z osvedčených opatrení pre zabezpečenie prijateľnej tepelnej pohody v budove aj počas horúčav bez potreby aktívneho strojového chladenia je aj použitie masívnych stavebných konštrukcií v interiéri. Ich tepelno-akumulačná hmota zníži vplyv krátkodobých tepelných ziskov počas horúčav a umožní využiť ochladenie interiéru v rámci nočného prevetrávania. Nočné ochladenie pomôže kompenzovať zisky tepla cez deň a zabrániť postupnému nárastu interiérových teplôt počas dlhšieho obdobia horúčav. Predmetné opatrenie je potrebné realizovať súčasne s opatreniami pre zníženie solárnych tepelných ziskov cez transparentné i nepriehľadné konštrukcie budovy.

Náklady

Náklady na predmetné opatrenie môžu byť nulové, keďže sa jedná o „pasívne“ opatrenie využívajúce rozumne zvolené stavebné konštrukcie (vnútorné steny a stropy, podlahové potery a pod.), ktoré beztak musia byť na stavbe použité. Náklady na dodatočné zlepšenie masívnymi obkladmi či materiálmi s fázovou zmenou (PCM) sú vysoké, ich presná výška závisí na konkrétnom riešení stavby.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [46], [47], [48]

6.1.6 Tienenie transparentných výplní otvorov budov

Približne 40 % nechceného tepla, ktoré sa hromadí v interiéri, vstupuje prostredníctvom okien. Pre udržanie akceptovateľnej letnej tepelnej pohody v budovách bez potreby aktívneho strojového chladenia je nutné účinné obmedzenie tepla z prenikajúceho slnečného žiarenia do vnútorných priestorov budovy v letnom období cez transparentné konštrukcie (okná, zasklené steny, strešné okná, svetlíky, zasklené medzipriestory).

Základné rozdelenie druhov výplní transparentných konštrukcií:

- špeciálne upravené sklá,
- pevné tieniace prvky (pergola, markíza, presah strechy, alebo balkóna),
- pohyblivé tieniace prvky (exteriérové, medziokenné a interiérové).

6.1.6.1 Zasklenie medzipriestorov a transparentných konštrukcií špeciálne upravenými sklami

Vo vhodne zasklených medzipriestoroch (zimné záhrady, átriá a pod.) často stačí intenzívne odvetranie týchto priestorov s využitím komínového efektu a vnútorné tienenie roletami. V obývaných, či inak využívaných priestoroch interiéru však takýto prístup počas horúčav zväčša nestačí. V takýchto prípadoch nám okrem iného môžu pomôcť špeciálne upravené sklá, prepúšťajúce teplo zo slnečného žiarenia v menšej miere.

Veľký vplyv na tepelnú pohodu má samotná forma zasklenia transparentných konštrukcií a tá sa odlišuje podľa typu upraveného skla (ako sú napr. reflexné sklá, nízkoemisné sklá). V štruktúre tepelného toku totiž cez tradičné dvojsklo s čírymi sklami prevláda sálanie 63 %, vedenie 32 % a prúdenie 5 %. A práve u tzv. nízkoemisného skla sa

vďaka nízkoemisnej vrstve v priestore medzi sklami znižuje zložka tepelného toku šírená sálaním.

Zasklenia transparentných konštrukcií môžu byť „tienené“ upravenými pokovovanými sklami tak, aby prepúšťali menší podiel tepelnej energie. Zníženie prestupu tepla cez špeciálne upravené zasklenie je vhodné pri oknách a sklených stenách orientovaných na východ a západ, resp. pri strešných oknách a svetlíkoch. Pri severnej orientácii nie je natoľko potrebné a pri južných zaskleniach je vhodné len pre budovy s veľkými vnútornými ziskami tepla (napr. kancelárske priestory).

Reflexné vlastnosti skla sa dosahujú nanesením tenkej pyrolitickej vrstvy oxidov kovov. Táto vrstva sa nanáša buď na číre sklá, alebo na sklá farbené. Tieto sklá majú nižšiu celkovú priepustnosť energie slnečného žiarenia. V dôsledku reflexných vlastností povrchu skla je znečistenie a poškriabanie viditeľnejšie ako v prípade čireho skla. Tieto sklá môžu byť tvrdené, pokovované, ohýbané. Používajú sa v izolačných dvojsklách. Pokovovanie povrchu skla predstavuje tenký kovový film, menší ako jedna tisícina milimetra. Tento film je charakteristický nízkou pohltivosťou tepelného sálania a súčasne je priepustný pre slnečné žiarenie. Tenký kovový povlak má vyššiu schopnosť odrážať dlhovlnné tepelné sálanie. Tenké kovové povlaky sa nanášajú na sklo, prípadné plastickú fóliu pri výrobe.

Účinnosť a náklady

Nízkoemisná vrstva vytvára v priestore medzi sklami tzv. tepelné zrkadlo. Číre sklo má emisivitu povrchu 0,84, pokovované sklá dosahujú výrazne lepšiu emisivitu – 0,03 až 0,2. V prípade efektívnych budov s izolačným trojsklom sa množstvo prepúšťaného tepla dá obmedziť z 50 % na 20 % s nákladmi navyše v rozsahu cca 0–10 EUR na 1 m^2. Číslo 0 v predošlej vete platí pre malé zmeny emisivity, napríklad zmenu u nového okna z 0,5 na 0,2 je dnes možné zabezpečiť s nulovými nákladmi. Pri dodatočnej úprave obyčajných zasklení pomocou fólií začínajú náklady v hodnote od 20 EUR na 1 m^2.

Účinnnosť nízkoemisných skiel dokumentuje napríklad skutočnosť, že nízkoemisné dvojsklá majú nižší súčiniteľ prechodu tepla ako trojsklá z bežného čireho skla.

Legislatívnym trendom u tepelnej priepustnosti okien v SR je vyžadovanie zlepšovania emisivity okien. V čase tvorby tohto dokumentu konzultujúci odborníci očakávajú, že v krátkom čase vstúpi do platnosti ustanovenie normy vyžadujúce u okien, v prípade nových projektov, emisivitu 0,6 či menšiu, pričom izolačné trojsklo bude nutnosťou pre všetky stavby. Pre energeticky efektívne budovy je nutnosťou už dnes.

Najčastejšie sa sklo s nízkoemisným povlakom kombinuje s obyčajným čírym sklom, niekedy s absorpčným sklom na vonkajšej strane. Vo vykurovaných budovách nízkoemisná vrstva tvorí jeden povrch vzduchovej (prípadne plynovej) vrstvy v dvojskle. Zníženie súčiniteľa prechodu tepla v porovnaní s iba jedným pokovovaným povrchom plynovej vrstvy však nie je významné. Preto stačí, aby bol pokovovaný zvyčajne jeden povrch do plynovej vrstvy. Nezanedbateľná je aj cena, ktorá je v prípade nízkoemisného skla vyššia. Sklá so súčiniteľom tepelnej vodivosti λ = 0,8 - 1 W/(m. K) prakticky neprispievajú k tepelnému odporu zasklenia. Nízkoemisnou vrstvou v priestore medzi sklami sa znižuje zložka tepelného toku šírená sálaním, čím sa dosahujú nižšie hodnoty Ug ≤ 1,1 až 1,8 W/(m^2. K).

6.1.6.2 Pevné tienenie z vonkajšej strany budovy

Pevné tienenie z vonkajšej strany budovy môžeme realizovať prostredníctvom pergoly, presahom strechy, alebo balkóna a pod. Takýto prístup môže byť ekonomicky výhodnou voľbou – ak príslušnú tieniacu konštrukciu (napríklad balkón) chceme z iného dôvodu, nestojí nás „vedľajší efekt tienenia“ nič. Jednoduché tieniace prvky nad zasklením sú však účinné len pri južnej orientácii a aj vtedy uberajú z denného svetla – hodia sa preto najmä nad veľké zasklenia, kde to ani v zime neprekáža. Východná a západná orientácia vyžadujú špeciálne slnolamy (spravidla za nie zanedbateľné stavebné náklady).

6.1.6.3 Pohyblivé exteriérové tieniace prvky

Pod pohyblivými tieniacimi prvkami rozumieme (vonkajšie) žalúzie, rolety, okenice a pod. Umožňujú v zime využívať solárne zisky a v lete im brániť, preto sú najvhodnejším riešením z hľadiska energetickej efektívnosti. Pohyblivé tienenia sú najlepšou, no často aj najdrahšou voľbou na zabezpečenie tepelnej pohody, ich doplnkovou funkciou je však aj zabezpečenie intimity v interiéri.

Účinnosť

Ako príklad účinnosti v znižovaní prehrievania interiérov sa môže uviesť výpočet, ktorý sa využíva pri navrhovaní pasívnych domov. Tu sa pri tienení žalúziami používa redukčný činiteľ 70 %, čo znamená, že už len 30 % tepla zo slnečného svitu preniká do interiéru budovy. Avšak aj táto hodnota je len približná, zohľadňujúca nielen tieniaci faktor, ale aj užívateľské zvyklosti (napríklad nie vždy sa zatiahnu žalúzie). V tomto prípade sa však jedná ani nie tak o zníženie teploty, ale o zníženie externých ziskov zo solárneho svitu.

Náklady, neklimatické pozitíva a negatíva
Ceny exteriérových plastových roliet začínajú od 15 EUR. Potrebné je pripočítať, podobne ako v prípade iných technológií uvedených nižšie, montáž a prípadné motorické prevedenie. Ich nevýhodou však je, že zároveň s tienením prichádzame o výhľad a denné svetlo. Vonkajšie textilné rolety stoja okolo 40 EUR. V prípade týchto druhov roliet je výhodou, že sú polopriehľadné, vďaka čomu nezatemnia miestnosť, sú však chúlostivé na vietor. Cena exteriérových žalúzií sa pohybuje orientačne okolo 100 EUR/m^2, často zvýšená kvôli komfortu či ochrane pred víchrom o motorické ovládanie. Jednoduché okenice sú v mnohých krajinách zvyčajne lacným riešením, na trhu v SR sú však v súčasnosti dostupné prevažne okenice vyššieho štandardu, ktoré sú cenovo na úrovni exteriérových žalúzií. Výhodou okeníc je dobrá odolnosť voči silnému vetru, nevýhodou zatemnenie miestnosti.

6.1.6.4 Pohyblivé interiérové tieniace prvky

Medzi interiérové pohyblivé tieniace prvky patria vnútorné rolety, interiérové žalúzie, záclony, závesy a pod. Ich primárnou funkciou je zabezpečenie intimity, sú však používané aj za účelom znižovania teploty v interiéroch budov.

Je niekoľkonásobne menej účinné v znižovaní solárnych ziskov než vonkajšie tienenie budovy. Na udržanie letnej tepelnej pohody bez strojového chladenia často samo o sebe nestačí. Z hľadiska chladenia budovy je vnútorné tienenie okien (žalúzie, rolety, záclony) menej účinné ako vonkajšie, nakoľko k blokovaniu slnečného žiarenia dochádza až v miestnosti, kde sa časť tepelného žiarenia absorbovala.

Vnútorné tienenie je pomerne lacné, závesy sú bežne dostupné v cene od cca 5 EUR/m^2. Ceny interiérových žalúzií sú zvyčajne od 10 EUR.

Účinnosť tieniacich systémov v a na budovách všeobecne
„Ochladzovací efekt“ jednotlivých tieniacich systémov nemožno presne určiť. Závisí od viacerých premenných a presne ho vieme spočítať len pre konkrétny objekt a lokalitu. Niektoré zdroje uvádzajú, že dobre navrhnuté tienenie môže znížiť vnútornú teplotu až o 11 °C. Dôležité je kombinovanie účinnejších prvkov tienenia s ďalšími spôsobmi ochladzovania. Napríklad použitie vonkajšieho tienenia v kombinácii s dobrou tepelnou izoláciou (prípadne riadeným vetraním) umožňuje pri väčšine budov zaistiť požadovanú letnú tepelnú pohodu (frekvenciu prekročenia teploty 25 °C pod 10 %) bez potreby strojového chladenia.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [49], [50], [51]

6.1.7 Využívanie svetlých farieb a odrazivých povrchov na budovách

Rôzne druhy materiálov používané pre strechy a steny budov majú rôzne tepelné zisky zo slnka. Orientačne však môžeme uviesť výsledky niektorých vedeckých prác, ktoré uvádzajú, že strechy budov môžu byť zodpovedné často až za takmer 70 % tepelných ziskov zo slnečného žiarenia (Vijaykumar et al., 2007). Strechy budov v súčasnosti tiež významne prispievajú k efektu mestského tepelného ostrova. Spolu so spevneným povrchmi (cesty, chodníky, parkoviská) pokrývajú často až 60 % územia mesta (Akbari et al., 2008).

Strechy a fasády budov s vysokou odrazivosťou môžu mať pozitívny vplyv na vnútornú teplotu tých budov, ktoré nemajú minimalizovanú tepelnú priepustnosť (pasívne, resp. nízkoenergetické budovy), alebo nie sú ochladzované strojovo. Zvýšenie rozlohy striech s vysoko odrazivým povrchom tak prispeje k zníženiu efektu tepelného ostrova mesta. Málo odrazivé povrchy, tmavé farby striech a stien budov absorbujú, uchovávajú a neskôr uvoľňujú teplo do okolitého prostredia, čo je nežiaduce v lete počas horúčav. To má, spolu s prípadnou tmavou farbou spevnených exteriérových plôch na verejných priestranstvách, nepriaznivé dôsledky pre tepelnú pohodu v exteriéri. Navyše svetlé či odrazivé povrchy zabraňujú prehrievaniu striech či fasád, redukujú výkyvy teplôt medzi dňom a nocou a prinášajú úspory nákladov na klimatizáciu i kúrenie. Pokiaľ z objektívnych dôvodov nie je žiaduce aplikovať bielu, veľmi svetlú farbu (napr. na historickej pamiatke), môžeme aplikovať povrchy striech, ktoré majú patričnú požadovanú farbu, avšak ich fyzikálne vlastnosti zabezpečia vysokú odrazivosť slnečného žiarenia. Vhodnou voľbou môže byť aj štrk, ak je jeho použitie na danej budove možné, pretože na rozdiel od náteru sa nešpiní a chráni izoláciu priťažením.

Vplyv tmavých povrchov na interiérovú pohodu je badateľný hlavne v zle izolovaných budovách bez klimatizácie, v dobre izolovaných domoch je malý a v prípade odvetraných obkladov či dvojplášťových striech je minimálny. Avšak tmavé omietky fasád (ktoré však nie sú vhodné už kvôli ich tepelnej

rozpínavosti a tepelnému namáhaniu podkladu) a tmavé jednoplášťové strechy (nevhodné aj z iných príčin) vedú, pri budovách s vysokou tepelnou priepustnosťou, k zhruba dvojnásobným tepelným ziskom cez stenu či strechu a nemali by sa používať. V porovnaní s celkovými tepelnými ziskami sa však stále jedná o pomerne malý vplyv, ktorý neovplyvní dosahovanie letnej tepelnej pohody. V exteriéry má podiel a typ zelene a farba spevnených plôch podstatne významnejší vplyv. Sálanie tepla zo striech a stien v noci má významnejší vplyv len pri ich masívnej konštrukcii (omietka či fólia na tepelnej izolácii vychladne veľmi rýchlo).

Účinnosť

Givoni (1994) vo svoje práci preukázal, že rozdiel maximálnych vonkajších povrchových teplôt medzi čiernou a bielou strechou sa počas horúčav môže pohybovať medzi 30–40 °C. Skúmal strechy budov z betónových Ytong tvárnic o hrúbke 7, 12 a 20 cm natreté sivou farbou pri vonkajšej teplote 31 °C, generujúc maximálnu priemernú teplotu povrchov 69 °C. Maximálna teplota stropov bola významne ovplyvnená hlavne hrúbkou použitého materiálu – 45 °C pre hrúbku 7 cm, 39 °C pre hrúbku 12 cm a 33 °C pre hrúbku 20 cm. Po natretí striech bielou farbou a pri teplote vonkajšieho vzduchu 27 °C, dosahovala maximálna priemerná vonkajšia teplota povrchov len 27,5 °C a maximálna teplota stropov bola 25,5 °C.

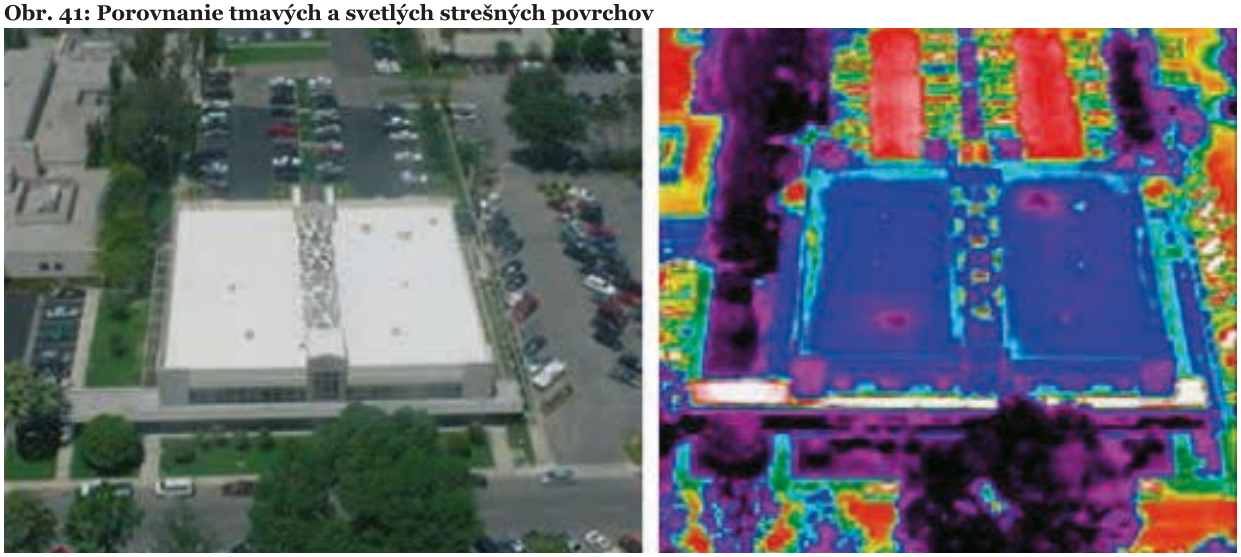
Údaje o odrazivosti sledované prostredníctvom koeficientu SRI uvádzame v *kapitole 6.1.1.7. Zmena povrchov komunikácií a iných spevnených plôch na svetlé, resp. odrazivé*. Čím je SRI index vyšší, tým má strecha lepšie parametre z hľadiska tzv. chladiaceho efektu striech. Ako uvádzame vyššie, dôležité v tejto veci je uvedomiť si, že farba oslneného povrchu má podstatne významnejší vplyv na interiérovú pohodu v budovách s vysokou tepelnou priepustnosťou plášťa. V týchto prípadoch by malo byť prvým krokom zlepšenie izolácie.

Náklady

Náklady na voľbu svetlej farby namiesto tmavej nie sú žiadne, pri dodatočnom reflexnom nátere sa pohybujú okolo 1–2 EUR/m^2. Namiesto reflexného náteru strechy však niekedy možno využiť aj posyp svetlým štrkom (s porovnateľnými nákladmi) či vegetačnú strechu, ktorá zahŕňa aj ďalšie prínosy.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [46], [52]

Obr. 41: Porovnanie tmavých a svetlých strešných povrchov



Zdroj: [52]

6.1.8 Využívanie vegetačných striech

Jedným z adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy je aj budovanie vegetačných striech. Vegetačná strecha je účinným prostriedkom v rámci udržateľného manažmentu so zrážkovými vodami a zároveň má chladiaci efekt. Tento efekt vegetačných striech je daný hlavne odparovaním vody, tieniacim efektom vegetácie, schopnosťou odrážať slnečné žiarenie, spotrebou energie na proces fotosyntézy a tepelnou akumuláciou zadržovanej vody. Vegetačné strechy ovplyvňujú zadržiavanie zrážok viacerými spôsobmi. Porovnanie „klasickej" strechy s vegetačnou nielenže poukazuje na značné celkové zníženie odtoku, ale aj rozdiely v jeho distribúcii, kedy pri intenzívnej zrážkovej činnosti je odtok z vegetačnej strechy posunutý až ku koncu samotného „dažďa".

Pre lepšie pochopenie účinku vegetačných striech na ochladzovanie nám veľa vysvetlí výskum toku tepla v rámci celkovej energetickej bilancie. Feng et al. (2010) analyzovali extenzívnu vegetačnú strechu a jej bilanciu toku slnečnej energie počas letných mesiacov. Viac ako 58 % slnečnej energie bolo disipovanej za pomoci evapotranspirácie pôdy a rastlín, 30,9 % dlho vlnného žiarenia bolo odrazeného a 9,5 % energie bolo využitej na proces fotosyntézy.

Účinnosť

Vegetačné strechy zmierňujú teploty budov o niekoľko °C v priestoroch pod strechami. Prestup tepla skrz strechu z vonkajšieho prostredia do vnútorného môže byť zelenou vegetačnou strechou znížený na viac než 90 %. Merania v letných dňoch z posledných rokov napríklad v Nemecku preukázali, že v prípade, ak je vonkajšia teplota od 25–30 °C, zníženie teploty vnútornej miestnosti pod vegetačnou strechou je o 3–4 °C. Merania ukázali, že 20–40 cm vegetácie, ktorá rastie na 20 cm substráte je svojimi vlastnosťami porovnateľné s 15 cm izoláciou z minerálnej vlny. Viacerými štúdiami je dokázané, že budovy s vegetačnými strechami sa menej prehrievajú, čo v prípade využívania klimatizácie vedie k značným úsporám. Každé zníženie vnútornej teploty o 0,5 °C vedie k úsporám elektriny pri klimatizácii o 8 %. Je predpoklad, že vegetačné strechy pohltia 150W/m^2 tepelnej energie. Na základe viacerých výskumov vegetačná strecha (v závislosti od hrúbky a kvality substrátu, vysadených rastlín, ročného obdobia a pod.) zadrží od 60–80 % spadnutých zrážok. Na základe výskumu a modelovania situácie v Bruseli by vytvorenie vegetačných striech na 10 % v súčasnosti existujúcich striech malo za následok zníženie odtoku o 2,7 %, pričom najväčší podiel na znížení by bol priamo v najhustejšie zastavaných častiach mesta.

Osobitne je potrebné zdôrazniť aj pozitívny efekt vegetačných striech na samotnú kvalitu vody.

Náklady

Náklady sa pohybujú hlavne od typu vegetačnej strechy (extenzívna od 25–50 EUR/m^2), po intenzívnu, kde sú náklady viacnásobne vyššie. Pri tvorbe strechy je potrebné mať posudok od statika, ktorý určí možné zaťaženie strechy. Osobitne pri intenzívnej vegetačnej streche je potrebné pred samotnou realizáciou mať vykonávací projekt, ktorý má okrem technických detailov aj výsadbový plán.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Medzi ďalšie pozitívne efekty týchto striech patrí:

- zlepšujú ovzdušie – absorbujú škodliviny z ovzdušia, filtrujú častice prachu a zabraňujú jeho víreniu, znižujú riziko a koncentráciu smogu,
- zabraňujú prehrievaniu striech,
- redukujú výkyvy teplôt,
- fungujú ako zvuková izolácia (napr. vlhká zemina o hrúbke 12 cm znižuje prestup hluku o 40 dB, 20 cm vrstva zeminy o 46 dB),
- sú považované za požiaru odolné,
- zmierňujú kolísanie vlhkosti vzduchu,
- majú veľký význam v rámci podpory biodiverzity,
- plnia estetické hľadisko, môžeme ich využiť aj na iné účely, napr. pre pestovanie zeleniny a kvetín.

Obr. 42: Extenzívna vegetačná strecha tvorená výsadbou rozchodníkov a suchovzdorných trvaliek



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 43: Vegetačná strecha môže byť vytvorená aj s cieľom podpory biodiverzity



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [53], [54], [55], [56], [57]

6.1.9 Vegetačné fasády

Vegetačné fasády je možné rozdeliť na 3 hlavné skupiny. Jedná sa o fasády, kde je buď vertikálna zeleň vedená po predsadenej konštrukcii, alebo sa popína priamo po fasáde. Treťou skupinou sú „vegetačné steny“, ktoré sú tvorené nielen samotnou zeleňou, ale v rámci vegetačnej steny je zabudovaný špeciálny substrát a závlaha. Podľa tohto základného členenia sa odlišuje nielen účinnosť, ale aj náklady. Navyše, samotný chladivý efekt sa odlišuje aj na samotnej fasáde, osobitne ak spodná časť budovy je prirodzene zatienená (Cheng et al., 2011).

Účinnosť

Steny domu sú počas celého roka vystavené slnečnému žiareniu a zaznamenávajú pomerne veľké výkyvy teplôt. Nezatienená fasáda sa môže počas horúceho letného dňa zohriať aj na 40 °C, kým teplota steny pod zeleným plášťom je aj o 15 °C nižšia (Perez et al., 2011), čo má pozitívny dopad na teplotu v interiéri. Obrastenie stien popínavými rastlinami zmierňuje extrémy medzi exteriérom a interiérom. Dopadajúce slnečné žiarenie zachytávajú listy zazelenenej fasády a popritom uvoľňujú do prostredia vodnú paru – vďaka „transpirácii“, tým priestor účinne chladia.

Okrem vplyvu na teplotu v interiéri majú vegetačné fasády aj vplyv na teplotu svojho okolia a to osobitne v úzkych uličných priestoroch. Podľa výskumov v južnej Európe tento rozdiel v teplote môže dosahovať až 9°C (Alexandrie et al., 2008).

V prípade vegetačných stien je v súčasnosti ešte pomerne menej výskumných prác, avšak ich ochladzujúci účinok bol potvrdený až do vzdialenosti 60 cm od samotnej vegetačnej steny (Wong et al., 2010). Odborná literatúra potom hovorí niekedy až o 10–30 % úspore nákladov na spotrebovanú energiu za sezónu. K vlastnému plášťu budovy vďaka fasáde z popínavých rastlín prenikne len zlomok slnečnej energie. Preto ak sa nepokrytá stena zahreje na slnku napríklad na 42 °C, tá istá stena pod zelenou fasádou má len cca 22 °C.

Popínavé rastliny výrazne znižujú teplotu steny/múru, nielen v závislosti od klimatického pásma, ale hlavne od plochy, ktorú pokrývajú. Zníženie teploty sa tak pohybuje od 10 po 30 °C. Bolo vypočítané, že zníženie teploty múru o 5,5 °C ušetrí elektrickú energiu vynaloženú na klimatizáciu o 50 %. Keď vezmeme do úvahy, že 1/3 energie na kúrenie v zime sa vynakladá na vetrom ochladzované múry, prinášajú popínavé rastliny (osobitne stále zelené ako napr. brečtan) energetické zisky.

Náklady a neklimatické pozitíva a negatíva

Pre exteriérové a interiérové vegetačné steny sa náklady pohybujú od 300 po 1 000 EUR/m^2, pričom je potrebné počítať s ďalšími nákladmi spojenými so závlahou a výživou (hnojením).

Popínavé rastliny rozlišujeme podľa spôsobu uchytávania na ovíjavé, úponkové a s prísavnými korienkami. Úponkové rastliny sa prichytávajú na pomocný rošt – „treláž“ a ukoreňujú sa do zeme. Nepredstavujú žiadne riziko pre konštrukciu stavby. V minulosti sa neodporúčalo sadiť druhy s prísavnými korienkami priamo na fasádu stavby (ale využiť pomocné konštrukcie), nakoľko by mohli postupne rozrušiť fasádu, hlavne v miestach trhlín a praskliniek (medzi tieto druhy patrí brečtan, popínavá hortenzia a iné). Uvedené platí

osobitne pre staršie omietky, pre nové omietky už žiadne riziko nehrozí, nakoľko v súčasnosti používané omietky sú rovnako odolné ako ostatné stavebné materiály. Rýchlosť rastu závisí od viacerých faktorov, osobitne kvality pôdy a prístupu k závlahe. Viaceré ovíjavé rastliny sú pomerne rýchlo rastúce (trúbkovec, vistéria) a preto je potrebné počítať s rýchlo zväčšujúcou sa váhou rastliny pri výbere vhodnej konštrukcie. Pavinič trojlaločný, ako aj ďalšie druhy s prísavnými korienkami sú pomerne nenáročné druhy, ktoré majú prírastok aj niekoľko metrov ročne.

Obava z poškodzovania omietky pri zvolení správneho druhu a prípadne aj pomocnej konštrukcie nie je namieste – v skutočnosti fasády chránia pred mechanickým poškodením, od nečistôt, prachu, kyslých dažďov, žiarením a pod, čím sa zvyšuje životnosť fasád trojnásobne. Exteriérové a interiérové vegetačné steny majú osobitne funkciu estetickú, zároveň zhvlčujú a ochladzujú okolie výparom vody, ako aj ochladzujú steny budovy. V súčasnosti sú ešte známe exteriérové a interiérové vegetačné steny – tieto majú osobitne funkciu estetickú.

Podľa viacerých výskumov sa potvrdil význam vegetačných fasád pre zlepšenie kvality ovzdušia, osobitne prašnosti a záchytom NOx.

Obr. 45: Vegetačná stena má výrazné estetické pôsobenie



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [57], [58], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65]

Obr. 44: Fasáda popnutá popínavými rastlinami má okrem mikroklimatického účinku aj výrazné estetické pôsobenie



Foto: Zuzana Hudeková

6.1.10 Ochladzovanie interiérov budov

6.1.10.1 Klimatizačné zariadenia

Prvým, najdôležitejším krokom pri uvažovaní o inštalácii klimatizačného zariadenia v budove by malo byť zváženie, či nevieme zabezpečiť ochladenie predmetného interiéru iným spôsobom, ktorý spotrebuje menej energie a našich finančných prostriedkov. Klimatizačné zariadenia môžu pomôcť v ochladzovaní budov pri vlnách horúčav. Na druhej strane však klimatizácia nie je pre prehrievajúce sa budovy vždy optimálnym riešením najmä z hľadiska zdravotných otázok pri jej nadmernom používaní. Navyše pri klimatizovaní dochádza k značnej spotrebe energie a nepriamo aj k emisiám skleníkových plynov. Preto cieľom tohto opatrenia je zabezpečiť racionálne využitie klimatizačných zariadení v budovách, ktoré minimálne zvyšuje spotrebu energie a emisie skleníkových plynov. Zabezpečiť rozumné využitie klimatizačných zariadení možno okrem technologických opatrení hlavne komplexným prístupom. Ten spočíva v aplikácii energeticky nenáročného ochladzovania (tienením, využívaním zelene a pod.), v zabezpečení nízkej tepelnej priepustnosti obvodového plášťa budovy a v aplikácii klimatizácie len v tých budovách, kde sa zdržiavajú najzraniteľnejšie skupiny obyvateľstva (chorí a starší ľudia, deti do 4 r., ľudia s kardiovaskulárnymi, respiračnými chorobami, ľudia užívajúci niektoré typy liekov a pod.).

K funkciám klimatizácie, kvôli ktorým pristupujeme k ich inštalácii, patrí okrem chladenia aj ohrievanie, a ionizácia, zvlhčovanie a odvlhčovanie vzduchu. Technologické zariadenie klimatizácie s nastavovaním požadovaných parametrov môže mať centrálnu, alebo miestnu úpravu.

V klimatizácii s centrálnou úpravou sú požadované parametre nastavené v centrálnej jednotke, odkiaľ sa vzduch rozvádza sústavou potrubí do jednotlivých miestností budovy. K nevýhodám predmetného systému patrí, že teplota vzduchu je vo všetkých miestnostiach rovnaká. Nie je tu možné nastaviť tepelný komfort zodpovedajúci individuálnym potrebám ľudí zdržiavajúcich sa konkrétnej miestnosti. Využíva sa predovšetkým vo veľkých administratívnych budovách a v priemysle. Nie je vhodná ani využívaná v rodinných domoch.

Klimatizáciu s miestnou úpravou nazývame aj tzv. jednotkovou klimatizáciou. V závislosti od ich umiestnenia rozoznávame klimatizácie okenné, nástenné, mobilné, podstropné, kazetové a parapetné. Môžeme ich jednoduchým spôsobom inštalovať priamo do vetraných priestorov. Ich hlavnou výhodou je možnosť nastavenia vlastných parametrov. V prípade okenných a mobilných zariadení patrí k ich výhodám aj možnosť ich jednoduchého premiestnenia.

Obr. 46: Mobilná klimatizácia



Foto: Zdenka Kluzáčková

Obr. 47: Nástenné klimatizačné zariadenia skladajúce sa z dvoch a viacerých jednotiek



Foto: Ladislav Hegyi

Dôležité je aj rozoznávanie klimatizačných zariadení v závislosti od spôsobu chladenia. Poznáme kompresorové chladenie (parné, plynové, parné prúdové) a absorpčné chladenie.

Kompresorové chladenie je podobné chladeniu v chladničke, ktorá odvádza teplo z vnútorného priestoru tzv. výparníkom do kondenzátora umiestneného prevažne na zadnej strane, z ktorého prúdi ďalej do priestoru. Želaným efektom je zníženie teploty v chladiacom priestore chladničky.

Klimatizačné zariadenie má však oproti chladničke omnoho väčší výkon.

Chladiaci účinok je dosahovaný prostredníctvom vyparovania chladiva vo výparníku, pričom potrebný tlak pre vyparovanie sa dosahuje pomocou mechanicky poháňaného kompresora. Ten odsávaním vznikajúcich pár udržuje taký tlak, aby zaistil, že teplo bude prechádzať z chladenej látky do chladiva. V kondenzátore potom dochádza k ochladzovaniu a skvapalneniu chladiva. Kondenzáciou pary sa uvoľnené teplo odvádza chladiacou kvapalinou. Po redukcii kondenzačného tlaku na vyparovanie prejde chladivo do nízkotlakovej časti okruhu a ako mokrá para sa vracia späť do výparníka, prudko sa odparuje a odoberá teplo chladenej látke. Tím je chladiaci obeh uzavretý a ďalej sa opakuje.

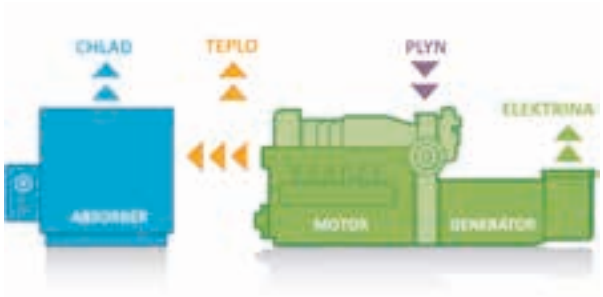
Základným princípom absorpčného chladenia je nahradenie kompresie procesom pozostávajúcom z troch termochemických krokov – absorpciou chladiva za nízkeho tlaku v roztoku, prečerpávaním roztoku do výmenníka na vyššiu tlakovú úroveň a desorpciou pár z roztoku. Tento postup umožňuje realizovať transformáciu tepelnej energie na vyššiu teplotnú úroveň s rádovou menšou spotrebou elektrickej energie ako tradičný obeh kompresorový. Absorpčné chladiace zariadenia používajú v súčasnosti cca dva druhy pracovných látok – čpavok ako chladivo a vodu ako absorbent, a vodu ako chladivo a bromid litný ako absorbent.

6.1.10.2 Trigenerácia

Je ďalšia technológia, ktorá kombinuje strojové chladenie, v tomto prípade spojené s výrobou tepla a elektrickej energie. Presnejšie, trigenerácia označuje kombinovanú výrobu elektrickej energie, tepla a chladu. Spočíva v spojení kogeneračnej jednotky (na kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie) a absorpčnej chladiacej jednotky. Výsledkom je maximalizácia využitia kogeneračného zariadenia pri využití časti tepla na výrobu chladu. Využitie tepla v absorbčnom chladiči je energeticky a ekonomicky efektívne, pretože využíva teplo v teplejších mesiacoch roka mimo vykurovacej sezóny. Tým dosahujeme predĺženie chodu nášho zariadenia. Spotreba tepla v teplejších mesiacoch roka je významným limitujúcim faktorom pre veľkosť a efektivitu kogeneračnej jednotky.

Trigenerácia nachádza praktické využitie budovách a halách, ktoré štandardne potrebujú okrem zabezpečenia tepla a elektrickej energie aj chladenie, teda v administratívnych budovách, nemocniciach, športových halách atď.

Obr. 48: Trigeneračná jednotka



Zdroj: upravené podľa www.cogentenergy.com.au

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [66], [67], [68]

6.1.10.3 Riadené vetranie a zemné výmenníky

Problematiku tepelných strát z vetrania rieši okrem iného tzv. riadené vetranie s rekuperáciou tepla a zemným výmenníkom tepla, ktorý slúži počas teplých dní aj na chladenie interiéru. Je takmer nevyhnutnosťou v pasívnych budovách, používa sa však aj v nízkoenergetických budovách, resp. v nových budovách a objektoch stavebne takmer vzduchotesných. K prehrievaniu budov v letnom období neprispieva len prestup tepla cez transparentné konštrukcie či plášť zle izolovanej budovy, ale aj z vetrania, ak sú vonkajšie teploty vyššie než požadovaná teplota vzduchu v interiéri. Zabezpečeniu tepelnej pohody bez potreby aktívneho strojového chladenia v budovách počas horúčav napomôžeme obmedzením vetrania na hygienicky nutné minimum riadeným vetraním, spravidla mechanickým, v spojení s rekuperáciou tepla vo vykurovacom období. Čerstvý vzduch je privádzaný do obytných a nočných miestností, opotrebovaný vzduch je odvádzaný z kuchyne a kúpeľne. Spätným získaním tepla z opotrebovaného vzduchu je možné dodať čerstvému vzduchu až 80 % tepla. Malé zariadenie na dohrievanie vzduchu, ktoré môže byť napr. prepojené so zariadením na prípravu teplej vody, postačuje na ohriatie vzduchu na želanú teplotu. Výhodné je čerstvý vzduch predhriať, resp. v lete predchladiť, už v zemnom tepelnom výmenníku.

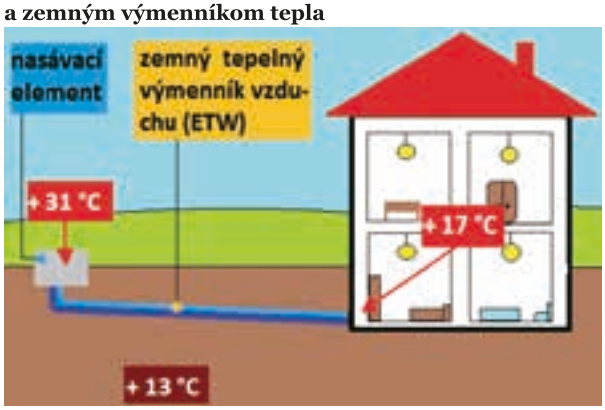
Náklady

Investičné náklady riadené vetranie s rekuperáciou tepla sú pomerne vysoké (okolo 2 000 EUR/byt), ale tieto náklady sa vďaka úsporám tepla na vykurovanie v pasívnych domoch a budovách s takmer nulovou spotrebou energie v rámci cyklu životnosti vrátia. Prínos k zabezpečeniu tepelnej pohody tak získame počas využívania za relatívne nízke náklady.

Z hľadiska ochladzovania interiéru budov sú pri tejto technológii dôležité zemné výmenníky. Umožňujú vetrací vzduch v zime mierne ohriať a v lete naopak vzduch mierne ochladiť, cca o 5–6 °C. Náklady na zemný výmenník sa pohybujú

okolo 1 000 EUR na byt. Ekonomická návratnosť je tu zatiaľ pomerne slabá, prínos zemného výmenníka spočíva hlavne v ochrane zdravia (ochrany pred horúčavou) a komfortu zabezpečením chladného čerstvého vzduchu počas horúčav (Pifko H., 2014).

Obr. 49: Riadené vetranie s rekuperáciou tepla a zemným výmenníkom tepla



Zdroj: Viktória Hegyi

6.1.10.4 Kapilárne rozvody

Systémom kapilárnych rohoží získavame dve funkcie v rámci jednej technológie a to vykurovanie aj chladenie. Systémy kapilárnych rozvodov sú v podstate vylepšením známeho systému podlahového kúrenia. Základným prvkom kapilárnych rohoží je hustá sieť tenkých rúrok, ktoré rozvádzajú teplo, alebo chlad do miestností vodou ako teplonosným médiom. Tenké kapilárne rohože sa ukladajú tesne pod povrch stropov, stien a podláh. V malých priemeroch kapilár je obsiahnuté malé množstvo chladiaceho, resp. vykurovacieho média, vďaka čomu je reakcia na zmeny teploty v interiéri rýchla. Interiér budovy sa tak ochladí, alebo zohreje rýchle. Kapilárne rohože môžeme použiť pri stavbe novej budovy, aj pri jej rekonštrukcii. Montáž je veľmi jednoduchá, pretože kapilárne rohože sa do seba ľahko skladajú a ich inštaláciu môžeme prispôsobovať rôznym povrchom, plochám a materiálom. Kapilárne rohože sa plnia čistou vodou ohrievanou akýmkoľvek zdrojom tepla. Štandardný objem vody je len 0,1143 l/m^2.

Doposiaľ menej známym, úsporným a efektívnym riešením je (ak to projekt rekonštrukcie či výstavby budovy umožňuje) zabezpečiť pasívne chladenie s kapilárnymi rohožami len studničnou vodou, alebo zemným kolektorom. Chlad sa tu nevyrába kompresorom, len sa presúva z okolitého prostredia obehovým čerpadlom.

Účinnosť a náklady

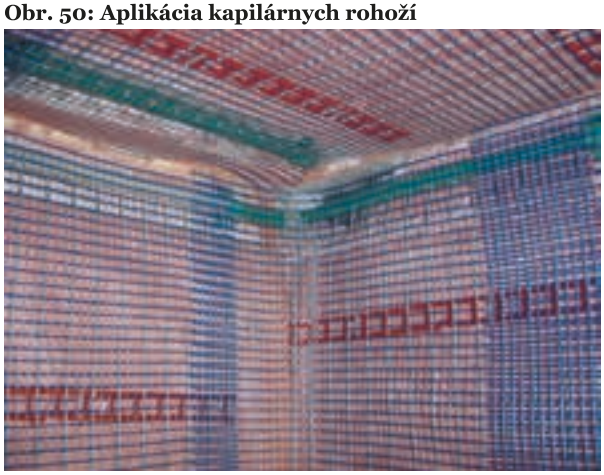
Kapilárne rohože vykazujú vysokú účinnosť ochladzovania vnútorných priestorov budov, zabezpečujúc aj počas horúčav tepelnú pohodu interiéru. Zároveň zvyšujú účinnosť aj iných technologických zariadení, resp. opatrení. Vďaka nižšej teplote média (vody) majú v rámci danej budovy vyššiu účinnosť napríklad solárne systémy, tepelné čerpadlá, či kondenzačné plynové kotle.

Kompletná cena samotných kapilárnych rohoží, vrátane výstužnej sieťky a pod., je dnes 25 EUR/m^2. Cena príslušenstva (skrinky na rozdeľovače, rozdeľovače, potrubia, izolácie, kotvy, kolená, spojky, nátrubky atď.) je 10 EUR/m^2. Cena za ich dopravu, ukladanie a kotvenie kapilár, rozvodov, rozdeľovačov, skriniek, tlakovanie, plnenie, uvedenie do prevádzky, hydraulické vyregulovanie, zaučenie a pod. je 19,9 EUR/ m^2.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Výhodou je, že prostredníctvom kapilárnych rohoží osadených do stropu alebo stien môžeme chladiť aj vykurovať v rámci jedného systému. Malý rozostup kapilár (10 – 30 mm) zaručuje rovnomernú teplotu povrchu, a tým aj príjemné prostredie v miestnosti. Vzhľadom na nízke prevádzkové teploty a tlak majú dlhú životnosť. Ich ďalšou výhodou je nízka hlučnosť, majiteľ budovy s ich inštaláciou získava „tichú klimatizáciu“ vďaka absencii pohybu vzduchu. Nemenej dôležitú sú tiež nižšie prevádzkové náklady ako aj nižšie investičné náklady, keďže nimi zabezpečujeme vykurovanie aj chladenie jedným systémom. Oproti podlahovému vykurovaniu sa dokážu rýchlejšie prispôsobiť zmenám teplôt, vďaka uloženiu kapilár tesne pod povrchom sa vyznačujú rýchlym nábehom pri ochladzovaní alebo zakúrení.

Obr. 50: Aplikácia kapilárnych rohoží



Zdroj: asb.sk/tzb/vykurovanie/kapilarne-rohoze-infraclima

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [69], [70], [71], [72]

6.1.11 Zabezpečenie vnútorných ochladzovaných priestorov ako miesta bezplatného ochladenia pre verejnosť počas horúčav

Predmetné opatrenie je súčasťou zvyšovania tzv. adaptívnej kapacity danej lokality na negatívny vplyv zmeny klímy, v tomto prípade rast častosti výskytu horúčav. Spočíva hlavne v tom, že kompetentné orgány verejnej správy zabezpečenia pre ľudí verejný priestor, resp. priestory pre bezplatné ochladene sa a osvieženie (pitnou vodou). V prípade, že takýto priestor má verejná správa k dispozícii jedná sa hlavne o informovanie a organizačné pokyny, aj keď v niektorých prípadoch môžeme potrebovať aj investície za účelom stavebných úprav či vybavenia.

Predmetný priestor musí vedieť poskytnúť tepelnú pohodu (t. j. počas horúčav príjemné chladnejšie prostredie výrazne pod 30 °C), či už vďaka svojim dobrým tepelnoizolačným vlastnostiam, klimatizácii a pod.

Dané priestory je potrebné zabezpečiť hlavne pre sociálne slabších starších a chorých občanov, ktorí nemajú dostatok prostriedkov na zakúpenie a prevádzku klimatizácie, bývajú v budovách s nedostatočnou tepelnou izoláciou a sú odkázaní počas horúčav na bývanie v prehriatych priestoroch. Takíto ľudia majú mať možnosť prísť bezplatne počas horúčav do predmetného priestoru/ priestorov, i keď ochladzovací priestor samozrejme môžu využiť aj občania, ktorí nie sú sociálne slabší, ale v danom čase je to pre nich z rôznych dôvodov potrebné.

6.2 Vplyv zmeny klímy: Zvýšenie priemerných ročných teplôt

Verejné priestranstvá

6.2.1 Výsadba vhodných drevín a ostatných okrasných rastlín v sídlach

Pri návrhu drevín na výsadbu v mestách je potrebné vziať do úvahy viacero faktorov. Popri mnohých spomenieme hlavne požiadavku, vyjadrenú v § 48 Zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, sa v rámci náhradných výsadieb odporúča vysádzanie hlavne domácich (autochtónnych) drevín. Na strane druhej je potrebné zohľadniť zmenené podmienky v meste oproti okolitej krajine (tzv. „teplotný ostrov“ nad mestom, antropogénne pôdy, nepriepustný povrch a pod.). Pri voľbe drevín do uličných stromoradí sa zohľadňuje ešte viacero kritérií, ktoré sú popísané v ďalšom texte (napr. odolnosť voči zasoleniu, voči exhalátom). Pri štúdiu viacerých dostupných materiálov sa navyše k tomu ukazuje, že viaceré odkazy sú nejednoznačné, ba pri niektorých druhoch drevín dokonca protirečivé. Na základe naznačeného sme nútení konštatovať, že neexistuje drevina, ktorá by spĺňala všetky kritériá aj z dôvodu, že tak ako bolo naznačené vyššie kritériá sú rozmanité a sčasti aj protichodné. Osobitne je možné poukázať na skutočnosť, že ak drevina odolná voči extrémne nepriaznivým podmienkam, má na druhej strane nižšiu schopnosť vyhovieť ostatným kritériám, ktoré kladieme na alejové stromy, napr. druhy pajasan *Ailanthus*, agát Robinia, gledíčia *Gleditsia*, paulovnia *Paulownia* majú krehké drevo vo vyššom veku, pri rodoch *Koelreuteria, Fraxinus ornus, Sorbus aria* nie je možné vypestovať dostatočne vysoký kmeň a pod. (Pejchal, 2002).

Vo všeobecnosti sa pri výsadbách postupuje podľa základného rozdelenia podľa funkcie dreviny v poraste:

- kostrové
- doplnkové
- výplňové
- podrastové

Kostrové dreviny sú cieľové dreviny v sadovnícky upravenej ploche a teda sú to zásadne dlhoveké dreviny mohutného vzrastu vyznačujúce sa odolnosťou voči chorobám a škodcom, ktoré tvoria kostru porastu. Pri voľbe kostrových drevín by sa malo vychádzať z fytocenologických znalostí

daného stanovišťa ale zároveň s ohľadom vziať do úvahy devastáciu daného prostredia a zmeny klímy. Doplnkové dreviny väčšinou svojím vzhľadom dopĺňajú a zvýrazňujú sadovnícku kompozíciu (Machovec, 1982). Sú vo všeobecnosti tvorené takými druhmi drevín, ktoré sú síce pre dané podmienky spoľahlivé, ale nespĺňajú všetky kritériá popísané vyššie. Svojimi vlastnosťami dopĺňajú a zvýrazňujú sadovnícku kompozíciu. Z domácich drevín to môžu byť aj dreviny stredne a krátkoveké, alebo dreviny ktoré nepatria medzi potenciálne prirodzenú vegetáciu.

Výplňové dreviny sú väčšinou krátkoveké dreviny, ktoré rýchlosťou svojho rastu rýchlo vyplnia priestor a utvoria sadovnícku kompozíciu už po niekoľkých rokoch. Postupne sa však z porastu odstraňujú formou prebierok, jednak aby uvoľnili miesto ostatným drevinám, ale aj kvôli zníženej vitalite, ktorá s vekom veľmi ubúda. Pre podrastové dreviny platia rovnaké požiadavky ako pri doplnkových drevinách.

Pri výsadbách drevín je potrebné vziať do úvahy nielen súčasný stav životného prostredia, ale aj vziať do úvahy zvýšenie priemerných ročných teplôt ako aj ďalšie očakávané negatívne dopady zmeny klímy (letné horúčavy, dlhotrvajúce suchá a naopak prudké dažde a veterné smršte budúce oteplenie v mestských oblastiach). Dopady zmeny klímy však neznamenajú zjednodušenie, že u nás nastanú pomery charakteristické pre súčasnú južnú Európu. Okrem už spomínaného zvýšenia priemernej ročnej teploty má zásadnú dôležitosť fakt, aj v budúcnosti sa budú na území Slovenska vyskytovať zimy so silnými mrazmi (ktoré sa v Stredomorí nevyskytujú). Základným kritériom výberu drevín pre budúce zmenené podmienky je teda aj dostatočná suchovzdornosť a zimovzdornosť.

Pri výsadbe je potrebné dbať na:

- zaradenie nových druhov (taxónov), ktoré doposiaľ neboli pre naše súčasné podmienky vhodné (napr. kvôli vyšším nárokom na teplotu),
- zaradenie druhov drevín, ktoré budú znášať výrazné letné suchá,
- zvýšenú diverzifikáciu druhovej a vekovej štruktúry vegetačných prvkov,
- väčšie uplatnenie krátkovekých taxónov stromov, a to nielen ako dočasných, ale i cieľových drevín,
- nepoužívať sadenice zbytočne vyspelé/vzrastlé a vypestované v nadmerne priaznivých podmienkach, ktoré majú horšiu adaptačnú schopnosť vzhľadom na nepriaznivé podmienky trvalého stanovišta,
- zabezpečiť čo najvhodnejšie stanovištné podmienky s čo najmenšou závislosťou na pravidelnej starostlivosti. V prípade stromov, zásadnú rolu tu hrá predovšetkým dostatočne veľký priestor pre prekorenie stromu.

Okrem hore popísaných kritérií, ktoré je potrebné zvážiť pri výbere drevín na výsadbu do mestských stromoradí, je potrebné pridať ešte ďalšie, nemenej dôležité, ako napr. odolnosť voči zasoleniu a kontaktnému pôsobeniu soli, odolnosť voči exhalátom a i. Tieto kritériá môžeme rozdeliť na:

- funkčné a pestovateľské,
- ekologické.

Medzi funkčné kritériá patria estetická, psychologická, mikroklimatická funkcia. Na alejové stromy sa kladie požiadavka, aby nadmerne netienili budovám. Nadmerné tienenie budov súvisí s veľkosť koruny, ktorá sa dá docieliť:

- výberom malokorunného stromu,
- výberom stromu s úzkou korunou,
- každoročným orezom už od výchovného rezu (tzv. rez na hlavu, kedy sa ponechajú len skrátené kostrové konáre). V tomto prípade je potrebné jednoročné letorasty zrezávať mimo vegetačného obdobia.

Ďalej sa kladú požiadavky ako napr.:

- dobrá reakcia na rez a iné poškodenie (kalusovanie, kompartmentácia);
- redukovaný opad listov a plodov a „medovanie“, ktoré znečisťujú nielen autá, ale aj samozrejme vozovku;
- dostatočne vysoký kmeň.

Výber drevín by ďalej mal vychádzať z analýzy stanovištných podmienok a to podľa:

- Prírodných – klimatických podmienok
  - ❑ klimatické podmienky (s ohľadom osobitne na minimálne priemerné ročné teploty)
  - ❑ dažďové a snehové zrážky
  - ❑ slnečné žiarenie/ostatné druhy osvetlenia
  - ❑ prevládajúce vetry
  - ❑ expozícia
- Pedologických podmienok
  - ❑ pH
  - ❑ textúra pôdy
  - ❑ objemová hmotnosť
  - ❑ kapacita výmeny katiónov
  - ❑ analýza živín
  - ❑ objem pôdy
- Stupňa antropomorfických vplyvov
- Konkrétnej situácie výsadbového miesta
  - ❑ povrch (spevnený, nepriepustný)
  - ❑ nadzemná a podzemná infraštruktúra
  - ❑ plánovaný spôsob využitia lokality
- Údržba, ktorá bude poskytovaná
  - ❑ zavlažovanie
  - ❑ starostlivosť po výsadbe
  - ❑ prebiehajúca údržba

Zoznam odporúčaných drevín na výsadbu pri pozemných komunikáciách je k dispozícii na: www.goo.gl/sxZHwN.
Nemecká spoločnosť pre lesnícky a krajinársky výskum (www.fll.de) vydáva rozličné odporúčania a publikácie, ako napr. „Odporúčanie pre výsadbu stromov“, kde sa v závere nachádza aj zoznam odporúčaných stromov na výsadbu popri komunikáciách. Tento zoznam vznikol v rámci Fóra vedúcich pracovníkov v oblasti zelene (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) www.galk.de. Celý je dostupný na: www.goo.gl/vGJr6K.
Zoznam drevín s ohľadom na klimatickú zmenu bol predmetom viacerých vedeckých štúdií (viac je možné nájsť aj *bibliografii* príspevku Doc. Pejchala: www.goo.gl/V39vf5).
Viacero zoznamov odporúčaných drevín je súčasťou bakalárskych prác študentov fakúlt Mendelovej Univerzity v Brne, SPU v Nitre a TUZVO a pod.

Neklimatické pozitíva a negatíva
Vo verejnej zeleni sa v minulosti vysádzali okrasné druhy drevín, ktoré, aj pod vplyvom zmeny klímy, sa na mnohých miestach správajú inváz ne, vstupujú do rastlinných spoločenstiev, odkiaľ vytláčajú pôvodné druhy a vytvárajú monocenózy (spoločenstvá pozostávajúce prevažne z jedného druhu). Tieto druhy boli na území Slovenska dovezené zvyčajne z amerického kontinentu alebo z Ázie.

Problematika nepôvodných a inváznych druhov je v riešená v rámci Zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov v § 7, ako aj vyhláške MŽP SR č. 158/2014 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov. Vyhláška je všeobecne záväzným predpisom, ktorý v prílohe č. 2 a 2a ustanovuje zoznam inváznych druhov a spôsoby ich odstraňovania.

Nakoľko sa zoznam invazívnych rastlín neustále dopĺňa, je dobré sa vyvarovať výsadieb aj potencionálne invazívnych druhov, uvedených v zozname na: www.goo.gl/5xRAKJ.

Obr. 51: Brestovec západný (Celtis occidentalis), druh, ktorý tvorí veľkú časť stromoradí v intraviláne Bratislavy má pod vplyvom meniacej sa klímy invazívny charakter



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [73], [74], [75]

6.2.2 Zabezpečenie funkčných brehových porastov

Ďalším dopadom zvýšenia teplôt je aj vplyv na zníženie kvality vody v dôsledku zvyšujúcej sa teploty. Zeleň v podobe sprievodnej vegetácie vodného toku prospieva kvalite vody (zvyšuje samočistiacu schopnosť vody, poskytuje ochranu pred zarastaním vodnou flórou vďaka zatieneniu koryta) a znižuje prehriatie vody. Pri výsadbe brehových porastov sa vychádza z prirodzeného zloženia drevín v danom regióne.

Náklady a neklimatické pozitíva a negatíva
Pri výsadbe brehových porastov sa sadia mladé sadenice, alebo odrezky. Náklady na rastlinný materiál sú veľmi nízke, jedná sa skôr o náklady na manuálne práce pri výsadbe.

Brehové porasty chránia brehy vodného toku proti erózii. Znižujú rýchlosť vetra, prašnosť, možné splachy agrochemikálií do tokov, v prípade, že vodný tok preteká poľnohospodárskou krajinou. Poskytuje útočisko pre rozličné druhy. Má krajinotvorný účinok. V sídlach má, osobitne okrem uvedených účinkov v popise účinkov stromov a vegetácie, estetický a rekreačný význam.

Obr. 52: Brehové porasty



Foto: Zuzana Hudeková

6.3 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt sucha

Verejné priestranstvá

6.3.1 Využívanie záhradníckych technológií, vyvinutých za účelom úspory vody

6.3.1.1 Preferencia suchu odolných druhov vegetácie a prírode blízkej údržby zelene

Pri výsadbách uprednostňujeme trvalky a také druhy vegetácie, vrátane drevín, ktoré dobre znášajú extrémy sídelného prostredia a to osobitne s nízkymi nárokmi na zavlažovanie (xeroscaping). Za pomoci postupov prírode blízkej údržbe zelene, ako je napríklad redukcia častosti kosenia na vhodných pozemkoch, ako aj ponechaním výšky trávnika do výšky 10 cm sa dosiahne menšie preschýnanie pôdy počas letných horúčav. Nízko kosený nezalievaný trávnik (ktorý u nás prevláda) veľmi ľahko preschýna a vlastne sa takýto „suchý“ trávnik opačne mení z plochy, ktorá mala územie v lete ochladzovať na plochu, ktorá sa mimoriadne vysoko prehrieva. Viaceré výskumy potvrdili, že sa jedná o teplotu porovnateľnú s rozohriatym asfaltom. Následný dážď nie je schopný sa do takejto presušenej pôdy vsiaknuť, alebo len v obmedzenej miere a z územia jednoducho odtečie. Ďalej by sa dalo hovoriť o zvýšenej prašnosti – suchý trávnik nám okolitý prach nezachytáva, práve naopak, samotný je zdrojom prašnosti.

Náklady a neklimatické pozitíva a negatíva

Náklady na závlahu v letných mesiacoch predstavujú významnú položku. Nejedná sa iba o fakt, že sa v súčasnej praxi zalieva pitnou vodou, ale zároveň sú tu náklady spojené s výjazdom cisternového auta a jeho obsluhy.

Pri budovaní okrasných záhonov sa zároveň odporúča vziať do úvahy aj podmienky podpory biodiverzity. Ak je to možné a žiadúce, vysádzať okrasné rastliny, ktoré poskytujú potravu a úkryt pre vtáctvo, medonosné rastliny. Osobitne sa snažíme uprednostniť domáce druhy a vyvarovať sa výsadbám druhov potenciálne invazívnym.

Obr. 53: Xerofytný záhon, mulčovaný štrkom



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [76], [77] [78], [79]

6.3.2 Zamedzenie vysychaniu pôdy mulčovaním

Nemenej významné je mulčovanie pôdy. Kvôli regulácii vodného režimu pôdy a zamedzeniu rastu buriny sa odporúča nenechávať záhony bez pokryvu. Dôsledným zamulčovaním záhonu sa nielen zamedzuje rastu nežiadúceho plevela, ale aj vysychaniu pôdy. Mulčovanie porastov sa odporúča organickým materiálom (napr. slamou, kôrou), alebo pri trvalkových záhonoch aj iným materiálom (štrkom a pod.).

Ako „náhradu“ mulču je možné využívať aj pôdopokryvné rastliny, alebo výsev niektorých druhov „tzv. zeleného hnojenia“. Zelené hnojenie spočíva v pestovaní rastlín, ktoré pokryjú povrch pôdy, zabránia rastu burinám a súčasne chránia povrch pôdy pred vysychaním a potom sa táto organická hmota poseká na malé kúsky a zapraví do pôdy. Výsledkom je dodávka organickej hmoty do pôdy, prehnojenie pôdy a zvýšená schopnosť pôdy udržať vlahu (www.goo.gl/Fvafo8). Drvená kôra ihličnanov má podľa údajov výrobcu na obale kyslú pH reakciu v rozsahu od 5 do 5,5 z tohto dôvodu sa nemá používať opakovane.

Obr. 54: Kvetinový záhon, mulčovaný slamou a anorganickým materiálom



Foto: Zuzana Hudeková

Za problematické sa považuje mulčovanie záhonov vo svahoch, kde môže dochádzať k zosunutiu mulču. Uvedený problém je však ľahko riešiteľný za pomoci materiálov, spevňujúcich svahy – kokosovými rohožami a podobne.

Pri obľúbených netkaných textíliách, ktoré sa používajú na pokrytie záhonov proti prerastaniu záhonov nežiaducou burinou ale aj proti presychanie pôdy, je potrebné zdôrazniť, že použitým materiálom na výrobu záhradníckych textílií býva polypropylén. Najväčším argumentom proti použitiu netkaných textílií je nielen spotreba prírodných zdrojov pri ich výrobe, ako aj ich následná problematická likvidácia, nakoľko medzi ďalšie nevýhody patrí aj ich krátka životnosť. Rozpadnuté plastové čiastočky textílie sa následne dostávajú do pôdy.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [80]

Obr. 55: Kvetinový záhon, mulčovaný slamou a anorganickým materiálom



Foto: Zuzana Hudeková

6.3.3 Zvýšené využívanie lokálnych vodných zdrojov

V rámci klimatológmi predpokladaného negatívneho vplyvu zmeny klímy na výdatnosť vodných zdrojov na Slovensku môžu byť lokálne vodné zdroje významným doplnkovým, ale aj výhradným zdrojom vody pre menšie regióny, resp. sídla. Ich prevádzka je zväčša energeticky menej náročná ako pri centralizovaných zdrojoch.

Medzi bariéry zavedenia tohto opatrenia patrí administratívna a finančná náročnosť, potreba vyhotovenia príslušných prieskumov a expertíz (hydrogeologických, ekonomických, environmentálnych), ako aj náklady na vybudovanie zdroja. Ďalšou bariérou môže byť potreba zriadenia ochranného pásma vodného zdroja, povinnosti dodržiavania ochranného režimu a z toho plynúcich obmedzení a ďalšie náležitosti pre jeho fungovanie, ktoré môžu byť v konečnom dôsledku pre obec menej výhodné ako získavanie vody zo vzdialeného veľkozdroja. Alternatívnym, resp. kompromisným riešením môže byť vybudovanie vodného zdroja na úžitkovú vodu pre komunálne potreby (zalievanie ulíc, verejnej zelene a pod.), na zriadenie ktorého sa nevzťahujú také prísne podmienky ako na zriadenie zdroja pitnej vody.

Pozitívom je zníženie energetickej náročnosti pri zachytávaní, odbere a doprave vody do spotrebísk (zníženie nárokov na dopravu vody, prečerpávanie vody v potrubí cez terénne prekážky), možná cenová výhodnosť v porovnaní s cenou zo vzdialeného veľkoodberu a uvedomenie si zodpovednosti miestnych komunít za kvalitu lokálneho prírodné-

ho zdroja, čo môže pozitívne ovplyvniť mieru jeho ochrany.

Náklady
Náklady prechodu na lokálny zdroj vody je potrebné kalkulovať vždy individuálne s ohľadom na parametre alternatívneho zásobovania (napr. z veľkozdroja vzdialeného x desiatok km). Je potrebné zohľadniť výdatnosť zamýšľaného lokálneho zdroja, náklady na jeho vybudovanie a predpokladané ujmy vyplývajúce z režimu jeho ochrany.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [81]

6.3.4 Pasportizácia odstavených vodných zdrojov

Značný počet vodných zdrojov na Slovensku bol vyradený z prevádzky v dôsledku sprísnenia noriem na kvalitu pitnej vody, alebo znečistenia zapríčineného nedostatočnou ochranou. Len vo východoslovenskom regióne, kde je týchto zdrojov najviac, sa plánovalo v roku 2005 vyradiť viac než 500 l/s vodných zdrojov. Prehodnotenie týchto zdrojov, predovšetkým najmä podzemných vôd z hľadiska ich kvality, možností revitalizácie a opätovného využívania (po príslušných technických opatreniach) zníži nároky na budovanie ďalších vodných zdrojov. Vzhľadom na predpokladané znižovanie kapacity vodných zdrojov v dôsledku zmeny klímy na veľkej časti Slovenska takéto opatrenie prispeje k ich racionálnejšiemu využívaniu. Tie zdroje vody, ktoré sa takto ušetria, môžu prispieť k zachovaniu prirodzeného hydrologického cyklu v krajine a zmierneniu zníženia vodnosti v dôsledku klimatickej zmeny.

Hlavným negatívom je potenciálna nemožnosť opätovného uvedenia odstaveného zdroja do prevádzky z technických, ekonomických alebo administratívnych dôvodov. Jeho pozitíva zahŕňajú šetrenie vodných zdrojov na Slovensku, potenciálnu dekontamináciu zdrojov určených na opätovné využívanie a zníženie znečistenia krajiny.

Náklady
Odborníci predpokladajú, že priemerné náklady na sekundový liter revitalizovaného vodného zdroja budú v mnohých prípadoch v revitalizovaných vodných zdrojoch nižšie ako náklady na získanie rovnakého objemu vody z nového vodného zdroja. Finančnú výhodnosť je potrebné posudzovať prípad od prípadu, preto sa môžu v praxi vyskytnúť rôzne alternatívy pomeru účinnosť/náklady.

6.3.5 Sprísnenie ochrany vodných zdrojov

Vzhľadom na scenáre zmeny klímy, poukazujúce okrem iného aj na častejší výskyt období sucha, sa zvýši aj potreba prísnejšej ochrany vodných zdrojov, osobitne pri významných zdrojoch vody. V praxi predmetné opatrenia môže viesť k rozšíreniu ochranných pásiem vodných zdrojov a obmedzeniu možností aktivít v ich okolí. V súčasnosti zaberajú ochranné pásma vodárenských zdrojov viac ako 8 600 km^2 (asi 17 % rozlohy SR), rozloha povodí vodárenských tokov presahuje 5 400 km^2. Bolo by vhodné, tam kde je to možné, zjednotiť hranice chránených území rôzneho charakteru (ochrany prírody, ochrany vôd a pod.) do jedného celku. Sprísnenie ochrany vodných zdrojov prispeje k zníženiu rizika ich kontaminácie a následnej potreby odstavenia, resp. zníženia odoberaného množstva. Podobne ako v prípade revitalizácie existujúcich zdrojov aj toto opatrenie prispeje k racionálnejšiemu využívaniu vodných zdrojov a k zachovaniu prirodzeného hydrologického cyklu v krajine.

Náklady
Na ilustráciu uvádzame príklad výpočtu ekonomickej výhodnosti na vyňatie ornej pôdy (ORP) z poľnohospodárskeho pôdneho fondu a jej preklasifikovanie na pásmo hygienickej ochrany (PHO) 1. stupňa (v PHO 1. stupňa je hospodárska činnosť na pôde zakázaná):

Ak vyjmeme z poľnohospodárskeho pôdneho fondu rozlohu 1,5 ha ORP na zriadenie PHO 1. stupňa (1,5 ha je priemerná veľkosť PHO 1. stupňa na Slovensku), aby sme zabezpečili ochranu vodného zdroja s výdatnosťou 0,5 m^3/sekundu, zaplatíme za ORP pri jej priemernej cene 0,527 EUR za m^2 (priemerná cena 1 m^2 ORP na Slovensku v zmysle

Prílohy 1 k Zákonu č. 582/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov) 15 000 x 0,527 EUR = 7 905 EUR. K tomu je potrebné prirátať výnosy z produkcie na danej pôde. Pri výdatnosti vodného zdroja 0,5 m3/sekundu a cene vodného 1,3 EUR za 1 m3 získame za deň (86 400 sekúnd) zo zdroja v danom PHO 56 160 EUR. Takýto zjednodušený výpočet naznačuje výrazný rozdiel medzi výnosnosťou ornej pôdy a PHO, ktoré zabezpečuje ochranu vodného zdroja a jasne poukazuje na ekonomickú, celospoločenskú výhodnosť rozširovania PHO. Pri rozširovaní PHO na trvalých kultúrach alebo lesnej pôde, ktoré sú lacnejšie ako ORP, je výhodnosť zriadenia PHO 1. stupňa ešte výraznejšia. Ceny konkrétneho areálu pôd možno získať napr. na www.goo.gl/lCw8jE.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [81]

6.3.6 Minimalizácia strát vody v rozvodných sieťach

Viac než štvrtinu vody strácame v potrubnej sieti. Straty vody v potrubnej sieti na Slovensku v roku 2014 predstavovali 75,8 mil. m3, čo predstavuje 26,5 % z vody vyrobenej vo vodohospodárskych zariadeniach. Opatrenie sa preto zaoberá zabezpečením lepšieho systému detekcie presakovania a postupného znižovania strát vody priesakmi.

Účinnosť a náklady
Vzhľadom na veľké rezervy miest a obcí v SR v tejto oblasti a následne veľký potenciál možných úspor predstavuje minimalizácia strát vody v rozvodných sieťach, v závislosti od lokality a stavu jej rozvodných sietí, často veľmi účinné opatrenie. Rozsiahlejšia rekonštrukcia potrubných sietí eliminujúca priesaky dokáže zabrániť úniku tak veľkých objemov pitnej vody, ktoré sú často porovnateľné s kapacitami nových menších zdrojov pitnej vody.

Náklady na komplexnú rekonštrukciu 1 km vodovodného potrubia dosahujú podľa komplikovanosti okolitej zástavby, súbežných inžinierskych sietí a pod., 3–6 mil. EUR. Jedná sa o investične náročné akcie, spojené niekedy s rozkopávkami ulíc, ale existujú aj technológie opráv rozvodných sietí, ktoré nevyžadujú rozkopávanie ulíc. Najmä v starších, husto zastavaných častiach miest, kde je predpoklad najhoršieho stavu rozvodnej vodovodnej siete a najväčšie straty, sa pri jej výmene, resp. oprave dajú predpokladať vysoké náklady.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [82]

Budovy

V súčasnosti sa v sídlach v prevažnej väčšine prípadov odvádzajú zrážkové vody zo spevnených plôch ciest, okolia budov a zo striech budov spoločne so splaškovými vodami do spoločnej stokovej sústavy. Tento stav sa ukazuje ako škodlivý – krajine veľmi nevyhovujúci, zbytočne preťažuje čističky, zaťažuje rozpočet obcí a súkromných vlastníkov nákladmi za tzv. zrážkovné, rýchlo odvádza vodu z plôch, kde potom vegetácii chýba.

6.3.7 Racionalizácia využívania vody

Čím menej vody sa odčerpá z prírodnej krajiny, tým viac vody prenecháme prírodným ekosystémom, tokom, mokradiam. Čím menej vody sa bude musieť upravovať, prepravovať a čistiť, tým viac energie a prostriedkov ušetríme. Preto je, vzhľadom na scenáre budúceho vývoja zmeny klímy a jej vplyvov v SR, vrátane častejšieho výskytu sucha (a následným vplyvom na dostupnosť vody) potrebná ďalšia racionalizácia, zníženie spotreby vody všade tam, kde je to možné pri zachovaní hygienických noriem a potrebného komfortu života.

Predmetné opatrenie sa zaoberá podporou zmeny vzorcov správania sa fyzických a právnických osôb smerom k šetreniu vodou. Vo svete aj v SR sa za týmto účelom využíva viacero nástrojov, predovšetkým vzdelávanie, zvyšovanie povedomia a ekonomické nástroje. Doposiaľ najefektívnejším prostriedkom na znižovanie potreby vody bol nárast jej ceny, predovšetkým v posledných dvoch

dekádach. Priemerná špecifická spotreba pitnej vody (v litroch na obyvateľa za deň) v SR klesla zo 452 l v roku 1990 na približne 180 l v roku 2010. V tomto objeme zahrnutá spotreba vody v domácnostiach klesla v tom istom období zo 195 l na 85 l. Tento trend má však svoje limity, preto bude potrebné pristúpiť k sofistikovanejším spôsobom – zmenám vzorcov správania smerom k šetreniu vodou a zavádzaniu úsporných technológií a postupov nielen v priemysle, ale napr. aj do domácností a verejných budov.

6.3.8 Zachytávanie a využívanie odpadovej „sivej“ vody v budovách

Optimálna doba pre vybudovanie stúpačiek a vybudovanie systému využívania sivej vody je pri rekonštrukcií starých vodovodných stúpačiek, resp. pri projektovaní novostavieb. Použitie sivej vody nie je tak časté, ako využívanie vody dažďovej, ktorá je tiež kvalitnejšia, ako sivá voda, sú však budovy, kde je využitie sivej vody veľmi zaujímavé. Sekundárne je možné využívať vyčistenú „sivú vodu“ v budovách s veľkým počtom ubytovaných (vysokoškolské internáty, horské chaty) a s relatívne malými strechami.

Účinnosť

Opätovné použitie sivej vody je vhodnou cestou, ako ušetriť nie len pitnú vodu, ale aj znížiť množstvo splaškovej vody takmer o polovicu. Štatistiky spotreby vody ukazujú dobrú koreláciu medzi množstvom sivej vody produkovanej zo spŕch a vaní a potrebou vody pre použitie v toaletách a na iné úžitkové účely. Na základe výskumov sa zistili dobré výsledkov z analýz upravenej sivej vody, ktoré zodpovedajú potrebnej kvalite na jej sekundárne využitie.

Obr. 56: Technológia na čistenie sivej vody, ktorá sa následne využíva na splachovanie



Foto: Nadace Partnerství

Obr. 57: Technológia na čistenie sivej vody, ktorá sa následne využíva na splachovanie



Foto: Nadace Partnerství

6.3.9 Zachytávanie a využívanie dažďovej vody

Pokiaľ v priemere na jeden byt pripadá pôdorysná plocha striech väčšia ako 80 m^2, dažďové vody je možné využívať (aj niekedy v budúcnosti) na splachovanie WC a na pranie. Pri podiele striech nad 30 m^2 je toto využitie možné len v časti bytov, pri aspoň 20 m^2 môžu byty využívať dažďovú vodu iba na pranie (využívanie dažďovej vody na pranie je ekologicky veľmi zaujímavé). Pre zabezpečenie možnosti využívania dažďových vôd v objekte je potrebné pri dome vybudovať zásobník na zachytávanie dažďovej vody (na každých 25 m^2 pôdorysu strechy prislúcha 1 m^3 objemu zásobníka), vybavený ponorným nerezovým čerpadlom, v dome treba zriadiť rozvod úžitkovej vody (stúpačky a bytové prípojky). Od splnenia týchto požiadaviek závisí možnosť využívať mäkkú dažďovú vody v bytoch.

Okrem využívania zrážkovej vody v budovách na splachovanie, resp. aj pranie či v exteriéri na polievanie zelene sa zrážková voda môže využiť ako bioretenčné zberné jazierko (s výrazným estetickým prínosom a podporou biodiverzity, prípadne aj s rekreačným využitím), alebo sa len odvedie do vsaku (vsakovacie bloky a vsakovacie pásy, infiltračné priekopy, dažďové záhrady, vsakovacie „dažďové kvetináče“).

Optimálna doba pre vybudovanie stúpačiek a pripojení dažďovej vody je pri rekonštrukcii starých vodovodných stúpačiek – pre každý byt treba zriadiť odbočku s dvomi ventilmi – pred WC

a pred práčkou. Pranie dažďovou (mäkkou) vodou je najvýhodnejšie a má prednosť. Vedľa práčky je kvôli možnosti voľby vhodné ponechať aj ventil na pitnú vodu. V prípade nedostatku zrážkovej vody funguje automatika – hladina vody v dažďovom podzemnom zásobníku sa udržuje na istej minimálnej hladine vody – automaticky sa dopĺňa pitnou vodou. Ak postačuje menší objem, možno použiť aj finančne menej náročné sudy na zadržiavanie vody a polievanie (u sudov treba len dodržiavať 3 týždňové úplné vyprázdňovanie kvôli biocyklu komárov).

Náklady

Pri finančnom zhodnotení investície je potrebné zdôrazniť, že sa dajú spočítať vstupné náklady, ktoré sa po dobu životnosti zásobníka každoročne navracajú vo forme ušetrených nákladov na vodné a stočné. Ak napr. niekto osadí zásobníky na dažďovú vodu s objemom 10 m^3, ktorú chce používať na splachovanie WC vo verejnej budove (škola), investičný náklad na zásobník, čerpadlo, búracie a stavebné práce v toaletách by nemali presiahnuť 6 000 EUR. Optimálne navrhnutý zásobník sa v našich priemerných podmienkach naplní doplna za cca 3 týždne, ale aj skôr. Za rok sa z plochy 100 m^2 zadrží a dá využiť cca 65 m^3 vody. Za 100 rokov (životnosť podzemného zásobníka je ale v podstate neobmedzená) zadrží 6 500 m^3. Sekundárne využívanie vody šetrí finančné prostriedky za stočné i za pitnú vodu. Nemusí to byť nutne podzemná nádrž, ak postačuje menší objem, možno použiť aj finančne menej náročné sudy na zadržiavanie vody a polievanie.

Ceny sudov na dažďovú vodu sa pohybujú (podľa objemu a materiálov) v hodnote do 250 EUR. Návratnosť dažďových zásobníkov vrátane osadenia a technológie je cca 8 rokov.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Prínos je dôležitý ale aj pre prípad sucha, požiaru, sú výhodné aj pre civilnú ochranu v prípade vojnových udalostí, či ako ochrana krajiny pred povodňami. Preto sa na dažďové zásobníky a využívanie dažďovej vody treba pozerať z oveľa širšieho uhlu pohľadu.

Obr. 58: Sud na zachytávanie zrážkovej vody



Foto: Miroslav Hríb

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [83], [84]

6.4 Vplyv zmeny klímy: Zvýšenie častosti intenzívnych zrážok

Verejné priestranstvá

6.4.1 Protizáplavové hrádze a bariéry

Na obývaných územiach môže byť potrebné doplniť protipovodňovú ochranu koncepčne a koordinovane plánovanými protipovodňovými hrádzami, bariérami. Znamená to budovanie nových, resp. rekonštrukciu jestvujúcich protizáplavových hrádzí, alebo aplikáciu rôznych bariér, ktoré zvýšia výšku protipovodňových zábran s ohľadom na vedecké scenáre budúceho vývoja zmeny klímy. Protipovodňovou hrádzou alebo bariérou rozumieme líniovú stavbu, alebo umelý prvok pozdĺž toku, alebo vodnej plochy, ktoré sú trvalou, alebo dočasne umiestnenou, umelo vytvorenou prekážkou s úlohu zabrániť vybreženiu vody a zaplaveniu okolitého, hlavne zastavaného prostredia.

6.4.1.1 Trvalé bariéry – valy a múry

6.4.1.1.1 Protipovodňový val

Je to zvýšený pás terénu, spravidla po dĺžke vodného toku, alebo okolo chráneného objektu v jeho blízkosti. Spravidla je základ hrádze tvorený

zeminou, prípadne štrkom, alebo veľkými kameňmi. V miestach, kde možno očakávať silnejší prúd vody a v mestách sa budujú betónové, murované hrádze, alebo nábrežia.

6.4.1.1.2 Protipovodňové múry s podzemnou tesniacou stenou

Protipovodňové múry, v závislosti od ich výšky a rozsahu aplikácie vo vzťahu k zastavanej časti sídla, patria k účinným, avšak veľmi nákladným opatreniam. K ich prednostiam patrí aj možnosť kombinovať ich s nadstaviteľnými mobilnými stenami v prípade potreby. Kvalitne postavené protipovodňové valy a múry, sú tiež charakteristické veľkou odolnosťou a dlhou životnosťou. Negatíva ich aplikácie predstavujú relatívne vysoké náklady (niekoľkokilometrové úseky sa často pohybujú v hodnotách miliónov eur), nemožnosť použiť ich všade v meste, kde je potrebná ochrana pred povodňami (napr. z hľadiska iných funkcií danej lokality) a v niektorých prípadoch je možná kolízia so záujmami ochrany zelene, prírody.

6.4.1.2 Dočasné bariéry

Používanie dočasných bariér môže poskytnúť potrebnú flexibilitu a rozšíriť príležitosti pre manažment širokého rozsahu povodňových udalostí. Miera v akej aplikujeme tieto opatrenia závisí od stupňa varovania, reliéfu pobrežia (t. j. na ktorých úsekoch toku dokážu poskytnúť účinnú ochranu, v niektorých úsekoch okolo mostov a pod. môže byť ich aplikácia nedostatočná), dostupných kapacít na skladovanie dočasných bariér a kapacity na ich včasnú aplikáciu.

6.4.1.2.1 Mobilné steny a uzávery

Systém mobilných protipovodňových stien môže tvoriť protipovodňový ochranný systém z hliníkových stĺpov, medzi ktoré sa zasúvajú ľahké, zväčša hliníkové profily – hradidlá. Stĺpy sa naskrutkujú do zabetónovaných kotviacich dosiek aj s ukončovacími profilmi v múriku. Stĺpy sú samonosné, teda stoja bez vzpier voľne do výšky cca 1,4 m. Pri vyššej výške sa už musia zabezpečiť vzperami. Profily sa pri vzostupe hladiny zaplnia vodou a tým zvyšujú stabilitu celej konštrukcie a zabezpečujú maximálnu bezpečnosť proti mechanickému poškodenie pri náraze. Ochrana je možná až do výšky 6 m. Vďaka jednoduchej manipulácii je ochrana proti vode rýchla. Všetky prvky sú kompletne demontovateľné, ľahko čistiteľné, bez väčších nárokov na skladovanie. V prípade potreby sú jednotlivo zameniteľné a vhodné aj pre zvýšenie už existujúcich ochranných stien. Pri bežnom použití nie sú v okolitom prostredí viditeľné žiadne zásahy.

Obr. 59: Mobilné protipovodňové zábrany v Bratislave



Foto: Ing. Josef Jirout, www.goo.gl/kQHK4I

6.4.1.2.2 Improvizované mobilné hrádze

Poznáme dve štandardné technológie improvizovaných mobilných hrádzí. Väčšinou sa využívajú hlavne bariéry z vriec plnených pieskom. Druhou sú gumové protipovodňové vaky. Je to gumový nafukovací pás so vzájomne spojenými tubusmi, ktorý sa pred povodňou položí do ochrannej línie a po napustení vodou vytvorí hrádzu. Môžu zmierniť následky menších a stredne veľkých povodňových vĺn. Bariéru je možné postaviť do rôznych tvarov a dĺžok, výška tohto typu bariér môže byť až do cca 1,6 metra. Zostavuje sa modulovo, pričom aj v ťažkom teréne sa dajú jednotlivé segmenty pomerne jednoducho prenášať. Bariéra sa môže používať opakovane a segmenty odolávajú poveternostným vplyvom. Po povodni sa dá bariéra vyčerpať, vyčistiť a uložiť pre ďalšie použitie, dá sa provizórne opraviť špeciálnou lepiacou páskou, alebo trvalo pomocou záplaty.

Obr. 60: Mobilná protipovodňová bariéra



Foto: obec Kamienka, www.goo.gl/NBQYTQ

6.4.2 Zvýšenie alebo usmernenie odtoku prostredníctvom drobných hydrotechnických opatrení

Pod pojmom „drobné hydrotechnické protizáplavové opatrenia“ rozumieme umelé stavby malého rozsahu, prispievajúce k zadržaniu, resp. usmerneniu a urýchleniu odtoku z povodia. Patrí sem súbor čiastkových opatrení ako napríklad budovanie zasakovacích a odvodňovacích rigolov, údržba prietočnosti korýt a mostných otvorov. Zatiaľ čo v prírodnej krajine je dôležité spomaliť a zadržiavať odtok vody z povodia, v intravilánoch sídiel je situácia často v mnohých smeroch opačná. Tu je vzhľadom na blízkosť zástavby pri tokoch potrebné zabezpečiť plynulý odtok vody aj drobnými a občasnými tokmi do hlavného recipientu a zabrániť tak ich vzdutiu a vybreženiu. Uvedené hydrotechnické opatrenia majú za cieľ previesť časť odtoku z povrchového na podpovrchový (zasakovacie rigoly), alebo usmerniť či zrýchliť a v konečnej fáze odviesť povodňový odtok z predmetného úseku. Názory na rozsah a spôsob uplatnenia týchto opatrení nie sú jednotné ani u odbornej verejnosti.

6.4.2.1 Zasakovacie rigoly a odstraňovanie nánosov z koryta

Vhodne zrealizované zasakovacie rigoly umožnia zvýšiť objem infiltrovanej vody na úkor povrchového odtoku, ktorý je z hľadiska tvorby povodní najproblematickejšou zložkou odtoku. Udržiavané rigoly a korytá drobných tokov v intravilánoch znižujú ich drsnosť a prispievajú k rýchlemu a nerušenému odtoku a splošťovaniu povodňovej vlny.

Náklady a neklimatické pozitíva a negatíva

Príklad nákladov na budovanie drobných protipovodňových opatrení – akcia Ratkovské Bystré, ceny z roku 2011:

- budovanie zasakovacích pásov v lesnej krajine – 1,39 EUR/m3,
- úpravy lesných a poľných ciest (odrážky, vsakovacie jamy, zasakovacie rigoly, atď.) 4,70–4,80 EUR/m3.

Zasakovacie rigoly predstavujú istú bariéru pre pohyb ľudí, živočíchov i napr. strojov v území. „Vyholené“ a upravené rigoly a korytá občasných tokov znižujú biodiverzitu a predstavujú umelé prvky, ktoré môžu byť nákladné na údržbu.

Drobné hydrotechnické aktivity zahŕňajú aj odstraňovanie nánosov z koryta a pod. za účelom predchádzania problémov so vzdúvaním hladiny toku.

6.4.2.2 Zabezpečenie prietočnosti mostných otvorov

Na priebeh povodne a rozsah škôd má vplyv aj prietočnosť mostných objektov na toku, hlavne v zastavaných častiach miest a obcí. Nedostatočná prietočnosť mostných objektov predstavuje v mnohých prípadoch niekoľko rizík súčasne:

- Most tvorí pri vyššom prietoku než je jeho prietočnosť bariéru pre naplaveniny, ktoré následne priebeh a vplyv povodne zhoršujú.
- Často ohrozuje dôležité prvky infraštruktúry, ktoré sú mnohokrát ich súčasťou (napríklad cez mosty sa často trasujú telekomunikačné káble, vodovody, v ich blízkosti sa nachádzajú plynové potrubia atď.).

Predmetné riziká sa riešia rozšírením mostných otvorov tam, kde ich prietočnosť nie je prispôsobená takým maximálnym prietokom, ktoré zohľadňujú aj scenáre zmeny klímy na Slovensku. Zároveň je potrebné zabezpečiť údržbu mostných otvorov tak, aby nedošlo k zníženiu potrebnej prietočnosti. Ide o účinné, avšak finančne veľmi nákladné opatrenie.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [85]

6.4.3 Zvýšenie retenčnej kapacity územia pomocou hydrotechnických opatrení

6.4.3.1 Poldre

Polder je vybudovaný retenčný priestor, v ktorom kontrolujeme úroveň vodnej hladiny, a ktorý slúži na dočasné zadržanie povodňových prietokov v retenčných priestoroch za účelom zamedzenia záplav a škôd z nich plynúcich, resp. k vytvoreniu oblasti bez ohrozenia povodňami. Sú to jednoúčelové nádrže, ktorých pôvodná funkcia je

vytvoriť stály pohotovostný retenčný priestor. Pre ich prevádzku je charakteristické, že po každom naplnení dochádza k čo najrýchlejšiemu vyprázdneniu nádrže, s ohľadom na povodňovú situáciu na území pod nádržou. (Bačík, 2004)

Poldre nemajú priame spojenia medzi vodami vnútri a mimo územia okrem umelo vybudovaných zariadení (vzdúvadlá, pumpy). U väčšiny poldrov nie je hladina vody vnútri nižšie ako hladina mimo, ale nie je to podmienkou. V poslednom období sa k ochrannej funkcii poldrov pridružujú aj ďalšie. Napríklad legislatíva na ochranu vôd v Rakúsku vyžaduje, aby protipovodňová ochrana zaručila aj ekologickú funkciu pririečnej zóny, resp. podľa možnosti ju aj zlepšila. Cieľom poldrov je zachytiť a akumulovať určitú časť povodňovej vlny a ochrániť územie pred negatívnymi účinkami intenzívnej zrážky.

Podľa typov regulačných objektov poznáme dva druhy poldrov:

Pretekaný polder – je vytvorený priečnym prehradením koryta toku hrádzou. Využíva sa v rámci malých podhorských tokov, v relatívne úzkych údoliach, kde sa retenčný objem vytvára krátkou priečnou hrádzou a vyššou výškou vzdutia. Prietok je transformovaný dnovým regulačným priepustom, alebo regulačným dnovým otvorom, ktorý môže mať konštantnú prietokovú plochu otvoru, alebo premenlivú – ovládateľnú prietokovú plochu. Prietoková kapacita dnového priepustu je tak závislá od hĺbky vody v poldri a prietokovej plochy priepustu, prípadne aj výšky dolnej vody. Veľkosť otvoru sa navrhuje zvyčajne tak, aby prepúšťal bezpečný prietok pri základnej retenčnej hladine, kedy ešte neprepadá voda cez bezpečnostný priepad. Väčšie prietoky prevádza polder v súčinnosti s bezpečnostným priepadom. K výhodám pretekaných poldrov patrí menší rozsah stavebných objektov hrádze.

Nepretekaný polder – štandardne sa stavia pri vodnom toku, na rovinatom území s malým pozdĺžnym sklonom, kde sú toky lemované ochrannými hrádzami vyvýšenými nad terénom. Tok je oddelený od poldra regulačným priepadom. Priepadový objekt môže tvoriť bočne prelievaná hrádza, alebo pevný bočný priepad dostatočnej dĺžky. Koryto toku oddelené od poldra prevádza všetky menšie ako bezpečné prietoky bez zatápania poldra. Ak sa vyskytne vyšší ako bezpečný prietok, zvýšená časť prietoku prepadá cez bočný priepad do poldra. Dĺžkou a priebehom výškovej úrovne prepadovej hrany regulačného priepadu je možné navrhnúť vhodný priebeh plnenia poldra. Tvar koryta je vhodné upraviť tak, aby nad a v úseku, kde voda prepadá do poldra, bola voda prevádzaná pri čo najvyššej hladine za účelom dosiahnutia najväčšieho možného objemu poldra Zároveň však koryto musí byť schopné previesť maximálny možný prietok aj bez vplyvu poldra, t. j. bez odvádzania časti prietoku do poldra, ak by bol práve polder plný. Voda zo zásobného objemu sa po povodni vypúšťa do toku ovládateľným priepustom, alebo priepustom so spätnou klapkou. Vzhľadom na princíp plnenia poldra a prechodu extrémnych prietokov nie je potrebný bezpečnostný priepad.

Účinnosť

Účinnejšie sú spravidla nepretekané poldre, pretože celú časť prietoku nad bezpečný prietok prevádzajú do poldra, t. j. všetky typy, tvary a veľkosti povodňových vĺn zrezávajú tak, že pokiaľ sa nezaplní základný retenčný objem, koryto pod poldrom odvádza práve bezpečný prietok. Naopak pretekaný polder má menšiu účinnosť využívania základného retenčného objemu, pretože regulačný objekt – priepust priebežne transformuje aj menšie ako bezpečné prietoky a tým sa základný retenčný objem zapĺňa priebežne už aj pri malých prietokoch a zátopové územie je častejšie zaplavené. V prípade dostatočného objemu a optimálnej lokalizácie môžu byť nepretekané poldre veľmi účinným nástrojom protipovodňovej ochrany.

Naviac nepretekané poldre sú vhodnejšie z hľadiska šetrnosti k riečnej krajine. Možno ich vytvoriť relatívne nenáročne aj menšími terénnymi úpravami na vhodne modelovanom teréne na riečnej nive. Najväčšou prednosťou nepretekaného poldra je, že na rozdiel od vodnej nádrže a pretekaného poldra nenarušuje dynamiku pozdĺžneho profilu toku a riečneho kontinua. Istou menšou nevýhodou je väčší rozsah stavebných objektov hrádzí, komplikovanejšie návrhové riešenie a pomalšie vypúšťanie vody z poldra po povodni.

6.4.3.2 Umelé mokrade

Umelé mokrade sú umelo vytvoreným komplexom zvodneného, alebo plytko zaplaveného zemného lôžka, vegetácie, živočíchov a vody, ktorý napodobňuje prirodzené mokrade pre využitie človekom, buď pre čistenie odpadových vôd, alebo ochranu územia a jeho obyvateľov pred záplavami. Umelá mokraď je vegetačná koreňová čistiareň, v ktorej voda preteká horizontálne, alebo vertikálne poréznym substrátom pod povrchom tohto substrátu. Ide teda o mokraď bez voľnej hladiny. Vo veci ochrany pred záplavami rozlišujeme prirodzené mokrade, ktoré transformujú povodňovú vlnu a umelé mokrade, ktoré riadene transformujú povodňovú vlnu – ich presnú lokalizáciu a veľkosť môžeme určiť sami, aj vo vzťahu k potrebám ochrany pred záplavami.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [86], [87]

6.4.4 Vsakovanie zrážkovej vody zo spevnených plôch

Využitie zrážkovej vody je vhodné realizovať formou zaústenia zo spevnených plôch do zberných rigolov či potrubí a odvedením zachytenej vody do podzemného vsaku, zberných jazierok, vodných tokov, poldrov s povrchovým vsakovaním či "dažďových záhrad" s rastlinnými spoločenstvami, ktoré udržiavajú kvality vody a podporujú jej výpar.

Ďalšou, pomerne jednoduchšou možnosťou je aj spádovaním spevnených plôch umožniť vsakovanie do plôch zelene. Takýmto spôsobom dažďová voda ostáva v mestskej krajine, zamedzuje sa ďalšiemu vysúšaniu územia, podporuje sa biodiverzita a niektoré z týchto opatrení majú aj estetický účinok. Viesť zrážkovú vodu do vsaku je možné viacerými spôsobmi. Pri realizácii opatrení, ktorých cieľom je zvýšená infiltrácia zrážkovej vody je potrebné realizovať hydrogeologický prieskum, ktorý zhodnotí možnosť vsakovania.

Najdôležitejšie aspekty „realizovateľnosti" sú:

- vsakovacia schopnosť prostredia, ktorá určuje veľkosť vsakovacej plochy vsakovacieho zariadenia (čím väčší je koeficient vsaku, tým menšia môže byť plocha);
- hrúbka nepriepustných, alebo zle priepustných krycích vrstiev;
- hĺbka hladiny podzemnej vody, ktorá limituje možnú hĺbku vsakovacieho zariadenia (úroveň základovej špáry vsakovacieho zariadenia by mala byť aspoň 1,0 m nad maximálnou hladinou podzemnej vody).

V závislosti na type plochy, kde zrážková voda spadne, sú zrážkové vody klasifikované aj z hľadiska znečistenia. Pre vody s prípustným znečistením je možné využiť všetky typy povrchových a podzemných vsakovacích zariadení. Zrážkové vody podmienečne prípustné z hľadiska svojej kvality je možné povrchovo vsakovať len cez zatrávnený pás, alebo pri podzemných vsakovacích zariadeniach po ich predčistení.

Náklady

Cenovú kalkuláciu vsakovacieho zariadenia ako sú napr. vsakovacie pásy, infiltračné priekopy, bioretenčné systémy a terénne modelácie na odvedenie dažďovej vody do vsaku v rámci komunikácií a verejných priestranstiev, nie je možné vyjadriť presne, nakoľko cena rozhoduje od viacerých faktorov, pohybuje sa však od 120 EUR/m^2.

6.4.4.1 Plošné vsakovanie

Plošné vsakovacie zariadenia sa navrhujú ako plochy so zatrávnenou humusovou vrstvou so sklonom najviac 1:20. Plošné vsakovacie zariadenie priamo nadväzuje na odvodňovanú plochu, napr. na parkovaciu plochu, komunikáciu a pod. Po prekročení navrhovanej vsakovacej kapacity objektu je nutné zaistiť odvod vody do povrchových vôd, alebo do ďalšieho objektu udržateľného hospodárenia so zrážkovými vodami, napr. prielahu.

6.4.4.2 Vsakovacie prielahy, vsakovacie prielahy s rigolom, vsakovacia ryha

Vsakovacie prielahy sú plytké povrchové vsakovacie zariadenia so zatrávnenou humusovou vrstvou. Vsakovacie prielahy sa používajú v prípade, že nie je k dispozícii dostatočne veľká, resp. dostatočne priepustná plocha potrebná k plošnému vsakovaniu. V prielahu má dochádzať len ku krátkodobej retencii vody, hydraulická vodivosť zeminy by mala byť orientačne väčšia ako 5,10-6 m/s. Dlhšie zadržovanie vody zvyšuje riziko zníženia vsakovacej schopnosti prielahu a môže viesť k úhynu vegetačného krytu. Preto sa vo všeobecnosti odporúča, aby hĺbka zadržanej zrážkovej vody nepresiahla 0,3 m. Svahy prielahu sa navrhujú v sklone 1:3. Prívod vody sa odporúča navrhovať ako povrchový rovnomerný po celej dĺžke prielahu, najlepšie cez zatrávnený pás, čím sa zvyšuje čistiaca schopnosť a znižuje sa riziko erózie pôdnej vrstvy prielahu.

Vsakovacia ryha je vyhĺbené líniové vsakovacie zariadenie vyplnené priepustným štrkovým materiálom o zrnitosti 16/32 mm, s retenciou a vsakovaním do priepustnejších pôdnych a horninových vrstiev. Prívod vody je zaistený po povrchu alebo pod povrchom. Povrchový prívod vody sa doporučuje realizovať cez zatrávnený pás, čím sa zvyšuje čistenie zrážkovej vody pritekajúcej do vsakovacieho zariadenia.

Obr. 61: Vsakovacie prielahy



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 62: Vsakovacie prielahy



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 63: Vsakovacie prielahy



Foto: Zuzana Hudeková

6.4.4.3 Vsakovacia nádrž

Vsakovacia nádrž je objekt s výraznou retenčnou funkciou spolu so vsakovaním cez zatrávnenú humusovú vrstvu. Hĺbka vody sa pohybuje v rozmedzí od 0,3 m až 2,0 m. Sklon svahov nádrže by nemal byť väčší ako 1:4 (s ohľadom na bezpečnosť pohybu osôb a živočíchov). Vzhľadom ku stabilite zatrávnenej humusovej vrstve nesmie byť sklon svahov nádrže väčší ako 1:2.

6.4.4.4 Vsakovacia šachta

Vsakovacie šachty slúžia k bodovému vsakovaniu a navrhujú sa len na základe posúdenia vhodnosti vsakovania z hľadiska ochrany podzemných vôd. Pred vsakovaciu šachtu sa doporučuje predradiť prvok pre predčistenie zrážkových vôd.

6.4.4.5 Vsakovacie bloky

V prípade obmedzených priestorových možností (osobitne v mestskom prostredí) sa využívajú vsakovacie plastové bloky.

Náklady

Cena vsakovacích blokov sa pohybuje cca 380 EUR za 1 m3 zrážkovej vody. Na retenčný objem zrážkovej vody 30 m3 spolu aj so všetkými potrebnými prácami sa jedná zhruba o náklady 9 100 EUR. Ostatné metódy, t. j. napr. použitím štrku sú o cca 30 % vyššie.

Obr. 64: Vsakovacie bloky



Foto: Milan Poliak

Obr. 65: Zrážková voda za pomoci vyspádovania sa vedie do terénnych modelácií – depresií



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [88]

6.4.5 Minimalizovanie podielu nepriepustných povrchov a ich náhrada priepustnými povrchmi

Opatrenie spočíva v znižovaní rozlohy nepriepustných povrchov a budovaní priepustných povrchov všade tam, kde je to možné, čím sa prispieva k znižovaniu dopadov intenzívnej zrážky, prípadne povodňovej vlny. Nepriepustné povrchy v sídlach (betón, asfalt) predstavujú bariéru znižujúcu vsakovanie vody do pôdy, čím dochádza k zvyšovaniu povrchového odtoku. Znižovanie nepriepustných povrchov, a naopak budovanie priepustných povrchov, zmierni objem rýchlo odtečenej vody a prispeje k redukcii prípadnej povodňovej vlny. S cieľom minimalizovať podiel nepriepustných povrchov by bolo potrebné zaviesť (napr. v územnom plánovaní) index max. nepriepustnosti jednotlivých plôch v súlade s ich funkčným využitím, s cieľom zvýšenia infiltračnej kapacity územia, aj nad rámec aktualizovaných Štandardov minimálnej vybavenosti obcí, na čo v zahraničí nájdeme viacero príkladov.

Niektoré z riešení (priepustný asfalt, priepustný betón či živicou viazané systémy) sú finančne náročnejšie než bežný asfalt či betón. Vodopriepustná dlažba je cenovo porovnateľná, avšak jej výber na trhu nie je veľmi veľký. Pod menej častými realizáciami mlatových povrchov

(zmes ílu, piesku a slamených pliev) v sídelnom priestore sa podpisuje malá informovanosť o výhodách tohto povrchu, ako aj náročnosť na jeho kvalitu pri jeho realizácii. Na druhej strane vyššie vstupné investície pri využití vodopriepustných povrchov sa vrátia pri platbách vodného a stočného, ktoré mesto platí za verejné priestory vo svojom vlastníctve či v správe.

Výpočet množstva odvádzaných zrážkových vôd podľa Vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR č. 397/2003 Z. z. V praxi si jednotlivé vodárenské spoločnosti účtujú za zrážkovú vodu tzv. „stočné“. Zrážková voda sa totiž paradoxne považuje za „odpadovú vodu“, pokiaľ je odvedená do stokovej siete. Spôsob výpočtu množstva odvádzaných zrážkových vôd do verejnej kanalizácie stanovuje Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 397/2003 Z. z.

Plochami pre účel výpočtu zrážkových vôd sa rozumejú (strechy, spevnené plochy, plochy s vegetáciou), údaje o zastavaných a spevnených plochách sa čerpajú z listu vlastníctva predmetnej nehnuteľnosti, vynásobia sa súčiniteľom odtoku podľa povrchu plôch, pričom:

- Kategória plochy A – zastavané a málo priepustné spevnené plochy (strechy, betónové a asfaltové povrchy) majú súčiniteľ odtoku 0,9;
- Kategória plochy B – čiastočne priepustné spevnené plochy (dlažby s vyspárovaným pieskom, štrkom a pod.) majú súčiniteľ odtoku 0,4;
- Kategória plochy C – dobre priepustné plochy pokryté vegetáciou (trávniky, záhrady a pod.) majú súčiniteľ odtoku 0,05.

Znižovanie podielu nepriepustných povrchov je aj ďalšou z možností optimalizácie vodného hospodárstva sídiel. Dažďová voda stekajúca zo striech a nepriepustných povrchov zaťažuje balastnými vodami nielen kanalizáciu, ale najmä ČOV, v ktorých musí byť čistená spolu s odpadovými vodami napriek tomu, že jej kvalita si vo väčšine prípadov čistenie nevyžaduje. Takýmto spôsobom sa zvyšujú prevádzkové náklady, vrátane energetickej spotreby ČOV.

Priepustné povrchy je vhodné realizovať pri rekonštrukciách existujúcich povrchov, či budovaní nových.

6.4.5.1 Priepustný asfalt, priepustný betón, polovegetačné tvárnice, mlatový povrch

V rámci minimalizácie nepriepustných povrchov v zastavanom prostredí je možné aplikovať nasledovné priepustné, resp. polopriepustné povrchy:

- Využitie priepustného asfaltu, ktorý je vhodný ako náhrada bežného asfaltu prakticky pri všetkých aplikáciách, pri ktorých sa používa bežný asfalt. Pozostáva z tradičného bitúmenového asfaltu, z ktorého sa však odstránili jemné súčasti, vďaka čomu vie voda prejsť cez vzniknuté malé otvory.
- Využitie priepustného betónu, ktorý sa získava znížením množstva jemných častí v zmesi, aby sa takto vytvorili póry pre priesak vody. V podmienkach Slovenska by sa nemal priepustný betón pokladať priamo na pôdne podložie, ale na podložie z kamenného lôžka frakcie 3–5 cm.
- Používanie polovegetačných tvárnic, ktoré pozostávajú zo vzájomne spojených prvkov obsahujúcich prázdne otvory pre rast trávy. Sú vhodné pre parkoviská, dopravné zaťaženie, prístupové požiarne cesty. Polovegetačné tvárnice môžu byť vyrobené z betónu alebo z plastov. Kamenné alebo pieskové podložie pod dielcami slúži pre účely drenáže.
- Mlatový povrch môže byť vybudovaný alternatívne na základe nasledovnej skladby: Na rastlý terén bude umiestená separačná geotextília, na ňu sa navrství 200 mm vrstva drteného kameniva frakcie 0-63 mm a na ňu 100 mm mlatovej vrstvy, ílovitého piesku, ktorý bude zavalcovaný. Alternatívne, namiesto ílovitého piesku je možné použiť na hornú vrstvu šotolinu – vrstvu zmesi najmenej dvoch frakcií prírodného alebo umelého kameniva rozprestretého a zhutneného, alebo v skladbe šotolina, hlinitopiesčitá zmes a štrk (frakcie 16/32).

Náklady

Cena sa pohybuje podľa hrúbky (a tým pádom aj prípustného zaťaženia) od 17 EUR/m^2. Orientačné ceny v prípade (vrátane podložia spolu s materiálom a prácou) tvárnic – vyplň štrkodrva /výsev trávy – od 34,80 EUR/m^2/bez DPH, pri mlatovom povrchu sa cena pohybuje 4–12 EUR za m^2.

Obr. 66: Zatrávňovacia dlaždica



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 67: Mlatový povrch



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 68: Zatrávňovacie tvárnice s predpestovaným trávnikom



Foto: Viktor Lehocký

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [26], [89], [90], [91]

6.4.5.2 Vegetačné povrchy a priepustné povrchy zo zmesi živice a kremičitého štrku

K ďalším využiteľným priepustným a polopriepustným povrchom patria:

- Využívanie veľkých vegetačných priepustných povrchov, t. j. veľké súvislejšie časti trávnika, na ktorom sú vybudované iba spevnené pásy (napr. z priepustného asfaltu, betónu) pre kolesá áut.
- Používanie špeciálnych priepustných povrchov, napr. plne priepustné spevnené plochy, cesty, komunikácie, parkoviská zo zmesí živice a kremičitého štrku (živicou viazané systémy).

Náklady

Realizačné náklady pri špeciálnych povrchov sú zväčša o 20 % vyššie ako pri zámkovej dlažbe, avšak výhodou je aj, že nie je nutné priestor spádovať, ani realizovať odvodnenie. Zároveň sa ušetrí na nemalých nákladoch na stočné. Cena bez podložia – ktorá zahŕňa geotextíliu, HDPE rošty so živičným plnivom a finálnu vrstvu, je od 44 EUR/m^2 podľa použitých komponentov. Orientačné ceny

v prípade (vrátane podložia spolu s materiálom a prácou) tvárnic sú:
Vyplň štrkodrva + kamenný koberec:

1. pochôdzna plocha – od 59,80 EUR
2. pojazdová plocha do 3,5 t – od 72,80 EUR/m² (bez DPH)

Neklimatické pozitíva a negatíva
Budovanie priepustných povrchov navyše podporí výpar, a tým aj zlepšenie mikroklímy. Medzi pozitíva priepustných plôch patrí ich dlhá životnosť a skutočnosť, že striedanie mrazu a odmäku má na nich menej nepriaznivé vplyvy.

Zároveň majú v miernom klimatickom pásme priepustné plochy menšiu tendenciu vytvárať zľadovatené povrchy vozoviek a vyžadujú menej pluhovania snehu. Chodníky pre chodcov z priepustných asfaltových či betónových povrchov sa vyznačujú lepšou priľnavosťou za dažďa či v snehových podmienkach.

Obr. 69: Špeciálny plne priepustný povrch



Foto: Viktor Lehocký

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [92], [89], [90], [91]

6.4.6 Zachytávanie dažďových vôd

6.4.6.1 Dažďové záhrady a vsakovacie a retenčné plochy

Dažďová záhrada je opatrenie výhodné najmä pre rodinné domy, ale aj iné budovy, kde postačí plocha 10-30 m². Pre dobre priepustnú piesočnatú pôdu sa odporúča pomer zbernej plochy (čiže plochy striech budov na pozemku a spevnených plôch) k ploche dažďovej záhrady 5:1. To znamená, že ak je zberná plocha 150 m², plocha dažďovej záhrady by mala byť 30 m², pri menej priepustnej pôde je vhodný pomer 3:1. Vsakovacie a retenčné plochy sa osobitne využívajú v priestorovo obmedzených miestach (napr. pri vsaku zrážkovej vody v rámci komunikácií, alebo v silne urbanizovanom prostredí).

Obr. 70: Dažďová záhrada



Foto: Zuzana Hudeková

Náklady
Náklady sú v prípade svojpomocnej realizácie okolo 10 EUR/m² dažďovej záhrady, v prípade dodávateľskej realizácie sa môžu niekoľkonásobne zvýšiť. Dažďové vsakovacie kvetináče s plochou 2 m², dokážu zachytiť zrážkovú vodu zhruba z nepriepustnej plochy (aj napr. strechy) 100 m². Cena pre takýto kvetináč sa v zahraničí pohybuje od 400 EUR.

Obr. 71: Prívod vody do dažďovej záhrady



Foto: Miroslav Hríb

Obr. 72: Vsakovacia a retenčná plocha v urbanizovanom prostredí



Foto: Zuzana Hudeková

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [93], [94]

6.4.6.2 Zberné jazierka

Jazierka a iné malé vodné plochy v sídelnom prostredí napomáhajú vytvárať príjemnú mikroklímu. Za osobitne výhodné sa dajú považovať tie vodné prvky, ktoré využívajú zachytenú zrážkovú vodu, resp. vodné plochy ktoré zároveň aj slúžia na zachytávanie dažďovej vody, alebo slúžia na dočasné zachytenie extrémnej zrážky. Náklady/realizačná suma na výstavbu vodných prvkov ako sú bioretenčné zberné jazierka, hrádzky, kúpacie jazierka a pod. sa nedá jednoznačne vyčísliť.

Pre viac informácií pozri aj opatrenie *6.1.4.2.1 Jazierka, malé vodné plochy*.

Náklady

Každý vodný prvok je inak špecifický. Ceny sa odvíjajú od množstva a kvality použitých stavebných materiálov, od typu filtrácie a od spôsobu realizácie (svojpomocne, dodávateľsky).

Orientačne sa ceny pohybujú od 100 do 220 EUR/m^2 vodnej plochy. Pokiaľ sa bude realizovať viacero menších opatrení daného typu, napr. viacero menších dažďových záhrad, resp. viacero menších zberných jazierok namiesto jedného väčšieho, je možné minimálnu sumu na jedno opatrenie ešte znížiť.

Obr. 73: Zberné jazierka zrážkovej vody pri bytovom dome



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 74: Zberné jazierka zrážkovej vody na verejnom priestranstve



Foto: Zuzana Hudeková

6.4.7 Zabezpečenie dostatočnej kapacity prietoku kanalizačnej sústavy

V systéme ochrany územia pred záplavami zohráva dôležitú úlohu aj stav kanalizačného systému. K dôvodom patrí predovšetkým:

- riziko záplav z kanalizácie, keď nad istú intenzitu zrážky a vtekajúceho objemu zrážkových vôd nepostačuje aktuálna kapacita a dochádza k spätnému vylievaniu vody späť na povrch,
- nefunkčnosť niektorých prvkov kanalizačného systému, napríklad upchatie

kanalizačných vpustí, čo spôsobuje blokovanie zrážkových vôd a ich hromadenie na povrchu a spôsobovanie povrchových záplav rôzneho rozsahu.

Kanalizačná sústava prispôsobená vplyvu zmeny klímy ba mala mať takú projektovanú kapacitu prietoku, technické zabezpečenie a manažment, ktoré dokážu odviesť množstvo zrážkovej vody aj pri tak intenzívnych zrážkach, ktoré predpovedajú pre danú lokalitu vedecké scenáre klimatickej zmeny zostavené klimatológmi a eliminovať problémy, ktoré v prípade intenzívnej zrážky nastanú, resp. na ne rýchle a účinne reagovať. To môže zahŕňať okrem zabezpečenia dostatočnej kapacity prietoku napríklad umiestnenie ochranných prvkov na kanalizačné vpuste znižujúcich riziko ich upchatia, zabezpečiť pravidelnú údržbu kanalizačného systému a kapacity pre rýchle odstraňovanie porúch, riešenie havarijných stavov a pod.

V niektorých prípadoch sa zvažuje aj vybudovanie odľahčovacích komôr (objekty, ktoré slúžia k oddeleniu dažďových vôd, resp. ich časti v systéme jednotnej kanalizácie, ktoré chránia potrubie pred preplnením, v čase zrážok odvádzajú nariedenú odpadovú vodu mimo potrubia stokovej siete). Pre nedostatok odľahčovacích komôr (pri intenzívnejších zrážkach sa vďaka nim dostáva do vodných tokov znečistenie) je potrebné zvážiť možnosť využiť iné spôsoby zabezpečenia dostatočnej prietočnosti. V prípade, že je ich aplikácia nutná, je potrebné minimalizovať mieru znečistenia zaradením dažďových nádrží, do ktorých budú odvádzané (tak, aby bolo znečisťovanie minimalizované a povolené ukazovatele znečistenia neboli prekročené) a zabezpečiť, aby vypúšťané vody spĺňali tzv. zmiešavací pomer ako základné kritérium na ich vypúšťanie. Pri vyústení odľahčovacích komôr je tiež potrebné zabezpečiť zariadenie, ktoré zbaví vodu plávajúcich tuhých častíc (hrablice, sitá).

6.4.8 Citlivá úprava tokov v intravilánoch

Rozsah úpravy tokov by sa mal minimalizovať a realizovať len vo výnimočných prípadoch, po dôslednom preukázaní nevyhnutnosti ich realizácie. Takéto opatrenia totiž nielen usmerňujú, ale aj zvyšujú a zrýchľujú odtok na danom (upravenom) úseku toku. Minimalizácia by sa mala uplatniť v rozsahu (dĺžke) upravených úsekov ako aj v charaktere úpravy (čo najmenej využívať neprirodzené materiály – betón, ťažký lomový kameň a pod., minimalizácia zmien pôdorysu koryta, charakteru dna, brehovej línie a pod.). Prednostne by sa úpravy tohto typu mali vykonávať v kritických úsekoch tokov (zúženiny, silne meandrujúce úseky a pod.). Všade, kde je to možné sa odporúča ponechať toky v prirodzenom, alebo čo najmenej zmenenom stave.

Náklady a neklimatické pozitíva a negatíva

Ceny úpravy stredne veľkého toku (priemerný ročný prietok približne 1,5 $m^3.s^{-1}$) v horských, resp. podhorských podmienkach sa pohybujú okolo 1–1,5 mil. EUR na 1 km toku (v závislosti na charaktere úpravy a použitej technológii).

Okrem finančnej náročnosti v prípade väčších stavieb sa často narušujú aj prírodné ekosystémy. Lokálnym opatrením, pokiaľ nie je koordinované na celom vodnom toku, často posunieme problémy len na nižšie úseky toku.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [81]

6.4.9 Diverzifikovanie štruktúry krajinnej pokrývky

Účelom predmetného opatrenia je zvýšiť infiltračnú schopnosť povodia prostredníctvom dosiahnutia, alebo udržiavania diverzifikovanej štruktúry krajinnej pokrývky, s výrazným podielom zasakovacích prvkov, ktoré môžu byť tvorené lesmi, lesokrovinami, krovinami či trávnatými plochami. Diverzifikovanie štruktúry krajinnej pokrývky zabezpečujeme predovšetkým

- ochranou a obnovou vegetácie, lesov, hlavne v horských oblastiach, ako aj lužných lesov, horských lúk, lesokrovinatých, krovinatých i trávnatých plôch;
- zalesňovaním sklonitých nevyužívaných svahov,
- podporou výsadby zelene v extraviláne, výsadbou medzí, remízok v poľnohospodárskej krajine.

Uvedené opatrenia sa prednostne lokalizujú do polôh s horšie priepustným podložím.

Diverzifikovaná krajinná pokrývka s mozaikou poľnohospodárskej a lesnej pôdy je vo všeobecnosti menej náchylná na vytváranie povodňového odtoku. Vytváraním bariér v podobe zasakovacích

prvkov sa skracuje priemerná dĺžka dráhy častice odtekajúcej vody, eliminovaním deštruktívneho pôsobenia vody na povrch sa chráni pôda pred eróziou a podporuje sa jej zasakovanie do podložia. Tým sa znižuje objem vody v záverečnom profile toku a teda aj veľkosť prípadnej povodne.

Účinnosť a náklady
Zadržanie, hromadenie, infiltrácia a spomaľovanie odtoku zrážkovej vody v krajine vďaka diverzifikácii jej štruktúry patrí medzi účinnejšie opatrenia z hľadiska tlmenia dopadov intenzívnych zrážok. Významným faktorom, ktorý je potrebné zohľadniť, sú hydropedologické a hydrogeologické vlastnosti podložia, ktoré sú dané a nemožno ich významne ovplyvniť. Napríklad odtok z trávnatého svahu so sklonom 15° na slabo priepustnom flyši bude pri rovnakej zrážke zásadne vyšší ako odtok z takého istého svahu na dobre priepustných vápencoch alebo glacifluviálnych sedimentoch.

Ako miera vsakovania vody do pôdy slúži koeficient infiltrácie. Jeho analytické vyjadrenie pomocou rovníc na vyjadrenie pohybu vody v nenasýtenom pôdnom prostredí je pomerne zložité, preto sa na vyjadrenie časového priebehu infiltrácie používajú empirické vzťahy (Valtýni 1986). Šály (1988) uvádza hodnoty vsakovacích koeficientov v rozpätí 1–5 mm za hodinu pre ílovité pôdy, pre ílové hliny 10–50 $mm.h^{-1}$, pre hliny 50–100 $mm.h^{-1}$, pre piesčité hliny 100–150 $mm.h^{-1}$ a pre piesky viac ako 200 $mm.h^{-1}$.

Náklady na toto opatrenie sú spojené s terénnymi prácami (úprava terénu pred výsadbou), samotnou výsadbou a povýsadbovou starostlivosťou. Vzhľadom k efektu sa jedná o nízkonákladové opatrenia. Priemerné náklady na zalesnenie 1 ha sa pohybujú okolo 1 500 EUR.

Neklimatické pozitíva a negatíva
Opatrenie prispieva zároveň aj k celkovému zvýšeniu ekologickej stability územia, podpore biodiverzity a zlepšeniu estetických vlastností krajiny. Vzhľadom k tomu, že každá minca má dve strany, je pre objektivitu potrebné upozorniť, že v svahovitom teréne, kde sa nachádzajú v pôde oglejené, alebo iné horizonty prejavujúce sa ako šmykové roviny, po ktorých dochádza k pohybu pôdy dole svahom, nie je vhodné vysádzať zasakovacie pásy, nakoľko prevedenie povrchového odtoku zrážkovej vody na podpovrchový, práve po šmykových rovinách môže iniciovať a zintenzívniť pohyb zosúvajúcej sa pôdy. Bariéry implementácie opatrenia súvisia s vlastníckymi záujmami v povodí, diverzifikáciou záujmov majiteľov pozemkov, odlišnými názormi na využívanie povodia, administratívnou náročnosťou a záberom poľnohospodárskej pôdy.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [95]

6.4.10 Renaturácia a ochrana tokov a mokradí

Predmetné opatrenie zahŕňa ochranu vodných tokov a ich uvedenie (resp. uvedenie ich úsekov) do pôvodného stavu, alebo do stavu blízkeho pôvodnému a to z hľadiska pôdorysu, pozdĺžneho sklonu, charakteru brehovej línie a pod. Zaoberá sa tiež úplnou, alebo čiastočnou plošnou a funkčnou obnovou degradovaných mokradí v ich pôvodných stanovištiach. Podľa STN 75 210 je revitalizácia vodného toku obnovenie ekologickej funkcie vodného toku a kvality vody pri súčasnom dodržaní jeho ostatných funkcií. Pri revitalizácii vodného toku ide o súbor technických a biologických opatrení, ktorými vytvárame podmienky pre obnovenie prírodného stavu ekosystému vodného toku a jeho okolia, t. j. stavu blízkemu tomu, v ktorom sa tok nachádzal pred antropickými zásahmi.

V rámci revitalizácie vodných tokov je dôležité vychádzať zo základných princípov ekologickej revitalizácie akvatických systémov:

- zachovanie a ochrana akvatických systémov
- obnova ekologickej integrity
- obnova prirodzenej štruktúry
- obnova prirodzených funkcií
- pri návrhu revitalizačných opatrení pracovať v kontexte celého povodia/územia
- pochopenie potenciálu povodia
- určenie príčin degradácie
- definovanie jasných, dosiahnuteľných a merateľných cieľov
- sústredenie sa na uskutočniteľnosť cieľov
- využitie referenčných stanovíšť
- predvídanie budúcich zmien systému
- návrh musí spĺňať požiadavky pre vnútornú udržateľnosť
- v odôvodnených prípadoch využiť pasívnu revitalizáciu, t. j. eliminovať zdroj degradácie systému a umožniť mu návrat do stavu ekologickej stability
- obnova autochtónnych a vyhýbanie sa alochtónnym druhom vegetácie
- využitie prírode blízkych revitalizačných úprav a biotechnických prvkov
- monitorovanie a adaptívny manažment revitalizačných úprav

Renaturácia vodných tokov má význam predovšetkým v tých lokalitách, v ktorých sa realizovali tzv. tvrdé úpravy tokov, najmä ich napriamovanie. Opatrenie tiež zahŕňa obnovovanie prvkov prirodzeného zadržiavania povrchových vôd v pririečnej krajine (meandre, mŕtve ramená, mokrade, jazerá).

Účinnosť
Prirodzene tečúci a kľukatiaci sa tok s prirodzene vyvinutou pririečnou krajinou, so systémom bočných ramien, predstavuje jeden z optimálnych prostriedkov na spomalenie odtoku vody a zvýšenie retencie podzemných vôd prestupom vody z toku do riečnych sedimentov. Vodný tok a riečna krajina v prirodzenom stave dokáže zachytiť väčšie množstvo vody ako upravený tok a umelo upravená, resp. nevhodne riadená pririečna krajina.

Neklimatické pozitíva a negatíva
Medzi bariéry zavedenia tohto opatrenia patrí aj odlišné vnímanie funkcie tokov a stratégie ochrany pred povodňami časťou technokraticky orientovaných hydrológov a vodohospodárov, pozemkové nezrovnalosti, administratívna náročnosť, nie vždy presvedčivé výsledky s aplikáciou. Toky a pririečna krajina sú dynamickým, v rámci povodia vzájomne prepojeným systémom, preto renaturačné opatrenia musia byť zvažované a vykonávané veľmi citlivo s ohľadom na fungovanie a charakter procesov v širšom riečnom úseku/časti povodia. Mokrade zadržiavaním vôd zvyšujú nielen retenčnú schopnosť povodia, ale aj vytvárajú lepšie podmienky pre biodiverzitu a v konečnom dôsledku aj ekologickú stabilitu povodia. Potenciálnym prínosom je možnosť zapojenia miestneho obyvateľstva do renaturačných prác. V neposlednej rade má význam aj zvýšenie vizuálnej atraktivity povodia.

Náklady
Pre porovnanie cenovej výhodnosti prirodzenej a upravenej riečnej nivy ponúkame ako príklad výsledky spracované na úseku rieky Lužnica v Českej republike:

Tab. 1: Porovnanie cenovej výhodnosti prirodzenej a upravenej riečnej nivy v Kč na 1 ha a rok

Ekosystémová služba	Prirodzená niva	Upravená niva
Tlmenie povodňovej vlny	163 000	59 000
Útočište biodiverzity	262 000	84 000
Samočistenie	24 000	0
Športový rybolov	650	450
Ukladanie uhlíku	3 500	0
Produkcia krmovín	1 350	0
Produkcia dreva	375	0
Produkcia pšenice	0	13 525
SPOLU	454 550	156 475
Percento poklesu	100	34

Zdroj: [Pithart D. et al., 2010. Revitalizace jako investice [online]. November 2010 [cit. 2012-01-22]. Dostupné na internete: <www.goo.gl/mVGlB5>]

Uvedený projekt počítal pri nákladoch na revitalizáciu 1 m² nivy 400 KČ s návratnosťou 13 rokov. Aj keď použitá metodika, vstupné dáta a pod. môžu byť diskutované, celkový výsledok poukazuje na jednoznačnú celospoločenskú výhodnosť renaturačných projektov.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [81], [96]

6.4.11 Zabezpečenie, udržiavanie a rozširovanie plochy prírode blízkych lesov, resp. prirodzených lesov

Lesné komplexy znižujú extrémy v rámci zrážkových udalostí – znižujú veľkosť odtoku veľkých vôd a zvyšujú veľkosť odtoku malých vôd. Z hľadiska ochrany zastavaného územia a ľudí pred záplavami je významné práve pôsobenie lesov na odtok zrážkových vôd, hlavne znižovanie povrchového odtoku a jeho transformácia na podzemný odtok.

Priaznivé podmienky na znižovanie povrchového odtoku až na minimum je dané zadržiavaním zrážok v korunách lesného porastu a zmenšovaním ich množstva zmáčaním a spomalením dopadu vody na pôdu.

Dôležitým faktorom je aj drsnosť povrchu lesnej pôdy, jej priepustnosť a schopnosť zadržania vody, nehlboké a krátke premŕzanie lesnej pôdy, spomalené topenie snehu a tiež miestne pomery, ktoré sú charakterizované vlastnosťami lesného porastu, pôdy a nadložného humusu či reliéfom terénu.

Tieto funkcie plnia najoptimálnejšie lesy s prírode blízkou štruktúrou, teda lesy s rôznou druhovou, vekovou a priestorovou štruktúrou zodpovedajúcou ekologickým podmienkam danej lokality. Retenčná kapacita krajiny (jej vplyv na zadržiavanie zrážkovej vody) sa znižuje najmä s klesajúcou lesnatosťou. Spočiatku pomalšie, do hodnoty 50–60 % lesnatosti, následne je pokles s lesnatosťou oveľa výraznejší.

Obr. 75: Ilustračná fotografia prírode blízkeho lesa – súkromná prírodná rezervácia Vlčia



Foto: Lesoochranárske zoskupenie Vlk

Protipovodňové preventívne opatrenia majú v povodí smerovať k obmedzeniu vzniku povrchového odtoku a neskôr sústredenému odtoku. Hlavným faktorom modifikovania odtoku z lesných porastov pri vysokých úhrnoch zrážok je retenčná kapacita a infiltračná kapacita lesných pôd (pretváranie odtoku povrchového na podzemný). Vďaka vlastnostiam lesnej pôdy umožňuje les infiltráciu (vsakovanie) vody do pôdy a znižuje povrchový odtok, a teda aj riziko erózie. Proces infiltrácie je ovplyvnený jednak intenzitou a časovým trvaním zrážok a jednak charakterom pôdneho prostredia. Les znižuje odtok z intenzívnej zrážky najmä na nepriepustných pôdach. Čím je pôda a podložie menej priepustné, tým je rozdiel v odtoku medzi lesným a poľnohospodárskym územím väčší. Najvýraznejšie je ovplyvnený maximálny odtok vo flyšových oblastiach, kde sa aj malý pokles v lesnatosti odrazí vo výraznom zvýšení maximálnych množstiev odtoku zrážkovej vody z územia a ich rozkolísanosti.

Z hľadiska znižovania odtoku vôd pri intenzívnych zrážkach je vhodné tiež zabezpečiť, aby les obsahoval aj staré a mŕtve stromy. Staré stromy zachytávajú podstatne viac vody ako mladé stromy a po ich vyhnitých koreňoch vteká voda do podzemných nádrží lepšie ako po tenkých korienkoch. Mŕtve stromy zase zadržiavajú vodu aj vo svojich telách. Náklady na ponechanie drevnej hmoty v porastoch sú nulové, ale čiastočne dochádza k ekonomickým stratám nezužitkovaním drevnej hmoty, a tiež ponechaním drevnej hmoty v porastoch dochádza k zvýšeniu potenciálneho nebezpečenstva požiarov v období sucha. Najvýznamnejším pozitívom opatrenia, okrem zvýšenia retenčnej schopnosti, je zachovanie biologickej diverzity lesov. Odumreté stojace a ležiace kmene v rôznom štádiu rozkladu sú domovom a potravou množstva organizmov zabezpečujúcich kolobeh prvkov a procesov v prírode.

Významným faktorom vzniku a zosilňovania povrchového odtoku je hospodárska činnosť, najmä:

- obnažovanie lesnej pôdy odstránením nadložného humusu,
- zhutnenie pôdneho povrchu alebo jeho rozrušenie ryhami, zvyčajne pri ťažbe a doprave dreva, technologické postupy používané pri týchto činnostiach,
- transportné línie lesného hospodárstva, ktoré sú nesprávne vytýčené, neudržiavané alebo založené v príliš hustej sieti (viac ako 25–30 m na ha lesa).

Všetky tieto zásahy podporujú koncentráciu a urýchľujú povrchový odtok zrážkových vôd na úkor jeho pretvárania na podzemný odtok.

Cieľom je trvalo zdravý, stabilný dobre produkujúci les s vysokou schopnosťou plnenia komplexu funkcií. Týmito vlastnosťami sa vyznačuje prirodzený les, ale aj systematicky pestovnoťažobnými opatreniami udržovaný les v požadovanej štruktúre. V podstate to má byť nerovnoveký les tvorený stanovišťu zodpovedajúcimi drevinami, to znamená zmiešaný. Spravidla sa vyznačuje nepravidelnou stupňovitou, prípadne viacvrstvovou výstavbou.

Účinnosť

Celkovú retenčnú kapacitu lesných porastov môžeme odhadovať v rozsahu 45 až 70 mm. Táto hodnota platí pre stav stopercentnej lesnatosti v krajine a pre zakmenenie 1,0 (resp. zápoj 100 %). Súvislé zrážky do 100 mm sa už prejavia na zvýšenom odtoku vody z lesa, ale z pohľadu vodohospodárskej účinnosti sú ešte prijateľné. Za kritickú hodnotu pre účinné tlmenie povodní lesom (t. j. hraničnú hodnotu akéhokoľvek účinku celého lesného ekosystému na odtok zrážkovej vody) je možné považovať hranicu 150 až 200 mm súvislých zrážok. Pri tomto úhrne je už lesná pôda vždy úplne nasýtená vodou, vrátane zaplnenia priehlbín v pôdnom povrchu aj v horninovom podloží. Pri vyšších hodnotách prestáva les, ako komplex lesného porastu, pôdy a podložia, akokoľvek ovplyvňovať odtok vody.

Priepustnosť pre vodu je dôležitou vlastnosťou, ktorá sa pri rovnakej pôde mení podľa jej vlhkosti. Čím je pôda vlhšia, tým je menšia jej priepustnosť pre vodu. Práve vzhľadom na rôzny vlhkostný stav pôd vykazujú experimentálne merané hodnoty aj na tom istom stanovišti značný rozptyl hodnôt. Ako príklad môžeme uviesť výsledky meraní Kantora z obdobia 1977–1981, kde sa hodnoty vertikálneho priesaku vody v hĺbke 70 cm pohybovali od 22,9 % až do 51,6 % zrážok z voľnej plochy pre smrekový porast a od 39,9 % (v extrémne suchom roku) do 65 % zrážok z voľnej plochy pre bukový porast. Uvedené výsledky zároveň dokumentujú rozdiely v kvantite priesakových vôd vplyvom rôzneho

drevinového zloženia skúmaných porastov. Ešte väčšie rozdiely je možné vidieť z celoročných priemerných údajov na experimentálnych plochách v Orlických horách. V smrekovom poraste presiaklo pôdou a v podzemnej forme odtieklo 59,6 % zrážok z voľnej plochy. V bukovom poraste to bolo až 70,1 % zrážok. Pri buku tak došlo k zvýšeniu priesaku a podpovrchového odtoku o 10,5 % v porovnaní so smrekovým porastom. V absolútnych hodnotách bolo v sledovanom období z každého ha dospelého bukového porastu v Orlických horách k dispozícii ročne o 1 350 m^3 vody viac než z porastov smrekových.

Najmenej je odtok ovplyvnený zmenou lesnatosti v povodiach na karbonátových podložiach, kde rozhodujúcu úlohu zohráva horninové prostredie a transformácia zrážok do podzemných vôd. Tam je účinok zmeny lesnatosti na odtok približne polovičný ako vo flyši.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [97], [98], [99], [100], [95]

6.4.12 Budovanie a udržiavanie siete lesných ciest s účinnou protipovodňovou ochranou

Správne projektované a realizované lesné cesty majú mať účinnú protipovodňovú ochranu. Zrážková voda, ktorá sa na určitom úseku lesných ciest koncentruje do povrchového odtoku má byť odvedená do lesných porastov. Tu sa časť povrchového odtoku transformuje na podpovrchový a časť využije lesný porast, najmä stromy, na svoj rast, pričom sa značné množstvo vody odparí do ovzdušia. V rámci budovania lesných ciest je možné použiť odrážky rôznej konštrukcie a rôzneho materiálu z betónu, kovu, alebo dreva. Nesprávnym, v posledných rokoch laikmi propagovaným, riešením je rekultivácia lesných ciest rozrušením ich povrchu. Stála starostlivosť o lesné cesty, ktorých integrálnou súčasťou sú aj účinné protipovodňové opatrenia je lepšie riešenie.

Účinnosť a náklady

Účinnosť týchto opatrení je pomerne vysoká vo vzťahu k účelu, pre ktorý sa realizujú a je osvedčená dlhoročnou praxou. Pochopiteľne ich účinnosť je podmienená pravidelnou údržbou odrážok, najmä po veľkých dažďoch, ktoré môžu spôsobiť ich zanášanie a tým zníženie účinnosti až na nulu.

Náklady na výstavbu a údržbu lesných ciest s účinnou protipovodňovou ochranou sú o niečo vyššie, oproti nerealizácii tohto opatrenia. Avšak náklady na škody plynúce z nerealizácie tohto opatrenia, hlavne v dlhodobom kontexte, sú spravidla mnohonásobne vyššie.

Kovové odrážky sú trvanlivé, patria však k nákladným s cenou 185 EUR za kus. V súčasnosti sa z ekonomických dôvodov používajú prevažne drevené odrážky, ktorých zhotovenie a osadenie je dohodové s dodávateľmi lesníckych prác v cene max. 33 EUR za kus. Životnosť drevených odrážok je však kratšia.

Neklimatické pozitíva a negatíva

Budovanie a udržiavanie siete lesných ciest s účinnou protipovodňovou ochranou prispieva nielen účinnému obhospodarovaniu našich lesov, k zvýšeniu dostupnosti našich lesov a ich funkcií širokému okruhu návštevníkov, ale zohráva aj podstatnú úlohu pri prevencii pred požiarmi, čo vyplýva priamo zo zákona. Na povrch lesného porastu odvádzaná dažďová voda prispeje k lepšiemu zásobovaniu lesa vodou, nakoľko rastúci deficit zrážok sa na Slovensku sa dlhodobo prejavuje najmä v nižších vegetačných stupňoch.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [95]

6.4.13 Zlepšenie odvodňovania dopravnej infraštruktúry

Pre zmiernenie dopadov častejšie sa vyskytujúcich intenzívnych zrážok na dopravnú infraštruktúru ju potrebujeme budovať tak, aby nebola rýchle zaplavená a následne tak nebola sťažená mobilita v rámci nej. Je potrebné zabezpečiť vybavenie dopravnej infraštruktúry takou technológiou, ktorá jej umožní v čo najkratšom čase návrat k prejazdnosti. Dopravná infraštruktúra má byť budovaná tak, aby zabezpečila dobrý odtok zrážok. Za týmto účelom je potrebné rozvíjať systém drenáží, rigolov a podobne. Negatívne dopady intenzívnych zrážok v rámci dopravnej infraštruktúry môžeme zmierniť predovšetkým prostredníctvom vybudovania kanalizačného a odvodňovacieho systému pri dopravných stavbách. Dôležitou aktivitou je ich údržba a kontrola,

pretože nečistenie a neudržiavanie môžu viesť k zhoršeniu ich funkčnosti. Z hľadiska adaptácie dopravnej infraštruktúry je potrebné investovať do údržby pozemných komunikácií (alebo ich vybudovať) takým spôsobom, aby bol v prípade intenzívnej zrážky umožnený dostatočný odtok prívalových zrážok. Za týmto účelom je potrebné okrem iného nahrádzať nepriepustné plochy priepustnými všade, kde to bude možné a zlepšiť, alebo vybudovať nový kanalizačný systém, ktorý bude musieť odvádzať zrážkovú vodu vo väčšom objeme.

Účinnosť a náklady
Betónové povrchy vozoviek majú lepšie odvodňovacie charakteristiky (100–730 litrov za minútu na m²) oproti asfaltovým.

Čistenie 1 km ciest stojí cca 55 EUR a viac (vrátane DPH). Náklady závisia od viacerých faktorov, napríklad či sa čistí celá šírka jedného pruhu o šírke napr. 3 metre, alebo je šírka iná. Niektoré spoločnosti uvádzajú cenník v jednotke 1 meter štvorcový s cenou od 0,028 EUR za m², pri 3 metrovej ceste by potom 1 km stál 84 EUR. Kosenie trávy stojí zvyčajne cca 0,09 EUR za 1 m².

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [101], [102]

6.4.14 Opatrenia voči zosuvom pôdy

K rizikám a negatívnym vplyvom zvyšovania častosti intenzívnych zrážok patrí aj vznik svahových deformácií, zosuvov pôdy. Vplyvom rastu častosti a intenzity intenzívnych zrážok sa zvyšuje pravdepodobnosť výskytu svahových deformácií, ktoré môžu mať v zastavanom, obývanom území vážne negatívne následky – poškodenie majetkov, komunikácií, ohrozenie zdravia a životov ľudí. Zosuvy tiež môžu poškodiť poľnohospodársku pôdu, lesy a zmeniť hydrologické pomery postihnutej oblasti.

Svahová deformácia je výsledná morfologická forma svahového pohybu vyvolaného pôsobením gravitácie, pri ktorom sa vytvorilo teleso odlišujúce sa od okolitého horninového prostredia zmenou vonkajšieho tvaru, polohy, alebo objemu, resp. vnútornej štruktúry. Vzhľadom na vplyv klimatickej zmeny je potrebné do budúcnosti kalkulovať s výskytom svahových deformácií nielen v geologicky a morfologicky exponovanom prostredí, ale aj v prostredí menej exponovanom, kvôli pôsobeniu intenzívneho a častého podmáčania. Svahové deformácie zaberajú v SR približne 5,25 % z rozlohy územia, čím predstavujú jeden z významných faktorov efektívneho využívania územia. Na Slovensku bolo do začiatku roku 2010 zaznamenaných 19 104 zosuvov a 2 000 iných svahových deformácií. Dovedna ohrozujú 5,25 % územia krajiny, 98,8 km diaľnic a ciest I. triedy, 571 km ciest II. a III. triedy, 62 km železníc, 11 km nadzemných vedení, 3,5 km ropovodov, 101 km plynovodov, 291 km vodovodov a takmer 30 000 pozemných stavieb. V poslednom období spôsobujú vznik svahových deformácií predovšetkým klimatické faktory (intenzívne zrážky) a nevhodné antropogénne zásahy. V ich dôsledku dochádza v SR každý rok k aktivizácií nových zosuvov pôdy, neraz s vážnymi následkami. K osobitne veľkej aktivizácii zosuvov pôdy v SR došlo v roku 2010 v dôsledku veľkých zrážkových úhrnov, kedy sme zaregistrovali 577 nových zosuvov, lokalizovaných prevažne v oblastiach východného Slovenska. Ministerstvo životného prostredia SR v súčasnosti eviduje 106 havarijných zosuvov, ktoré ohrozujú majetky a životy ľudí.

Dôležitosť správneho plánovania a rozhodovania zvýrazňuje skutočnosť, že aj keď klimatické faktory prispeli v posledných dekádach k zvýšenej frekvencii výskytu zosuvov, až 90 % všetkých zosuvov v obývaných územiach za posledných 30 rokov bolo úplne, alebo čiastočne vyvolaných zásahom človeka do stabilitného režimu starých zosuvov. Zosuvné riziko narastá v niektorých lokalitách aj z dôvodu častejšieho smerovania stavebnej činnosti z rovinných a mierne uklonených území do svahovitých oblastí. Súvisí s relatívnym nedostatkom vhodných stavebných pozemkov v rovinných územiach, alebo s cieleným umiestnením stavieb na takéto svahy v dôsledku atraktivity prostredia pre investora. Na Slovensku sú zosuvy pomerne časté vo flyšových a vulkanických oblastiach. Zosuvy tiež často postihujú oblasti nespevnených, alebo nedostatočne spevnených usadených hornín, kde sa často striedajú vrstvy s odlišným fyzikálno-mechanickými vlastnosťami.

6.4.14.1 Nepovolenie výstavby v nestabilných územiach a potenciálne nestabilných územiach

Optimálnym preventívnym opatrením je nepovoľovať výstavbu budov, objektov v nestabilných územiach a potenciálne nestabilných územiach. Pokiaľ takéto opatrenie pre špecifické charakteristiky územia nie je možné v plnej miere dodržať, je potrebné pokiaľ možno nepovoliť novú

výstavbu minimálne v nestabilných územiach. V potenciálne nestabilných územiach je potrebné realizovať podrobný inžinierskogeologický prieskum v štádiu investorskej plánovacej prípravy stavby a následne na základe jeho podkladov realizovať potrebné preventívne opatrenia a špecifikovať technické podmienky výstavby.

6.4.14.2 Preventívne opatrenia pre jestvujúce stavby v nestabilnom a potenciálne nestabilnom území

V prípade už jestvujúcich stavieb v nestabilnom území a potenciálne nestabilnom území je potrebné vykonať okrem podrobného inžinierskogeologického výskumu (ak nie je k dispozícii) aj statické posúdenie základových konštrukcií stavieb a na jeho základe ustanoviť technické podmienky úprav stavby, resp. nadstavby. Okrem iných nástrojov je vhodné využiť Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku, ktorý ustanovuje v územných plánoch obcí a územných plánov zón zásady a regulatívy funkčného využitia územia, prostredníctvom ktorých je možné stanoviť ich pre účely preventívnej ochrany územia a obyvateľov pred svahovými deformáciami. Miestna verejná správa, súkromní investori a občania môžu pri plánovaní a rozhodovaní o budúcom umiestnení stavieb, alebo ochrane jestvujúcich, využiť aj odborné informačné a mapové podklady vypracované Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra (napríklad Atlas máp stability svahov SR M 1:50 000 – mapu náchylnosti územia na svahové deformácie).

6.4.14.3 Sanácia svahov

V prípadoch, kedy si podmienky v lokalite, napríklad z dôvodu zosuvu, či potenciálneho zosuvu a nemožnosti vyhnúť sa lokalite, vyžadujú zásah, máme k dispozícii širokú škálu sanačných opatrení. Stabilizácia svahu prostredníctvom rôznych technických opatrení a opatrení využívajúcich vegetáciu zahŕňa komplex na seba nadväzujúcich zabezpečovacích prvkov. Metódy zaisťujúce stabilitu svahov poznáme:

6.4.14.3.1 Úprava tvaru svahu

Zmenšením váhy hornín v odlučnej oblasti, alebo zväčšením váhy v akumulačnej oblasti existujúceho, alebo očakávaného zosuvu sa stabilita svahu zväčší. Pozitívom predmetného opatrenia je možnosť jeho bezprostrednej realizácie, bez potreby časovo náročných prieskumných prác. Úprava svahu sa spravidla navrhuje súčasne s podpovrchovým odvodnením svahu, pretože odvodnením sa zmenší objem zemných prác potrebných na stabilizáciu svahu a niekedy odpadá nutnosť vykonať ďalšie zemné práce. Metódy založené na úprave tvaru svahu sa realizujú ako:

- priťažovacie násypy, lavice
- odľahčenie svahu
- kamenné pätky
- zmiernenie sklonu svahu
- odstránenie zosunutých hmôt (do 20 000 m^3)

6.4.14.3.2 Odvodnenie územia, ktoré potrebujeme chrániť pred zosuvom pôdy

Predmetné opatrenie slúži na zníženie množstva povrchových aj podzemných vôd prichádzajúcich do ohrozeného územia vo veľkom objeme počas intenzívnych zrážok. Poznáme dva hlavné spôsoby odvodňovania – povrchové a podpovrchové.

Zabezpečenie proti nežiadúcemu pôsobeniu povrchových vôd sa realizuje prostredníctvom zberných priekop (obvodových atď.), rigolov, ich údržbe a zaústení mimo ohrozeného územia. Pri zberných priekopách je dôležitým faktorom zabezpečenie vhodného spádu a v prípade výskytu priepustných pôd aj vydláždenie, aby zachytená voda nevsakovala do nižších vrstiev svahu.

Zabezpečenie proti nežiadúcemu pôsobeniu podzemných vôd sa realizuje nasledovnými metódami:

- Kamenné trativody, ktoré sa budujú z lomového kameňa, vetvovito, alebo klembovito rozloženého na svahu v šírke 0,6–1 m, do hĺbky 1–2 m a v rozostupoch 5–10 m, s dnom v jednotnom, alebo odstupňovanom spáde. Na povrchu sú vydláždené kamennou, alebo betónovou dlažbou a pri päte výkopového svahu sa opierajú o opevnenie.
- Odvodňovacie štôlne, ktoré sa využívajú pri hlbokých zárezoch silne podmáčaných vodou, kedy nie je možné dosiahnutie efektívneho odvodnenia (Konc, 2010).

Ďalšie metódy odvodnenia územia poznáme:

- šikmé a horizontálne odvodňovacie vrty
- štrkové steny
- pieskové piloty
- geodrény
- filtračné geotextílie
- šachty a studne

Podpovrchové odvodnenie patrí k najúčinnejším prostriedkom na zlepšenie stability svahu. Nevýhodou predmetných metód je, že ich môžeme navrhnúť až po skončení geologického a hydrogeologického prieskumu.

6.4.14.3.3 Spevňovanie hornín

Sanačné metódy prispievajú k stabilite svahu prostredníctvom zvyšovania šmykovej pevnosti – zvýšeniu pasívnych síl.

- Elektrochemická metóda – odvodňovanie elektroosmózou. Voda prúdi k drenážnemu systému účinkom elektrického poľa. Ak sa vsadí do zeminy anóda a katóda, putujú častice vody vplyvom jednosmerného prúdu od anódy ku katóde, kde sa čerpá voda zo svahu. Výhodou tejto metódy je trvanlivosť

dosiahnutého spevnenia. Nevýhodou je zložitý a časovo náročný technologický postup a nemožnosť použitia u jemných pieskov.
- Termická metóda – tepelné spevňovanie zemín. Je založená na pôsobení vysokej teploty na zeminu, pri ktorej nastáva výpar vody z pórov a následné vysušovanie pôdy, chemické zmeny vo vnútri častíc a ich natavenie a spojenie. Získame tak keramickú hmotu s priaznivejšími vlastnosťami. Pri spevňovaní vypaľovaním sa vháňa do vrtu zohriaty vzduch, alebo palivo spaľujeme vo vrte. V jeho okolí sa vytvorí valec spevnenej zeminy s priemerom cca 2–3 m.
- Injektovanie cementovou maltou. Z trhlín sa vytláča voda a tie sa vyplnia cementovou maltou, ktorá po zatvrdnutí vytvára spevnené polohy medzi jednotlivými blokmi hornín.

6.4.14.4 Stabilizácia zemín

Zlepšovanie vlastností zemín miešaním sa nazýva stabilizácia. Je to veľmi rozšírená úprava najmä v dopravnom staviteľstve. Cieľom stabilizácie je zlepšiť mechanické parametre, predovšetkým pevnosť. Stabilizovať možno takmer všetky druhy zemín, ktoré sa dajú rozdrobiť, premiešať so spojivom a zhutniť. Podľa použitých látok rozoznávame stabilizáciu:
- mechanickú – inou zeminou, hydraulickými spojivami,
- chemickú – vápnom, cementom, bitúmenmi, polymérmi.

Zvolenú metódu možno považovať za dostatočne efektívnu, ak sa dosiahne aspoň 10 % zlepšenie sledovaných parametrov. Voľba technologického postupu je individuálna a závisí od druhu zlepšovanej zeminy (Turček, 2004).

6.4.14.5 Ostatné technické stabilizačné opatrenia

Stabilizačné rebrá
Stabilizačné rebrá sú ryhy vyhĺbené do svahu o šírke 1–2 m, vyplnené materiálom s vysokým uhlom vnútorného trenia (zväčša drveným kameňom, alebo štrkopieskom, štrkom), vzdialené od seba na 4 až 8 m. Kľúčovým predpokladom pre účinnosť stabilizačných rebier je ich zasahovanie pod šmykovú plochu. Pôsobia aj ako drén, preto sú vybavené aj filtrom proti možnosti sufózie. V pozdĺžnom smere sú odvodnené trativodom.

Zárubné a oporné múry
Zárubne a oporné múry zachytávajú tlaky hornín tiažou konštrukcie. Používajú sa na zvýšenie stability svahov zemných telies (oporné múry) alebo zárezov (zárubné múry) hlavne dopravných stavieb. Často sa používajú v kombinácii s kotvami, ako doplnok k iným druhom stabilizačných opatrení. Oporný múr zväčša nemôže slúžiť ako jediný stabilizačný prvok voči pohybu zosuvu pre malú statickú účinnosť, ale ako doplnok na zabránenie, aby na čele zosuvu nevznikla kašovitá zemina sa na zvýšenie normálových napätí v pasívnej časti zosuvu.

Medzi nepriaznivé faktory, ktoré ovplyvňujú voľbu takéhoto opatrenia, patrí predovšetkým prácnosť, relatívne drahé debnenie, náklady na zadováženie a dopravu betónu.

Kotvenie
Kotvenie je vhodnou metódou stabilizácie zemín a skalných hornín. Pri návrhu kotvenia sa vychádza predovšetkým zo statickej účinnosti a namáhania kotiev, ich trvanlivosti a vplyvu času pri ich osadzovaní. Na prenášanie kotevnej sily sa používajú oceľové kotvy, kabely z patentovaných drôtov a oceľobetónové kotvy. Kotvené pilótové steny sa v súčasnosti stali jednou z najpoužívanejších sanačných metód. Statická účinnosť kotiev je daná prírastkom normálových síl na šmykovej ploche a tangenciálnou zložkou ťahu kotvy.

Pilótové steny
Používajú sa ako preventívne opatrenie pred vytvorením šmykových plôch (pretože významne zväčšujú trenie na možných šmykových plochách), alebo pri menších zosuvoch. Nie sú vhodné pri mäkkých plastických zeminách. Túto nevýhodu možno zmierniť pomocou zakotvenia pilótovej steny. Sú tiež vhodné pri sanácii zosuvov prúdového tvaru, spravidla v kombinácii s odvodňovacími opatreniami.

Ďalšie technické stabilizačné opatrenia zahŕňajú:
- štetovnicové steny,
- kotvené steny,
- podmurovanie a podchycovanie previsov,
- rozrušovanie šmykových plôch trhavinami,
- galérie,
- vystužené geotextílie a vlákna,
- vystužené zeminy,
- sendvičové konštrukcie,
- mikropilóty a mikropilótové steny,
- geosiete.

6.4.14.6 Prevencia a sanácia zosuvov rastlinným porastom so zameraním na spoločenstvá drevín

Spoločenstvá stromov zmierňujú riziko aktivizácie plytkých zosuvov jednak mechanickým spevnením vrchnej vrstvy svahu tým, že ich korene prenikajú vrstvami pôdy a zvyšujú tak odolnosť voči šmyku. Čiastočne pomáha preventívnej úlohe pred zosuvmi pôdy aj ich schopnosť vysušovať zamokrenú pôdu. Najvhodnejšie sú druhy stromov s najväčšou spotrebu vody, najväčším výparom,

predovšetkým listnaté, napríklad vŕba, breza, jaseň, topoľ. Zároveň je potrebné snažiť sa preferovať stanovištne prirodzené druhy v rámci druhovo a vekovo zmiešaného porastu. Dôležitá je rovnomernosť zakmenenia, pretože medzery v ktorých absentuje vzájomné prepletenie koreňov, sú na zosuvy náchylnejšie. Preferujeme hlboko koreniace dreviny, stanovišťu prirodzené, vhodné miestne dreviny.

6.4.14.7 Oporné konštrukcie

V prípade niektorých stavieb nie je možné vyhnúť sa násypom a zárezom. V takýchto prípadoch realizujeme pre zabezpečenie stability územia oporné konštrukcie, ktoré môžu byť doplnené o výstuž (Turček, 2004).

Drôtokamenné konštrukcie – gabiony

Gabiony sú drôtené kontajnery naplnené neštiepivým tvrdým kamenivom, alebo inými zrnitými látkami rovnakých vlastností. Sú schopné prenášať veľmi veľké deformácie (napr. po aktivizovaní zosuvu) bez významnejšej straty únosnosti, majú veľký odpor proti tlakom a ťahom. Najčastejšie sa v rámci ich širokého použitia uplatňujú ako gravitačné oporné múry (Turček, 2004). Pre docielenie dlhšej životnosti sa pletivo pokrýva ochrannou zinkovou vrstvou s plastovou vrstvou. K výhodám gabionov patrí ich technická variabilita, krátka doba realizácie, dobré prispôsobenie sa nepravidelnému povrchu, vylúčenie mokrých procesov, možnosť zhotovovania bez ohľadu na zimné obdobie, možnosť využívania miestnych materiálov, suchá montáž a prirodzené začlenenie do krajiny. Výhodou je aj ich dlhá životnosť (70–100 rokov), ktorá závisí od kvality použitého pletiva a kameniva. Pri použití nekvalitných materiálov však môže klesnúť životnosť gabinov na 13–16 rokov. Ich nevýhodou sú relatívne vysoké realizačné náklady.

Klincované zárezové svahy

Klincovanie je dočasné, alebo trvalé zabezpečenie stability svahu, resp. zárezu v zeminách, alebo poloskalných horninách. Zhotovuje sa odkopávaním líca svahu pod podmienkou, že hornina sa udrží potrebný čas v obnaženej stene. Konštrukcia pozostáva z výstužných ťahových prvkov (klincov), povrchovej úpravy líca svahu proti vypadávaniu zeminy a drenážného systému. Povrch svahu sa zvykne upravovať obkladom z betónových prefabrikátov, gabionov a pod.

Ďalšou možnosťou sú rôzne metódy vystužovania. Vystužovanie nám umožňuje znížiť spotrebu klasického stavebného materiálu a zúžiť záber poľnohospodárskej a lesnej pôdy. Týmto spôsobom sa dá navrhnúť hospodárnejší projekt. Použitie geosyntetických prvkov zároveň umožňuje predĺžiť čas výstavby aj počas zimného obdobia. Poznáme:

- vystužené násypy
- vystužené oporné múry
- vystužené mostné opory
- vystužené mostné krídla
- vystužené strmé svahy
- vystužené podkladové vrstvy

Účinnosť a náklady

Z dôvodu značnej rozmanitosti jednotlivých rizík a špecifík jednotlivých lokalít a predovšetkým preventívnych a sanačných metód nie je možné zovšeobecniť informácie o účinnosti opatrení voči svahovým deformáciám. Vo všeobecnosti však možno konštatovať, že odborne navrhnuté preventívne a sanačné metódy voči svahovým deformáciám, vykonaným na základe podrobného geologického prieskumu, sú účinné t. j. dokážu spoľahlivo zabezpečiť územie pred predmetným rizikom.

Náklady na preventívne a sanačné metódy voči svahovým deformáciám sú veľmi variabilné, závislé od mnohých faktorov. Takzvané mäkké opatrenia miestnej verejnej správy, spočívajúce v nepovolení výstavby v zosuvnom území, alebo v stanovení špecifických podmienok, nemusí stáť žiadne finančné prostriedky. Odborne navrhnuté a realizované opatrenia prevencie a sanácie svahov voči svahovej deformácii však potenciálne ušetria omnoho viac finančných prostriedkov než koľko stoja. Pre porovnanie, celkové vyčíslené škody na majetku zo zosuvu pôdy v obci Nižná Myšľa v roku 2010 boli cca 30 miliónov EUR. Zosuv pôdy pripravil o domov takmer dvesto ľudí, 45 domov ostalo neobývaných. Samotné zosuvné územie má 2,5 km.

Na druhej strane odhadované náklady na podrobný geologický prieskum a sanačné opatrenia v lokalitách SR najviac ohrozených svahovými deformáciami sa pohybujú zväčša v rozmedzí niekoľkých stoviek tisíc eur. Napríklad stabilizácia 250 m svahu pod Čerenovom v Liptovskej Štiavnici, vrátane nákladov na geologický prieskum, stála cca 300 000 EUR. Sanácia zosuvných území v Prievidzi (mestské časti Hradec, Veľká Lehôtka), zahŕňajúca odvodňovacie vrty, stabilizačno-drenážne rebrá a úpravu miestneho toku si vyžiadala 800 000 EUR. Ako príklad vyšších nákladov môžeme uviesť svahové deformácie v stene Rolfesovej bane v centrálnej časti Nitry. Odhadované náklady na stabilizáciu južnej a západnej steny prevyšujú 1 milión EUR. Tie náklady sú stále v priemere niekoľko desiatok násobne nižšie, než škody spôsobené zosuvmi pôdy, napríklad v obci Nižná Myšľa.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110]

6.4.15 Trvalé hradenia bystrín a zabezpečenie ich údržby

Na rozdiel od iných krajín, napríklad Rakúska, kde sa za účelom minimalizácie erózie kontinuálne hradia bystriny už od 19. storočia, na Slovensku to bolo v posledných vyše 50 rokoch podceňované a zanedbávané. Až dopady klimatickej zmeny znovu upriamili pozornosť aj na toto opatrenie, pomohli obnoviť povedomie o dôležitosť jeho aplikácie v lesnom prostredí. Predmetným opatrením prehradíme koryto investične nenáročnou prehrádzkou, vhodnou najmä pre malé a bystrinné toky a pre sanáciu a revitalizáciu eróznych rýh. Hradenie bystrín spočíva v priečnom hradení lesných bystrín, potokov a vodných tokov stupňami, hrádzkami, zásypom a ďalšími spôsobmi.

Prehrádzky znižujú riziko erózie tlmením energie prúdiacej vody a zachytávaním sedimentu. Cieľom hradenia bystrín, tzv. prehrádzok, je predovšetkým zníženie eróznych procesov na vodnom toku, zamedzenie nadmerného unášania splavenín z povodia a zníženie dynamickej sily vody. Kým v hornom úseku bystrín je tvarová úprava toku obmedzená a využíva sa najmä úprava sklonu, v strednom a dolnom úseku toku je možné vhodne využiť aj tvarovú a smerovú úpravu toku.

Vzhľadom na z odborného hľadiska nevhodnú propagáciu prehrádzok ako protipovodňového opatrenia zo strany niektorých laikov je potrebné zdôrazniť, že prehrádzky sú klasickým proti-eróznym opatrením, spôsobom znižovania rizika erózie tlmením energie prúdiacej vody a zachytávaním sedimentu.

Účinnosť a náklady
Opatrenie je veľmi účinné v zamedzení erózie a transportu splavenín tečúcou vodou a v znížení kinetickej energie vody v oblasti bystrinných tokov. Hradenie bystrín tzv. prehrádzkami a ich údržba je napriek finančnej náročnosti jediným účinným protieróznym opatrením na bystrinných tokoch. Účinnosť prehrádzok však má viacero podmienok. Okrem potreby zabezpečenia údržby by mali byť postavané z pevných, odolných materiálov, pokiaľ možno z kameňa. Prehrádzky z dreva, prútia a lístia majú dlhodobo nízku protieróznu účinnosť. Životnosť drevených prehrádzok je 5 až 40 rokov, ak sa použil odkôrnený vhodný materiál, ale pri kamenných objektoch je to 10 až 100 rokov.

Na základe príkladov realizácie hradenia bystrín z praxe je možné uviesť finančné náklady na hradenie bystrín z roku 2008 v obci Horný Hričov. Náklady na projekciu a prípravu boli 1 000 EUR, náklady na realizáciu 100 000 EUR a náklady na údržbu 500 EUR ročne. Podľa predpisu č. 57/1992 Zb. – Vyhlášky Ministerstva lesného a vodného hospodárstva Slovenskej republiky o podmienkach poskytovania a používania prostriedkov Štátneho fondu zveľaďovania lesa Slovenskej republiky je možné získať účelové dotácie na realizáciu programov a akcií v záujme dlhodobého rozvoja lesného fondu a na zintenzívnenie ekologizácie lesného hospodárstva podľa § 4 ods. 1 písm. b) zákona aj na melioračné opatrenia vyplývajúce z prírodných pomerov a hradenie bystrín. Prostriedky fondu na úhradu prác celospoločenského významu podľa § 4 ods. 1 písm. c) zákona možno poskytnúť na výstavbu, opravy a údržby objektov lesotechnických meliorácií a hradenia bystrín.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [95]

6.4.16 Ochrana brehových porastov na území mesta, obce a najmä v ich okolí

Porasty drevín na brehoch vodných tokov plnia v téme zmierňovania negatívnych vplyvov intenzívnych zrážok dôležité funkcie v rámci zvyšovania infiltračnej kapacity pôdy, protieróznej ochrany, opatrení voči zanášaniu atď. Chránia pôdu na brehoch pred erózne pôsobiacou mechanickou silou vodného prúdu a zároveň spevňujú štrkové náplavy, prípadne zabraňujú ich rozplaveniu a odnášaniu. Zabraňujú tým znečisťovaniu vody tokov splaveninami a zanášaniu. Funkcia porastov v ochrane brehov na strmých pobrežných svahoch vyplýva aj z toho, že tieto zvyšujú infiltračnú schopnosť pôdy, obmedzujú povrchový odtok a znižujú intenzitu erózie pôdy, resp. jej zabraňujú.

V záplavových územiach les pobrežného pásma vodných tokov zmierňuje negatívne vplyvy intenzívnych zrážok svojimi akumulačnými účinkami. Brehové porasty zachytávajú nespotrebované živiny, rezíduá biocidov a iné látky vyplavované zo susedných plôch. Tvoria tak

prirodzenú bariéru, zabraňujúcu prenikaniu znečisťujúcich látok do toku. Táto filtračná funkcia je významná najmä v intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine. Filtračný efekt závisí od sklonu susedných plôch, šírky brehového porastu, jeho floristického zloženia, vertikálnej štruktúry, pokryvnosti bylinného prostredia a od edafických podmienok. Ochranné brehové lesné porasty musia mať minimálnu šírku 3–15 m podľa šírky, resp. veľkosti vodného toku, ale ich pásy plnia najúčinnejšie brehoochrannú funkciu, keď presahujú šírku 20 m a dosahujú až 150 m. Pritom by ich mali tvoriť najmä hlboko koreniace dreviny a kroviny s bohatou koreňovou sústavou a pružnou (ohybnou) nadzemnou časťou s veľkou regeneračnou schopnosťou. V porastoch by sa mala vo väčšom rozsahu uplatniť podrastová výplň. Priestorové usporiadanie brehových porastov sa navrhuje podľa funkcie, ktorú majú plniť. Zakladajú sa ako jednostranné alebo obojstranné, jednoradové, viacradové alebo plošné. Výsadba by však, pokiaľ je to možné uskutočniť, nemala byť v radoch (okrem výnimočných prípadov napr. v intravilánoch) a mala by svojím priestorovým usporiadaním a druhovou skladbou zodpovedať čo najviac prirodzenej brehovej vegetácii. Jednostranné brehové porasty sa navrhujú spravidla pri korytách, pri ktorých treba často odstraňovať nánosy. So zreteľom na obmedzenie intenzity zanášania a zarastania sa brehové porasty umiestňujú tak, aby plnili zatieňovaciu funkciu. Ak má brehový porast plniť funkciu biokoridoru, zakladá sa v páse o šírke aspoň 15 m. Ako výsadbový materiál pre brehové porasty môžu byť použité sadenice, odrezky, prúty aj koly. Vegetačné opevnenie brehov je kompromisom medzi technickým a prírodným riešením. Medzi základné typy vegetačného opevnenia brehov patrí zápletový plôtik, osadenie vŕbovými rezkami, vŕbová krytina, oživený zrub, oživený rošt, oživený kamenný zához a oživená kamenná rovnanina. Cieľom výsadby stromových porastov je vytvoriť vegetačné spoločenstvo stromov a krov, ktoré najviac zodpovedá stanovištným podmienkam a blíži sa porastom, ktoré by tu vznikli prirodzeným vývojom.

Pred rozhodnutím sa o spôsobe starostlivosti o brehové porasty je potrebné stanoviť si motívy a ciele starostlivosti. Môžu to byť napr. požiadavky protipovodňovej ochrany (strom alebo ker môžu negatívne ovplyvniť prietok). Stromy tiež obmedzujú prístup mechanizácie k toku, znižujú kapacitu koryta a zvyšujú jeho drsnosť.

Dôraz pri starostlivosti o dreviny by mal byť zameraný skôr na ich údržbu ako na odstraňovanie, ktoré by malo byť posledné možné riešenie. Vždy je potrebné pokúsiť sa zachrániť jestvujúcu vegetáciu. Je jednoduchšie a rýchlejšie strom vyrúbať, ako pracovať s mechanizmami okolo neho, no v mnohých prípadoch nie je v skutočnosti žiaden vážny, relevantný to dôvod na jeho výrub. Dospelé stromy a kry sú hlavnou súčasťou brehových a sprievodných porastov a nie je možné ich rýchlo nahradiť.

Účinnosť brehových porastov v rámci protieróznej ochrany sa pohybuje od 45 % do 100 %.

6.5 Vplyv zmeny klímy: Častejší výskyt silných vetrov a víchric

Verejné priestranstvá

6.5.1 Vetrolamy, spoločenstvá drevín, prenosné zábrany

Vplyv spoločenstiev drevín a prenosných zábran na rýchlosť pohybu vzduchu môžeme využívať aj pre zníženie intenzity víchric, silných vetrov a tým zníženie ich negatívnych dôsledkov v zastavanom území a pre ochranu pôdy pred veternou eróziou. Takéto bariéry výrazne menia vzdušné prúdenie, najmä v rovinatých a pahorkatinných oblastiach. Spoločenstvá drevín sa využívajú ako bariéry proti silnému vetru zväčša v podobe vetrolamu. Tie odoberajú prúdiacemu vzduchu kinetickú energiu a tak zmierňujú intenzitu a následne nežiadúce účinky vetra. Vetrolam pozostáva z rôznych drevín, môže zahŕňať výsadbu pásov krov, stromov, ich kombináciu. Zloženie drevín by malo vychádzať z prirodzenej skladby v predmetnej lokalite. Najvýhodnejšie sú mladšie lesné porasty s plným zakmenením a prehusteným zápojom, resp. staršie polopriepustné porasty s min. ojedinelými hlboko koreniacimi drevinami, hustým podrastom a s plášťami vytvorenými hlavne z listnatých drevín a krovín.

Rozlišujeme tieto základné kategórie porastov:

- Živé ploty – väčšinou nízke (do 3 m výšky) porasty tvorené väčšinou hlohom. Na rozdiel od klasických živých plotov sú doplnené radom stromov (napr. dubov) vo vzdialenosti cca 20 m.
- Vysoké živé ploty – priemerná výška týchto vetrolamov je okolo 9 m. Sú zložené z

rôznych druhov väčšinou opadavých drevín.
- Radové výsadby ihličnanov – jeden, alebo niekoľko radov ihličnanov, napr. borovíc, s vysokou priepustnosťou v kmeňovom priestore.
- Radové výsadby listnáčov – väčšinou ide o duby sadené pozdĺž ciest, alebo okrajov polí s veľkými vzdialenosťami medzi jednotlivými korunami. Hlavným cieľom týchto alejí je poskytovať tieň, modifikácia vzdušného prúdenia je druhoradou funkciou.
- Rady stromov – niekoľko radov, alebo širší pás lesa tvorený väčšinou opadavými (dub, buk, lipa, jaseň, javor) stromami alebo zmiešanými porastmi.
- Malý lesík – ide o porasty, pri ktorých pomer šírky k výške je väčší než jedna. Väčšinou je tvorený zmiešanými porastmi.

Prenosné zábrany sa aplikujú voči veternej erózii, štandardne sa nepoužívajú pre zmierňovanie víchric a silného vetra v zastavanom území. Sú to polopriepustné umelé prekážky, alebo veterné zábrany z rôzneho materiálu, postavené v smere kolmom k prevládajúcim vetrom. Používajú sa v prípadoch, keď je výhodné použiť dočasnú ochranu, teda ak v danom prostredí nie je žiaduce použiť trvalé prvky.

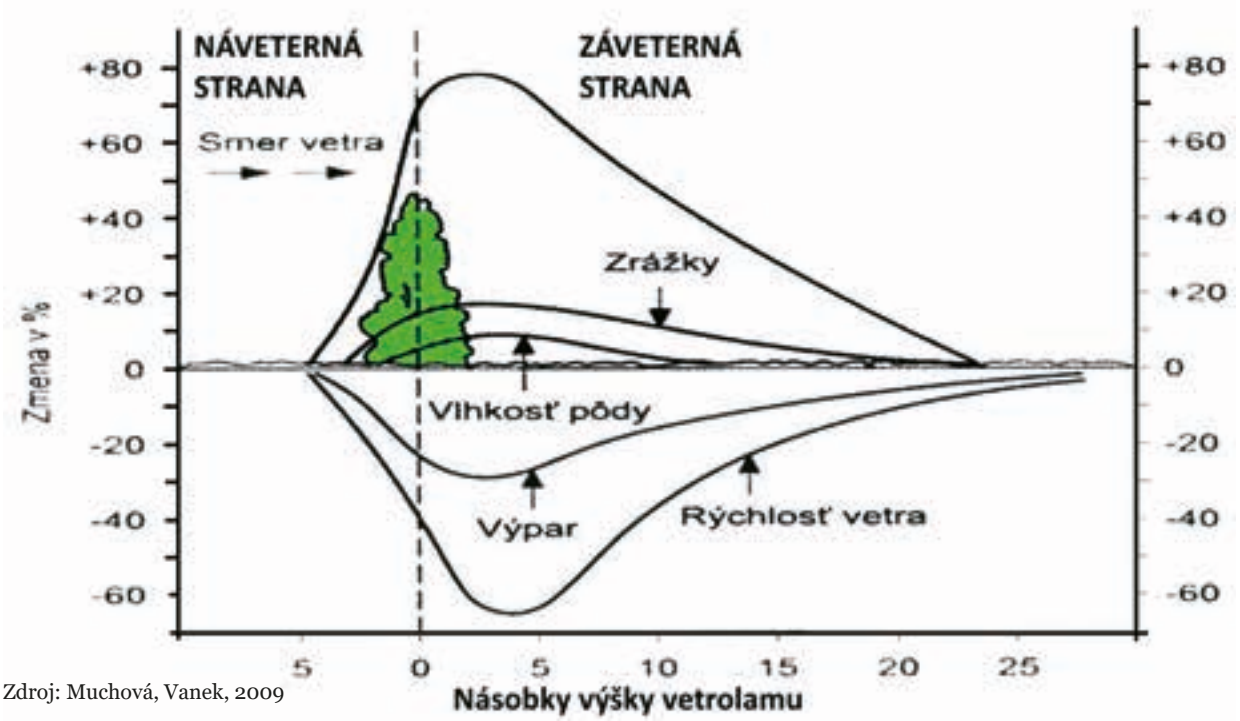
Účinnosť

Účinok vetrolamov, ale aj iných spoločenstiev drevín nie je konštantný, ale závisí od druhu terénu, sily a smeru vetra, štruktúry spoločenstva. Účinky vetrolamu sa prejavujú od 5 násobku výšky vetrolamu pred a 30–35 násobku výšky vetrolamu za daným vetrolamom. K maximálnemu zníženiu rýchlosti prúdenia dochádza za vetrolamom vo vzdialenosti 4–6 násobku výšky konkrétneho vetrolamu. (Litschmann, Rožnovský 2005).

Vplyv vetrolamov na prúdenie vzduchu závisí okrem iného aj od olistenia drevín. Ten sa prejavuje aj v dobe, keď nie sú hlavné dreviny olistené, avšak účinnosť takéhoto vetrolamu na rýchlosť vetra je v takýchto prípadoch o 32 % nižšia.

Pri nepriepustných vetrolamoch klesá rýchlosť na náveternej strane až na 60 % pôvodnej rýchlosti. Za pásmom vetrolamu poklesne dokonca rýchlosť vetra na nulu a na krátku vzdialenosť vznikne tíšina. S nárastom vzdialenosti od miesta tesne za vetrolamom však rýchlosť vetra znovu postupne narastá, pričom po vzdialenosti cca 15–20 násobku výšky vetrolamu dosiahne svoju pôvodnú rýchlosť. Čiastočne inú účinnosť má polopriepustný vetrolam. Skladá sa z viacerých radov stromov, v menšej miere je tu vyvinutá kríková etáž, alebo má korunová vrstva menšie zapojenie. Tento typ vetrolamov sa vo všeobecnosti považuje za najvhodnejší. V jeho prípade totiž dochádza k obtekaniu vzdušných más cez vetrolam a zároveň aj k ich prechodu cez porast, ktorý im však odoberá ich kinetickú energiu. Na náveternej strane pôsobí polopriepustný vetrolam do vzdialenosti asi 10 násobku a na záveternej strane 20–25 násobku svojej výšky. Pásy stromov a krovín rôznych výšok, polopriepustné pre vietor, znižujú na záveternej strane rýchlosť vetra o 40–70 %.

Obr. 76: Účinok vetrolamu



Zdroj: Muchová, Vanek, 2009

Náklady
Náklady na vetrolamy sú spojené s úpravou terénu pred výsadbou, samotnou výsadbou a povýsadbovou starostlivosťou. Môže sa využiť spolupráca s inštitúciami zabezpečujúcimi starostlivosť o lesy, ktoré dodajú sadbový materiál. Cena 1 ha zalesnenia sa pohybuje od 1 370 do 1 400 EUR. Ak kalkulujeme priemernú výsadbu 3 000 sadeníc na 1 ha, výsadba jednej sadenice vychádza na 0,45 EUR. Iné pramene uvádzajú priemernú cenu sadenice 0,34 EUR a priemerné náklady na výsadbu jednej sadenice 0,17 EUR. Spolu to je 0,51 EUR. Pri zakúpení odrastlejších sadeníc sa cena za jednu sadenicu pohybuje od 1,5 do 10 EUR, v závislosti od druhu sadeníc a ich veľkosti a druhu predaja. Keď zosumarizujeme náklady na nákup materiálu, jeho dovoz, vykopanie jamiek, vysadenie sadeníc, použitie nejakých podporných prípravkov a starostlivosť o sadenice, výsledná cena sa môže pohybovať do 50 EUR na 1 sadenicu. V prvých dvoch rokoch po výsadbe je potrebné počítať so zvýšenými nákladmi na celoplošné kosenie, ktoré je potrené realizovať dvakrát ročne, ďalej na mulčovanie, odvoz prebytočnej trávy a ochranu sadeníc. V niektorých urbároch však náklady na 1 ha predstavujú len 116 EUR.

Neklimatické pozitíva a negatíva
Všetky spoločenstvá drevín, vrátane vetrolamov a iných porastov drevín v krajine plnia komplex funkcií, ktorý je významný nie len z ekologického hľadiska (zachovanie biodiverzity), ale aj z hľadiska možnosti integrovaného využívania komplexu funkcií z hľadiska hospodárskeho a sociálneho.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [95]

6.5.2 Zabezpečenie výroby a distribúcie energie odolnej voči vplyvu víchric

Rôzne technológie v energetike sa vyznačujú rôznou mierou odolnosti voči vplyvu silného vetra, víchrice. Z uvedeného dôvodu je preto dôležité analyzovať predmetné vlastnosti a už pri výbere technológie výroby a prenosu energie uprednostniť také, ktoré sú odolnejšie voči vplyvu silného vetra. Faktor vyššej odolnosti voči vplyvu silného vetra, víchrice, je potrebné brať do úvahy už pri projektovaní a výstavbe zariadení na výrobu a prenos energie. Realizácia predmetného opatrenia – výber technológie, ktorá má určitý stupeň odolnosti voči víchriciam, je náročná vzhľadom na neistoty prognóz do budúcnosti. To však vyváži prínos väčšej stability výroby energie.

6.5.2.1 Ochrana solárnych systémov spevnenou konštrukciou navrhnutou na odolanie veterným smršťiam

Osobitnú pozornosť je potrebné venovať ochrane solárnych energetických systémov pred účinkami silného vetra. Sila vetra predstavuje najväčšiu silu, ktorá pôsobí na solárne systémy (v prevažnej miere hovoríme o fotovoltických energetických systémoch). Tá sa naviac zvyšuje exponenciálne s nárastom rýchlosti vetra. Aerodynamické sily pôsobiace na sústavu solárnych panelov umiestnených v exteriéri sú úmerné druhej mocnine rýchlosti vetra, čo znamená, že pri rýchlosti 160 km/h je aerodynamická sila takmer dvojnásobná v porovnaní s aerodynamickou silou pri rýchlosti vetra 120 km/h.

Kľúčovým prvkom je projekčne navrhnuté a realizované spevnenie konštrukcie tak, aby dokázala odolať silnému vetru, víchrici aj orkánu. Súčasťou opatrenia je aj vyžiadanie posudku v povoľovacom procese inštalácie solárnych systémov na verejných budovách posudzujúceho odolnosť konštrukcie voči účinkom silného vetra, resp. víchrice, ako aj monitoring elektrických rozvodov v pásme lesa.

V prípade solárnych energetických zariadení používajúcich automatické sledovače pohybu slnka (tzv. trackery) je potrebné analyzovať vychyľovanie vetra na týchto konštrukčných prvkoch a zabezpečiť technické riešenia poskytujúce odolnosť týchto konštrukčných prvkov na voči víchriciam. To je možné docieliť rôznymi technickými riešeniami, zahŕňajúc tlmiče kmitania konštrukčných prvkov, funkciu zmeny polohy panelov do horizontálnej v smere vetra, automatické uzamknutie prevodovky sledovača a pod.

Účinnosť
Spevnenie konštrukcie navrhnuté odborníkmi podľa najnovších trendov dokáže zabezpečiť odolnosť konštrukcie solárneho energetického systému voči silnému vetru s rýchlosťou 160 km/h i vyššou. Taktiež prevodovky sledovačov slnka sú v moderných prevedeniach navrhnuté tak, že okrem automatického uzamknutia prevodovky od vopred stanovenej intenzity vetra, vydržia vo vetre o rýchlosti 160 km/h.

Pri strešnej montáži solárnych panelov sa pre zabezpečenie odolnosti voči záťaži vetrom vychádza z technickej normy STN EN 1991-1-1, štandardne sa

vyžaduje odolnosť voči dynamickému tlaku nárazového vetra o rýchlosti 105 km/h. Vzhľadom na vplyvy zmeny klímy je však potrebné postupne zvýšiť predmetnú odolnosť aj voči intenzívnejšiemu vetru.

Náklady

Náklady na opatrenia zvyšujúce odolnosť solárnych systémov voči silnému vetru, víchriciam a pod. závisia od mnohých premenných, nie je možné uviesť pre tak rozsiahlu množinu variácií jeden, alebo niekoľko údajov. Závisia od druhu solárnych panelov, ich lokalizácie (strecha budovy, voľné priestranstvo...), aplikovaných technologických prvkov pre zvýšenie pevnosti a odolnosti atď. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že náklady na predmetné opatrenia nepredstavujú najvyššie položky a nepatria medzi vysoko nákladové. Naopak tieto náklady sa môžu mnohonásobne vrátiť v prípade odolania víchriciam, ktoré dokážu spôsobiť solárnym zdrojom energie veľké technologické a ekonomické škody.

Použité a odporúčané zdroje k tejto časti: [111], [112]

7 Príklady dobrej praxe zo Slovenska a zahraničia

7.1 Dobré príklady rekonštrukcie budov a ich okolia a uplatnenie adaptačných opatrení

7.1.1 ZAC Pajol

Od druhej polovice 19. storočia bola plocha 3,4 hektára v severnej časti Paríža poznačená rozvojom železničnej dopravy. Po prvej svetovej vojne, v súvislosti so zdvojením koľajiska smerujúcemu na Gare de l´Est (Východnú stanicu) sa postavilo niekoľko obslužných budov pozdĺž trate. Takto vznikla v roku 1926 dlhá hala „Pajol“, ktorá slúžila na prekládku poštových zásielok a tovaru. Hala bola postavená v secesnom štýle za použitia kovovej konštrukcie a betónu a slúžila do konca 70-tych rokov.

Po ukončení činnosti sa priestor aj s okolitými budovami stal opustenou a zanedbanou oblasťou, typickým mestským brownfieldom patriacim SNCF (Société nationale des chemins de fer français, národný francúzsky železničný dopravca). Už od polovice 90-rokov sa v tomto priestore začali aktivizovať občania, umelci a rozličné spolky. Založili si tu komunitné záhrady, malú alternatívnu scénu divadla a pod. V roku 1994 nadobudla tento areál parížska radnica, ktorá chcela v danej lokalite postaviť bytové domy s viac ako 600 bytovými jednotkami. Tento mestský projekt však narazil na nepriaznivú odozvu miestnych obyvateľov danej štvrte. Jedným z hlavných dôvodov bola aj, že 18. parížsky obvod, kde sa Halle Pajol nachádza je mimoriadne husto zastavaný, bez dostatku zelených plôch a občianskej vybavenosti. Aj z tohto dôvodu sa v roku 1999 odstúpilo od projektu výstavby následne od roku 2000 sa začalo s prípravou projektu prestavby a revitalizácie, ktorý by viac napĺňal očakávania obyvateľov.

Od roku 2002 do 2013 sa v ojedinelom procese tvorby tohto mestského projektu stretli rozliční aktéri – od volených poslancov, zástupcov služieb, architektov a záhradných architektov, asociácií a združení obyvateľov tejto štvrte s cieľom vytvorenia vízie obnovy priestoru. Vďaka takejto široko-spektrálnej spolupráci bol nakoniec ponechaný kovový skelet budovy, kde bola umiestnená občianska vybavenosť (knižnica, telocvične, prednáškové miestnosti, školské zariadenia, ubytovňa pre mládež, obchody, kaviareň) ako aj vytvorené nové verejné priestory a záhrada.

Hala Pajol je veľmi energeticky úsporná budova a zároveň nakoľko jej 1 988 fotovoltických panelov, umiestnených na streche vyrobí 410 000 kWh/rok, ju činí energeticky „pozitívnou budovou“ (viac elektriny vyrobí, ako spotrebuje). Solárne panely stačia na pokrytie spotreby teplej vody. Bolo vytvorených 9 000 m^2 novej zelene – konštrukčne prekrytá záhrada, ktorá dostala meno po revolucionárke Róze Luxemburgovej. Nachádza sa tu aj komunitná záhrada pre obyvateľov na pestovanie zeleniny.

Obr. 77: Okrasné jazierka zo zrážkovej vody v záhrade Rózy Luxemburgovej



Foto: Zuzana Hudeková

Z pohľadu udržateľného hospodárenia s vodou sa aplikovalo viacero postupov:

- vybudovanie vegetačných striech na budove súčasného gymnázia a na budove podnikateľského centra,
- zachytávanie tzv. „sivej vody“ z kúpelní, ktorá sa predčisťuje za pomoci biotechnológií a následne používa na sanitárne účely a údržbu objektov,
- zachytávanie zrážkovej vody z budovy bývalej haly, ktorá sa vedie do okrasných jazierok v záhrade Rózy Luxemburgovej a následne využíva aj na polievanie.

Informácia o projekte:

- Autormi projektu boli Agence Galiano-Simon, Jourda Architecte (generálny projektant rekonštrukcie haly) v spolupráci s In Situ (Záhradná architektúra), Sol Paysage (podzemné zásobníky vody), SINBIO (koreňová čistička), Agence Lin - Finn GEIPEL et Giulia ANDI (podnikateľaké centrum), Ateliers 2,3,4 - Bolze et Rodriguez-Pages (gymnázium), Brisac - Gonzalez Architects (športové centrum), Brossy et Associés (I.U.T.)
- Koordinácia: mesto Paríž, SEMAEST, ALTAREA COGEDIM, Département Paríž, Région Ile-de-France
- Náklady: 63 mil. EUR
- Obdobie realizácie: 2009 – zahájenie stavieb až 2015 – ukončenie verejného priestoru pred halou
- Viac info na: www.halle-pajol.fr

Obr. 78: Strešná konštrukcia haly s umiestnenými fotovoltaickými panelmi



Foto: Zuzana Hudeková

7.1.2 Otvorená záhrada Brno – Nadace Partnerství

V roku 2006 zakúpila Nadace Partnerství (ďalej ako Nadácia) pozemky aj s budovou na úpätí Špilberku v Brne. Hlavným cieľom tejto kúpy bola idea vytvorenia nielen Vzdelávacieho a poradenského centra, ale aj výučbovej záhrady a miestnej farmy priamo v meste. Za týmto účelom Nadácia zrekonštruovala pôvodnú budovu (v súčasnosti sa označuje ako budova B) a postavila novú budovu (v súčasnosti sa označuje ako budova C) s vegetačnou strechou. Cieľom projektu rekonštrukcie ako aj celej stavby bolo vytvorenie modelovej uhlíkovo neutrálnej prevádzky objektov („carbon zero“), čo sa aj v podarilo a praxou overilo.

Budovy sú v energeticky pasívnom štandarde. Rozloha vegetačnej strechy na budove C je 425,5 m^2. Klimatický efekt samotnej vegetačnej strechy je podporený aj zelenou fasádou na budove.

Zrážková voda sa odvádza pomocou drenážneho systému do podzemných nádrží s celkovým objemom 40 m^3. Tu zhromaždená voda sa následne využíva na sanitárne účely v budove C, ako aj závlahu záhrady.

Použitá šedá voda sa čistí v koreňovej čističke (najprv preteká štrkopieskovým filtrom a následne je dočistená za pomoci baktérií v koreňovej čistiarni). Jazierko zároveň slúži na ekovýchovné účely.

Celkové náklady na novostavbu, rekonštrukciu pôvodnej budovy a vytvorenie okolitej vzdelávajúcej záhrady dosiahli vyše 103,9 miliónov Kč bez DPH, avšak budovy majú veľké úspory na samotnej prevádzke. V porovnaní s obdobnými budovami sa na prevádzke šetrí okolo 500 000 Kč ročne.

Informácia o projekte:

- Autori projektu: Projektil architekti s. r. o. (budova C), Lucie Komendová, M. Sc. (zahrada)
- Zhotoviteľ: Skanska a. s.
- Investor: Nadace Partnerství
- Obdobie realizácie: september 2011 – december 2012 (budova C), máj 2012 – marec 2013 (budova B)
- Viac info na: www.otevrenazahrada.cz

Obr. 80: Vegetačná strecha na budove C



Foto: Lenka Grossmannová

Obr. 79: Biotop – koreňová čistička



Foto: Lenka Grossmannová

7.1.3 Postupimské námestie (Potsdammer Platz Berlin)

Od vybudovania železničnej stanice v roku 1838 patrilo Postupimské námestie v Berlíne (Potsdammer Platz) k najrušnejším v Európe – denne tu cestovalo 83 000 cestujúcich. Počas druhej svetovej vojny bolo celé okolie zničené a k obnove tohto priestoru sa pristúpilo až po zjednotení Nemecka. Hlavné zásady boli zadefinované na workshope, ktorý viedol známy taliansky architekt Renzo Piano. Spočívali vo vytvorení peších zón, živých námestí a verejných priestranstiev. Voda zohrávala významnú úlohu hneď od začiatku nielen v oblasti udržateľného hospodárenia s dažďovou vodou s jej následnou recykláciou a spätným využívaním – voda sa tu chápe aj ako významný estetický prvok.

Zachytávanie dažďovej vody sa realizuje pomocou vegetačných striech, piatich podzemných zásobníkov na zrážkovú vodu s kapacitou 2 600 m^3, ako aj jazera Piano, ktoré spolu so svojím hlavným ramenom a kanálmi zachytí 13 649 m^3 zrážkovej vody. Tá sa najprv odvádza do podzemných zásobníkov, potom sa prečerpáva do otvorenej vodnej plochy jazera Piano, kde sa vďaka vegetácii, kaskádam a filtrom vyčistí až na takú úroveň, že ju možno spätne využiť v okolitých budovách a na sanitárne účely. Jazero Piano má primárnu úlohu nielen pri čistení vody, ale aj pri rekreácii obyvateľstva. Od rušnej komunikácie je námestie oddelené trstinou ohýbajúcou sa vo vetre, hluk z komunikácie zmierňuje zurčanie vody.

Informácia o projekte:

- Autori projektu: Renzo Piano, Christoph Kolhbecker, Atelier Dreiseitl (projekt hospodárenia s vodou)
- Investor: Senat Berlín, Daimmler Chrasler Immobilienmanagement GmBH
- Obdobie realizácie: 1997–1998

Obr. 81: Jazero Piano zo zrážkovej vody



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 82: Vegetácia prečisťuje zrážkovú vodu



Foto: Zuzana Hudeková

7.2 Dobré príklady rekonštrukcie/tvorby otvorených priestranstiev a aplikácia adaptačných opatrení

Hlavným cieľom „vodných námestí (water plazas)" je ochrániť pred lokálnymi pluviálnymi záplavami okolitú infraštruktúru a budovy. Počas intenzívnych lejakov, kedy spadne extrémne množstvo zrážok sa postupne vodou napĺňajú jednotlivé časti „vodného námestia". Mimo tohto obdobia môžu plniť spoločenskú, zhromažďovaciu, rekreačnú či športovú funkciu ako akékoľvek iné verejné priestranstvo. Water Plaza v Rotterdame bola navrhnutá miestnym rotterdamským architektonickým štúdiom DeUrbanisten, zaoberajúcim sa pri svojej tvorbe úpravou verejných priestranstiev s aplikovaním princípov udržateľného hospodárenia so zrážkovými vodami.

„Vodné námestie" v Rotterdame je možné rozdeliť na dve hlavné časti: na časť určenú na šport a na ihrisko s terénnym modeláciami, ktoré sú zároveň aj retenčnými nádržami. Športovisko je umiestnené 1m pod terénom a vstup naň je umožnený prostredníctvom schodov, ktoré zároveň môžu slúžiť ak prípadné hľadisko pre divákov, sledujúcich tu odohrávajúce sa športové zápasy. Ihrisko s terénnymi modeláciami poskytuje priestor na piknikovanie a rozličné hry pre deti.

Celkovo je námestie dimenzované na retenciu (zadržanie) 1 000 m^3 zrážkovej vody. V čase „dažďa" sa tu vytvoria potôčiky, ako aj malé ostrovy a iné zákutia, ktoré môžu lákať deti na hru s vodou. Objem zrážkovej vody je tu možné ponechať až do upadnutia hrozby lokálnych povodní. Vtedy sa akumulovaná zrážková voda postupne vypustí do najbližšieho vodného recipientu.

Informácia o projekte:

- Autori projektu: DeUrbanisten
- Investor: Rotterdam Climate Initiative, Mesto Rotterdam podporené Waterboard Schieland & Krimpenerwaard
- Obdobie realizácie: 2012–2013

Obr. 83: Water Plaza Rotterdam



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 84: Water Plaza Rotterdam



Foto: Zuzana Hudeková

Obr. 85: Vysvetľujúce informácie k systému napĺňania jednotlivých retenčných bazénov zrážkovou vodou Water Plaza Rotterdam



Foto: Zuzana Hudeková

7.2.2 Brno Nový Lískovec Park pod plachtami

Uprostred sídliska mestskej časti Brna Nový Lískovec bol vytvorený nový park pre verejnosť. Park pod Plachtami má rozlohu 32 tisíc m². Až do roku 2004 počítal brniansky územný plán s týmto priestorom ako rozvojovým, určeným na výstavbu nových panelových domov. Úspešnou zmenou územného plánu sa otvorila cesta ku koncipovaniu zásad tvorby nového parku, ktorý bol riešený aj prostredníctvom participatívneho plánovania s prvkami zapojenia občanov. Dominantným priestorom, ktorý radí tento park medzi „modelové príklady dobrej praxe" je hlavne prírodné jazierko, do ktorého sú zvedené zrážkové vody z okolitých striech „panelákových" domov. Jazierko sa teda stalo najvýznamnejšou súčasťou kompozíciou parku, ale aj najvýznamnejším z pohľadu adaptácie na zmenu klímy.

Obr. 86: Pohľad na jazierko s lávkou ako aj na typickú zástavbu "panelových domov" v MČ Brno – Nový Lískovec



Foto: Petr Förchtgott

Nádrž funguje ako prírodný biotop. Zrážkovú vodu zo striech 3 panelových domov o celkovej rozlohe 1 600 m² privádzajú do jazierka podzemné potrubia a následne otvorené koryto. Maximálna hĺbka nádrže je 1,2 metra. V parku sa nachádza aj drevený altánok s vegetačnou strechou.

Ďalším špecifikom je ponechanie prírodnej kvitnúcej lúky s domácimi zástupcami miestnej flóry a s osobitným režimom kosenia. Celkové náklady na realizáciu projektu Park pod Plachtami činili 10,3 miliónov Kč (časť nákladov pokryla dotácia z Operačného programu Životné prostredie v ČR).

Rozčlenenie nákladov bolo nasledujúce:
Zeleň – 2 100 000 Kč
Vodná nádrž – 2 100 000 Kč
Kanál – 2 600 000 Kč
Lávka – 1 400 000 Kč
Ostatné (altánok so zelenou strechou, schody, spevnené povrchy, cestičky a pod.) – 2 100 000 Kč

Informácia o projekte:

- Autori projektu: Ing. Petr Förchtgott, Ing. arch. Jan Zezulka, Ing. Vojtěch Joura
- Investor: MČ Brno Nový Lískovec
- Obdobie realizácie: 2011–2012

Obr. 87: Pohľad na jazierko s kvitnúcou lúkou



Foto: Petr Förchtgott

7.2.3 Zber a využitie dažďovej vody v školskej záhrade v Dolnom Kubíne

Areál základnej školy Petra Škrabáka v Dolnom Kubíne, podobne ako iné školské areály, je pomerne rozsiahly. Jeho úpravami v nedávnej minulosti vznikla oáza zelene zložená z viacerých častí (náučný chodník, ovocný sad, klasické a vyvýšené záhony, bylinkové špirály, kvetinové záhony). Jej realizácia a údržba vyžaduje využitie veľkého množstva vody (zalievanie, pomocné práce). Pred realizáciou projektu bola dažďová voda zachytávaná do dvoch 1 000 l plastových nádrží umiestnených pod odkvapmi striech. Toto nie veľmi technicky vhodné riešenie navyše nepostačovalo kapacitne – v prípade dlhotrvajúceho sucha bola kapacita nádrží nedostatočná a v záhrade na polievanie požívali pitnú vodu; naopak – v čase dažďa sa nádrže veľmi rýchlo naplnili. Cieľom projektu bolo efektívne využitie dažďovej vody na závlahu školskej záhrady, úspora pitnej vody, čiastočné zabránenie vzniku prívalovej vody počas prudkých dažďov (modelové plochy)

ako aj informovanie verejnosti o možnostiach a spôsoboch hospodárenia s rôznymi druhmi vôd.

Tento cieľ bol naplnený formou osadenia 6 000 litrovej nádrže na zber vody zo strechy školy a osadenie ručnej pumpy na nádrž spolu s úpravou okolia a výsadbou trvaliek a ovocných kríkov, stavba kamenného krokodíla z kameňov získaných pri výkope jamy na nádrž, ktoré bude slúžiť ako refúgium pre niektoré vybraté druhy fauny (jašterice). V areáli tiež vybudovali dažďovú záhradu na vsak zrážkovej vody a napojili existujúce jazierko na zvod dažďovej vody zo strechy, aby jazierko nemuseli napĺňať pitnou vodou. V roku 2015 počas sezóny bola nádrž na zber vody využitá počas cca 45 dní. Každý deň použili priemerne 150 l, čiže za jednu sezónu teda využili 67 500 l dažďovej vody na polievanie.

Obr. 88: Príprava podzemnej nádrže na zrážkovú vodu



Foto: Mária Studeničová

Popis etáp realizácie:

- zameranie plynových, elektrických a iných podzemných sietí, získanie súhlasov od správcov sietí; získanie súhlasu od vlastníka pozemku,
- výkopové práce – osadenie 6 000 l podzemnej nádrže, zaústenie odkvapu do nádrže, výstavba „prepadu“; osadenie ručnej pumpy na nádrž,
- úprava okolia – výsadba byliniek, trvaliek a ovocných kríkov a vybudovanie dažďovej záhrady na vsak dažďovej vody,
- výstavba kamenného krokodíla z kameňov z výkopu na nádrž – vytvorenie biotopu pre jašterice a iné druhy živočíchov,
- úprava existujúceho jazierka – výkopové práce a osadenie potrubia od odkvapu zo strechy do jazierka, úprava okolia výsadbou vhodných druhov rastlín,
- informačná kampaň smerom ku rodičom, žiakom aj širokej verejnosti.

Informácia o projekte:

- Autori projektu: tím pedagógov a rodičov zo ZŠ
- Investor: Základná škola Petra Škrabáka v Dolnom Kubíne, M. Hattalu 2151
- Obdobie realizácie: 2014
- Celkové náklady: 2 460 EUR (z toho grant nadácie Ekopolis 1 795 EUR) + dobrovoľnícka práca pri osadení nádrže, výsadbe rastlín a úprave okolia
- Náklady na starostlivosť/údržbu: dobrovoľnícka práca pri údržbe okolia realizovaných prvkov

Obdobného rozsahu boli realizované projekty vo viacerých areáloch školských zariadení. V Gymnáziu v Púchove bolo zrealizovaných viacero opatrení, od vytvorenia vegetačnej strechy po zachytávanie zrážkovej vody v zásobníku s objemom 13 m^3 a jej následné využívanie na splachovanie, zachytávanie zrážkovej vody a jej využívanie vo fontáne, ako aj na zalievanie, vytvorenie retenčného jazierka s dažďovou záhradou a výsadba 16 vzrastlých stromov. Uvedené opatrenia boli zrealizované v hodnote 39 553 EUR v rámci projektu „modrých škôl“ (www.goo.gl/DRxrwB).

O ďalšom obdobnom projekte ZŠ Topoľníky viac informácií prostredníctvom www.goo.gl/g7SE51.

Obr. 89: Odvedenie dažďovej vody do jazierka



Foto: Martina Paulíková

7.2.4 Ivánka pri Dunaji: Realizácia vsakov zrážkových vôd v obci

Ivanka pri Dunaji leží na Podunajskej nížine a napriek tomu, že leží na rovine sú v obci miesta, kde boli niekedy mŕtve ramená Malého Dunaja a tieto vytvárajú miestne depresie. Na tieto najnižšie plochy pri prívalových dažďoch, ale aj gravitačne, pri preplnených uličných kanalizačných vpustoch stekajú dažďové vody z priľahlých ulíc. V obci nastala situácia, že 3 rodinné domy na najnižšom mieste v obci boli pri prívalových dažďoch neustále zaplavované. Na tento stav mala negatívny vplyv aj postupujúca stavebná činnosť v obci a z toho vyplývajúce "zastavovanie" územia a "následné vydlážďovanie" povrchov dvorov. Situácia dospela tak ďaleko, že pred zaplavované vchody domov museli byť kladené vrecia s pieskom a voda pravidelne odčerpávaná hasičmi.

Pri porovnaní s dažďami, ktoré predtým zaznamenala zrážkomerná stanica na letisku M. R. Štefánika sa ale ukázalo, že objemové množstvá vôd stečené pred tieto 3 najnižšie ležiace domy boli až 3 × väčšie ako to prislúchalo pripojeným a sem zospádovaným plochám okolitých 5 ulíc. Po skúmaní príčin sa ukázali dve príčiny – prvá spočívala v tom, že cestné kanalizačné vpusty boli zanesené splaveninami – takže cestná kanalizácia nebola v tomto prípade dostatočne funkčná. Zároveň bol odhalený fakt, že takmer všetci obyvatelia obce bývajúcich na vyššie položených 5 uliciach vyvádzali svoje dažďové vody na obecné komunikácie (a tak vlastne prispievali k problémom majiteľov týchto 3 najnižšie ležiach domov). Spádovanie terénu – aj keď minimálne, vždy zabezpečilo, že dažďové vody z ciest, ale aj striech a dvorov vyše stovky RD na okolitých 5 uliciach, priviedlo spoľahlivo vždy na to isté najnižšie miesto a pravidelne spôsobovalo záplavy 3 najnižšie položeným domom.

Obr. 90: Ivánka pri Dunaji – zaplavovaná lokalita



Foto: Milan Poliak

Obec Ivánka pri Dunaji sa rozhodla situáciu riešiť. Po uskutočnení výpočtov, vypracovaním návrhu a následnej realizácie sa uložilo na najnižších miestach uvedených ulíc 5 vsakovacích zariadení. Tieto dnes spoľahlivo zachytávajú a na mieste vsakovaním likvidujú vsakom cca až 5 ročné dažďové vody z celého okolia.

Paradoxne dažďové vody, ktoré sa vsakujú do realizovaných vsakovacích zariadení patria len z 1/3 obci, až 2/3 pritekajúceho objemu dažďových vôd produkujú tzv. čierni producenti, teda majitelia rodinných domov na 5 vyššie položených uliciach, ktorí vypúšťajú svoje dažďové vody na obecnú komunikáciu. Uvedený fakt poukazuje na medzery v slovenskej legislatíve.

Z pohľadu adaptácie na zmenu klímy je dôležité, že zrážková voda sa priamo vsakuje v mieste jej vzniku, čím sa opätovne dostáva do cyklu kolobehu vody. Zrealizované technické vsakovacie zariadenia spoľahlivo zabezpečujú ochranu pred lokálnymi pluviálnymi povodňami (napr. aj nezvyčajná séria prívalových dažďoch v auguste 2014 ukázala, že vsaky kvalitne ochránili doteraz pravidelne zaplavované 3 rodinné domy).

Preinvestované náklady predstavujú 29 500 EUR, k pravidelným nákladom je potrebné 2–3 krát za rok vyčistiť predsadený sedimentačný filter od tu zachytených nečistôt a sedimentov (cca 100 EUR ročne).

Informácia o projekte:

- Autori projektu: ELWA
- Investor: Obec Ivánka pri Dunaji
- Suma: 29 500 EUR
- Obdobie realizácie: 2014

Obr. 91: Ivánka pri Dunaji – schématická mapka zaplavovanej lokality



Zdroj: Milan Poliak

7.2.5 Hlavné námestie v Bratislave – znovunavrátenie trvalej zelene

V súčasnosti sa stretávame, osobitne v zahraničí, s trendom opätovného navrátenia trvalej zelene na historické námestia a ostatné verejné priestranstvá. Jedným z dôvodov je aj predpoklad, že očakávané dôsledky zmeny klímy mestám prinesú niektoré najvypuklejšie problémy, medzi ktoré sa môžu zaradiť vlny extrémnych letných horúčav, pokles zrážok a dlhé obdobia sucha striedané prívalovými dažďami s možnosťou lokálnych povodní. Stromová vegetácia dokáže úspešne zmierňovať tieto negatívne vplyvy a zároveň už v súčasnosti spríjemniť pobyt na extrémne prehriatych námestiach a verejných priestoroch.

Po poslednej rekonštrukcii z roku 2005 ostalo Hlavné námestie v Bratislave úplne bez trvalej zelene. Počas letných mesiacov sa tu rozmiestňovali len mobilné kontajnerové kvetináče s malými stromami javora mliečneho (*Acer platanoides „Globosum*“). Pri vzatí do úvahy nielen hore popísaných negatívnych dopadov zmeny klímy, ale aj v súlade s dokumentom "Bratislava – pamiatková rezervácia, Zásady ochrany pre vybrané sektory pamiatkovej rezervácie", časť V (dokument účinný od 18. 4. 2013, autori: Ing. arch. Viera Dvořáková, Ing. arch. Peter Andráši a kolektív). Požiadavky na zachovanie, údržbu a regeneráciu historickej zelene, záhrad, parkov, verejnej zelene, stromoradí, kde sa v rámci požiadaviek pre vnútorné mesto uvádza, že "súčasťou úpravy námestí nemôže byť trvale inštalovaná mobilná zeleň“, sa na jar 2016 pristúpilo k výsadbe vzrastlých stromov – líp malolistých (*Tilia cordata „Rancho*“).

Výsadbou stromov sa prispelo k zlepšeniu mikroklímy na námestí takým spôsobom, že sa vytvorila tepelná pohoda formou tienenia stromov a za pomoci evapotranspirácie drevinnej vegetácie. Z dôvodu dosiahnutia efektu skorého tienenia boli vysadené vzrastlé stromy o výške 6 m s obvodom kmeňa 35 cm (odhadovaný vek pri vysadení bol 10–15 rokov). Po prekonaní povýsadbového šoku, kedy si stromy musia na svoje nové stanovište zvyknúť a teda dočasne trpia zníženou vitalitou, budú vysadené stromy ochladzovať svoje okolie za pomoci evapotranspirácie. Pre zabezpečenie vhodných podmienok úspešného rastu a ďalšieho vývoja stromov bola vykopaná výsadbová jama (priestor pre prekorenenie stromu) o rozmeroch 2 000× 3 000 mm s hĺbkou 1 300 mm (cca 8 m^3), kde bola prevedená kompletná výmena substrátu za špeciálny stromový substrát pre extrémne stanovištia.

Povýsadbová starostlivosť je veľmi dôležitá a je predpokladom k úspešnému rastu vysadenej vegetácie. Medzi najdôležitejšie úkony patrí dostatočná zálievka a výchovný rez. Náklady na zálievku sa pohybujú okolo 160 EUR/týždenne (bez DPH) za vyslanie polievacieho cisternového vozidla. Zároveň na zálievku stromov na Hlavnom námestí ide zhruba polovica dovezenej závlahovej vody.

Informácia o projekte:

- Autori projektu: Obnova s r. o.
- Investor: Hlavné mesto SR Bratislava
- Celkové náklady: cca 25 000 EUR
- Obdobie realizácie: 2016

Obr. 92 a 93: Vizualizácie projektu



Zdroj: Útvar hlavnej architektky, Hlavné mesto SR Bratislava

Obr. 94: Stav po realizácii výsadby, tieň stromov spríjemňuje pobyt na námestí



Foto: Zuzana Hudeková

7.2.6 Vodopriepustné povrchy v sídlach a na parkoviskách

V súvislosti s očakávanými negatívnymi dopadmi zmeny klímy v oblasti zrážkovej činnosti (dlhé obdobia sucha prestriedané s extrémnou zrážkovou činnosťou) je veľmi dôležité znižovať rozlohu nepriepustných povrchov, resp. budovať priepustné povrchy všade tam, kde je to možné, čím sa prispieva k znižovaniu dopadov intenzívnej zrážky, prípadne povodňovej vlny.

Nepriepustné povrchy v sídlach (betón, asfalt) predstavujú bariéru znižujúcu vsakovanie vody do pôdy, čím dochádza k zvyšovaniu povrchového odtoku a zamedzeniu prirodzeného vsakovania. Predmetné opatrenie možno realizovať napríklad formou "vodopriepustných parkovísk", ako aj na verejných priestranstvách.

Na obrázkoch 95 a 96 sú predstavené 2 projekty plne priepustných pochôdznych a pojazdových povrchov (živicou viazané kamenivo) s prirodzeným vsakovaním nezaťažujúcim kanalizáciu. Podložie ukážkových vodopriepustných povrchov a parkovísk je tvorené z drveného kameniva rôznych frakcii. Nakoľko je povrch plne vodopriepustný, nie sú potrebné vsakovacie žlaby, rovnako ako ani nie sú potrebné obrubníky a je použiteľný aj vo svahovitom teréne, nakoľko zámky znesú vertikálnu a aj horizontálnu záťaž a na segmente sa nachádzajú aj drobné výčnelky, ktoré zabraňujú prešmykovaniu. Uvedený systém znesie záťaž do 800 t/m^2.

Odhadovaná finančná úspora oproti plochám vytvoreným z betónu sa pohybuje min. o 27 %. Úspora spočíva v dopravných nákladoch (cca 2 000 m^2/kamión), pracovných nákladoch (položenie min. 100 m^2/hod. pri pripravenom podloží, čo zabezpečí 1 pracovná sila), materiálových nákladoch (bez obrubníkov, bez betónovania, bez vývozu odstránenej zeminy na skládku a jej možné využitie na ohraničenie plochy a nasledovnú výsadbu drevín) a na následných platbách za stočné. Usporí sa aj na nákladoch na bežnú údržbu v letných, ale aj v zimných mesiacoch, nakoľko sa jedná o bezúdržbový systém. Medzi výhody ďalej patrí aj možnosť si zvoliť farebnosť segmentu – povrchu, čím sa zamedzí v lete prehrievaniu, v zime naopak, absorbuje teplo, resp. je možné docieliť jedinečný estetický efekt. Dokonca je možne niektoré segmenty medzi sebou vzájomne kombinovať, čím sa docieli ešte väčšia funkčnosť a komfort pri používaní. Najpoužívanejší segment so zaťažiteľnosťou do 120 t/m^2 je v cene 13,39 EUR/m^2 (bez DPH) a stal sa najpoužívanejším na odstavné plochy, ktoré sú určené pre osobné automobily a dodávky so zárukou až 20 rokov.

Obr. 95: Plne vodopriepustné parkovisko pred fakultnou nemocnicou v Košiciach



Foto: Viktor Lehotský

Obr. 96: Plne pochôdzny vodopriepustný povrch – Mestský park Piešťany



Foto: Viktor Lehotský

8 Možnosti financovania adaptačných opatrení

Na realizáciu konkrétnych adaptačných opatrení na úrovni obcí (v súlade s vypracovaným adaptačným plánom na miestnej úrovni) môžu obce popri vlastných finančných zdrojoch (či už okamžitých alebo vo forme úverov) využiť aj doplnkové, externé nenávratné zdroje financovania. Jedná sa tak o národné zdroje pre financovanie ako aj nadnárodné finančné programy. Práve tieto zdroje sú z hľadiska charakteru nenávratného finančného príspevku, ako aj výšky potrebného vlastného spolufinancovania, pre obce veľmi zaujímavým a často vyhľadávaným finančným nástrojom na prefinancovanie plánovaných aktivít.

Výnimkou v tomto smere nie sú ani plánované aktivity v oblasti adaptácie na zmenu klímy. Práve naopak – vysoká priorita témy adaptácie na európskej úrovni, ktorá sa prenáša aj na národnú úroveň, sa odzrkadľuje aj v nastavení samotných finančných programov. To dáva predpoklad pre pomerne zaujímavú škálu finančných možností v tejto oblasti.

Stále viac pozornosti sa v súčasnosti dostáva aj finančným nástrojom, ktoré v tejto oblasti vytvárajú samotné regionálne a miestne samosprávy. Jedná sa o dotácie (napr. v rámci Bratislavského samosprávneho kraja poskytované v súlade s VZN o dotáciách – podpora adaptačných a zelených opatrení v rámci rozvoja vidieka – viac k týmto dotáciám v *podkapitole 8.1.3*) alebo možnosti financovania aktivít so zapojením širokej verejnosti v rámci tvorby participatívneho rozpočtu, ktoré sú čoraz častejšie zamerané aj na podporu adaptačných opatrení (napr. rozpočet MČ Bratislava – Nové Mesto a Mesta Bratislava).

Táto časť Katalógu prináša prehľad a stručnú charakteristiku doplnkových, externých nenávratných národných a nadnárodných zdrojov využiteľných pre financovanie adaptačných opatrení. Keďže sa však jedná o pomerne „živú“ oblasť (častokrát sú potrebné detaily predmetom až konkrétnej výzvy; resp. nie všetky výzvy na predkladanie žiadostí o spolufinancovanie rovnako pokrývajú všetky priority/ciele/oprávnené aktivity; alebo v súčasnosti nie sú ešte jasné detaily nastavenia niektorých finančných programov; prípadne časť uvádzaných zdrojov vychádza zo špecifikácií platných len pre najbližšie obdobie a pod.), je potrebné pri zvažovaní toho-ktorého konkrétneho zdroja vychádzať z overených, najaktuálnejších dostupných informácií. Pre úplnosť preto uvádzame aj východiskové internetové informačné zdroje, kde je možné získať všetky potrebné dodatočné informácie.

8.1 Národné zdroje financovania

8.1.1 Operačné programy na obdobie rokov 2014–2020

V súlade so závermi Rady EÚ z februára 2013 boli aktivity v oblasti zmeny klímy (mitigácia a adaptácia) priamo začlenené aj do relevantných OP s vyčlenením indikatívnej alokácie na identifikované opatrenia.

Programy sú teda buď priamo zamerané na financovanie konkrétnych adaptačných opatrení alebo minimálne zahŕňajú tému adaptácie na vplyvy zmeny klímy ako prierezovú tému. Vo všetkých programoch financovania je adaptácia na zmenu klímy prierezovou témou uvádzanou ako súčasť horizontálnych princípov, ako jeden z aspektov udržateľného rozvoja, k riešeniu ktorej majú tieto programy (a v nich definované priority, ciele, aktivity) prispievať. Týmto je zároveň jedným z kľúčových aspektov pre odborné posudzovanie projektových zámerov uchádzajúcich sa o finančnú podporu.

OP Kvalita životného prostredia

Osobitné postavenie v súvislosti s témou adaptácie na zmenu klímy má OP Kvalita životného prostredia (www.op-kzp.sk). Program má špecificky definované dve prioritné osi zacielené na tému zmeny klímy – prioritnú os *2: Adaptácia na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy so zameraním na ochranu pred povodňami*; a prioritnú os *3: Podpora riadenia rizík, riadenia mimoriadnych udalostí a odolnosti proti mimoriadnym udalostiam ovplyvneným zmenou klímy*.

V rámci prioritnej osi 2, investičnej priority *2.1: Podpora investícií na prispôsobovanie sa zmene klímy vrátane ekosystémových prístupov* sú relevantné adaptačné opatrenia zahrnuté pod špecifickým cieľom *2.1.1 Zníženie rizika povodní a negatívnych dôsledkov zmeny klímy*. Jedná sa o nasledovné oprávnené aktivity:

A. Preventívne opatrenia na ochranu pred povodňami viazané na vodný tok
   Podporované budú opatrenia, ktoré
   - zmenšujú maximálny prietok povodne v toku,
   - chránia územie pred zaplavením vodou z vodného toku alebo vnútornými vodami,
   - realizujú úpravu a revitalizáciu tokov priamo spojené s dosiahnutím potrebnej úrovne ochrany priľahlých území pred povodňami.

   Môžu byť realizované jednak formou výstavby a rekonštrukcie vodných stavieb, napr.
   - ochranné hrádze,
   - poldre,
   - protipovodňové línie,
   - úpravy tokov vrátane manipulačných zariadení,
   - opatrenia v horných častiach povodí,
   - zariadenia na prečerpávanie vnútorných vôd;

   ako aj formou opatrení spojených s využitím zelenej infraštruktúry, napr.
   - suchý polder,
   - zaústenie potoka do močiara.

   Zahrádzanie bystrín v lesoch (podľa § 27 zákona o lesoch) nie je predmetom podpory OP KŽP, ale predmetom Programu rozvoja vidieka.

B. Preventívne opatrenia na ochranu pred povodňami realizované mimo vodných tokov
   Tieto opatrenia by mali byť realizované najmä v extraviláne obcí s cieľom
   - spomaliť odtok vody,
   - zvýšiť retenčnú schopnosť,
   - podporiť akumuláciu vody vo vhodných lokalitách.

   Okrem realizácie technických úprav v krajine by mali využívať je ekosystémové funkcie. Podporované budú opatrenia prírodného charakteru s využitím zelenej infraštruktúry, ako napr.
   - vytváranie a obnova remízok,
   - obnova a doplnenie porastov drevín v krajine zadržiavaním vody vo vhodných geomorfologických útvaroch;

   ako aj vodné stavby na ochranu pred povodňami podľa § 52 ods. 1 písm. B) vodného zákona, ktoré slúžia na zachytenie povrchového odtoku zo svahov do zastavaných častí obcí, ako je
   - vytváranie sústav zberných (záchytných) kanálov (priekop).

   Hydromelioračné opatrenia ani aktivity v lesoch zamerané na výstavbu a rekonštrukciu technických diel pre akumuláciu vody na účely ochrany pred požiarmi, ako aj na budovanie objektov protipovodňovej ochrany nevyžadujúcich stavebné povolenie nie sú predmetom podpory OP KŽP, ale Programu rozvoja vidieka.

V oboch prípadoch (oprávnená aktivita A aj B) majú byť zvýhodňované projekty prírodného charakteru (využívajúce zelenú infraštruktúru) pred projektmi sivej infraštruktúry ako lepšia environmentálna voľba (alebo ako doplňujúca s cieľom minimalizovania dopadov sivej infraštruktúry) za predpokladu, že sú rovnako účinné alebo účinnejšie.

C. Vodozádržné opatrenia v urbanizovanej krajine (intraviláne obcí)
   OP KŽP je v tejto oblasti zameraný na podporu opatrení na záchyt a zadržiavanie zrážkovej vody v urbanizovanej krajine, a to buď prostredníctvom prvkov zelenej infraštruktúry alebo prvkov technického charakteru. Predovšetkým ide o:
   - vytváranie bioretenčných systémov na zadržiavanie zrážkovej vody (dažďové záhrady, zberné jazierka a pod.),
   - tzv. zelené strechy,
   - povrchové či podzemné nádrže na zachytávanie zrážkovej vody (na ďalšie možné využitie zrážkovej vody napr. na polievanie),
   - opatrenia podporujúce vsakovanie zrážkovej vody, t. j. vsakovacie prvky (napr. vsakovacie pásy, infiltračné priekopy a pod.) alebo využívanie zatrávňovacích tvárnic.

   V súlade s usmerňujúcimi zásadami výberu projektov by mali byť prioritne podporené, resp. zvýhodňované projekty v oblastiach s nižším podielom zelenej infraštruktúry, vyššou mierou zastavanosti alebo vyššou hustotou obyvateľov na km^2; ako aj projekty kombinujúce opatrenia na záchyt zrážkových vôd spolu s opatreniami umožňujúcim využívať zachytenú vodu v čase sucha.

Zameranie na tzv. „mäkké“ opatrenia realizovateľné aj subjektmi územnej samosprávy ponúka v rámci prioritnej osi 2 OP KŽP oprávnená aktivita F. Informačné programy o nepriaznivých dôsledkoch zmeny klímy a možnostiach proaktívnej adaptácie. Zameraná je na zvýšenie povedomia verejnosti o negatívnych dôsledkoch zmeny klímy,

čím má prispieť k zlepšeniu ochrany zdravia a majetku obyvateľov.

OP KŽP nie je prioritne zameraný na systémový prístup k riešeniu problematiky zmeny klímy, pretože v rámci definovaných oprávnených aktivít neumožňuje tvorbu koncepčných/strategických dokumentov pre adaptáciu na regionálnej a miestnej úrovni (adaptačných plánov).

Potrebu systémových opatrení na pripravenosť a prevenciu, ktoré prispievajú k zníženiu negatívnych dôsledkov zmeny klímy, aspoň čiastočne zahrňuje prioritná os 3, investičná priorita *3.1 Podpora investícií na riešenie osobitných rizík, zabezpečiť predchádzanie vzniku katastrof a vyvíjanie systémov zvládania katastrof*, špecifický cieľ *3.1.1: Zvýšenie úrovne pripravenosti na zvládanie mimoriadnych udalostí ovplyvnených zmenou klímy*, oprávnená aktivita:

A. Modelovanie vývoja mimoriadnych udalostí, monitorovanie a vyhodnocovanie rizík viazaných na zmenu klímy a jej dôsledkov – z hľadiska adaptácie na zmenu klímy je to najmä analýza vplyvu zmeny klímy, a podpora modelovania mimoriadnych udalostí, ktoré sú kľúčovými podkladmi pre plánovanie a realizáciu opatrení.

Realizácia konkrétnych adaptačných opatrení na miestnej úrovni je v rámci prioritnej osi 3 obsahom oprávnenej aktivity A, pod špecifickým cieľom *3.1.2: Zvýšenie účinnosti preventívnych a adaptačných opatrení na elimináciu environmentálnych rizík (okrem protipovodňových opatrení):*

A. Podpora prevencie, prieskumu a sanácie havarijných zosuvov súvisiacich so zmenou klímy – hodnotenie rizikových oblastí ohrozených zosuvmi a vykonanie adaptačných opatrení, ktoré umožňujú napr. efektívne odvádzanie vody z tohto územia, prípadne jej zadržanie v bezpečných oblastiach.

Integrovaný regionálny operačný program

Integrovaný regionálny operačný program (www.iropba.sk) je druhým osobitne dôležitým programom z hľadiska témy adaptácie na zmenu klímy. Konkrétne prioritná os *4: Zlepšenie kvality života v regiónoch s dôrazom na životné prostredie* medzi navrhovanými opatreniami zahŕňa budovanie prvkov zelenej infraštruktúry na zlepšenie environmentálnych aspektov v sídlach a adaptačné opatrenia na zvýšenie odolnosti sídelného prostredia na zmenu klímy a zníženie zraniteľnosti v jednotlivých sektoroch.

Prehľad relevantných oprávnených aktivít/ opatrení v rámci IROP:

Investičná priorita *4.1: Podpora energetickej efektívnosti, inteligentného riadenia energie a využívania energie z obnoviteľných zdrojov vo verejných infraštruktúrach vrátane verejných budov a v sektore bývania* – špecifický cieľ *4.1: Zvýšenie energetickej efektívnosti bytových domov:*

- zlepšovanie tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií bytových domov (zateplenie obvodových stien a strechy, výmena okien): zahrňuje aj sektor verejných budov (renovácie; výstavba; renovácia a výstavba)

Projekty pod špecifickým cieľom 4.1 budú zvýhodňované, pokiaľ pri obnove/výstavbe budov alebo ich častí sa budú realizovať opatrenia na minimalizáciu vplyvu zastaveného prostredia na lokálne klimatické podmienky (zadržanie vody, prehrievanie prostredia a pod.) napr. v podobe zelených fasád a striech.

Investičná priorita 4.3: Prijímanie opatrení na zlepšenie mestského prostredia, revitalizácie miest, oživenia a dekontaminácie opustených priemyselných lokalít (vrátane oblastí, ktoré prechádzajú zmenou), zníženia znečistenia ovzdušia a podpory opatrení na zníženie hluku – špecifický cieľ *4.3.1: Zlepšenie environmentálnych aspektov v mestách a mestských oblastiach prostredníctvom budovania prvkov zelenej infraštruktúry a adaptáciou urbanizovaného prostredia na zmenu klímy ako aj zavádzaním systémových prvkov znižovania znečistenia ovzdušia a hluku* (kde výsledkovým ukazovateľom je podiel zelenej infraštruktúry na celkovej rozlohe miest) – pričom opatrenia v rámci špecifického cieľa 4.3.1 môžu mať charakter:

- „zelenej“ (využívanie vegetácie) a „modrej“ (využívanie vodných prvkov) infraštruktúry,
- „mäkkých“ (neinfraštruktúrnych prístupov – napr. informačno-osvetová činnosť, dotačná politika a pod.).

IROP definuje nasledujúce aktivity pre realizáciu:

- prirodzené krajinné prvky ako napr. malé vodné toky, ostrovčeky lesa, živé ploty, ktoré môžu slúžiť ako ekokoridory, alebo nášľapné kamene pre voľne žijúce organizmy,
- mestské prvky napr. prvky drobnej infraštruktúry urbánneho dizajnu, zelené parky, zelené steny a zelené strechy, ktoré biodiverzite poskytujú prostredie a ekosystémom umožňujú fungovanie a poskytovanie služieb prepojením mestských, prímestských a vidieckych oblastí,
- aktivity v oblasti dopravnej infraštruktúry: zelené koridory pozdĺž cyklotrás, tzv. greenways (aleje, živé ploty, remízky) v súvislosti s podporou biodiverzity, ktoré

nielen spájajú mesto s jeho zázemím, ale aj umožňujú pohodlnú a príjemnú prepravu v rámci sídla, zelené steny na protihlukových stenách, vegetačné stredové pásy,
- zazelenanie miest (výsadba a regenerácia izolačnej zelene oddeľujúcej obytnú zástavbu od priemyselných stavieb, komerčných areálov alebo frekventovaných dopravných koridorov),
- v regiónoch so zvyšujúcim sa úhrnom zrážok a obdobiami dažďa zavedenie osobitných zberných systémov na odpadovú a dažďovú vodu – zachytávať dažďové vody formou zaústenia strešných a terasových zvodov do povrchového odtokového systému na zber dažďovej vody a odvádzať zachytenú vodu do vsaku a zberných jazierok, dažďových záhrad, zriaďovanie vegetačných striech,
- multifunkčné zóny, kde sa preferuje využívanie krajiny, ktoré pomáha zachovať alebo obnoviť zdravé ekosystémy s vysokou biodiverzitou, pred inými nezlučiteľnými aktivitami,
- budovanie dažďových nádrží a predčisťovanie dažďových vôd (veľké parkoviská či iné dopravné, priemyselné a obchodné areály), ochladzovacie koridory v urbanizovanom prostredí,
- regenerácia vnútroblokov sídlisk s uplatnením ekologických princípov tvorby a ochrany zelene (cieľovým územím pre túto aktivitu je celá SR s výnimkou Bratislavského kraja).

Cieľovým územím pre realizáciu aktivít je územie vymedzené pre aktivity udržateľného mestského rozvoja v zmysle integrovaného prístupu k územnému rozvoju, no s výnimkou mestskej funkčnej oblasti na území Bratislavského kraja (*Pozn. funkčné územie hlavného mesta Bratislava tvorí jeho 17 mestských častí a obce Malacky, Pezinok, Senec, Plavecký Štvrtok, Modra, Kalinkovo, Láb, Zohor, Limbach, Hamuliakovo, Stupava, Svätý Jur, Dunajská Lužná, Borinka, Šenkvice, Rovinka, Marianka, Viničné, Miloslavov, Kostolište, Slovenský Grob, Zálesie, Lozorno, Vinosady, Malinovo, Záhorská Ves, Ivanka pri Dunaji, Vysoká pri Morave, Nová Dedinka, Jablonové, Veľký Biel, Chorvátsky Grob, Bernolákovo, Tomášov, Most pri Bratislave*).

V závislosti od konkrétneho projektu by mali byť realizované opatrenia, ktoré zohľadňujú nasledovné všeobecné aspekty vo vzťahu k sídelnému prostrediu:
- zavádzanie postupov udržateľného hospodárenia so zrážkovými vodami formou znižovania podielu nepriepustných povrchov – na verejných priestranstvách v meste ako aj na parkoviskách v maximálne možnej miere ponechávať priepustné povrchy (zatrávňovacie dlaždice, dlažby v pieskovom lôžku a pod.),
- pri správe a údržbe zelene využívať záhradnícke technológie, vyvinuté za účelom úspory vody a prehodnotiť intenzitné triedy údržby zelene s cieľom prírode blízkemu manažmentu zelene,
- prispôsobiť výber kostrových drevín pre výsadbu v sídlach na predpokladané zvýšenie teploty a posun výškového vegetačného stupňa, zvýšiť diverzifikáciu druhovej a vekovej štruktúry drevín, vo väčšej miere vysádzať aj krátkoveké druhy stromov, a to v poraste aj ako cieľových drevín,
- v bezprostrednej blízkosti obytných zón v intravilánoch miest a obcí prispôsobiť manažment údržby a druhové zloženie verejnej zelene zdravotno-hygienickým štandardom kvality ovzdušia s ohľadom na obsah alergénov.

Pre efektívne dosiahnutie čo najväčšieho príspevku k naplneniu špecifického cieľa 4.3.1 by mali navrhované projekty rešpektovať nasledovné princípy:
- projekty výsadby a regenerácie izolačnej zelene na iných miestach ako pre tento účel vymedzených v platnej územnoplánovacej dokumentácii (v platnom územnom pláne) nie sú oprávnené,
- podporené stavebné objekty (verejne prístupné priestory a verejne prístupné budovy) musia byť plne bezbariérové v súlade s princípmi univerzálneho navrhovania – projekt spĺňa požiadavky v súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 532/2002 Z. z.,
- uprednostňované budú cost-benefit efektívne projekty s dopadom na vyšší počet obyvateľov (sídliská a pod.),
- projekt zohľadňuje výber správnej vegetácie ako i problém nakladania s dažďovými vodami a zároveň mať merateľné dopady na zníženie hlukového a prachového zaťaženia obyvateľstva.

Možnosť financovať špecifické aktivity zohľadňujúce princípy adaptácie poskytuje aj prioritná os *1 Bezpečná a ekologická doprava v regiónoch*, investičná priorita *1.2* orientovaná na podporu udržateľnej regionálnej a miestnej mobility. Technologické postupy a riešenia prispievajúce k adaptácii na zmenu klímy je možné realizovať v rámci špecifického cieľa *1.2.1 Zvyšovanie atraktivity a konkurencieschopnosti verejnej osobnej dopravy* – aktivita C.) zlepšenie infraštruktúry verejnej osobnej dopravy tak, ako je uvedené v miestnych/regionálnych plánoch udržateľnej dopravy, ktoré budú vyvinuté, medzi inými rekonštrukcia, modernizácia a výstavba záchytných parkovísk Park & Ride (P+R), Kiss & Ride (K+R), Bike & Ride (B+R) a inštalácia systému chytrého parkovania v atraktívnych oblastiach miest. Rovnaký prístup možno uplatniť aj v rámci špecifického cieľa 1.2.2 – aktivita A.)

rekonštrukcia, modernizácia a výstavba infraštruktúry pre nemotorovú dopravu – budovanie prvkov upokojovania dopravy, kde sú zahrnuté pešie zóny a shared space.

Prioritná os 5: Miestny rozvoj vedený komunitou (CLLD)
Medzi hlavné prioritné oblasti riešené prostredníctvom prístupu CLLD (miestneho rozvoja vedeného komunitou v SR, ktorého cieľom je posilnenie hospodárskej, sociálnej a územnej súdržnosti prevažne vidieckeho územia a zaistenie dlhodobého udržateľného rozvoja územia s riešením vzťahov medzi vidieckymi rozvojovými centrami a ich funkčným zázemím) patrí popri ochrane životného prostredia, efektívnom a udržateľnom hospodárení so zdrojmi aj adaptácia na dôsledky klimatickej zmeny.

Ostatné operačné programy

V ostatných operačných programoch možno tému zmeny klímy (mimo horizontálneho princípu udržateľný rozvoj) identifikovať v nasledujúcich podobách:

Napríklad, ambíciou **OP Integrovaná infraštruktúra** (www.goo.gl/UfXh1L) je taktiež prispieť k zmierneniu negatívnych dôsledkov klimatických zmien. OP definuje, že „je nevyhnu-tné, aby adaptačné opatrenia na klimatické zmeny boli náležite zvažované v procese plánovania výstavby, či modernizácie dopravnej infraštruk-túry, aby sa zabezpečilo, že investície v sektore dopravy budú odolné voči klimatickým zmenám a prírodným katastrofám, ktoré so sebou prinášajú“.

OP Ľudské zdroje (www.goo.gl/Knwnjz) špecifikuje príkladovú aktivitu „podpora zamestnanosti a samozamestnania, podpora zamestnanosti v environmentálnom sektore (zelené profesie) a programy zamestnanosti v súlade s prechodom na nízkouhlíkové hospodárstvo odolné proti zmene klímy, programy zamestnanosti v súlade s prechodom na zelené hospodárstvo, nízkouhlíkové hospodárstvo, zmenu klímy a na výkonnostnú ekonomiku“ pre špecifický cieľ *3.1.2 Zlepšiť prístup na trh práce uplatnením účinných nástrojov na podporu zamestnanosti vrátane podpory mobility na získanie zamestnania, samostatnej zárobkovej činnosti a aktivít vo vidieckych oblastiach*, a prioritnú os *3 Zamestnanosť*.

OP Efektívna verejná správa (www.goo.gl/LFuv4A) hovorí, že „problémy vyplývajúce z klimatických zmien upriamujú pozornosť na územnú koordináciu politík, predovšetkým v oblasti klímy, verejného zdravia, energie, vodného hospodárstva, poľnohospodárstva, bývania, cestovného ruchu a dopravy a iných politík a je potrebné adresovať ich aj v kontexte rozvoja verejnej správy a verejných služieb. V rámci OP EVS budú podporené adaptačné opatrenia v súlade so „Stratégiou adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy“ (6.2 Sociálne a ekonomické aspekty).
Podpora prispôsobovania sa zmene klímy, predchádzanie riziku a jeho riadenie (tematický cieľ 5) majú byť podporené opatreniami, ktoré posilnia aktívny manažment rizík vo verejnej správe, odolnosť systémov verejnej správy proti rizikám a ich schopnosť zabezpečiť verejné služby pri krízových situáciách a ktoré prostredníctvom podpory systémových opatrení posilnia schopnosť verejnej správy aktívne prispieť k predchádzaniu rizikám a ich riadeniu pri poskytovaní verejných služieb.
Priamo sa však téma adaptácie na zmenu klímy vyskytuje len v opise typu a príkladu aktivity pre špecifický cieľ *1.2: Modernizované riadenie ľudských zdrojov a zvýšené kompetencie zamestnancov*: a to *zvyšovanie informovanosti zamestnancov verejnej správy o politikách zameraných na zmierňovanie a prispôsobenie sa zmenám klímy*.

Zmierňovanie zmeny klímy a adaptácia na ňu je prierezovým cieľom aj v **Programe rozvoja vidieka** (www.goo.gl/eaujN8). Nosné programové opatrenia, ktoré obsahujú akcie priamo prispievajúce k znižovaniu vplyvov klimatickej zmeny a prispôsobovaniu sa ich vplyvom, sú:

- opatrenie 4: Investície do hmotného majetku – predovšetkým investície do zlepšenia efektívnosti závlahových systémov,
- opatrenie 5: Obnova potenciálu poľnohospodárskej výroby zničeného prírodnými katastrofami a katastrofickými udalosťami a zavedenie vhodných preventívnych opatrení – investície týkajúce sa zlepšenia hydromelioračnej infraštruktúry, ktorá zabezpečí ochranu poľnohospodárskej pôdy pred záplavami, ako aj pred suchom zvýšením vodozádržnej schopnosti,
- opatrenie 6: Rozvoj poľnohospodárskych podnikov a podnikateľskej činnosti – investície na budovanie zariadení na energetické využívanie OZE,
- opatrenie 7: Základné služby a obnova dedín vo vidieckych oblastiach – investície do úspor energií a zelenej infraštruktúry,
- opatrenie 8: Investície do rozvoja lesných oblastí a zlepšenie životaschopnosti lesov – investície do malých vodných nádrží v lesoch, obnovy lesov, zlepšených postupov obhospodarovania lesa, preventívnych opatrení v lesoch, protipožiarnej ochrany lesov,
- opatrenie 10: Agroenvironmentálnoklimatické opatrenie –
    - ❑ integrovaná produkcia: podpora sadov a viníc v integrovanej produkcii, ktoré predstavujú adaptačný prvok v krajine,

- ❑ multifunkčné okraje – biopásy na ornej pôde: podporené v najúrodnejších oblastiach SR, bez chemického ošetrovania a hnojenia a bez prejazdov poľnohospodárskej techniky,
- ❑ ochrana biotopov poloprírodných a prírodných trávnych porastov: podporené obhospodarovanie vybratých plôch 7 typov poloprírodných a prírodných trávnych porastov. Každý typ má stanovený spôsob a podmienky obhospodarovania na ich ochranu a udržanie v oblasti obmedzenej aplikácie hnojív a neaplikovaním prípravkov na ochranu rastlín,
- ❑ ochrana biotopu sysľa pasienkového: podporené manažovanie trávnych porastov na presne stanovených lokalitách bez použitia chemických látok, obmedzenie hnojenia organickými hnojivami a vylúčenia akýchkoľvek úprav terénu,
- ❑ ochrana dropa fúzatého: realizácia osevných postupov s mozaikovým usporiadaním poľnohospodárskych kultúr a stanoveným percentuálnym zastúpením príslušných plodín s povolenou aplikáciou len určitých stanovených prípravkov na ochranu rastlín, ktoré nemajú vplyv na chránený druh,
- ❑ ochrana vodných zdrojov – CHVO Žitný ostrov: precízne hnojenie poľnohospodárskej pôdy (alebo presné hnojenie poľnohospodárskych pôd) zabezpečujúce ochranu podzemných vodných zdrojov.

- opatrenie 11: Ekologické poľnohospodárstvo – platby na konverziu na ekologické poľnohospodárstvo; platby na udržanie ekologického poľnohospodárstva,
- opatrenie 12: Natura 2000 – realizácia osobitných metód hospodárenia na územiach Natura 2000 (lesná a poľnohospodárska pôda) s úplným zákazom používania chemických prípravkov a dodatkových hnojív,
- opatrenie 14: Dobré životné podmienky zvierat – kompenzačné platby súvisiace so zavádzaním takých chovných postupov, ktoré sú nad rámec príslušných povinných štandardov a bežnej chovateľskej praxe, vedúce k zväčšeniu ustajňovacích priestorov zvierat,
- opatrenie 15: Lesnícko-environmentálne a klimatické služby a ochrana lesov – podpora osobitných metód manažmentu lesníckych činností hlavne v územiach Natura 2000 s cieľom chrániť prírodné prostredie a krajinu, hlavne biodiverzitu a územia s vysokou prírodnou hodnotou.

Programové opatrenia, ktoré podporujú realizáciu akcií prispievajúcich k znižovaniu vplyvov klimatických zmien a prispôsobovaniu sa ich vplyvom, sú:

- opatrenie 1: Prenos vedomostí a zručností – podpora vzdelávacích a informačných aktivít zameraných na mitigačné a adaptačné opatrenia,
- opatrenia 2: Poradenské služby – poradenské služby zamerané na pomoc poľnohospodárom a lesným hospodárom prispievajúce k znižovaniu tvorby skleníkových plynov a vykonávaniu adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy,
- opatrenie 16: Spolupráca – realizácia pilotných projektov, ktoré napomôžu podnikom sa lepšie prispôsobiť klimatickým zmenám a vyvinúť účinné preventívne opatrenia.

8.1.2 Environmentálny fond

Environmentálny fond (www.envirofond.sk) je primárne zriadený za účelom uskutočňovania štátnej podpory starostlivosti o životné prostredie a tvorbu životného prostredia na princípoch trvalo udržateľného rozvoja. Hlavným poslaním fondu je poskytovanie finančných prostriedkov žiadateľom vo forme dotácií alebo úverov na podporu projektov v rámci činností zameraných na dosiahnutie cieľov štátnej environmentálnej politiky na celoštátnej, regionálnej alebo miestnej úrovni.

Podporu Envirofondu formou dotácie je možné v súvislosti s adaptáciou na zmenu klímy získať v nasledujúcich oblastiach/na nasledujúce opatrenia, ktoré sú predmetom každoročnej špecifikácie:

A. Oblasť: Ochrana ovzdušia a ozónovej vrstvy Zeme

- Činnosť A3: Opatrenia na podporu projektov zameraných na zlepšenie kvality ovzdušia:
  - ❑ zatrávňovanie plošných zdrojov znečisťovania ovzdušia

- ❑ výsadba zelene (napr. zelených plotov pozdĺž komunikácií)

B. Oblasť: Ochrana a využívanie vôd

- Činnosť BK5: Rozšírenie alebo rekonštrukcia existujúcej stokovej siete (verejnej kanalizácie)
- Činnosť BP1: Opatrenia na vodnom toku – podpora určená na realizáciu opatrení zabezpečujúcich ochranu a prevenciu pred povodňami:
  - ❑ technické a biotechnické opatrenia na vodnom toku zamerané na zvýšenie prietočnej kapacity koryta toku a zabezpečenie retenčnej schopnosti krajiny
- Činnosť BP2: Opatrenia mimo vodného toku:
  - ❑ vybudovanie a rekonštrukciu systémov odvodňovacích zariadení slúžiacich na odvádzanie vôd z povrchového odtoku (ide o vodu zo zrážok, ktorá nevsiakla do zeme a ktorá je odvádzaná z terénu alebo z vonkajších častí budov do povrchových vôd alebo do podzemných vôd)
  - ❑ opatrenia mimo vodného toku, ktoré zmenšujú maximálny prietok povodne a ktoré sú zamerané na zníženie následkov intenzívnych zrážok, hromadenia sa vody z topiaceho snehu alebo dôsledkov vystúpenia hladiny podzemnej vody nad povrch terénu v území, chránenom vodnou stavbou alebo inou stavbou pred účinkami povodní
- Činnosť BR1: Rybárstvo:
  - ❑ aktivity zamerané na revitalizáciu vodných tokov (prečistenie, prehĺbenie, zvýšenie prietoku pod.) realizované osobami priamo sa zaoberajúcimi problematikou rybárstva v rámci SR

D. Oblasť: Ochrana Prírody a krajiny

- Činnosť D1: Zakladanie prvkov ÚSES a zelenej infraštruktúry na základe schválenej dokumentácie ÚSES

POD. Oblasť: Program obnovy dediny – zlepšovanie kvality životného prostredia na vidieku

- Činnosť POD1: Kvalita životného prostredia na vidieku – aktivity zamerané na podporu ochrany vodných pomerov a vodárenských zdrojov na lokálnej úrovni:
  - ❑ čistenie, obnova a ochrana vodných tokov, sprietočnenie priečnych profilov, mostov a priepustov, obnova (sprietočnenie) mŕtvych ramien, manažment lužných lesov
- Činnosť POD2: Zelená infraštruktúra a adaptačné opatrenia na zmiernenie dopadov zmeny klímy:
  - ❑ spracovanie dokumentácie zameranej na riešenie zelenej infraštruktúry, projektovej štúdie adaptácie na zmeny klímy (protipovodňové opatrenia, opatrenia zamerané na zníženie energetickej náročnosti a využitia obnoviteľných zdrojov energie a pod.) a lokálnej stratégie adaptácie na dopady zmeny klímy,
  - ❑ aktivity zamerané na budovanie prvkov zelenej infraštruktúry mimo zastavaného územia (plošných, skupinových, líniových, solitérnych): výsadba, obnova a starostlivosť o nelesnú drevinovú vegetáciu (napr. staré a krajové odrody a pôvodne druhy, brehové porasty, vetrolamy, stromoradia, remízky, aleje a kroviny napr. pozdĺž spravovaných a poľných komunikácií, na hraniciach poľnohospodárskych honov, medziach a prirodzených terénnych hraniciach, izolačnej zelene, vegetačných pásov vysádzaných po vrstevniciach atď.),
  - ❑ aktivity zamerané na budovanie prvkov zelenej infraštruktúry v zastavanom území (plošných, skupinových, líniových, solitérnych): budovanie a revitalizácia verejných priestranstiev a parkov, kvetinových alebo bylinkových záhonov, stromoradí, alejí, mobilnej zelene, komunitných záhrad (vrátane budovania prvkov drobnej architektúry odrážajúcej charakter vidieckej krajiny v rozsahu max. 50 % z rozpočtu žiadanej dotácie),
  - ❑ ochrana charakteristického vzhľadu krajiny, starostlivosť o historické krajinné štruktúry a ich rekonštrukcia (banské relikty, agrárne štruktúry, obnova terás, línií vegetácie, atď.), starostlivosť o významné krajinné prvky a pamätihodnosti (napr. rašeliniská, stepné spoločenstvá, remízky, trvalé trávne porasty, náleziská nerastov a skamenelín, umelé a prirodzené skalné útvary, božie muky, kaplnky a kríže, ktoré tvoria súčasť krajiny),

- ❑ monitoring a likvidácia inváznych druhov rastlín (vrátane likvidácie inváznych druhov pozdĺž vodných tokov po dohode so správcom toku),
- ❑ aktivity zamerané na zmiernenie dopadov klimatických zmien, adaptačné opatrenia na lokálnej úrovni v súlade so Stratégiou adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy (realizačné aktivity: zakladanie vegetačných striech na verejných budovách, budovanie stabilných vodných prvkov, zber dažďovej vody z nepriepustných povrchov (strechy) a jej využitie napr. ako závlahovej vody pre verejnú zeleň, použitie tieniacich prvkov – slnolamov v kombinácií s ochladzujúcimi účinkami vegetácie, dažďové záhrady, odvedenie vody formou budovania rigolov s nepriepustným povrchom pri komunikáciách, chodníkoch, parkoviskách, verejných plochách atď., protipovodňové opatrenia vykonávané na vodnom toku nutne v spolupráci so správcom vodného toku a na základe odborne spracovanej projektovej dokumentácie, podpora cyklistickej dopravy),
- ❑ výmena a budovanie vodopriepustných verejných plôch v rozsahu max. 50 % z rozpočtu žiadanej dotácie a v kombinácii s výsadbou verejnej zelene, (napr. formou zatrávňovacej dlažby, zámkovej dlažby s použitím priepustného/polopriepustného podkladu (lôžka) a s dodržaním škár 2–3 mm vyplnených kremičitým pieskom).

- Činnosť POD3: Environmentálna výchova, vzdelávanie a osveta:
  - ❑ aktivity zamerané na zlepšovanie environmentálneho povedomia, realizáciu programov environmentálnej výchovy, vzdelávania a osvety, šírenie príkladov dobrej praxe, tvorbu výstav, posterov, publikácií a učebníc s environmentálnou tematikou, odborných besied, informačných akcií.

8.1.3 Grantové programy na podporu adaptácie

EkoFond, n. f.
Zriaďovateľom neinvestičného fondu EkoFond (www.ekofond.sk) je Slovenský plynárenský priemysel, a.s. Od roku 2007 fond finančne podporuje predovšetkým projekty efektívneho využívania energií, ochrany životného prostredia a aktivít spojených s osvetou v týchto oblastiach.

V súvislosti s adaptáciou na zmenu klímy môžu obce a mestá získať finančnú podporu v rámci grantového programu *02 Zlepšenie energetickej hospodárnosti budov*. Príspevky sú orientované na realizáciou energetických opatrení v školách a školských zariadeniach, sociálnych, zdravotníckych a kultúrnych zariadeniach – na zateplenie obvodového plášťa a strechy budov a výmenu starých okien a vytvoriť tak predpoklady pre bezpečnú a energeticky efektívnu prevádzku týchto zariadení.

Nadácia Ekopolis
Nadácia Ekopolis je od roku 1991 zdrojom finančnej podpory pre aktívnych občanov, partnerom obcí, súkromného sektora, štátu a zahraničných donorov (www.ekopolis.sk). Medzi oblasti podpory nadácie patrí Životné prostredie a Mestá pre ľudí a relevantnými grantovými programami sú:

- *Životné prostredie (*Zelené oázy, Stromy namiesto letákov, Na energiu s rozumom, Súťaž pre vodu)
- *Mestá pre ľudí (*Verejné priestory)

Nadácia Slovenskej sporiteľne
Nadácia Slovenskej sporiteľne pôsobí od roku 2005 a má celoštátnu pôsobnosť. Prostredníctvom podpory kvalitných verejnoprospešných projektov pomáha realizovať aktivity, ktoré posilňujú základné spoločenské hodnoty. Má ambíciu nielen darovať finančné prostriedky, ale prostredníctvom rôznych aktivít dosiahnuť kvalitatívne zmeny v oblasti kultúry, vzdelávania, vedy, športu, zdravia, charity, či tvorby a ochrany životného prostredia.

Grantový program Nadácie Slovenskej sporiteľne (www.nadaciaslsp.sk) *Obce bližšie k vám* má časť venovanú podpore rozvoja prírodného prostredia, v rámci ktorej môžu byť podporené napríklad aj aktivity rozvoja zelenej a modrej infraštruktúry.

Nadácia Orange
Tému verejných priestranstiev zahŕňa aj grantový program Nadácie Orange *Spojme sa pre dobrú vec* (www.nadaciaorange.sk). Nadácia pôsobí od roku 1999 a popri podpore deficitných skupín a vzdelávania je zameraná aj na komunitný rozvoj.

Nadácia SPP
Od roku 2002 pôsobí Nadácia SPP (www.nadaciaspp.sk). Partnerský program Nadácie SPP a SPP s názvom *SPPoločne* je zameraný na podporu projektov z oblasti regionálneho a komunitného rozvoja, zameraných na rozvoj miestnych komunít, vo všetkých regiónoch Slovenska, s cieľom zlepšiť ich kvalitu života.

Dunajský fond
Otvorenou neziskovou platformou pre rozvoj verejnoprospešných aktivít a verejne prístupných priestranstiev v okolí slovenského toku Dunaja, vrátane Malého Dunaja je Dunajský fond (www.dunajskyfond.sk), ktorého zriaďovateľom je Stredoeurópska nadácia.

Prostredníctvom vyhlasovaných grantových výziev fond podporuje konkrétne verejnoprospešné aktivity rôznorodého charakteru (medzi inými aj ochrana a tvorba životného prostredia, ochrana a podpora zdravia) viazané na rieku Dunaj a verejne prístupné priestranstvá, rozvoj územia a súvisiacej infraštruktúry, v súlade s cieľmi Charty Dunajského fondu.

Dotácie z rozpočtu Bratislavského samosprávneho kraja
Poskytovanie dotácií z rozpočtu Bratislavského samosprávneho kraja upravuje Všeobecne záväzné nariadenie č. 2/2016. Zo 4 dotačných schém programu je na realizáciu adaptačných opatrení priamo zameraná *Bratislavská regionálna dotačná schéma na podporu rozvoja vidieka* – oblasť podpory *1. Obnova obcí*, ktorej cieľom je zlepšenie kvality života obyvateľov vidieka. Pre rok 2017 budú oprávnené aktivity pre realizáciu adaptačných opatrení v rámci nasledujúcich opatrení:

- Rekonštrukcia, revitalizácia a modernizácia verejných priestranstiev obcí (povinná kombinácia minimálne troch oprávnených aktivít)
  - ❑ rekonštrukcia a úprava spevnených plôch
  - ❑ revitalizácia pitnej fontány a vodného prvku
  - ❑ obnova verejnej zelene
- Skvalitňovanie verejnej zelene v obci
  - ❑ sadové úpravy alejových stromov, záhonov a kríkov
- Adaptačné opatrenie
  - ❑ opatrenia na zadržiavanie zrážkovej vody v urbanizovanej krajine (povrchové či podzemné nádrže na zachytávanie a uchovávanie zrážkovej vody) a jej opätovné využitie pre zefektívnenie hospodárenia (napr. na zavlažovanie zelene, ako úžitkovú vodu) a odľahčenie kanalizačnej siete a ČOV
  - ❑ opatrenia na zadržiavanie zrážkovej vody v urbanizovanej krajine (povrchové či podzemné nádrže na zachytávanie a uchovávanie zrážkovej vody) a jej opätovné využitie pre zefektívnenie hospodárenia (napr. na zavlažovanie zelene, ako úžitkovú vodu) a odľahčenie kanalizačnej siete a ČOV
  - ❑ vytváranie bioretenčných systémov na zadržiavanie zrážkovej vody (dažďové záhrady, zberné jazierka a pod.), tzv. zelené strechy, vertikálne zelené steny/ fasády pre ochladzovanie prostredia/budov a znižovanie nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy (napr. extrémne horúčavy a dlhodobé sucho)
  - ❑ aktivity podporujúce vsakovanie zrážkovej vody do prírodného podložia, t. j. vsakovacie prvky (napr. vsakovacie pásy, vsakovacie jamy a tunely, infiltračné priekopy, priepustný betón/ asfalt, a pod.) alebo využívanie zatrávňovacích tvárnic pre zlepšenie kolobehu vody v prírode, zníženie rizika povodní, znižovanie nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy (napr. extrémne horúčavy a dlhodobé sucho) a odľahčenie kanalizačnej siete a ČOV (oprávnenou aktivitou nie je vybudovanie/ revitalizácia/ spevnenie vpustov a odvodňovacích rigolov odvádzajúcich vodu z krajiny, napr. ústiacich do kanalizačnej siete a pod.)

Oprávnenými žiadateľmi sú obce Bratislavského kraja, vrátane mestských častí Hlavného mesta SR Bratislava s počtom obyvateľov do 12 000 (podľa ŠÚ SR za r. 2015; mestské časti Vajnory, Lamač, Záhorská Bystrica, Jarovce, Rusovce, Čunovo).

Minimálna výška žiadanej dotácie musí byť 5 000 EUR. Maximálna výška dotácie poskytnutá jednému žiadateľovi v jednom rozpočtovom roku (týka sa všetkých žiadostí o dotáciu v rámci jedného rozpočtového roka, vrátane iných dotačných schém) nesmie prekročiť sumu vyššiu ako 20 000 EUR. Žiadateľ o dotáciu je povinný spolufinancovať projekt do výšky 10 % z požadovanej sumy.

Celková výška dostupných finančných prostriedkov na daný rok je zverejnená po schválení rozpočtu BSK na príslušný rok. Vo Výzve na predkladanie žiadostí v rámci Bratislavskej regionálnej dotačnej schémy na podporu rozvoja vidieka pre rok 2016 predstavovala táto čiastka 100 000 EUR, pre rok 2017 čiastku 350 000 EUR. Bližšie, aktuálne informácie sú k dispozícii na webstránke www.bratislavskykraj.sk v sekcii Dotácie.

8.2 Nadnárodné zdroje financovania

8.2.1 Program LIFE 2014–2020

Program LIFE (www.goo.gl/MaKmCl) je špecializovaný program financovania pre životné prostredie a ochranu klímy pod gesciou Európskej komisie.

Podprogram Ochrana klímy zahŕňa 3 prioritné oblasti – Zmierňovanie zmeny klímy, Adaptácia na zmenu klímy a Správa a informovanie v oblasti zmeny klímy.

S cieľom prispieť k snahe o zvýšenie odolnosti voči zmene klímy sa v rámci prioritnej oblasti *Adaptácia na zmenu klímy* sledujú najmä tieto konkrétne ciele:

- prispievať k tvorbe a vykonávaniu politiky Únie v oblasti adaptácie na zmenu klímy vrátane uplatňovania vo všetkých politických oblastiach, najmä prostredníctvom tvorby, testovania a demonštrácie politík alebo prístupov v oblasti riadenia, najlepších postupov a riešení zameraných na adaptáciu na zmenu klímy, prípadne vrátane ekosystémových prístupov,
- zlepšovať vedomostnú základňu pre vývoj, posudzovanie, monitorovanie, hodnotenie a vykonávanie účinných opatrení na adaptáciu na zmenu klímy, pričom sa v náležitých prípadoch uprednostnia opatrenia uplatňujúce ekosystémový prístup, a zvyšovať kapacitu na uplatňovanie týchto poznatkov v praxi,
- uľahčovať vývoj a vykonávanie integrovaných prístupov, napríklad pre stratégie a akčné plány na adaptáciu na zmenu klímy, na miestnej, regionálnej alebo celoštátnej úrovni, pričom sa vo vhodných prípadoch uprednostnia ekosystémové prístupy,
- prispievať k vývoju a demonštrácii inovatívnych technológií, systémov, metód a nástrojov na adaptáciu na zmenu klímy, ktoré sú vhodné na zopakovanie, presun alebo uplatňovanie.

Projekty programu LIFE môžu byť zamerané na: rozšírenie, resp. doplnenie poznatkov o spôsobených škodách a nákladoch a prínosoch adaptácie; analýzy a hodnotenie rizík na regionálnej a lokálnej úrovni; rámce, nástroje na podporu rozhodovania a prostriedkov/spôsobov monitorovania a hodnotenia „po-adaptačných“ úsilí/opatrení, ak tieto sú implementovateľné a replikovateľné.

Aktívne povzbudzovaná je príprava projektov zameraných na **adaptáciu v urbanizovanom prostredí**. Tieto projekty umožnia reagovať na niekoľko tém identifikovaných v rámci EÚ adaptačnej stratégie, ako napr. zelená infraštruktúra a ekosystémové prístupy k adaptácii; inovatívne adaptačné technológie/postupy; povodne; voda; vypracovanie a implementácia adaptačných stratégií a plánov.

Nasledujúce aktivity sú príkladmi, ktoré by mohli prispieť k naplneniu tohto významného cieľa politiky EÚ:

príprava a implementácia lokálnych adaptačných stratégií a akčných plánov, ako napr. tých súvisiacich s iniciatívou pre adaptáciu v urbanizovanom prostredí „Mayors Adapt“ (www.mayors-adapt.eu):

- projekty znižovania emisií, ktoré súčasne prispievajú k cieľom mitigácie klimatickej zmeny, adaptácie na zmenu klímy ako aj ochrane prírody a biodiverzity v urbanizovanom prostredí,
- vytvorenie a využitie inovatívnych adaptívnych technológií/postupov v urbanizovanom prostredí, vrátane sektorov vody, energie a výstavby,
- podpora a rozvoj zelenej infraštruktúry v mestách, vrátane znižovania efektu mestského tepelného ostrova (s využitím zelených striech alebo sietí zelených priestranstiev ako ochladzovacích prvkov) a/alebo kontrola rizika povodní (s využitím viacúčelových území/plôch na zadržiavanie vody).

8.2.2 Finančný mechanizmus EHP a Nórsky finančný mechanizmus na obdobie rokov 2014–2021

Granty EHP a Nórska (goo.gl/wegZ98) predstavujú zdroje z krajín Island, Lichtenštajnsko a Nórsko na zníženie ekonomických a sociálnych disparít a posilnenie spolupráce s 15 krajinami EÚ v Strednej a Južnej Európe a Pobaltí. Na obdobie rokov 2014–2021 tento finančný mechanizmus ponúka celkom 2,8 mld. EUR na 5 prioritných oblastí a k nim spolu 23 programov. Medzi prioritami je aj téma č. *3 – Životné prostredie, Energia, Klimatická zmena a Nízko uhlíková ekonomika*, kde spadá aj programová oblasť č. *13 – Mitigácia a adaptácia v súvislosti s klimatickou zmenou*. Národná alokácia pre Slovensko na obdobie rokov 2014–2021 predstavuje 113,1 mil. EUR (z toho 54,9 mil. EUR pre Finančný mechanizmus EHP a 58,2 mil. EUR pre Nórsky finančný mechanizmus).

V tejto fáze pripravenosti nového programového obdobia prebieha negociačný proces medzi donorskými a prijímateľskými krajinami, ktorého výsledkom budú podpísané Memorandá o spolupráci, ktoré špecifikujú, čo bude predmetom podpory v tej ktorej krajine. Nie je teda zatiaľ pre SR jasné, či kľúčové oblasti podpory na nové obdobie zostanú nezmenené, a či medzi nimi bude aj doteraz platná oblasť podpory *Prispôsobenie sa zmene klímy – prevencia povodní a sucha*.

Následne v priebehu rokov 2017–2018 by podľa plánovaných míľnikov mali byť vypracované národné programy pre príslušné programové oblasti, a až v rokoch 2019–2020 budú zverejňované výzvy na podávanie žiadostí o získanie finančných príspevkov.

8.2.3 Programy cezhraničnej a nadnárodnej spolupráce 2014–2020

Jednou z v súčasnosti existujúcich možností financovania adaptačných aktivít na miestnej úrovni sú aj programy cezhraničnej spolupráce. Tieto programy sú určené na rozvoj/zintenzívnenie spolupráce s cieľom posilnenia kohézie medzi krajinami.

Téma adaptácie na zmenu klímy je v cezhraničných programoch súčasťou horizontálneho princípu Udržateľný rozvoj.

Slovensko – Maďarsko (SK – HU)
Téma adaptácie na zmenu klímy je v programe SK – HU (www.skhu.eu) zároveň jedným z kritérií pre výber operácií vo všetkých prioritných osiach – „na úrovni hodnotenia a výberu projektov, náležitá pozornosť bude venovaná požiadavkám na ochranu životného prostredia, mitigácie a adaptácie na zmenu klímy...“; „v prípade projektov, ktoré zahŕňajú pozemné stavby a/alebo renovácie by mali byť vybrané klimaticky priaznivé architektonické riešenia...“.

Analytická časť programu uvádza ako najčastejší vplyv zmeny klímy v cezhraničnom území veľké množstvo prívalových zrážok, čo si vyžaduje spoločný vodný manažment, pretože tak povodia riek ako Dunaj, Tisa, Ipeľ, Bodrog, Slaná či Hornád, ani riziká a škody nekončia na hranici a vyžadujú si spoločný prístup. Program však hneď ďalej uvádza, že z hľadiska obmedzených finančných zdrojov len prispieva k riešeniu časti celého problému.

Slovensko – Česká republika (SK – CZ)
Program SK – CZ (www.sk-cz.eu) aktívne prispieva k zmierňovaniu zmeny klímy prostredníctvom intervencií realizovaných prevažne v rámci prioritnej osi 2, ale aj osi 1:

- prioritná os *1: Využívanie inovačného potenciálu* – špecifický cieľ *1.2 Zintenzívnenie využívania výsledkov aplikovaného výskumu najmä malými a strednými podnikmi* – aktivita:
  - ❑ prenos výsledkov aplikovaného výskumu a vývoja do praxe a jeho ďalšia komercializácia subjektmi pôsobiacimi v cezhraničnom regióne (napr. aj v oblasti zelenej ekonomiky a zmeny klímy)
- prioritná os *2: Kvalitné životné prostredie* – špecifický cieľ *2.2 – Ochrana biodiverzity cezhraničného územia prostredníctvom spolupráce v oblasti ochrany a koordinovaného riadenia prírodne významných území:*
  - ❑ zvýšenie ochrany a starostlivosti o ohrozené druh, ktoré sa nachádzajú v cezhraničnom regióne aj prostredníctvom zosúladenia cieľov v oblasti lesníctva, pôdohospodárstva a klímy

Prioritná os 3: Rozvoj miestnych iniciatív – špecifický cieľ *3.1 – Zvýšenie kvalitatívnej úrovne cezhraničnej spolupráce miestnych a regionálnych aktérov* – a jej aktivity:

- spoločné plánovanie, stratégie a štúdie v cezhraničnom regióne,
- zvyšovanie inštitucionálnych kapacít a zručností organizačných štruktúr v oblastiach efektívnej správy, vzdelávania, kultúrneho a prírodného dedičstva,
- rozvoj spolupráce inštitúcií verejnej správy,
- vytváranie a upevňovanie partnerstiev, sietí a podporných cezhraničných štruktúr;

môžu byť zamerané aj na rozvoj spolupráce v oblasti adaptácie na zmenu klímy.

Slovensko – Rakúsko (SK – AT)
Špecifické adaptačné opatrenia sú v rámci programu SK – AT (www.sk-at.eu) predmetom nasledujúcich priorít/príkladových aktivít:

- prioritná os *2: Podpora prírodného a kultúrneho dedičstva a biodiverzity* – špecifický cieľ *2.2: Podpora obnovy a manažmentu ekologických koridorov* – aktivity:
  - ❑ podpora integrovaného prístupu pre lepšiu koordináciu environmentálnych záujmov s ochranou pred povodňami, ochranou vôd a ďalším rozširovaním dopravnej infraštruktúry s využitím vytvorenia multisektorových partnerstiev,
  - ❑ prepájanie plánovania a pilotných opatrení na zosúladenie protipovodňovej ochrany a obnovy cezhraničných riečnych systémov založených na rámcovej smernici EÚ o vode a smernici EÚ o povodniach, pričom dôraz je tu kladený na zelenú infraštruktúru (nie je možná výstavba „sivej" protipovodňovej infraštruktúry);
  - ❑ podpora zelených infraštruktúrnych riešení a mestskej biodiverzity v sídelnom prostredí.
- prioritná os *4: Posilnenie cezhraničného spravovania a inštitucionálnej spolupráce* – špecifický cieľ *4.: Posilniť inštitucionálnu spoluprácu* – aktivity:
  - ❑ zlepšenie kvality a efektivity strategického a územného plánovania a rozvoja, čo zahŕňa aj spoločné plánovacie nástroje a databázy pre zlepšenie manažmentu povodňového rizika v cezhraničnom riečnom systéme,
  - ❑ zvýšiť pripravenosti organizácií verejnej správy a organizácií civilnej ochrany, aby lepšie sledovanie a riadenie rizík, ako sú napr. povodne.

Z hľadiska typov aktivít sa môže jednať o

- zvyšovanie povedomia; tvorbu stratégií a akčných plánov,
- prípravu a praktickú implementáciu cezhraničných nástrojov a služieb,
- prípravu a praktickú realizáciu fyzických investícií,
- tvorbu a doručenie tréningov a budovanie kapacít.

Program Stredná Európa (Interreg Central Europe)
Adaptácia na zmenu klímy ako súčasť programu Stredná Európa (www.central2014.gov.sk) je súčasťou nasledujúcich priorít a príkladových aktivít:

- priorita *3: Spolupráca v oblasti prírodných a kultúrnych zdrojov pre udržateľný rast v Strednej Európe*
  Špecifický cieľ *3.1: Zlepšiť integrované environmentálne manažérske kapacity pre ochranu a udržateľné využívanie prírodného bohatstva a zdrojov* – príklady aktivít:
  - ❑ harmonizácia koncepcií riadenia životného prostredia a nástrojov na nadnárodnej úrovni pre prevenciu rizík a ich riadenie (napríklad plány manažmentu povodňových rizík) a k zníženiu negatívnych dôsledkov zmeny klímy na životné prostredie a ľudského života (napríklad adaptačné opatrenia).

  Špecifický cieľ *3.3: Zlepšiť environmentálny manažment vo funkčných mestských územiach s cieľom zlepšenia kvality života v nich* – príklady aktivít:
  - ❑ tvorba a implementácia stratégií a nástrojov (vrátane inovatívnych finančných a investičných modelov) na spravovanie a zlepšovanie kvality životného prostredia (vzduch, voda, odpad, pôda, klíma), ako aj na riešenie prírodných a človekom spôsobených rizík vo funkčných mestských oblastiach.

Ako typy výstupov z realizácie podporovaných aktivít program uvádza: stratégie a akčné plány; nástroje; pilotné aktivity; tréningy.

Dunajský nadnárodný program (Interreg Danube Transnational Programme)
Dunajský program (www.interreg-danube.eu) obsahuje tému adaptácie na zmenu klímy len v rámci prioritnej osi *2: Environmentálne a sociálne zodpovedný Dunajský región*:

- špecifický cieľ *2.1: Podpora nadnárodného vodného hospodárstva a prevencie povodňových rizík*, ktorý je priamo spojený s vodným manažmentom a kontrolou environmentálnych rizikových faktorov ako je zmena klímy a povodňové ohrozenia. V súlade s tým sa program spolupráce zameriava na investície do zelenej infraštruktúry (čo prispieva k

ochrane a obnove biodiverzity a poskytovaniu ekosystémových služieb) integrovaným spôsobom s ochranou pred povodňami a zvýšením kvality a dostupnosti vody. Indikatívny zoznam aktivít zahŕňa:

- ❑ prispieť k spoločnému cezhraničnému vykonávaniu smernice o povodniach (spoločné monitorovacie a výstražné systémy) viac integrovaným a účinnejším, informatívnym predpovedaním povodní, koordináciou prevádzky vodných diel, výmenou techník, technológií a skúseností v oblasti ochrany pred povodňami, harmonizáciou operatívnych protipovodňových metód.

Z hľadiska typov aktivít sa môže jednať o

- tvorbu spoločných smerovaní, rámcových dokumentov a stratégií,
- prípravu a praktickú implementáciu nadnárodných cezhraničných nástrojov a služieb,
- prípravu a praktickú nadnárodných investícií,
- pilotné aktivity vrátane investícií menšieho rozsahu,
- tvorbu a doručenie tréningov a budovanie kapacít.

9 Terminológia

Adaptácia znamená prispôsobenie sa prírodných alebo ľudských systémov na nové alebo meniace sa prostredie. Adaptácia na zmenu klímy sa týka reakcie na aktuálne alebo očakávané klimatické podnety alebo ich účinky, s cieľom zmiernenia škôd alebo využívania nových príležitostí. Typy/spôsoby adaptácie možno deliť na preventívnu (ktorá predchádza predpokladaným vplyvom) a reaktívnu (reagujúcu na klimatickú udalosť, ktorá už nastala) adaptáciu; súkromnú (individuálne adaptačné aktivity verejnosti/občanov a podnikateľov na ich majetku) a verejnú (adaptačné aktivity v rámci verejného vlastníctva); a tiež na plánovanú (systematické adaptačné kroky verejnej správy, realizované na základe plánu) a autonómnu (adaptačné iniciatívy, ktoré realizujú súkromné subjekty bez vstupu verejnej správy) adaptáciu.

Adaptívna kapacita je potenciál, resp. schopnosť systému reagovať a prispôsobiť sa dopadom zmeny klímy prostredníctvom vyrovnania sa s negatívnymi konsekvenciami, minimalizovania rozsahu možných škôd či využitia nových príležitostí, ktoré zmena klímy so sebou prináša. Medzivládny panel pre zmenu klímy (IPCC) v roku 2001 uviedol sedem faktorov, ktoré determinujú adaptívnu kapacitu, a to: dostatok, resp. nedostatok finančných zdrojov, technológie, vedomosti, inštitúcie, informácie, infraštruktúra a sociálny kapitál. Nerozlišujú však, do akej miery tieto faktory ovplyvňujú aj iné úrovne ako národnú, t.j. regionálnu a lokálnu.

Adaptačná stratégia je systematický súbor krokov, reagujúcich na zníženie citlivosti a zvýšenie adaptívnej kapacity na vplyvy zmeny klímy, a to tak v oblasti technickej ako aj procesnej. Napomáha integrácii adaptačných opatrení do existujúcich a nových politík, plánov a programov.

Antropogénny vplyv je jav, ktorý je spôsobený človekom, resp. je výsledkom ľudských aktivít.

Citlivosť znamená stupeň/mieru, akou je systém ovplyvnený nepriaznivým alebo priaznivým podnetom vyvolaným stavom klímy. Citlivosť vyjadruje fakt, že rôzne územia a systémy budú na tú istú udalosť reagovať odlišne. Ak je územie alebo systém (jeho prvky) vystavený zmenám v stave klímy (v klimatických charakteristikách), ich citlivosť určuje, do akej miery budú rôzne územia/systémy a ich prvky negatívne zasiahnuté. Vplyv zmeny klímy je kombináciou miery, do akej je systém vystavený zmenám parametrov klímy, a do akej je na tieto zmeny (napr. zvýšené množstvo zrážok) citlivý.

Ekosystémovo založená adaptácia je využívanie biodiverzity a ekosystémových služieb ako súčasti adaptačnej stratégie na nepriaznivé dopady zmeny klímy. Buduje na udržateľnom manažmente a ochrane prírodných zdrojov a obnove ekosystémov tak, aby poskytovali služby, ktoré pomôžu ľuďom sa adaptovať na vplyvy zmeny klímy a súčasne budú podporovať udržateľný rozvoj.

Expozícia je charakterizovaná ako stupeň, do akého je územie vystavené významným klimatickým stresom, ktoré zahŕňajú jednak dlhodobé zmeny klimatických podmienok, resp. zmeny variability klímy a jednak krátkodobé zmeny prejavujúce sa v náraste intenzity a častosti extrémnych udalostí. Pri posudzovaní expozície sa musia brať do úvahy dva hlavné elementy: čo bude ovplyvnené zmenou klímy (ľudia, prírodné zdroje, majetky a pod.) a ako konkrétne sa zmena klímy v danom území prejaví (napr. väčšou častosťou a intenzitou zrážok, predĺžením obdobia sucha, vytváraním tepelných ostrovov a pod.).

Klíma (podnebie) na rozdiel od počasia, je charakteristický režim počasia v danej geografickej oblasti hodnotený v rámci dlhšieho obdobia. Za účelom charakterizovania klímy daného regiónu sa pre celý rad meteorologických prvkov (teplota vzduchu, atmosférické zrážky, vlhkosť vzduchu, tlak vzduchu, smer a rýchlosť vetra, snehová pokrývka a pod.) počítajú štatistické charakteristiky (priemery, extrémy, denný a ročný chod, premenlivosť, početnosť dní a pod.) za dostatočne dlhé obdobie, spravidla za najmenej 30 rokov. Klíma je výsledkom vzájomnej interakcie viacerých faktorov. Z najvýznamnejších je možné uviesť napríklad faktory mimozemské (slnečné žiarenie, zmeny parametrov orbitálnej dráhy Zeme), vlastnosti zemského povrchu (rozloženie pevnín a oceánov, sopečná činnosť, vegetácia) a samozrejme aj zmeny vo vnútri samotného klimatického systému (chemické zloženie, biologické procesy a zmeny, zmeny vo využívaní pôdy, emisie skleníkových plynov).

Klimatická odolnosť je schopnosť socio-ekologického systému absorbovať stres, ktorý na neho kladú vplyvy zmeny klímy a zachovať si svoju funkčnosť alebo schopnosť adaptovať sa, reorganizovať a zmeniť sa tak, aby sa zlepšila pripravenosť systému lepšie odolávať budúcim vplyvom zmeny klímy.

Klimatický scenár je pravdepodobná predpoveď vývoja budúcej klímy, založená na modelovaní vzťahu množstva a charakteru produkcie skleníkových plynov a s tým spojených chemicko-fyzikálnych efektov, odrážajúcich sa

v očakávaných vplyvoch zmeny klímy na dané územie.

Mitigácia znamená zmierňovanie príspevku k zmene klímy, a teda intervencie na zníženie negatívneho antropogénneho vplyvu na klimatický systém. Zahrňuje stratégie a opatrenia na redukciu zdrojov skleníkových plynov, alebo zväčšenie ich záchytov (napr. technológie pre väčšie využívanie obnoviteľných zdrojov, zvýšenie energetickej efektivity, spôsob dopravy, zvyšovanie podielu zelene, vytváranie úložísk skleníkových plynov a pod.).

Počasie – pod pojmom počasie rozumieme aktuálny stav atmosféry charakterizovaný súborom vybraných meteorologických prvkov (teplota vzduchu, oblačnosť, tlak vzduchu a jeho vlhkosť, smer a rýchlosť vetra, atď.).

Skleníkový efekt označuje proces, kedy atmosféra (teda jej spodná časť troposféra) absorbuje slnečné žiarenie a následne zabraňuje úniku časti odrazeného žiarenia (od povrchu Zeme) späť do kozmu. **Prirodzený skleníkový efekt** sa na našej planéte vyskytoval už takmer od začiatku jej vzniku a vďaka nemu sa na Zemi udržovala adekvátna teplota, čo bolo predpokladom vzniku a existencie života na našej planéte. **Antropogénny skleníkový efekt**, ktorý spôsobuje nadmerné (neprirodzené) zadržiavanie odrazeného žiarenia od povrchu Zeme, je prejavom nadmernej produkcie skleníkových plynov ľudskou činnosťou, čo spôsobuje globálne ohrievanie planéty.

Skleníkové plyny (GHG) sú také prírodné alebo antropogénne plynné zložky atmosféry, ktoré pohlcujú a emitujú žiarenie určitých vlnových dĺžok v oblasti spektra tepelného infračerveného žiarenia emitovaného povrchom Zeme, samotnou atmosférou a oblačnosťou. Táto vlastnosť spôsobuje skleníkový efekt. Hlavnými skleníkovými plynmi v atmosfére Zeme sú vodná para (H_2O), oxid uhličitý (CO_2), oxid dusný (N_2O), metán (CH_4) a ozón (O_3). Okrem toho je v atmosfére niekoľko skleníkových plynov vytvorených výhradne človekom, ako sú napr. halogénované uhľovodíky.

Zmena klímy (klimatická zmena) predstavuje iba tie zmeny v klimatických pomeroch, ktoré súvisia s antropogénne podmieneným rastom skleníkového efektu atmosféry od začiatku priemyselnej revolúcie (asi od roku 1750 n. l.), ak ich vieme odlíšiť od zmien prirodzených.

Zmeny klímy (klimatické zmeny) – tento termín sa v minulosti používal pre všetky zmeny súvisiace s klímou. V súčasnosti podľa IPCC (Medzivládny panel pre klimatickú zmenu, www.ipcc.ch) sa takto nazývajú prevažne už len zmeny klímy prirodzeného charakteru, teda najmä zmeny v minulých geologických dobách Zeme (milióny až stovky miliónov rokov), ľadové doby (desaťtisíce až milióny rokov), sekulárne zmeny (stovky rokov), niekedy aj nízkofrekvenčné kolísanie klímy (desiatky rokov).

Zraniteľnosť na zmenu klímy je miera náchylnosti daného socio-ekonomického či prírodného systému, resp. ich prvkov byť postihnutý, resp. schopnosti zvládnuť nepriaznivé vplyvy zmeny klímy.

10 Prílohy

10.1 Globálne dopady klimatickej zmeny

Zmena klímy a jej negatívne dôsledky predstavujú v súčasnosti jeden z najzávažnejších problémov, ktorým ľudstvo čelí. Kľúčovým prejavom klimatickej zmeny je globálne otepľovanie, prejavujúce sa na pevninách aj v oceánoch, ktoré so sebou prináša rad negatívnych dôsledkov. Popri raste častosti a intenzity niektorých extrémnych prejavoch počasia – napríklad vĺn horúčav, dlhšie trvajúcich a intenzívnejších období sucha, a pod. je potrebné do budúcnosti počítať napríklad s rozšírením výskytu škodcov poľnohospodárskych plodín či prenášačov chorôb ľudí. Ohrozené sú horské ľadovce, ktorých výrazný ústup, pozorovaný v súčasnosti, ovplyvní dostupnosť vodných zdrojov vo viacerých častiach sveta. V ohrození sú tiež pobrežné a ostrovné oblasti, ktoré musia riešiť problémy spojené s nárastom hladiny svetových oceánov. Výrazný regionálny vzostup teploty vzduchu je v regiónoch sprevádzaný významnými zmenami ďalších klimatických prvkov. Zvyšujúca sa teplota vzduchu bezprostredne vedie v teplej časti roka k častejších a intenzívnejším vlnám horúceho počasia, ktoré striedajú stále silnejšie a ničivejšie búrky. V kombinácii s častejším výskytom suchých období vedú uvedené extrémne prejavy počasia k vzniku čoraz väčších materiálnych škôd v poľnohospodárstve, priemysle, sídlach ako aj väčších dopadov na ľudskú spoločnosť z hľadiska zdravia populácie.

10.1.1 Počasie a klíma

Podnebie alebo **klíma** nie je to isté ako **počasie**. Pod pojmom počasie rozumieme aktuálny stav atmosféry (teplota vzduchu, oblačnosť, tlak vzduchu a jeho vlhkosť, smer a rýchlosť vetra, atď.). Klíma (podnebie) je charakteristický dlhodobý režim počasia v danej oblasti.

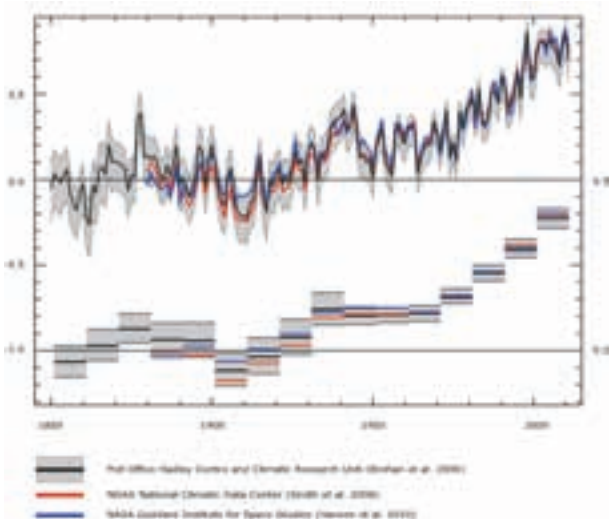
Klimatický systém Zeme zahŕňa zložky Zeme, ktoré priamo alebo nepriamo ovplyvňujú klímu. Ide o atmosféru, hydrosféru (vodstvo), kryosféru (sneh a ľad na Zemi), litosféru (vrchná časť zemskej kôry), biosféru (život na Zemi) a noosféru (aktívna činnosť človeka a jej výsledky). Pod pojmom **„zmena klímy“** (klimatická zmena) rozumieme iba tie zmeny v klimatických pomeroch, ktoré sú spôsobené ľudskými aktivitami. Klíma na Zemi prechádzala v minulosti zásadnými zmenami, no súčasná zmena je výnimočná najmä svojou rýchlosťou.

10.1.2 Prehrievajúca sa planéta – pozorované prejavy a dopady klimatickej zmeny

Zatiaľ posledná hodnotiaca správa IPCC z roku 2013 predstavila obraz o prebiehajúcom otepľovaní globálnej klímy na základe najnovších vedeckých poznatkov. Priemerná teplota zemského povrchu sa od začiatku 20. storočia zvýšila o takmer 0,9 °C (± 0,2 °C), pričom len od roku 1951 sa oteplilo o 0,72 °C (Obr. 97). Teplota rastie rýchlejšie predovšetkým na pevninách severnej pologule. V druhej polovici 20. storočia sa na globálnej úrovni zemský povrch otepľuje tempom o 0,12 °C/desaťročie a od polovice 70. rokov minulého storočia roku sa rýchlosť otepľovania významne zrýchlila, čo je v zhode s predpoveďami založenými na náraste množstva skleníkových plynov.

Špecifikom súčasnej zmeny klímy je aj to, že zemský povrch sa neotepľuje všade rovnako rýchlo. Na regionálnej úrovni sa otepľuje najrýchlejšie na euroázijskom kontinente, v severnej Kanade a v oblasti Arktídy. Aj napriek poklesu intenzity slnečného žiarenia v poslednom desaťročí, trend otepľovania pokračoval aj v období 2001–2013. Otepľovanie pevnín a oceánov potvrdzujú aj satelitné merania teploty spodnej troposféry (najspodnejšia vrstva zemskej atmosféry siahajúca od zemského povrchu do výšky 11–12 km v miernych zemepisných šírkach, v trópoch výnimočne až do výšky 18 km).

Obr. 97: Vývoj globálnej teploty a dekádnych priemerov teploty prízemných vrstiev troposféry v období 1850-2011, na osi y sú uvedené odchýlky globálnej teploty vzhľadom na predindustriálne obdobie, vývoj podľa troch svetových databáz (Met Office, NOAA a NASA GISS)



Zdroj: [113]

Najdôležitejšie prejavy zmeny klímy je možné na základe záverov AR5 IPCC zhrnúť do nasledujúcich bodov (niektoré sú zhrnuté aj na Obr. 98):

1. Zvýšenie priemernej globálnej teploty vzduchu v dôsledku interakcie prírodných faktorov a ľudských aktivít o 0,89 °C v období 1901–2012.
2. Významné zvýšenie teploty oceánov (min. do hĺbky 3 000 m) a povrchu oceánov (do hĺbky 100 m) o 0,5 °C od roku 1971, a vzostup hladiny oceánov o 0,17–0,21 m v priebehu obdobia 1901–2010, pričom rýchlosť rastu morskej hladiny sa v priebehu uvedeného obdobia zvýšila z 1,7 mm/rok (1901–2010) na 3,2 mm/rok (1993–2010).
3. Topenie horských a kontinentálnych ľadovcov v takmer všetkých významných horských oblastiach sveta, vrátane Grónska a Antarktídy.
4. Významne zmenšenie rozsahu a štruktúry morské zaľadnenia v Arktíde, najmä v letných mesiacoch (pokles plochy o 9,4 až 13,6 % za desaťročie).
5. Zvýšenie frekvencie a intenzity extrémnych prejavov počasia previazaných s teplejším podnebím – vzrast častosti výskytu a intenzity extrémnych maxím meteorologických a hydrologických prvkov na celom svete. Ide napríklad o intenzívnejšie zrážky, častejší výskyt sucha, atď.
6. Zvýšenie maximálnych teplôt vzduchu, zvýšenie častosti výskytu tropických dní (maximálna denná teplota ≥ 30 °C), predlžovanie a rast extrémnosti vĺn horúčav, zníženie frekvencie mrazových dní na všetkých kontinentoch.
7. Významný nárast zrážok vo východných častiach Severnej a Južnej Ameriky, severnej Európy a severnej a centrálnej Ázie, pokles zrážok vedúci k suchám bol zaznamenaný v Stredomorí, oblasti Sahelu, južnej Afrike a južnej Ázii.
8. Zmenšenie rozsahu snehovej pokrývky, najmä na severnej pologuli, v jarnom období – o 11,7 % za desaťročie v apríli (1967–2012); skrátenie obdobia s výskytom trvalej snehovej pokrývky, výrazný ústup trvalo zamrznutej pôdy na severnej pologuli.
9. Zvýšenie časti výskytu silných hurikánov a tajfúnov, nárast ich deštruktívnej sily.
10. Predlženie vegetačného obdobia vo vyšších geografických šírkach.

Obr. 98: Najvýznamnejšie prejavy klimatickej zmeny na globálnej úrovni



Zdroj: [114]

Ničivé suchá postihli aj Európu, napríklad v rokoch 2003, 2006, či v rokoch 2011–2012 (predovšetkým oblasti strednej a juhovýchodnej Európy). Austrália bojuje s dlhodobým suchom už od roku 2003 a len v roku 2009 si rozsiahle požiare nasledujúce po rekordnej vlne horúčav vyžiadali viac ako 200 ľudských životov. Sucho v lete 2010 znížilo úrodu obilia v Rusku o 38 % a z tretieho najväčšieho exportéra obilnín sa stal z roka na rok dovozca, čo viedlo k rastu cien potravín vo svete. Sucho v lete 2010 prispelo na juhu a v strede európskej časti Ruska k rozsiahlym a dlhotrvajúcim požiarom lesov a rašelinísk, ktoré na týždne zamorili ovzdušie miest vrátane Moskvy a viedli k stratám na ľudských životoch.

Stále teplejšia atmosféra podmieňuje častejší výskyt ďalších extrémnych prejavov počasia. Patria medzi ne napríklad silnejšie búrky, krupobitie, hurikány a víchrice. V Atlantickom oceáne významne stúpa počet silných hurikánov. V roku 2004 bol pri východnom pobreží Brazílie zazna-menaný prvý atlantický hurikán na južnej pologuli a v roku 2005 hurikán Katrina zničil veľké americké mesto, ktoré sa dodnes z pohromy nespamätalo.

Štvrté a piate hodnotenie IPCC zistilo podstatný vzostupný trend závažnosti (extrémnosti a deštruktívnej sily) hurikánov a tajfúnov od polovice 70. rokov 20. storočia s tendenciou k dlhšiemu trvaniu a k vyššej intenzite búrok. Uvedené tendencie významne súvisia s nárastom povrchových teplôt oceánov a morí. Obe správy došli k záveru, že ďalší nárast intenzity búrok je v budúcnosti veľmi pravdepodobný. Zatiaľ posledná sumárna správa o extrémnych javoch zverejnená v roku 2011 dospela k záverom, že na kontinentoch severnej pologule dochádza k významnému nárastu intenzity prívalových zrážok, a to až o 7 % za posledných 50 rokov.

Globálne otepľovanie vedie k vyššiemu výskytu a dlhšiemu trvaniu období tropických horúčav v oblastiach mierneho pásma. Vlna horúčav v roku 2003 spôsobila vo Francúzsku a ďalších krajinách západnej Európy predčasnú smrť približne 50 000 ľudí.

Najvýraznejší nárast oteplenia je pozorovaný v polárnych oblastiach severnej pologule, najmä v Arktíde, kde prebieha minimálne dvojnásobnou rýchlosťou v porovnaní s globálnym priemerom. Bezprostredným prejavom otepľovania Arktídy je veľmi rýchly ústup morského plávajúceho ľadu a stále rýchlejšie topenie grónskeho kontinentálneho ľadovca. Plocha povrchu grónskeho ľadovca, na ktorej dochádza k letnému topeniu ľadu, sa od roku 1979 zväčšila o minimálne 30 %. Čistý úbytok ľadu sa v Grónsku od polovice 90. rokov 20. storočia zvýšil na 215 Gt za rok v období 2002–2011 a v súčasnosti jeho príspevok k nárastu hladiny svetového oceánu predstavuje približne 0,4 mm/rok podľa [113]. Podobne aj Antarktída neustále rastúcou rýchlosťou stráca ľadovcovú hmotu, a to prevažne v oblasti Západnej Antarktídy (v priemere asi 147 Gt ľadu za rok v období 2002–2011). Jej príspevok k vzostupu hladiny oceánov je približne na úrovni 0,3 mm/rok. Pozorované letné topenie (ústup) morského ľadu v Arktíde ďaleko presahuje najhoršie prognózy predošlých IPCC správ. Priemerná rozloha morského ľadu v septembri klesala v priebehu posledných niekoľkých desaťročí rýchlosťou 9,4–13,6 % za desaťročie. Tento dramatický ústup je oveľa rýchlejší, než aký simuloval ktorýkoľvek z modelov posudzovaných napr. v IPCC AR4. Okrem toho, v Arktíde tiež dochádza k výraznému úbytku objemu a celkovej hrúbky plávajúceho ľadu. Teplejšia a na vodnú paru bohatšia atmosféra má za následok silnejšie a ničivejšie búrky a tropické cyklóny, ktoré na mnohých miestach planéty spôsobujú čoraz častejšie povodne.

Obr. 99: Povodne vplyvov búrok a cyklónov



Zdroj: www.noaa.gov, www.stockfreeimages.com

Iným vážnym problémom je rozmŕzanie trvalo zamrznutej pôdy v oblastiach na Sibíri a v Kanade. Nové výskumy permafrostu v týchto regiónoch naznačujú, že môže ísť o veľký zdroj ďalších emisií skleníkových plynov CO_2 a metánu. Celkové množstvo uhlíku uloženého v trvalo zamrznutej pôde je odhadované na 1672 Gt (1672 miliárd ton; 1 Gt = 10^9 ton). Uvedené množstvo približne zodpovedá 3× množstvu CO_2, ktoré sme do atmosféry vypustili od začiatku priemyselnej revolúcie (500 Gt uhlika).

Obr. 100: Vývoj kumulatívneho množstva tepla v zemskej atmosfére a v oceánoch



Zdroj: [113]

Rýchlosť hromadenia energie a tepla od roku 1970 je ekvivalentné dvom atómovým bombám v Hirošime zvrhnutých každú sekundu.

Odhady množstva tepla pohlcovaného oceánmi sa zjednotili a zistilo sa, že sú o 50 % vyššie ako udávali predchádzajúce výpočty. Hladina oceánov od začiatku merania v roku 1993 stúpa o 3,4 mm za rok. To je o 80 % rýchlejšie tempo, ako uvádzala Tretia hodnotiaca správa IPCC z roku 2001. Popri raste teploty a hladiny svetových oceánov, vyššia koncentrácia CO_2 v atmosfére vedie k nárastu kyslosti morskej vody, čo bezprostredne ohrozuje život mnohých druhov morských organizmov. Nárast CO_2 v oceánoch priamo prispieva k poklesu pH povrchu oceánu od roku 1750 v priemere o 0,1 pH (čo je nárast kyslosti o 30 %).

Pozorované zmeny začínajú významne ovplyvňovať život v moriach a na pevninách, vrátane vážnych dopadov na ľudskú spoločnosť a jej hospodárske aktivity. Hoci identifikovať dopady klimatickej zmeny je vzhľadom na nedostatok priamych pozorovaní ťažšie ako rozpoznať fyzikálne prejavy globálneho otepľovania, v nasledujúcich bodoch prinášame prehľad niektorých pozorovaných dopadov na ekosystémy, faunu a flóru a ľudskú spoločnosť:

1. Zmena priestorového výskytu biotopov, úbytok biotopov, pokles biodiverzity ekosystémov, migrácia rastlinných a živočíšnych druhov, vymieranie druhov, závažné zmeny v potravinových reťazcoch vybraných regiónov sveta.
2. Invázia exotických druhov rastlín a živočíchov z teplejších klimatických zón do oblasti s pôvodne chladnejším rázom podnebia.
3. Výrazný pokles primárnej produktivity ekosystémov v reakcii na zvýšený teplotný a vodný stres (v dôsledku vyšších teplôt vzduchu, dlhšie trvajúceho sucha, atď.). Na druhej strane je pozorovaný rast produktivity lesov v niektorých regiónoch ako dôsledok predlžovania vegetačného obdobia.
4. Väčší rozsah lesných požiarov v dôsledku extrémnejšieho počasia ako aj zhoršujúceho sa zdravotného stavu lesných porastov miernych a subtropických šírok.
5. Pokles produktivity oceánov o 6 % v období od začiatku 80. rokov (ide o najvýraznejší pokles za posledných 1 400 rokov).
6. Zvýšená „úmrtnosť“ koralov v dôsledku vyššie priemernej teploty morskej vody (tzv. blednutie koralov postihlo v roku 1998 viac ako 16 % koralových útesov).
7. Zvýšené množstvo rias v riekach a jazerách miernych šírok v dôsledku rastu teploty vody (zvýšená miera eutrofizácie).
8. Zvýšenie predčasnej úmrtnosti u ľudí v dôsledku extrémnejších a dlhších vĺn horúčav.
9. Rozširovanie exotických infekčných ochorení (napr. malárie) do miernych geografických šírok.

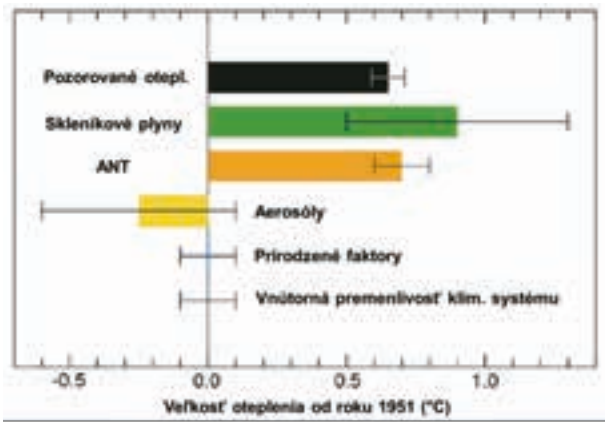
10.1.3 Príčiny klimatickej zmeny

Keďže zmeny, o ktorých hovoríme sú otázkou posledných približne 100–130 rokov, potom z okruhu možných príčin otepľovania musíme vylúčiť tie, ktorých vplyv sa prejavuje v časových horizontoch desiatok tisíc až miliónov rokov, teda hlavne geologické zmeny a zmeny orbitálnych parametrov Zeme. Na základe experimentov vykonaných pomocou klimatických modelov je možné vylúčiť aj niektoré ďalšie faktory, ktoré pôsobia v oveľa kratších časových horizontoch, a to najmä vplyv *vnútornej premenlivosti klimatického systému (krátkodobé kolísanie a premenlivosť spôsobená viac-menej pravidelne sa opakujúcimi klimatickými fenoménmi, napr. otepľujúci efekt*

oscilácie El Niño, atď.), zmeny slnečného žiarenia alebo sopečnú činnosť. V súvislosti s týmito zisteniami vydal Medzivládny panel pre zmenu klímy prehlásenie, v ktorom ako hlavnú príčinu globálneho otepľovania v 20. storočí a na začiatku 21. storočia označuje vplyv ľudskej činnosti.

Najväčšia časť oteplenia v 20. storočí je veľmi pravdepodobne spôsobená ľudskou činnosťou. Najnovšia piata správa Medzivládneho panelu o zmene klímy konštatuje s pravdepodobnosťou 95 %, že viac ako polovica oteplenia od druhej polovice 20. storočia je spôsobená ľudskými aktivitami. Napríklad podiel slnečnej aktivity na otepľovaní zemského povrchu v období posledného storočia je len približne 10 % (v období posledných 25 rokov je dokonca zanedbateľný. Dopadajúce slnečné žiarenie bolo v priebehu posledných 50 rokov takmer konštantné, okrem dobre známeho 11-ročného slnečného cyklu (ktorý nemá na otepľovanie výraznejší vplyv). V skutočnosti však za toto obdobie mierne pokleslo. Tento prirodzený ochladzujúci efekt je však asi desať krát slabší ako účinok rastúcich koncentrácií skleníkových plynov, takže globálne otepľovanie výraze nespomalilo. Ďalšie prirodzené faktory, ako napríklad sopečné erupcie alebo známy klimatický fenomén El Niño, spôsobujú len krátkodobé medziročné kolísania globálnej teploty, nemôžu teda vysvetliť žiadny dlhodobejší klimatický trend. Krátkodobé kolísanie klimatických charakteristík identifikovateľné na úrovni rokov; silné sopečné erupcie (napr. Mt. Pinatubo v roku 1991) môžu viesť k ochladeniu globálnej klímy na obdobie 2 až 3 rokov. Odhaduje sa, že z celkového oteplenia od roku 1951 o 0,7 °C ide na vrub antropogénnych faktorov minimálne 0,55–0,60 °C (zvyšok, teda maximálne 0,10–0,15 °C sa vysvetľuje prispením prírodných činiteľov, najmä Slnka, Obr. 101).

Obr. 101: Podiel jednotlivých faktorov na otepľovaní pozorovaného od roku 1951



Zdroj: [113]

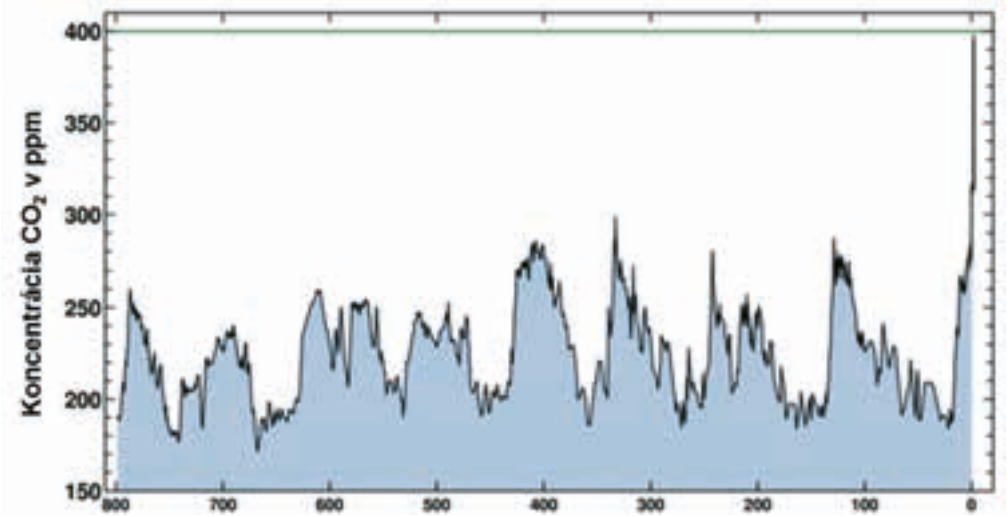
Pozorované oteplenie o 0,7 °C (čierna), celkový vplyv antropogénnych činiteľov (ANT; oranžová), vplyv atmosférických aerosólov (žltá), vplyv prirodzených faktorov (modrá).

Atmosféra predstavuje zmes plynov, z ktorých niektoré majú schopnosť zachytávať teplo vyžarované zemským povrchom – sú to tzv. **skleníkové plyny** (vodná para – H_2O, oxid uhličitý – CO_2, metán – NH_4 alebo oxid dusný – N_2O). Svojimi fyzikálnymi vlastnosťami udržiavajú na Zemi teplo slnečného žiarenia. Tento ohrievací účinok zemskej atmosféry sa nazýva **skleníkový efekt**. Skleníkové plyny sú prirodzenou súčasťou atmosféry (vodná para, oxid uhličitý, metán, ozón), niektoré sú umelého pôvodu (freóny). Človek ale svojou činnosťou uvoľňuje ďalšie emisie skleníkových plynov (hlavne oxidu uhličitého a metánu). Skleníkový efekt je prirodzený jav, ktorý umožňuje život na Zemi v dnešnej podobe (bez neho by na Zemi bolo o približne 33 °C chladnejšie). Príčinou globálneho otepľovania teda nie je existencia skleníkového efektu, ale jeho **zosilňovanie** spôsobené zvýšením koncentrácie skleníkových plynov v dôsledku ľudskej činnosti.

Najdôležitejším skleníkovým plynom je vodná para, ktorá sa na prirodzenom skleníkovom efekte podieľa približne 36–70 %. Nasleduje oxid uhličitý (CO_2) s 9–26 %, metán so 4–9 % a ozón s 3–7 %. Rozsah podielu jednotlivých skleníkových plynov závisí, okrem iného, aj od meniacej sa koncentrácie niektorých plynov v jednotlivých oblastiach sveta, predovšetkým vodnej pary. Dôsledok rastúcej koncentrácia skleníkových plynov, predovšetkým CO_2, na rastúcu teplotu vzduchu podrobnejšie študoval ako prvý švédsky fyzik Svante Arrhenius už koncom 19. storočia. Jeho odhady účinnosti CO_2 pri tomto procese sa neskôr ukázali byť mierne nadhodnotené, ale aj napriek tomu boli na svoju dobu pomerne presné.

Podľa meraní na Mauna Loa sa koncentrácia CO_2 v atmosfére v roku 2013 priblížila k hodnote 400 ppm (to znamená 400 molekúl CO_2 na milión molekúl vzduchu). Jeho koncentrácia je dnes teda o viac ako 120 ppm nad svojou prirodzenou úrovňou (vyššia o viac ako 40 %) ktorú dosahovala pred začiatkom priemyselnej revolúcie. Súčasná koncentrácia je dokonca vyššia než kedykoľvek za posledných minimálne 800 000 rokov (Obr. 102) a možno aj za posledných 3 až 20 miliónov rokov. V období 2000–2008 sa koncentrácia CO_2 v atmosfére zvyšovala tempom 1,9 ppm ročne (v 90. rokoch to bolo 1,5 ppm ročne), čo desaťnásobne prevyšuje maximálne tempo zistené z údajov v ľadových vrtoch v Grónsku a Antarktíde.

Obr. 102: Paleoklimatologická rekonštrukcia atmosférickej koncentrácie CO_2 za posledných 800 tisíc rokov, rekonštrukcia získaná z vrtných ľadových jadier z oblasti Dome C vo východnej Antarktíde



Zdroj: [115]

Koncentrácia metánu (CH_4) v atmosfére sa od roku 1750 zvýšila o viac ako 150 %. Priestorové rozloženie nárastu emisií CH_4 ukazuje, že významnú úlohu hrajú najmä emisie CH_4 na severnej pologuli (zdrojom je veľmi pravdepodobne rýchla deštrukcia permafrostu).

Priemyselná revolúcia prirodzený kolobeh uhlíka narušila, pretože ľudia začali do ovzdušia dodávať veľké množstvo oxidu uhličitého a ďalších skleníkových plynov. Najväčší podiel na antropogénnych emisiách CO_2 pochádza zo spaľovania uhlia (40 %) a ropy (40 %). Zvyšných približne 20 % pochádza zo spaľovania zemného plynu. Množstvo uvoľneného CO_2 všeobecne veľmi rýchlo rastie a v roku 2011 dosiahlo hodnoty takmer 35 miliárd ton ročne (9,5 Gt uhlíka, Zdroj. IPCC AR5). Globálne tempo rastu CO_2 z fosílnych palív sa za posledných 18 rokov zvýšilo trojnásobne, a to z 1 % ročne v 90. rokoch na 3,4 % za rok v období 2000–2008.

K zvyšovaniu koncentrácie CO_2 v ovzduší vedie aj pokračujúce vypaľovanie lesov (predovšetkým v tropických oblastiach Amazónie a Indonézie).

Nižšie uvádzame niektoré vedecké argumenty, ktoré svedčia o tom, že súčasné otepľovanie je s vysokou mierou pravdepodobnosti zapríčinené najmä silnejúcim skleníkovým efektom podmieneným ľudskou činnosťou (graficky sú argumenty znázornené aj na Obr. 103):

1. Od roku 1950 je najväčšie otepľovanie pozorované v noci a vo vyšších geografických šírkach severnej pologule, otepľovanie je výraznejšie v zime a na jar ako v lete. V prípade, že by bolo hlavnou príčinou slnko, otepľovanie by sa viacej prejavovalo cez deň a v lete.
2. V prípade, že by slnko bolo hlavnou príčinou súčasného otepľovania, zvyšovala by sa aj teplota stratosféry (vrstva atmosféry ležiaca bezprostredne nad troposférou, najnižšie ležiacou vrstvou zemskej atmosféry, od výšky cca 10–12 km do 50–55 km v miernych šírkach). Satelitné merania, ktoré máme k dispozícii od roku 1979 však dokazujú, že **teplota** stratosféry sa znižuje (o asi 0,5 °C), čo potvrdzuje úlohu silnejúceho skleníkového efektu. Vyššia koncentrácia skleníkových plynov v nižších vrstvách troposféry zadržuje čím ďalej tým viac tepla v prízemných vrstvách atmosféry.
3. Z historického hľadiska je súčasná koncentrácia CO_2 (ako aj koncentrácia ďalších skleníkových plynov, najmä metánu) v atmosfére výrazne vyššia ako v období posledných minimálne 800-tisíc rokov.
4. Podľa výpočtov, ktoré sú založené na priebehu troch významných astronomických (orbitálnych) parametrov Zeme ovplyvňujúcich celkový prísun slnečnej energie (zmeny prejavujúce sa v časových horizontoch 10-tisíc až 100-tisíc rokov) a časový priebeh ľadových a medziľadových dôb by malo v súčasnej dobe dochádzať skôr k ochladzovaniu globálnej klímy – ako ale vieme, globálna teplota sa naopak zvyšuje.
5. Vzostup koncentrácie CO_2 na súčasných približne 400 ppm (z približne 280 ppm v roku 1750) nie je zdôvodniteľné žiadnym prírodným faktorom (vulkanická činnosť, astronomické faktory, geomagnetizmus, zmeny slnečnej aktivity, atď.).
6. Absorpcia tepla vyžarovaného zemským povrchom do atmosféry a kozmického priestoru sa výrazne zvyšuje v pásmach absorpcie najvýznamnejších skleníkových plynov (najmä CO_2).

Obr. 103: Najvýznamnejšie indikátory podporujúce teóriu ľuďmi podmienenej klimatickej zmeny



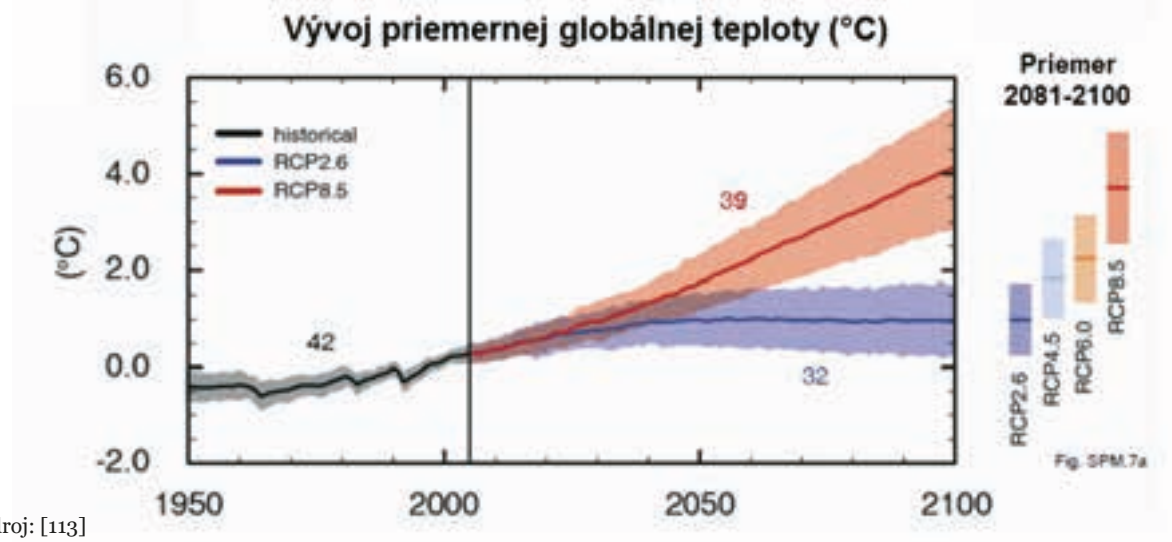
Zdroj: [114]

10.1.4 Zmena klímy v 21. storočí a očakávané dopady

Klimatológovia dokážu v súčasnosti, s určitou mierou neistoty, odhadnúť možný vývoj klimatického systému Zeme – používajú k tomu počítačové modely klímy, ktoré sú založené na preverených fyzikálnych princípoch. Okrem tzv. globálnych modelov sa používajú aj tzv. regionálne modely klímy, ktoré nepočítajú vývoj atmosféry na celej Zemi, ale len v rámci určitej obmedzenej oblasti.

Narastajúca koncentrácia skleníkových plynov spôsobí zmeny v celom klimatickom systéme Zeme a veľmi pravdepodobne bude viesť k ďalšiemu otepľovaniu. Akým konkrétnym spôsobom, na to aspoň čiastočne dávajú odpoveď práve klimatické modely. Pre každý konkrétny trend budúcich emisií (podľa starších emisných scenárov SRES (Special Report on Emissions Scenarios – obsahuje súbor hypotetických scenárov vývoja emisií hlavných skleníkových plynov v závislosti od demografického a ekonomického vývoja, rýchlosti aplikovania šetrnejších a úspornejších technológií, atď.) alebo novších scenárov RCP (Representative Concentration Pathways – séria novších emisných scenárov použitých v IPCC AR5 skleníkových plynov sa pripravuje celý rad scenárov budúceho vývoja klímy. Získame tak vždy určité rozpätie výsledkov, nie teda len jednu konkrétnu hodnotu. Rast priemernej globálnej teploty vzduchu sa pre scenáre s vysokými emisiami (A1FI alebo najnovšie RCP8.5) vôbec neprekrýva s výsledkami optimistickejších scenárov (B1 alebo RCP2.6). Z toho vyplýva, že vývoj globálnych teplôt, a to najmä v druhej polovici 21. storočia, bude do značnej miery závisieť na hodnotách emisií.

Obr. 104: Vývoj priemernej globálnej teploty na základe historických pozorovaní od roku 1950 a výstupov klimatických modelov podľa jednotlivých emisných scenárov RCP do roku 2100



Zdroj: [113]

Ak bude aj naďalej pokračovať rast emisií skleníkových plynov, celkom určite nás už do konca 21. storočia čakajú závažné zmeny klimatických podmienok na celej Zemi. V závislosti od toho, koľko fosílneho uhlíka do atmosféry vypustíme, môže globálna teplota vzduchu do konca tohto storočia vzrásť o ďalších 0,3 až 4,8 °C, čo znamená, že v porovnaní s obdobím pred priemyselnou revolúciou to bude predstavovať nárast o 1,2 až 5,7 °C (Obr. 104). V porovnaní s predošlou správou IPCC AR4 sú odhady možného oteplenia do roku 2100 nižšie približne o 1 °C (pôvodný rozsah v AR4: 1,1–6,4 °C).

Jednou z kľúčových otázok klimatologického výskumu je aj to, o koľko stupňov Celzia sa na svete môže otepliť v prípade, že koncentrácia CO_2 dosiahne dvojnásobok v porovnaní s obdobím pred priemyselnou revolúciou (rok 1750; 280 ppm). Najnovšie výskumy naznačujú, že pri zdvojnásobení obsahu CO_2 v atmosfére sa pravdepodobne oteplí o 2 až 4,5 °C (stredný odhad je 3 °C) v porovnaní s predindustriálnou dobou. Piata správa IPCC dolnú hodnotu intervalu znížila z 2,0 °C na 1,5 °C.

Len pre porovnanie, v najchladnejších obdobiach posledných dôb ľadových bol celosvetový priemer teploty vzduchu len asi o 4 až 7 °C nižší ako v súčasnosti, no celkový ráz krajiny bol diametrálne odlišný od toho dnešného. Hladina oceánov bola o 120 metrov nižšie, väčšiu časť Kanady a severnej Európy pokrývali rozsiahle kontinentálne ľadovce (podobné tomu dnešnému v Antarktíde a Grónsku) a životné prostredie v strednej Európe pripomínali skôr tundru. Treba na druhej strane podotknúť, že odchýlka (oteplenie) opačným smerom (teda maximálne + 7,0 °C v globálnom priemere) by znamenalo podmienky, aké na Zemi panovali počas najteplejších období známej geologické histórie (obdobne teplo bolo napríklad v období Kriedy, na konci Druhohôr, približne pred 100–65 miliónmi rokov – Antarktída bola bez zaľadnenia a na väčšine kontinentov panovala tropická, prevažne suchá klíma).

V dôsledku stále vyšších teplôt sa stanú niektoré oblasti Zeme vlhšími, naopak iné častejšie postihne dlhotrvajúce a teda aj intenzívnejšie sucho. Vlny horúčav budú prichádzať častejšie a je potrebné počítať aj s tým, že budú extrémnejšie. Na druhej strane sa zvýši, hlavne v dôsledku vyššej extremity zrážok, riziko výskytu lokálnych a regionálnych povodní. Najmä na severnej pologuli bude pokračovať ústup snehovej pokrývky v chladnej časti roka. Podobný osud čaká aj plávajúci morský ľad, ktorý bude výraznejšie ustupovať najmä v lete. Väčšia časť horských ľadovcov do konca storočia zmizne a hladina svetových oceánov pravdepodobne vzrastie aj o viac ako jeden meter. Pokračujúce otepľovanie výrazne ovplyvní život v oceánoch, a to predovšetkým v dôsledku rastúcej kyslosti morskej vody.

Narastajúce množstvo extrémov počasia, prípadne iné z vyššie uvedených prejavov klimatickej zmeny, povedú k čoraz vážnejším škodám na životnom prostredí, v hospodárstve, lesných ekosystémoch a negatívne ovplyvnia zdravie ľudskej populácie. V mnohých oblastiach sveta sa životné podmienky ľudí zhoršia natoľko, že to povedie k hromadným migráciám obyvateľov. Zvýši sa výskyt chudoby, hladu a chorôb, zhorší sa dostupnosť pitnej vody, čo môže viesť k vzniku nových vojnových konfliktov. Niektorým negatívnym dopadom sa pravdepodobne nevyhne ani oblasť strednej Európy.

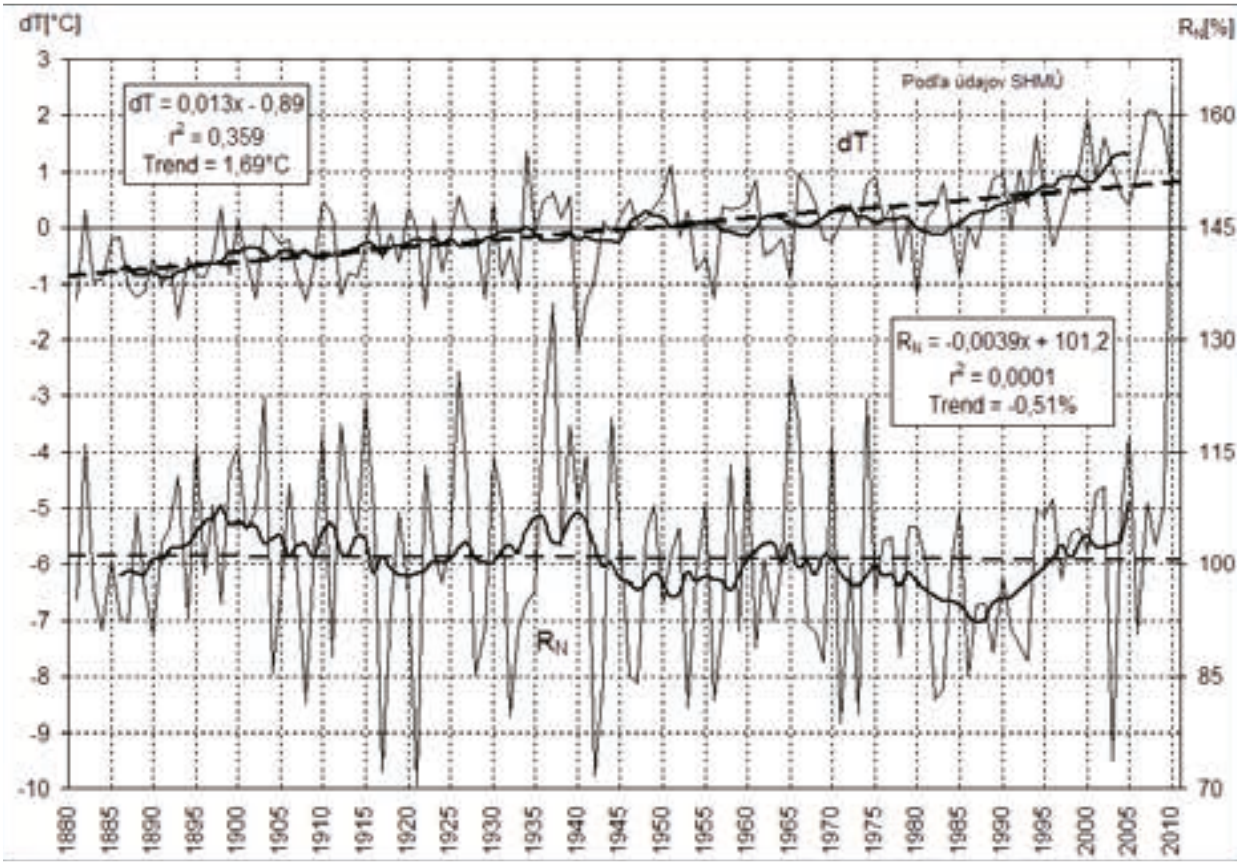
10.2 Klimatická zmena a jej dôsledky na Slovensku

Za obdobie 1881–2010 sa na Slovensku pozoroval rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,7 °C a nevýznamný trend poklesu ročných úhrnov atmosférických zrážok asi o 0,5 % v priemere. Na juhu SR bol pokles miestami aj viac ako 10 %, na severe a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3 %. Toto obdobie bolo typické aj poklesom snehovej pokrývky do výšky 1 000 m takmer na celom území. Vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast. Aj charakteristiky výparu vody z pôdy a rastlín, vlhkosti pôdy, slnečného žiarenia potvrdzujú, že najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje, pretože vzrastá potenciálny výpar a klesá vlhkosť pôdy. Značne zmenený režim klímy bol na Slovensku zaznamenaný najmä po roku 1990. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať zmenám v premenlivosti klímy, najmä zrážkových úhrnov. Príkladom sú za sebou v krátkom časovom intervale idúce extrémne suchý rok 2003, extrémne vlhký rok 2010 a mimoriadne suchý rok 2011. Za posledných 15 rokov došlo k významnejšiemu rastu výskytu extrémnych denných a niekoľkodenných úhrnov zrážok, čo malo za následok zvýšenie rizika lokálnych povodní v rôznych oblastiach SR. Na druhej strane v období rokov 1989–2012 sa oveľa častejšie ako predtým vyskytovalo lokálne alebo celoplošné sucho, ktoré bolo zapríčinené

predovšetkým dlhými periódami relatívne teplého počasia s malými úhrnmi zrážok v niektorej časti vegetačného obdobia. Zvlášť výrazné bolo sucho v rokoch 1990–1994, 2000, 2002, 2003 a 2007. Desaťročie 1991–2000, ale aj obdobie 2001–2010 sa charakteristikami teploty vzduchu, úhrnov zrážok, výparu, snehovej pokrývky, ako aj iných prvkov, priblížilo k predpokladaným podmienkam klímy okolo roku 2030, ktoré boli vyčíslené v zmysle scenárov klimatickej zmeny pre naše územie, výnimkou sú iba nižšie úhrny zrážok v chladnom polroku a v zime v desaťročí 1991–2000.

Teplotu vzduchu na Slovensku (Obr. 105) charakterizujeme ako odchýlky od dlhodobého priemeru z obdobia 1951–1980. Trend teploty vzduchu pre teplý a chladný polrok v období 1881–2010 je podobný ako pre ročné priemery. Trend úhrnov atmosférických zrážok na Slovensku je podobný v chladnom a teplom polroku. Zrážkový trend sa o málo líši medzi juhom a severom, resp. medzi juhozápadom a severovýchodom Slovenska.

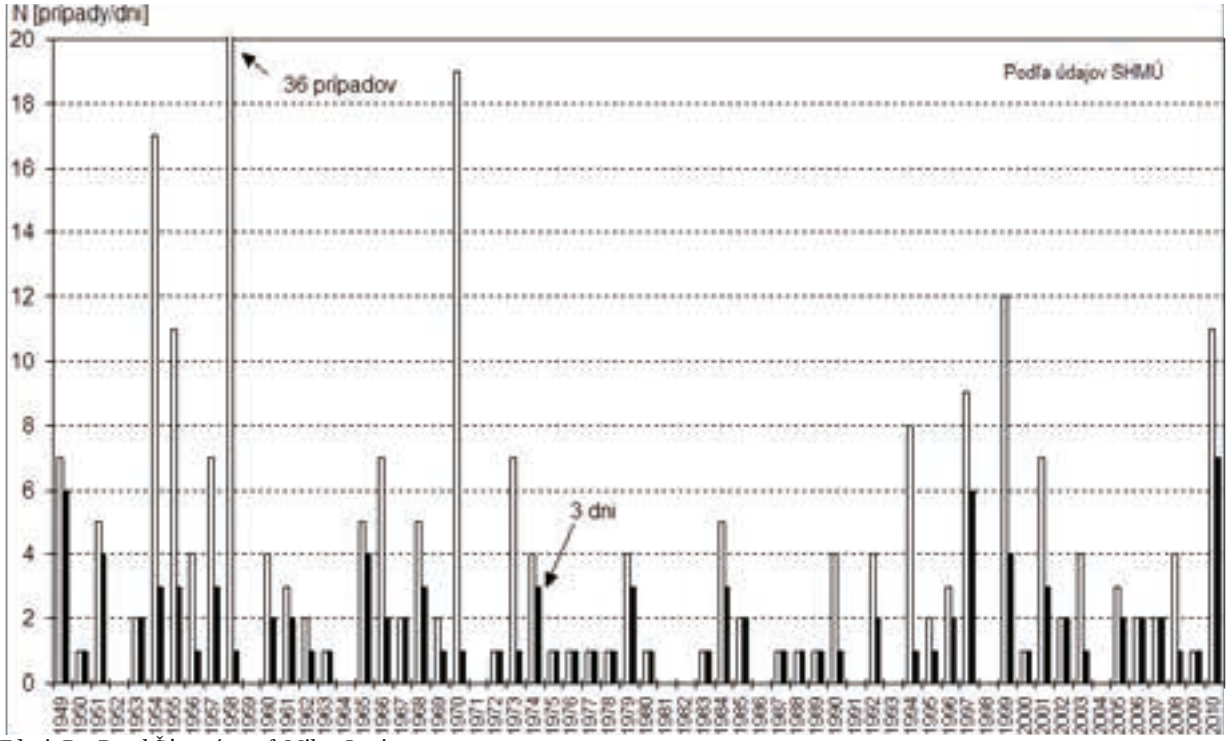
Obr. 105: Trend odchýlok priemernej teploty vzduchu a územných úhrnov atmosférických zrážok v SR, trend odchýlok priemernej teploty vzduchu [dT] (priemer reprezentatívnych klimatologických staníc) od normálu 1951–1980 a územných úhrnov atmosférických zrážok [R_N] v SR ako % z normálu 1901–1990 za roky z obdobia 1881–2010.



Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Denné úhrny zrážok ≥100 mm na Slovensku v období 1949–2010 ukazuje Obr. 106. Dňa 29. 6. 1958 sa celkom výnimočne vyskytol taký úhrn zrážok na 36 staniciach, predovšetkým na severe Slovenska. Denný úhrn zrážok ≥100 mm je takmer vždy príčinou aspoň lokálnej náhlej povodne so závažnými škodami. Na väčšine územia Slovenska predstavujú takéto úhrny zriedkavejší výskyt ako raz za 100 rokov. Na Obr. 106 je dobre vidieť relatívne malý výskyt dní s úhrnom ≥100 mm v období 1975–1993, odvtedy sa počet takýchto dní výrazne zvýšil napriek poklesu celkového počtu dní so zrážkami a s výnimkou roka 2010 iba s malým rastom ročných úhrnov zrážok.

Obr. 106: Počet prípadov a dní s 24-hodinovými úhrnmi zrážok ≥100 mm na Slovensku v období 1949–2010 (dňa 29.VI.1958 sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36 staniciach, predovšetkým na severe Slovenska)



Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

10.2.2 Očakávané zmeny klímy na Slovensku do konca

Scenáre klimatickej zmeny boli spracované špeciálnymi postupmi (tzv. štatistickým downscalingom a využitím priamych meraní) z výstupov globálnych atmosférických modelov a boli premietnuté do predpokladaného budúceho vývoja klimatických charakteristík pre zvolené klimatické stanice na území Slovenska na obdobie do konca 21.storočia. Boli spracované rôzne druhy scenárov, tzv. pesimistický, ktorý predpokladá rýchlejší rast emisie CO_2 a optimistický, simulujúci stabilizáciu až redukciu týchto emisií. V našej štúdii sa budeme zaoberať väčšinou stredne pesimistickými scenármi.

Veľká väčšina doterajších klimatických scenárov predpokladala nasledujúci očakávaný vývoj klímy do roku 2100 (za predpokladu splnenia stredne pesimistických globálnych scenárov emisie skleníkových plynov do atmosféry):

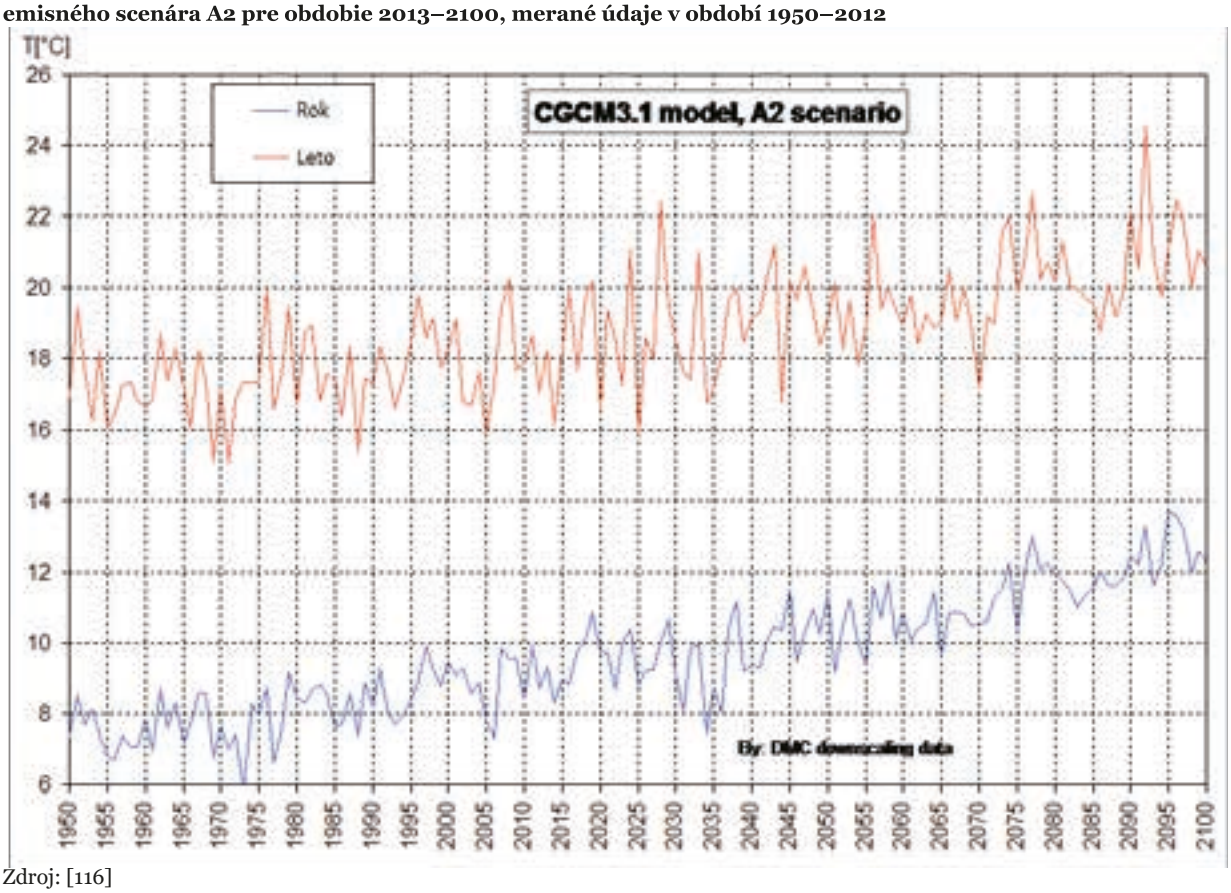
1) Priemery teploty vzduchu na Slovensku by sa mali postupne zvyšovať o 2 až 4 °C v porovnaní s priemermi obdobia 1951–1980, pričom sa zachová doterajšia medziročná a medzisezónna časová premenlivosť. Trochu rýchlejšie by mali rásť denné minimá ako denné maximá teploty vzduchu, čo spôsobí pokles priemernej dennej amplitúdy teploty vzduchu. Scenáre nepredpokladajú výraznejšie zmeny v ročnom chode teploty vzduchu, v jesenných mesiacoch by ale mal byť rast teploty menší ako v zvyšnej časti roka.

2) Ročné úhrny zrážok by sa nemali podstatne meniť, skôr sa ale predpokladá mierny nárast (okolo 10 %), predovšetkým na severe Slovenska. Väčšie zmeny by mali nastať v ročnom chode a časovom režime zrážok. V lete sa všeobecne očakáva slabý pokles úhrnov zrážok (predovšetkým na juhu Slovenska) a v zvyšnej časti roka slabý až mierny rast úhrnov zrážok (predovšetkým v zime a na severe Slovenska). V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej. Pretože sa očakáva teplejšie počasie v zime, tak až do výšky 900 m n. m. bude snehová pokrývka nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne. Snehová pokrývka bude zrejme v priemere vyššia iba vo výške nad 1 200 m n. m., tieto polohy ale predstavujú na Slovensku menej ako 5 % rozlohy, čo nemôže podstatne ovplyvniť odtokové pomery.

3) Neočakávajú sa žiadne významné zmeny v priemeroch globálneho žiarenia, rýchlosti a smeru vetra. Vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva častejší výskyt silného vetra, víchríc a tornád v súvislosti s búrkami (doteraz sa na celom Slovensku vyskytovalo v priemere asi 1 tornádo kategórie F1 alebo F2 za rok). Pretože sa ale zvýši teplota vzduchu, tak sa musí pri nezmenenej relatívnej vlhkosti vzduchu zvýšiť tlak

vodnej pary a aj sýtostný doplnok (asi o 6 % na každý 1 °C oteplenia). To zapríčiní rast potenciálnej evapotranspirácie vo vegetačnom období roka tiež asi o 6 % na 1 °C oteplenia. Pretože sa na juhu Slovenska vo vegetačnom období roka úhrny zrážok podstatne nezvýšia, bude to mať za následok pokles vlhkosti pôdy. Navyše častejší výskyt krátkodobých intenzívnych zrážok nebude dostatočne prispievať k dopĺňaniu pôdnej vlhkosti, pretože z intenzívnych zrážok je väčší odtok.

Obr. 107: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu na Sliači podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013–2100, merané údaje v období 1950–2012

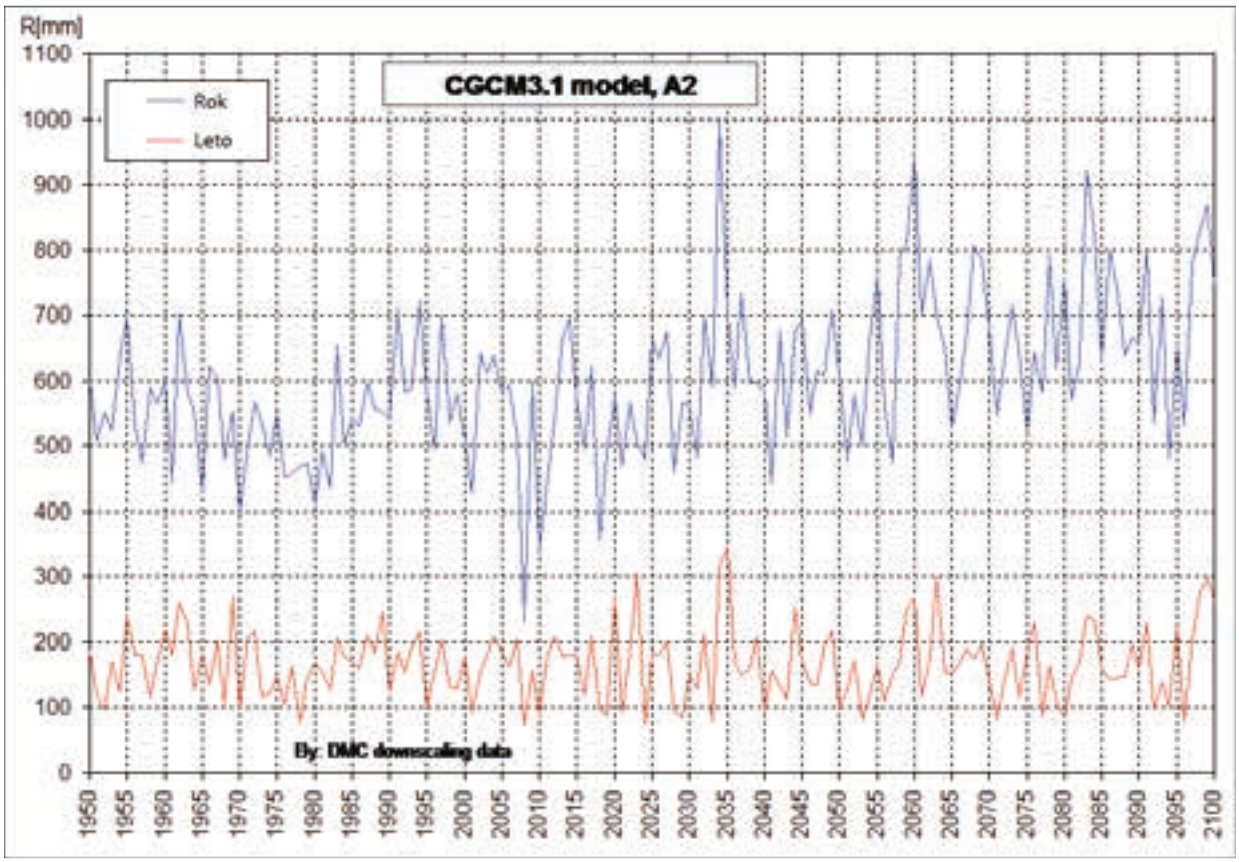


Zdroj: [116]

Na Obr. 107 je vykreslený minulý (1951–2012) a projektovaný (2013–2100) nárast teploty vzduchu, zhodne pre leto i rok pre Sliač, ležiaci v blízkosti zemepisného stredu Slovenska, v nadmorskej výške 313 m n. m., ktorý reprezentuje stredné kotlinové polohy Slovenska. Stredne pesimistický scenár znázorňuje pravdepodobne najvyšší očakávaný budúci nárast teploty vzduchu. Značný nárast teploty tento pesimistický scenár indikuje najmä v mesiacoch chladného polroka, s dôsledkami na skupenstvo zrážok a parametre snehovej pokrývky najmä v nižších polohách. Predpokladá sa, že do výšky 800 m n. m. budú úhrny zrážok prevažne tekuté a snehová pokrývka značne nestabilná.

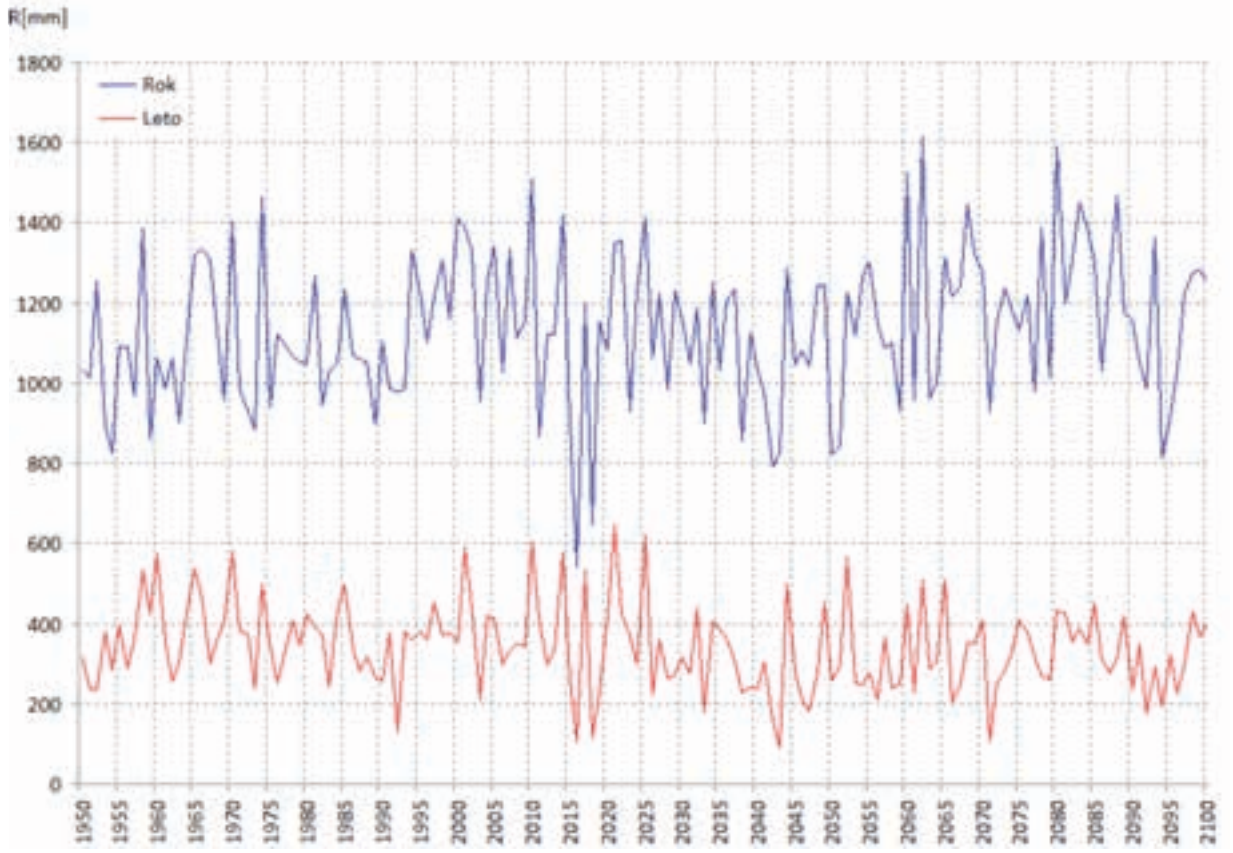
Zrážkový režim je oveľa premenlivejší ako režim teploty vzduchu. Naviac, projekcie zrážok sú zaťažené väčšou neistotou ako projekcie teplôt. Pre opis predpokladaného vývoja zrážok na Slovensku sme vybrali dve stanice, ležiace v rozdielnych geografických podmienkach. Nížinná stanice Hurbanovo, 115 m n. m., na juhu Slovenska (Obr. 108) a údolná až kotlinová stanica Oravská Lesná, 780 m n. m., ležiaca na severe územia (Obr. 109). Predpokladaný vývoj úhrnu zrážok podľa pesimistického scenára. ukazuje na obidvoch staniciach podobný priebeh. Do úrovne časového horizontu roku 2100 modelový výstup nepredpokladá významné zvýšenie či už ročného, alebo letného úhrnu. Po roku 2050 sa predpokladá nepodstatný vzrast ročných úhrnov zrážok, najmä s ohľadom na vyššiu teplotu vzduchu a predpokladaný vyšší obsah vody v atmosfére. Možný vzrast zrážok vykazuje model v zimnom období, čo by, spolu so zmenou ich skupenstva, mohlo zmeniť ročný režim odtoku s nárastom v zimných mesiacoch a poklesom začiatkom jesene. Predpokladá sa, že zrážky budú vypadávať v lete v menšom počte dní, no s vyššími úhrnmi, medzi ktorými budú dlhšie epizódy sucha. Veľká medziročná premenlivosť zrážok zostane zachovaná, čo už indikoval výskyt extrémne nízkych zrážok v roku 2003 a o niekoľko rokov zas extrémne vysoký v roku 2010.

Obr. 108: Ročný a letný úhrn zrážok v Hurbanove podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013–2100, merané údaje v období 1950–2012



Zdroj: [116]

Obr. 109: Ročný a letný úhrn zrážok v Oravskej Lesnej podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013–2100, merané údaje v období 1950–2012



Zdroj: [116]

10.3 Klimatické charakteristiky BSK – tabuľková časť

Tab. 2: Priemerné mesačné teploty vzduchu v °C za obdobie 1961–1990

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava–letisko	-14	9	5	102	151	183	201	193	154	99	44	5	98
Kuchyňa–Nový Dvor	-19	3	44	92	143	174	191	184	147	97	42	0	92
Malý Javorník	-34	-15	26	75	126	154	173	17	134	8	22	-17	74

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 3: Priemerné mesačné úhrny zrážok v mm za obdobie 1961–1990

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava–letisko	43	43	38	35	56	66	54	62	40	37	54	50	576
Kuchyňa–Nový Dvor	37	41	37	47	68	82	73	65	50	44	56	44	642

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 4: Dlhodobé klimatologické charakteristiky zo staníc na území Podunajskej nížiny, Záhorskej nížiny a Malých Karpát v obdobiach 1961–1990 a 1991–2015

Stanica	Bratislava–letisko		Kuchyňa–Nový Dvor		Modra–Piesky	
Obdobie	1961–1990	1991–2015	1961–1990	1991–2015	1961–1990	1991–2015
T rok	98	109	92	102	74	85
T tp	164	178	155	168	135	149
let	693	772	618	73	303	405
trop	184	246	152	225	28	78
mraz	882	796	1084	1011	107	991
ľad	243	214	268	223	444	409
Z rok	5761	582	6416	6609	8814	8905
Z tp	3117	3419	3838	4213	4391	4817
Z leto	1812	1873	2194	2337	2507	2591
Z zima	1338	1151	1203	1128	2378	2046
Zra 10	167	165	188	19	272	268
Zra 40	4	6	5	1	8	13
snp	385	312	458	377	854	813
Nsp 5	48	34	51	4	102	99

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Legenda

T rok Priemerná ročná teplota vzduchu v OC
T tp Priemerná teplota vzduchu za teplý polrok (IV–IX) v OC
let Priemerný počet letných dní (s denným maximom 25 °C a viac)
trop Priemerný počet tropických dní (s denným maximom 30 °C a viac)
mraz Priemerný počet mrazových dní (s denným minimom menej ako 0 °C)
ľad Priemerný počet ľadových dní (s denným maximom 0°C a menej)
Z rok Priemerný ročný úhrn zrážok v mm
Z tp Priemerný úhrn zrážok v teplom polroku (IV–IX) v mm
Z leto Priemerný úhrn zrážok v lete (VI–VIII) v mm
Z zima Priemerný úhrn zrážok v zime (XII–II) v mm
Zra 10 Priemerný počet dní so zrážkami s úhrnom 10 mm a viac
Zra 40 Priemerný počet dní so zrážkami s úhrnom 40 mm a viac
snp Priemerný počet dní so snehovou pokrývkou
Nsp 5 Priemerný počet dní s novou snehovou pokrývkou 5 cm a viac

Tab. 5: Dlhodobé charakteristiky výparu a zrážok v Bratislave v obdobiach 1961–1990 a 1991–2015

Obdobie	Eo rok	Eo tp	E rok	E tp	Z rok	Z tp	Eo-Z rok	Eo-Z tp	E-Z rok	E-Z tp	E/Eo rok	E/Eo tp
1961–1990	696	581	430	352	576	312	120	269	-146	403	6	6
1991–2015	755	628	459	369	582	342	173	286	-123	268	6	6

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Legenda

Eo rok	Priemerná ročná suma potenciálnej evapotranspirácie v mm
Eo tp	Priemerná suma potenciálnej evapotranspirácie v mm za teplý polrok (IV–IX) v mm
E rok	Priemerná ročná suma aktuálnej evapotranspirácie v mm
E tp	Priemerná suma aktuálnej evapotranspirácie v za teplý polrok (IV– X) v mm
Eo-Z rok	Priemerná ročná suma klimatického ukazovateľa zavlaženia v mm
Eo-Z tp	Priemerná suma klimatického ukazovateľa zavlaženia za teplý polrok (IV–IX) v mm
E -Z rok	Priemerný rozdiel súm aktuálnej evapotranspirácie a zrážok za rok v mm
E-Z tp	Priemerný rozdiel súm aktuálnej evapotranspirácie a zrážok teplý polrok (IV–IX) v mm
E/Eo rok	Relatívna evapotranspirácia za rok
E/Eo tp	Relatívna evapotranspirácia za teplý polrok (IV–IX)

10.4 Klimatologické scenáre pre BSK – tabuľková časť

Tab. 6: Scenáre zmien 50-r. priemerov teploty vzduchu na vybraných staniciach regiónu Bratislavského kraja (°C) do roku 2100 podľa modelu KNMI a emisného scenára SRES A1B

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Scenáre zmien priemerov teploty vzduchu v Bratislave oproti priemeru z obdobia 1961-1990													
2001–2050	9	14	1	8	7	1	8	9	8	14	4	0	8
2026–2075	18	27	18	13	16	19	17	2	17	22	12	16	18
2051–2100	32	32	26	2	25	32	33	3	24	3	23	28	28
Scenáre priemerov teploty vzduchu na Malom Javorníku vo výške 584 m n.m. do roku 2100													
2001–2050	-26	-1	34	84	13	161	178	176	138	92	24	-16	81
2026–2075	-17	13	42	89	138	17	188	187	147	10	32	0	91
2051–2100	-3	17	5	96	148	182	204	197	154	108	43	11	101
Scenáre priemerov teploty vzduchu v Malackách do roku 2100													
2001–2050	-7	15	58	10	154	188	201	193	159	109	46	2	101
2026–2075	2	29	66	105	163	196	21	204	167	116	54	18	111
2051–2100	16	33	74	113	172	209	226	213	174	124	65	29	121

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 7: Scenáre zmien 50-r. priemerov úhrnov zrážok na vybraných staniciach regiónu okresov Bratislavského kraja (% a mm) do roku 2100 podľa modelu KNMI a emisného scenára SRES A1B (L – letisko, K – Koliba, S – Senci)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Scenáre zmien priemerov úhrnov zrážok V Bratislave L v % v porovnaní s 1961–1990													
2001–2050	189	173	-207	-16	118	15	35	138	143	178	-75	203	65
2026–2075	203	152	-171	13	155	-9	-134	7	216	248	-6	182	69
2051–2100	37	334	-4	154	101	-132	-258	44	244	256	95	237	97
Scenáre priemerov úhrnov zrážok na Malom Javorníku (584 m n.m.) v mm do roku 2100													
2001–2050	635	674	416	426	82	836	856	903	652	605	694	804	835
2026–2075	642	662	434	514	847	816	715	849	693	641	746	791	838
2051–2100	731	766	522	586	807	715	614	828	709	645	822	828	860
Scenáre priemerov úhrnov zrážok V Bratislave K (286 m n.m.) v mm do roku 2100													
2001–2050	556	528	337	431	735	699	659	785	506	518	578	631	702
2026–2075	563	519	352	52	759	683	551	738	538	549	621	62	704
2051–2100	641	601	423	593	723	598	473	721	551	553	683	649	723

Scenáre priemerov úhrnov zrážok V Dobrej Vode (257 m n. m.) v mm do roku 2100													
2001–2050	621	594	329	416	664	682	624	728	469	529	636	742	705
2026–2075	628	584	344	501	686	666	522	685	499	56	684	729	707
2051–2100	716	676	413	571	653	584	447	668	51	564	753	763	726
Scenáre priemerov úhrnov zrážok v Malackách (165 m n. m.) v mm do roku 2100													
2001–2050	388	396	251	369	652	725	757	694	432	434	441	445	611
2026–2075	393	389	262	444	673	708	633	653	459	46	473	437	614
2051–2100	447	451	315	507	642	62	543	637	47	462	521	458	630
Scenáre priemerov úhrnov zrážok v Kráľovej pri S (123 m n. m.) v mm do roku 2100													
2001–2050	375	383	258	29	545	614	588	66	407	402	48	47	555
2026–2075	38	376	27	35	563	599	492	621	433	426	516	462	557
2051–2100	432	436	325	399	537	525	422	606	443	428	567	483	572

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 8: Scenáre zmien 50-r. priemerov relatívnej vlhkosti vzduchu (%) a sýtostného doplnku (hPa) v Bratislave na letisku do roku 2100 podľa modelov KNMI a MPI a emisného scenára SRES A1B

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Scenáre zmien relatívnej vlhkosti vzduchu (%) podľa modelu KNMI do roku 2100													
2001–2050	2	-3	-16	-27	-2	-5	-5	-3	-4	6	-7	-9	-8
2026–2075	-1	-3	-18	-19	-16	0	-1	-5	-9	5	-2	-5	-7
2051–2100	-4	-1	-13	-16	-25	-2	-39	-17	-9	8	-4	6	-11
Scenáre zmien sýtostného doplnku (hPa) podľa modelu KNMI do roku 2100													
2001–2050	1	2	3	6	6	6	5	5	3	2	1	1	3
2026–2075	1	3	5	7	9	9	12	1	8	3	2	2	6
2051–2100	3	4	6	9	16	22	31	19	1	4	3	2	11

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 9: Scenáre zmien 50-r. priemerov tlaku vodnej pary (hPa) v Bratislave na letisku do roku 2100 podľa modelu KNMI a emisného scenára SRES A1B

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Scenáre zmien tlaku vodnej pary (hPa) podľa modelu KNMI do roku 2100													
2001–2050	4	5	3	1	2	8	7	9	6	1	1	0	5
2026–2075	7	11	7	4	1	18	16	2	13	16	5	6	11
2051–2100	12	13	11	9	15	26	24	27	2	22	11	12	17

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Nasledujúce tabuľky zobrazujú scenáre zmeny mesačných priemerov počtu dní so snehovou pokrývkou (N) v regióne juhozápadného Slovenska a Malých Karpát v porovnaní s priemermi v období 1951-1980 v prípade zmien dlhodobých priemerov teploty vzduchu a dlhodobých priemerných úhrnov zrážok, ZI je zima (XII-II) a CHP je chladný polrok (X-III).

Tab. 10: Zmena priemerov N (v %) pri raste priemerov teploty vzduchu o 1 °C

Región	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZI	CHP
Podun. nížina	-20	-22	-44								-44	-28	-22	-32
Záhorská nížina	-12	-18	-36								-36	-22	-17	-26
600 m n. m.	-1	-1	-2	-14							-20	-6	-2	-4

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 11: Zmena priemerov N (v %) pri raste úhrnov zrážok o 10 %

Región	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZI	CHP
Podun. nížina	6	5	7								5	3	3	7
Záhorská nížina	3	3	5								5	3	3	5
600 m n. m.	1	1	1	0							5	1	1	2

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tabuľky nižšie špecifikujú scenáre zmeny mesačných priemerov sumy denných výšok snehovej pokrývky (S) v regióne juhozápadného Slovenska a Malých Karpát v porovnaní s priemermi v období 1951–1980 v prípade zmien dlhodobých priemerov teploty vzduchu a dlhodobých priemerných úhrnov zrážok, ZI je zima (XII-II) a CHP je chladný polrok (X-III).

Tab. 12: Zmena priemerov S (v %) pri raste priemerov teploty vzduchu o 1 °C

Región	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZI	CHP
Podun. nížina	-28	-36	-46								-52	-42	-33	-51
Záhorská nížina	-22	-26	-45								-32	-34	-28	-47
600 m n. m.	-7	-6	-18	-16							-28	-12	-7	-16

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 13: Zmena priemerov S (v %) pri raste úhrnov zrážok o 10 %

Región	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ZI	CHP
Podun. nížina	7	11	8								10	6	7	10
Záhorská nížina	5	5	7								10	6	7	10
600 m n. m.	6	3	5	0							8	7	9	10

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

Tab. 14: Scenáre zmien 50-r. priemerov počtu dní s charakteristickou teplotou v Bratislave na letisku do roku 2100 podľa modelu KNMI a emisného scenára SRES A1B v porovnaní s priemermi z obdobia 1961–1990

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Zmeny počtu letných dní v Bratislave L v porovnaní s priemerom v období 1961–1990, Tmax ≥ 25 °C													
2001–2050		0	3	7	11	36	22	28	11	9			126
2026–2075		0	4	11	34	57	46	6	31	1			253
2051–2100		0	4	16	57	86	75	79	48	15			38
Zmeny počtu tropických dní v Bratislave L v porovnaní s priemerom v období 1961–1990, Tmax ≥ 30 °C													
2001–2050			0	1	1	9	12	19	7	0			58
2026–2075			0	2	15	26	32	43	15	0			134
2051–2100			0	3	28	56	71	68	22	1			247
2001–2050	-17	-6	-2							0	-4	9	-2
2026–2075	-33	-25	-3							0	-11	-22	-94
2051–2100	-57	-22	-4							0	-14	-41	-138
Zmeny počtu mrazových dní v Bratislave L v porovnaní s priemerom v období 1961–1990, Tmin < 0 °C													
2001–2050	-23	-47	-7	-1	0				0	-14	-5	5	-101
2026–2075	-43	-77	-29	-13	0				0	-21	-24	-39	-246
2051–2100	-84	-88	-56	-17	0				0	-28	-52	-75	-401
Zmeny počtu tropických nocí v Bratislave L v porovnaní s priemerom v období 1961–1990, Tmin ≥ 20 °C													
2001–2050					1	3	9	6	1	0			2
2026–2075					2	11	28	2	3	0			63
2051–2100					6	31	61	4	7	0			144

Zdroj: Dr. Pavel Šťastný, prof. Milan Lapin

11 Bibliografia

1. **Čermák, J. et al.** Urban tree root systems and their survival near houses analyzed using ground penetrating radar and sap flow techniques. *Plant and Soil*. 2000, 219, p. 103-116.
2. **Leuzinger, S. et al.** Tree surface temperature in urban environmemt. *Agriculture and forest Meteorology*. 150, p. 50-60.
3. **Rahman, M. A. et al.** Efect of cooling condition of the growth and cooling ability of Pyrus calleryana. *Urban forestry and Urban greening*. 2011, 10(3), 185-192.
4. **Thomas, P.** *Trees: Their Natural History*. Cambridge : Cambridge University Press, 2000.
5. **Európska Komisia.**
http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/SK%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf. [Online]
6. **Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.** [Online]
http://www.isa-arbor.sk/dokumenty/rez_stromov.pdf.
7. **Bealey, W. J. et al.** Estimating the reduction of urban PM10 concentrations by trees within an environmental information system for planners. *Journal of Environmental Management*. 2007, 85, s. 44–58.
8. **Nowak, et al.** 2006.
9. **Lovasi, G., Quinn, J., Neckerman, K., Perzanowski, M. & Rundle, A.** Children living in areas with more street trees have lower prevalence of asthma. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 2008, 62(7), pp. 647.
10. **Jim, C.Y., Chen, W.Y.** Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou. *Journal of Environmental Management*. 2003, 88, 665–676.
11. **Town and Country Planning Association.** *The essential role of green infrastructure: eco-towns green infrastructure worksheet Eco-towns Green Infrastructure Worksheet, Advice to Promoters and Planners.* [Online] 2008. http://www.tcpa.org.uk/data/files/etws_green_infrastructure.pdf.
12. **Bowler, D. et al.** Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*. 97, 2010, 3, p. 147-155.
13. **Handley.** University of Manchester workshop w/ Handley, Gill et al. *Building natural value for sustainable economic development: The green infrastructure valuation toolkit user guide*. [Online] 2010.
http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/Green_Infrastructure_Valuation_Toolkit_UserGuide.pdf.
14. **Potscher, et al.** Climatic behaviour of various urban parks during hot and humid summer. *International Journal of Climatology*. 2006, 26(12),1695-1711.
15. **Authority, Commission for Architecture and the Built Environment and the Greater London.** Does Money Grow on Trees? [Online] 2004.
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110118095356/http:/www.cabe.org.uk/files/does-money-grow-on--trees.pdf.
16. **Ca, et al.** Reduction in air condinionning energy caused by nearby parks. *Energy and Buildings*. 29, 1998, 1, 83-92.
17. **Genecon LLP.** Building Natural Value for Sustainable Economic Development: The green infrastructure valuation toolkit user guide. [Online]
http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/resources/Green_Infrastructure_Valuation_Toolkit_UserGuide.pdf.
18. **Ellaway, A. et al.** Graffiti, greenery and obesity in adults: secondary analysis of European cross sectional survey. *British Medical Journal*. 2005, 331, s. 611–612.
19. **Kuo, F. et al.** Views of nature and self-discipline: evidence from inner city children. *Journal of Environmental Psychology*. 2001, 21.
20. —. Does Vegetation Reduce Crime? [Online] 2001.
http://www.outdoorfoundation.org/pdf/EnvironmentAndCrime.pdf.
21. **Velarde, M. D. A Fry, G. And Tveit, M.** Health effects of viewing landscapes: landscape types in environmental psychology. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2007, 6, p. 199-212.
22. **European Environment Agency.** *Ensuring quality of life in Europe's cities and towns, Tackling the environmental challenges driven by European and global change*. 2009.
23. —. *The European environment | State and outlook 2010, Thematic assessment, Adapting Climate Change p. 4.* 2010.
24. —. *The European environment | State and outlook 2010, Thematic assessment, Urban environment, s.12*. 2010.
25. **AŽ Projekt s r. o.** Štandardy minimálnej vybavenosti obcí. [Online] 2009.
http://www.telecom.gov.sk/index/index.php?ids=75272.
26. **Finistav/stavebniny.** [Online] http://finistav.sk/vegetacne-a-drenazne-dlazby-presbeton.
27. **Kalinová, B.** V centre Bratislavy sú hektáre nevyužitých miest. [Online] http://bratislava.sme.sk/c/7145596/v-centre-bratislavy-su-hektare-nevyuzitych-miest.html#ixzz4FPNWgF7H.

28. **M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds.** Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [aut. knihy] IPCC. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge : Cambridge University Press, 2007.
29. **Európska Komisia.** European Common Indicators. [Online] http://ci2.co.cz/en/european-common-indicators.
30. **Reháčková, T., Pauditšová, E.** *Vegetácia v urbánnom prostredí*. Bratislava : CICERO, s.r.o., 2006. ISBN 80-96914-1-1.
31. **The Victorian Centre for Climate Change Adaptation Research.** [Online] http://www.vcccar.org.au/.
32. **Watkins, R., Palmer, J., Kolokotroni, M.** Increased Temperature and Intensification of the Urban Heat Island: Implications for Human Comfort and Urban Design. *Built Environment*. 2007, 1, p. 85-96.
33. **Philippines, J. H.** LookHome Philippines Magazine. [Online] Pure Digital Communications, 2014. http://energy.gov/energysaver/energy-efficient-window-treatments.
34. **Parsons, et al.** [Online] https://www.sunsmart.com.au/downloads/resources/brochures/shade-guidelines.pd.
35. **World Health Organization.** Ultraviolet radiation and health. [Online] http://www.who.int/uv/uv_and_health/en/.
36. **Whiting, D. et al.** Plant Growth Factors: Photosynthesis, Respiration, and Transpiration. [Online] http://www.ext.colostate.edu/mg/gardennotes/141.html .
37. **Zmrhal V.** Stanovení střední radiační teploty. [Online] [Dátum: 19. august 2016.] http://www.tzb-info.cz/3072-stanoveni-stredni-radiacni-teploty-i .
38. **Búci, I.** Všetko o bazéne. [Online] http://www.compasspools.eu/uploads/tx_compass_news/Pekne_byvanie.pdf.
39. **CorniSun.** Odpařování vody z bazénu a její ochlazování. [Online] http://www.solarniplachtacornisun.cz/clanky/odparovani-vody-z-bazenu-a-jeji-ochlazovani/.
40. **ZŠ Topoľníky.** [Online] http://www.zstopolniky.sk/parts/norsky%20projekt/realizacia_projektu.php.
41. **Hríb, M. - Vodales, s.r.o. a Balaži Ipros,s.r.o.**
42. **Hudák, M. Blue Alternative nadácia.**
43. **Hammel, et al.** Watter retention in raingarden - implication for local scale soil moisture and water fluxes. *7th International Conference Water sensitive urban design*. 2012.
44. **The Ministry of the Environment of the Czech Republic.** WETLANDS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES: PRESENT STATE AND PERSPECTIVES IN EUROPE. [Online] http://conference2015.wetlands.cz/wp-content/uploads/2015/11/Sbornik-Wetlands-in-Agricultural-Landscapes.pdf.
45. **Philippe Maillard, Veolia.**
46. **Pifko, H.** 2014.
47. **Pytel, R.** Žilinská tepláreň. [Online] https://www.zilinskyvecernik.sk/clanok/zima-je-tepla-pocitime-to-na-uctoch-za-teplo/1209/.
48. **Rybička, M.** Úspory energií zateplováním: Jak postupovat. [Online] http://www.hypoindex.cz/uspory-energii-zateplovanim-jak-postupovat/.
49. **Pifko, H.**
50. **U.S. Department of Energy by the National Renewable Energy Laboratory.** Cooling your home naturally. [Online] 1994. http://www.nrel.gov/docs/legosti/old/15771.pdf .
51. **Chmúrny, I.** Sklo v stavebníctve a architektúre. [Online] 2010. http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebne-materialy/sklo-vstavebnictve-aarchitekture.
52. **Karam M. Al-Obaidi, et al.** Passive cooling techniques through reflective and radiative roofs in tropical houses in Southeast Asia: A literature review. *Frontiers of Architectural Research*. 2014, 3, 283-297.
53. **Feng, et al.** Theoretical and experomental analysis of the thermal balance of extensive green roofs. *Energy and buildings*. 2010, 42(6),959-965 .
54. **Peck, S. W., M. Kuhn, et al.** *Design Guidelines for Green Roofs*. s.l. : Ontario Association of Architects; CMHC, 2003.
55. **Mentens, J., Raes, D. et al.** Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*. 2006, 77(3): 217-226.
56. **Williams, D.** Why Green Roofs? [Online] https://tcugreenroofs.wordpress.com/green-roof-benefits/.
57. **Karpatský rozvojový inštitút.** Adaptácia na zmenu klímy – naliehavá úloha miest. [Online] 2014. http://www.kri.sk/web_object/427.pdf.
58. **Perini, K.** The Integration of Vegetation in Architecture, Vertical and Horizontal. *International Journal of Biology*. 2012, Zv. 4, 2.
59. **Köhler, M.** Green façades-a view back and some vision. *Urban Ecosyst*. 2008, 11, 423-436.

60. **Perini K., Ottelé M., Haas E. M., & Raiteri R.** Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology*. 2011, 1(1), 1-8.
61. **RM Garden.** Vertikálne záhrady. [Online] http://www.rmgarden.sk/vertikalnezahrady.html.
62. **Perez, et al.** Behavour of green facades in Mediteranian continental climate. *Energy conversion and management*. 2011, 52(4), 1861-1867.
63. **Alexandrie, et al.** Temperature decreases in a urban canyon due to the green walls and green roofs in different climates. *Building and Environment*. 2008, 43(4), 480-496.
64. **Wong, et al.** Thermal Evaluation of the vertical greenery system for bulding walls. *Building and Environment*. 2003, 45(3), 663-672.
65. **Paresseux, J.** Les plantes huit fois plus efficaces à réduire la pollution atmosphérique qu'on ne le pensa. [Online] https://jardinierparesseux.com/2016/08/28/les-plantes-huit-fois-plus-efficaces-a-reduire-la-pollution-atmospherique/.
66. **Košičanová D., Fedorčák P.** Analýza kompresorového chladenia a absorpčného chladenia s využitím tepla zo slnka. [Online] http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/analyza-kompresoroveho-chladenia-absorpcneho-chladenia-s-vyuzitim-tepla-zo-slnka.
67. **Jediný, L.** Prínos trigenerácie a úskalia pri jej navrhovaní. [Online] [Dátum: 15. júl 2016.] http://www.szn.sk/slovgas/Casopis/2003/2/2003_2_09.pdf.
68. **Intech Slovakia, s r. o.** Trigenerácia. [Online] http://www.intechenergo.sk/trigoneracia/.
69. **VERSO, s r. o.** V lete chladí, v zime vykuruje. *Stavajte a bývajte s nami.* [Online] [Dátum: 12. august 2016.] http://www.stavajtesnami.sk/priloha38/clanok50.htm.
70. **Infraclima, s r. o.**
71. **Matejčíková A.** Kapilárne rohože. [Online] [Dátum: 14. august 2016.] http://www.asb.sk/tzb/vykurovanie/kapilarne-rohoze-infraclima .
72. **Infraclima s.r.o.** [Online] http://www.kapilarnerohoze.sk/ .
73. **Machovec, J.** Dusledky globálních klimatických změn na sadovnicku tvorbu ve městech. *Sídlo, park krajina, zborník referátov*. 2002.
74. **Pejchal, M.** Použití dřevin v zahradní a krajinářské tvorbě z pohledu možných klimatických změn. [Online] 2011. http://www.szkt.sk/dokumenty/oznamy/2012/pejchal.pdf.
75. **Gojdičová, E., Cvachová, A., Karasová, E.** Zoznam nepôvodných, inváznych a expanzívnych cievnatých rastlín Slovenska. [Online] 2002. http://www.sopsr.sk/publikacie/invazne/doc/Zoznam_inv_rastlin.pdf.
76. **NatureParif.** Guide de gestion différenciée a l´usage des collectivités. [Online] http://www.natureparif.fr/connaitre/publications/216-guide-de-gestion-differencie.
77. **Dijon Ecolo.** Comment intégrer la biodiversité au sein d'un écoquartier ? [Online] http://www.dijon-ecolo.fr/dossiers/ecoquartiers/Rapport-etudiants-biodiversite-ecoquartier.pdf.
78. **Burgenland.** Handbuch Naturnahe Pflege von Begleitgrün. [Online] http://www.burgenland.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Umwelt_und_Agrar/Umwelt/Umweltanwaltschaft/Handbuch_Pflege_Begleitgruen_2014.pdf.
79. **Isebek-initiative.** Leitfaden zur naturnahen, ökologisch orientierten Pflege-und Entwicklungöffentlicher GrünanlagenSchwerpunkt: Krautige und strauchige Vegetationstypen. [Online] http://www.isebek-initiative.de/uploads/sn/FHH_2000_UB_Ringenberg_Leitfaden-Naturnahe-Pflege.pdf.
80. **mojazahradka.sk.** Zelené hnojenie záhradky. [Online] http://www.mojazahradka.sk/zelene-hnojenie-zahradky/.
81. **Hanušin, J.** Geografický ústav Slovenskej akadémie vied, 2012.
82. **Koreňová, Ľ.** Zníženie úniku vody z rozvodov pitnej vody. [Online] 2015. https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=1567.
83. **Ekodren.** Ekodren. [Online] http://www.ekodren.sk/.
84. **Poliak, M.**
85. **Zmluva.** Dodatok č.1/2011 k Zmluve č.133/2011. [Online] http://www.crz.gov.sk/index.php?ID=603&doc=307885.
86. **Kováč, P.** *Účinnosť poldrov navrhovanýcvh na rieke Morava a programové vybavenie na jej hodnotenie.* Bratislava : s.n., 2006.
87. **Vnuk, V.** *Červený hrádok – zapojenie koreňovej čistiarne odpadových vôd do intravilánu a extravilánu obce.* Nitra : s.n., 2010.
88. **ELWA.**
89. **Lehocký, V.**
90. **Ekorast.** [Online] www.ekorast.sk.
91. **Ekoraster.** [Online] www.ekoraster.sk, www.zatravnovace.sk.
92. **Barkerstone.** [Online] http://www.barkerstone.sk/index-4.html.
93. **US Environmental Protection Agency.** Green Infrastructure. [Online] https://www.epa.gov/green-infrastructure.

94. **City of Lancaster.** Green Infrastructure Technology Fact Sheets. [Online] http://www.dcnr.state.pa.us/cs/groups/public/documents/document/dcnr_004822.pdf.
95. **Čaboun, V.** Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav, 2012.
96. **US Environmental Protection Agency Office of Wetlands, Oceans and Watersheds.** Watershed Ecology Team. 2003.
97. **Minďáš, J. et al.** Les a vodný režim v krajine. [Online] 2011. [Dátum: 20. február 2012.] http://www.urbion.sk/les-a-vodny-rezim-v-krajine.
98. **Kantor, P. - Šach, F.** Možnosti lesů při tlumení povodní. [Online] 2002. http://www.jeseniky.ecn.cz/Herminovy/Clanky/Moznosti_lesu.htm.
99. **Šály, R.** *Pedológia*. s.l. : Technická univerzita vo Zvolene, 1988.
100. **Kantor, P.** Vodní bilance smrku a buku ve vegetačním období. *Práce VÚLHM*. 1984, 64:219 – 262.
101. **Brown, D.** Pervious Concrete Pavement: A Win-Win System. *Concrete Technology Today*. 2003, Zv. 24, 2.
102. **Gogola, M.** Žilinská Univerzita, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov.
103. **Liščák, P.** Minulosť a súčasnosť zosuvov v Slovenskej republike. [Online] https://www.minzp.sk/files/press/prednasky/zosuvy_coneco.pdf.
104. **Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.** Zosuvy na Slovensku. [Online] [Dátum: 20. júl 2016.] http://www.geology.sk/new/sk/node/1387.
105. **Ministerstvo životného prostredia SR.** Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. [Online] 2014. http://www.minzp.sk/sekcie/temy-oblasti/ovzdusie/politika-zmeny-klimy/aktualne-temy/adaptacia.html.
106. —. *rogram prevencie a manažmentu zosuvných rizík 2014 – 2020*. 2013. Bratislava.
107. **Bíziková, J.** *Svahové pohyby na území Žilinského kraja*. Žilina : s.n., 2008.
108. **Košičová, D.** *Poruchy, stabilizácia, údržba a oprava zemných konštrukcií*. Nitra : s.n., 2011.
109. **Slivovský.** *Metódy sanácie svahov*. 1979.
110. **Ďurišková, M.** *Stabilizácia koryta Tuhárskeho potoka*. Nitra : s.n., 2010.
111. **STN EN 1991-1-1.**
112. **Thurston, Ch.** Ensuring Your Solar Array Doesn't Get Caught in the Wind. [Online] 2015. http://www.renewableenergyworld.com/articles/print/volume-18/issue-4/features/solar/ensuring-your-solar-array-doesn-t-get-caught-in-the-wind.html.
113. **IPCC.** *Fifth Assessment Report (AR5)*. [Online] 2013. http://www.ipcc.ch/report/ar5/.
114. **Cook, J.** *Vedecký sprievodca skepticizmu globálneho otepľovania*. [Online] 2010. http://www.skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Slovak.pdf.
115. **Byun, H., Wilhite, D. A.** Objective Quantification of Droughts Severity and Duration. *Journal of Climate*. 1999, Zv. 12, 9.
116. **SHMÚ.**

12 Zoznam skratiek

AP	Akčný plán
BSK	Bratislavský samosprávny kraj
CLLD	Community Led Local Development
DPH	Daň z pridanej hodnoty
EIA	Environmental Impact Assessment
EÚ	Európska únia
GHG	Greenhouse gas
HaZZ	Hasičský a záchranný zbor
HDPE	High-density polyethylene
CABE	Chartered Association of Building Engineer
IROP	Integrovaný regionálny operačný program
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KRI	Karpatský rozvojový inštitút
LAU	Local Administrative Unit
LŠÚJ	Lokálna štatistická územná jednotka
MHD	Mestská hromadná doprava
MÚSES	Miestny územný systém ekologickej stability
MDVaRR	Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja
MŽP	Ministerstvo životného prostredia
NKÚ	Najvyšší kontrolný úrad
NUTS	Nomenklatúra územných štatistických jednotiek
NEHAP	National Environmental Health Action Plan
OZE	Obnoviteľné zdroje energie
OP	Operačný program
OP EVS	Operačný program Efektívna verejná správa
OP KŽP	Operačný program Kvalita životného prostredia
OSN	Organizácia spojených národov
ORP	Orná pôda
PHO	Pásmo hygienickej ochrany
PZ	Policajný zbor
PHSR	Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja
RŠÚJ	Regionálna štatistická územná jednotka
REC	Regionálne environmentálne centrum
RCP	Representative Concentration Pathways
RD	Rodinný dom
SR	Slovenská republika
STN	Slovenská technická norma
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
STEEP	Social, Technological, Economical, Environmental and Political
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SRI	Solar reflectance index
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
SEA	Strategic Environmental Assessment
NUTS	The Nomenclature of Territorial Units for Statistic
UV	Ultraviolet
ÚPD	Územnoplánovacia dokumentácia
ÚPN	Územný plán
ÚSES	Územný systém ekologickej stability
VZN	Všeobecne záväzné nariadenie
VÚC	Vyšší územný celok
ZŠ	Základná škola

...Rozhodnutia s dlhodobými dôsledkami na závažnosť vplyvov zmeny klímy pre dané územie sa tvoria každý deň. Dnes vybrané alternatívy budú formovať zajtrajšiu zvýšenú či zníženú zraniteľnosť na vplyvy zmeny klímy...



BRATISLAVSKÝ
SAMOSPRÁVNY KRAJ
NAJLEPŠIE MIESTO PRE ŽIVOT

www.bratislavskykraj.sk
Sabinovská 16
820 05 Bratislava
02/4826 4111

Vydané v máji 2019