

Adaptácia na zmenu klímy

Brožúra pre tých, ktorí chcú viac
o tom vedieť a aj aktívne konať



Karpatský rozvojový inštitút 2015

Adaptácia na zmenu klímy

Brožúra pre tých, ktorí chcú viac
o tom vedieť a aj aktívne konať

Táto publikácia bola vytvorená s podporou Európskej únie. Texty v brožúre vychádzali z podkladov, resp. boli konzultované s poprednými slovenskými odborníkmi na danú oblasť. Za obsah publikácie v plnej miere zodpovedá Karpatský rozvojový inštitút. Názory prezentované v tejto publikácii sú názory autorov a nemusia vyjadrovať názory Európskej únie

Projekt „LOC-CLIM-ACT: Aktivita na lokálnej úrovni v súvislosti s dopadmi klimatickej zmeny“ je implementovaný v rámci programu cezhraničnej spolupráce ENPI Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina 2007-2013 (www.huskroua-cbc.net) a je spolufinancovaný Európskou úniou prostredníctvom Nástroja európskeho susedstva a partnerstva /ENPI/.

Implementácia programu cezhraničnej spolupráce ENPI Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina prebehne v rokoch 2007 až 2013 na vonkajšej hranici členských štátov EÚ a Ukrajiny. Globálnym cieľom programu je zintenzívniť a prehĺbiť spoluprácu v oblasti trvalo udržateľného, sociálneho, environmentálneho a ekonomického rozvoja medzi regiónmi Ukrajiny (Zakarpatská, Ivano-Frankivská a Černivetská oblasť) a oprávnenými a pridruženým územiami Maďarska, Rumunska a Slovenska. Funkciu Spoločného technického sekretariátu programu plní Národná rozvojová agentúra, Maďarsko. Webová stránka programu je dostupná na: www.huskroua-cbc.net.

Európska únia pozostáva z 28 štátov, ktoré sa rozhodli postupne prepájať svoje vedomosti, zdroje a osudy. Spoločne, počas 50 ročného obdobia rozširovania, vybudovali zónu stability, tolerance a individuálnej slobody. Európska únia sa zaviazala, zdieľať jej úspechy a hodnoty s krajinami a ľuďmi za jej hranicou.

Európska komisia je jej výkonným orgánom.

http://europa.eu/index_sk.htm

http://ec.europa.eu/index_sk.htm



Program cezhraničnej spolupráce ENPI
Maďarsko–Slovensko–Rumunsko–Ukrajina

Program je spolufinancovaný
z prostriedkov Európskej únie



Partnerstvo bez hraníc

Obsah

• Čo je to globálna zmena klímy? _____	5
• Čo spôsobuje súčasnú zmenu klímy? _____	6
• Aké sú dôsledky zmeny klímy? _____	9
• Aké sú priame dopady zmeny klímy na zdravie? _____	12
• Aké môžeme očakávať prejavy zmeny klímy (pravdepodobné scenáre)? _____	13
• Aké sú doterajšie dopady zmeny klímy na Slovensko? _____	15
• Aké sú očakávané dopady zmeny klímy na Slovensko do konca 21. storočia? _____	17
• Ako reagovať na dopady zmeny klímy? _____	19
• Ako sa adaptovať na lokálnej úrovni? _____	22
• Čo sú to adaptačné opatrenia? _____	23
• Príklady adaptačných opatrení voči častejším a intenzívnejším horúčavam _____	24
• Príklady adaptačných opatrení voči častejším a intenzívnejším zrážkam _____	27
• Príklady adaptačných opatrení voči častejším výskytom sucha _____	30
• Príklady adaptačných opatrení voči častejším výskytom silných vetrov a víchríc _____	32
• Aj vy buďte súčasťou adaptačných riešení! _____	32
• Niektoré linky zdrojov, ktoré boli použité a kde sa dá dozvedieť o tejto téme viac podrobností: _____	35
• O Karpatskom rozvojovom inštitúte _____	36

Čo je to globálna zmena klímy?

Zmena klímy už v súčasnosti prispieva k smrti státisícov ľudí ročne, viac ako 300 miliónov je postihnutých rôznymi škodami, stojí svet viac ako 1,2 trilióna USD a každoročne znižuje globálny hrubý domáci produkt (HDP)¹ o 1,6 %. Vedci predpovedajú, že v budúcich dekádach, v súvislosti so zmenou klímy, zažijeme extrémny počasie ešte častejšie a s väčšou intenzitou.

Globálna klíma je výsledkom vzájomného pôsobenia viacerých faktorov, napríklad slnečného žiarenia, pozície Zeme voči Slnku, morských prúdov, sopečnej činnosti, biosféry Zeme, koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére a ďalších. Zmena jedného či viacerých faktorov sa prejaví v zmenách klimatických podmienok Zeme. V súčasnosti jeden z týchto faktorov, skleníkový efekt, zosilňuje ľudstvo uvoľňovaním skleníkových plynov (hlavne oxidu uhličitého, ale aj metánu a ďalších), prioritne cez spaľovanie fosílnych palív a znižovaním ich absorpcie odlesňovaním. Samotný skleníkový efekt je pritom prirodzeným klimatickým faktorom, bez ktorého by na Zemi bolo asi o 33°C chladnejšie. Funguje tak, že potom čo atmosféra prepustí časť slnečného žiarenia, zemský povrch vyžaruje späť do atmosféry dlhovlnné tepelné žiarenie. Skleníkové plyny ho zachytávajú a časť z neho vracajú späť k zemskému povrchu, čím ohrievajú tú časť prízemnej atmosféry, v ktorej sa nachádzajú (**OBR. 1**).

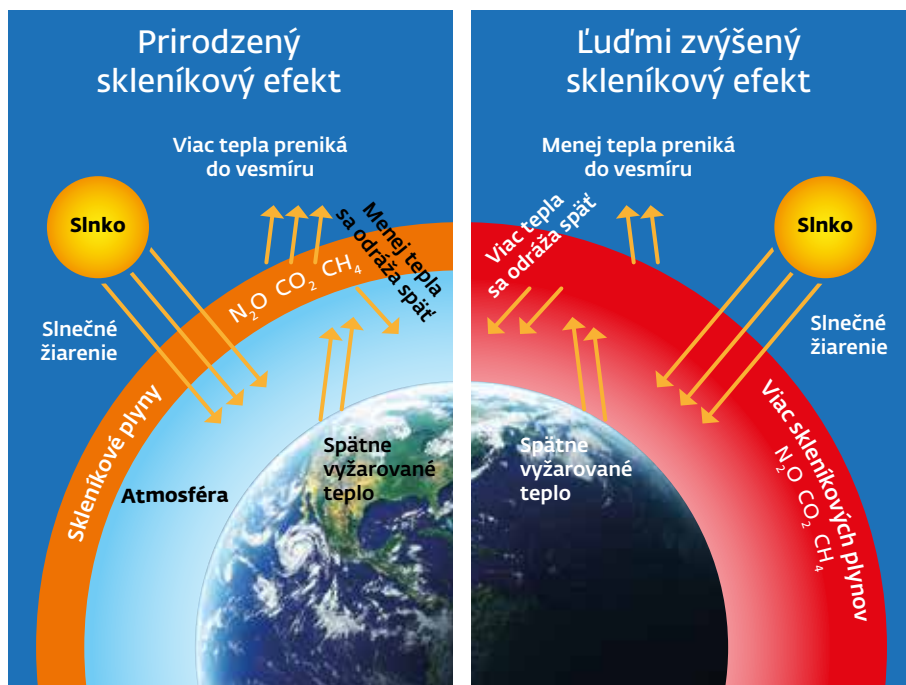
Klíma nie je to isté ako počasie a často dochádza k ich nesprávnemu používaniu či interpretácii.

Počasie je aktuálny stav atmosféry v danom čase a na danom mieste. Najviac ovplyvňuje počasie ľudí, poľnohospodárstvo či ekosystémy v najnižšej vrstve atmosféry v tzv. troposfére. Prejavy počasia možno popísať pomocou teploty, množstva zrážok, množstva oblačnosti či rýchlosti vetra. Extrémne prejavy počasia predstavujú napr. hurikány, tornáda, búrky, intenzívne dažde či suchá.

Klíma či podnebie je dlhodobý priemer počasia na danom mieste. Kým počasie sa môže zmeniť v minútach či hodinách, zmena klímy trvá dekády či dokonca storočia. Klíma nie je definovaná len priemernou teplotou a zrážkami, ale aj typom, frekvenciou, dĺžkou a intenzitou javov počasia ako sú vlny horúčav, obdobia chladu, búrky, intenzívne dažde či suchá. Počasie sa môže síce často meniť, ale priemerné podmienky zostávajú stabilné, pokiaľ nemusí Zem čeliť okolnostiam, ktoré môžu klímu zmeniť.

Zmena klímy sa vzťahuje k akejkoľvek výraznej zmene dlhodobých parametrov klímy (podnebia), priemerovaných za najmenej 30 rokov. Inými slovami, zmena klímy zahŕňa väčšie a dlhodobejšie zmeny napríklad v teplote, v intenzite a charaktere zrážok, atmosférickej cirkulácie apod.

1 Pre ilustráciu, ak by ste žili 80 rokov a chceli mať na konci 1 trilión USD museli by ste si odložiť každý deň svojho života 34 miliónov USD.



OBR. 1: Vľavo – prírodná existencia skleníkových plynov a jej efekt; vpravo – zvýšené množstvo skleníkových plynov z ľudských aktivít a ich efekt

Čo spôsobuje súčasnú zmenu klímy?

Klimatické zmeny sa udiali už aj v minulosti, dlho predtým než sa objavil človek, pretože mnoho faktorov (ako bolo spomenuté vyššie) môže ovplyvniť klímu na Zemi.

Avšak produkcia **skleníkových plynov emitovaných ľudskou činnosťou bola v minulej dekáde najvyššia v histórii ľudstva** a dosiahla 49 miliárd CO₂ ekvivalentných jednotiek² za rok 2010. V roku 2011 boli koncentrácie oxidu uhličitého vyššie o 40 %, metánu o 150 %, a oxidu dusného o 20 % ako pred priemyselnou revolúciou.³ Koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére je už v súčasnosti najvyššia minimálne za posledných

2 Tzv. CO₂ ekvivalent je hodnota udávajúca mieru vplyvu jednotlivých skleníkových plynov na globálne otepľovanie použitím prepočtu na množstvo alebo koncentráciu CO₂, ktorá by mala obdobné vplyvy.

3 Priemyselná revolúcia bola veľkým spoločenským a technologicko-hospodárskym prevratom, ktorý znamenal prechod od remeselnej a manufaktúrnej výroby k továrenskej výrobe. Začala sa v Anglicku, v 60. rokoch 18. storočia.

800 000 rokov. Výsledkom je výrazná zmena klímy, ktorej najznámejším prejavom je rast globálnej teploty prízemnej vrstvy atmosféry a oceánov – tzv. globálne otepľovanie.

Aj najnovšia, piata správa IPCC (2014)⁴ opäť konštatuje, že ľudia a ich činnosť je hlavná príčina globálneho otepľovania. Dnes už vieme s veľkou istotou (95 %) povedať, že viac ako polovica z pozorovaného nárastu povrchovej teploty na Zemi v rokoch 1951 – 2010 je spôsobená nárastom koncentrácie skleníkových plynov, pochádzajúcich hlavne zo spaľovanie uhlia, ropy a plynu a nadmerného odlesňovania.

Mnohé vedecké pozorovania potvrdzujú, že súčasné otepľovanie nesie ľudské stopy, napríklad:

- 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 nadmerne zadržiavajú.
- Analýza vedeckých prác s témou „globálna zmena klímy“ medzi rokmi 1993 a 2013 ukázala, že **prakticky nejestvuje jediná skutočne vedecká práca odmietajúca, že globálne otepľovanie je spôsobené prevažne ľuďmi.** Viacero prieskumov medzi klimatológmi preukázalo, že viac ako 97 % publikovaných prác považuje ľudskú aktivitu za kľúčový (hlavný) faktor súčasnej zmeny klímy.

4 Medzivládny panel o zmene klímy (the Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) je medzinárodná inštitúcia pre hodnotenie vedeckých poznatkov súvisiacich so zmenou klímy, ktorá bola založená v roku 1988 Svetovou meteorologickou organizáciou (WMO) a Environmentálnym programom Organizácie spojených národov (UNEP). Jej úlohou je poskytovať vedecky podložené pravidelné hodnotenia zmeny klímy, jej dopadov a rizík s nimi spojených, ako aj možnosti ako ich zmierňovať či sa im prispôbiť.



OBR. 2: Najvýznamnejších 11 indikátorov podporujúcich teóriu ľuďmi podmienenej klimatickej zmeny

Globálny teplotný priemer (kombinácia teploty zemského povrchu a oceánov) sa zvýšil o $0,85^{\circ}\text{C}$ za obdobie 1880 – 2012 a rýchlosť otepľovania sa zvyšuje (len od roku 1951 sa oteplilo o $0,72^{\circ}\text{C}$). Takýto rozdiel môže byť zanedbateľný z hľadiska počasia, ale v prípade klímy sa jedná o veľmi výraznú zmenu. Ak sa to zdá pomerne málo, tak si treba uvedomiť, že rozdiel medzi dobou ľadovou a súčasnosťou je len $4 - 5^{\circ}\text{C}$. Navyše rok 2013 bol 37-mym za sebou nasledujúcim rokom, kedy globálny priemer teploty bol vyšší ako priemer za 20. storočie. Deväť z desiatich najteplejších rokov, vrátane roku 2013, sa v 134 ročnej histórii merania vyskytlo v 21. storočí. V každej z troch predchádzajúcich dekád bolo postupne na povrchu Zeme teplejšie než v ktorejkoľvek predchádzajúcej dekáde od roku 1850. Na severnej hemisfére bolo obdobie 1983 – 2012 pravdepodobne najteplejšie za posledných 1400 rokov.



Ako si názorne predstaviť zmenu klímy?

V dôsledku väčšieho množstva emisií skleníkových plynov produkovaných do atmosféry ľudskou činnosťou, zemská klíma absorbuje viac dodatočného tepla. Keď vedci spočítali všetko toto „prebytočné“ teplo navyše, ktoré sa kumuluje v oceánoch, pôde, atmosfére a je spotrebované napr. na zvyšovanie teploty prízemnej atmosféry a topenie ľadovcov zistili, že naša planéta každodenne akumuluje také množstvo tepla, ktoré zodpovedá teplu, ktoré by vzniklo pri by vzniklo pri výbuchu 345 000 hirošimských bômb denne za jeden deň (t. j. 4 bomby za sekundu). Približne deväťdesiat percent z tohto tepla sa ukladá do oceánov.



OBR. 3: Indikátory otepľujúceho sa sveta

Aké sú dôsledky zmeny klímy?

V posledných dvoch desaťročiach sa vplyvom **topenia ľadovcov** znižuje nielen hmotnosť antarktického a grónskeho ľadovcového príkrovu, ale tento trend možno pozorovať aj inde. Priemerná strata ľadu v ľadovcoch na celom svete sa zvýšila z 226 Gigaton⁵ priemeru ročne (za obdobie 1971 – 1993) na 275 Gt priemeru ročne za obdobie 1993 – 2009.

Otepľovanie oceánov dominuje v náraste uloženia tepelnej energie, vznikajúcej z nadmernej produkcie skleníkových plynov, (v rokoch 1971 – 2010 nahromadili vyše 90 % tejto energie). V priebehu 20. storočia sa zvýšila teplota povrchu oceánov o 0,6 °C, pričom len v období rokov 1971 – 2010 horná vrstva (do 75 m) sa otepľovala o 0,11 °C za desaťročie.

Oba tieto faktory sú hlavnou príčinou **rýchlosti nárastu hladiny svetového oceánu**. Zatiaľ čo v rokoch 1901 – 2010 rástla rýchlosťou 1,7 mm/rok, v rokoch 1971 – 2010 rástla už rýchlosťou 2 mm za rok a priemerná rýchlosť v rokoch 1993 – 2010 bola už 3,2 mm/rok. Za posledných sto rokov už stúpila hladina oceánov o 10 až 25 cm a odhaduje sa, že do roku 2100 stúpne až do dvoch metrov. Ak sa to stane, dôjde k zaplaveniu nízko položených ostrovov a pobrežných oblastí. V Európe by bolo ohrozených asi 70 miliónov obyvateľov pobrežných oblastí. Morská voda by prenikla aj do oblastí ďalej od pobrežia a znečistila by poľnohospodársku pôdu a zásoby pitnej vody.

⁵ 1 Gigatona = váha 4 miliónov dopravných lietadiel

Otepľovanie oceánov vedie aj k **negatívnym zmenám v morskej faune a flóre** čo má priamy vplyv na pokles produktivity morí (v priemere 6 % v období od začiatku 80-tych rokov), čo priamo ohrozuje kvalitu ľudského života v prímorských oblastiach.

Vplyvom rastúcej teploty sa **rozsah snehovej pokrývky** v severnej hemisfére Zeme znížil od polovice 20. storočia za desaťročie od 1,6 % až po 11,7 % (v období od 1967 do 2012) v závislosti na mesiacoch a danom mieste (pre ilustráciu 11,7 % je strata snehovej pokrývky v rozlohe cca 5,4 mil. km² čo je územie väčšie ako rozloha Indie). Tento fakt má a bude mať vplyv nielen na zimný turizmus (napr. manažéri švajčiarskeho lyžiarskeho strediska Andermatt plánujú v lete zakryť ľadovec Gurschen, ktorý je populárnou lyžiarskou oblasťou, obrovskou vrstvou plastovej fólie, aby sa prestal topiť a kĺzať), ale aj na zákonitosti časového a priestorového rozdelenia a obehu vody na Zemi tzv. vodný cyklus (napr. nedostatok vlhky v pôde v jarných mesiacoch).

Stále teplejšia atmosféra podmieňuje **častejší výskyt a rastúcu intenzitu extrémnych prejavov počasia**. Zmeny v mnohých extrémoch počasia sú pozorované už od približne 50 rokov minulého storočia. Napríklad:

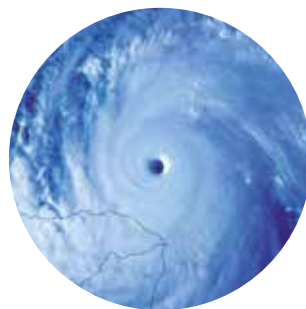
- Počet horúcich dní a nocí sa v globálnom pohľade zvýšil a naopak počet mrazivých dní a nocí sa znížil. Frekvencia vĺn horúčav (5 za sebou nasledujúcich dní, kedy teploty prevyšujú minimálne o 5 °C priemer najvyšších ročných teplôt v danej oblasti) sa zvýšila v mnohých oblastiach Európy, Ázie či Austrálie.
- Frekvencia a intenzita náhlych, veľmi intenzívnych zrážok sa zvýšila hlavne v Severnej Amerike a Európe), kde spôsobujú riečne či povrchové záplavy (len v Európe bolo zaznamenaných viac ako 325 veľkých riečnych záplav od roku 1980 – z toho 200 od roku 2000).



- Absencia zrážok vedúcich k dlhším obdobiam sucha bola zaznamenaná hlavne v Stredomorí, v oblasti afrického Sahelu, Južnej Afrike či Južnej Ázii. Ničivé suchá postihli Európu napríklad v rokoch 2003, 2005 na Ibérijskom polostrove či suchá v juhovýchodnej a strednej časti Európy v rokoch 2006, 2011, 2012. Podobne 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.



- Rastúca teplota atmosféry podmieňuje aj zvýšenie častosti výskytu silných hurikánov, tajfúnov a veterných búrok a nárast ich deštruktívnej sily od polovice 70. rokov 20. storočia. V roku 2004 bol pri východnom pobreží Brazílie zaznamenaný prvý atlantický hurikán na južnej pologuli a v roku 2005 hurikán Katrina zničil veľké americké mesto New Orleans, ktoré sa dodnes z pohromy nespamätalo.



Celkovo je možno konštatovať, že približne 250 mil. ľudí na zemeguli je ohrozených nárastom hladiny morí, 30 miliónov bolo vážne postihnutých extrémami počasia, najmä povodňami, 25 mil. ľudí je negatívne ovplyvnených roztápaním sa trvalo zamrznutej pôdy (permafrostu) či viac ako 5 mil. ľudí trpí nadmernou degradáciou územia na vodu chudobnú oblasť (desertifikácia).

Ľuďmi podmienená zmena klímy súvisí aj so **vznikom násilných konfliktov**. Napríklad v občianskej vojne v Sýrii, ktorá začala v marci 2011, bolo zabitých doteraz viac ako 200 000 ľudí, 4,5 mil. ľudí bolo prinútených zmeniť miesto svojho života a 3 mil. sa stali utečencami v inej krajine. Aj keď príčiny vojny sú vždy komplexné, jedným z prispievajúcich faktorov bolo devastujúce sucho v Sýrii v rokoch 2006 – 2011, jedno z najhorších v národnej his-

tórii. To spôsobilo v Sýrii najmenšiu úrodu od čias, odkedy sa to sleduje. Zároveň sucho spôsobilo zníženie dostupnosti k vode a zhoršilo vodné hospodárstvo. Uvedené fakty výrazným spôsobom poškodili ekonomiku štátu a prispeli k masovému premiestňovaniu obyvateľov z vidieckych oblastí do blízkych miest. Tieto faktory ďalej prispeli k zvýšeniu nezamestnanosti v mestách, nedostatku potravín pre viac ako milión ľudí, čo všetko výrazným spôsobom prispelo k sociálnym nepokojom a ozbrojenému konfliktu.⁶

Aké sú priame dopady zmeny klímy na zdravie?

Hoci globálne otepľovanie môže priniesť niektoré lokálne benefity, ako je menej úmrtí v zime na podchladenie, celkové efekty na zdravie sú prevažne negatívne. Globálne sa počet **prírodných katastrof spojených s počasím od roku 1960 strojnásobil** a každý rok tieto katastrofy majú za následok viac ako 60 000 úmrtí.

Extrémne teploty vzduchu prispievajú priamo k úmrtiam a nadmerným zdravotným ťažkostiam hlavne seniorov chorých na kardiovaskulárne a respiračné choroby (v lete 2003 umrelo na následky vln horúčav v Európe viac ako 70 000 ľudí). Vysoká teplota zapríčiňuje nárast úrovne prízemného ozónu a ďalších znečisťujúcich látok s negatívnym vplyvom na hore popísanú skupinu obyvateľstva (znečistené ovzdušie v mestách spôsobuje okolo 1,2 mil. úmrtí každý rok). Rovnako v extrémnych horúčavách narastá množstvo peľu a iných alergénov. Tieto môžu zhoršiť astmu, ktorou v súčasnosti trpí 300 mil. ľudí a očakáva sa, že ich ťažkosti sa budú zvyšovať.

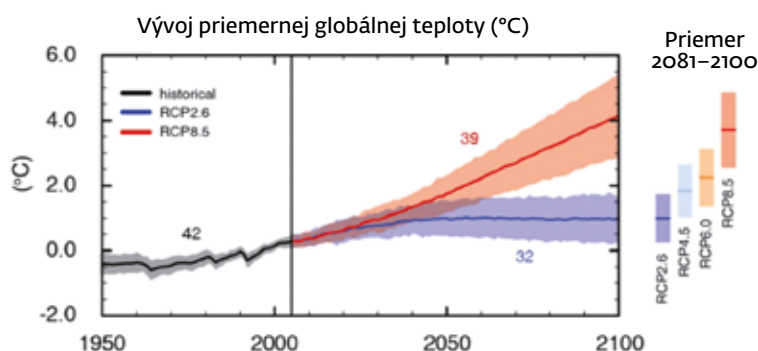
Stále väčšia **zmena vo výskyte zrážok** môže mať vplyv na dodávku pitnej vody. Nodostatok vody môže ešte viac ohroziť dodržiavanie hygieny a zvýšiť riziko hnačkovitých ochorení, ktoré každoročne zabije 2,2 mil. ľudí. Stále častejšie záplavy kontaminujú dodávky pitnej vody a tak sa zvyšuje riziko výskytu chorôb z konzumácie znečistenej vody. V záplavách nie sú zriedkavé prípady utopenia či zranenia, ale spôsobujú aj prerušenie poskytovania zdravotných služieb.

Zmena klimatických podmienok (otepľovanie) má silný vplyv na „**zavlečenie**“ **predanú geografickú oblasť netypických chorôb** prenášaných hmyzom, slimákmi, či inými teplomilnejšími druhmi živočíchov.

6 Hoci sa suchá objavili aj predtým, stále je viac dôkazov, že frekvencia ročných či sezónnych such v regióne Levant/Východné stredomorie narástla v porovnaní z historickými klimatickými údajmi. Národný oceánický a atmosférický úrad (NOAA) v USA v roku 2011 potvrdil, že emisie skleníkových plynov, produkovaných ľudskou činnosťou boli významným prispievajúcim faktorom k zmenšeniu zrážok v zime v posledných dekádach v Stredozemnom regióne.

Aké môžeme očakávať prejavy zmeny klímy (pravdepodobné scenáre)?

Scenáre zmeny klímy pre najbližšie obdobie, ktoré zostavujú klimatológovia, závisia hlavne od množstva emisií skleníkových plynov, ktoré vypustí ľudstvo v najbližších dekádoch do atmosféry. V rámci jednotlivých trendov v uvoľňovaní skleníkových plynov sa zostavuje viacero scenárov budúceho vývoja klímy. Takzvané pesimistickejšie scenáre kalkulujú s väčším množstvom ľuďmi vypúšťaných emisií, tzv. optimistické predpokladajú skoré a výrazné zníženie emisií skleníkových plynov. V závislosti od ich množstva vzrastie globálna teplota vzduchu do konca storočia o 1 až 4 °C, čo znamená, že v porovnaní s obdobím pred priemyselnou revolúciou dôjde k nárastu o 1,9 – 4,9 °C. Oteplenie v rámci pesimistických scenárov by znamenalo podmienky, aké na Zemi panovali počas najteplejších období (v tom čase rástli za polárnym kruhom palmové stromy a žili tam krokodíly).



OBR. 4: Klimatologické scenáre zmien globálnych priemerných teplôt vzduchu do konca 21. storočia (optimistický scenár – modrá čiara, pesimistický – červená)

- Arktída sa bude ohrievať rýchlejšie ako bude rásť globálna priemerná teplota a zohrievanie zemského povrchu bude vyššie ako zohrievanie oceánov. **Bude viac horúcich ako chladných extrémov nad väčšinou globálneho povrchu** či už v rámci denného alebo sezónneho časového rámca a vlny horúčav budú častejšie a budú trvať dlhšie.
- **Kontrast v zrážkach medzi suchými a vlhkými sezónami a oblasťami narastie.** Tento jav sme už mohli pozorovať v poslednom období aj v strednej Európe, napríklad vlhký rok 2002, vzápätí suché roky 2003, 2006 čiastočne aj 2007, znovu extrémne vlhký 2010 a znovu mimoriadne suchý rok 2011. Scenáre počítajúce s vysokými

emisiami skleníkových plynov indikujú, že v miernych suchých zemepisných šírkach množstvo zrážok do konca 21. storočia v zásade poklesne a suchá budú dlhšie a v miernych vlhkých priemerné zrážky narastú.

- Počas 21. storočia **ľadová pokrývka** v Arktíde sa bude naďalej zmenšovať a na severnej pologuli sa bude v jarnom období znižovať rozsah a trvanie **snehovej pokrývky** (pri pesimistickom scenári až o 25 % do konca storočia) počas celého 21. storočia bude pokračovať otepľovanie globálneho oceánu a toto naakumulované teplo bude mať vplyv na cirkuláciu oceánu. Odhady hovoria, že vrchná vrstva oceánu (do 100m) sa oteplí do konca 21. storočia o 0,6 – 2,0 °C. Kvôli tomuto otepľovaniu a topeniu sa ľadovcov globálna hladina morí narastie v tomto období až o 1 m (pesimistický scenár).
- Narastajúce množstvo **extrémov počasia** a ďalšie prejavy klimatickej zmeny povedú k čoraz vážnejším škodám v ekonomickej a sociálnej oblasti, na životnom prostredí a negatívne ovplyvnia zdravie ľudí. V mnohých oblastiach sveta sa, pri pesimistickom scenári uvoľňovania veľkého množstva emisií skleníkových plynov, zvýši výskyt chudoby, hladu a chorôb. V rámci dlhších období sucha v mnohých regiónoch sa zhorší dostupnosť pitnej vody, čo môže viesť k vzniku nových násilných konfliktov. Vlny horúčav budú prichádzať častejšie a budú extrémnejšie. Do konca storočia sa zvýši frekvencia a intenzita extrémnych zrážok nad väčšinou oblastí mierneho pásma, čo zvýši riziko vzniku ďalších lokálnych povodní.
- **Ekonomické straty** pri zvýšení globálnej teploty o 2,5 °C nad súčasný stav sú odhadované v globále na 0,2 až 2 % HDP ročne. Podľa odhadu vedcov, cena za dopady zmeny klímy spolu so znečistením vzduchu bude do roku 2030 až 3,2 % globálneho HDP (rozvojové krajiny, ktoré nesú najväčšiu záťaž to bude stáť až 11 % ich HDP). Napríklad zber hlavných plodín (pšenice, kukurice, ryže) sa v niektorých oblastiach zníži do konca storočia až o 20 %.
- Do polovice storočia **sa zvýši pravdepodobnosť úrazov, chorôb a úmrtí spojených s výskytom vln horúčav, požiarov, záplav a nedostatku potravín** (hlavne v chudobných oblastiach). V štátoch Európskej únie sa odhaduje, že narastie mortalita spojená so zmenou klímy o 1 – 4 % na každý stupeň nárastu priemernej teploty (napr. úmrtnosť spojená s horúčavami môže rásť do roku 2030 až o 30 000 za rok a do roku 2080 až o 50 000 – 110 000 za rok).
- K menšine pozitívnych vplyvov bude patriť zníženie úmrtnosti spojenej s mrazmi a rozšírenie oblastí s poľnohospodárskym potenciálom vo vyšších zemepisných šírkach.

Aké sú doterajšie dopady zmeny klímy na Slovensko?

Globálne otepľovanie podnebia sa prejavuje aj na Slovensku. V období rokov **1881 – 2010 vzrástli na Slovensku ročné teploty vzduchu približne o 1,7°C**. Ročné úhrny zrážok klesli o 0,5 %, pričom na juhu Slovenska bol pokles miestami vyše 10 %, na severe ojedinele zrážky vzrástli do 3 %. Najmä juh Slovenska sa postupne stáva suchším, pretože vzrastá výpar a klesá vlhkosť pôdy. Výrazné zmeny v podnebí na Slovensku sme zaznamenali najmä po roku 1990. K zmenám došlo aj v premenlivosti klímy, najmä zrážok.

Rast teploty vzduchu vedie k dynamizácii atmosférických procesov, hlavne v posledných 30 rokoch. Napriek poklesu počtu dní so zrážkami a malým priemerným ročným úhrnom zrážok sa od roku 1993, hlavne v posledných 15 rokoch, **výrazne zvýšil počet dní s intenzívnou zrážkou** (100 mm a viac za deň, ktorá je v SR takmer vždy príčinou lokálnej povodne so závažnými škodami).



Na druhej strane sa od roku 1989 oveľa častejšie ako predtým vyskytovalo **lokálne, alebo celoplošné sucho**, zapríčinené dlhými periódami teplého počasia s malými úhrnmi zrážok. Zvlášť výrazné sucho nastalo v rokoch 1990 – 1994, 2000, 2002, 2003 a 2007.

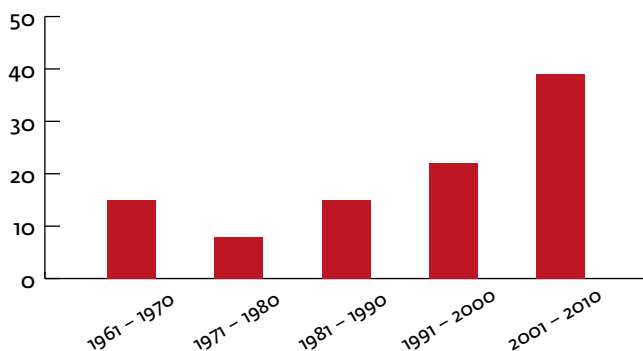
Zvýšenie teploty vzduchu vedie aj k nárastu počtu dní s extrémne vysokými teplotami vzduchu, čo sa prejavuje aj v náraste počtu a extrémnosti vĺn horúčav. Zvlášť výrazný je nárast vĺn horúčav v najjužnejších oblastiach Slovenska – ich počet sa v posledných

dvoch desaťročiach takmer zdvojnásobil. **V období do roku 1991 sa v priemere vyskytlo približne 20 vln horúčav za desaťročie, v posledných dvoch dekádach sa ich vyskytuje 40 a viac.** Na zvyšovanie častosti vln horúčav poukazuje aj fakt, že **desať z 15 najzávažnejších vln horúčav sa vyskytlo po roku 1991.** Pravdepodobnosť toho, že sa v ktorýkoľvek letný deň vyskytne extrémne teplé počasie vzrástla na juhu Slovenska až o jednu štvrtinu. Zvýšila sa aj extrémnosť horúčav – nielen že trvajú dlhšie, ale sú počas nich dosahované vyššie maximálne teploty vzduchu.

Ďalším prejavom je nárast **výskytu suchých období v zimnom a jarnom období** (hlavne v januári a období apríl – júl) a naopak pokles v jesenných mesiacoch, jesenné zrážky mierne narastajú, čo poukazuje na stále zreteľnejšie prejavovanie sa stredozemského režimu klímy.

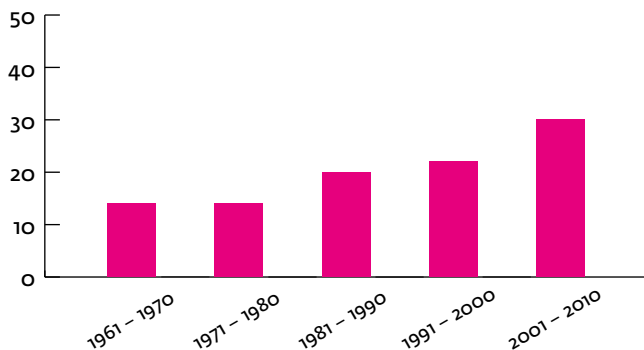
Od roku 1991 došlo k významnému rastu počtu dní s dusnom. V minulosti sa dusné dni vyskytovali sporadicky a len do nadmorskej výšky približne 700 m, v posledných rokoch sa však už dni s dusnom vyskytujú aj v nadmorskej výške 1400 m.

Došlo tiež k úbytku trvania snehovej pokrývky a poklesu zrážok dopadajúcich v tuhom skupenstve (sneženia) **do výšky 1000 m** na takmer celom území, len vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast.



OBR. 5: Podiel výskytu absolútnych mesačných maximálnych teplôt vzduchu v dekádach 1961 – 2010 na vybraných meteorologických staniciach SR

ZDROJ: Ministerstvo životného prostredia SR: Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, 2013.



OBR. 6: Podiel výskytu maximálnych denných úhrnov zrážok za mesiac v dekádoch 1961 – 2010 na vybraných meteorologických staniciach SR

ZDROJ: Ministerstvo životného prostredia SR: Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, 2013.

Aké sú očakávané dopady zmeny klímy na Slovensko do konca 21. storočia?

Podobne ako na globálnej úrovni, aj na Slovensku klimatológovia spracovávajú scenáre budúceho vývoja klímy podľa emisných scenárov ktoré kalkulujú s rôznym množstvom emisií skleníkových plynov vypúšťaných ľuďmi. Doterajší vývoj naznačuje, že množstvo emisií vypúšťaných ľuďmi zatiaľ žiaľ prekračuje aj pesimistické scenáre. Väčšina klimatických scenárov predpokladá na Slovensku nasledujúci vývoj klímy do roku 2100:

- **Priemery teploty vzduchu** sa zvýšia o 2 až 4 °C v porovnaní s priemerami obdobia 1951 – 1980, pričom sa zachová doterajšia medzироčná a medzisezónna časová premenlivosť. Pre lepšiu predstavu – nárast prízemnej teploty 4 °C posunie klimatické podmienky z oblasti Komárna do Popradu. Trochu rýchlejšie by mali rásť denné minimá ako denné maximá teploty vzduchu, v jesenných mesiacoch by mal byť rast teploty menší ako v zvyšnej časti roka.
- **Priemerné ročné úhrny zrážok** by sa nemali výrazne meniť, k miernemu nárastu približne o 10 % dôjde v severných častiach Slovenska. Väčšie **zmeny by mali hlavne nastať v časovom rozložení zrážok**. Dôjde k miernemu rastu zrážok, hlavne v zime a na severe Slovenska miestami až o 30 % (často v tekutej forme), v lete dôjde k zníženiu zrážok približne o 10 %, najmä na juhu Slovenska.



- V teplej časti roka sa predĺžia a častejšie vyskytnú **obdobia sucha**, predovšetkým na juhu Slovenska. Ak vzrastie v teplom polroku teplota o 1 °C, tak je potrebné zvýšenie ročného úhrnu zrážok na nížinách Slovenska asi o 100 mm na to, aby zostala zachovaná rovnaká vlhkosť pôdy ako pred nárastom teploty (pre porovnanie – priemer ročného úhrnu zrážok na Slovensku je 751 mm). Táto voda bude chýbať poľnohospodárskym plodinám, čo znamená zvýšenie potreby závlah. Z tohto dôvodu je ďalším dopadom rastu teploty vzduchu **pokles vlhkosti pôdy**, hlavne na južnom Slovensku, pričom častejší výskyt krátkodobých intenzívnych zrážok nebude dostatočne prispievať k dopĺňaniu pôdnej vlhkosti, pretože z intenzívnych zrážok je väčší odtok.
- Do roku 2050 sa **výskyt vln horúčav** pravdepodobne zvýši až 4 násobne, trvanie sa predĺži min. o 3 dni, teplotné maximá budú častejšie atakovať hranicu 40 °C. V minulých desaťročiach sme dni s horúčavami nad 24 – 27 °C zaznamenávali aj na juhu Slovenska iba sporadicky a ich ročný počet kolísal okolo 8 (nad 24 °C) resp. 1 (nad 27 °C) dní. V prípade scenára kalkulujuceho s väčším množstvom vypúšťaných emisií sa koncom storočia predpokladá na juhu Slovenska zvýšenie počtu dní s teplotou nad 24 °C na 45 a dní s teplotou nad 27 °C ročne na 15. Vlny horúčav budú spojené aj s vysokou absolútnou vlhkosťou vzduchu, čo zvýši výrazne riziko poškodenia zdravia u veľkej skupiny malých detí, starších a nemocných ľudí. V porovnaní s minulosťou tiež **vzrastie riziko lesných požiarov**, hlavne kvôli skoršiemu nástupu jari a dlhším obdobiam sucha.
- V dôsledku rastu teploty vzduchu sa budú častejšie vyskytovať **krátke intenzívne zrážky, búrkové lejaky**. Zvýšenie teploty vzduchu v oblastiach tlakovej níže vyvolá výrazné zvýšenie tlaku vodnej pary, čo zapríčiní významný rast výskytu intenzív-

nych zrážok počas silných búrok v teplom polroku. Mimoriadne vysoké úhrny zrážok (opakujúce sa menej než raz za 50 rokov) budú o 25 – 50 % vyššie ako v predchádzajúcich desaťročiach. Postupne najvyššie denné úhrny prekročia 150 mm takmer každý rok a raz za 50 rokov aj 400 mm v niektorej lokalite na Slovensku. Vo vegetačnom období roka ubudnú niekoľkodenné obdobia s miernymi dažďami, ktoré nevedú k povodniam, sú však dôležité pre poľnohospodárstvo.

- Vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva **častejší výskyt silného vetra, víchríc**.
- Do výšky 800 – 1000 m n. m. bude snehu výrazne menej než doposiaľ, **snehová pokrývka bude nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne**. V zime sa očakáva nárast zrážok (do 30 % na severe Slovenska a v horách), ktorý spolu s rastom teploty vzduchu až o 4 °C spôsobí, že do nadmorskej výšky 800 – 1000 m sa budú vyskytovať prevažne v tekutej forme. V tejto súvislosti sa preto **zvýši riziko zimných povodní**. V nadmorskej výške nad 1200 m bude naopak snehu viac – oteplenie povedie k častejším vysokým snehovým pokrývkam, **čo zvýši riziko lavín vo vyšších horských polohách**. Zmeny v počte mrazových dní si uvedieme na príklade meteorologickej stanice v Hurbanove. Tu sa zaznamenalo v rokoch 1951 – 1980 z 90 dní zimy v priemere 20 dní s teplotou –3 °C a chladnejších. V období 2071 – 2100 bude, v prípade vypúšťania veľkého množstva emisií takých studených dní v priemere iba dva. Tak výrazná zmena zimných podmienok umožní prežitie celého radu teplomilných organizmov vrátane škodcov, predovšetkým na juhu Slovenska.

Ako reagovať na dopady zmeny klímy?

Pre zmiernenie negatívnych dopadov zmeny klímy na ľudí, majetky, infraštruktúru, prírodu či služby v rámci vymedzeného územia (mesto, región, štát) je možné realizovať aktivity dvoma spôsobmi:

Mitigáciou – zmierňovaním príspevku človeka k zmene klímy v podobe znižovania produkcie emisií skleníkových plynov (hlavne v oblasti energetiky a dopravy) alebo ich pohlcovaním vegetáciou a

Adaptáciou na zmenu klímy – prispôbením sa prírodných alebo ľudských systémov na nové alebo meniace sa prostredie v reakcii na aktuálne alebo očakávané klimatické podnety alebo ich účinky a tak zmierňovať škody alebo využívať prípadné príležitosti.

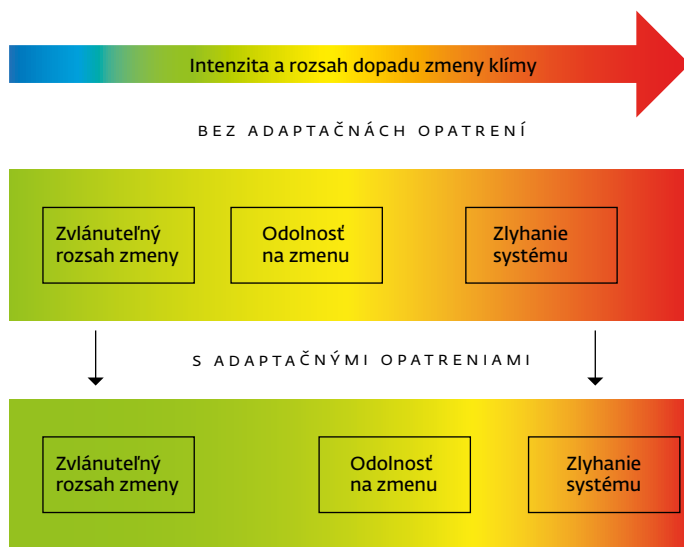
Prečo dnes už nestačí len znižovať príspevok človeka – teda redukovat' emisie skleníkových plynov? Žiaľ, zmenu klímy dnes už úplne zastaviť nedokážeme. Aj keby sme hneď

zajtra zastavili produkciu všetkých emisií skleníkových plynov, oteplí sa minimálne o 0,5 °C v priebehu nasledujúcich dvoch storočí. Dôvodom je napríklad dlhá životnosť CO₂ v atmosfére (približne 50 – 200 rokov), tepelná zotrvačnosťou oceánov a napríklad vplyvom otepľovania a topenia sa trvalo zamrznutých pôd (permafrostu) nastane uvoľňovanie skleníkových plynov tam naakumulované.

Realizácia adaptačných aktivít je preto na všetkých úrovniach nevyhnutná, aby sme redukovali následky dopadov zmeny klímy na čo najmenšiu mieru. Rozsah, ako sa dané prostredie mení a množstvo úsilia, ktoré je potrebné vynaložiť na adaptáciu, však nie je konštantné, preto je dôležité si uvedomiť, že existujú tri základné stupne intenzity dopadov zmeny klímy, na ktoré je potrebné reagovať, resp. im predchádzať rozličným spôsobom.

- *Zvládnuteľný rozsah zmeny či udalosti* reprezentuje veľkosť alebo intenzitu porušenia rozličných systémov ako sú komunitný život, služby, infraštruktúra či ekosystémy, ktorú sú tieto systémy schopné tolerovať bez významnejších negatívnych dopadov (napríklad vlny horúčav, ktoré nemajú príliš vysoké amplitúdy a netrvajú dlho).
- *Odolnosť na zmenu či udalosť* je veľkosť alebo intenzitu porušenia rozličných systémov, ale tieto sa viac-menej autonómne vrátia do pôvodného (resp. blízko pôvodného) stavu (napr. záplavy, ktoré sa vyliajú na polia, resp. do pivničných priestorov, ale postupne, bez väčších škôd voda samovoľne ustúpi).
- *Zlyhanie systému (ov)* nastáva od bodu, kedy veľkosť alebo intenzita zmeny je taká veľká, že je už daný systém nedokáže tolerovať a nastávajú významné škody, ktoré daný systém už nevie spontánne (resp. len vo veľmi dlhom období) odstrániť a dať sa do pôvodného stavu (napr. víchrice, ktorá zničí nielen množstvo infraštruktúry, ale aj stromového porastu).

Vážnosť dopadu zmeny klímy na dané systémy závisí jednak od jeho rozsahu a intenzity, ale aj od zavedených adaptačných opatrení – viď nasledujúcu ilustračnú schému.



OBR. 7: Vážnosť dopadu zmeny klímy na humánne, prírodné a infraštruktúrne systémy

Na druhej strane však nie je možné plne sa adaptovať na akékoľvek dopady zmeny klímy – je veľký rozdiel či sa na Slovensku budeme musieť prispôbovať otepleniu o 1 °C alebo o 4 °C. Čím výraznejšie oteplenie, tým drahšia a problematickejšia bude adaptácia, pričom narastie počet prípadov, kedy sa závažným škodám, nebude možné vyhnúť. Navyše, adaptácia nepomôže s niektorými následkami zmeny klímy, ako sú tzv. klimatickí utečenci, teda tí, ktorí sú postihnutí dopadmi zmeny klímy ako napr. suchá, rast hladiny morí, či nedostatok pitnej vody. Nedá sa ani prispôbiť napríklad zvyšovaniu kyslosti morí a jej následkom, či vojnám vyplývajúcim z klimatických dopadov. **Preto si treba uvedomiť, že prvým krokom adaptácie je znižovanie emisií skleníkových plynov (mitigácia) všade tam, kde máme na to dosah.**

Adaptácia na zmenu klímy je dôležitá nielen z hľadiska životného prostredia, ale predovšetkým zo zdravotných, sociálnych a ekonomických dôvodov. V prípade nerealizácie adaptačných opatrení by na Slovensku (podľa správy SHMÚ z roku 2011 – Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch) **mohlo byť napríklad v roku 2050 ohrozených 145 000 – 290 000 pracovných miest a potenciálne by došlo k spomaleniu slovenského hospodárstva v roku 2050 na úrovni 0,4 – 0,7 ročného HDP, resp. k poklesu HDP o 14 – 27,5 mld. EUR.** Celkové náklady na adaptačné opatrenia do roku 2050 sa pohybujú od 19 do 36 miliárd EUR. Vďaka nim by sa však ušetrilo omnoho viac na škodách, ktoré by zmena klímy mohla spôsobiť bez nich (odhad podľa správy SHMÚ) 47 – 71 mld. EUR.

Ako sa adaptovať na lokálnej úrovni?

Medzinárodné spoločenstvo vyvíja v oblasti analyzovania dopadov zmeny klímy a spôsobov adaptácie v posledných rokoch stále väčšie úsilie. Na medzinárodnej úrovni sa štáty zaviazali vyčleniť finančné prostriedky na adaptáciu, ako aj vypracovať a realizovať národné plány adaptácie na zmenu klímy. Európska komisia v apríli 2013 prijala Stratégiu EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy. Prvým komplexnejším dokumentom na Slovensku je „Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy“, ktorá bola schválená Vládou SR v marci 2014.

Zmena klímy je síce globálny problém, ale jej dopady sú prevažne lokálne a preto je pre účinnú adaptáciu veľmi dôležité aktívne pôsobenie miestnej verejnej správy. Práve ona má byť lídrom adaptačného procesu na lokálnej úrovni a brať do úvahy zmenu klímy pri svojich strednodobých či dlhodobých strategických zámeroch a pri svojom každodennom rozhodovaní. Napríklad nemala by sa plánovať výstavba tak, aby sa zvyšoval odtok vody z krajiny, aby sa zastavali priestory, ktoré sú súčasťou cirkulácie ochladzovacieho vzduchu, aby sa stavali, resp. renovovali námestia a iné priestory na úkor zelene a priepustnosti povrchu a pod. Pri svojom každodennom rozhodovaní (povoľovanie, vyjadrovanie sa, objednávanie a pod.) musí lokálna samospráva poznať a zvažovať možné dopady zmeny klímy, faktory, ktoré ich zhoršujú a tiež opatrenia, ktoré pomôžu sa na tieto dopady adaptovať. Do procesu adaptácie je potrebné zapojiť aj miestnych občanov a podnikateľov, nielen nepriamo – cez ich informovanie, ale aj vytvorením podmienok a prostredia pre individuálnu realizáciu adaptačných aktivít.

Prvým dôležitým krokom je **vypracovanie stratégie adaptácie na zmenu klímy** pre mesto či región. Takýto dokument musí vychádzať z:

1. potenciálneho nebezpečenstva jednotlivých dopadov zmeny klímy v danej lokalite (klimatologicky popísané konkrétne očakávané dopady zmeny klímy, vrátane rizík, ktoré môžu dopady spôsobiť).
2. z hodnotenia citlivosti na tieto dopady, teda zhodnotiť ľudí, územie, infraštruktúru a ďalšie systémy, ktoré sú citlivé na ten – ktorý dopad (napr. domy nachádzajúce sa v záplavovej zóne sú citlivejšie na záplavy, ako tie mimo nej, resp. seniori nad 75 rokov sú citlivejší na horúčavy ako iné kategórie).
3. hodnotenia adaptačnej kapacity v skúmanom území, teda ako rýchlo a efektívne je možné reagovať v čase, keď už daný jav nastane (záplava, vlny horúčav víchrice), resp. po jeho ukončení a odstraňovaní následkov (napríklad pripravenosť záchranného systému, zdravotníckych služieb, systémov včasného varovania a pod., informovanosť obyvateľstva apod.).

4. Na základe analýzy zraniteľnosti (citlivosť a adaptačná kapacita) danej lokality na daný dopad zmeny klímy sa vypracuje adaptačná stratégia s cieľom znížiť zraniteľnosť resp. zvýšiť odolnosť danej lokality voči dopadom zmeny klímy. Stratégia obsahuje dlhodobé a krátkodobé ciele ako aj konkrétne adaptačné opatrenia.

Čo sú to adaptačné opatrenia?

Pri adaptácii na dopady zmeny klímy si môžeme vybrať z desiatok rôznych opatrení. Niektoré nestoja žiadne finančné prostriedky, iné sú nákladnejšie, niektoré majú vysokú účinnosť v tlmení dopadu, iné sú účinné menej. Vyberať by sme si z nich mali až na základe vypracovanej komplexnej stratégie adaptácie na zmenu klímy, inak môžeme neefektívne vynakladať prostriedky na opatrenia, ktoré nie sú ani optimálne, ani dostatočne účinné a zladené s potrebami nášho mesta, regiónu.

OPATRENIA ADAPTÁCIE MÔŽEME ROZDELIŤ NA NASLEDUJÚCE KATEGÓRIE:

- **Neinvestičné** (mäkké), zahŕňajúce napríklad plánovanie, riadenie rozvojových aktivít, celkový manažment územia, či aktivity ovplyvňujúce správanie, teda tie, ktoré berú do úvahy existujúcu a predpokladanú zmenu klímy na danom území. Príkladom je vzdelávanie občanov o tom ako sa správať v prípade horúčav alebo v povodňovej situácii, neplánovanie investícií na zimné aktivity vyžadujúce trvalú snehovú pokrývku do výšky menej ako 1000 m n. m., lepšia koordinácia záchranných zložiek a verejnej správy a pod.
- **Technologické** (sivé), zaoberajúce sa technologickými riešeniami. Zahŕňajú napríklad tepelnú izoláciu budov, využívanie svetlých farieb a odrazivých povrchov pre zmiernenie vplyvu horúčav; využívanie odpadovej a dažďovej vody pre zmiernenie dopadov dlhších období sucha či výstavbu protipovodňových bariér v rámci protipovodňových opatrení.
- **Prírodné** (zelené) – ktoré využívajú pre adaptáciu prírodné prvky (zeleň, vodné prvky). Napríklad zelené strechy a stený, parky, mokrade, jazierka, fontány a pod.

Príklady adaptačných opatrení voči častejším a intenzívnejším horúčavám

ZVYŠOVANIE POMERU VEGETÁCIE, NAJMÄ V CENTRÁCH MIEST

Pestrá vegetačná pokrývka má významný mikro-klimatický efekt, vrátane **ochladzovania územia počas horúcich období**. Tento efekt je rôzny a závisí hlavne od podielu stromov na danej ploche. Čím väčšia je rozloha zelene s vysokým podielom stromov, tým väčší je chladiaci efekt. Aktivity treba sústrediť na zvyšovanie počtu, rozlohy a kvality mestských parkov a ďalších zelených oblastí, vysádzanie stromov do alejí a na veľké parkoviská.

Štúdie ukazujú, že priemerná teplota nad povrchom v parkoch je 2,26 °C nižšia než v iných častiach mestských častí. Navyac napríklad v Bratislave bolo leteckou termovíznou kamerou zistené, že pri vlne horúčav je rozdiel medzi teplotou v mestskom parku a parkovisku pred obchodným domom až 12,19 °C.



Veľké zelené plochy majú chladiaci účinok aj na svoje okolie a tento efekt možno pozorovať až do vzdialenosti od parku, ktorá zodpovedá jeho veľkosti (pri meraní od kraja parku). Navyše vegetácia v mestách má ďalšie prínosy ako je zadržiavanie vody v krajine, funkcia rekreačná, estetická, protiveterná, zachytávajúca prachové častice, reduktujúca hluk a pod.

Vedeli ste že? ...

Podľa simulácie teplôt v Manchestri by sa zvýšením podielu zelene o 10 % podarilo udržať priemernú teplotu v husto obývaných častiach mesta v r. 2080 na alebo dokonca pod úroveň r. 1961 – 1990 a súčasne, vzhľadom na priepustný zelený povrch pomohlo k 5 % zníženiu odtoku dažďovej vody.

VYUŽÍVANIE VODNÝCH PRVKOV

Voda má v mestskom prostredí veľký význam z viacerých hľadísk. Okrem iného ochladzuje prostredie a vytvára príjemnú mikroklimu cez svoje vyparovanie. Pri tomto jave (zmena z tekutiny na plyn) sa absorbuje tepelná energia čiže prostredie sa ochladzuje. Miera ochladenia (okrem iných faktorov) závisí od hmotnosti odparenej vody. Na základe niektorých výskumov sa teplota na záveternej strane väčšej vodnej plochy znižuje v priemere o 3 °C a efekt ochladzovania je citeľný do približne 30 – 40 m od vodného prvku). Vodný prvok môže mať charakter vodných plôch bez obehu vody (napr. jazierka), alebo s obehom vody (napr. fontán).

**TIENENIE TRANSPARENTNÝCH VÝPLNÍ OTVOROV NA BUDOVÁCH**

Pre udržanie akceptovateľnej tepelnej pohody v budovách počas horúčav je potrebné okrem iného obmedziť teplo z prenikajúceho slnečného žiarenia do vnútorných priestorov budovy cez transparentné konštrukcie. Tieto tieniace prvky sú alebo pevné (pergola, markíza, presah strechy, alebo balkóna) alebo pohyblivé (žalúzie a pod.). Pri tienení vonkajším žalúziami sa predpokladá, že len 30 % tepla zo slnečného svitu preniká do interiéru budovy.

Použitie vonkajšieho tienenia v kombinácii s dobrou tepelnou izoláciou umožňuje pri väčšine budov zaistiť požadovanú letnú tepelnú pohodu bez využitia klimatizácie, kedy prekročenie vnútornej teploty 25 °C pri vonkajších horúčavách nad 30 °C je len v 10 % prípadov.

VYUŽÍVANIE VEGETAČNÝCH STRIECH

Ochladzujúci účinok vegetačných striech je daný jednak odparovaním vody či akumulovaním tepla v prítomnej vode na streche, ďalej schopnosťou odrážať slnečné žiarenie viac ako väčšina bežne používaných strešných materiálov, či spotrebou tepelnej energie na proces fotosyntézy. 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 až o 90 %. Merania v letných dňoch z posledných rokov napríklad v Nemecku preukázali, že v extrémne teplých obdobiach s dennou teplotou 35 °C teplota na spodnej strane vegetačnej strechy nikdy nepresiahla 25 °C.



Príklady adaptačných opatrení voči častejším a intenzívnejším zrážkam

UDRŽOVANIE A ROZŠIROVANIE LESNEJ KRAJINY

Les znižuje **následky extrémnych zrážok**, redukuje povodňové prietoky a zvyšuje nízke prietoky vody. Znižuje aj povrchové odtoky dažďovej vody. Tieto jeho funkcie sú optimálne naplnené, ak sa jedná o prírodu blízky les, inak povedané druh lesa, jeho vek a priestorová štruktúra korešponduje s ekologickými podmienkami danej lokality.



Vo všeobecnosti platí, že pri dodržanej kvalite lesa ako zložitého systému, zrážková zadržiavacia kapacita krajiny klesá s poklesom povrchu lesa. Na začiatku (teda do 50 – 60 % lesnej pokrývky) kapacita klesá pomalšie, ale v nižších percentách už kapacita klesá výrazne. Oblasť na 100 % pokrytá lesom je pri privalovej zrážke schopná zadržať vodu v rozmedzí od 45 do 75 mm/m². Pri takto lesom pokrytej krajine aj zrážka do 100mm/m², i keď je vidieť zvýšený odtok vody z lesa, nespôsobí závažnejšie problémy vo vodnom manažmente. Kritickou hranicou sa javia zrážky nad 150mm/m², kedy lesná pôda a jej podložie je tak nasýtené vodou, že toto prostredie prestáva plniť svoju vodo-zadržiavaciu úlohu. Je dôležité zabezpečiť, aby súčasťou lesov boli aj staré a mŕtve stromy. Staré stromy zadržia významne viac vody ako mladé pretože cez ich prehnitý veľký koreňový systém voda preniká omnoho lepšie do podzemných rezervoárov ako cez tenké korene. Mŕtve stromy zadržujú vodu v ich kmeňoch.

MINIMALIZOVANIE PODIELU NEPRIEPUSTNÝCH PLÔCH A ZVYŠOVANIE PODIELU ZELENÝCH PLÔCH – VEGETÁCIE

Pre zadržiavanie a infiltráciu dažďových vôd v sídlach, ako prevenciu voči záplavám, ale aj suchám, osobitne v zastavaných centrách miest, sú dôležité najmä dva faktory:



- Znižovanie podielu nepriepustných povrchov (napríklad z betónu, nepriepustného asfaltu), ktoré predstavujú bariéru pre dopadajúcu dažďovú vodu, pre jej vsakovanie do pôdy. To spôsobuje nielen zvyšovanie povrchového odtoku do kanalizácie či vodných tokov, ale v prípadoch rozsiahlych spevnených plôch môže intenzívna zrážka zapríčiniť aj tzv. povrchovú záplavu, kedy dochádza k hromadeniu vody na miestach, ktoré komplikujú napr. dopravu, resp. aj k ďalším problémom v sídelnom prostredí.
- Zadržanie vody vegetáciou, pritom je potrebné zdôrazniť, že ak chceme využiť zeleň aj pre zníženie dopadu intenzívnych zrážok, mal by na plochách zelene prevažovať podiel drevín a stromov k trávnikom. Stromy zachytávajú, v závislosti od druhu, zrážky účinnejšie než kríky a trávnik. Zatiaľ čo mohutné stromy zachytia až 80 % zrážok, malé stromy len 15 %. Podiel vody, ktorá sa dostane do ovzdušia vyparovaním u dospelého listnatého stromu je okolo 300 l za deň a u malých stromov je to rádovo nižšie (teda platí pri výrube a náhradnej výsadbe stromov pri tejto ich funkcii, že 1 dospelý (veľký) strom musíme nahradiť cca 10 malými mladými stromami).

Kombináciou znižovania rozlohy nepriepustných povrchov a umiestnením vhodnej vegetácie možno realisticky znížiť odtok vody z daného územia až o 80 % (viď nasledujúci príklad).

Modelová štúdia pre mesto Miškovec v Maďarsku, ktorá vznikla v spolupráci Karpatského rozvojového inštitútu v Košiciach a organizácie Green City v Budapešti) sa zaoberala možnosťami zníženia dopadu intenzívnych zrážok na jednej z najproblémovejších častí mesta. Na námestí Búza (Búza tér) s rozlohou 349 741 m², je v súčasnosti 75 % celého povrchu (263 311 m²) pokrytých nepriepustnými materiálmi a navyše prakticky celú ďalšiu časť územia tvoria strechy, ktoré nijako nezadržiavajú vodu (takmer 90 000 m²). Zeleň, ktorá dokáže zadržiavať a infiltrovať vodu tvorí len 2504 m² – teda len 0,7 % z celkovej plochy. Výsledkom je, že intenzívna zrážka, napríklad 60 mm za hodinu, spôsobuje na danom území značné problémy s povrchovými záplavami a významne zaťažuje mestskú kanalizáciu. Takáto zrážka bola vzatá pre modelový výpočet toho, aký účinok by sa mohol dosiahnuť, ak by sa realizovali aspoň niektoré adaptačné opatrenia. Zrážka 60 mm za hodinu znamená, že na danú plochu (349 741 m²) dopadne za hodinu 20 984 m³ zrážkovej vody. Z tohto objemu dokáže dnes malá rozloha zelene absorbovať len 120 m³ za hodinu (menej ako 1 %). Takmer celý objem zrážkovej vody sa zadržiava na povrchu, zaťažujúc miestnu dopravu, ľudí a kanalizáciu.

Pre riešenie bolo navrhnutých niekoľko adaptačných opatrení:

- Aplikácia extenzívnych vegetačných striech na plochých strechách o rozlohe 33810 m² zadrží a spracuje cca 456 m³ zrážkovej vody za hodinu (2 %).
- Vytvorenie nových zelených plôch – parkov o rozlohe 22632 m², ktoré dokážu zadržať a spracovať 3086 m³ zrážkovej vody za hodinu (14 %).

Vytvorenie zelených fasád na 45 budovách zadrží do 215 m³ vody za hodinu (1 %).

Výmena 70 % nepriepustných povrchov (168 475 m²) za vodopriepustné zabezpečí, že až 8 424 m³ za hodinu zrážkovej vody bude infiltrovaných do spodnej pôdy a podzemnej vody (40 %).

Vytvorenie umelej depresie s nepriepustným dnom (bez spojenia s okolitým prirodzeným vodným systémom), ktorá bude počas intenzívnych zrážok dočasne zbierať vodu a neskôr po zrážke ju postupne odvedie do žiaducich lokalít (do kanalizácie pri jej menšej zaťaženosti, na zavlažovanie a pod.). Súčasne táto depresia bude vybudovaná ako detské ihrisko, či miesto oddychu pre ľudí s infraštruktúrou, ktorá nemôže byť poškodená dočasným zaplavením. Rozloha tohto miesta by bola 4267 m², tzn. pri hĺbke 1 m by bola kapacita zadržiavania vody 4267 m³ (20 %).

Navrhované adaptačné riešenia by zvýšili vo vybranej oblasti zadržanie a infiltráciu dažďovej vody zo 120 m³ na 16 376 m³ a zároveň by znížili odtok z 20864 m³ na 4608 m³. Inak povedané, takmer celá intenzívna zrážka by dokázala byť zadržaná, alebo infiltrovaná a spracovaná a daná lokalita, ľudia a kanalizácia by neboli danou zrážkou zaťažení.

Príklady adaptačných opatrení voči častejším výskytom sucha

VYUŽÍVANIE ODPADOVEJ „SIVEJ“ A DAŽĎOVEJ VODY

Predlžovanie **období sucha** v niektorých regiónoch zníži dostupnosť vody, preto časť adaptačných opatrení spočíva v úsporách a racionálnom hospodárení s vodou. K takým patrí aj:

- zachytávanie dažďovej vody a jej ďalšie využitie, napr. na zavlažovanie verejnej zelene, alebo ako úžitkovú vodu.
- opätovné využívanie (recyklácia) vody z umývadiel, sprch, drezov, pračiek, kúpeľní, umývačiek riadu. Túto odpadovú vodu možno využiť po prečistení napríklad na zavlažovanie drevín, nepotravinárskych plodín či najmä na splachovanie WC.



Účinnosť takýchto opatrení preukazuje príklad využitia sivej odpadovej vody na splachovanie WC v slovenskej domácnosti. Táto toaleta dnes spotrebuje v priemere 30 % dennej spotreby vody v domácnostiach. Celková priemerná spotreba vody v SR je 85 litrov na osobu za deň, nahradenie splachovacích WC recyklovanou alebo dažďovou vodou ušetrí asi 28 litrov za deň a osobu. V prípade stredne veľkého mesta so 40 000 obyvateľmi je to pri 90 % prepojenosti na vodovod úspora asi milión litrov vody za deň. To je rovnako významný prínos, ako keby dané mesto zásoboval ďalší nový zdroj vody s výdatnosťou asi 11,5 l za sekundu, ktorý by pokryl spotrebu približne 3 500 domácností

VÝSTAVBA DOMOVÝCH ČISTIARNÍ ODPADOVÝCH VÔD

Ďalšou dôležitou stratégiou v prípade predlžovania **období sucha** je neznečisťovanie tých vodných zdrojov, ktoré už máme k dispozícii. V menších obciach alebo v častiach sídiel, kde je budovanie kanalizácie a čistiarne odpadových vôd neperspektívne, je účinnou formou aj výstavba domových čistiarní odpadových vôd, ktorú by mestá a obce v takýchto lokalitách mali podporovať. Domové čistiarne čistia odpadové vody z kúpeľní, sociálnych zariadení, kuchýň, automatických pračiek, umývačiek riadu, drvičov kuchynských zvyškov. Čistenie odpadových vôd prebieha autoregulačne v jednej nádrži, na biologickom mechanicko-biologickom princípe a má 90 – 98 % účinnosť.



Príklady adaptačných opatrení voči častejším výskytom silných vetrov a víchríc

PODPORA VÝSADBY LESA ALEBO SPOLOČENSTIEV DREVÍN

V EXTRAVILÁNOCH MIEST A OBCÍ

Dôležitým prvkom v snahe znižovania negatívne **dopady silného vetra a víchríc** sú spoločenstvá drevín, či už parky, stromoradia, vetrolamy, vrátane lesov. Vetrolamy majú schopnosť odoberať prúdiacemu vzduchu energiu a tak zmierňovať potenciálne škodlivé účinky vetra. Podľa sily a smeru vetra, vekovej, druhovej a priestorovej štruktúry vet-



rolamu je možné, vzhľadom na silu vetra, znížiť rýchlosť vetra až o 60 %. Pásky stromov a krovín rôznych výšok, polopriepustné pre vietor, znižujú na záveternej strane rýchlosť vetra o 40 – 70 % na vzdialenosť 15 – 20 násobku výšky pásu.

Aj vy buďte súčasťou adaptačných riešení!

Môžete si povedať, že v súčasnosti je veľa balamutenia okolo zmeny klímy a jej zhoršujúcich sa dopadov. Môžete si povedať, že to je len pre niektoré skupiny ľudí nový zdroj príjmov. Môžete si povedať, ak to aj je pravda, tak ja to aj tak neviem ovplyvniť. Uvažovanie týmto typom myslenia nás môže viesť len k rozhodnutiu rúk a vzdaniu sa aktívnej spoluúčasti na riešeníach.

Skutočnosť ale je, že 97 % vedcov pracujúcich na tejto téme je presvedčených, že zmena klímy ako ju teraz pozorujeme, je spôsobená industriálnou a inou činnosťou človeka. My všetci žijeme v zóne zmeny klímy a jej rôznych dopadov, ktoré sa nás priamo alebo nepriamo dotýkajú alebo budú dotýkať. I keď nie je zatiaľ dôvod na paniku je absolútne nevyhnutné znižovať našu klimatickú zraniteľnosť. A aj keď riešenie problémov zmeny klímy na globálnej úrovni je náročná úloha, riešenie, resp. prevencia problémov vo vašom okolí a vašom živote (pracovnom či osobnom), teda adaptovanie sa, je niečo kde môžete významnou mierou participovať. Táto brožúra má vám tento proces uľahčiť. Takto by mohli vyzeráť vaše osobné „adaptačné“ kroky:

KROK 1: PRIPUŠŤTE, ŽE JE TU PROBLÉM

Áno zmena klímy je realita a jej dopady je problém aj pre každého z nás. Pre tých, ktorí žijú a pracujú v tomto svete to znamená, že doterajšie procesy (napr. v pestovaní plodín, dodávke vody, doprave, turizme apod.) nebudú fungovať tak, ako doteraz a ako by sme očakávali, ak by sa nič nemenilo. Rovnako sa menia a budú meniť aj modely ohrozenia zdravia. Z toho dôvodu, aby sme priamo chránili sami seba, ale aj ostatných, musíme rozšíriť svoju perspektívu poznania príčin a následkov zmeny klímy a adaptovať sa na nové či meniace sa prostredie. Treba prispôbiť svoj pracovný alebo osobný život zmeneným a meniacim sa podmienkam tak, aby sme mohli pokračovať v napĺňaní našich cieľov. Ignorovanie faktov v zmene klímy nie je ochranou pred tým, že jej dopady nebudú mať na vás nepriaznivý vplyv, naopak táto ignorancia zvýši vašu zraniteľnosť (napr. ak si nepripúšťate, že vplyvom zmeny klímy bude intenzita a frekvencia súch vyššia, čo bude mať za následok nedostatok vody, a nepripráвите sa na tento fakt, potom ak tento jav nastane, môže to mať pre vás vážne následky).



Zazeleňovanie strechy
v ekocentre SOSNA
foto: Daniel Szaboó

KROK 2: UČTE SA

Nie ste sám a nie je treba objavovať už objavené. Existuje veľa zdrojov, kde sú popísané adaptačné opatrenia na rôzne druhy dopadov zmeny klímy (prevencia voči následkom horúčav, záplav, víchric či such). Ak by ste potrebovali priamu odbornú pomoc, existujú odborné organizácie, a bude ich stále viac, kde môžete konzultovať a poradiť sa. Navyše treba zistiť čo už robia iní, aby sa adaptovali v podobných podmienkach ako sú vaše. Ušetrí vám to čas.

KROK 3: BUĎTE AKTÍVNI V INICIÁCII A ZAPOJTE SA DO REALIZÁCIE ADAPTAČNÝCH OPATRENÍ

Nie všetko môžete robiť sami, najväčšiu zodpovednosť pri adaptačných procesoch na miestnej úrovni má vaša samospráva. Žiadajte župana, primátora a volených zástupcov, aby v prípade ak ho vaša obec/región nemá, zabezpečili vypracovanie a implementáciu plánu adaptácie na zmenu klímy a vyčlenili na to potrebné ľudské a finančné kapacity.

Zapojte sa alebo spoluorganizujte diskusie a hľadajte zdroje pre spoločné adaptačné opatrenia na vašom pozemku, vo vašom obytnom dome, vo vašej štvrti či sídlisku (napr. vytvorenie remízok, hrádzok, vybudovanie zelenej strechy, vytvorenie modrých či zelených plôch v medziblokových priestoroch a pod.). Nemusíte identifikovať a riešiť všetky

problémy spojené so zmenou klímy, resp. stať sa špecialistom v adaptácii. Sústreďte sa na dosiahnuteľné aktivity, ktoré prispievajú nielen k vášmu klimatickému komfortu (napr. tienenie balkónov a ďalších transparentných otvorov), ale aj na také, ktoré majú (okrem na vás) vplyv aj na vašu sídliskovú komunitu či celú obec (zachytávaním sivej vody pre vlastnú potrebu sa redukuje celková potreba dodávania pitnej vody; zachytávaním zrážok do dažďovej záhrady sa vám môžu znížiť poplatky za jej odkanalizovanie, ale súčasne prispievate k prevencii záplav z intenzívnych zrážok apod.). Majte na mysli, že všetky adaptačné opatrenia, aby priniesli synergický efekt musia byť odborne naplánované a v súlade s regionálnym alebo obecným adaptačným plánom.

KROK 4: PROCES ADAPTÁCIE MUSÍ BYŤ TRVALÝ A ZAPÁJAŤ VŠETKÝCH

V súvislosti s meniacou sa klimatickou situáciou, a tiež v súvislosti s novými rozvojovými plánmi obce či regiónu je potrebné, aby sa adaptačný plán pravidelne hodnotil a aktualizoval. Po realizácii adaptačných opatrení je potrebné monitorovať ich účinnosť a na základe týchto poznatkov dopĺňovať existujúce či realizovať nové opatrenia. Dôležité je deliť sa so svojimi pozitívnymi, ale aj negatívnymi skúsenosťami s ďalšími, aby boli motivovaní zúčastňovať sa adaptačného procesu, a aby použili pozitívne a vyvarovali sa negatívnych skúseností. Čím viac inštitúcií, subjektov a obyvateľov sa zapojí efektívne a koordinovane do adaptácie, tým bude väčší výsledný efekt pre všetkých.



Nezabudnime – zmena klímy a jej dopady je obrovské riziko pre rozvoj ľudstva a zdravie a blahobyt ľudí, ak sa nebudeme adaptovať, následky môžu byť fatálne.

Niektoré linky zdrojov, ktoré boli použité a kde sa dá dozvedieť o tejto téme viac podrobností:

http://www.kri.sk/web_object/378.pdf

http://www.kri.sk/web_object/427.pdf

http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.UkqOZX-Rb_h

<http://daraint.org/wp-content/uploads/2012/09/CVM2ndEd-FrontMatter.pdf>

<http://www.epa.gov/climate/climatechange/science/indicators/weather-climate/index.html>

<http://www.nps.gov/goga/naturescience/climate-change-causes.htm>

http://www.skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Slovak.pdf

<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2013/13>

http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGI_AR5_SPM_brochure.pdf

<http://daraint.org/wp-content/uploads/2012/09/CVM2ndEd-FrontMatter.pdf>

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

http://www.ehow.com/how_6935437_calculate-cooling-effect-water.html

O Karpatskom rozvojovom inštitúte

Karpatský rozvojový inštitút, založený v roku 2004 je nezávislá, odborná, nezisková organizácia typu „think-tank“, inšpirujúca a presadzujúca komplexný environmentálny, sociálny a ekonomický regionálny a komunálny rozvoj. Naším poslaním je presadzovanie systémových zmien v prospech udržateľného rozvoja územia prostredníctvom formovania ideologicky nezávislého a intelektuálne kritického prostredia. Sme výskumným a poradenským centrom v tejto oblasti, ktoré poskytuje analýzy potenciálu a príležitosti na rozvoj, ako aj odborné rozvojové štúdie či scenáre. Spracovávame adaptačné plány v nadväznosti na plány hospodárskeho a sociálneho rozvoja a poskytujeme vzdelávanie v oblastiach našich činností (viac na kri@kri.sk).



KONTAKT:

Karpatský rozvojový inštitút

Floriánska 17, 040 01 Košice

Slovenská republika

tel.: 055/ 7994920 – 22

fax: 055/ 7994922

e-mail: kri@kri.sk

web: www.kri.sk



Brožúra autorského kolektívu Karpatského rozvojového inštitútu „Adaptácia na zmenu klímy: brožúra pre tých, ktorí chcú viac o tom vedieť a aj aktívne konať“ prináša zrozumiteľným a pútavým spôsobom najaktuálnejšie a odborne objektívne a korektné informácie o meniacich sa klimatických podmienkach a ich dôsledkoch, a to nielen na globálnej úrovni, ale predovšetkým na Slovensku. Text brožúry však nie je len „obyčajným“ sumárom toho, čo v súčasnosti na základe vedeckého výskumu vieme o klimatickej zmene a jej očakávaných budúcich prejavoch a dopadoch vieme doložiť. Možno ho vnímať aj ako praktický manuál pre to, ako sa prebiehajúcim zmenám najlepšie a najefektívnejšie prispôbiť, a to hlavne z pohľadu rastúcej extrémnosti počasia a klimatických podmienok (sucho, vlny horúčav, extrémne zrážky, silné búrky). Hodnotu navrhovaných adaptačných opatrení zvyšuje nakoniec aj to, že ide o riešenia preverené technickou praxou a bohatými skúsenosťami ľudí, ktorí ich už mali možnosť otestovať pri budovaní dlhodobo udržateľných komunít. Predkladaný text predstavuje hodnotný zdroj objektívnych a vedecky podložených informácií k problematike klimatickej zmeny a adaptácie na jej dopady.

Jozef Pecho, Ústav fyziky atmosféry, Akadémia vied Českej republiky