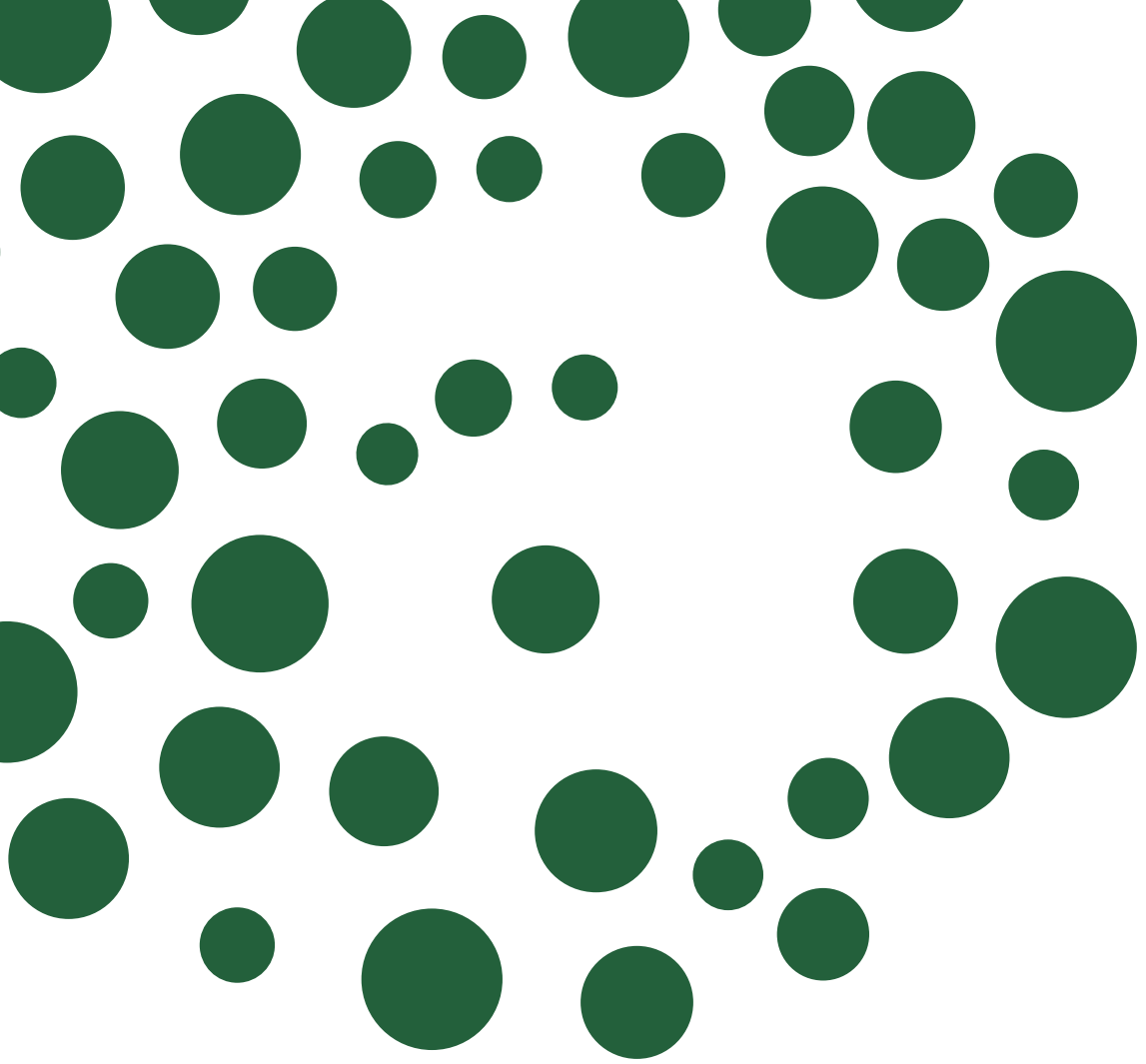




otvorená  
akadémia

ZMENA  
**KLÍMY**

III. diel



ISBN 978-80-69181-07-6



otvorená  
akadémia

# ZMENA KLÍMY

III. diel



# Obsah

ÚVODNÉ SLOVO		4	5. KAPITOLA	Vládne aktivity na boj proti zmene klímy	178
1. KAPITOLA	Dokážeme nazrieť za hranice antropocénu...	8	1. PODKAPITOLA	Medzinárodné dohovory	180
2. KAPITOLA	Zmeny využívania krajiny vo vzťahu ku klimatickej zmene. Quo vadis, slovenská...	18	2. PODKAPITOLA	Národné strategické dokumenty	192
3. KAPITOLA	Dopady klimatickej zmeny na prírodné zdroje	38	6. KAPITOLA	Príbehy dobrej praxe v prispôsobovaní sa meniacej sa klíme	210
1. PODKAPITOLA	Dopady na pôdne zdroje	40	1. PODKAPITOLA	Príbeh farmára Jozefa a jeho boj s meniacim sa počasím	212
2. PODKAPITOLA	Dopady na vodné zdroje. Osud vody v tieni zmeny klímy	54	2. PODKAPITOLA	Príbeh zdieľanej ekonomiky Naše Beskydy – cezhraničná spolupráca	216
3. PODKAPITOLA	Dopady na druhy a spoločenstvá	72	3. PODKAPITOLA	Príbeh jednej mestskej strechy	224
4. PODKAPITOLA	Dopady klimatickej zmeny na lesné ekosystémy – lesné zdroje	104	7. KAPITOLA	Jedenásto na záver	232
4. KAPITOLA	Dopady klimatickej zmeny na socioekonomický rozvoj	116	DOSLOV		260
1. PODKAPITOLA	Dopady na poľnohospodárstvo	118	LITERATÚRA		264
2. PODKAPITOLA	Dopady zmeny klímy na vodné hospodárstvo	138			
3. PODKAPITOLA	Dopady klimatickej zmeny na lesné hospodárstvo	158			
4. PODKAPITOLA	Dopady na cestovný ruch	168			



Zdroj: Freepik

# Úvodné slovo

Zita Izakovičová a Pavol Siman

Meniaca sa klíma a s ňou súvisiace dôsledky predstavujú v súčasnosti jeden z najzávažnejších problémov, ktorým čelí dnešná spoločnosť. I napriek všetkým pochybnostiam treba konštatovať, že klimatická zmena je tu. Svedčia o tom nielen štatistické dáta, ale denno-denne nás o tom presvedčajú vyskytujúce sa extrémne počasie, ako sú letné horúčavy, extrémne obdobia sucha a privalové dažde, pokles počtu dní so snehovou pokrývkou, či nárast negatívnych prejavov počasia, ako je sucho, záplavy, mohutné víchrice i orkány a pod.

Posledných deväť rokov bolo podľa Svetovej meteorologickej organizácie (WMO) najteplejších v histórii, roky 2016, 2020 a 2023 boli označené za najteplejšie. Svetová meteorologická organizácia tiež oficiálne potvrdila, že rok 2023 prekonal klimatické rekordy a je s obrovským nárastom najteplejším rokom v histórii meraní. Priemerná ročná teplota bola v roku 2023 o 1,45 °C vyššia ako pred industriálnou úrovňou (1850 – 1900). Júl a august boli globálne absolútne najteplejšie mesiace. Zvyšovanie teploty badať aj na Slovensku, o čom svedčí okrem rastu priemernej teploty aj rast počtu letných a tropických dní. V priebehu rokov 1981 – 2022 mal počet letných dní na Slovensku významne stúpajúci trend, pričom v jednotlivých oblastiach stúpol počet letných dní o 20 až 37 dní oproti začiatku 80. rokov a počet tropických dní o 6 až 24 dní oproti začiatku 80. rokov. Naopak, počet mrazových dní má klesajúci trend, pričom v jednotlivých oblastiach bol

zaznamenaný pokles počtu mrazových dní o 17 až 38 dní. Priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku v roku 2023 dosiahla 9,8 °C. Na Slovensku to bol druhý najteplejší rok od roku 1931.

V priebehu roku 2023 bolo okrem extrémnych teplôt zaznamenaných aj viacero extrémnych prejavov počasia. Mnohé krajiny na celom svete zápasili s požiarmi, záplavami, tropickými cyklónami, víchricami a pod. Extrémne horúčavy zasiahli viaceré krajiny sveta, najvyššie sa vyšplhali teploty v druhej polovici júla v južnej Európe a severnej Afrike. Maximálna teplota vzduchu v Taliansku dosiahla hodnotu 48,2 °C, v Tunisku 49,0 °C, v Alžírsku 49,2 °C a v Maroku v oblasti Agadiru presiahli teplotu až 50 °C (50,4 °C). Vysoké teploty podmienili v mnohých krajinách výskyt požiari. Najvýznamnejšie požiare sa prejavili v Kanade, kde celková zasiahnutá plocha požiarmi dosiahla rozlohu 18,5 milióna hektárov,

čo je viac ako šesťnásobok 10-ročného priemeru (2013 – 2022). Tieto požiare následne viedli aj k výraznému znečisteniu ovzdušia v oblasti východnej Kanady a tiež v oblasti severovýchodu Spojených štátov amerických. Najväčšie záplavy postihli Grécko, Bulharsko, Turecko a Líbyu, kde boli zaznamenané aj značné straty na životoch. Záplavy boli zaznamenané aj na Slovensku.

Dlhodobé sucho sa vyskytlo v mnohých častiach Strednej a Južnej Ameriky. V severnej Argentíne a Uruguaji boli zrážky od januára do augusta 20 až 50 % pod priemerom. Zaznamenané bolo aj zvyšovanie hladiny mora. V dôsledku pokračujúceho otepľovania oceánov a topenia ľadovcov mala rýchlosť zvyšovania hladiny morí v rokoch 2013 – 2022 viac ako dvojnásobné tempo v porovnaní s prvým desaťročím satelitných meraní (1993 – 2002). Horské ľadovce v Severnej Amerike a Európe boli opätovne vystavené extrémnej sezóne topenia. Podľa správy WMO stratili švajčiarske horské ľadovce za posledné dva roky asi 10 percent svojho zostávajúceho objemu.

Tieto extrémne prejavy počasia sa následne prejavujú nielen na ohrození krajiny, jej zložiek, ale priamo i na ohrození človeka a jeho životného prostredia. Nadmerné teploty sú hrozbou pre ľudské zdravie, najmä pre zraniteľné skupiny obyvateľstva, ako sú deti, starí a chorí ľudia. Ohrozenie života človeka a jeho životného prostredia nastáva aj počas záplavových procesov. V rokoch 2005 – 2021 bolo na Slovensku povodňami postihnutých viac ako 83 528 obyvateľov a usmrtených bolo 7 osôb. V roku 2022 bolo zaplavených

161 bytových budov, 51 nebytových budov, 142 ha poľnohospodárskej pôdy, 368,50 ha lesnej pôdy a 1 015,63 ha intravilánov obcí a miest. Poveternostné a klimatické extrémny sa následne prejavujú aj na ohrození potravinovej bezpečnosti.

Spolu s narastajúcou frekvenciou a intenzitou vln horúčav, privalových dažďov či dlhotrvajúceho sucha sa zhoršuje dostupnosť vodných zdrojov na mnohých miestach našej planéty. Výrazný vzostup teploty vzduchu v niektorých oblastiach je sprevádzaný ďalšími negatívnymi javmi vrátane šírenia rôznych chorôb, pobrežné a ostrovné krajiny riešia problém narastajúcej hladiny oceánov. Narastá počet ľudí, ktorí neutekajú pred vojnou, ale pred nezvratnou zmenou životných podmienok, kvôli ktorým sa stávajú niektoré časti sveta neobývateľnými. Takzvaní klimatickí utečenci pribúdajú v miliónoch a podľa odhadov svetovej banky by ich do roku 2050 mohlo byť okolo štvrt miliardy (Clement a kol. 2021). Suchá sa výraznou mierou podieľajú na poklese úrody a dostupnosti pitnej vody. Vyššie teploty v lete a mierne zimy môžu v poľnohospodárskej krajine zvýšiť počty škodcov, akými sú hmyz a hľadavce, ktoré šíria potravinové patogény. Zmeny nastávajú aj v priestorovom výskyte druhov spôsobujúcich infekčné ochorenia, ako sú kliešte a niektoré druhy komárov, a tiež v distribúcii peľových alergénov, čo následne spôsobuje zvýšenie výskyt alergénnych ochorení.

Menia sa aj ekologické podmienky pre mnohé rastliny, živočíchy a ekosystémy, nastáva presun teplomilných druhov do severných a do vyšších

oblastí, nastáva šírenie invazívnych druhov, ktoré ohrozujú a menia prirodzené ekosystémy. Ohrozené sú aj jednotlivé prírodné zdroje – pôdne, vodné, lesné a tiež biodiverzita. Strata biodiverzity je (**Európska stratégia pre ochranu biodiverzity 2020**):

- ▶ **klimatický problém** – ničenie a poškodzovanie ekosystémov a pôd urýchľuje globálne otepľovanie, zatiaľ čo obnova krajiny zmenu klímy zmierňuje,
- ▶ **obchodný problém** – prírodný kapitál poskytuje základné zdroje pre priemysel a poľnohospodárstvo,
- ▶ **bezpečnostný problém** – strata biodiverzity zvyšuje náchylnosť na prírodné riziká a katastrofy,
- ▶ **problém potravinovej bezpečnosti** – rastliny, živočíchy vrátane opelovačov a pôdne organizmy zohrávajú v našom potravinovom systéme životne dôležitú úlohu,
- ▶ **zdravotný problém** – ničenie prírody zvyšuje riziká a znižuje našu odolnosť voči chorobám; príroda navyše priaznivo pôsobí na duševné zdravie a pohodu ľudí,
- ▶ **medzigeneračný problém** – oberáme budúce generácie o základ naplneného života.

To všetko sú naliehavé výzvy, ktoré musí súčasný človek, ak chce prežiť, urýchlene riešiť. Podrobnejšie o všetkých nástrahách spojených s klimatickou zmenou a možnostiach, ako s nimi bojovať, sa dočítate na stránkach tejto brožúry.

## MITIGÁCIA

Mitigáciou (zmiernenie, zoslabenie) rozumieme opatrenia na zmiernenie klimatickej zmeny. Ide o opatrenia, ktoré sú zamerané na pribrzdzenie, prípadne zastavenie trendu globálneho otepľovania.

## ADAPTÁCIA

Adaptáciou (prispôsobenie) rozumieme prispôsobenie sa prírodných alebo ľudských systémov na nové alebo meniace sa prostredie.



Zdroj: Freepik

## I. kapitola

# Dokážeme nazrieť za hranice antropocénu...

prof. Mgr. Tatiana Kluvánková, PhD.  
SlovakGlobe – Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

## ČO JE GLOBÁLNA ZMENA?

Dovoľte mi predstaviť sa. Som planéta Zem a som v ustálenom stave **kolobehu látok**. Počas historického vývoja vplyv ľudskej populácie na mňa a globálny planetárny systém zosilnel a nanešťastie ľudstvo zaviedlo opačný trend – jednosmerné toky. Ťažba rudy, diaľkový medzikontinentálny obchod, produkcia odpadových látok a využívanie fosílnych palív stoja mimo kolobehu látok, sú **jednosmerné a nezvratné**. To vedie k odčerpávaniu zdrojov a ďalekosiahlym zmenám, ktoré sú súhrnne nazývané **globálnou zmenou** (meniacim sa svetom).

Vplyvom širokého spektra biofyzikálnych ekosystémových a socioekonomických zmien sa mení fungovanie Zeme ako systému v planetárnom meradle (zmena klímy, produktivity krajiny a oceánu, chémia ovzdušia, zmena biodiverzity, zmena fungovania ekosystémov). Globálna zmena je tak tvorená **prírodnou zložkou** – biofyzikálne procesy v atmosfére, suchozemských ekosystémoch a oceánoch, ktoré nie sú súčasťou rôznych trvalo prebiehajúcich kolobehov, napríklad slnečná aktivita, dopady kozmických telies, tektonikou a vulkanizmom tak **zložkou antropickou** – vplyvom civilizácie.

Vplyv človeka nebol vždy v histórii taký veľký ako v súčasnosti. V minulosti ľudia vedeli ovplyvniť životné prostredie podobne ako iné živočíšne druhy. Väčší vplyv priniesol až objav a rozvoj poľnohospodárstva, keď ľudia začali systematicky odstraňovať prirodzenú vegetáciu, aby vytvorili priestor na cieľné pestovanie jedného alebo niekoľkých druhov rastlín. Dochádzalo tak k lokálnemu znižovaniu biodiverzity, k zásahom do energeticko-materiálových tokov, zrýchlenému rozkladu pôdnej organickej hmoty, zvýšenej pôdnej erózii a k podobným javom meniacim prirodzené zloženie pôdy. Následne vznikom re-

mesiel a neskôr priemyslu došlo k ťažbe dreva z lesov (ako zdroje materiálov a energie) s ich následným poškodzovaním a odlesňovaním. Ľudia postupne začali ťažiť nerastné suroviny a fosílna palivá.

Zásadná zmena tak nastáva v dôsledku dynamického rastu spaľovania fosílnych palív v energetike, v doprave a priemysle, rozsiahlym odlesňovaním a všeobecne zmenami vo využití krajiny uskutočňovanými v súvislosti s mohutným nástupom **priemyselnej revolúcie**. Tento trend s ohľadom na rozvoj a nárast ľudskej populácie a ekonomický rast bude pokračovať.

Priemyselná revolúcia 18. storočia, najmä rozmach strojárstva, vznik priemyselnej chémie, priemyselného potravinárstva, spracovania nerastov a vznik medzinárodného obchodu v druhej polovici 20. storočia spôsobili prechod od dopytovej na ponukovú ekonomiku, ktorej cieľom je prostredníctvom reklamy zabezpečiť dopyt po neustále rastúcej výrobe. Tento dodnes prevládajúci ekonomický smer výrazne zvýšil dopyt po prírodných zdrojoch a zároveň zvýšil znečisťovanie životného prostredia odpadmi. Zmeny boli postupné, často nenápadné, na silu naberali pomaly s rozvojom technologických možností a globalizácie. Je nutné si uvedomiť, že aj neustály rast ľudskej **populácie a jej globálna migrácia sa podieľajú na globálnej zmene**. Svet vyprodukuje ročne 2,01 miliardy ton tuhého komunálneho odpadu, z toho stále zásadná časť nie je zneškodnená bezpečným spôsobom. Emisie CO<sub>2</sub> spôsobené odlesňovaním a inými zme-

nami vo využití krajiny v roku 2023 činili 3,62 Gt, čo je asi 8,8 % z celkových [Z11] emisií (41,42 Gt). Proces umocňuje globalizácia [https://ourworldindata.org/grapher/co2-land-use?tab=chart&country=~OWID\\_WRL](https://ourworldindata.org/grapher/co2-land-use?tab=chart&country=~OWID_WRL).

V dôsledku jednosmerných tokov je spotreba energie na Zemi distribuovaná veľmi nerovnomerne. Zrejmý bude nárast spotreby energie predovšetkým v rozvojových krajinách, tak ako sa „emancipuje“ ich ekonomika, nastáva tu aj lineárny ekonomický rast. Vzhľadom na to, že ide o globálnu, teda celostnú, resp. celosvetovú zmenu, dochádza k prechodu od lokálnych environmentálnych problémov **k celoplanetárnym globálnym javom**.

Pojem globálna zmena teda označuje významnú zmenu vo vzťahu ľudstvo – životné prostredie. Tá zásadným spôsobom ovplyvnila rozvoj ľudskej spoločnosti, najmä vo zvyšovaní produktivity práce a intenzifikácii ťažby prírodných zdrojov a výroby. Globálna zmena zahŕňa vývoj a zmenu ľudskej populácie, zmenu klímy, ekonomický rozvoj, užívanie zdrojov surovín a produkciu a spotrebu energie, dopravu, ale i zmeny využívania krajiny (urbanizácia, globalizácia, intenzifikácia poľnohospodárstva) a zmeny prírodných cyklov uhlíka, dusíka, vody či v cirkulácii ovzdušia a oceánov (úbytok morského ľadu, stúpanie hladiny mora) a iné. S istým zovšeobecnením môžeme konštatovať, že pri štúdiu problematiky globálnej zmeny sa zaoberáme pochopením dynamiky zmien životného prostredia v meniacom sa svete. Piata publikovaná správa IPCC (Medzivládny panel pre

Zavedenie termínu **antropocén** sa pripisuje ekológovi a botanikovi Eugeneovi F. Stoermerovi, ktorý termín začal používať v 80. rokoch 20. storočia. Popularitu mu však priniesol až holandský atmosférický chemik **Paul Josef Crutzen** (laureát Nobelovej ceny za chémiu atmosféry z roku 1995). Antropocén predstavuje zmenu chodu životného prostredia a planéty a tak časť vedeckej komunity uvažuje o ANTROPOCÉNE ako o novom geochronologickom období, **ktoré práve žijeme a kde má človek dominantný vplyv**. My sme sa opýtali AI asistentky Fredi, ako vidí antropocén. Výsledkom sú dve vizualizácie (obr. 1). Na nás ostáva, ktorá je perspektívna.



klimatickú zmenu, IPCC, 2014) a závery COP (Svetová konferencia politickýchpolitických elít o zmene klímy) uvádzajú, že **„súčasná zmena klímy je jednoznačne spojená s činnosťou človeka“**.

Asi je to prvýkrát v celej histórii ľudskej civilizácie, keď sa činnosť človeka stáva výrazným faktorom vývoja planéty Zem, ľudskej spoločnosti a antroposféry vôbec. Z týchto dôvodov je súčasná epocha vývoja planéty označovaná termínom **antropocén** (z anglického anthropocene) vyjadrujúca dominanciu človeka na Zemi a čoraz viac sa približuje k ekologickým hraniciam planéty. Pokiaľ bude tento rast i naďalej pokračovať, môže negatívny vplyv na životné prostredie priviesť našu Zem za bod zlomu, z ktorého nebude možné spôsobené škody prírodnými procesmi napraviť. Koncept planetárnej hranice sa objavuje už v roku 2009 ako kritika správania sa spoločnosti. Za posledné desaťročie prešiel masívnym vývojom a vyústil do formovania deviatich planetárnych hraníc. Klimatická zmena je jednou z nich popri



Obr. 1  
Vizualizácia: Antropocén  
Zdroj: ChatGPT

integrite biosféry, zmene využitia zeme či kvalite sladkovodných vôd. V septembri 2023 vyšla v prestížnom vedeckom časopise Science publikácia kolektívu autorov Štokholmského Resilience Centra s alarmujúcou analýzou: **ľudstvo prekročilo šesť z deviatich planetárnych hraníc!** Koncentrácia CO<sub>2</sub> v atmosfére sa oproti obdobiu pred priemyselnou revolúciou takmer zdvojnásobila. Podľa autorov Štokholmského Resilience Centra je na úrovni momentálne cca 427 PPM (427 molekúl CO<sub>2</sub> na milión molekúl vzduchu), pričom riziková planetárna hranica bola stanovená na úroveň 350 PPM.

## PRÍBEH FOSÍLNEJ CIVILIZÁCIE

Klimatická zmena ako jeden z prejavov globálnej zmeny je teda dôsledkom celého radu faktorov, ktoré, ako už bolo zdôraznené, veľmi úzko súvisia s činnosťou človeka najmä už spomínanou priemyselnou revolúciou a pretrvávajúcimi závislosťami od spotreby fosílnych palív, ktoré sú zdrojom energie a ktoré zatiaľ nevieme nahradiť.

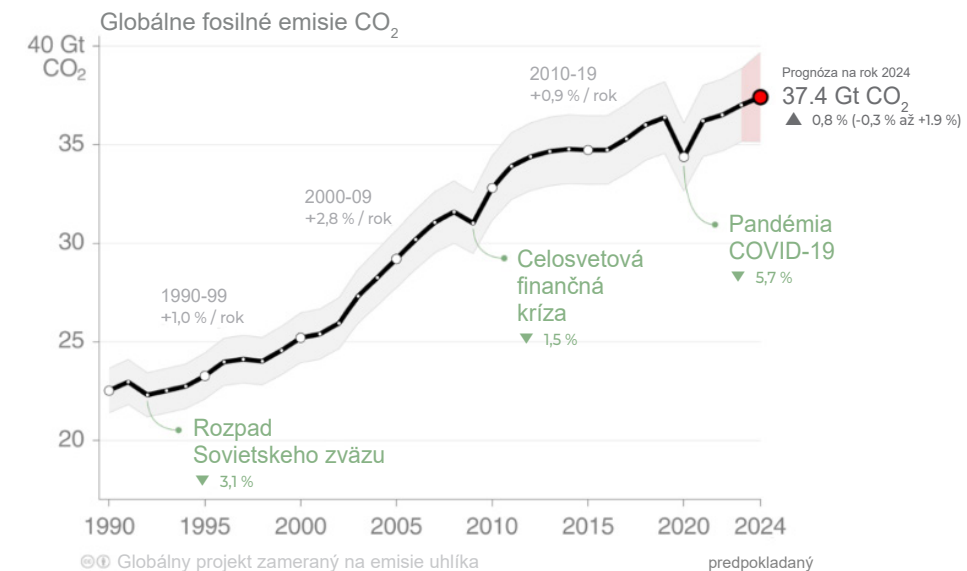
Masívnym spaľovaním fosílnych palív v energetike či globálnej doprave ľudstvo začalo výrazne meniť aj zloženie zemskej atmosféry. Fosílna palivá sú organického pôvodu, bohaté na uhľovodíky. Radí sa sem ropa, zemný plyn a uhlie. Tieto suroviny sa spaľujú predovšetkým s cieľom produkovať energiu. To vedie k produkcii oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Tento najvýznamnejší antropogénny skleníkový plyn spôsobuje mohutné emisie do atmosféry a vedie k narušeniu energetickej

rovnováhy planéty Zem. Podľa zdrojov projektu Global Carbon Budget z roku 2024 sa ročne emituje do ovzdušia cca 37,4 Gt CO<sub>2</sub> (37 400 000 000 ton). Emisie z fosílnych palív (vrátane produkcie cementu) tvoria cca 88 % celkových emisií CO<sub>2</sub>. Hlavným zdrojom je spotreba uhlia (cca 40 %), nasleduje ropa (33 %), zemný plyn (19 %), cement (6 %) a spontánne horenie plynov (1 %). Nárast fosílnych emisií od roku 2010 je masívny (obr. 2).

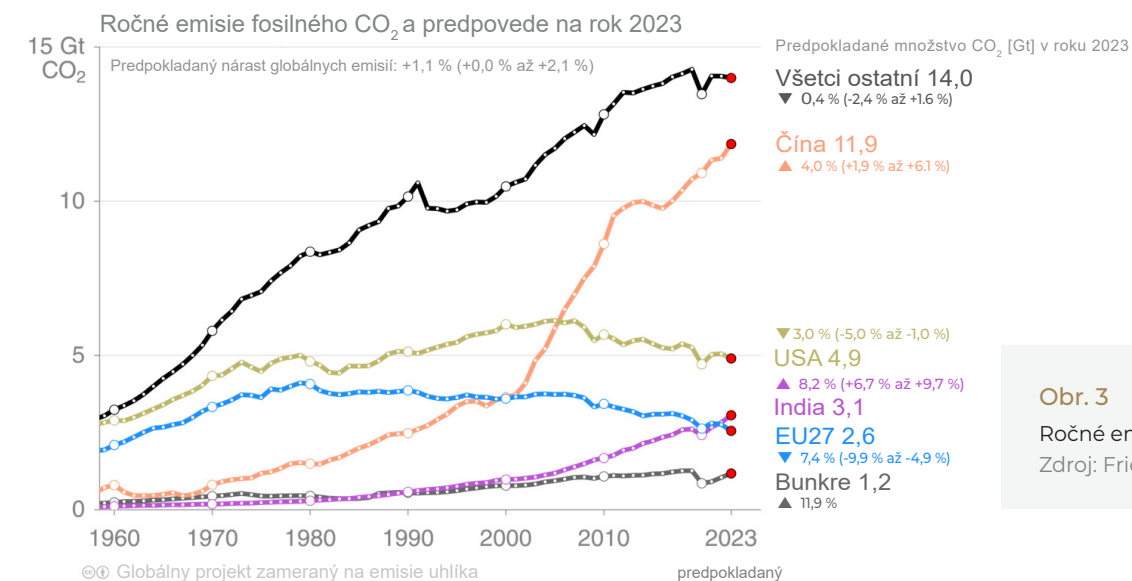
Pokles emisií sa dosiahol len v obdobiach rozpadu komunistického bloku v začiatkoch 90. rokov 20. storočia (3,1 %), finančnej krízy (1,4 %) a pandémie (5,2 %). Je zrejmé, že globálne spoločenské krízy zmierňujú prejavy klimatickej zmeny, ale len dočasne. Zatiaľ žiadna kríza nezmenila globálnu ekonomickú doktrínu postavenú na ponukovo orientovanej ekonomike.

Produkcia emisií nie je rovnomerne rozložená na povrchu Zeme, čo úzko súvisí aj so stupňom rozvinutosti ekonomiky. Všeobecne je možné konštatovať, že produkcia fosílnych palív je prevažne sústredená na severnej pologuli najmä v USA (20 % podiel na náraste emisií). Aj keď aktuálne najväčším podielnikom na náraste emisií sú Čína (asi 58 %) a India, čo úzko súvisí so silou a tempom rozvoja ich ekonomiky. Európskej únii (EÚ) sa podarilo doceliť zníženie svojho podielu na náraste emisií o 7,4 %, ako uvádza Global Carbon Budget, a môžeme to pozorovať na obrázku 3.

V našich končinách v roku 2014 Ústav výskumu globálnych zmien CzechGlobe pri Akadémii vied ČR inštaloval unikátnu stanicu merania CO<sub>2</sub>



**Obr. 2**  
Nárast globálnych fosílnych emisií CO<sub>2</sub>.  
Zdroj: Friedlingstein a kol. 2025



**Obr. 3**  
Ročné emisie fosílného CO<sub>2</sub>.  
Zdroj: Friedlingstein a kol. 2025



Obr. 4  
Atmosferické observatórium CO<sub>2</sub>  
CzechGlobe, Křeštin.  
Zdroj: Marian Pavelka

Křeštin. Nachádza sa v Českej republike blízko mesta Pehřimov a je viditeľná z diaľnice D1 na 71,5 km v smere do Prahy pri odpočívadle Dunice (obr. 4). Toto atmosférické observatórium je zamerané na precízne meranie koncentrácie hlavných skleníkových plynov vo vertikálnom profile až do výšky 250 metrov. Stanica poskytuje kontinuálne dáta, ktoré v súčasnosti dokazujú, že atmosférická koncentrácia CO<sub>2</sub> vo výške 100 m dosahuje, žiaľ, hodnoty 430 ppm!

Súčasnú civilizáciu môžeme teda nazvať **civilizáciu „fosílnou“**, lebo je veľmi silno prepojená so spotrebou fosílnych palív, ktoré sú hlavným zdrojom nadbytočného uhlíka v atmosfére a spôsobujú efekty klimatickej a globálnej zmeny. **Spôsobí táto civilizácia planetárny kolaps a stane sa tak i symbolicky fosílnou civilizáciou?**

## PRÍBEH TERMODYNAMIKY INAK

Z doterajších výskumov vyplýva potreba zmeniť základnú ekonomickú rovnicu: získavanie prírodných **zdrojov – výroba – spotreba – odpad**, respektíve tento reťazec spojiť do cyklu tak, aby sa zamedzilo jednosmernému toku **látok a energie z prírodných do ľudských systémov**. Antropická činnosť znižuje energetickú kapacitu prírody a zvyšuje mieru entropie, teda jej neusporiadanosť. Tento pojem pochádza z fyziky z **termodynamických zákonov**. Entropia sa prejavuje hromadením odpadov (napr. emisií CO<sub>2</sub>). Proces si môžeme ilustrovať na hypotetickom príklade hromadenia emisií CO<sub>2</sub> v New Yorku. Tento mega urbánny kolos s počtom obyvateľov takmer 2-krát väčším ako SR (8,4 mil.) dosahuje produkciu CO<sub>2</sub> 147 945 t za deň, čo predstavuje kopu, ktorá by zasypala i Sochu slobody, ako ilustruje obr. 5.

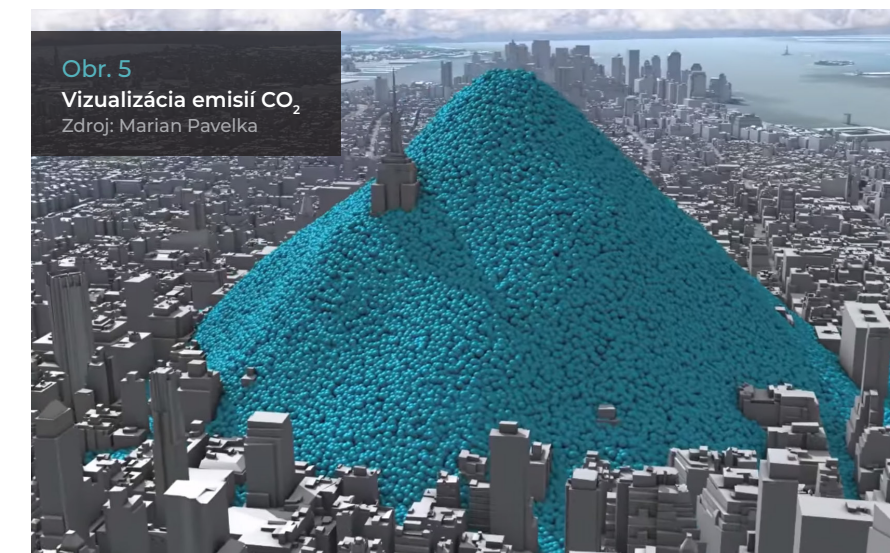
Jednosmernosť toku energie látok (z teplejšieho do chladnejšieho) a zvyšovanie entropie predstavuje podstatu degradácie prírodných systémov a zvyšovanie ich zraniteľnosti či náchyl-

## TERMODYNAMICKÉ ZÁKONY

Termodynamické zákony opisujú základné prírodné zákony regulácie tepla: zákon zachovania energie (1. zákon termodynamiky), teplo má jednosmerný chod z teplejšieho do chladnejšieho telesa (2. zákon termodynamiky).

nosti na náhle kolapsy. Argumenty termodynamiky presadzujú v spoločnosti ekologickí ekonómovia, spolu s rešpektovaním ekologických limitov rastu.

Zmena klímy má aj výraznú politickú a morálnu dimenziu. Je zrejmé, že globálne politicko-ekonomické krízy posledných 30 rokov nepoučili ľudstvo, ako zmeniť svoje energetické a ekonomické správanie k udržateľnosti v dlhodobom kontexte. **Existuje šanca na zmenu morálky, ktorá zmení naše individuálne i kolektívne etické kódexy a ekonomické správanie?** Na tento smer uvažovania upozorňuje odborná i politická verejnosť. Príkladom je iniciatíva pápeža Fran-



Obr. 5  
Vizualizácia emisií CO<sub>2</sub>  
Zdroj: Marian Pavelka



Obr. 6  
Greta Thunberg

tiška v encyklike starostlivosti o spoločný domov z roku 2015 (Laudato si' pápeža Františka 2015) či aktivity švédskej študentky Greta Thunbergovej (obr. 6).

Na prelome 19. – 20. storočia v dôsledku priemyselnej revolúcie došlo k úprave pracovnej morálky tak, že dnes prácu detí a nedobrovolné nadčasy považujeme za amorálne. Dosiahne podobnú zmenu morálky i ochrana klímy? Čo napríklad regulácia rýchlosti na diaľnici na 100 km/hod, ktorá sa už testuje v klimaticky progresívnych krajinách, napríklad i v susednom Rakúsku?

Spontánny hlas začínajúci sa v stredoškolských piatkoch upozornil najmä na medzigeneračnú nerovnosť v prístupe k zdravej planéte. Tak sa široký marketingový nástroj na vynechanie školy premenil na silný morálny apel budúcej generácie súčasnej generácii. Zároveň spojil rodičov globálneho sveta do spoločného chápania rizík

postupujúcej zmeny klímy pre život ich detí. To predstavuje impulz, ktorý dokáže hýbať zvykmi na globálnej úrovni a z Greta Thunbergovej spravil svetovú celebritu.

Americká profesorka Elinor Ostrom (1933 – 2012) (obr. 7) v ekonomickej vede zadefinovala pravidlá udržateľného manažmentu prírodných statkov ako statkov zdieľaných, teda vlastnených a manažovaných komunitou (kolektívom). Na základe jej celoživotného diela, za ktoré ako prvá žena získala v roku 2009 Nobelovú cenu za ekonómiu, prenikla teória zdieľaných statkov do praxe manažmentu udržateľnosti na princípe samosprávnosti, kolektívnej voľby a zodpovednosti komunít. Na veľkom počte štúdií z celého sveta preukázala, že silné komunity so vzájomnou dôverou, morálkou si vedia vybudovať dobre fungujúce pravidlá užívania, dlhodobu spravovať (manažovať) prírodné statky bez zásahu štátu či regionálnych autorít, dokážu zabezpečiť udržateľnosť a klima-

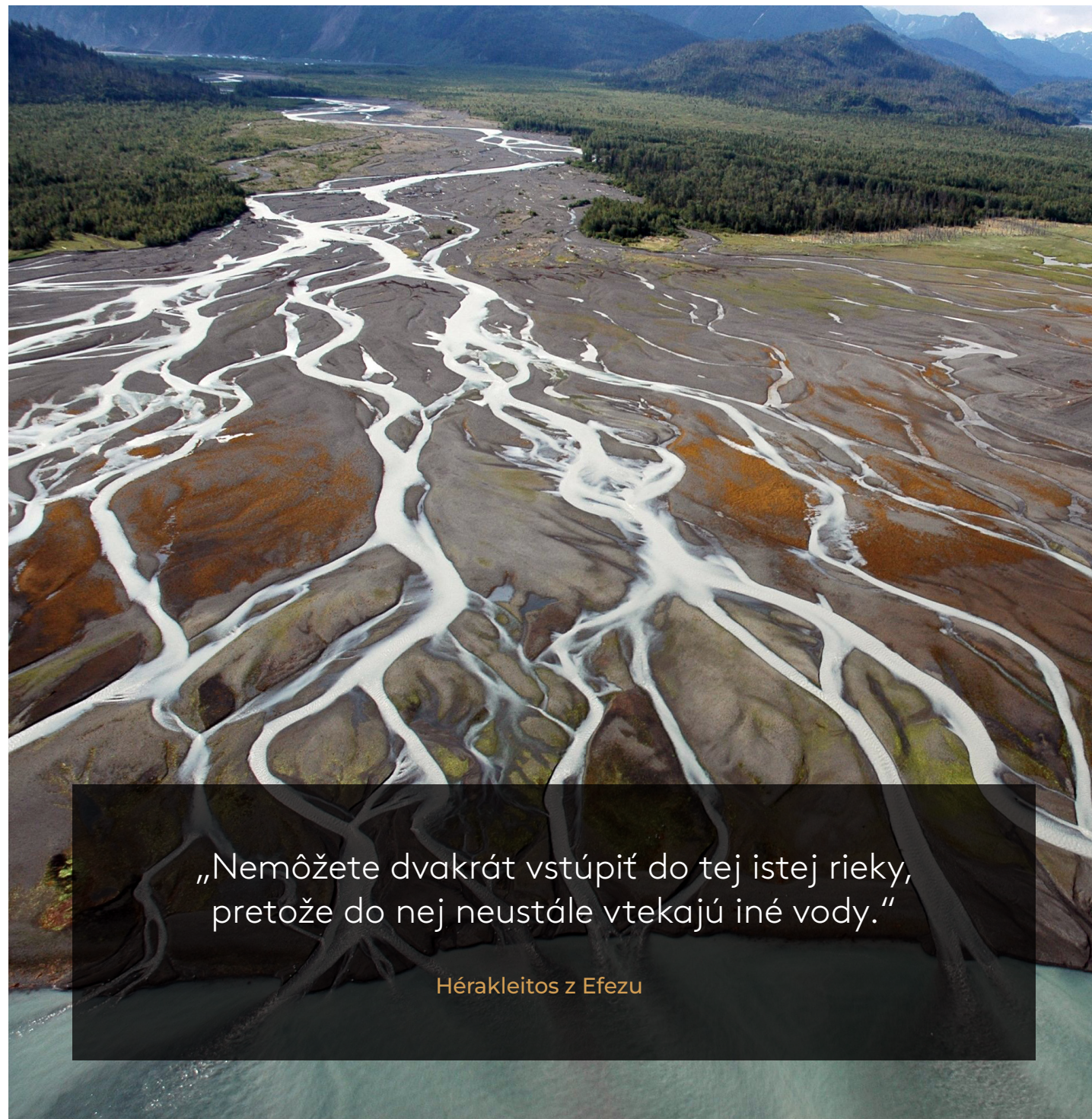
tickú stabilitu a spravodlivosť s nákladmi nižšími, ako je centrálna regulácia. V našich podmienkach s hrdosťou pôsobia spoločenstvá vlastníkov lesa, ako historický spolok vlastníkov z čias Márie Terézie (urbárske spoločenstvá vlastníkov), ktorí vďaka princípom zdieľaného manažmentu dokážu zodpovedne a samosprávne hospodáriť s lesnými zdrojmi a byť tak aktérom ochrany krajiny i klímy. Výzvou dneška je princípy zdieľaných statkov transformovať do mobilných či virtuálnych komunít.

Pozitívnym trendom je úsilie firiem o etické aspekty ochrany klímy s cieľom zlepšiť firemnú reputáciu, pretože sa to stáva súčasťou korporátnej identity dobrého podnikateľa. Okrem tradičných značiek enviro kvality na úrovni EÚ (napr. Eco-label, EMAS) a na úrovni štátov sa do popredia dostávajú certifikáty odvetví. Príkladom môže byť Forest Stewardship Council (FSC), zameraný na etiku spravovania dreva, alebo napríklad

BREEAM Communities. BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) je prístup, ktorý zavádza kvalitu klímy do stavebníctva, urbanizmu a najmä bývania a životného štýlu. Vysoký dôraz je kladený aj na stavebný cyklus, zariadenie a správu staviska, parametre chodníkov, ciest, priechodov pre chodcov, cyklotrás a ďalších komunikačných a transportných trás v okolí budovy. V Bratislave je nová štvrť Nové Nivy tvorená s ohľadom na udržateľnosť, ekológiu, funkčnú dopravu, s dôrazom na spoločenskú zodpovednosť a infraštruktúru, ktorá dáva zmysel pre miestnu komunitu.

**Táto kapitola upriamila pozornosť na úlohu klimatickej zmeny v priebehu a dôsledku globálnych zmien planéty a tiež na rolu, ktorú ľudstvo hrá v tomto príbehu. Podarí sa nám transformovať od fosilnej civilizácie k zodpovednej globálnej komunite rešpektujúcej planetárne hranice a tak nazrieť za hranice antropocénu?**





„Nemôžete dvakrát vstúpiť do tej istej rieky,  
pretože do nej neustále vtekajú iné vody.“

Hérakleitos z Efezu

Zdroj: commons.wikimedia.org/Courtesy of Mandy Lindeberg, NOAA/NMFS/AKFSC

## II. kapitola

# Zmeny využívania krajiny vo vzťahu ku klimatickej zmene. Quo vadis, slovenská krajina...

RNDr. Monika Kopecká, PhD.  
Ing. Daniel Szatmári, PhD.  
Geografický ústav SAV, v. v. i.

Bezprostredným okolím pre náš život je spravidla urbanizovaná krajina – mestá a obce s domami, cestami, chodníkmi, nákupnými centrami, továrňami, parkoviskami či so sídelnou zeleňou. V okolí miest a obcí sú polia, lesy, sady a vinohrady, jazerá či vodné nádrže. Hoci si to veľakrát neuvedomujeme, krajina v našom okolí sa neustále mení. Niekedy je príčinou náhla udalosť alebo prírodná katastrofa – vypukne požiar alebo sa priženie silná víchrica. Oveľa častejšie sa však krajina mení činnosťou človeka. Jej vzhľad môže zmeniť nový developerský projekt,

vďaka ktorému vedľa malebnej dedinky situovanej v zázemí väčšieho mesta vznikne úplne nová obytná zóna. Vzhľad krajiny sa zrazu zmení na nepoznanie – a zmení sa aj klíma. Najprv mikroklima v najbližšom okolí sotva badateľným spôsobom, ale postupom času sa zmena prejaví aj v širšom okolí. Otázok, ktoré sú spojené so zmenou klímy, je veľmi veľa a na všetky odpoveď nepoznáme. Ale jedno je isté. Za meniacu sa klímu aspoň sčasti môžeme my sami. A to tým, že meníme krajinu okolo nás.

## ČO SA DEJE V KRAJINE?

### PREMENY KRAJINY V PRIESTORE A ČASE

Vo všeobecnosti platí, že krajina je veľmi dynamickým celkom, ktorý neustále mení svoju štruktúru, funkciu aj vlastnosti. Zmeny spôsobované prirodzenými faktormi môžu mať relatívne veľký rozsah, z hľadiska klimatickej zmeny sú však spravidla menej významné ako zásahy človeka do krajiny. Výstavba sídiel, budovanie dopravnej infraštruktúry či vodných nádrží spravidla natrvalo zasiahnu do prírodného prostredia a zmenia ráz krajiny. Ak má spoločnosť správne predvídať prípadné problémy, je potrebné pochopiť spätnú väzbu na ľudské správanie. Iné dopady majú zmeny dlhodobé, spôsobené výstavbou, iné krátkodobé, spôsobené povodňami, víchricou či požiarom. Najmä urbanizácia zásadným spôsobom mení vlastnosti krajiny v rámci mestských oblastí, ich okolia, dokonca aj vo veľkých vzdialenostiach od nich. Dá sa predpokladať, že v celosvetovom meradle sa intenzita zmien využitia krajiny v priebehu nasledujúcich rokov výrazne zvýši, pretože ľudská populácia bude naďalej rásť a migrovať. Dôsledky zmien krajiny na spoločnosť a životné prostredie sú rozdielne v jednotlivých regiónoch sveta a vplýva na ne veľa faktorov. Pochopenie týchto zmien a ich hybných síl je základným predpokladom navrhovania opatrení na zmiernenie ich dopadov vrátane klimatickej zmeny (Barati a kol. 2023). Stav krajiny pri rôznych formách jej využitia a v rôznych štádiách jej prirodzeného vývoja odráža krajinná pokrývka. Jej zmeny možno považovať za vhod-

ný informačný zdroj o procesoch prebiehajúcich v krajine. Medzi najvýznamnejšie patrí urbanizácia, ktorá v kontexte hodnotenia zmien krajinnéj pokrývky predstavuje zmenu poľnohospodárskej pôdy, lesa, mokradí alebo vodných plôch na urbanizovanú krajinu. Tento proces zahŕňa výstavbu budov určených na bývanie, vzdelávanie, zdravotníctvo, rekreáciu a šport, ako aj výstavbu výrobných a komerčných objektov a dopravnej infraštruktúry. Pre urbanizované areály je typické nepriepustné prekrytie povrchu zeme asfaltom, betónom alebo inými stavebnými materiálmi. Podiel nepriepustných povrchov v rámci zastavaných areálov patrí k dôležitým indikátorom zmeny krajinnéj pokrývky. Vo všeobecnosti platí, že čím vyšší je podiel nepriepustných povrchov v zastavanej lokalite, tým vyšší je ich vplyv na zmenu lokálnej mikroklimy.

Mestá sú osobitne citlivé na dopady zmeny klímy. Proces urbanizácie predstavuje fenomén, ktorý spôsobuje v krajine spravidla nezvratné zmeny a zásadným spôsobom vplýva na kvalitu života obyvateľov daného regiónu. Urbanizované areály sú a čoraz viac budú vystavené riziku zvyšovania povrchovej teploty a tiež teploty vzduchu v rámci nich. Najmä v menej rozvinutých krajinách sa v mestách koncentruje veľké množstvo ľudí na pokraji chudoby, ktorí žijú často v najzraniteľnejších oblastiach a v nevyhovujúcich príbytkoch. Dôsledky veterných smrští, záplav, sucha či horúčav mávajú na nich vážnejšie dopady ako na ostatných obyvateľov. Adaptácia na zmeny urbanizovanej krajiny spočíva hlavne v znížení zraniteľnosti mesta, resp. vo zvýšení jeho odolnosti

voči dopadom zmeny klímy. Urbanizované areály (obr. 8 a 9) reprezentujú nielen spoločenské, ekonomické, politické či kultúrne centrá, ale aj obrovské zdroje znečisťujúcich látok, produkciu odpadu, koncentráciu nepriepustných povrchov či mestské ostrovy tepla, prispievajúce ku globálnej klimatickej zmene.

Proces urbanizácie má svoje špecifiká a možno ho hodnotiť podľa toho, na úkor ktorých tried krajinnéj pokrývky dochádza k zmene zástavby.

Môže ísť o zahusťovanie zástavby, ktoré je charakteristické premenou existujúcej sídelnej vegetácie na zastavané areály. Častejším javom je však rozširovanie zástavby, čo je proces charakterizovaný najmä premenou poľnohospodárskej alebo lesnej krajiny na urbanizované areály. V rámci tohto procesu je možné rozlíšiť postupné rozširovanie zástavby, keď sa zastavajú polia či vinohrady v susedstve už existujúcich urbanizovaných areálov, alebo tzv. výstavba „na zelenej lúke“, v rámci ktorej dochádza k premenám poľ-



Obr. 8 a, b

Urbanizované areály sa vyznačujú rôznou mierou nepriepustného pokrytia pôdy a podielom sídelnej zelene. Na mnohých miestach sa nové obytné zóny budujú s minimálnou mierou zelene, čo zásadným spôsobom vplýva na mikroklimu kedysi vidieckych obcí. Príklad z mestskej časti Vajnory so súvislou sídelnou zástavbou s podielom nepriepustných povrchov viac ako 80 %, vpravo tradičné vidiecke osídlenie v obci Hrnčiarovce nad Parnou neďaleko Trnavy s mierou nepriepustného pokrytia 30 – 50 %.



Obr. 9

Závod Samsung v katastrálnom území obce Voderady je typickou ukážkou rozširovania zástavby „na zelenej lúke“. Tento podnik bol vybudovaný v roku 2007 ako závod na výrobu LCD panelov pre televízory uprostred chráneného vtáčieho územia Úľanská mokrad' so zaujímavou diverzitou poľnohospodárskej krajiny, keďže jednotlivé pôdne bloky niekdajších grófskych pozemkov tu boli predelené porastmi drevín. Po desiatich rokoch prevádzky, v roku 2018, firma ukončila svoju výrobnú činnosť. Fotografia dokumentuje tiež skutočnosť, že veľká časť z približne 60-hektárového areálu vynátého z poľnohospodárskeho využívania zastavaná nikdy nebola. Táto plocha postupne zarástla krovínami a spustla.



Obr. 10

Neodmysliteľnou súčasťou malokarpatského regiónu boli od nepamäti vinice, ktoré sa tradične pestovali na svahoch na východnej strane Malých Karpát. Pás vinohradníckych miest a dedín vytvára malokarpatský vinohradnícky región, ktorý je rozlohou a významom najväčší na Slovensku. Výsadba nových viníc však už v súčasnosti neprebíha na malokarpatských svahoch, ale na parcelách, kde bola predtým orná pôda. Vinice vysadené na rovinatom teréne sú lepšie prístupné a dajú sa jednoduchšie obrábať modernou technikou. Takýmto príkladom sú vinohrady neďaleko Šenkvic. Meniaca sa klíma spojená so zvyšujúcimi sa priemernými teplotami vplýva na pestovanie teplomilných odrôd hrozna vo viacerých regiónoch. K rizikám súvisiacim s klimatickou zmenou patria silné dažde, krupobitie, následný tlak chorôb a nerovnomerné rozloženie zrážok. Zvyšujúce sa teploty ovplyvňujú aj kvalitu hrozna.

nohospodárskych alebo poloprírodných areálov, ktoré nie sú situované v bezprostrednom susedstve urbanizovaného priestoru. Pri výstavbe v poľnohospodárskej krajine treba mať na pamäti fakt, že tento typ zmeny krajiny pokrývky zanechá krajinu v stave, ktorý nie je možné po pár rokoch vrátiť späť. V tomto smere je veľkou výzvou najmä monitoring opustených priemyselných areálov, tzv. brownfieldov, a hodnotenie možností ich budúceho využívania.

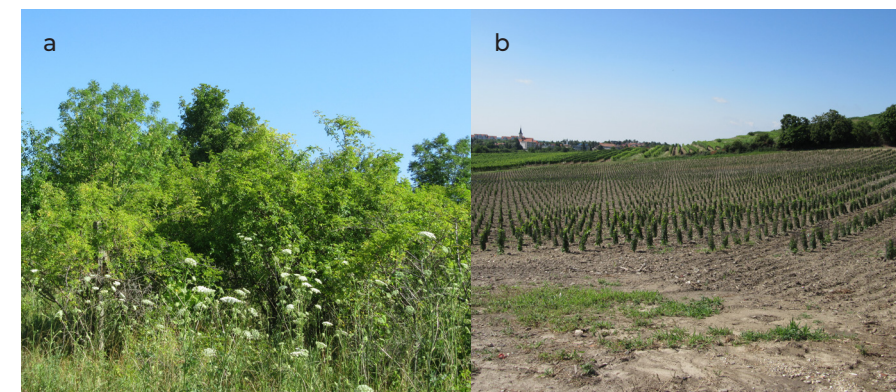
K ďalším dôležitým zmenám v krajine patrí intenzifikácia poľnohospodárstva, ktorá vo všeobecnosti predstavuje proces zvyšovania vstupov poľnohospodárskych zdrojov (napríklad osiva, práce, hnojív, pesticídov či technológií) s cieľom zvýšiť úroveň výnosu na jednotku poľnohospodárskej pôdy. V kontexte zmien krajiny pokrývky predstavuje zmenu poľnohospodárskych areálov s nižšou intenzitou využívania na vyššiu intenzitu využívania. V našich podmienkach je spájaná najmä s výsadbou vinohradov (obr. 10) a sadov na ornej pôde a rozorávaním lúk či pasienkov. Tieto premeny poľnohospodárskej pôdy môžu byť spojené s používaním nových pesticídov v intenzívnom poľnohospodárstve či zintenzívnením agrotechnického obrábania pôdy s cieľom zvýšiť úroveň výnosov. Opakom intenzifikácie poľnohospodárstva je jeho extenzifikácia, čiže proces znižovania vstupov do poľnohospodárskej výroby – hnojív, pesticídov či agrotechnických zásahov. Krajinná pokrývka je jedným z indikátorov tohto procesu, ktorý poukazuje na znižujúci sa antropogénny vplyv na krajinu. Tento proces reprezentuje zmenu poľnohospodárskych

areálov s vyššou intenzitou využívania na nižšiu intenzitu využívania, napríklad premenu intenzívnych ovocných sadov na lúku. Špecifickým príkladom extenzifikácie je postupné pustnutie poľnohospodárskych areálov v dôsledku obmedzenia alebo ukončenia poľnohospodárskej aktivity v danom regióne (obr. 11, 12, 13), ktoré najčastejšie súvisí so znižovaním počtu zamestnancov v poľnohospodárstve, starnutím farmárov a opúšťaním vidieka.

Pozitívny vplyv na zmierňovanie klimatickej zmeny má zalesňovanie území (obr. 14), kde sa v predchádzajúcom období nevyskytovala stromová pokrývka. Z hľadiska zmien krajiny pokrývky zalesňovanie predstavuje rozširovanie lesa výsadbou alebo prirodzenou obnovou, najčastejšie na úkor poľnohospodárskych areálov.

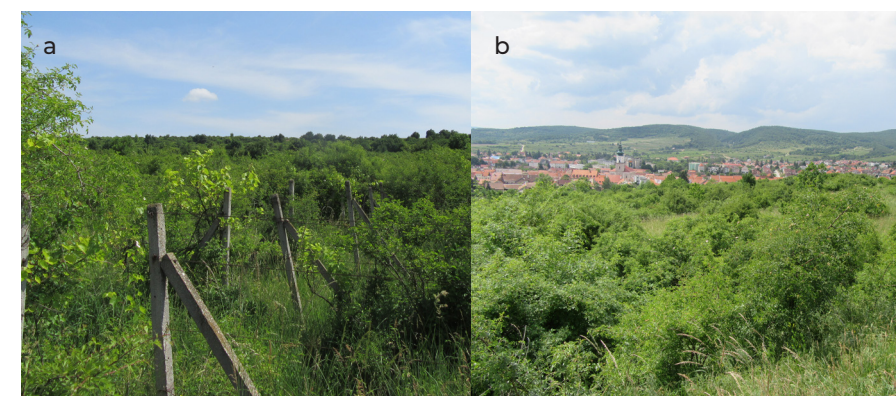
Mimoriadne závažný vplyv na klimatickú zmenu má odlesňovanie, ktoré je tradične chápané ako kľúčovanie zalesnenej pôdy. V minulosti prebiehalo najmä kvôli tomu, aby sa vytvoril priestor na pestovanie poľnohospodárskych plodín a pasenie zvierat, a tiež kvôli ťažbe dreva, či už na kúrenie, alebo na stavebné účely. V rámci hodnotenia zmien krajiny pokrývky reprezentuje zmenu lesa na poľnohospodársku pôdu, kroviny či lesokroviny. Odlesňovanie výrazne zmenilo krajinu na celom svete.

V roku 2022 bolo len v oblasti amazonského pralesa odhadované odlesňovanie 1,98 milióna hektárov, čo predstavovalo oproti roku 2021 nárast o 21 % (Finer & Mamani 2023). Prevažná väčšina



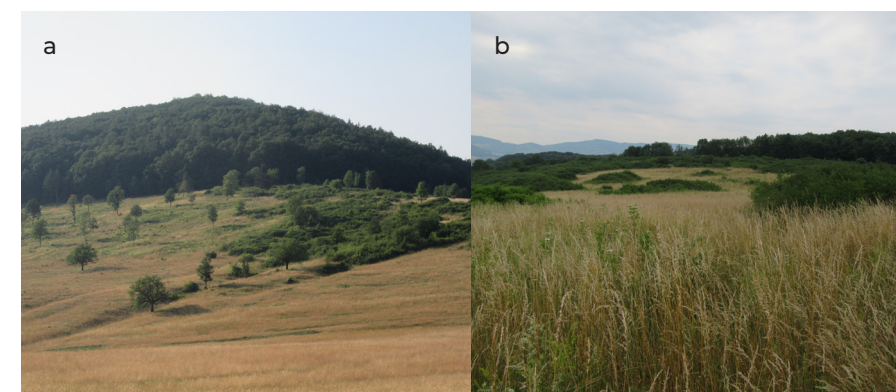
Obr. 11 a, b

Spustnuté staré vinohrady na svahoch v katastrálnom území obce Dubová a výsadba vinohradov na ornej pôde v tom istom katastrálnom území.



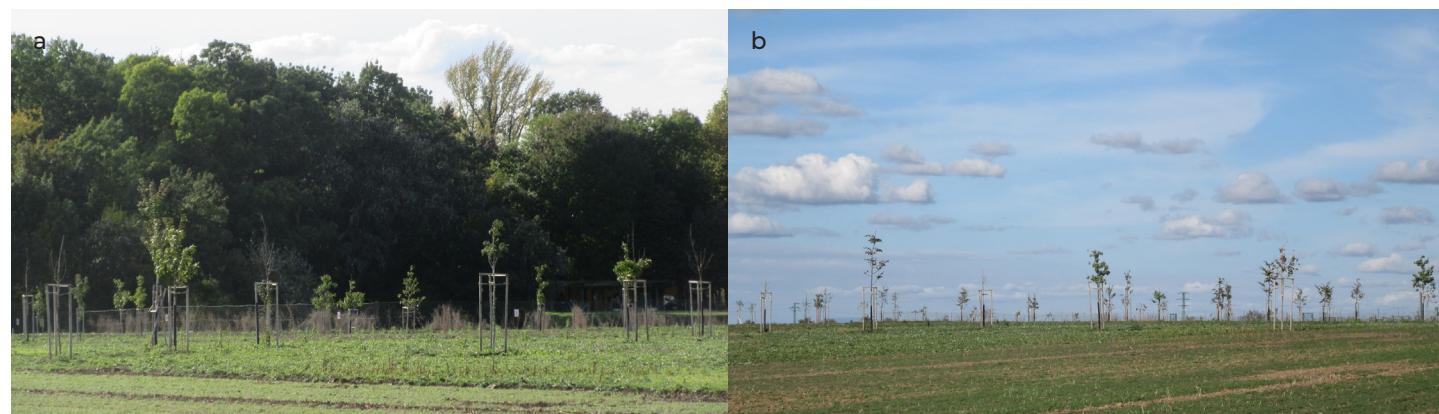
Obr. 12 a, b

Okolie mesta Modra bolo odjakživa známe svojimi malebnými vinicami, ktoré sú v súčasnosti na mnohých miestach spustnuté. Terasy nad mestom, ktoré kedysi s veľkou námahou vybudovali predchádzajúce generácie roľníkov, ešte pred dvadsiatimi rokmi pokrývala orná pôda. Nezáujem o obrábanie pôdy v ťažko dostupnom teréne spôsobil, že sú dnes zarastené krovinami.



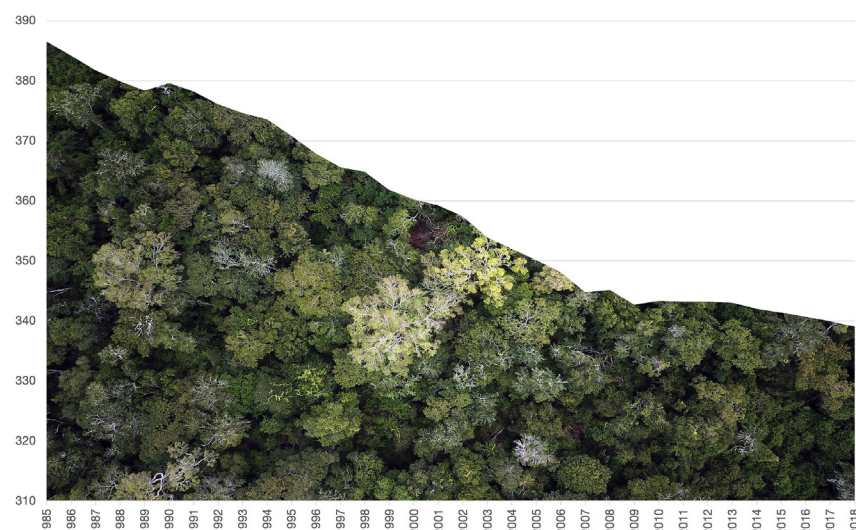
Obr. 13 a, b

Zarastajúce lúky neďaleko Víglaša a pustnúce zvyšky ovocných sadov neďaleko obce Stožok sú príkladom postupnej zmeny krajiny v dôsledku prirodzenej sukcesie po utlmení intenzity poľnohospodárskej činnosti v oblasti Zvolenskej kotliny.



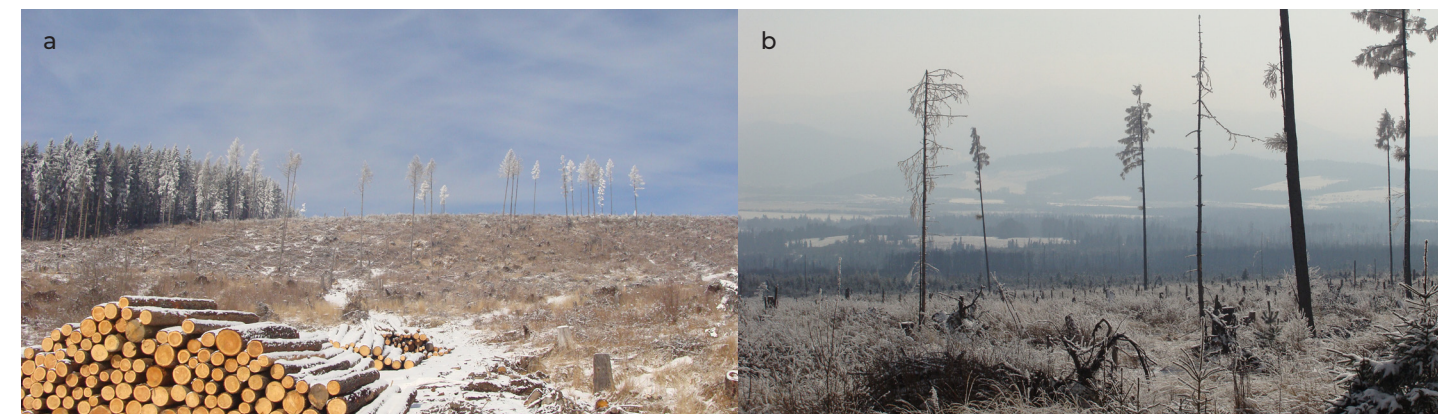
Obr. 14 a, b

Viaceré mestá sa priamo zapájajú do programov zalesňovania s cieľom tvorby nových lesných lokalít. Príkladom môžu byť iniciatívy v extraviláne mesta Trnava. V lokalite Štrky sa na ploche 12 hektárov buduje lesopark, ktorý by mal zvýšiť biodiverzitu a ekologickú stabilitu tohto územia s akútnym nedostatkom stromovej vegetácie. Výsadba lesoparku je naplánovaná na viac rokov, celkovo v ňom má rásť viac ako 4 000 stromov. Zámerom je v okrajovej časti mesta založiť prírode blízke krajinné biotopy, ktoré prispejú k eliminácii negatívnych javov súvisiacich so zmenou klímy. Lesopark zároveň rozšíri priestor na voľnočasové aktivity a rekreačné možnosti obyvateľov Trnavy.



Obr. 15

Pokles rozlohy lesa v Amazónii na území Brazílie v miliónoch hektárov.  
Zdroj: Butler 2021



Obr. 16 a, b

19. novembra 2004 sa územím Slovenska prehnala mimoriadne silná veterná smršť, ktorá najviac zasiahla Vysoké Tatry. Vietor v Tatrách zničil lesný porast na rozlohe 12 600 ha, čo predstavovalo takmer 3,5 milióna kubických metrov dreva. Silne poškodený pás lesa pozdĺž Tatranskej magistrály bol široký tri-štyri kilometre a dlhý približne 40 km. Táto veterná kalamita zásadným spôsobom na dlhé obdobie zmenila vzhľad tatranskej krajiny.

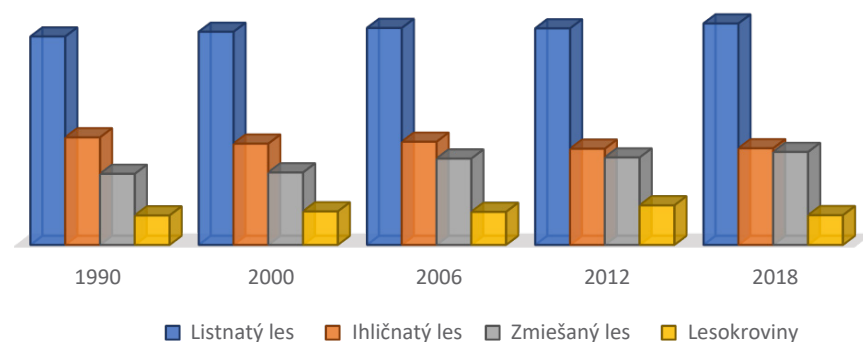
odlesňovania sa vyskytla v Brazílii (72,8 %), nasledovala Bolívia (12,4 %), Peru (7,3 %) a Kolumbia (4,9 %). V Bolívii išlo o doteraz najväčší rozsah odlesňovania a v Brazílii bolo najvyššie zaznamenané od začiatku 21. storočia. Úbytky lesa na území Brazílie v rokoch 1985 – 2018 dokumentuje graf na obr. 15.

Na Slovensku bolo v uplynulých rokoch najvýznamnejšie odlesnenie spôsobené veternou kalamitou (obr. 16) a následným šírením podkôrneho hmyzu.

Z grafu reprezentujúceho zastúpenie jednotlivých druhov lesa počas uplynulých desaťročí (obr. 17) je zjavné, že sa na Slovensku výrazne

zmenil podiel ihličnatých a zmiešaných lesov. Medzi rokmi 2006 a 2012 došlo k nárastu rozlohy lesokrovín, ktoré zahŕňali aj územia s vývratmi a rúbaniskami. V priebehu ďalších rokov boli na mnohých miestach smrekové monokultúry nahradené zmiešaným lesom s predpokladanou väčšou stabilitou voči náhlym živelným pohromám."

Ďalším typom zmien krajiny s výrazným efektom na lokálnu mikroklimu je vodohospodárska výstavba (obr. 18). Ide o proces, pri ktorom dochádza k premene poľnohospodárskej pôdy, lesnej pôdy alebo mokradí na vodné útvary. Plošne najrozsiahlšie zmeny krajinnéj pokrývky súvisia najmä s budovaním vodných nádrží,



Obr. 17

Zmeny v štruktúre lesnej krajiny na Slovensku v rokoch 1990 – 2018.

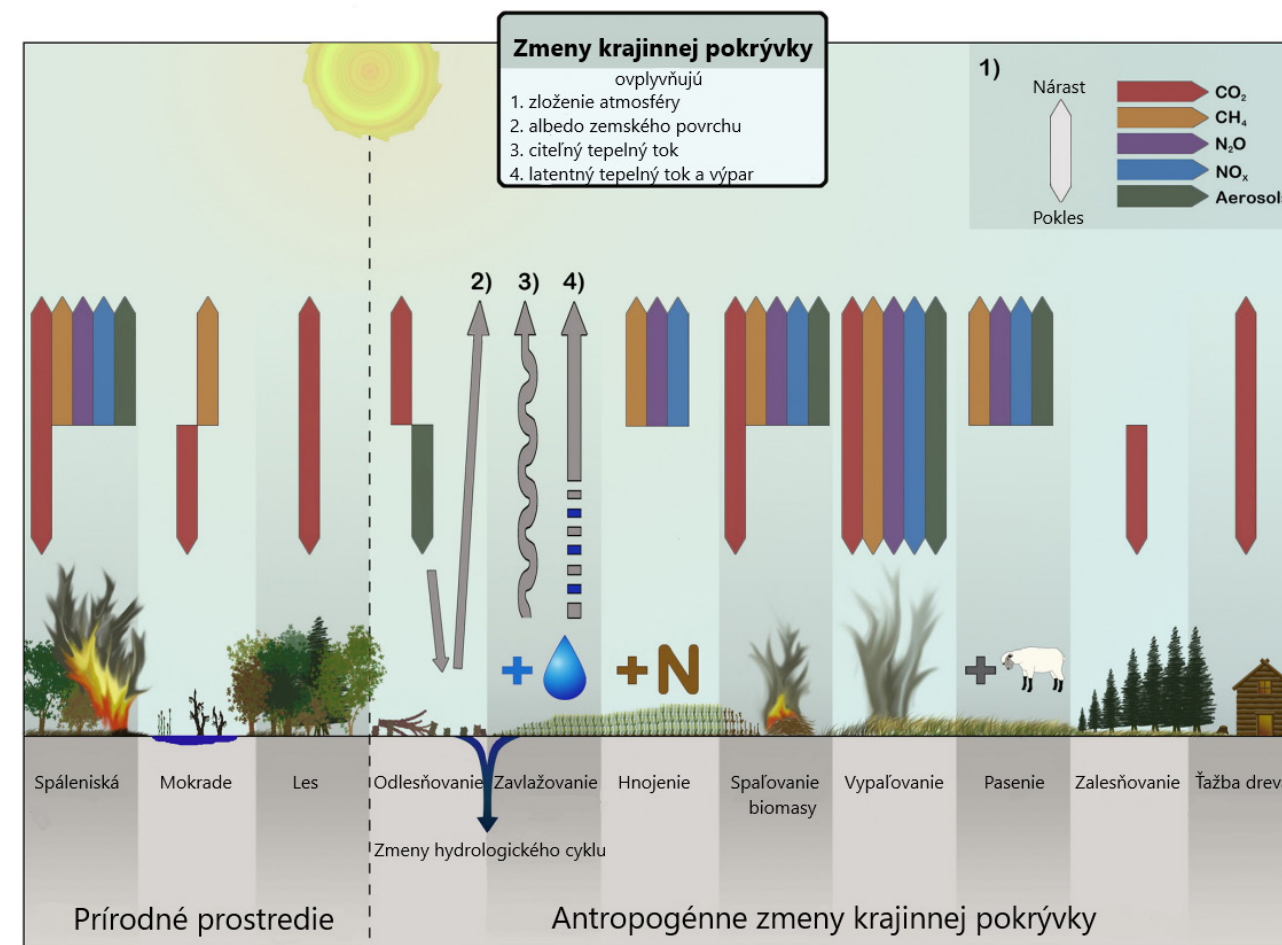


Obr. 18

Vodná nádrž Ronava neďaleko obce Cífer bola vybudovaná v roku 1968 ako retenčná nádrž na účely zavlažovania ornej pôdy. Na jej pravom brehu bol vybudovaný závlahový systém na ploche 355 ha, ktorý je však už dve desaťročia nefunkčný. V súčasnosti je vodná nádrž využívaná na chov rýb. Pozitívne ovplyvňuje miestnu mikroklimu a vlhkosť pôdy. Predpokladaný výpar vody je každoročne 150 000 m<sup>3</sup> a priesaky sa odhadujú na 57 670 m<sup>3</sup>. Extrémne suché leto v roku 2022 spôsobilo na mnohých miestach Slovenska rapídne zníženie hladiny vodných tokov a vodných nádrží. Z vodnej nádrže Ronava na niekoľko mesiacov zmizla voda a jej dno zarástlo vegetáciou.

ktoré spravidla vznikajú prehradením údolia rieky priehradným múrom. V prípade veľkých vodných nádrží boli okrem poľnohospodárskej pôdy zatopené aj viaceré obce. Vodné nádrže sú zásobárňami vody pretekajúcej korytami riek v čase vysokého prietoku s cieľom vytvoriť jej zásoby na obdobie, keď je jej nedostatok. Pri ochrannej funkcii nádrží je zachytávaná voda v čase veľkých povodňových prietokov v snahe zamedziť záplavám a chrániť územie pod priehradou pred povodňami. Zadržovanie vody v krajine umožňuje tiež budovanie závlahových systémov a pozitívne vplýva na lokálnu mikroklimu.

Každá trieda krajinej pokrývky – či už zástavba, orná pôda, lúka, les, alebo vodná plocha má odlišnú schopnosť vplývať na meniacu sa klímu, či už pozitívne, alebo negatívne. Zmenami krajinej pokrývky bola za posledných 300 rokov ovplyvnená viac ako polovica zemského povrchu (Hurtt a kol. 2011), čo malo výrazný vplyv na klímu. Premeny areálov s prirodzenou vegetáciou na poľnohospodárske areály spôsobili uvoľňovanie uhlíka z pôvodných porastov a pôdy do atmosféry (obr. 19). Vypaľovanie porastov



Obr. 19

Schematické znázornenie vplyvov na klímu v dôsledku zmien využívania pôdy a krajinej pokrývky. Zdroj: Butler 2021

s cieľom odlesnenia spôsobuje tiež uvoľňovanie oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), metánu ( $\text{CH}_4$ ), zlúčenín produkujúcich ozón ( $\text{O}_3$ ) a aerosólov. Odlesnené oblasti majú zníženú kapacitu pohlcovať atmosférický oxid uhličitý a koncentrácie  $\text{CO}_2$  sa zvyšujú. Poľnohospodárstvo emituje metán ( $\text{CH}_4$ ) a oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ), urýchljuje stratu uhlíka v pôde a mení emisie aerosólov.

V závislosti od spôsobu využívania rôznych častí zemského povrchu môže zmena klímy viesť k ukladaniu väčšieho množstva uhlíka v pôde z dôvodu rastu vegetácie alebo k uvoľňovaniu väčšieho množstva uhlíka do ovzdušia. Problematika klimatických zmien a eliminácie emisií skleníkových plynov je v súčasnosti jednou z najviac diskutovaných tém v rámci celej Európskej únie. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady EÚ 841/2018 z 30. mája 2018 stanovuje záväzky členských štátov týkajúce sa sektora využívania krajiny, zmien vo využívaní krajiny a lesného hospodárstva, ktorými sa prispieva k plneniu cieľov Parížskej dohody a zámerov EÚ v oblasti zníženia emisií skleníkových plynov v období rokov 2021 až 2030. Jedným z východísk nariadenia je požiadavka na dôsledné monitorovanie pokroku členských štátov pri plnení ich záväzkov a na zabezpečenie transparentnosti, presnosti, konzistentnosti, úplnosti a porovnateľnosti informácií. Podľa nariadenia je definovaných šesť tried krajinej pokrývky, ktoré tvoria dôležitý podklad na odhad zásob uhlíka obsiahnutého v biomase a pôde a zachytávania emisií skleníkových plynov. Tieto triedy z hľadiska obsahu charakterizujú základné socioekonomické využitie krajiny

v celoeurópskom kontexte. **Odhad zásob uhlíka a zachytávanie emisií sa sleduje v rámci týchto tried:**

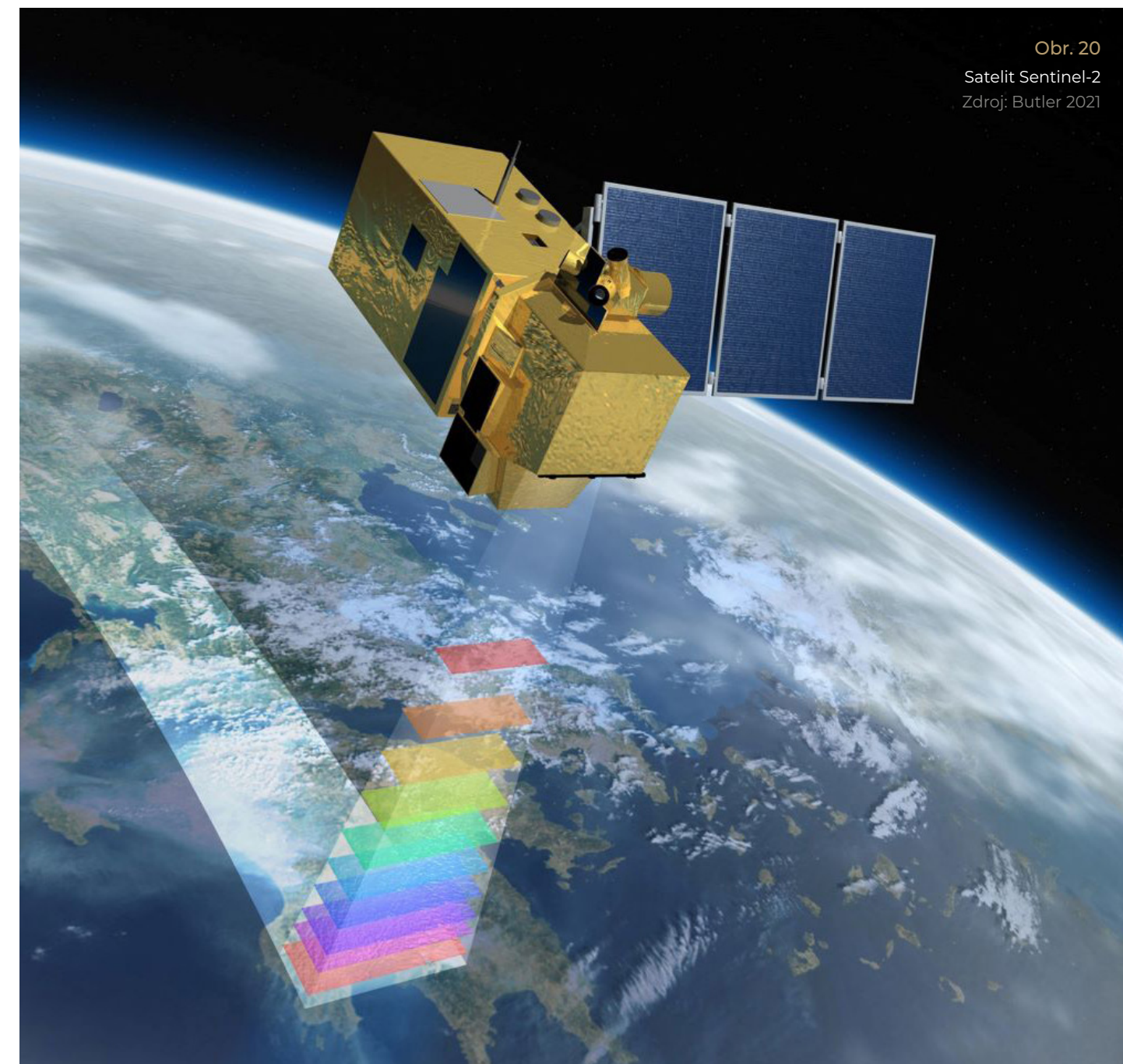
- ▶ lesné areály,
- ▶ poľnohospodárske areály,
- ▶ areály tráv,
- ▶ zamokrené areály,
- ▶ urbanizované a technizované areály,
- ▶ iné – ostatné areály: do tejto triedy patria skaly, nevyužívaná pôda bez vegetácie a všetky areály, ktoré nemožno zaradiť do niektorej z predchádzajúcich tried.

Predpokladá sa, že na zber údajov budú využívané existujúce programy a prieskumy jednotlivých členských štátov EÚ.

## ČO VIDIA SATELITY Z VESMÍRU...

### ZDROJE ÚDAJOV O ZMENÁCH KRAJINY

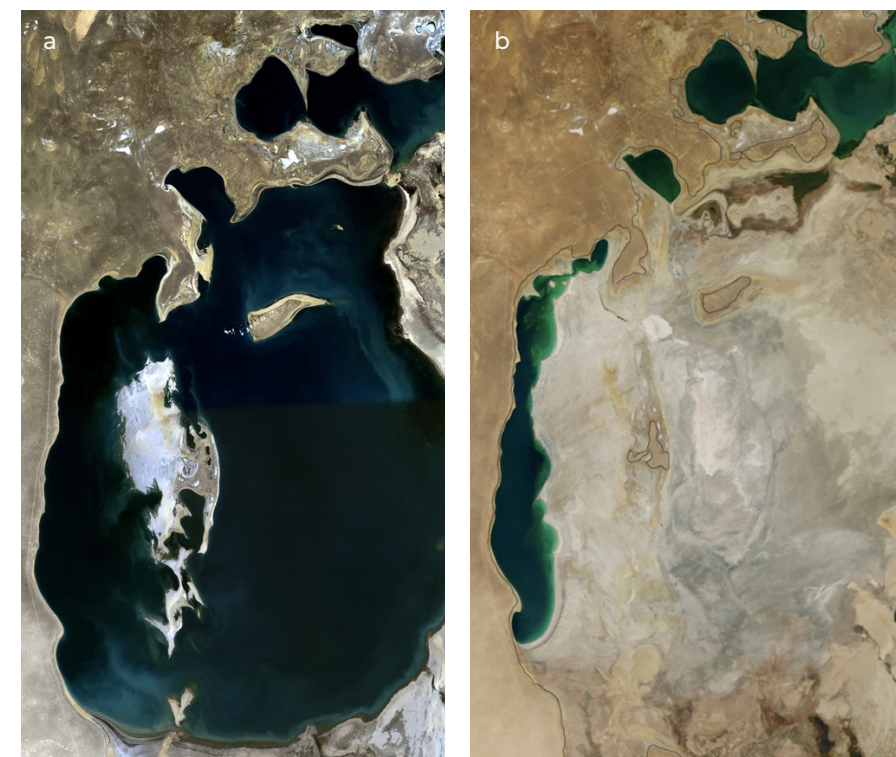
Údaje o krajinej pokrývke boli v minulosti dlhodobo odvodzované najmä z katastrálnych a topografických máp. Od sedemdesiatych rokov 20. storočia zemský povrch pozorne sledujú oči satelitov, ktoré obiehajú okolo Zeme v presne stanovených obežných dráhach (obr. 20). Postupne sa rozvíjajúci diaľkový prieskum Zeme znamenal v monitorovaní meniacej sa krajiny zásadný zlom. Prvé snímky z amerického satelitu Landsat v sedemdesiatych rokoch ukázali nový informačný potenciál, keďže bolo možné zachytiť v jednom čase rozľahlé územia (obr. 21).



Obr. 20  
Satelit Sentinel-2  
Zdroj: Butler 2021



Zdroj: centralasiacclimateportal.org



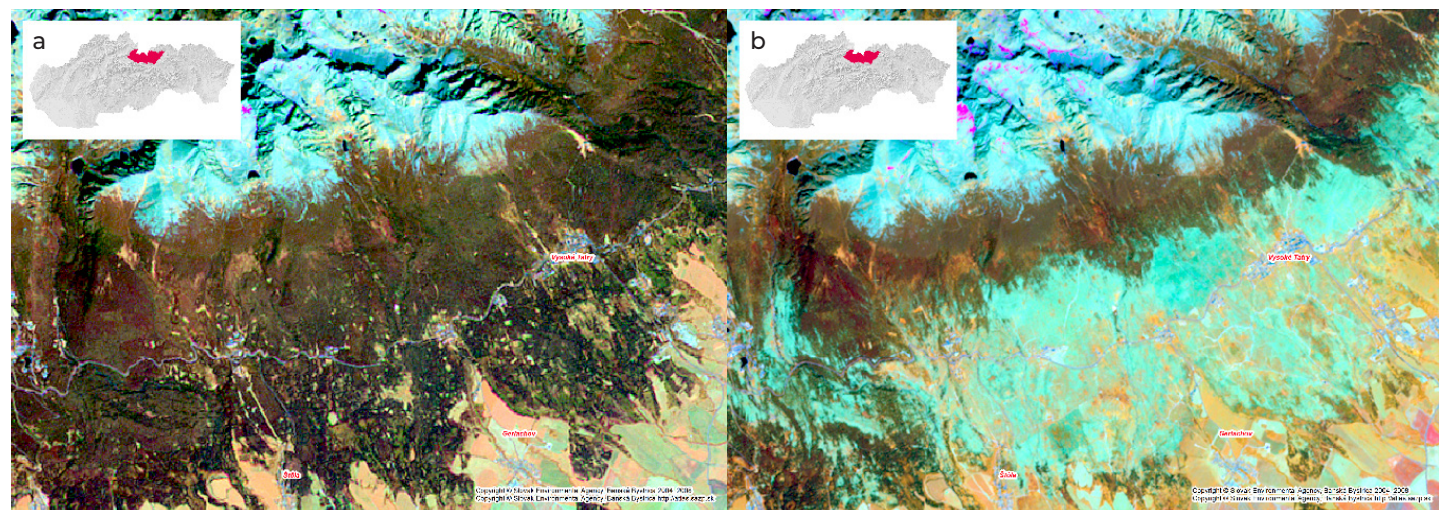
Obr. 21 a, b

K najznámejším príkladom zmien krajiny zaznamenaným prostredníctvom satelitných údajov patrí postupný zánik jedného z najväčších jazier – Aralského jazera, kedysi nazývaného aj Aralské more. Ide o prudko vysychajúce bezodtokové slané jazero na hraniciach Kazachstanu a Uzbekistanu, ktoré bolo ešte pred pár desaťročiami štvrtým najväčším jazierom na svete. Jeho pôvodná rozloha vyše 66-tisíc km<sup>2</sup> výrazne presahovala rozlohu Slovenskej republiky. Zánik jazera bol dôsledkom intenzifikácie poľnohospodárstva v danom regióne, najmä pestovania bavlny, v súvislosti s ktorým boli vybudované rozsiahle závlahové systémy na riekach Amudarja a Syrdarja, ktoré jazero napájali.

Zdroj: : NASA, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Aral\\_Sea\\_1989-2008.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Aral_Sea_1989-2008.jpg)

Satelitné záznamy sa neskôr stali základom na pravidelné monitorovanie Zeme. K najnovším satelitom patria európske satelity Sentinel, ktoré v rámci programu Copernicus od roku 2014 monitorujú Zem. Program koordinuje a riadi Európska komisia v spolupráci s Európskou vesmírnou agentúrou (ESA). Záznamy zo satelitov sa líšia najmä svojim priestorovým rozlíšením. V začiatkoch monitorovania krajiny na základe údajov diaľkového prieskumu Zeme sa pri sledovaní dynamiky krajinej pokrývky využívali najmä dáta zo satelitov s rozlíšením rádovo v stovkách až desiatkach metrov (napr. Landsat, SPOT, MODIS, obr. 22). V súčasnosti sú už dostupné aj údaje satelitov s veľmi vysokým rozlíšením, ako napr. WorldView, EarthScanner, QuickBird, s rozlíšením rádovo v desiatkach cm, čiže rozoznáme na nich jednotlivé stromy či domy. Tieto dáta sú vhodné na podrobné mapovanie alebo aktualizáciu máp veľkých mierok, umožňujú sledovať meniace sa sídla, nové priemyselné zóny a iné prejavy urbanizácie prírodného prostredia.

V krajinách Európskej únie už v deväťdesiatych rokoch 20. storočia existovali iniciatívy na využívanie satelitných údajov na získavanie pravidelných informácií o krajine. Základy pravidelného monitorova-



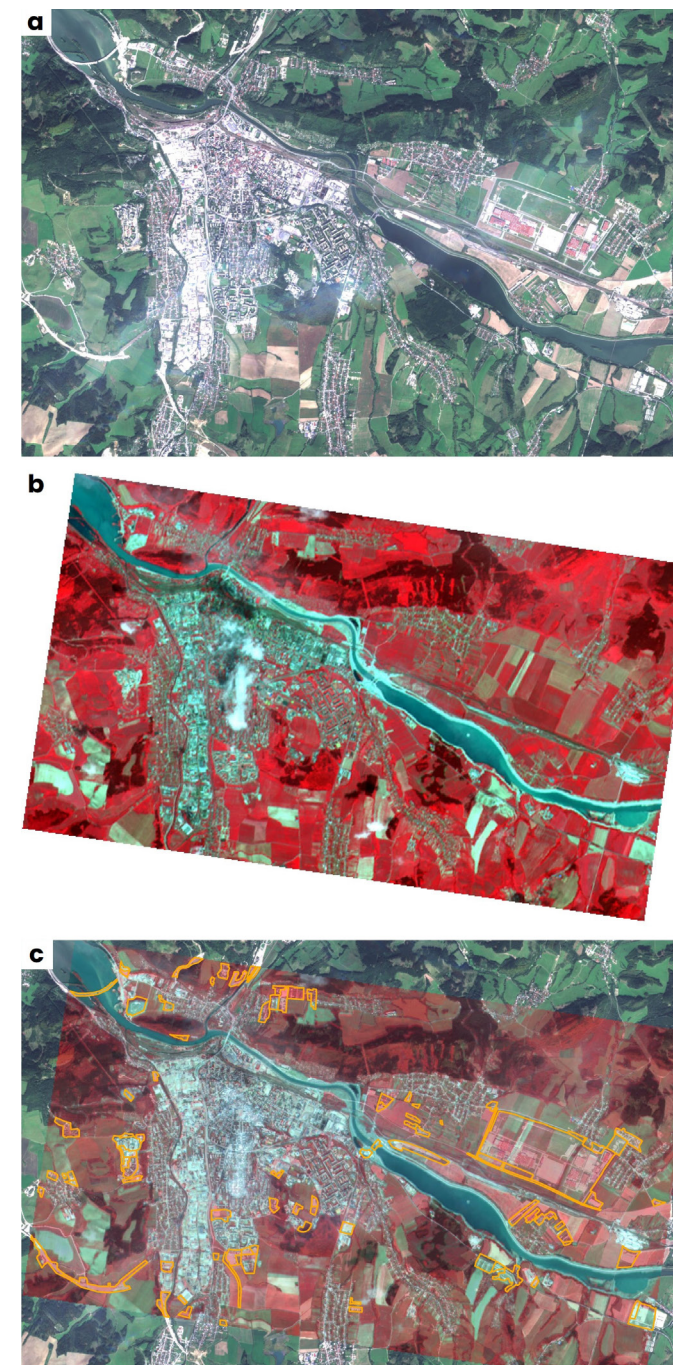
Obr. 22 a, b

Ukážka zmeny lesa po veternej kalamite z roku 2004 v oblasti Starého Smokovca na satelitných snímkach, vľavo pred kalamitou v roku 2000 (satelit Landsat), vpravo po kalamite v roku 2006 (satelit SPOT).

nia životného prostredia Európy položil program CORINE (Co-ORDination of INformation of the Environment). Jeho komponent na monitorovanie krajinej pokrývky CORINE Land Cover (CLC) využíva údaje satelitného diaľkového prieskumu Zeme. Veľkou výhodou je možnosť opakovaného snímkovania toho istého územia, čo umožňuje identifikovať zmeny zaznamenaných objektov na zemskom povrchu. Vytvorené databázy z rokov 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018 umožňujú analyzovať a hodnotiť stav a vývoj európskej krajiny v širších súvislostiach (obr. 23). Osobitná pozornosť sa venuje nárastu zástavby (obr. 24), na ktorú sa zameriava celoeurópsky projekt Urban Atlas, ktorý iniciovala Európska vesmírna agen-

túra v roku 2009. Urban Atlas umožňuje vzájomne porovnávať a hodnotiť štruktúru využitia krajiny v jednotlivých mestách a na tomto základe prijímať opatrenia na úrovni miestnych samospráv, ako aj národnej politiky. V rámci programu Copernicus je zaznamenávané aj široké spektrum ďalších údajov. Okrem informácií o krajinej pokrývke a jej zmenách sú dostupné aj údaje o reliéfe, vodných tokoch a jazerách, meniacej sa zástavbe, chránených biotopoch či pobrežných zónach.

Sledovanie zmien krajinej pokrývky pomocou diaľkového prieskumu Zeme umožňuje zhodnotiť plošný rozsah zmenených území, nie ich



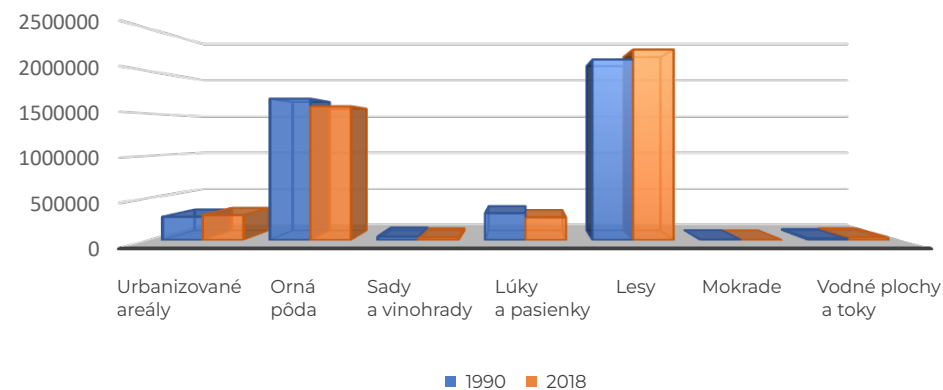
Obr. 23 a, b, c

Satelitné snímky z družice Sentinel-2A z roku 2016 (a) a SPOT z roku 1998 (b) umožňujú pozorovať rôzne typy urbanizovaných areálov, ktoré sa od seba líšia svojou funkciou, hustotou zástavby, výškou budov, podielom zelene a pod. Na základe analýzy a interpretácie týchto snímok je možné vyhodnotiť a kvantifikovať zmeny, ktoré na danom území v sledovanom období nastali. Obrázok dokumentuje zmeny na území mesta Žilina v rokoch 1998 – 2016, keď pribudlo 448 ha urbanizovaných plôch, vyznačených oranžovou farbou (c).

kvalitu a ekosystémovú hodnotu. Nerozlišuje napríklad les s vysokou hodnotou z hľadiska druhovej diverzity od monokultúrnych lesov pestovaných na ťažbu dreva. Taktiež neposkytuje informáciu o degradácii územia, ak trieda krajinej pokrývky (napr. les, orná pôda, nesúvislá zástavba) zostane rovnaká. Na postihnutie týchto špecifík sú potrebné doplnkové údaje z terénneho výskumu alebo satelitov zameraných na zber iného typu údajov.

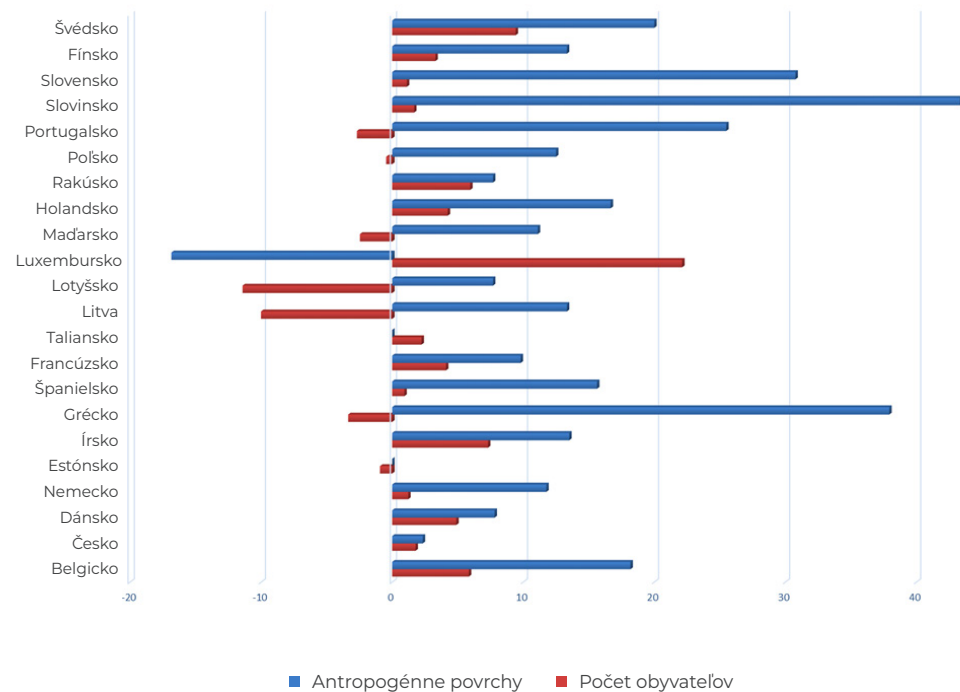
## DÔSLEDKY ZMIEN KRAJINY NA KLÍMU

V uplynulých desaťročiach došlo k významným zmenám v pomernom zastúpení mestského a vidieckeho obyvateľstva. V roku 1950 bol podiel celosvetovej populácie žijúcej v mestských oblastiach 30 %, v roku 2018 sa zvýšil na 55 % a v roku 2050 by mal dosiahnuť 68 % (OSN, 2018). Nárast počtu obyvateľov v mestách vo všeobecnosti prispieva k nárastu



Obr. 24

Databáza CORINE Land Cover umožňuje hodnotiť a porovnávať zmeny krajinej pokrývky v jednotlivých krajinách Európy. Z týchto údajov je zrejmé, že medzi rokmi 1990 – 2018 na Slovensku ubudlo takmer 89 000 ha ornej pôdy, viac ako 8 700 ha sádov a vinohradov a 49 000 ha lúk a pasienkov. Naopak, rozloha urbanizovaných areálov sa zvýšila o 21 000 ha. Najväčší nárast bol zaznamenaný v prípade lesných areálov – takmer o 118 000 ha.



Obr. 25

Zmena v percentuálnom podiele rozlohy antropogénnych povrchov a počte obyvateľov v rokoch 2009 – 2019 vo vybraných krajinách Európskej únie. Zdroj: Eurostat

zastavaných plôch a úbytku poľnohospodárskej a lesnej pôdy, ako aj zelene v sídlach. Vo viacerých európskych krajinách však proces urbanizácie nesúvisí so zvyšovaním počtu obyvateľov. Nasledujúci graf dokumentuje percentuálny nárast antropogénnych povrchov v krajinách Európskej únie v rokoch 2009 – 2019 na základe údajov z databázy LUCAS (obr. 25), ako aj percentuálne zmeny v počte ich obyvateľov. Antropogénne povrchy reprezentujú najmä zastavané areály, ale aj nezastavané areály výrazne pretvorené ľudskou činnosťou, napr. športoviská, parky. Najvyšší nárast antropogénnych povrchov zaznamenalo Slovensko (viac ako 43 %), pričom počet jeho obyvateľov vzrástol len o 1,7 %. Krajinou s druhým najvyšším nárastom antropogénnych povrchov na úrovni 37,9 % bolo Grécko, kde dokonca počet obyvateľov klesol o 3,4 %. Výrazný nárast zastavaných plôch napriek poklesu počtu obyvateľov zaznamenalo aj Portugalsko, Poľsko, Maďarsko a pobaltské krajiny Litva a Lotyšsko. Najvýraznejší relatívny nárast počtu obyvateľov zaznamenalo Luxembursko (vyše 22 %), ktoré je zároveň jedinou krajinou s poklesom rozlohy antropogénnych povrchov. Ide o krajinu s vysokou intenzitou rekultivácie pôdy premenou urbanizovaných oblastí na poloprirodnú pôdu s ročnou mierou 82 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup> v rokoch 2000 až 2018. V rokoch 2012 – 2018 táto hodnota dokonca presiahla 90 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup> (Kibblewhite & Gregor 2021).

V zastavanom mestskom prostredí dochádza k zmene teplotných pomerov. Ide o jav označo-

vaný ako mestský ostrov tepla, ktorý je charakterizovaný vyššími teplotami vzduchu a zemského povrchu v porovnaní s okolitou vidieckou krajinou. V dôsledku tohto javu je obyvateľstvo v mestách spravidla vystavené vyššej vonkajšej teplote ako obyvatelia na vidieku. Vlny horúčav výrazne zvyšujú tepelný stres, ktorý sa môže výraznou mierou podieľať na náraste mortality. V tejto súvislosti sa čoraz viac štúdií venuje hodnoteniu zraniteľnosti obyvateľstva vo vzťahu k efektu mestského ostrova tepla a opatreniam na zmiernenie jeho dopadov na obyvateľstvo. Za najviac rizikóvu vekovú skupinu z hľadiska mortality v dôsledku horúčav sú považovaní obyvatelia nad 65 rokov. V Bratislave dosahujú rozdiely medzi navyiac prehriatymi lokalitami a okolitou vidieckou krajinou až 4 °C, v Trnave 2,5 °C a v Žiline 1,5 °C (Kopecká a kol. 2021).

Na intenzitu mestského ostrova tepla bezprostredne vplýva drevinová vegetácia svojím ochladzujúcim efektom, preto jedným z najvýznamnejších opatrení na elimináciu tohto javu je rozširovanie zelenej infraštruktúry v mestách. Ďalším účinným opatrením je znižovanie podielu nepriepustných povrchov. Nepriepustné povrchy znemožňujú vsakovanie dažďovej vody do pôdy, čo spôsobuje nielen zvyšovanie povrchového odtoku do kanalizácie či vodných tokov, ale v prípade prívalových dažďov aj lokálne záplavy. Jasné pomenovanie problémov súvisiacich s meniacou sa krajinou a hľadanie spôsobov, ako ich riešiť, zostáva otvorenou výzvou do budúcnosti.



Zdroj: Freepik

### III. kapitola

## Dopady klimatickej zmeny na prírodné zdroje

Prírodné zdroje sú tie časti živej alebo neživej prírody, ktoré človek využíva alebo môže využiť na uspokojenie svojich potrieb. Delia sa na obnoviteľné a neobnoviteľné. Z hľadiska zabezpečenia udržateľného rozvoja sú oveľa citlivejšie neobnoviteľné prírodné zdroje, ktoré sa využívaním postupne spotrebovávajú. Degradáciu prírodných zdrojov popri antropogénnych faktoroch spôsobujú tiež negatívne dopady klimatickej zmeny. Táto časť približuje dopady klimatickej zmeny na jednotlivé prírodné zdroje.

## 1. podkapitola

# Dopady na pôdne zdroje

Mgr. Pavol Kenderessy, PhD.  
Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

**Som pôda, aký mám význam pre ľudstvo?** Existencia ľudskej populácie je v rozhodujúcej miere závislá od pôdy. Pôda je zdrojom potravy a surovín, bez ktorých by človek nemohol existovať, a zároveň je priestorovým zdrojom pre všetky výrobné i nevýrobné aktivity, bez ktorých by nebol možný rozvoj ľudskej civilizácie. Pôda vytvára životný priestor a potravinovú bázu aj pre ostatné organizmy. Pôda ako biotický systém zohráva aj kľúčovú úlohu v procese kolobehu uhlíka.

Vplyvom ľudskej činnosti a hlavne spaľovaním fosílnych palív sa každoročne dostáva do atmosféry približne 37 gigaton (Gt) oxidu uhličitého – CO<sub>2</sub> (v prepočte 10 Gt čistého uhlíka; 1 Gt = 1 miliarda metrických ton). Približne polovicu týchto emisií dokážu absorbovať terestrické a morské ekosystémy, zvyšok (5,2 Gt) sa kumuluje v atmosfére, čo vedie k nárastu globálnej teploty a ku klimatickej zmene s tým spojenou. Sekvestrácia (zachytávanie a ukladanie) atmosférického CO<sub>2</sub> vo forme organického uhlíka v biosfére preto priťahuje pozornosť ako jeden z alternatívnych spôsobov, ako pomôcť zastaviť rast skleníkových plynov a súvisiacu zmenu klímy.

Hospodárenie s pôdou ovplyvňuje biologické procesy, ktoré vedú k uvoľňovaniu (emisii) alebo naopak k ukladaniu (sekvestracii) uhlíka. Sekvestrácia pôdneho organického uhlíka sa vzťahuje na proces prenosu CO<sub>2</sub> z atmosféry do pôdy prostredníctvom rozkladu rastlinných zvyškov a iných organických materiálov, ktoré sa ukladajú ako súčasť pôdneho organického uhlíka s dlhým časom zotrvania, takže sa opätovne neuvolňujú do atmosféry vo forme CO<sub>2</sub>. Transfer CO<sub>2</sub> z atmosféry do pôdy a jeho následné ukladanie (sekvestrácia) alebo uvoľňovanie (emisie) sú riadené dvomi základnými procesmi: autotrofnou a heterotrofnou respiráciou.



Zdroj: Freepik

## AUTOTROFNÁ RESPIRÁCIA

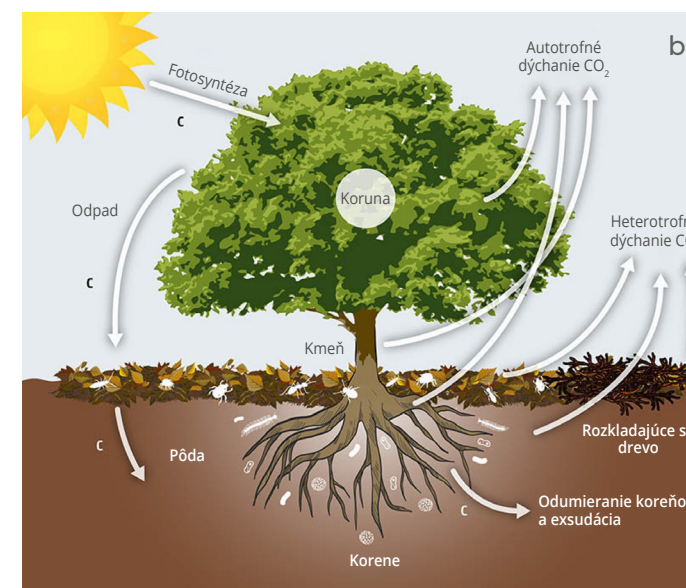
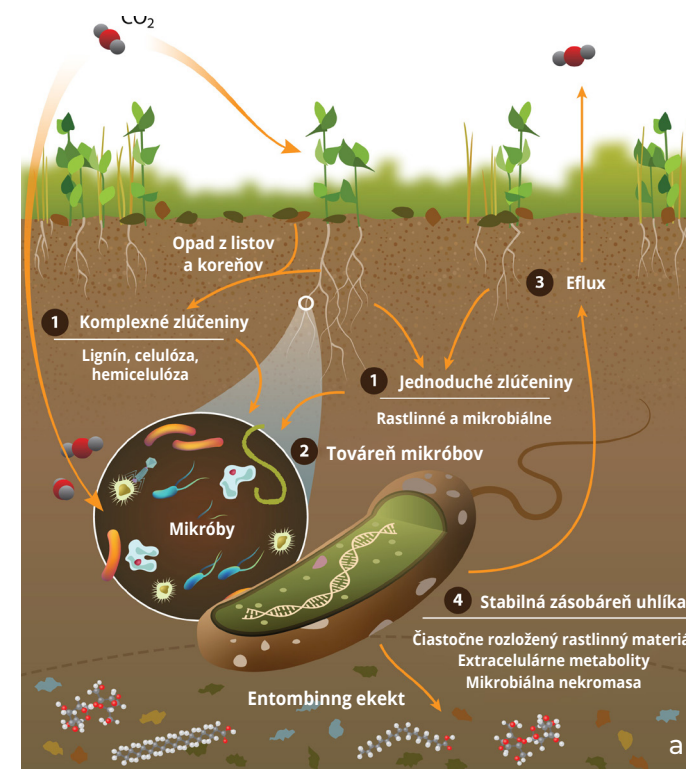
Autotrofná respirácia (dýchanie) je proces, pri ktorom sa rozkladom glukózy uvoľňuje energia. Glukóza sa vytvára v procese fotosyntézy, keď rastliny využívajú slnečné svetlo na premenu  $\text{CO}_2$  na organické zlúčeniny a uvoľňujú kyslík ako vedľajší produkt. Autotrofné dýchanie je proces, ktorý je v podstate opačný proces ako fotosyntéza. Hoci je nevyhnutná pre rast a prežitie rastlín, prispieva k uvoľňovaniu  $\text{CO}_2$  do atmosféry a stáva sa tak súčasťou globálneho kolobehu uhlíka.

## HETEROTROFNÁ RESPIRÁCIA

Pôdna heterotrofná respirácia je proces, pri ktorom mikroorganizmy v pôde rozkladajú organickú hmotu, teda hlavne odumretý rastlinný a živočíšny materiál, a získavajú tak energiu na svoje aktivity. Počas pôdnej heterotrofnej respirácie sa tiež uvoľňuje  $\text{CO}_2$  a ďalšie živiny do ekosystému. Časť uhlíka sa však premieňa na stabilné organické zlúčeniny, ktoré sú odolné voči ďalšiemu rozkladu (obr. 26 a, b).

Pôda je najväčším zásobníkom uhlíka v suchozemských ekosystémoch. Vo vrchných troch metroch dosahuje zásoba uhlíka hodnotu 2 500 Gt, čo je 3,3-krát viac ako jeho celkový objem v atmosfére (760 Gt). Zásoba uhlíka v pôdach pozostáva z 1 550 Gt pôdneho organického uhlíka a 950 Gt pôdneho anorganického uhlíka. Anorganický uhlík v pôde pozostáva z minerálnych foriem, ktoré pochádzajú buď zo zvetrávania geologického substrátu, alebo z reakcie pôdnych minerálov s atmosférickým  $\text{CO}_2$ . Zásoba uhlíka v povrchovej vrstve pôdy, teda v tej, ktorá je najviac ovplyvňovaná činnosťou človeka, predstavuje 1 500 Gt (do hĺbky 1 m), resp. 615 Gt (do hĺbky 0,2 m). V cykle kolobehu uhlíka medzi atmosférou a suchozem-

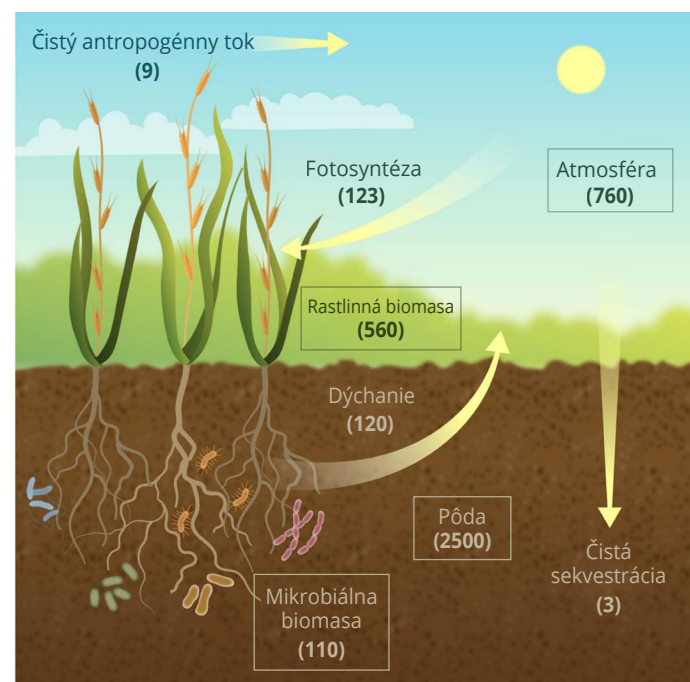
ským ekosystémom je najvýznamnejším procesom fixácia atmosférického  $\text{CO}_2$  do rastlinnej biomasy v procese fotosyntézy v celkovom objeme približne 123 Gt ročne. Z tohto objemu je následne prostredníctvom dýchania (respirácie) rastlín a mikroorganizmov spätne uvoľnených do atmosféry približne 120 Gt uhlíka a zvyšné 3 Gt sú trvalejšie fixované v suchozemských ekosystémoch. Toto množstvo predstavuje približne 1/3 ročného prírastku antropogénnych emisií skleníkových plynov. Z uvedeného vyplýva, že väčšina uhlíka, ktorý je odoberaný z atmosféry v procese fotosyntézy, sa následne pomerne rýchlo vracia späť a len jeho malá časť sa stabilizuje vo forme pôdneho uhlíka (obr. 27).



Obr. 26 a, b

Zložky pôdnej respirácie. Dýchanie pôdy pozostáva z autotrofného dýchania koreňmi rastlín a heterotrofného dýchania prevažne mikroorganizmami, ktoré spotrebúvajú atmosférický  $\text{CO}_2$  fixovaný rastlinami v odumretých organických zvyškoch (1). Prostredníctvom týchto procesov sa uhlík stáva biologicky dostupným pre pôdne mikroorganizmy (2) a následne je buď (3) uvoľnený do atmosféry, alebo sa stabilizuje vo forme stabilného pôdneho uhlíka (4).

Zdroj: FAO & UNEP 2021, Naylor a kol. 2020



Obr. 27

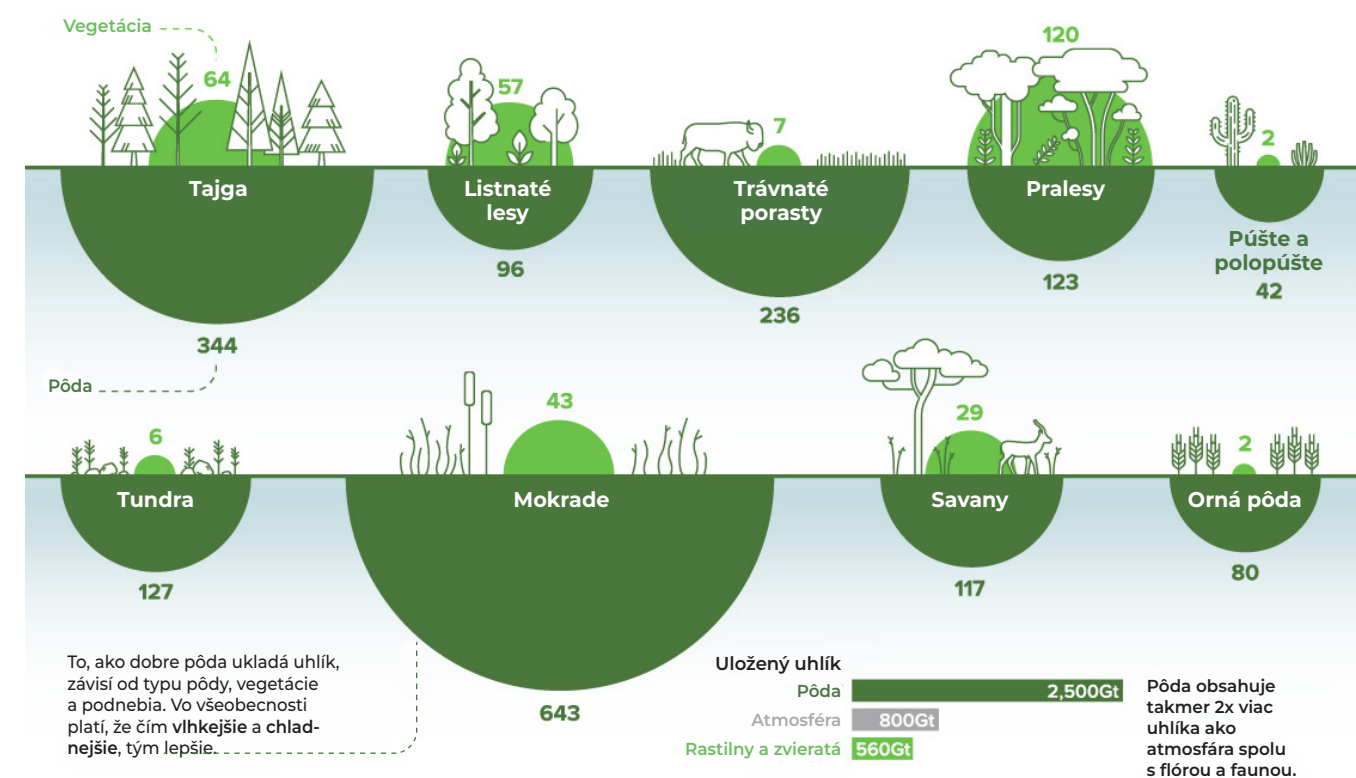
Toky a zásoby uhlíka v systéme atmosféra, rastliny, pôda.  
Zdroj: Jansson a kol. 2021

uloženého aj v pôdach lesov mierneho pásma, hlavne boreálnych alebo severských lesov. Naopak, lesy v oblasti trópov ukladajú oveľa väčší podiel uhlíka vo forme nadzemnej biomasy alebo vegetácie (obr. 28).

## DOPAD KLIMATICKEJ ZMENY NA PÔDY

To, či bude pôda v období prebiehajúcej klimatickej zmeny naďalej viac pohlcovať alebo na druhej strane viac uvoľňovať  $\text{CO}_2$ , závisí hlavne od reakcie rastlinnej biomasy (ktorá určuje prísun uhlíka do pôdy) a intenzity rozkladu pôdneho organického uhlíka (ktorý naopak určuje spätnú reemisiu uhlíka do atmosféry). Vo všeobecnosti sa pôdny uhlík považuje za veľmi citlivý na zmenu klímy, hlavne nárast teploty a zmenu vlhkostných pomerov. Tento jav, keď vplyvom narastajúcej globálnej teploty dochádza k zvýšeniu mikrobiálnej aktivity v pôdach, rastu intenzity rozkladných procesov a následnému rastu emisie  $\text{CO}_2$ , považujeme za pozitívnu spätnú väzbu. To znamená, že rast teploty vplyva pozitívne na mikrobiálnu aktivitu, avšak s negatívnym dôsledkom v zmysle úbytku pôdnej organickej hmoty a nárastu emisie  $\text{CO}_2$ .

Napr. zo štúdie realizovanej v roku 2016 (Crowther a kol. 2016) vyplýva, že pri oteplení o  $1^\circ\text{C}$  by sa globálne zásoby uhlíka v horných vrstvách pôdy (do 15 cm) mohli znížiť v rozsahu od 30 ( $\pm 30$ ) až do 203 ( $\pm 161$ ) Gt uhlíka v závislosti od toho, ako rýchlo sa prejavia účinky otepľovania. V prípade konzer-

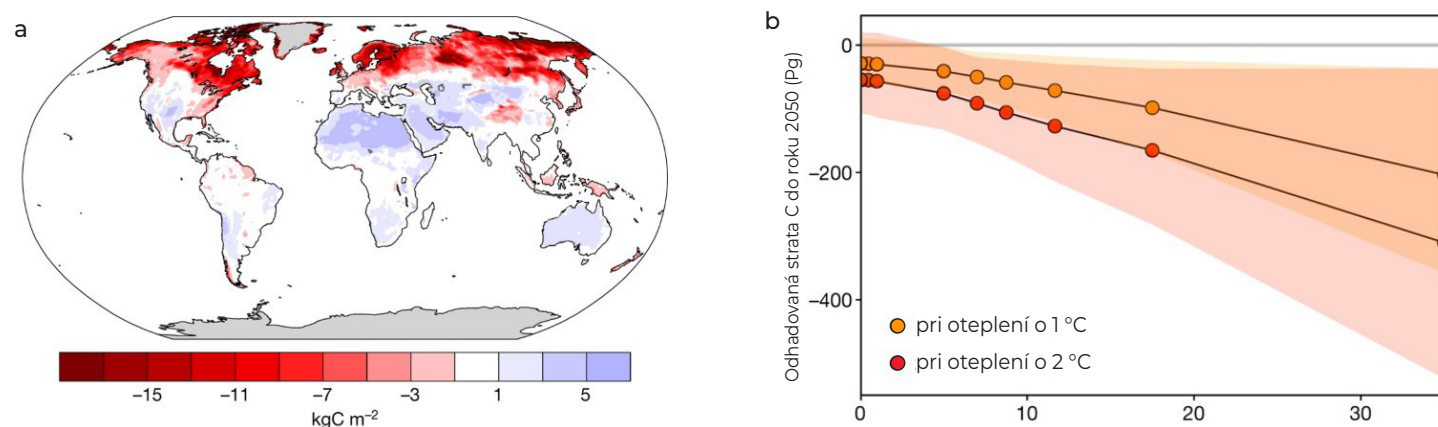


Obr. 28

Porovnanie distribúcie uhlíka v rámci nadzemnej biomasy (vegetácia) a pôdy v rôznych typoch ekosystémov Zeme.  
Zdroj: Ang 2020

vatívneho scenára, ktorý počíta s nezmenenou úrovňou emisií a pri následnom náraste globálnej teploty o  $2^\circ\text{C}$  počas nasledujúcich 35 rokov, by čistá strata uhlíka predstavovala približne 55 ( $\pm 50$ ) Gt (obr. 29). Toto množstvo predstavuje približne 12 – 17 % očakávaných antropogénnych emisií za toto obdobie, čo by

viedlo k nárastu koncentrácie atmosferického  $\text{CO}_2$  o 25 ppm (Crowther a kol. 2016). Súčasný stav koncentrácie  $\text{CO}_2$  v atmosfére dosiahol vo februári 2025 nový rekord na hodnote 427 ppm (427 molekúl  $\text{CO}_2$  na milión molekúl vzduchu), pričom medziročný nárast medzi rokmi 2024 a 2025 predstavoval 1,5 ppm.



Obr. 29

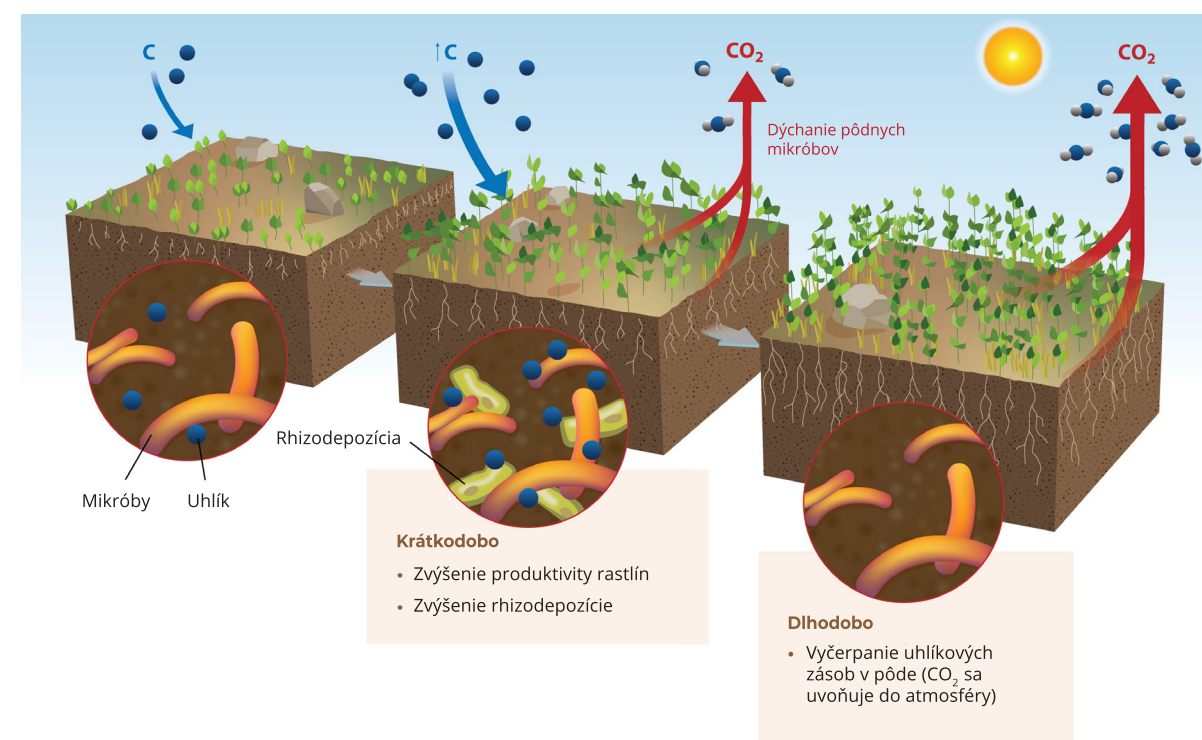
- a) Predikcia zmien zásob uhlíka v povrchovej vrstve pôdy (do 15 cm) do roku 2050 podľa scenára „bez aklimatizácie“, pri zvýšení globálnej priemernej povrchovej teploty pôdy o 1 °C.  
 b) Celkové zníženie globálnych zásob uhlíka pri oteplení o 1 °C a 2 °C do roku 2050.

Zdroj: Crowther a kol. 2016

Suchozemské ekosystémy ročne pohltia približne 30 % CO<sub>2</sub> emitovaného ľudskou činnosťou. Stabilita uhlíkových zásob v týchto ekosystémoch závisí aj od toho, ako reagujú na nárast koncentrácie atmosférického CO<sub>2</sub>. Experimentálne údaje ukazujú, že narastajúca koncentrácia CO<sub>2</sub> negatívne ovplyvňuje zásoby pôdneho uhlíka. Z krátkodobého hľadiska nárast koncentrácie atmosférického CO<sub>2</sub> stimuluje rast rastlín a uvoľňovanie organických zlúčenín do pôdy prostredníctvom koreňovej sústavy. To podporuje mikroorganizmy v pôde pri rozklade organického uhlíka a jeho uvoľnenie do atmosféry vo forme CO<sub>2</sub>. Tento efekt je čiastočne kompenzovaný zvýšenou absorpciou CO<sub>2</sub> v dôsledku rastu

rastlinnej biomasy. Na druhej strane dlhodobá mikrobiálna aktivita vedie k vyčerpaniu ľahko rozložiteľného uhlíka v pôde, čo zvyšuje celkovú koncentráciu CO<sub>2</sub> v atmosfére nad úroveň, ktorú rastliny prijímajú (obr. 30). Tento problém sa očakáva najmä v oblastiach s trvalo zamrznutou pôdou (permafrost), kde sa nachádzajú veľké zásoby organického uhlíka. S postupným otepľovaním a rozmázaním permafrostu sa tento uhlík stáva náchylnejším na mikrobiálny rozklad.

V dôsledku klimatickej zmeny bol v posledných troch desaťročiach zaznamenaný aj nárast mimoriadne vysokých krátkodobých a denných úhrnov zrážok v Európe, ale aj v iných častiach



Obr. 30

Schéma predpokladaných účinkov zvýšenej koncentrácie CO<sub>2</sub> v atmosfére na zásoby uhlíka v pôde.

Zdroj: Naylor a kol. 2020

sveta. Tento trend sa prejavuje aj v oblastiach, kde priemerné ročné a sezónne úhrny atmosférických zrážok klesajú. Napríklad v oblastiach mimo tropického pásma boli v posledných dvoch až troch dekádach častejšie pozorované extrémne zrážky. Od polovice 20. storočia sa intenzita krátkodobých zrážok nad kontinentmi severnej pologule zvýšila o 4 až 7 %. Pri zrážkach konvektívneho charakteru, ktoré vznikajú, keď sa teplý a vlhký vzduch rýchlo zdvíha do vyšších vrstiev atmosféry, kde sa ochladzuje a kondenzuje, čo vedie k tvorbe vertikálne vyvinutých oblakov a následne k intenzívnym, krátkodobým dažďom alebo búrkam, je tento nárast ešte rýchlejší – až o 14 % (Berg a kol. 2013). V niektorých ex-

ponovanejších regiónoch môže pri takýchto situáciách napršať za 3 až 5 dní aj viac ako 400 mm zrážok. Príkladom sú povodne v strednej Európe z júla 1997 a augusta 2002, či situácia v máji a júni 2010 na Slovensku. Sprievodným javom takýchto extrémnych zrážkových udalostí je aj zvýšený odnos pôdy v dôsledku jej rozplavovania a rozrušovania pôdných častíc pri intenzívnych zrážkach (erózia pôdy) (obr. 31).

V roku 2019 bolo na Slovensku ohrozených vodnou eróziou približne 14,28 % z celkovej výmery poľnohospodárskych pôd, čo predstavuje približne 275 454 ha. Ide predovšetkým o pôdy nachádzajúce sa na svahovitejších pozemkoch a pôdy podhorských a horských oblastí, ktoré sú

#### Obr. 31

Extrémne erodované pôdy po privalových zrážkach (Liptovská kotlina).

Zdroj: P. Kenderessy

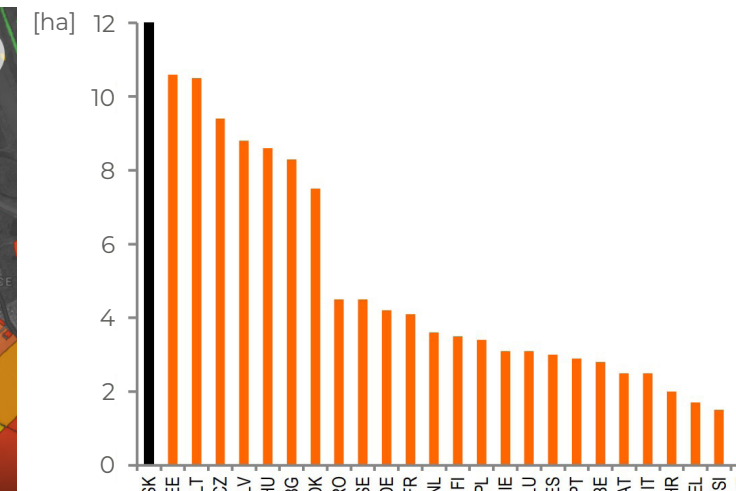


charakteristické vyššími úhrnmi zrážok. Okrem toho máme na Slovensku jeden zásadný problém a tým je nadmerná rozloha pôdných blokov, ktorá u nás dosahuje až 12 ha, pričom európsky priemer je 3,5 ha (obr. 32). Takéto rozsiahle pôdne bloky, kde chýbajú akékoľvek líniové krajinné prvky (stromoradia, remízy, zelené pásy a pod.), ktoré by mohli spomaliť povrchový odtok pri extrémnych zrážkach, sú výrazne náchylnejšie na procesy vodnej erózie.

## EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV A ZMENY VYUŽITIA PÔDY A KRAJINY

Agroekosystémy primárne zamerané na produkciu potravín prispievajú ročne ku globálnym antropogénnym emisiám skleníkových plynov na úrovni približne 13 % (6 Gt). Odhaduje sa, že za posledných 12 000 rokov (a najmä v priebehu posledných 200 rokov) sa vplyvom intenzívneho poľnohospodárstva uvoľnilo z pôdy približne 133 Gt CO<sub>2</sub>. To je viac ako trojnásobok antropogénnych emisií v roku 2022 (36,8 Gt). Na niektorých miestach stratila obrábaná pôda až 70 % organického uhlíka (Jansson a kol. 2021).

Zmenou poľnohospodárskych praktík je však možné uhlík do pôdy aj opätovne ukladať. Odhady množstva uhlíka, ktoré by bolo možné týmto spôsobom spätne uložiť, sa však značne líšia. Podľa odhadu Medzivládneho panelu pre zmenu klímy (IPCC) je sekvestračný potenciál (schopnosť zachytávať a ukladať CO<sub>2</sub>) poľnohospodárskych pôd približne na úrovni 5,3 – 5,8 Gt CO<sub>2</sub> ročne do roku 2030. Pri ročnej emisii sklení-



Obr. 32

Porovnanie veľkosti pôdných blokov medzi Rakúskom a Slovenskom a porovnanie v rámci EÚ.

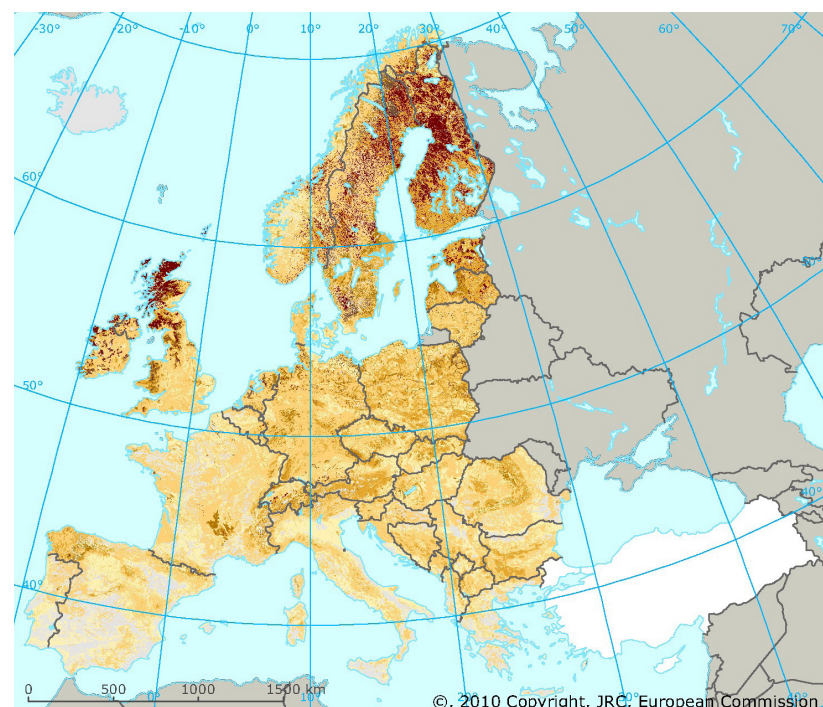
Zdroj: Gális 2020

kových plynov v sektore poľnohospodárstva na úrovni 5,7 Gt CO<sub>2</sub> by sa teoreticky tento sektor mohol stať emisne neutrálnym. Je však dôležité poznamenať, že medzi jednotlivými krajinami existujú veľké rozdiely v kapacite ukladania uhlíka, ktoré vyplývajú z ich veľkosti, prevládajúcich kategórií využívania pôdy a pôdných typov. Napríklad organické pôdy sú viac náchylné na stratu uhlíka v porovnaní s minerálnymi pôdami. Za organické pôdy spravidla považujeme tie, ktoré obsahujú aspoň 12 % organického uhlíka.

V rámci Európy sa organické pôdy vyskytujú najmä v severnej Európe, kde chladnejšie a vlhkejšie podnebie podporuje hromadenie uhlíka

v pôde. V porovnaní s minerálnymi pôdami pokrývajú iba 7,9 % celkovej rozlohy (33 mil. ha), sú však najviac ohrozené potenciálnou stratou uhlíka. Približne tri štvrtiny organických pôd EÚ sa nachádzajú len v dvoch členských štátoch, vo Švédsku a vo Fínsku. Celkové emisie z organických pôd sú zďaleka najvyššie v Nemecku, a to v dôsledku vysokého podielu jeho organických pôd pod ornou pôdou a trávnatými plochami. Najvyššie straty uhlíka na hektár pochádzajú z ťažby rašeliny, a to najmä vo Fínsku, v Írsku, Lotyšsku, Estónsku a Nemecku (obr. 33).

Celkovo zaznamenali členské štáty EÚ v roku 2019 stratu uhlíka z organickej pôdy, ktorá zod-



Obr. 33

Obsah pôdneho organického uhlíka a rozšírenie organických pôd v rámci EÚ.  
Zdroj: European Environment Agency 2024b

povedá približne 108 megatonám emisií oxidu uhličitého ( $\text{Mt CO}_2$ ). V tom istom roku minerálne pôdy odstránili z atmosféry približne 44  $\text{Mt CO}_2$ . Čisté emisie skleníkových plynov z pôdy, približne 64  $\text{Mt CO}_2$ , zodpovedali necelým 2 % celkových čistých emisií EÚ v roku 2019 alebo približne polovici podielu EÚ na emisiách z medzinárodnej leteckej dopravy. Na základe najnovších údajov sa odhaduje, že poľnohospodárske pôdy v Európe zaznamenali medzi rokmi 2009 až 2018 relatívny úbytok organickej hmoty o 0,75 %. Zároveň je však potrebné poznamenať, že zásoba organického uhlíka vo vrchnej vrstve pôdy je vysoko ohrozená na 43 až 83 miliónoch hektároch poľnohospodárskej pôdy v EÚ a Spojenom kráľovstve, predovšetkým v chladných a vlhkých oblastiach. To zodpovedá približne 23 % až 44 % všetkej poľnohospodárskej pôdy. Tieto pôdy dosiahli

vysokú úroveň saturácie a zároveň sú intenzívne poľnohospodársky využívané. Na druhej strane sa odhaduje, že približne 26 až 50 miliónov hektárov nie je ohrozených a majú potenciál na ukladanie ďalšieho uhlíka, pretože sú ďaleko od nasýtenia a ich kapacita ukladať ďalší uhlík zatiaľ nie je ohrozená.

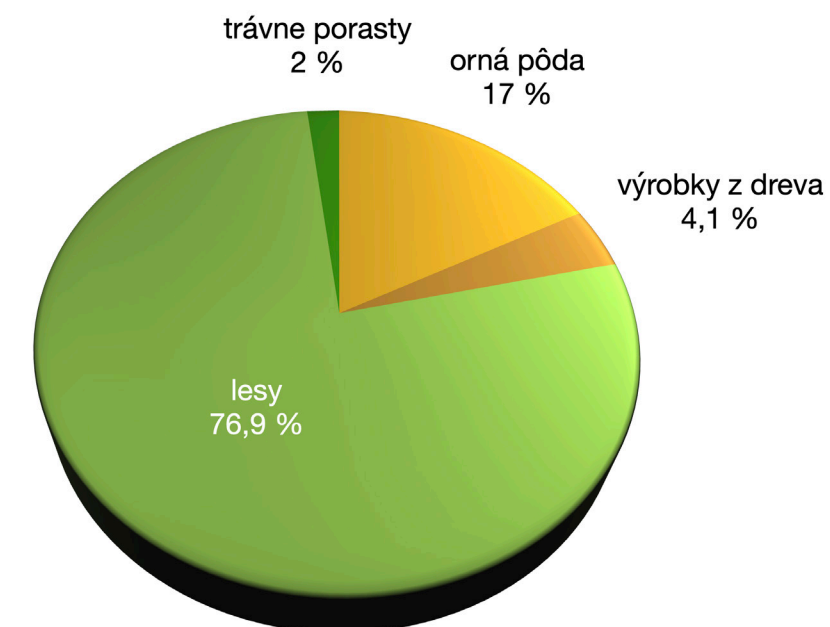
Celková odhadovaná kapacita na zachytávanie uhlíka v prírodných ekosystémoch (lesy a pôdy) v rámci EÚ predstavovala v roku 2022 približne 244 Mt. V porovnaní s celkovými emisiami to predstavuje približne 7 %.

- orná pôda
- výrobky z dreva
- lesy
- trávne porasty

Obr. 34

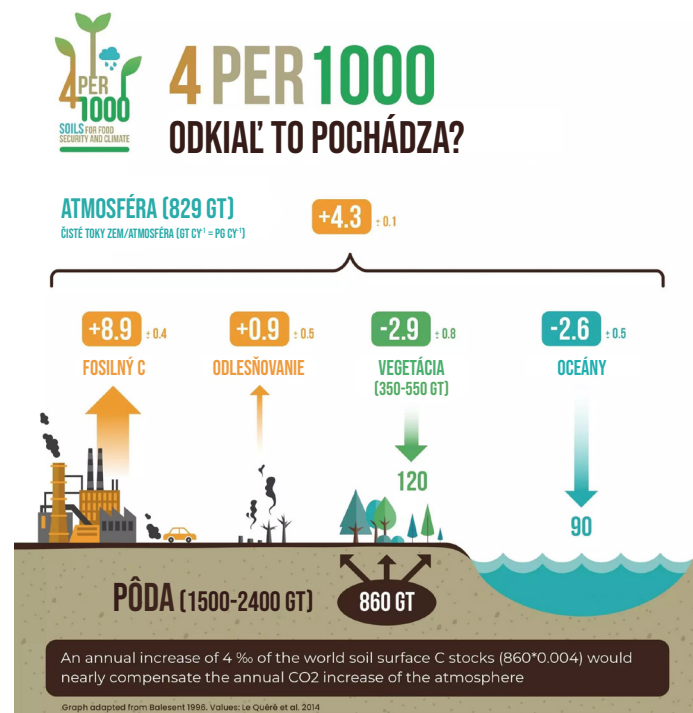
Podiel zachytov skleníkových plynov a znečisťujúcich látok zo sektora lesy a krajina.  
Zdroj: Upravené podľa OEB – SHMÚ 2023

Ako už bolo spomenuté, pôdy spolu s lesmi predstavujú z hľadiska emisnej bilancie zachyty v krajine, to znamená, že neprodukurujú uhlíkové emisie, práve naopak, uhlík viazaný v podobe  $\text{CO}_2$  zachytávajú. Ostatné časti krajiny, ako sú sídla a infraštruktúra, emisie produkujú, čiže zvyšujú emisnú bilanciu. Celková produkcia skleníkových plynov vyjadrená v ekvivalentoch  $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}_2$  ekv., emisie ostatných skleníkových plynov po prepočítaní globálnym koeficientom otepľovania) predstavovala v roku 2023 na Slovensku približne 36,3  $\text{Mt CO}_2$  ekv. (10 Mt čistého uhlíka). Z tohto množstva



dokázali naše ekosystémy zachytiť približne 7,5  $\text{Mt CO}_2$  ekv., čo predstavuje približne 20 %. Najväčší podiel na zachytoch uhlíka majú na Slovensku lesy (71 %), orná pôda dokáže zachytiť približne 17 %, pasienky 2 % a do výrobkov z dreva sa ročne ukladá približne 4 % emisií uhlíka (obr. 34).

V nadväznosti na Parížsku klimatickú konferenciu (UNFCCC) bola v roku 2015 iniciovaná kampaň s názvom „4 per 1000“ alebo „4 ‰“ (obr. 35). Cieľom iniciatívy je podporiť postupy hospodárenia na poľnohospodárskych pôdach, ktoré by viedli k zvýšeniu zásob organického uhlíka o 4 ‰ (0,4 %) ročne počas obdobia 20 rokov. Pôvodne sa predpokladalo, že ak by sa táto miera sekvestrácie uhlíka dosiahla vo všetkých pôdach na svete do hĺbky



40 cm, uhlík odstránený z atmosféry by sa približne rovnal ročným emisiám CO<sub>2</sub> z fosilných palív vo výške 8,9 Gt, a tým by sa „zastavil ročný nárast CO<sub>2</sub> v atmosfére“ (obr. 36). Aj napriek dobrej myšlienke zožala táto iniciatíva množstvo kritiky. Nárast obsahu organickej hmoty v pôdach je možné dosiahnuť viacerými spôsobmi, napr. zvýšenou aplikáciou maštalného hnoja alebo kalov, zapracovaním pozberových zvyškov (slama, zelené hnojenie) alebo premenou ornej pôdy na pasienky, resp. jej zalesnenie. Aj keď všetky tieto opatrenia majú samy osebe na pôdu pozitívny vplyv, ich aplikácia v takej širokej, globálnej mierke je prakticky nerealizovateľná. Napríklad ak by sme skutočne chceli dosiahnuť „4 %“, muselo by

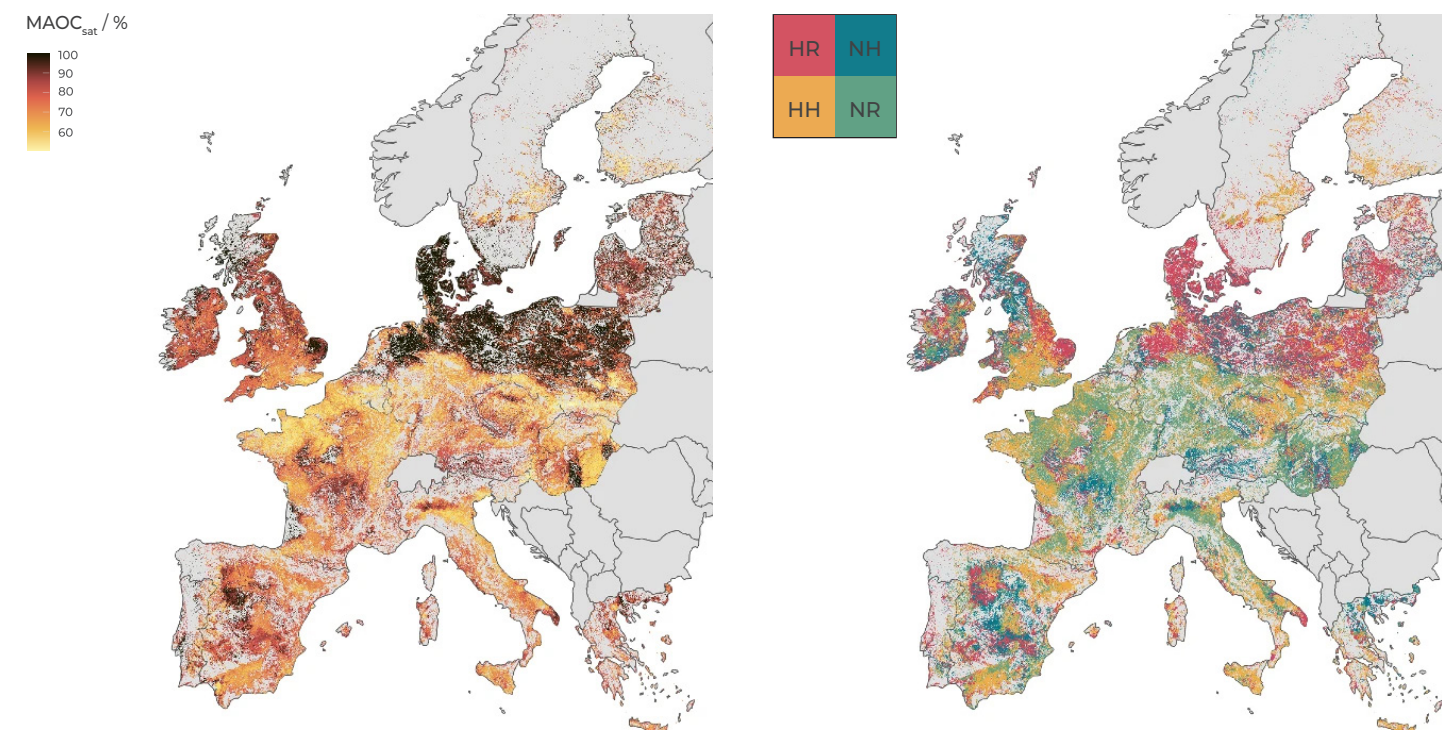
Obr. 35

Nárast obsahu organického uhlíka v pôdach o 4 ‰ ročne by dokázal kompenzovať ročný nárast emisií CO<sub>2</sub> v atmosfére.

Zdroj: <https://4p1000.org/discover/?lang=en>

sa na polia aplikovať toľko hnoja, že by sa výrazne prekročili povolené hygienické limity podľa predpisov EÚ a došlo by aj k masívnemu znečisteniu pôdy a vodných zdrojov dusíkom, ktorý je významnou súčasťou maštalného hnoja. Veľká časť tohto dusíka by bola následne emitovaná do ovzdušia vo forme N<sub>2</sub>O (oxid dusný), čo je asi 300-krát silnejší skleníkový plyn ako CO<sub>2</sub>. Obdobne napr. premena ornej pôdy na pasienky alebo les by mohla viesť k ohrozeniu potravinovej bezpečnosti.

Na základe uvedených údajov teda nemôžeme očakávať, že poľnohospodárske pôdy by sa u nás, ale aj inde vo svete mohli stať významným



Obr. 36

Realtívne nasýtenie (saturácia) pôdy minerálne viazaným organickým uhlíkom (MAOC-mineral-associated organic carbon) a ohrozenie pôd (HR/HH-high risk/hazard – vysoké riziko; NR/NH-no risk/hazard – nízke riziko) stratou uhlíkana území EÚ a Spojeného kráľovstva.

Zdroj: Breure a kol. 2025

nástrojom na dosiahnutie uhlíkovej neutrality. Najúčnejším nástrojom stále ostáva znižovanie spotreby fosilných palív. Avšak netreba opomíňať fakt, že pôdy okrem funkcie regulácie klímy a sekvestrácie uhlíka plnia aj ďalšie funkcie, ako je napr. produkcia potravín, regulácia vodného režimu, stabilizácia a eliminácia znečisťujúcich látok a patogénov. Okrem toho je pôda jedným z najväčších rezervoárov rozmanitosti/biodiverzity na Zemi a je domovom asi 25 % známych druhov organizmov. Nesmieme však zabúdať, že iba zdravé pôdy nám môžu pomôcť pri adaptácii na prebiehajúcu klimatickú zmenu.

## 2. podkapitola

# Dopady na vodné zdroje. Osud vody v tieni zmeny klímy

Ing. Yvetta Velísková, PhD.  
Ing. Viliam Novák, DrSc.  
Ústav hydrológie SAV, v. v. i.

Voda je jedinečná substancija, ktorej funkcia na Zemi a v živých organizmoch je nezastupiteľná. V súčasnosti už nie je tajomstvo, že voda je strategickou surovinou dneška, ani o zajtrajšku nie je potrebné polemizovať. V našej krajine poznáme rozprávku Sol' nad zlato, v ktorej jeden zo základných odkazov je ten, že bez soli sa nedá žiť. O to viac platí, že voda je nad zlato! [Bez vody neexistuje život.](#)

Každý živý organizmus obsahuje vodu (embryo 90 %, novorodenec 75 – 80 %, dospelý človek 60 – 65 %, starý človek 55 % svojej hmotnosti, krv 83 %, mozog 75 %, kosti 22 %, uhorka 98 %, jablko 85 %, chlieb 40 %). Voda má nezastupiteľnú funkciu v živých organizmoch: rozvádza živiny, odplavuje škodlivé látky z tela, zabraňuje prehriatiu... Vo všeobecnosti človek bez vody nevydrží viac než päť dní!

Podľa týchto jej funkcií a postavenia v živých organizmoch a v celej prírode by sme sa mali k nej správať zodpovedne a s plnou vážnosťou. Bohu-

žiaľ, stále ju berieme – aspoň v našich zemepisných šírkach – ako niečo samozrejmé, čo tu vždy bolo, je a bude.

Nie je to však taká samozrejmá, čoho sme svedkami pri správach z rôznych kútov sveta a z výsledkov oficiálne zverejnených štatistík (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>; <https://www.unicef.org/wash>; <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water>).

Preto je dôležité venovať jej veľkú pozornosť, poznať jej vlastnosti, zákonitosti pohybu, zra-

Dovoľte mi predstaviť sa: vo väčšine prípadov som priehľadná tekutina, životodarná substancija...

Som tu už niekoľko stoviek miliónov rokov a takmer stále tá istá...  
Môžem byť však tvrdá ako skala, ale aj ľahká a poddajná....

Som jednoducho VODA.



Zdroj: Freepik/onlyyouqj



Zdroj: iStock/ArtRachen01



Zdroj: Unsplash/Matt Palmer

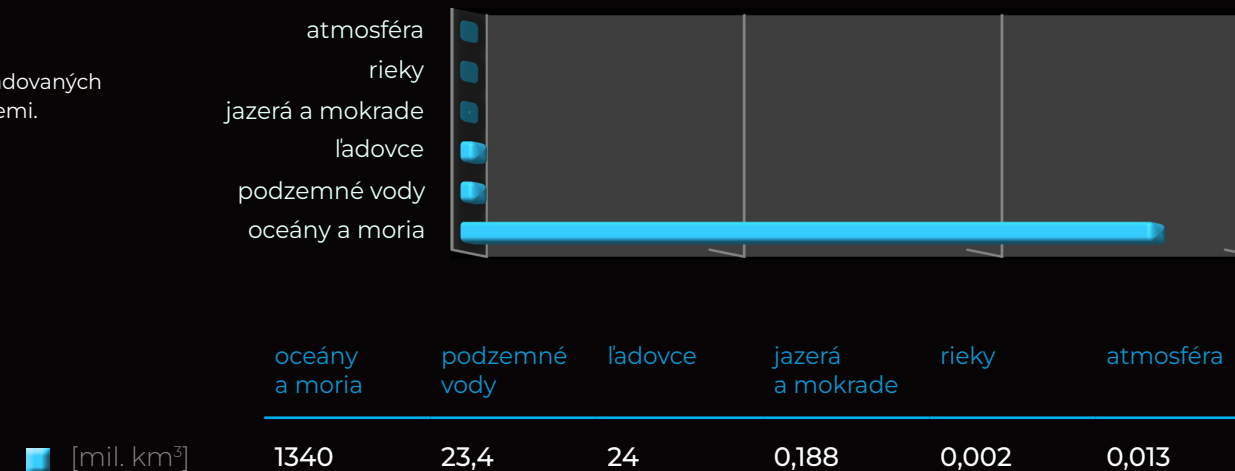
nitelnosť a možnosti jej ochrany. K tomu môže prispieť, samozrejme, každý z nás minimálne z laickej linky. Ale určite najdôležitejší je odborný prístup k riešeniu problémov hospodárenia s vodou a ochrany vodných zdrojov na celej Zemi, založený na vedeckých princípoch.

Voda je nevyhnutná pre život na Zemi. Práve voda ako ústredný element vo všetkých troch skupenstvách prepája jednotlivé súčasti klimatického systému Zeme. Povrch planéty Zem má vyše 510 miliónov km<sup>2</sup>, z toho len približne 29 % tvorí pevnina, ostatok (približne 71 % povrchu Zeme) pokrývajú moria a oceány. Celkový objem vody na Zemi je asi 1 388 mil. km<sup>3</sup> (Shiklomanov

**Hydrosféra** je pojem zahŕňajúci všetko vodstvo (či už na povrchu, pod povrchom, alebo v atmosfére) v akejkoľvek forme (vodná para, kvapalina, ľad).

Obr. 37

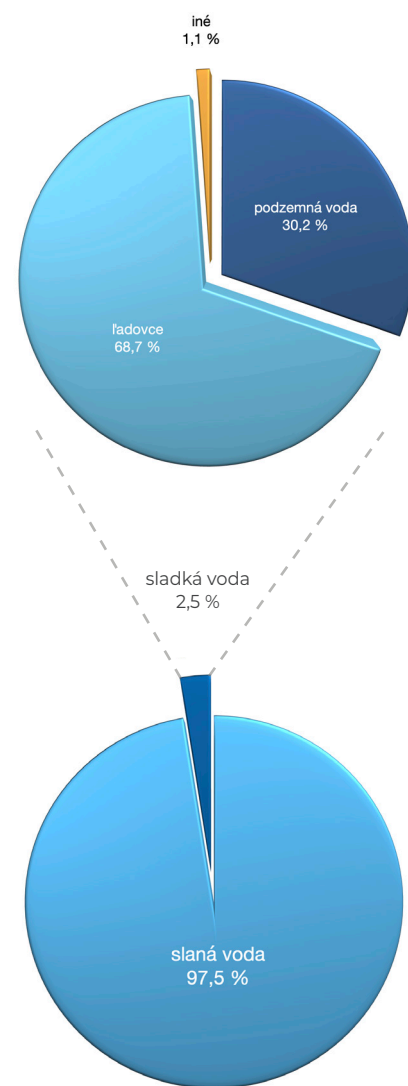
Rozdelenie odhadovaných zásob vody na Zemi.



1993). Najviac vody je obsiahnutej v moriach a oceánoch – až 96,5 %. Zvyšok svetových zásob vody pripadá na vodné toky (rieky a potoky), jazerá a mokrade, podzemnú vodu, vodné pary obsiahnuté v atmosfére a ľadovce (obr. 37). Malá časť svetových zásob vody je obsiahnutá aj v telách živých organizmov. I keď objemovo je to asi 1,12-tisíc km<sup>3</sup>, je to približne polovica toho, čo preteká v riekach (Shiklomanov 1993). Celkové množstvo vody viazanej v telách organizmov by po uvoľnení na celom zemskom povrchu utvorilo vrstvičku s hrúbkou približne 1 – 2 milimetre. Môže sa to zdať málo (i keď to tak nie je), no napriek zanedbateľnej absolútnej hodnote tohto objemu je jeho význam obrovský.



Zdroj: Flickr/Henry Patton



Obr. 38

Percentuálne zastúpenie slanej a sladkej vody na Zemi.

Zdroj: Yveta Velísková

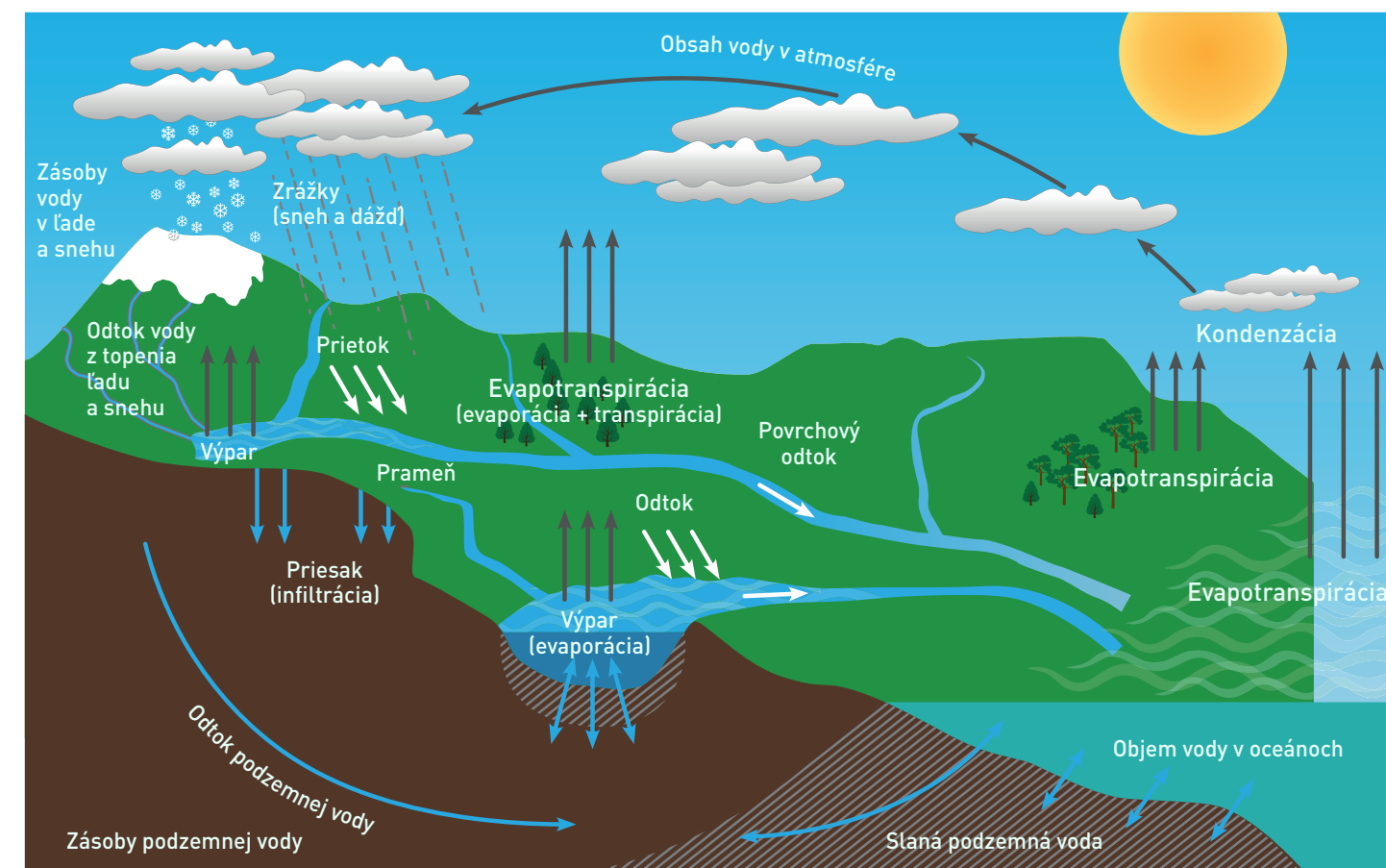
Z celkového množstva vody na Zemi je len veľmi malá časť tzv. sladkej vody (obr. 38), ktorá sa vo veľkej miere nachádza vo forme ľadovcov a v podzemných vodných útvaroch, prípadne ako voda obsiahnutá v pôde.

I keď množstvo vody na Zemi je približne to isté ako v minulosti – obrazne povedané, pijeme tú istú vodu, ktorú pili dinosaurusy pred miliónmi rokov, voda na Zemi neustále cirkuluje, čo je známe pod pojmom kolobeh vody v prírode.

**Kolobeh vody v prírode** (hydrologický cyklus) (obr. 39) je nepretržitá cirkulácia vody na Zemi, ku ktorej dochádza účinkom slnečnej energie a gravitácie.

Energia dodávaná na povrch Zeme slnečným žiarením vyvoláva vyparovanie vody z morí, z vodných plôch a iných povrchov Zeme (**evaporácia**), ako aj vyparovanie vody porastmi (rastliny odoberajú vodu a odparujú ju – **transpirácia**). Vyparená voda sa transportuje v atmosfére ako vodná para alebo po kondenzácii vo forme oblakov, z ktorých môže vypadávať v podobe atmosférických zrážok (kvapalných a tuhých/dážď a sneh, príp. krúpy) na povrch Zeme.

Po dopade zrážok na rozdielne povrchy sa časť z nich vyparí, časť vsiakne do pôdy a môže dopĺňať podzemné vody. Voda, ktorá nemôže vsiaknuť (infiltrovať) do pôdy, odtečie po povrchu do vodných tokov (povrchový odtok). Voda, ktorá vsiakla do pôdy, sa vracia do atmosféry vyparovaním (**evapotranspirácia**) alebo napája vodné toky (podpovrchový odtok), a tak sa vracia do morí a oceánov, čím sa kolobeh



vody uzavrie. V hydrosfére Zeme sa **v rámci tohto kolobehu pohybuje stále rovnaké množstvo vody. Voda v rámci tohto kolobehu je však rozdelená veľmi nerovnomerne.** Na hladinu morí a oceánov spadne za rok priemerne 900 mm vody, vyparí sa až 970 mm, pričom rozdiel v množstve 70 mm sa premiestni nad súš a spadne vo forme zrážok (obr. 40). Na súš spadne vo forme zrážok za rok priemerne 670 mm vody, vyparí sa priemerne 420 mm, rozdiel (250 mm) odtečie vodnými tokmi do morí (Encyclopaedia Beliana). Donedávna platilo, že na územie Slovenska spadne vo forme zrážok za

Obr. 39

Ilustračný obrázok hydrologického cyklu  
Zdroj: Commons Wikipédia/ School of Geography and the Environment, University of Oxford 2018

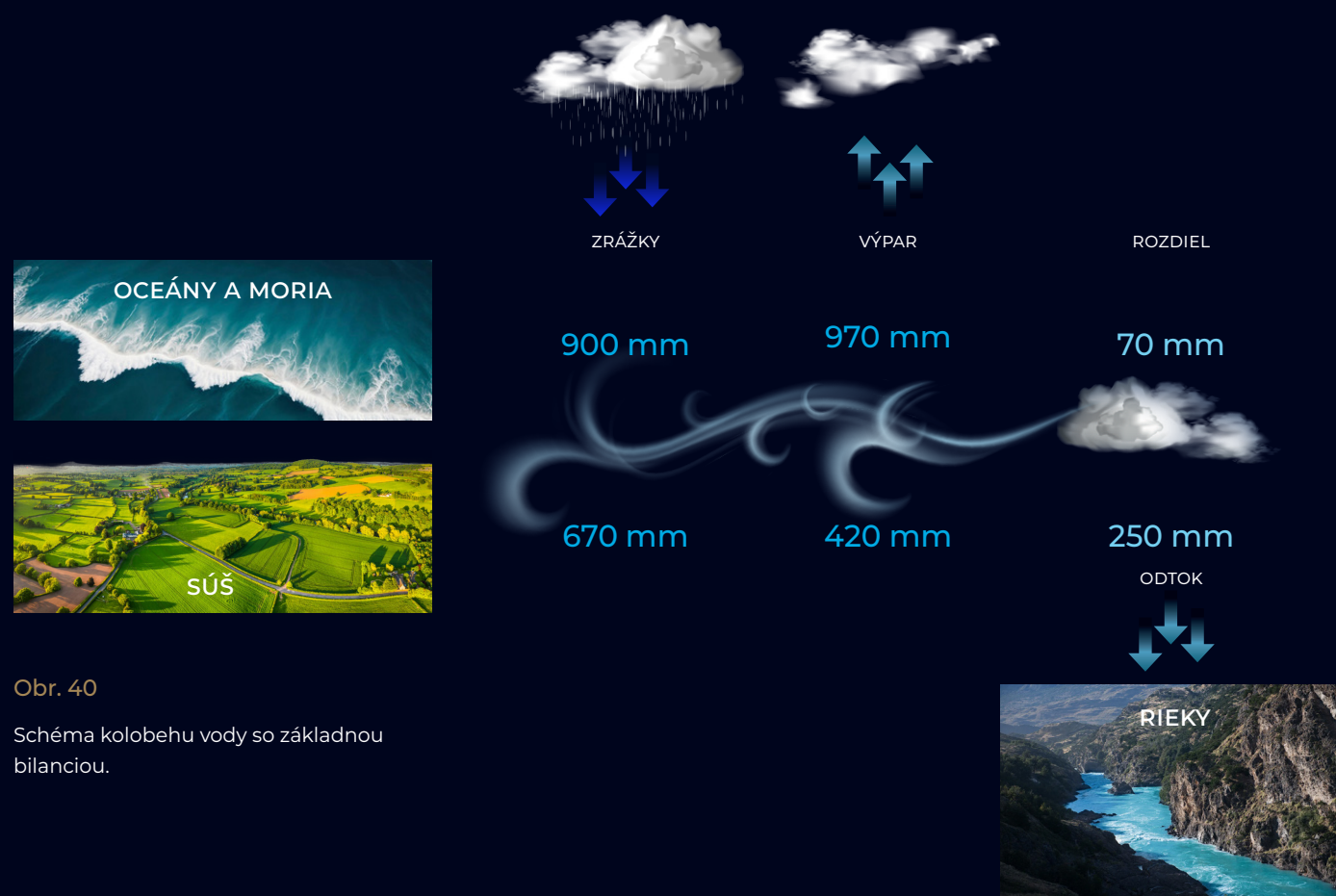
rok priemerne 760 mm vody, vyparí sa priemerne 500 mm (2/3 zo zrážok) a odtečie 260 mm. V južných oblastiach Slovenska však spadne vo forme zrážok za rok priemerne 450 mm vody, ale odtečie len 50 mm, v horských oblastiach je ročný úhrn zrážok 1 500 mm vody, ale vyparí sa len 200 mm a zvyšok odtečie.

Pre určenie zásob vody v povodí sa vyhodnocuje tzv. **hydrologická bilancia**, ktorá spočíva v určení množstva vody, ktoré sa do povodia dostalo hlav-

ne vo forme zrážok a odtieklo z neho, prípadne sa odparilo. Zmeny v zásobách vody v povodí  $\Delta S$  sú potom v zjednodušenom podaní:

$$\Delta S = Z - V - O \quad (1)$$

kde  $Z$  sú zrážky,  $V$  je výpar (cez povrchy aj vegetáciu – evapotranspirácia) a  $O$  je odtok, odtečené množstvo vody.



Obr. 40

Schéma kolobehu vody so základnou bilanciou.

## ANTROPOGÉNNE PRÍČINY ZMIEN V HYDROSFÉRE

Zmena klímy sa často spája s globálnym otepľovaním, pretože súčasný trend zmeny klímy je charakterizovaný predovšetkým zvyšovaním teploty atmosféry. Zvyšovanie teploty atmosféry našej planéty spôsobuje zmeny v štruktúre tokov vody a energie. Menia sa ročné úhrny a rozdeľovanie zrážok počas roka, čoraz častejšie dochádza k prudkým a výrazným zmenám počas roka. Zrážky sú intenzívnejšie a ich úhrny väčšie. Na druhej strane bezzrážkové obdobia sú dlhšie a suchá výraznejšie. Riziko výskytu suchých období sa zvyšuje napriek tomu, že úhrny zrážok sa zvyšujú.

### PREČO JE TO TAK

V dôsledku vyšších teplôt vzduchu sa zvyšujú úhrny výparu a znižuje sa odtok riekami, čo spôsobuje zníženú intenzitu infiltrácie (vsakovania) vody z tokov do príslušných vodonosných vrstiev a znižovanie úrovne hladín podzemných vôd. Treba poznamenať, že zmeny klímy prebiehali aj v minulosti a prebiehajú aj v súčasnosti. V pred industriálnej ére (asi do polovice 19. storočia) sa klíma menila vplyvom prirodzených činiteľov, ako sú napr. zmeny polohy Zeme vzhľadom na Slnko (Milankovič 1930), slnečná aktivita a pod. Významný vplyv mala aj vulkanická činnosť na Zemi spojená s vyvrhovaním veľkého množstva sopečného popola, ktorý menil optické vlastnosti atmosféry, čím dochádzalo k znižovaniu teploty atmosféry (Kirchner a kol. 1999).

## PREDINDUSTRIÁLNA DOBA

Označuje obdobie v histórii ľudstva pred začiatkom priemyselnej revolúcie, ktorá sa začala v 18. storočí. V tomto období bola väčšina ekonomických aktivít založená na poľnohospodárstve, remeslách a manuálnej práci. Ľudia žili prevažne v malých dedinských komunitách a výroba bola zameraná na miestne potreby.

### ČO JE DNES INÉ

Súčasnosť je charakterizovaná **zvyšujúcim sa počtom obyvateľov Zeme** až o 100 miliónov za rok a úmerným **nárastom nárokov na vodu, potraviny a iné suroviny**. To vyvoláva zvýšenú ťažbu surovín a produkciu poľnohospodárskej výroby. Zvýšenie tejto produkcie je dôsledkom zväčšenia plochy poľnohospodárskych pôd, predovšetkým na úkor lesných porastov. Zvýšila sa aj produkcia surovín a výrobkov z nich, ako aj škodlivín pri ich výrobe, ktoré unikajú do atmosféry. Za storočie sa vyčerpala značná časť fosílnych palív a iných nerastných surovín, ktorých ložiská sa tvorili stovky miliónov rokov.

Tieto aktivity výrazným spôsobom zmenili vlastnosti povrchu a celého prostredia planéty. Uka-



Zdroj: nitravies.sk

zuje sa, že práve povrch, jeho zmeny, majú veľký podiel na zmene klímy našej planéty. Prírodný rastlinný kryt sa od predindustriálnych dôb výrazne modifikoval, pričom tieto zmeny za posledné desaťročia akcelerujú. Namiesto lesov a lúk sa objavili polia, komunikácie, veľkoplošné stavby, ktoré zmenili a menia toky vody a energie na Zemi.

Proces klimatickej zmeny čoraz intenzívnejšie, a pritom kontinuálne ovplyvňuje ľudská činnosť (zmena využívania krajiny – obr. 41 a, b, produkcia oxidu uhličitého, likvidácia dažďových pralesov, degradácia pôdy ► znižovanie biodiverzity (rozmanitosti), zvyšovanie teploty biosféry (t. j. časti planéty, kde sa vyskytujú akékoľvek formy života = živý obal Zeme), počet a intenzita povodní a mnohé iné (Nemešová 2007). Vybrané indikátory ukazujú exponenciálny rast ľudskej aktivity od začiatku priemyselnej revolúcie.

## ČO SA TEDA VLASTNE DEJE

Kedže v nedávnej minulosti neboli pozorované významné zmeny intenzity slnečného žiarenia (Kučera 2021) ani iné prirodzené príčiny urýchľujúce zmenu klímy, je preto namieste predpoklad, že relatívne rýchle zmeny klímy, procesov v hydrosfére, ako i vlastností ekosystémov sú spôsobené predovšetkým činnosťou človeka. Ako bolo už spomenuté, rastúca populácia a s tým spojené nároky na vodu, potraviny, suroviny a energiu vyvolávajú tlak na extenzívne využívanie zdrojov našej planéty, a tým nepriamo spôsobuje zmenu klímy.

Je niekoľko antropogénnych príčin, ktoré majú vplyv na zmenu klímy. Jednou z nich je často spomínané intenzívne **spalovanie fosílnych palív**, ale aj **obnoviteľných palív** (biomasa). Pri ich spaľovaní sa uvoľňuje tzv. skleníkový plyn – oxid



uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), ktorý sa stáva súčasťou atmosféry, rozptyľuje energiu dlhovlnného vyžarovania Zeme, a tak zvyšuje teplotu atmosféry.

Druhou výraznou príčinou je **zmena vlastností povrchu Zeme**. Je to predovšetkým **likvidácia tzv. dažďových lesov, pralesov** (vyrúbe sa viac ako 100-tisíc  $\text{km}^2$  ročne) a **dezertifikácia územia** (proces degradácie pôdy, počas ktorého sa pôda porastená vegetáciou mení na pôdu bez vegetácie; finálnou formou je púšť). Tým sa odstraňujú pôvodné porasty, znižuje sa rýchlosť aj úhrny evapotranspirácie (výparu z povrchu aj vegetácie). Existencia lesných ekosystémov má veľký význam ako zdroj biomasy (dreva) a predovšetkým je to predpoklad stability ekosystému a má veľký protierózný význam. Okrem toho tropické dažďové lesy sú charakteristické vysokými úhrnmi zrážok (viac ako 3 000 mm za rok) a vysokým príkonom slnečnej energie



(priemerne  $350 \text{ W/m}^2$ ; na porovnanie: na územie Slovenska dopadá priemerne  $125 \text{ W/m}^2$ ). Dostatok vody a energie spôsobuje, že ročný úhrn evapotranspirácie dažďových pralesov je vyšší ako 2 500 mm vody za rok (na Slovensku asi 500 mm). Evapotranspirácia, a teda aj spotreba energie dažďových pralesov je tu blízka výparu z vodných plôch (Shuttleworth 1988, Novák 2012).

Na výpar z dažďových pralesov sa spotrebuje asi 90 % dopadajúcej energie, len zvyšných 10 % zahrieva ekosystém. Dôležitý je aj fakt, že pralesy v procese fotosyntézy viažu v biomase veľké množstvo oxidu uhličitého a znižujú jeho koncentráciu v atmosfére.

Ďalšou antropogénnou príčinou súvisiacou so zmenou vlastností povrchu Zeme je **nesprávne obrábanie pôdy**, ktoré má za následok zvyšujúce sa riziko veternej aj vodnej erózie. Obrábaná pôda je po zobrať úrody nechránená, a teda vo zvýšenej miere vystavená účinkom silného vetra a vodnej erózii (splachu) pri intenzívnych dažďoch. To spôsobuje jej odnos, prípadne transport aj do väčších vzdialeností (spomeňme napr. takmer každoročný transport saharského piesku až na Slovensko...). Nedodržiavanie smeru orbí po vrstevnici zvyšuje riziko vodnej erózie, ale aj znečistenie vody v prípade nesprávnej aplikácie hnojiva a pod. Zvyšujúce sa nároky na potraviny vedú k **zvýšeniu stavov dobytku**, ktorý spása väčšinou riedku vegetáciu v savanách a polopúštiach, predovšetkým v Afrike. To vedie k likvidácii porastov a k porušeniu povrchu pôdy kopytami dobytku. Dôsledkom je zvýšenie citlivosti (hlavne) na veternú eróziu a celková degradácia/dezertifikácia územia.

## ČO SA VLASTNE V HYDROSFÉRE DEJE

Vráťme sa k pojmu hydrologická bilancia a k rovnici (1), ktorá je jej jednoduchým vyjadrením. Z nej vyplýva, že obsah vody v danom území závisí od množstva zrážok, ktoré na dané územie spadne, od množstva vody, ktoré z daného územia odtečie, a od toho, koľko sa vyparí. Pri zmene povrchov v danom území zo zalesnených, porastených vegetáciou, na vyrúbané „očistené“ svahy, príp. holoruby, na zem udupanú ko-

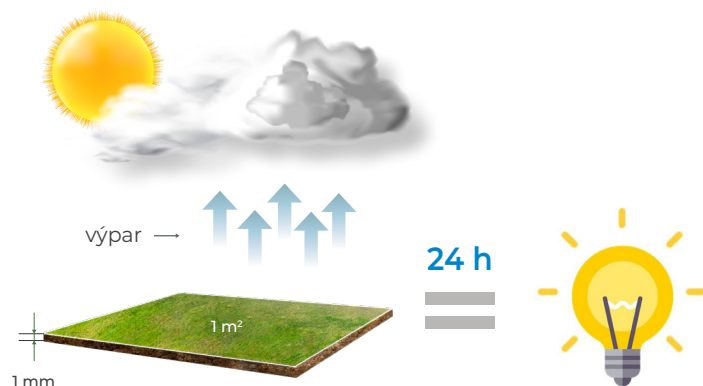
pytami dobytku, prípadne na vybetónované/vy-asfaltované/zastavané nepriepustné povrchy je jasné, že voda zo zrážkovej udalosti (dažďa) sa v takomto území dlho nezdrží a odtečie z neho, prípadne ostane len v malom množstve v lokálnych depresiách s nemožnosťou vsiaknuť. To znamená, odtok v tomto prípade narastá, v teréne s vyššími sklonmi ešte viac. Tým sa však zároveň znižuje miera vzrastu zásob vody v danom území. V prípade rovinnatého územia je situácia možno o trochu lepšia, keďže sklony sú tu menšie.

Je tu však ešte ďalší faktor – výpar vody, ktorý je energeticky najnáročnejší proces na Zemi. Rýchlosť vyparovania z povrchov, kde obsah vody nie je výrazne limitovaný, ako je napríklad hladina vody či územia dažďových pralesov, je determinovaná množstvom dopadajúcej slnecnej energie. Slnko vyžaruje energiu, ktorá dopadá na hornú hranicu atmosféry intenzitou  $1\,400\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Kým dosiahne povrch Zeme, intenzita vyžarovania tejto energie sa výrazne zníži. Energia využiteľná na procesy prebiehajúce v hydrosfére (vyjadrená tzv. **radiačnou bilanciou**) sa využíva na zohriatie pôdy a vody, na zvyšovanie teploty prízemnej vrstvy atmosféry, ale najväčšia časť, v priemere približne polovica energie dopadajúca na povrch Zeme, sa spotrebuje na evapotranspiráciu, čiže na výpar zo zemského povrchu.

Energia potrebná na premenu kvapalnej vody na vodnú paru (výpar) sa nazýva skupenské teplo vyparovania a má hodnotu  $2,45 \times 10^6\text{ J/kg}$ , pri



teplote 20 °C. Je to obrovské množstvo energie. Uvedieme príklad: ak by ste chceli energetic-ky zabezpečiť vyparovanie vrstvy vody s výškou 1 mm z 1 m<sup>2</sup> počas jedného dňa (24 hodín), potrebovali by ste stály príkon energie 28,5 W.



Je to veľa alebo málo? Je to príkon jednej žiarovky, ktorá svieti 24 hodín. Ak si vyčíslime energiu potrebnú na vyparovanie 1 mm vrstvy vody z plochy 1 km<sup>2</sup> dostaneme neuveriteľnú hodnotu 28,5 MW, čo je výkon vodnej elektrárne v Čunove (nie hydroelektrárne v Gabčíkove, tá má inštalovaný výkon 720 MW).

Ak predpokladáme, že za deň sa na Slovensku priemerne vyparí 2 mm vrstva vody, pri tomto procese sa spotrebuje 2,79 x 10<sup>6</sup> MW, čo je 980-násobok maximálneho výkonu všetkých slovenských elektrární!!! Analogicky, spotreba

energie na vyparovanie v dažďových pralesoch (ale aj výpar z oceánov a morí v pásme medzi obratníkmi) je asi 5-krát vyššia, ako je spotreba na výpar na Slovensku. Preto eliminácia alebo zníženie evapotranspirácie výrubom dažďových pralesov môže výrazne ovplyvniť klímu na Zemi.

## VIEME PREČO...

Plocha dažďových pralesov je asi 15 mil. km<sup>2</sup>; za dve desaťročia (1990 – 2010) sa táto plocha znížila asi o 1 mil. km<sup>2</sup>, teda asi o 50 000 km<sup>2</sup> za rok, čo je približne plocha Slovenska. Táto plocha sa premenila na poľnohospodársku pôdu, obydľia a iné stavby. Tým sa evapotranspirácia znížila zhruba o polovicu, t. j. o 1 200 mm za rok, čo znamená zníženie energie spotrebovanej na vyparovanie asi o 9,6 TW energie. Je to obrovské množstvo, najmä keď to porovnáme s odhadovanou ročnou spotrebou všetkých foriem energie na Zemi, ktorá je asi 15 TW. Toto množstvo energie, ktoré sa nespotrebovalo na výpar, sa spotrebuje predovšetkým na zvýšenie teploty a významne prispieje k otepľovaniu planéty.

To však nie je všetko. Zmenou využívania krajiny sa môže výrazne znížiť produkcia biomasy (podľa odhadov asi na polovicu), a tak oxid uhličitý, ktorý sa nespotrebuje v procese fotosyntézy pri produkcii tohto množstva biomasy, sa nestane súčasťou biomasy a jeho koncentrácia v atmosfére sa o toto množstvo oxidu uhličitého zvýši, čím sa posilní tzv. skleníkový efekt.

Obr. 42

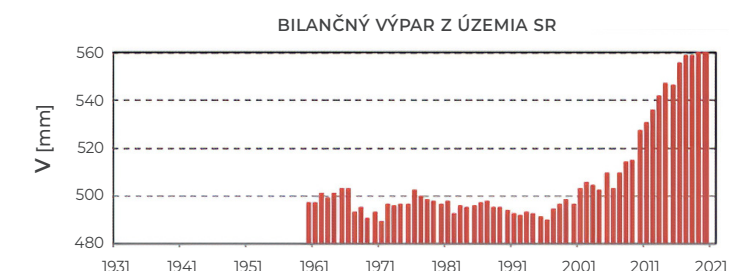
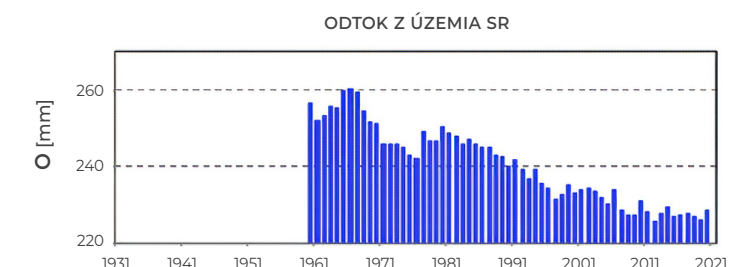
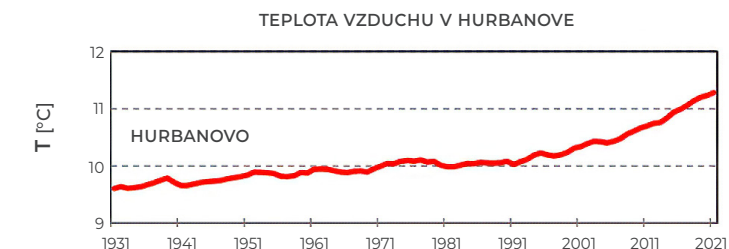
Časový vývoj 30-ročných kľzavých priemerov\* teploty vzduchu v stanici Hurbanovo (T), úhrnov zrážok na území Slovenska (Z), výparu (V) a odtoku (O).

Zdroj: P. Pekárová, ÚH SAV, v. v. i. \*(to znamená, že napríklad hodnota pri roku 1960 je priemer za roky 1931 – 1960)

## AKO JE TO NA SLOVENSKU

Hydrologická bilancia Slovenska do roku 2000 nevykazovala žiadne veľké zmeny (Majerčáková a kol. 2004). Po miléniu však nastala zmena. Priemerný ročný úhrn zrážok na celé územie Slovenska sa v období 1991 – 2015 v porovnaní s obdobím 1961 – 1990 zvýšil o 5 % (Pekárová a kol. 2018). Tento jav však nie je priestorovo rovnomerne rozdelený, pretože vo východnej časti Slovenska nie je taký zjavný (Pavelková a kol. 2016). Analýza časového vývoja základných zložiek hydrologickej bilancie pre Slovensko po roku 2000 (Pekárová a kol. 2022) ukázala, že priemerná ročná teplota vzduchu na území Slovenska stúpa (obr. 42).

Napriek tomu, že sa nám zdá, že v posledných rokoch menej prší, priemerný ročný úhrn zrážok (Z) od roku 1996 stúpa. Dovtedy úhrny zrážok postupne klesali z približne 770 mm v období štyridsiatich rokov minulého storočia na cca 730 mm v rokoch deväťdesiatych. Problémom opäť je, že zrážky na Slovensku nie sú





rozdelené rovnomerne v čase a priestore. Čo treba však spomenúť a všimnúť si, je pokles odtoku (O) našimi riekami. Nie je teda pravda, že vodu púšťame do mora. Ako je to teda možné, že úhrny zrážok stúpajú a odtok pritom klesá? Spôsobené je to extrémne rastúcim výparom (V) vody z nášho územia v dôsledku rastu teploty vzduchu. Tento nárast je po roku 2000 evidentný (obr. 42).

### ČO Z TOHTO VŠETKÉHO VYPLÝVA...

Dá sa povedať, že všetko so všetkým súvisí. Hydrologický cyklus alebo kolobeh vody v prírode je jeden relatívne uzavretý systém, ktorý však silne ovplyvňuje celú planétu. Ak sa naruší rovnováha procesov v ňom prebiehajúcich, ktorá sa vytvárala miliardy rokov, rozhodí to celý systém.

Zvyšujúca sa populácia sama osebe nie je príčinou zmeny klímy; jej nároky na vodu, suroviny, potraviny a energiu však vyvolávajú tlak na zvýšené využívanie planéty a táto aktivita významne mení krajinu a vedie k ďalším zmenám. V roku 2022 dosiahol počet obyvateľov Zeme 8 miliárd. Predpokladáme, že v roku 2050 nás bude 10 miliárd, v roku 2100 sa predpokladá nárast na 10,9 miliárd (European Environment Agency 2015). Podľa odhadov pred 2000 rokmi žilo na Zemi asi 180 miliónov ľudí, v roku 1820 to bola už jedna miliarda a o 110 rokov neskôr (v roku 1930) na Zemi žili už dve miliardy ľudí. Počas nasledujúcich 90 rokov pribudlo 6 miliárd obyvateľov. Približne 6 miliárd ľudí žije v Ázii a v Afrike. V súčasnosti populačná explózia v Afrike generuje prírastok väčší ako 3 %, t. j. 50 miliónov ročne. Krajiny (známe ako rozvojové) s nízkym HDP budú čeliť zvýšeným tla-



kom na produkciu potravín, ale aj surovín a energie. Už teraz je v týchto krajinách nedostatok vody, ornej pôdy a teda aj potravín.

Významnou príčinou zmeny klímy vyvolanej činnosťou človeka nie je len produkcia skleníkových plynov, predovšetkým oxidu uhličitého spaľovaním fosílnych palív, ale aj zmena vlastností povrchu súše – zmena využívania krajiny tiež významne prispieva k zmene klímy (Kutílek & Nielsen 2010, Novák 2023). Medzi najvýznamnejšie zmeny vo využívaní krajiny patrí odlesňovanie (deforestácia) dažďových pralesov, vysušovanie mokradí, zvyšujúca sa plocha ornej pôdy, monokultúrne poľnohospodárstvo, zvyšujúce sa plochy občianskych a priemyselných stavieb, ako aj dopravná infraštruktúra (Kutílek & Nielsen 2010). Tieto aktivity menia prírodné povrchy na umelé, znižujú evapotranspiráciu (a tým aj spotrebu energie) a zvyšujú a urýchľujú lokálne odtok. Slnečná energia sa nevyužije na skupenskú premenu, ale ohrieva biosféru, a teda prispieva k zvyšovaniu teploty lokálne a aj globálne.

Ďalším **dôsledkom zmeny klímy, otepľovania je zvyšovanie hladín morí a oceánov**. Tento jav sa spája hlavne s dvoma efektmi: topením sa ľadovcov a teplotnou objemovou rozťažnosťou vody – oba efekty sú dôsledkom zvyšujúcej sa teploty atmosféry.

Hladina morí sa od začiatku 20. storočia zvýšila približne o 20 cm, počas ostatných 20 rokov to bolo 5 cm (Viñas & Rasmussen 2015). Podľa údajov National Aeronautics and Space Administration (NASA, Národný úrad pre letectvo a vesmír – americká vládna agentúra) v časovom intervale rokov 1992 – 2019





sa hladina morí zvýšila v priemere asi o 7,4 cm. Zvyšovanie hladiny morí nie je plynulé, ale je citlivé na krátkodobé fluktuácie počasia. Dajú sa identifikovať dokonca krátke časové intervaly, keď hladina morí klesá. Vo všeobecnosti však hladina morí stúpa. Potenciálne zvýšenie hladiny morí v dôsledku topenia sa Grónskeho ľadovca je 6 metrov, ale roztopenie Antarktického kontinentálneho ľadovca by mohlo zvýšiť hladinu morí až o 58 metrov. Úplné roztopenie týchto ľadovcov je nepravdepodobné. Reálne hodnoty zvýšenia hladiny morí počas tohto storočia sú okolo 5 mm za rok, celkovo očakávané zvýšenie hladín je asi 50 cm.

Dôsledkom zvýšenia hladiny morí sa objaví sekundárny efekt: so zvýšením hladiny vody v moriach sa zvýši plocha zaplaveného územia a zníži plocha súše. Dôsledkom tohto javu by bol zvýšený výpar zo zaplaveného územia a s tým spojená zvýšená spotreba energie, čo by zase viedlo k zníženiu teploty ekosystému. Tento efekt je možné pokladať za autoreguláciu teploty (aj klímy) zmierňujúcu rýchle zmeny ekosystému.

### ČO ZDÔRAZNIŤ NA ZÁVER...

Voda je nevyhnutná pre život – každý živý organizmus našej planéty obsahuje vodu. Voda má nezastupiteľnú funkciu v živých organizmoch. Na druhej strane platí, že voda môže byť nebezpečný živel alebo substancia (pri jej znečistení), čo dokáže zabíjať. Vodu môžeme milovať, chrániť, tešiť sa z nej, ale aj ju nadmerne využívať a bez výčitiek svedomia ju znečistiť. Naše ma-

cošské správanie k vode, ako i celému ekosystému sa nám však vždy vráti.

Prítomnosť zmeny klímy je nespochybniteľná. Narušenie jej rovnováhy smeruje k inému typu kvázi rovnováhy, na ktorú ekosystém Zeme nie je pripravený. Hydrosféra je súčasťou ekosystému Zeme a pre život na planéte Zem je nevyhnutná. Prebytok energie v rámci energetickej bilancie prostredia planéty spôsobuje zmeny procesov v celom systéme. Preto tu máme krátke, ale intenzívne dažde, predlžujúce sa obdobia sucha a spolu s tým stále platné nerovnomerné rozdelenie týchto javov nielen v čase, ale aj v priestore. Svojím spôsobom je to začarovaný kruh, je to cyklus, ktorého návrat do vyladeného stavu je náročný, ale nie nemožný. Netreba však otáľať. Treba mať neustále na pamäti, že voda patrí medzi nenahraditeľné zložky nášho prírodného prostredia a jej intenzívna a dôsledná ochrana je nutnosťou!



### 3. podkapitola

## Dopady na druhy a spoločenstvá

Mgr. Anna Bérešová, PhD. • RNDr. Daniel Dítě, PhD.  
Ing. Richard Hrivnák, DrSc. • Ing. Jaromír Kučera, PhD.  
Mgr. Marek Slovák, PhD. • RNDr. Katarína Skokanová, PhD.  
Mgr. Mária Šibíková, PhD. • RNDr. Jozef Šibík, PhD.  
RNDr. Barbora Šingliarová, PhD.  
RNDr. Zuzana Čiamporová-Zaťovičová, PhD.  
**Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, v. v. i.**

### Biodiverzita

Rozmanitosť života na Zemi. Skráteneá forma výrazu biologická diverzita, ktorá zahŕňa zložky ako druhová diverzita, genetická diverzita, evolučná diverzita, funkčná diverzita a ekosystémová diverzita.



Foto: Anna Bérešová

## BIODIVERZITA – KOĽKO DRUHOV JE NA ZEMI

**Biodiverzita** bola v centre záujmu človeka od jeho prvopočiatkov. Bola totiž potrebná na napĺňanie základných životných potrieb – jedla, úkrytu či troche pohodlia. Preto ľudia skúmali a objavovali rastliny, živočíchy aj huby. Zistili, čo je jedlé, čomu sa treba vyhýbať, čo má blahodarné účinky, čo ich v zime zahreje. Biodiverzitu začal človek skúmať ako prvú všade, kam doputoval – na pevnine alebo na ostrovoch uprostred morí a oceánov. Pradáвне potreby sú aktuálne i pre súčasného človeka, nech už žije na vidieku, alebo vo veľkej metropole. Poznávanie biodiverzity sa v priebehu dejín rozšírilo o mnoho atribútov a otázok – začali sme objavovať, čo ju tvorí, zaujímať sa o to, koľko jej je, aké vlastnosti majú zložky biodiverzity, prečo je niečo chutné, niečo nejedlé a dokonca jedovaté, ako zložky biodiverzity vznikli a podobne. Na podrobnejší výskum biodiverzity prestali stačiť ľudské zmysly – zrak, čuch, chuť, sluch. Postupne sa začali používať vynálezy vedy a techniky – lupa, mikroskop, analytické prístroje (napr. spektrofotometre, polarimetre, konduktometre, fluorimetre), prístroje na skúmanie nositeľov genetickej informácie organizmov (nukleové kyseliny), cytometre, počítače, údaje o klíme (teplotách a zrážkach), a v neposlednom rade veľké dáta z diaľkového prieskumu Zeme.

Údaje o biodiverzite sú zachované od pradávna v rôznych písomných prameňoch. Informácie o jačmeni, dobytku, stromoch, zelených rast-

linách, aromatických rastlinách sú k dispozícii v piktogramoch aj v klinovom písme, v lekárskych predpisoch, herbároch, kuchynských receptoch, administratívnych záznamoch i literárnych textoch. V starovekej Mezopotámii boli dôležité a využívané druhy ako napríklad céder, koriander, rasca, datľová palma, figovník, lan, rukola, sezam, topol. V súčasnosti evidujeme druhy rôznych organizmov v zoznamoch („checklist“) a čoraz častejšie v elektronickej podobe vo forme databáz. Tie nám pomáhajú odpovedať na otázku, koľko druhov aktuálne poznáme. Expertný odhad uvádza, že na Zemi a v oceánoch žije okolo 8,7 milióna druhov. V každom prípade ostávajú mnohé územia na Zemi a skupiny organizmov neprebádané.

Biodiverzita je dôležitá pre fungovanie ekosystémov. Tie nám zabezpečujú nenahraditeľné a nezastupiteľné služby. Predstavujú zdroj obživy, poskytujú nám surovínové zdroje pre rozvoj jednotlivých odvetví hospodárskeho rozvoja, ochraňujú nás pred negatívnymi účinkami prirodzených rizík a hazardov a pod. Aktualizované znalosti o biodiverzite nášho územia potrebujeme na zachovanie ich nenahraditeľnej funkcie v ekosystémoch, ako aj na služby a úžitky predstavujúce pre spoločnosť významnú ekonomickú hodnotu.

### ENDEMIT

Druh, ktorý je striktnie viazaný na určitú geografickú oblasť, v ktorej vznikol a vyvinul sa, a prirodzene sa nikde inde na svete nevyskytuje.

### ENDEMIZMUS

Vlastnosť určitého druhu (napr. rastliny alebo živočicha) vyskytovať sa výlučne na geograficky vymedzenom území a okrem neho nikde inde na svete.

### TAXÓN

Skupina organizmov, ktoré zatriedujeme do spoločnej kategórie na základe určitých znakov. Skupiny môžu mať rôznu úroveň – od veľkej (napr. ríše) po malé (napr. druhy alebo poddruhy). Taxonómia je vedecká disciplína, ktorá sa zaoberá klasifikáciou a identifikáciou organizmov na základe ich podobnosti a evolučných vzťahov.

### RELIKT

Taxón, ktorý pretrváva ako pozostatok kedysi rozšírenej populácie. Jeho pôvodný areál sa zmenil, prípadne zmizol. Časť pôvodnej populácie tak prežila na obmedzenom území, kde ostali vhodné podmienky na jeho existenciu. Príkladom sú glaciálne relikty, druhy, ktoré prežili dobu ľadovú a ich súčasné rozšírenie je obmedzené na najchladnejších miestach.

### REFÚGIUM

Územie, lokalita, miesto, kde sú osobité podmienky odlišné od širšieho okolia priaznivé pre život reliktných druhov. Napríklad vysoké hory Karpát (napr. Tatry) sú refúgium glaciálnych reliktov.



## SLOVENSKO A BIODIVERZITA – ČO JE PRE NÁS SAMOZREJMÉ, ZATIAĽ...

Územie Slovenska patrí z hľadiska rozmanitosti pôvodného rastlinstva medzi najbohatšie v Európe. Rastie tu približne 32 % z celkového počtu európskych druhov. Prírodné a poloprírodné prostredie s cennou a vysokou biodiverzitou tvorí takmer 25 % rozlohy Slovenska. Biodiverzita je jedným z našich zásadných aktív. Ovplyvňuje produktivitu a bezpečnosť krajiny. Je kľúčovým indikátorom zdravia ekosystémov.

Slovensko je križovatkou biogeografických regiónov a migračných ciest živých organizmov a jedným z najsevernejších centier **endemizmu** v Európe (Breman a kol. 2020). Zložky biodiverzity a ich udržateľné využívanie podmieňujú a zaisťujú kvalitný život človeka. Nedostatok týchto zdrojov alebo pokles ich kvality podstatne limitujú existenciu a rozvoj spoločnosti. Prebiehajúce globálne zmeny životného prostredia majú komplexný biologický rozmer. Dopady týchto zmien predstavujú vážny celospoločenský problém s dosahom na kvalitu života a všetky oblasti hospodárskej sféry.

Zodpovedný postoj k biodiverzite nie je len otázkou vedeckých ambícií prírodovedcov či vedcov zaoberajúcich sa spoločenskými vedami (napr. antropológovia, filozofovia, psychológovia či sociológovia) alebo prirodzenou zvedavosťou, sympatiou či úctou všetkých, ktorí majú jednoducho

Tabuľka 1

Zdroj: Ulrych a kol. 2018

### BIODIVERZITA SLOVENSKA V ČÍSLACH

Zložky biodiverzity	Počet druhov
Cyanobaktérie a riasy	3 400
Nelichenizované huby	~3 750
Lichenizované huby (lišajníky)	1 711
Machorasty	699
Cievnané rastliny	4 280
<b>Rastlinné spoločenstvá</b>	
asociácie	720
zväzy	172
biotopy	124
<b>Živočíchy</b>	
vtáky	~371
plazy	12
cicavce	90
ryby	67
obojživelníky	18
hmyz	~30000

prírodu radi. Postoj k biodiverzite odráža mieru vyspelosti spoločnosti. Ochrana biodiverzity je aj našou povinnosťou vyplývajúcou z medzinárodných záväzkov našej krajiny. Slovenská republika je signatárom viacerých medzinárodných dohôrov a iniciatív (CBD – Dohovor o biologickej di-

verzite /Convention on Biological Diversity/, GTA – Globálna taxonomická iniciatíva /Global Taxonomic Initiative/, Karpatský dohovor – Rámcový dohovor o ochrane a trvalo udržateľnom rozvoji Karpát). Záväzky voči európskej legislatíve máme aj v súvislosti so sústavou území **Natura 2000** či z hľadiska napĺňania Globálnej stratégie ochrany rastlín 2020 – 2030 (GSPC, Global Strategy for Plant Conservation 2020 – 2030).

## SÚ ENDEMITY, DIAMANTY BIODIVERZITY, VEČNÉ?

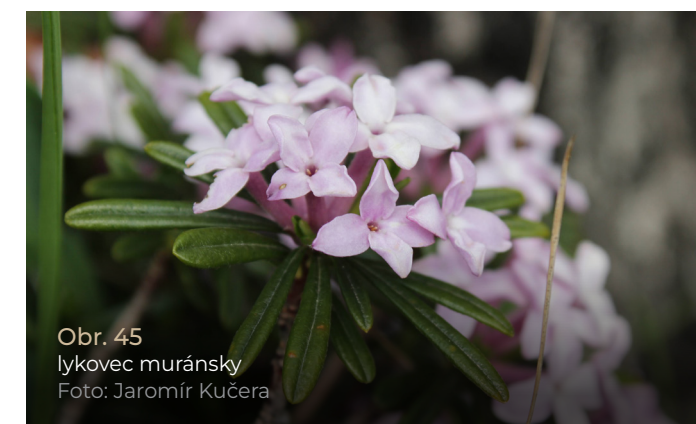
Hoci druhy vznikajú opakovane vo všetkých ekosystémoch na celej zemeguli, existujú územia, v ktorých vzhľadom na ich jedinečné ekologické, klimatické a geologické podmienky dochádza k hromadeniu druhovej rôznorodosti spojenej s výskytom **endemických organizmov**. Keďže **endemity** sú často vzácne, zaradujú sa medzi zákonom chránené druhy. Územie Slovenska je z tohto pohľadu veľmi zaujímavé (Turis & Košťál 2019, Breman a kol. 2020). Endemické rastliny vynikajú krásnymi farbami a tvarmi (Zajac & Duchoň 2022). Príkladom sú zvonček tatranský (*Campanula tatrae*), rožec tatranský (*Cerastium tatrae*), šafran spišský (*Crocus discolor*, obr. 43), cyklámen purpurový fatranský (*Cyclamen purpurascens* subsp. *immaculatum*, obr. 44), lykovec muránsky (*Daphne arbuscula*, obr. 45, Di Sacco a kol. 2021), stračonôžka tatranská (*Delphinium oxysepalum*, obr. 46), klinček lesklý (*Dianthus nitidus*), chudôbka drsnoplodá Klásterského (*Draba lasiocarpa* subsp. *klaster-*



Obr. 43  
šafran spišský  
Foto: Jaromír Kučera



Obr. 44  
cyklámen fatranský  
Foto: Jaromír Kučera



Obr. 45  
lykovec muránsky  
Foto: Jaromír Kučera



Obr. 46

stračonôžka tatranská  
Foto: Zuzana Gajdošová



Obr. 47

poniklec slovenský  
Foto: Zuzana Gajdošová



Obr. 48

chryzantéma pieninská  
Foto: Anna Bérešová



Obr. 49

lomikameň pozmenený  
Foto: Jaromír Kučera



Obr. 50

vstavač Spitzelov  
Foto: Jaromír Kučera



Obr. 51

alkana farbiarska  
Foto: Jaromír Kučera

skyi), horček fatranský (*Gentianella fatrae*), večernica slovenská (*Hesperis slovacica*), mak tatranský (*Papaver tatricum*) či poniklec slovenský (*Pulsatilla slavica*, obr. 47). K veľmi zaujímavým patria aj také druhy, ktoré sa u nás vyskytujú na hranici svojho areálu, často vzdialené a izolované od materských populácií. Vďaka tomu vidíme ich osobité znaky výraznejšie a jasnejšie. Medzi také patria napríklad chryzantéma pieninská (*Chrysanthemum zawadskii*, obr. 48), borievka netatová (*Juniperus sabina*) či jazýčnik sivý (*Ligularia glauca*), od súvislého „domovského“ areálu vzdialené tisíce kilometrov. O niečo menej (počítané v stovkách kilometrov) sú u nás od kompaktného areálu vzdialené

druhy pochybok huňatý (*Androsace villosa*), lomikameň pozmenený (*Saxifraga mutata*, obr. 49), ostrica alpínska (*Carex halleriana*), podkovka ľúba (*Hippocrepis emerus*) alebo všivec chochlatý (*Pedicularis comosa*). Príkladom druhov s okrajom areálu na území Slovenska sú iskerník karpatský (*Ranunculus carpaticus*) alebo pichliač Waldsteinov (*Cirsium waldsteinii*). Prirodzene nesúvislý areál zas majú druhy lyžičník pyrenejský (*Cochlearia pyrenaica*) alebo vstavač Spitzelov (*Orchis spitzelii*, obr. 50). Chladnomilných, alpsko-arktických druhov, ktoré majú na Slovensku reliktný výskyt, je väčšie množstvo, spomenieme napríklad ježohlav úzkolistý (*Sparganium angustifolium*) či sibaldka rozpre-

stretá (*Sibbaldia procumbens*). Naopak, skupinu teplomilných druhov, ktoré majú na Slovensku severnú hranicu rozšírenia, reprezentujú napríklad alkana farbiarska (*Alkanna tinctoria*, obr. 51) alebo šternbergia jesienkovitá (*Sternbergia colchiciflora*).

Biológ – botanik, zoológ, mykológ (študujúci huby), lichenológ (študujúci lišajníky) či ekológ – vníma okrem často pozoruhodných a krásnych znakov (tvary a farby) skúmaných druhov aj fakt, že sú zdrojom jedinečnej genetickej diverzity. Genetická diverzita je výsledkom dlhodobých procesov, ktoré sa udiali buď dávno, alebo naopak v nedávnych dobách. Mohli súvi-

sieť s pohybmi svetadielov, zaľadnením a s tým súvisiacimi zmenami hladiny oceánov – takéto procesy nazývame biogeografické. Takisto mohli súvisieť s evolučnými procesmi ako výber (selekcia), mutácia, genetický ťah (drift) a tok génov. Vlastnosti dokonale vyladené v priebehu tisícročí bez zásahu človeka umožnili druhom, nositeľom unikátnej genetickej diverzity, na špeciálnom stanovišti dokonale prosperovať.

Jedným z takýchto pozoruhodností je rastlina pôvodne u nás známa ako **cyklámen fatranský** (*Cyclamen fatrense*, obr. 44). Bol opísaný ako lokálny endemit Západných Karpát s výskytom len v dvoch pohoriach – Veľká Fatra a Nízke

Obr. 52  
soldanelka karpatská  
Foto: Jaromír Kučera



Tatry. Avšak vďaka jeho podobnosti s blízko príbuzným cyklámenom rozšíreným najmä v Alpách sa o jeho jedinečných vlastnostiach nevedelo veľa. Až súčasné štúdie ukázali, že ide o unikátny a špecifický typ z tvarovej (morfologickej) a genetickej stránky. Tieto odlišnosti odrážajú reakcie populácií na osobité ekologické podmienky na okraji areálu výskytu. Práve preto sa naň treba pozerať ako na samostatný endemický **taxón** (Slovák a kol. 2012, Kučera a kol. 2013, Kučera & Slovák 2016). To vyjadruje aj jeho meno cyklámen purpurový fatranský (*C. purpurascens* subsp. *immaculatum*).

Na území Slovenska však prebiehali a prebiehajú aj iné javy, vďaka ktorým sú rastliny rozmanité. Jedným z nich je kríženie – vznik potomkov rodičov, ktorí patria do rôznych taxonomických jednotiek (napr. v prípade druhov hovoríme o medzidruhovej hybridizácii). Dopad kríženia na evolúciu druhov a ich dlhodobé prežívanie môže byť prospešný, ale aj negatívny. Výsledným efektom kríženia môže byť vznik znakov, ktoré môžu zlepšiť vyhliadky na existenciu populácií – vylepšiť schopnosť prispôbiť sa novým, často náročným podmienkam prostredia. Na druhej strane však môže existenciu ohroziť prostredníctvom fenoménu známeho ako „demografické zaplavovanie“ („*genetic swamping*“), v ktorom vzácné rodičovské druhy nahrádzajú krížení (hybridní) potomkovia. To môže byť osobitne rizikové pre endemity a viesť až k ich vyhynutiu. Tento jav sleduje-

me v horských oblastiach Slovenska, ktoré sú súčasťou Západných Karpát, na zástupcoch rodu soldanelka (*Soldanella*, obr. 52). Tie tu rastú od lesov na úpäti hôr až po snehové výležišká v alpínskom vegetačnom stupni, čo bol jeden z kľúčových faktorov uľahčujúcich tok génov v populáciách (Štubňová a kol. 2017, Slovák a kol. 2023).

Osobitá a zaujímavá genetická diverzita z územia Slovenska sa zistila aj pri lišajníkoch rodu solenopsóra (*Solenopsora*, obr. 53), ktoré rastú na skalách a na Slovensku majú severovýchodnú hranicu svojho rozšírenia. Až do roku 1970 neboli zo Slovenska, ba ani z celého územia Karpát známe. Hľadali sme vysvetlenie, prečo je to tak. Keďže ide o teplomilné druhy rastúce hlavne na pobreží Stredozemného mora, jedným z dôvodov by teoreticky mohla byť zmena klímy a otepľovanie, ktoré by umožnilo týmto druhom úspešne kolonizovať nové lokality na sever od domovského areálu. No zistená unikátna genetická diverzita na špecifických lokalitách poukazuje na pravý opak. Hovorí o tom, že tu lišajníky mohli byť dlhodobo prítomné, mohli tu prežívať poslednú dobu ľadovú a lokality ich výskytu sú ich **refúgiá**. Len ich lokálny a zriedkavý výskyt zrejme zapríčinil, že neboli v Karpatoch až donedávna zaznamenané (Fačkovcová a kol. 2017, 2020, Guttová a kol. 2019).

Vplyv klimatickej zmeny na endemity, najmä tie, ktoré sú viazané na horské systémy, je značný a očakávame ho. Štúdiá endemic-



Obr. 53  
solenopsóra belavá  
Foto: Anna Bérešová

kej flóry Himalájí vo vzťahu k rozširovaniu stromov do vyšších nadmorských výšok nad súčasnú hranicu lesa vplyvom otepľovania ukázala, že do konca 21. storočia budú stromy migrovať vo východných Himalájach smerom nahor o asi 140 metrov. V dôsledku toho stratí endemická flóra najmenej 20 % rozlohy svojich súčasných biotopov (Wang a kol. 2022).

Pôvod slova diamant sa spája s gréckym výrazom pre niečo, čo je nezničiteľné. Keď sa opýtam napríklad umelej inteligencie, ako ho zničiť, dozvieme sa, že by sme na to potrebovali najmä extrémne vysokú teplotu. Dostaneme aj praktickú radu, že pokus o zničenie diamantu je náročný a je to mrhanie drahokamu cenného a vzácneho pre krásu a odolnosť. Zničiť diamanty biodiverzity – endemity, dokonale vybrúsené minulými i súčasnými biogeografickými a evolučnými udalosťami a procesmi, je oveľa jednoduchšie. Keďže však okrem krásy plnia v prírode svoje nezastupiteľné funkcie, sú hodné toho, aby sme si ich cenili.

## AKO SA DÁ PRISPIEŤ K UCHOVANIU JEDINEČNÝCH GENETICKÝCH INFORMÁCIÍ ENDEMITOV

Okrem iného medzinárodnou spoluprácou. Najväčším globálnym projektom tohto typu je podpora uchovávaní semien endemickéj flóry vrátane slovenskej, ktorú zastrešuje semenná banka v Royal Botanic Gardens, Kew (Londýn, Ardingly). Zozbierané semená rastlín sú uskladnené v semenných bankách ako poistka v prípa-

de vyhynutia rastlinných druhov vo voľnej prírode. Semená si tu uchovávajú klíčivosť spravidla na desiatky, možno až stovky rokov, pričom sa dajú využiť na opätovnú výsadbu na pôvodné lokality, na šľachtiteľské alebo výskumné účely. V spolupráci s 80 rôznymi krajinami sveta sa podarilo nazbierať a uchovať v semennej banke viac ako 13 % všetkých rastlinných druhov sveta. Aktuálne spravuje semenná banka vyše 99 000 zberov k 39 989 druhom zo 190 krajín a teritórií, ktoré sú najohrozenejšie rastúcim vplyvom ľudskej činnosti, vrátane využitia pôdy a zmeny klímy so zreteľom na endemity. Z územia Slovenska sa vedeckému tímu podarilo nazbierať a uskladniť 752 taxónov, čo predstavuje približne 16 % z celkového počtu taxónov vyšších rastlín flóry Slovenska. Z tohto počtu je 80 taxónov z kategórie kriticky ohrozených druhov, 76 taxónov z ohrozených druhov, 91 taxónov zo zraniteľných druhov a 49 z menej ohrozených druhov rastlín. Čo sa týka biogeografických regiónov, 33 taxónov patrí medzi karpatské endemity, prípadne subendemity a 16 medzi panónske endemity, prípadne subendemity. Pracovisko semennej banky Royal Botanic Gardens, Kew, umožňuje študentom i odborníkom rozširovanie si znalostí a metodických zručností s výskumom semien prostredníctvom špecializovaných kurzov.

## AKO BUDÚ REAGOVAŤ NAŠE NAJZRANITEĽNEJŠIE BIOTOPY NA KLIMATICKÚ ZMENU

Súčasná klimatická zmena a s nimi súvisiace krízy (napr. strata biodiverzity, migrácia, absencia

vodných zdrojov, potravinová kríza, vojnové konflikty), ktorým ľudstvo čelí, sú bezprecedentným globálnym problémom prinášajúcim významné zmeny v ekosystémoch, ako aj v ľudských spoločnostiach a kultúrach na celom svete. V nasledujúcej časti si priblížime výber najzraniteľnejších typov biotopov Slovenska – mokrade, lužné lesy a vysokohorské prostredie. Pre ich existenciu a fungovanie hrá nezastupiteľnú úlohu voda.

## MOKRADE

Mokrade, tie nelesné i lesné, majú charakteristickú vegetáciu. Zohrávajú významnú úlohu pri zadržaní vody v krajine. Udržávajú lokálnu klímu/mikroklímu a zabezpečujú ochladzovanie krajiny. Pestrosťou biotopov, ktoré vytvárajú, sú cenné z biologického i ekologického hľadiska. Predovšetkým vodné biotopy majú aj svoju kultúrnu a estetickú funkciu. Je na ne príjemný pohľad a takéto výnimočne krásne územia na Slovensku nájdeme na prvých miestach informačných portálov pozývajúcich zahraničných cestovateľov k nám.

Príkladom nelesných mokradí sú vodné a močiarne spoločenstvá, prameniská, rašeliniská, slaniská, pozostávajú z rôznych typov vegetácie. Majú špecifický vodný režim. Často tu nachádzame len niekoľko málo druhov, pričom medzi nimi môže dominovať jeden, napríklad trstina alebo niektorá z ostríc. Tieto typické druhy zohrávajú kľúčovú úlohu pri zazemňovaní otvorených vodných plôch a odzrkadľujú vodný režim, najmä trvanie a výšku záplav, kolísanie vody počas roka, ale aj kvalitu pôdných podmienok a ľudské vplyvy.



Foto: Richard Hrivnák



Obr. 54  
slatinná jelšina  
Foto: Richard Hrivnák

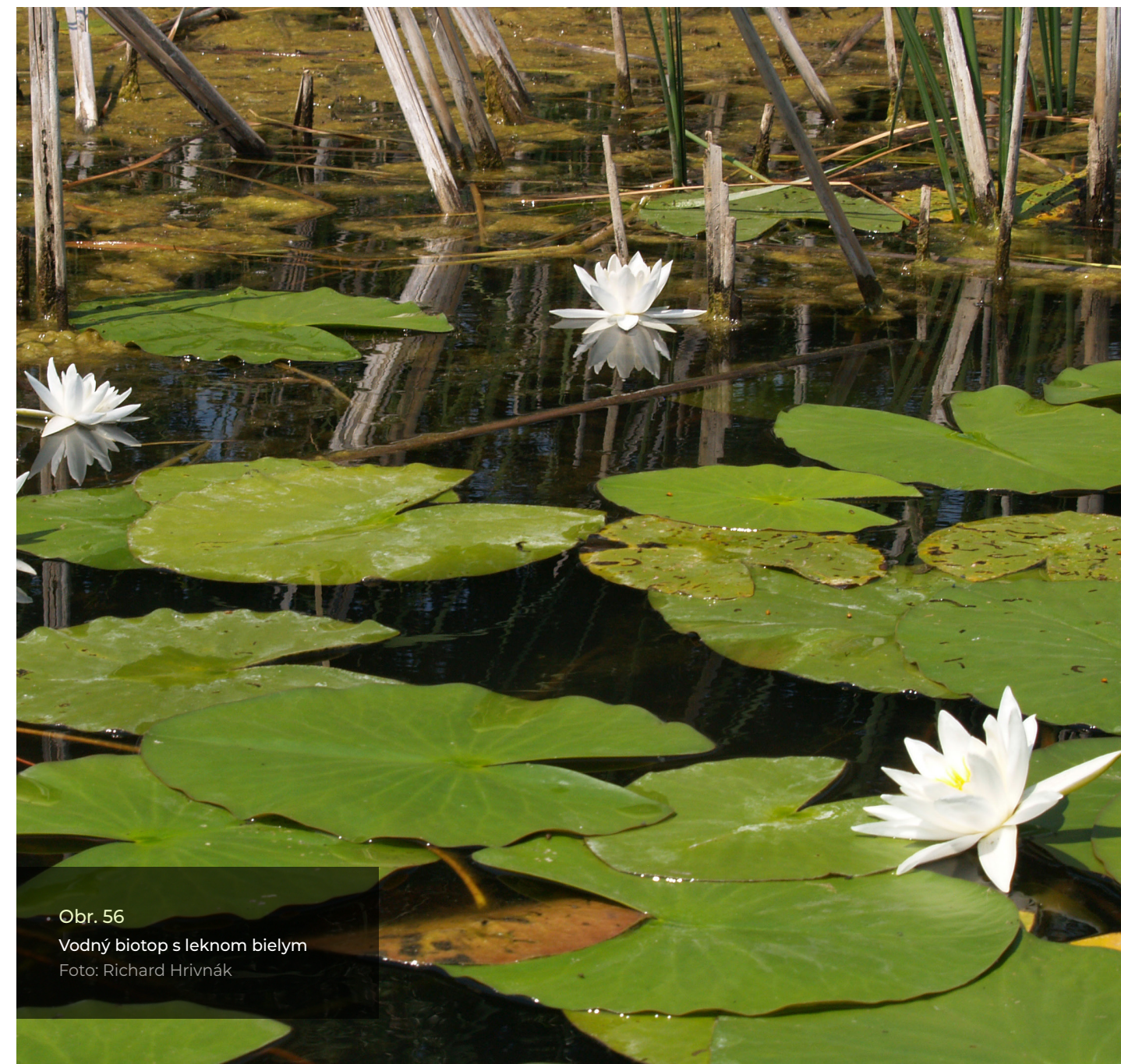
Mokrade sa významnou mierou podieľajú na zadržaní vody v krajine, na zachovávaní kvality vody či rovnováhy v kolobehu uhlíka v prírode. Sú domovom mnohých organizmov. Väčšina mokradí dlhodobo degraduje vplyvom ľudskej činnosti. Zmeny klímy tento efekt zosilňujú. Degradácia biotopov a strata druhov v sladkých vodách (napr. rieky, potoky, rybníky) je oveľa väčšia ako v akomkoľvek inom ekosystéme. Pokles biodiverzity má silný potenciál zmeniť fungovanie ekosystému a služieb, ktoré nám poskytujú. Preto sú naliehavo potrebné presné informácie, ako sa o sladkovodné ekosystémy starať, aby naďalej svoju funkciu plnili. Zistilo sa, že aj člove-



Obr. 55  
pripotočná jelšina  
Foto: Richard Hrivnák

kom vytvorené vodné biotopy (napríklad malé vodné nádrže, materiálové jamy) majú svoj význam, lebo sú vhodné na udržanie veľkej časti rastlinných druhov viazaných na mokrade.

Príkladom lesných mokradí sú slatinné a pripotočné jelšové lesy, kde dominujú jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*) a/alebo jelša sivá (*Alnus incana*). Slatinné jelšiny tvoria často ostrovy mokradovej vegetácie s relatívne vyrovnaným vodným režimom, zatiaľ čo pripotočné jelšové lesy sú rozmiestnené pozdĺž riek a menších tokov vrátane pramenných oblastí (obr. 54, 55). Tie sú počas vegetačného obdobia periodicky za-



Obr. 56  
Vodný biotop s leknom bielym  
Foto: Richard Hrivnák

plavované so značným kolísaním hladiny a sú navzájom prepojené (Hrivnák a kol. 2020).

Mokrad'ové biotopy sú domovom celého spektra rastlín, od špecialistov po širšie rozšírené druhy (obr. 56). Diablík močiarny (*Calla palustris*) u nás rastie v rašeliniskách chladnejších oblastí, v jelšínach a v eutrofných spoločenstvách trstín, vysokých ostríc a močiarných bylín. K najdôležitejším environmentálnym premenným, ktoré ovplyvňujú výskyt diablika močiarného, je množstvo živín, pôdna reakcia a teplota. Iskerník veľký (*Ranunculus lingua*) patrí naopak k druhom, ktoré sa u nás vyskytujú v nížinných oblastiach a kotlinách, v močiarných porastoch s krušinou jelšovou (*Frangula alnus*) a jelšou lepkavou (*Alnus glutinosa*) a v eutrofných spoločenstvách trstín, vysokých ostríc a močiarných bylín. V porovnaní s minulosťou iskerník veľký ubudol z veľkého množstva prirodzených lokalít, najmä v horských oblastiach Slovenska.

Z hľadiska klímy predstavujú najvýraznejšie negatívne vplyvy pre mokrade všeobecne dlhé periódy letných horúčav a sucha, nerovnomerné úhrny zrážok, teplé zimy s malým množstvom snehu (trvalá snehová pokrývka na juhu Slovenska sa vyskytuje v ostatných rokoch minimálne), teda faktory ovplyvňujúce vodný režim lokalít. Preto sa zásoby podzemných vôd u nás znižujú a na jar často chýba dôležitá pôdna vlaha. Takto zanikajú vhodné podmienky pre jednorocné druhy rastlín, ktoré sa špecializovali na stanovištia periodicky zaplavovaných depresí. Zo slatin-

ných rašelinísk letné suchá ohrozujú najviac tie s plytkým vodným obehom, najmä na flyši. Po dlhom suchu môžu niektoré druhy, ako napríklad barička močiarna (*Triglochin palustre*), z lokalít úplne zmiznúť a nevrátia sa ani po zlepšení podmienok.

### LUŽNÉ LESY

Lužný les je dynamické spoločenstvo. Jeho typickou črtou je vysoká hladina podzemnej vody a špecifické záplavové cykly. V súčasnosti predstavujú lužné lesy centrá druhovej diverzity v nížinnej, často antropogénne pozmenenej krajine. Ich primárne ohrozenie často pramení z regulácie vodných tokov, zmeny vodného režimu, napriamovania koryta tokov, meliorácií, eliminácie brehových porastov, intenzívneho hospodárenia pri ich premene na topoľové plantáže a výsadby cudzokrajných drevín, ktoré vytlačujú pôvodnú faunu a flóru (Valachovič a kol. 2021).

Lužné lesy na Slovensku pokrývali v minulosti podstatnú časť nížin. Neskôr ich spomedzi lesných ekosystémov najviac postihla fragmentácia – rozdelenie súvislej plochy na menšie celky, pričom pôvodnej plochy daného ekosystému ubúda. Súčasné štúdie ukazujú, že fragmentácia biotopov lužných lesov spôsobuje úbytok rastlinných druhov typických pre ich podrast a prenikanie ruderalných a nepôvodných druhov z okolitého prostredia, čím sa významne mení druhové zloženie podrastu.

### BIOTA

Súhrn všetkých živých organizmov v určitom prostredí alebo na určitom mieste. Zahŕňa všetky druhy rastlín, zvierat, húb a mikroorganizmov, ktoré tam žijú.

### EKOSYSTÉM

Systém živých a neživých zložiek životného prostredia, ktoré sú vo vzájomnej interakcii. Ekosystém sa skladá z:

- ▶ **biotopu** – neživej zložky prostredia, ako sú pôda, voda, vzduch a klimatické podmienky,
- ▶ **biocenózy** – živých organizmov, ktoré zahŕňajú rastliny, živočíchy a mikroorganizmy.

### EUTROFIZÁCIA

Obohatenie prostredia nadmerným množstvom živín (napr. dusík, fosfor), čo spôsobuje premnoženie druhov, ktoré nadmerné množstvo živín vyhladávajú. Tento proces môže znižovať kvalitu prostredia a ohroziť ostatné organizmy v danom území.

### PERMAFROST

Trvalo zamrznutá pôda, ktorá zostáva zamrznutá aspoň dva za sebou idúce roky. Nájde ju najmä v polárnych oblastiach (napr. v severnej časti Aljašky, Kanady, Ruska, niektorých častiach Antarktídy) prípadne v horách, vo vysokých polohách (napr. v Himalájach).

### SPECIÁCIA

Proces vzniku nových druhov. Spôsoby sú rôzne, napríklad oddelenie určitej časti populácie v dôsledku fyzickej bariéry (napr. hory, rieky, ostrovy) – geografická izolácia; využívanie rôznych zdrojov potravy či energie – ekologická izolácia; zmnoženie chromozómových súprav v jadre bunky (polyploidia).



Foto: Fedor Čiampor



Obr. 57  
Vysoké Tatry  
Foto: Jozef Šibík

Napriek spomenutým problémom zostávajú lužné lesy kľúčovým hráčom pri zachovaní biodiverzity v krajine a pri zmiernení dopadov zmeny klímy. V podmienkach strednej Európy predstavujú ekosystém s najvyššou produkciou biomasy, a teda aj najväčšou schopnosťou sekvestrácie uhlíka. Rovnako dôležitá je aj ich schopnosť zadržiavať vodu v krajine a zlepšovať tak lokálnu mikroklimu.

### VYSOKOHORSKÉ PROSTREDIE

Veľkú časť územia Slovenska pokrývajú horstvá Karpát. Dominujú im pre mnohých magické Tatry – pozoruhodný kaleidoskop topografie, geológie, hydrológie a v neposlednom rade i života v nich (obr. 57, 58). Vysokohorské oblasti boli od nepamäti symbolom nezlomnosti ducha, vytrvalosti, ako aj pretrvania kultúry a tradícií národov žijúcich v ich blízkosti. Práve tu pretrváva zvyčajne dlhší čas tradičný spôsob života a vytvára tak akýsi most medzi minulosťou, ktorá v tomto území prežíva, a budúcnosťou, ktorá nám ukazuje nové možnosti. Tieto zmeny však môžu byť do určitej miery deštruktívne, a to nielen z hľadiska straty povedomia a súvislosti k miestam, odkiaľ sme vzišli, ale tiež k prostrediu, ktorého sme boli súčasťou. Vysoké hory poskytujú oku pozorovateľa jedinečné scenérie, divokosť i krásu drobných, často neprehľadných pestrofarebných kvetov. Predstavujú zvláštny fenomén. Živé organizmy tu musia čeliť mimoriadne rôznorodým a veľmi rýchlo sa meniacim klimatickým podmienkam. V priebehu evolúcie sa im dokonale prispôbili (Chapin

& Körner 1995). Vysokohorské prostredie predstavuje územia vyskytujúce sa na hornej hranici lesa (v strednej Európe 1250 – 1400 m n. m.) a nad ňou.

**Vysokohorské ekosystémy vrátane arktických** patria k tým, kde sú globálne zmeny najzreteľnejšie (Nagy 2006, Sala a kol. 2020). Ich prejavy sa mimoriadne dotýkajú miestnych komunit, no majú aj výrazný globálny dopad. Ide o javy ako topenie ľadovcov prinášajúce zmeny vodného režimu v krajine, topenie permafrostu a s ním súvisiace poškodzovanie infraštruktúry, uvoľňovanie metánu a následné urýchľovanie globálneho otepľovania.

#### Obr. 58

Fauna Vysokých Tatier – svišť vrchovský tatranský (*Marmota marmota latirostris*).

Foto: Zuzana Ballová



Vysokohorské ekosystémy zahŕňajú širokú škálu prostredí vrátane alpínskej tundry, pásma kosodreviny, skalných zrázov a sutí a jedinečnej biodiverzity. Druhy a spoločenstvá v nich prežívajúce sú mimoriadne zraniteľné v dôsledku extrémnych podmienok vplývajúcich na výraznú tendenciu k poškodeniu a slabej regenerácii, speciáciu a často endemický charakter mnohých druhov, ale aj z dôvodu rýchleho tempa zmien.

Krehká rovnováha však znamená aj zvýšené riziko straty biodiverzity a ohrozenia nielen jednotli-

vých druhov, ale aj celých spoločenstiev, často už pri nepatrných zmenách, a tak poznanie a snaha ochrániť tieto jedinečné územia s ich populáciami by mala byť prvoradým cieľom nielen ochrany prírody, ale celkovo našej spoločnosti. V rámci klimatickej krízy je hlavným problémom v týchto regiónoch zvýšenie teploty (Pauli a kol. 2012). Aj mierne zvýšenie teploty môže viesť k drastickým zmenám v týchto krehkých ekosystémoch, čím sa druhy prispôbené na chlad vytlačia do vyšších nadmorských výšok, zmenšia sa ich dostupné stanovišťa a zvýši sa konkurencia druhov, ktoré migrujú do vyšších polôh. Tento posun môže viesť k významnej strate biodiverzity a zmenám v zložení spoločenstiev, keďže druhy v nižších nadmorských výškach nahrádzajú špecialistov vo vysokých nadmorských výškach. Okrem toho zmeny v zrážkach, ktoré sú priamym dôsledkom klimatickej zmeny, ovplyvňujú hydrologiu týchto ekosystémov (Viviroli a kol. 2011). Menej snehových zrážok a skoršie topenie snehu menia načasovanie a dostupnosť

#### Obr. 59

Hlavné hrozby pre globálnu biodiverzitu – v súčasnosti evidovaný počet dotknutých druhov. Medzi iné hrozby patria najmä invázne druhy, znečisťovanie a choroby.

Zdroj: Podľa hodnotenia IUCN; z publikácie Antonelli 2022

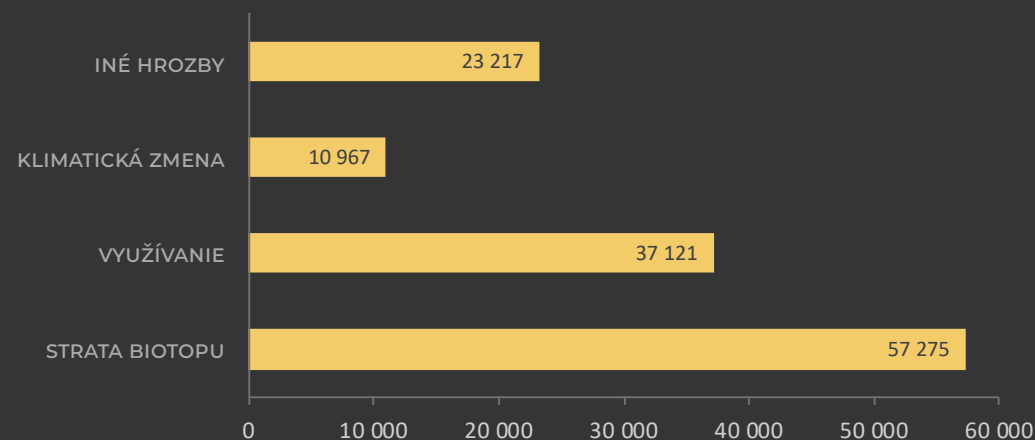


Foto: Fedor Čiampor

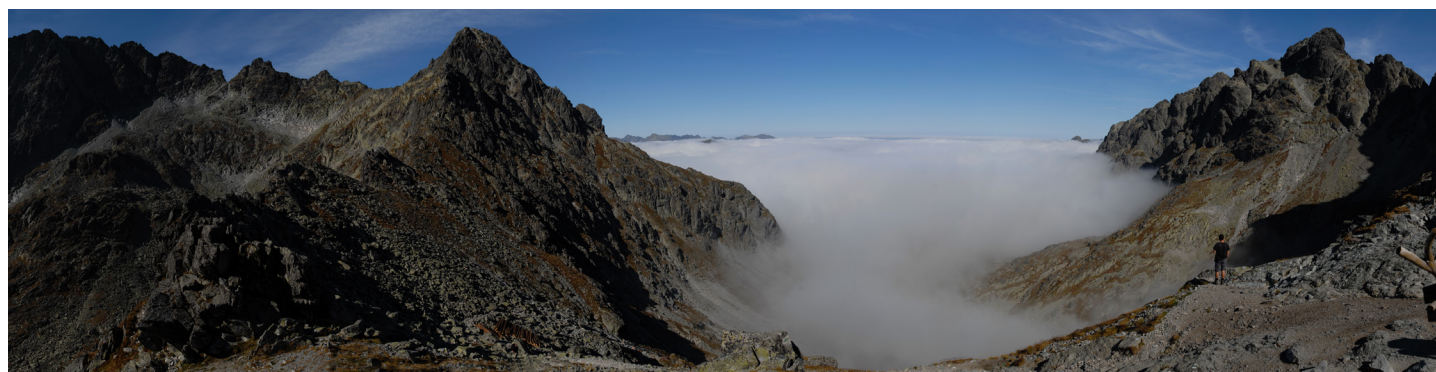
vody pre rastliny aj zvieratá. Táto transformácia môže narušiť životný cyklus mnohých druhov, od načasovania kvitnutia rastlín až po obdobia zimného spánku zvierat.

Klimatická zmena vedie k nárastu extrémnych poveternostných javov, ako sú ničivé búrky a suchá, ktoré môžu spôsobiť okamžité poškodenie týchto ekosystémov, ako aj dlhodobější stres pre konkrétne druhy (Diaz a kol. 2003). Okrem toho zvýšenie teploty pomáha pri rozširovaní škodcov a chorôb do vyšších nadmorských výšok, čo predstavuje nové hrozby pre druhy vysokých polôh (Pepin a kol. 2015).

Narušenie vysokohorských ekosystémov má širší dopad na globálne životné prostredie. Tie totiž zohrávajú kľúčovú úlohu pri viazaní (sekvestracii) uhlíka a ich narušenie by mohlo viesť k výraznému uvoľneniu uloženého uhlíka, čo by v synergii s ostatnými faktormi zosilnilo globálne otepľo-

vanie. Zmeny v týchto ekosystémoch môžu mať kaskádové účinky na biodiverzitu, hydrologický režim a globálny uhlíkový cyklus.

Faktory globálnych zmien v súčinnosti s klimatickými faktormi, ako je napríklad koncentrácia CO<sub>2</sub> v atmosfére, eutrofizácia, množstvo ozónu či zmeny vo využívaní krajiny, majú výrazný vplyv na vysokohorskú flóru. Rastliny na tieto zmeny odpovedajú tromi spôsobmi – pretrvaním v zmenenej klíme, migráciou na lokality s vhodnejšími podmienkami alebo vyhynutím (obr. 59). Biota, tak ako ju poznáme, je dynamický systém, ktorý sa neustále viac alebo menej mení. Človek využíva prírodné zdroje na svoju obživu alebo ako prostriedky na stavbu príbytkov. Prírodné prostredie tak mení na svoj obraz, aby si život skvalitnil, prípadne zjednodušil. Pri tejto činnosti je častý pohľad na dôsledky z krátkodobého hľadiska (určitá životná etapa alebo dĺžka ľudského života).

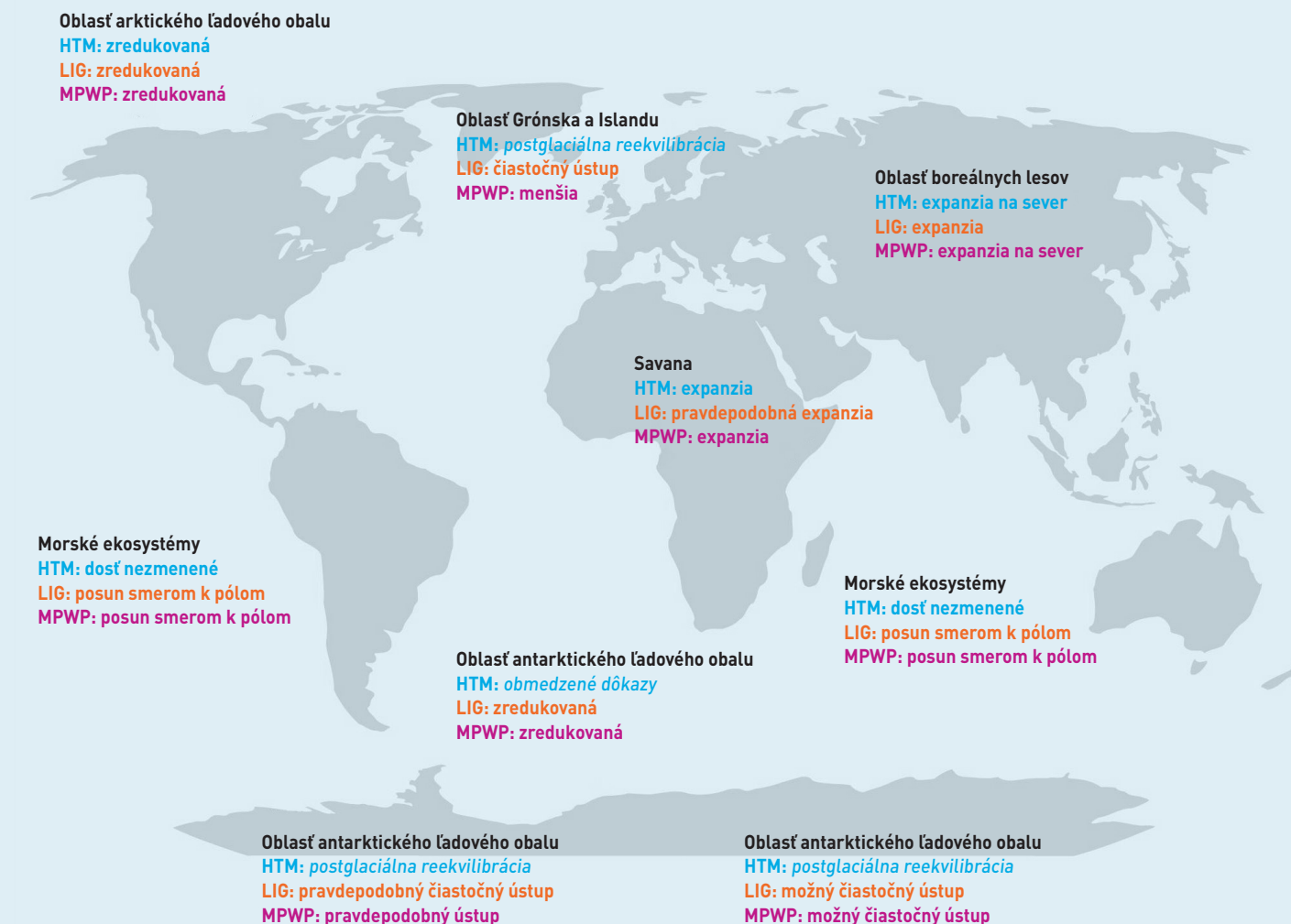


Obr. 60

Tatry – vysokohorské prostredie.  
Foto: Fedor Čiampor

Tatry aj územie Slovenska sú z hľadiska vyhodnotenia dopadu globálnych alebo klimatických vplyvov na vegetáciu či biotu relatívne málo preskúmané. Na orientáciu nám preto môžu zatiaľ slúžiť vybrané lokálne, užšie zamerané štúdie, výsledky výskumu zo susediacich regiónov a oblastí s podobnou horskou klímou (napr. Alpy) alebo závery z analýz minulých klimatických udalostí kombinované s modelovaním vzťahov medzi klímou a prírodnými systémami (obr. 60). Na základe sledovania zmien v distribúcii 1 350 európskych rastlinných druhov v rámci siedmich rôznych scenárov klimatickej zmeny sa predpokladá, že viac ako polovica z týchto druhov bude po roku 2080 zraniteľná alebo ohrozená (Thomas a kol. 2004, Thuiller a kol. 2005). Ich strata alebo fluktuácia bude silne závisieť od teploty a vlhkosti. Najväčšie zmeny sa pred-

pokladajú v prechodnej zóne medzi mediteránou a euro-sibírskou oblasťou, ako aj v Arkíde (Walker a kol. 2014), naopak, chladná boreálna oblasť by mala byť stabilná. Na relatívnu odolnosť severských lokalít poukázalo aj opakované mapovanie vegetácie na Špitzbergoch po 70 rokoch (Prach a kol. 2010). Neodhalilo zmeny, ktoré by sa mohli pripísať zmene klímy, čo môže byť dôkaz pomalej ekologickej odpovede rastlín v tamojších drsných podmienkach. Takýto vývoj môžeme predpokladať v alpínskej tundre. Pokusy na vegetácii v komorách so zvýšenou teplotou (o 1 až 2 °C oproti kontrolným plochám) v islandskej tundre potvrdili len zvýšenie pokrývnosti nízkych kríčkov a zníženie pokrývnosti machorastov (Jónsdóttir a kol. 2005). Výskum trvalých plôch v Alpách predpokladá menšie zmeny v subalpínskych trávnatých porastoch (Vittoz a kol. 2009). Najviditeľnejšie pozorované zmeny sa zaznamenali v najvyšších polohách Álp. Zvýšil sa celkový počet rastlinných druhov v najvyšších vrcholových partiách a znížil sa počet druhov na vrcholoch v nižších nadmorských výškach. Hoci mnohé štúdie potvrdili vplyv klimatickej zmeny



Obr. 61

Typické zmeny zaznamenané v teplejších obdobiach paleozáznamov (vzťahuje sa na pre-industriálne podmienky). Je potrebné brať do úvahy, že pri hodnotení každého komponentu existuje významná priestorová variabilita a neistota. Text *italikou* naznačuje, že pre budúcnosť sa nedajú robiť žiadne závery.

HTM: teplotné maximum holocénu, LIG: posledný interglacial, MPWP: teplé obdobie stredného pliocénu.

Zdroj: Hoegh-Guldberg et al. 2018



Obr. 62  
Foto: Fedor Čiampor

na diverzitu rastlín v Európe a zároveň predpokladajú alarmujúce riziko vyhynutia mnohých druhov, je potrebné si uvedomiť existenciu prirodzených klimatických výkyvov a cyklov, ktoré vplývali na tvorbu jednotlivých flór.

Porovnanie údajov z troch rôznych období (1925 – 1970, 1971 – 1990, 1991 – 2010) z územia Západných Karpát, ukázalo len malé rozdiely v rozšírení, ekológii a druhovej diverzite vysokohorských spoločenstiev. Očakávaný výsledok potenciálneho vplyvu klimatických zmien – postupný posun druhov a vegetácie do vyšších nadmorských výšok, aký bol nedávno potvrdený na kontinentálnej úrovni Európy, sa v Západných Karpatoch ešte nepotvrdil.

V súčasnosti pozorujeme trend **zvyšovania hornej hranice lesa** na úkor travinno-bylinných spoločenstiev. Kosodrevina sa rozširuje pravdepo-

dobne aj pod vplyvom zvyšujúcej sa priemernej ročnej teploty. Existujú indikácie, že pokiaľ sa bude kosodrevina ďalej rozširovať, pásmo alpínskych lúk sa môže značne zúžiť. S touto otázkou sa znova dáva do súvislosti účinnosť resp. potreba kontrolovaného pasenia ako typu manažmentu, pretože tento spôsob dokáže eliminovať negatívny vplyv rozširovania kosodreviny na úkor diverzity rastlinných spoločenstiev a ich druhov.

Príčinou znižovanie druhovej diverzity sú u nás aj **zmeny vo využívaní krajiny**. Napríklad pre turistov známej Doline Siedmich prameňov v Belianskych Tatrách s členitým reliéfom nedokážeme ešte kvôli výraznému vplyvu človeka v minulosti detekovať dopad potenciálnych klimatických zmien. Priame ľudské aktivity vedú aj k deštrukcii vhodných stanovišť a biotopov pre jednotlivé druhy. Je však možné, že miestna stálosť a zdan-



Obr. 62  
Foto: Fedor Čiampor

livá nemennosť alpínskych spoločenstiev je výsledkom extrémnej dlhovekosti mnohých alpínskych druhov travinno-bylinných spoločenstiev a vplyvy klimaticky podmienených zmien sa prejaví až s určitým časovým oneskorením.

Zvyšovanie priemerných teplôt a globálna zmena klímy bude mať nepochybne vplyv aj na **živočíšstvo alpínskych a subalpínskych biotopov**, ako suchozemských, tak aj vodných. Výskum zmien **príbrežnej fauny makroskopických bezstavovcov žijúcich na dne tatranských plies** (obr. 62) umožňuje pochopiť očakávané zmeny súvisiace so zmenou klímy. Teplota vody v plesách, a tým aj tvorba a zotrvanie ľadovej pokrývky na jazerách, totiž priamo a úzko súvisí s okolitou teplotou vzduchu. V našich veľhorách v posledných dekádach dochádza pod vplyvom klimatickej zmeny k posunom v teplotnom režime, čo ovplyvňuje tvorbu a topenie ľadu v ple-

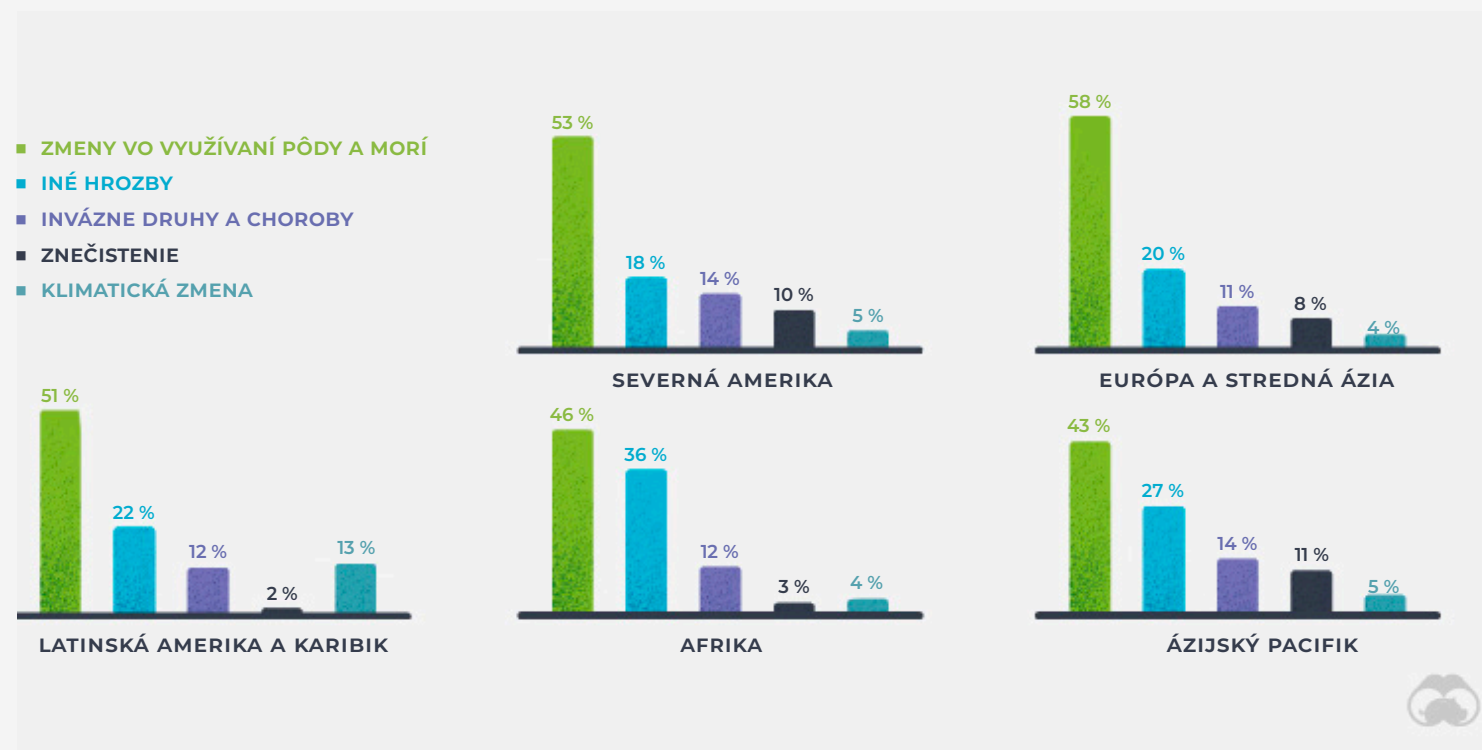
sách. Dá sa preto očakávať, že postupne bude dochádzať k skracovaniu času trvania ľadovej pokrývky tatranských plies. Ukazuje sa, že ak by sa teplota vody v plesách postupne zvyšovala, fauna makroskopických bezstavovcov žijúcich trvalo na dne plies by ostala viac-menej stabilná. No na zmeny pravdepodobne výrazne zareaguje vodný hmyz, ktorý vo vode väčšinou prežije len časť svojho života (ako larva, alebo kukla). Zvýšené teploty umožnia vďaka teplejšej vode a dlhšiemu obdobiu bez ľadu život teplomilnejším druhom vodných živočíchov aj vo vyšších polohách. Biodiverzitu vysoko položených plies zvýšia druhy aktuálne žijúce v nižších nadmorských výškach a naopak, druhy vyžadujúce si úzky rozsah teplôt a chladné podmienky budú limitované. Nepriamy vplyv na diverzitu a množstvo makroskopických vodných bezstavovcov možno očakávať aj zmenou v zdrojoch ich potravy. Lepšia dostupnosť svetla, umožnená skorším tope-

ním ľadu, môže mať za následok napríklad zvýšenie biomasy rias, čím sa zákonite zvýši podiel živočíchov, ktoré sa nimi živia, a to na úkor ostatných potravných skupín.

## OSOBITÉ RIZIKÁ KLIMATICKEJ ZMENY: INVÁZNE DRUHY MENIA KRAJINU

Očakáva sa, že klimatická zmena uľahčí cestu pre mnohé na Slovensku i v Európe nepôvodné druhy. Zvyčajne pochádzajú z iných kontinentov (Amerika, Ázia). V minulosti boli dôvo-

dy dovezenia rôzne. Mohli to byť ich úžitkové vlastnosti, akými sú medonosné rastliny, no i plodiny (donaďná bežne pestovaný topinambur – slnečnica hluznatá). V prípade drevín sa vysádzali druhy pre špecifické vlastnosti dreva, ako napríklad agát, alebo preto, že dokázali rásť v znečistenom prostredí či spevňovať svahy popri cestách (pajaseň žliazkatý, kustovnica cudzia). Najčastejšie sú to však estetické dôvody – ich vysádzanie ako okrasných rastlín, aj vodných, pôvodne pestovaných v umelých jazierkach alebo akváriách.



Obr. 63

Hrozby pre biodiverzitu v regiónoch sveta.

\*Čísla nemusia spoločne udávať 100 % kvôli zaokrúhľeniu.

Zdroj: WWF and Visual Capitalist.

Vážne riziko predstavujú nepôvodné rastlinné druhy, ktoré sa u nás správajú invázne – sú schopné rýchlo sa šíriť, sú veľké – tvoria veľa biomasy, produkujú veľa semien, šíria sa podzemkami či úplne maličkými úlomkami, ktoré prenáša napríklad voda. Veľmi často dokážu zvládať široké spektrum klimatických podmienok a vedia rásť na rôznych biotopoch. Spôsobujú značné ekonomické škody, menia chemické vlastnosti pôdy. Tie, ktoré sa šíria ako burina na poliach, znižujú úrodu prípadne neúmerne zvyšujú náklady na používanie herbicídov. Invázne druhy nielen potláčajú prirodzenú druhovú rozmanitosť, no vplyvajú aj na fungovanie ekosystémov – znižujú ich schopnosť poskytovať ekosystémové služby a nepriamo aj priamo ohrozujú aj mnohé ľudské aktivity. Globálne predstavujú pre biodiverzitu významnú hrozbu (obr. 63). Vplyv klimatickej zmeny je globálne najvýraznejší v Latinskej Amerike a Karibiku (obr. 63). Najväčšou hrozbou pre biodiverzitu sú vo všetkých regiónoch sveta aktuálne zmeny využívania pôdy a morí, za ktorými nasleduje nadmerné využívanie druhov.

**Nepôvodné vodné rastliny** patria medzi hlavné hrozby pre biodiverzitu vegetácie otvorených vôd. Očakáva sa, že prebiehajúca zmena klímy uľahčí ich ďalšie šírenie. Preto je potrebné poznať rozšírenie a ekologické nároky týchto druhov. Prvé komplexné hodnotenie nepôvodných rastlín týchto stanovišť na Slovensku za posledných takmer 130 rokov umožnilo inventarizovať ich zoznam, posúdiť vplyv klímy na druhovú diverzitu, ako aj zhodnotiť stanovištné preferen-

cie týchto druhov. Za posledných 30 rokov došlo k veľkému nárastu počtu nepôvodných druhov, čo súvisí aj so zvýšenou intenzitou samotného výskumu. Zistila sa prítomnosť 20 nepôvodných taxónov vodných rastlín. K najčastejším druhom patria zástupcovia rodu vodomor (*Elodea*) – vodomor kanadský (*E. canadensis*) a *E. nuttallii*. Väčšinu zaznamenaných druhov zámerne introdukovali ľudia lebo sa dostali do prírody únikom z jazierok, kde ich pestovali ako okrasné rastliny. Nepôvodné druhy výrazne častejšie kolonizujú umelo vytvorené vodné plochy (95 % druhov, pričom 60 % z nich bolo zaznamenaných výlučne v týchto biotopoch). Mnohé druhy majú veľkú schopnosť osídliť stojaté aj tečúce vody, toleranciu na široké spektrum teplôt a chemické zloženie vody. Potvrdila sa podstatná úloha zvýšených teplôt a zmien v krajine a môžeme očakávať zvýšený stupeň invázií a šírenia cudzích druhov do nových biotopov aj vplyvom klimatickej zmeny.

Spomedzi **lesných ekosystémov** sú na Slovensku i v celej Európe najviac postihnuté inváziami **lužné lesy**. Ich prvenstvo do istej miery spôsobuje ich prirodzeným režimom, kde pod vplyvom záplav pravidelne vznikajú voľné plochy bez vegetácie. Na nich sa ľahko uchytia nepôvodné rastliny, pre ktoré sú rieky dôležitými cestami šírenia. Ďalším vplyvom je enormný antropogénny tlak vyvíjaný na ekosystémy lužných lesov hlavne v posledných desaťročiach – výstavba vodných diel a zmeny vodného režimu, intenzívne lesné hospodárstvo preferujúce výsadby monokultúr šľachtených topoľov a pod. – dô-

sledkom čoho je neustále zvyšovanie počtu aj pokryvnosti nepôvodných druhov v lužných lesoch, ktoré bude pravdepodobne v budúcnosti stále pokračovať.

Záveru o negatívnych a ohrozujúcich trendoch invázných druhov v horských oblastiach sú nejednoznačné. Prebiehajúci výskum invadovateľnosti a invazibility vysokohorských spoločenstiev v Tatrách ukazuje, že horské ekosystémy sú relatívne odolné voči šíreniu nepôvodných a invázných druhov. Tieto výsledky korešpondujú so závermi z iných krajín. Vplyv klimatických zmien, predovšetkým otepľovania má potenciálne ohrozujúci vplyv najmä z dôvodu **fragmentácie a straty vhodných stanovišť**. Nakoľko je však fenomén globálneho otepľovania z hľadiska dlhodobých zmien a ich vplyvu na vegetáciu komplexný, nepovažujeme toto potenciálne ohrozenie vysokohorských biotopov za vyššie, než bezprostredné ohrozenia človekom v podobe priamej či nepriamej deštrukcie stanovišť.

Invázne druhy, ktoré sme si do prostredia doviezli úmyselne alebo neúmyselne často predstavujú pre človeka hrozby, sú silnými peľovými alebo kontaktnými alergénmi.

Ako čeliť inváznym druhom je kompromis medzi tým, čo je reálne vykonať a čo už nie, aj z ekonomického hľadiska. Najúčinnnejším spôsobom, ako sa proti inváznym druhom čiastočne brániť, sú preventívne opatrenia proti ich ďalšiemu šíreniu. Zastaviť šírenie je reálne pri tých druhoch, ktoré su na začiatku šírenia. Príkladom sú druhy glejovka americká (*Asclepias syriaca*, obr. 64) a bolševník obrovský (*Heracleum mantegazzianum*, obr. 65). Glejovka sa u nás vyskytuje relatívne krátky čas a jej výskyt je ešte obmedzený. Je to teplomilný druh a keďže sa klíma otepluje, šíri sa naším územím pomaly z juhu na sever. Bolševník ako hovorí jeho druhové meno obrovský, je gigantická rastlina s krátkym životným cyklom. Kvitne len raz za život, potom odumrie, takže sa dá pomerne jednoducho zabrániť vy-



Obr. 64  
glejovka americká  
Foto: Pavol Mereda



Obr. 65  
bolševník obrovský  
Foto: Pavol Mereda

tváranu semien. Keď sa pokosí alebo sa použije herbicíd pred vytvorením semien, rastlinu je možné v priebehu piatich až desiatich rokov z lokality odstrániť.

## STAROSTLIVOSŤ O KRAJINU – SVETLO NA KONCI TUNELA

V snahe o odstraňovanie invázných druhov má zmysel predovšetkým prevencia a dôraz na dodržiavanie základných pravidiel starostlivosti o krajinu. Prvým pravidlom by malo byť nesadiť to, čo u nás nerastie. A ak už sa nepôvodná rastlina v záhrade pestuje, je dôležité sa o ňu správne

starat' a jej rast kontrolovať. Keď odkvitne, treba odstrániť odkvitnuté byle, aby sa nevytvorili semená, a najmä záhradný odpad z takýchto rastlín nevyhadzovať do voľnej prírody.

Je potrebné vrátiť sa k aktívnej starostlivosti o krajinu. Veľa plôch je dlhodobo opustených. Rumoviská, ale aj okolia opustených budov, stavenísk, ciest, železníc, sú rajom pre invázne rastliny, dokážu ich rýchlo zarásť a šíriť sa ďalej. Keď sa plochy, kde je invázna rastlina, pokosia pred kvitnutím, zabráni sa tak jej šíreniu a jej populácie pomaly klesajú.

Tabuľka 2

Zdroj: Šingliarová a kol. 2023, Lešo a kol. 2023

### INVÁZNE DRUHY VZBUDZUJÚCE OBAVY EURÓPSKEJ ÚNIE A SLOVENSKA V ČÍSLACH

Invázne druhy	Celkový počet z druhov	Druhy vyskytujúce sa na Slovensku
rastliny	48	15
živočích	40	25*

\*z toho 2 druhy mäkkýšov, 3 druhy kôrovcov, 9 druhov rýb, 2 druhy plazov, 3 druhy vtákov a 5 druhov cicavcov.

## BIODIVERZITA

### POZERAJME, ABY SME VIDELI – POČÚVAJME, ABY SME POČULI – ČÍTAJME, ABY SME ROZUMELI

Od začiatku tohto milénia si 22. mája každoročne pripomínáme **Medzinárodný deň biodiverzity**. Pripomínáme si význam rozmanitosti života. Organizácia spojených národov (OSN) vybrala tento deň za spomienkový na Valnom zhromaždení v decembri roku 2000, lebo 22. mája 1992 bol v Nairobi (Keňa) prijatý text mimoriadne dôležitého medzinárodného dohovoru v oblasti životného prostredia – Dohovoru o biologickej diverzite. Slovenská republika sa k Dohovoru pripojila v roku 1994.

#### Obr. 66

Druhovo bohaté karpatské lúky.

Foto: Anna Bérešová



Biodiverzita nie je nemenná veličina, v čase sa vyvíja a ľahko sa môže aj stratiť. Preto je potrebné sledovať a vyhodnocovať trendy jej vývoja a pripomínať si faktory, ktoré ju ohrozujú. Podľa aktuálnych informácií sa na Slovensku vyskytuje približne 4 380 druhov, poddruhov a krížencov cievnatých rastlín („druhových rastlín“). Približne 1 030 z nich sú nepôvodné druhy, ktoré sa k nám dostali činnosťou človeka. Zvyšných zhruba 3 350 druhov je u nás pôvodných. Vzhľadom na veľkosť územia patrí Slovensko k popredným európskym centrom biodiverzity. Môže za to hornatost našej krajiny s relatívne zachovaným prírodným prostredím, ako aj poloha Slovenska na križovatke významných biogeografických a migračných ciest organizmov. Napríklad naše karpatské lúky (obr. 66, 67), ktoré sú výsledkom dlhodobého tradičného hospodárenia, patria z celosvetového hľadiska k biotopom s najvyššou biodiverzitou a na lúkach v Bielych Karpatoch a v Slovenskom raji zaznamenali dokonca svetové rekordy v počte druhov rastlín na malej priestorovej škále. Veľká časť nášho rastlinného bohatstva, až 980 druhov, je však reálne alebo potenciálne ohrozených vyhynutím a 83 druhov na našom území už, žiaľ, (pravdepodobne) vyhynulo. Až 155 druhov rastlín patrí u nás medzi kriticky ohrozené, čo znamená, že ak by sme neprijali účinné opatrenia na ich záchranu, hrozilo by im na našom území v najbližších rokoch vyhynutie. Ohrozenosť rastlín má stúpajúcu tendenciu. Napríklad v roku 1993 bolo u nás vyhynutých alebo pravdepodobne vyhynutých 31 druhov, v roku 2001 to bolo 74 druhov a v roku 2015 už 83 druhov. Trendy v zložení a poznaní biodiverzity

na našom území zohľadňuje aj aktualizovaný zoznam chránených druhov. Do zoznamu bolo zaradených rekordné množstvo viac ako 2 100 druhov organizmov, z toho 89 húb, 44 lišajníkov, 220 machorastov, 796 rastlín a viac ako 960 živočíchov. Aj táto štatistika vypovedá, akou mierou je ohrozená biodiverzita Slovenska.

Vedecké informácie o biodiverzite prekonali dlhú cestu, z terénnych zápisníkov, pozorovacích zariadení, herbároch a zbierok, laboratórií, vedeckých článkov, učebníc a demonštračných materiálov pre študentov sa dostali na stoly politických lídrov a zákonodarcom. Zohľadňovanie klímy, biodiverzity a ľudskej spoločnosti ako prepojených systémov je kľúčové pre úspešné výsledky politických intervencií. Globálna hodnotiacia správa o biodiverzite a ekosystémových službách (2019) obsahuje naďalej celý rad chýbajúcich poznatkov, ku ktorým patria chýbajúce taxonomické informácie ako aj poznatky o biómoch, ako väčších celkoch. Preto je práca vedec-kých pracovníkov – špecialistov na zástupcov biodiverzity tak potrebná a potrebuje podporu.

## VÝZNAM BIODIVERZITY PRE SPOLOČNOSŤ

Kvalitu života v celej Európe začali obmedzovať účinky zmeny klímy. Odolná príroda je nevyhnutným predpokladom na zmiernenie ich účinkov. Príroda so zachovalou biodiverzitou na dostatočne veľkých plochách môže tmiť a regulovať dopady globálnych environmentálnych problémov a zmien. Predstavuje protiváhu

k modernému životnému štýlu v pretvorenej krajine. Ľudia prírodu aktívne vyhľadávajú pre voľnočasové aktivity alebo ako víkendové a dovolenkové destinácie. Vypelá spoločnosť 21. storočia vníma dôležitosť hodnoty prírody a uvedomuje si, že príroda potrebuje dostatok priestoru a času na prirodzený vývoj. Život v krajine s monotónnou či chudobnou biodiverzitou je veľmi zraniteľný – či už máme na mysli lesy, poľnohospodársku krajinu alebo urbanizované územia. Podiel prírodných a prírode blízkych riešení je dôležitý pre udržiavanie a rozvoj tzv. „mestskej prírody“. Tá má byť domovom rozmanitej flóry, fauny a vegetácie. Tento koncept zelenej infraštruktúry je mimoriadne dôležitým faktorom budúceho rozvoja miest.

#### Obr. 67

Tradičné obhospodarovanie druhovo bohatých karpatských lúk.

Foto: Zuzana Ballová



Rozsiahle biodiverzitne homogenizované územia veľmi ľahko podľahnú škodcom alebo patogénom, a to je pre človeka hrozba. Zničené porasty a úroda môžu mať nedozerne následky. Príkladom je veľký hlad, ktorý nastal v Írsku v polovici 19. storočia, kde boli v tom čase dominantným zdrojom obživy zemiaky. Pretrvávajúce nepriaznivé počasie malo za následok rozšírenie plesne zemiakovej (*Phytophthora infestans*), čo v kombinácii so spoločensko-politickými pomermi zapríčinilo smrť mnohých ľudí a vystaňovanie. V súčasnosti čelia globálne šíriacemu sa hubovému ochoreniu banánové plantáže.

Klimatická zmena je tretou najväčšou hrozbou pre biodiverzitu (obr. 63) a táto hrozba je vážna. Veľa prirodzených ekosystémov je už zničených a populácie mnohých druhov sú oslabené. Keďže už dávno nie sú vo svojom optime, vplyv klimatickej zmeny na ne bude mať silnejší vplyv. Väčšina druhov má pomerne úzku klimatickú toleranciu a dokáže existovať len v rámci určitých teplotných a vlhkosťových intervalov. My ľudia sme toho takisto príkladom. Pri vyšších teplotách, ako je naše optimum nedokážeme racionálne uvažovať, pri nižších klesá naša produktivita.

Rastliny, huby, živočíchy, jedným slovom biodiverzita sú zásadné pre náš každodenný život. Udržateľnosť nášho ľudského života priamo súvisí s udržateľnosťou biodiverzity. Biodiverzitu potrebujeme chrániť a zvyšovať, pretože je to základný predpoklad fungovania prírody. Príroda poskytuje ľudstvu veľa zdrojov, z ktorých sa

## ZELENÁ INFRAŠTRUKTÚRA GREEN INFRASTRUCTURE

Sieť poloprírodných a prírodných plôch zelene, ktorá zabezpečuje v krajine biologickú rozmanitosť, vďaka nej poskytuje ekosystémové služby a zabezpečuje ekologickú stabilitu a priaznivé životné prostredie. Prepája urbanizovanú krajinu s okolitým prostredím.

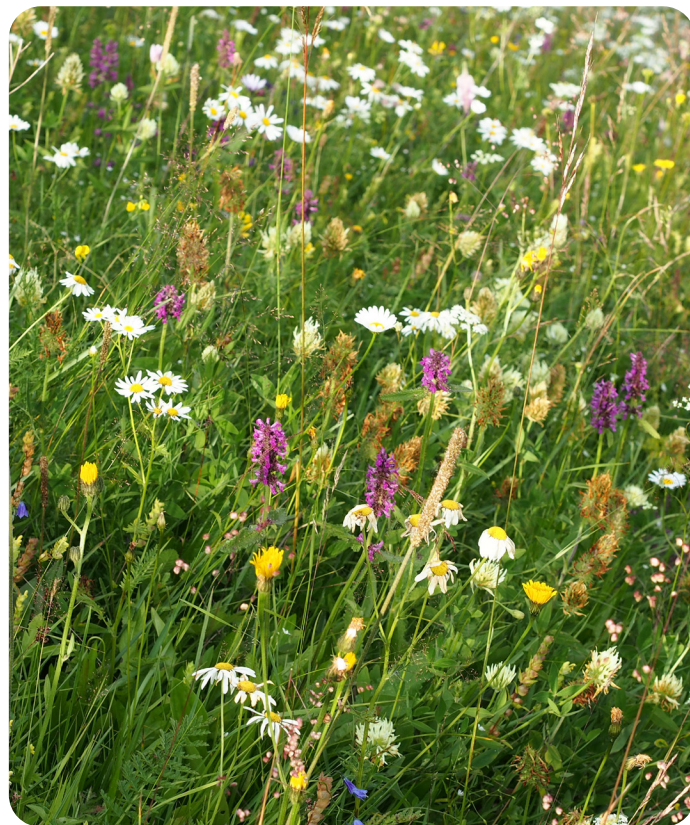


Foto: Monika Janišová

## MODRÁ INFRAŠTRUKTÚRA BLUE INFRASTRUCTURE

Sieť vodných plôch, ktoré podporujú pôvodné druhy, zachovávajú prirodzené ekologické procesy, zabraňujú povodňam, prispievajú k zachovaniu vodných zdrojov, a tým k zdraviu a kvalite života miestnych komunit.



Foto: Richard Hrivnák

veľká časť ekonomicky využíva, otázkou je, do akej miery je toto využívanie udržateľné. Preto je podstatné využívanie zdrojov a výrobu racionalizovať tak, aby bola udržateľná a vzťahovať ju k reálnym potrebám ľudskej spoločnosti.

Vplyv klimatickej zmeny na biodiverzitu je globálny. Vyžaduje integráciu a koordináciu rôznych prístupov na rôznych úrovniach, od lokálnej, národnej po medzinárodnú. Predpokladá celkovú transformáciu ekonomiky a spoločnosti, niekde revitalizáciu krajiny, inde znižovanie rizík neprimeraného tlaku na prírodu. Táto cesta nebude priamočiara a jednoduchá. Jej smerovanie však môžu napriamovať príležitosti špecifické pre každý región, či sektor. V prípade Slovenska sú príležitosťami nepochybne na Európu pomerne veľké plochy prírody blízkych biotopov, dostupnosť vody, kvalitnej pôdy pre poľnohospodárstvo (pestovanie plodín i chov dobytka). Potrebujeme obnovovať ekologickú prepojenosť týchto území s využitím zelenej a modrej infraštruktúry, riešiť nové konflikty (napr. človek versus veľké šelmy), potrebujeme zvyšovať environmentálne povedomie jednotlivcov, rôznych komunit vzhľadom na demografickú a sociálnu štruktúru, spoločnosti a inštitúcií.

Musíme mať na zreteli, že biodiverzita nie je zbierkou užitočných predmetov, ktoré čakajú na to, aby sme ich využili. Je to zložitá sústava vzájomne prepojených organizmov, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu pri udržiavaní dobre fungujúcich ekosystémov. A tie sú predpokladom zdravého prírodného sveta.

#### 4. podkapitola

## Dopady klimatickej zmeny na lesné ekosystémy – lesné zdroje

RNDr. Ľubica Ditmarová, PhD.  
 Ing. Gabriela Jamnická, PhD.  
 Mgr. Katarína Adamčíková, PhD.  
 RNDr. Ján Kulfan, CSc.  
 Ing. Peter Zach, CSc.  
 Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

**Čo je to les?** Les je dômyselný ekologický systém (ekosystém), v ktorom sú navzájom rozmanitým spôsobom pospájané existencie početných druhov rastlín a živočíchov. Jeho súčasťou je aj vzduch, voda a pôda. Je to živý organizmus, v ktorom neustále prebieha kolobeh života – zrod, rast, rozmnožovanie a odumieranie.

Les má veľa funkcií, ktoré môžeme vo všeobecnosti rozdeliť na **produkčné** a **verejnoprospešné**.

**Produkčnou funkciou lesa** je jeho schopnosť vytvárať drevnú hmotu – táto funkcia je využívaná najmä v lesnom hospodárstve a na zabezpečovanie životných potrieb ľudí. **Verejnoprospešnou funkciou lesa** označujeme jeho schopnosť tvoriť

a chrániť úrodnú pôdu, zachytávať a akumulovať čistú vodu, produkovať kyslík, filtrovať vzduch, pohlcovať prach a rádioaktivitu, dezinfikovať životné prostredie pomocou **fytoncídov** (prchavé látky s výraznými antimikrobiálnymi účinkami, ktoré vylučujú rastliny) a napokon, či možno predovšetkým – poskytovať nám, ľudským bytosťam, oddych a harmóniu...



Jeden strom môže v priebehu rastu pohltiť až 2 tony oxidu uhličitého.

Kyslík, potrebný pre jedného človeka denne, vyprodukuje desať dospelých stromov.

Apropo: Viete, že naše lesy zadržiavajú 4-krát viac vody ako všetky vodné nádrže Slovenska?

Lesy sú cenné ekosystémy, ktoré sú domovom veľkej časti európskej biodiverzity (rozmanitosti života) a ktoré sú veľmi cenné pre naše zdravie a zachovanie kvality života.

Lesy sú súčasne naším hlavným spojencom v boji proti zmene klímy a strate biodiverzity: zachytávajú uhlík a znižujú dosah zmeny klímy, napríklad chladením miest, ochranou pred rozsiahlymi záplavami a znižovaním vplyvu sucha.

Slovensko patrí k najlesnatejším krajinám v Európe – lesy pokrývajú viac ako 41 % jeho územia, z čoho ihličnaté lesy tvoria 35,5 % a listnaté 64,5 %. Najrozšírenejšie listnaté stromy sú buk, dub, hrab, javor. Z ihličnatých drevín sú v slovenských lesoch najviac zastúpené smrek a borovica. Stromy významne prispievajú k znižovaniu emisií skleníkových plynov do atmosféry.

Lesné ekosystémy, či už prírodné, ktoré sa vyvinuli viac-menej prirodzene s ohľadom na dané podmienky konkrétneho areálu či klimatickej oblasti a súťaže medzi jednotlivými druhmi, alebo umelo vysadené a manažované, sú a budú vystavené vplyvu rýchlych environmentálnych zmien vrátane klimatickej zmeny. Klimatická

zmena a jej dopady na lesné ekosystémy Západných Karpát na území Slovenska sa na mnohých miestach prejavujú zvyšovaním teploty vzduchu a znižovaním relatívnej vlhkosti v lesných porastoch, nerovnomerným rozdelením zrážok počas roka, často extrémnym suchom, ale aj lokálne intenzívnymi zrážkami a veľkými povrchovými odtokmi spôsobujúcimi eróziu pôdy v lesoch na strmých svahoch. Pretrvávajúce suchá znižujú vitalitu a produkciu drevín a celkovo negatívne ovplyvňujú zdravotný stav lesných porastov. Sprievodnými prejavmi klimatickej zmeny, v porovnaní s minulosťou, je častejší výskyt silných vetrov, následných veterných kalamít a požiarov v lesoch, ako aj premnoženie niektorých hmyzích škodcov na stresovaných drevinách. Neprehliadnuteľné sú vplyvy a dopady disturbančných faktorov (náhodných škodlivých udalostí) na populácie a spoločenstvá rastlín a živočíchov a biodiverzitu vôbec. Dlhodobé pôsobiace a spolupôsobiace viaceré stresové faktory môžu viesť k úmrtnosti citlivejších jedincov, populácií až druhov a k zásadnej zmene lesných spoločenstiev.

Negatívne vplyvy a dopady klimatickej zmeny v lesoch Slovenska do určitej miery kompenzuje **prevaha listnatých drevín a ich zvyšujúce sa zastúpenie na úkor ihličnatých drevín**, hlavne smreka, ktorý je z našich hospodárskych drevín aktuálne najviac ohrozovaný abiotickými a biotickými škodlivými činiteľmi. Na našom území **sa očakáva ústup smrekových porastov, a to vrátane prirodzených vysokohorských smrečín** (NPR Zadná Poľana, Babia hora, Fabova hoľa, porasty

v Tatrách a Nízkych Tatrách, v Malej a Veľkej Fatre), kde hlavný faktor podmieňujúci ich existenciu je horská klíma.

Z hľadiska zmierňovania negatívnych dopadov klimatickej zmeny na lesy je perspektívne vytváranie tzv. **trvalo viacetážových rôznovekých porastov s mozaikovitou priestorovou štruktúrou a nepretržitou prirodzenou obnovou**. Na mnohých miestach sú na dosiahnutie tohto cieľa jemnými obnovnými postupmi veľmi dobré biologické podmienky a predpoklady, napr. pestré drevinové zloženie, rôzny vek a rôzna hrúbka stromov, existencia viacerých porastových vrstiev – etáží v porastoch, inde je potrebné vynaložiť značné úsilie na získanie väčšej rozmanitosti v štruktúre lesa a na dosiahnutie vyššej stability lesa voči pôsobeniu nepriaznivých činiteľov. Na zabezpečenie dlhodobej existencie lesa v nových, resp. meniacich sa klimatických podmienkach je v lesných porastoch kľúčové vytvárať spodnú drevinovú vrstvu podporou prirodzenej obnovy.

Tam, kde sa lesné dreviny pestujú na nevhodných stanovištiach alebo kde z určitých dôvodov neprosperujú, nové podmienky vyžadujú ich postupné nahrádzanie inými, s uplatňovaním ekostabilizačných a odolnejších druhov. Lesy na Slovensku ponúkajú pomerne široké druhové spektrum pôvodných druhov drevín, ktoré sa v závislosti od prírodných podmienok využívajú pri obnove a rekonštrukcii lesných porastov, a to ako dreviny cieľové, doplnkové či náhradné, ale so zvyšujúcou sa nadmorskou výškou sa mož-



Extrémne sucho spôsobuje odumieranie stromov, čo následne vedie k zvýšenému riziku lesných požiarov.

nosti ich výberu a uplatnenia v porastoch zužujú na málo druhov.

Počas obdobia vývoja lesov sa klíma zásadne zmenila viackrát. Lesné ekosystémy sú veľmi dynamické spoločenstvá, ktoré sú schopné sa meniť a prispôbovať, avšak v určitom časovom horizonte. Keďže **imperatívom súčasnej klimatickej zmeny je hlavne jej rýchlosť**, spontánna migrácia ako prirodzený mechanizmus vyrovnania sa s ňou je otázna. Jednou z dôležitých výziev vedeckého výskumu a lesníckej praxe sa stáva výber takých genetických zdrojov lesných drevín (druhy, populácie, genotypy), ktoré budú odolnejšie alebo adaptabilnejšie na dané zmeny. Na základe zistení viacerých európskych vedcov, v súvislosti s prirodzene vzrastajúcou kontinentalitou klímy v smere západ – východ sa práve **populácie lesných drevín zo strednej a východnej Európy stávajú perspektívnejšie vzhľadom na ich väčšiu odolnosť voči suchu a mrazu**.

Hodnotenie zmien prostredia sledovaných na úrovni fungovania drevín (rast, vývin, metabolizmus a najmä proces fotosyntézy) nám umožňuje analyzovať prispôbenie sa konkrétnych populácií karpatských horských lesov (najmä smreka, jedle, buka) lokálnym podmienkam a tiež objasniť mieru environmentálnej zraniteľnosti populácií drevín rozdielného geografického pôvodu. Na základe ekofyziologických a genetických výskumov európskych populácií buka lesného (*Fagus sylvatica*) predpokladáme, že jeho rozpätie je skôr dôsledkom klimatických podmienok ako geografickej hranice rozšírenia. Vo vysokohor-

## KONTINENTALITA KLÍMY

Kontinentalita klímy, kontinentalita podnebia – vlastnosti klímy podmienené vplyvom pevniny. Kontinentalita klímy narastá smerom od oceána do vnútra pevniny. V tomto smere vzrastá amplitúda (rozdiel medzi najvyššími a najnižšími hodnotami) denného i ročného chodu teploty vzduchu, klesá vlhkosť vzduchu, ubúdajú atmosférické zrážky, maximá ročného chodu zrážok sa presúvajú na letné mesiace a zoslabuje sa rýchlosť vetra. Kontinentalita klímy sa zvyčajne hodnotí pomocou indexu kontinentality zohľadňujúceho ročnú amplitúdu teploty vzduchu a zemepisnú šírku miesta, pre ktoré sa určuje.

ských lesoch, kde boli rastové reakcie podmienené najmä teplotou, buk vykazuje podstatné zvýšenie prírastkov v porovnaní so smrekom. Zlepšená konkurenčná schopnosť buka vo vysokohorskom prostredí naznačuje posun horného okraja jeho rozšírenia do vyšších nadmorských výšok v Západných Karpatoch. Súčasné výsledky nasvedčujú tomu, že v podhorských oblastiach oteplenie v blízkej budúcnosti spôsobí pokles prírastkov obidvoch drevín s postupným vysušovaním krajiny. Overujú sa tiež hypotézy, že populácie smreka a buka pochádzajúce z vyšších nadmorských výšok majú zvýšenú schop-

nosť prispôbenia sa, ktorá vyplýva z dlhodobej adaptácie na okrajové horské podmienky. V dôsledku klimatickej zmeny, ako aj meniacich sa požiadaviek na produkčné a iné ekosystémové služby lesa bude zrejme v budúcnosti dochádzať k zmenám zastúpenia a využívaniu pozitívnych interakcií medzi týmito drevinami v prirodzených ekosystémoch, ako aj lesníckej praxi.

Menšia orientácia na pestovanie monokultúr v minulosti (v porovnaní so západnou Európou) a zachovaný prírodný ráz mnohých lesov na Slovensku zlepšujú predpoklady na zvládnutie výziev klimatickej zmeny v lesných ekosystémoch. Slovensko ako jedna z mála európskych krajín má vyčlenené časti lesov na sledovanie prirodzeného vývoja rôznych typov lesných ekosystémov bez zámernej intervencie človeka a monitorovanie dlhodobých zmien v týchto ekosystémoch. O odborné poznatky z týchto území prejavujú veľký záujem mnohé európske krajiny. Medzi prioritami budúceho manažmentu lesov v období klimatickej zmeny sa bude čoraz významnejšie presadzovať koncepcia dlhodobej udržateľnosti lesných ekosystémov. V rámci projektovej spolupráce európskych krajín sa v súčasnosti vytvára vývojový prístup: **Klimaticky inteligentné lesníctvo** (CSF, Climate-Smart Forestry), ktorý má pomôcť tvorcom politik a odborníkom v oblasti riadenia lesného hospodárstva zamerať sa na také opatrenia a manažment, prostredníctvom ktorých budú lesy schopné prispôbiť sa zmene klímy a zmierniť jej dopady, pričom naďalej budú prinášať spoločnosti aj ďalšie výhody. Uvedený koncept sa sústreďuje na vývoj inovatívnych prí-

stupov v manažmente lesa, pričom k naplneniu tohto cieľa majú prispieť tri piliere:

- zlepšenie životných podmienok obyvateľov v horských regiónoch udržateľným zvyšovaním ekosystémových služieb poskytovaných lesmi;
- podporovanie adaptácie a resiliencie (prispôbenia a znovuoobnovenia) lesa na dopady klimatickej zmeny;
- optimalizácia potenciálu horských lesov na zmiernenie klimatickej zmeny so zameraním na najefektívnejšie možnosti.

Priame a nepriame dopady klimatickej zmeny sú pozorovateľné v mnohých typoch lesných ekosystémov Slovenska. Verejnosť ich určite najviac vníma v horských smrekových lesoch v turisticky atraktívnych a často navštevovaných územiach, ako sú napríklad Vysoké a Nízke Tatry, Veľká Fatra a pod. Klimatická zmena – dlhodobé sucho, časté víchrice a premnožený podkôrny hmyz a časté kalamity v smrečinách Slovenska opakovane dokumentujú silu prírody a často skúšajú človeka, ako nepriaznivým situáciám predchádzať či ako ich riešiť.

Prejavy zmeny klímy sú však badateľné aj v bukových, dubových a borovicových lesoch.

Často diskutovanou otázkou je **prenikanie nových druhov hmyzu** z južných častí Európy na naše územie alebo **posúvanie výskytu našich teplomilných druhov do vyšších chladnejších polôh**. To sa už uskutočňuje, napr. škody spôso-



Vetrová kalámita v Tatrách.  
Foto: Ján Kulfan, UEL SAV

bené mniškou veľkohlavou (*Lymantria dispar*) boli v r. 2006 zaznamenané aj v relatívne vyšších polohách na bukoch v susednom Maďarsku. Množstvo teplomilných druhov hmyzu preniká každoročne na naše územie, väčšie škody sú zaznamenávané najmä na poľnohospodárskych kultúrach. Stále však existujú určité „brzdy“, ktoré tieto procesy tlmia, sú to napr. silnejšie mrazy, ktoré sa vyskytujú a zrejme budú vyskytovať aj v budúcnosti (i keď možno zriedkavejšie) a ktoré spôsobujú, že mnohé južné druhy sa u nás nemôžu trvalo usadiť. Teplé zimy, ktoré všetci vnímame ako bežné, významne ovplyvňujú šírenie organizmov v našich lesoch. Absencia snehu spôsobuje, že hmyz (v rôznych štádiách) zimujúci v lesnej opadanke, na povrchu pôdy alebo v nevelkej hĺbke pôdy je vystavený väčšiemu kolísaniu teploty a vlhkosti než pod snehovou pokrývkou, ktorá tieto výkyvy tlmí. Preto občasné holomrazy aj počas všeobecne teplých zím ne-

gatívne vplývajú na hmyz zimujúci na povrchu pôdy alebo v jej nevelkej hĺbke. Toto postihnutie sa týka fytofágov (hmyzu živiaceho sa rastlinami), predátorov (dravého hmyzu), ako aj saprofágov (druhov požierajúcich mŕtve rastliny a živočíchy alebo ich časti). Teplé zimy bez silnejších mrazov lepšie znášajú naše stále hmyzožravé vtáky, ktoré tak počas zimy skonzumujú väčšie množstvo zimujúcich štádií hmyzu, a tak redukujú populačnú hustotu možných škodcov. Príchod skorej jari v niektorých rokoch spôsobuje, že hmyz živiaci sa listami stromov začína byť aktívny príliš skoro – ešte pred rozvojom (otváraním) púčikov. Narúša sa tak synchronizácia aktivity hmyzu s pučaním stromov. Za normálnej situácie sa húsenice mnohých druhov motýľov liahnu na jar v čase pučania listov. Ak sa v dôsledku skorého nástupu jari liahnu, keď sú púčiky drevín ešte zatvorené, hynú z nedostatku potravy. V našich podmienkach pučia neskoro napr. duby cerové a na nich je pod-



statne menej húseníc motýľov, ktoré sa liahnu z vajíčok skoro na jar, a preto bývajú tieto duby menej poškodené prvými jarnými húsenicami. V minulých obdobiach boli známe pomerne pravidelne sa opakujúce gradácie (premnoženia) lesných škodcov. V posledných rokoch sa zdá, že táto pravidelnosť je narušená, a to pravdepodobne v dôsledku klimatickej zmeny.

**Víchrice**, také časté aj počas zimy, **spôsobujú polomy aj vývraty** najmä v našich smrekových lesoch a významne **sa podieľajú na kaskádovitých (domino) efektoch disturbancií**. Zistili sme, napr. že mnohé húsenice motýľov, ktoré zimujú na smrekových konároch, prežijú v zimnom období pády týchto stromov a na nich dokončia svoj vývin, pretože takéto stromy odumierajú len pomaly a je na nich stále dostatok potravy – ihličia. **Otepľovanie klímy nahráva aj lykožrútovi smrekovému (*Ips typographus*)** (obr. 68). Vyššia



Obr. 68

Lykožrút smrekový (*Ips typographus* L. Col. Scolytidae). Larvy vyliahnuté v materskej chodbičke si v lyku vyhrádzajú vlastné chodby kolmo na materskú chodbu, ktoré sa postupne, ako larva rastie, rozširujú. Nakoniec larva dosiahne plnú veľkosť a zakuklí sa.

Zdroj: Wikipedia/Gilles San Martin (vľavo)/Tōnu Pani (vpravo)

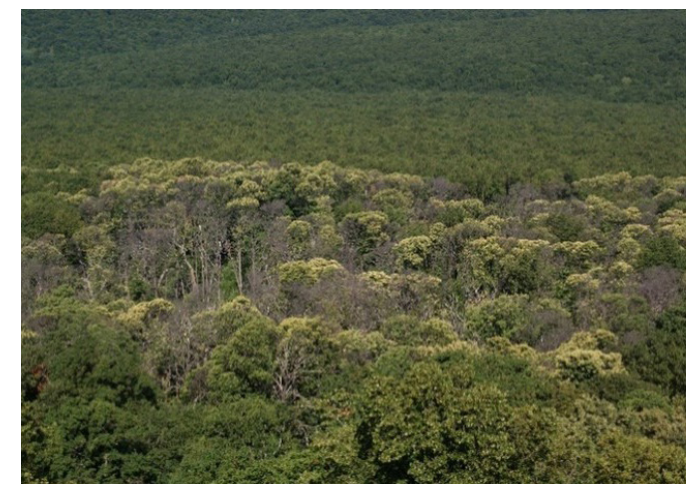
teplota vzduchu urýchľuje vývin tohto chrobáka mimoriadne deštruktívneho voči dospelému smrekovému lesu, ktorý môže mať lokálne viac generácií počas roka ako obvykle. Suchom a vetrom stresované smrekové lykožrútovi už nekladú veľký odpor, takže následné premnoženie chrobáka a hromadné odumieranie napadnutých smrekov a ich porastov je očakávanou a zákonnou reakciou ekosystému na meniace sa klimatické podmienky.



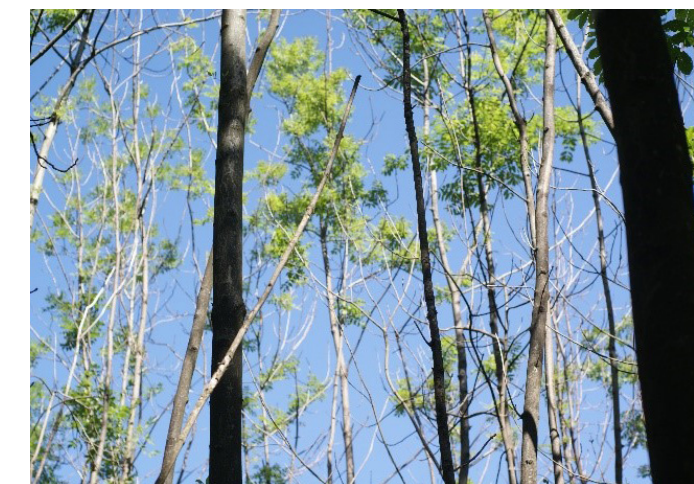
**Obr. 69**  
Sietnačka dubová je nenápadná bzdocha (3,5 mm dlhá), ktorej dospelé jedince (vľavo) aj nymfy (v strede) poškodzujú cicaním listy, ktoré strácajú chlorofyl (vpravo).  
Zdroj: Ján Kulfan, ÚEL SAV

Dlhodobé obdobia sucha pôsobia veľmi negatívne na dreviny, ktorým hmyz (napr. húsenice motýľov) skonzumoval veľa lístia. Stromy stresované suchom ťažšie vytvárajú nové lístie, následne sú napádané ďalšími patogénmi (múčnatka) i sekundárnymi hmyzími škodcami. Okrem menšieho prírastku môže takéto prvotné napadnutie húsenicami spôsobiť úhyn hostiteľských drevín.

Otepľovanie podmieňuje šírenie a prenikanie cudzokrajných (nepôvodných) druhov živočíchov do lesných ekosystémov. Dobrými príkladmi tejto negatívnej tendencie je šírenie invázneho chrobáka drvinárika čierneho (*Xylosandrus germanus*) zo západnej do strednej Európy a prenikanie tohto druhu do vyšších polôh lesov ako v minulosti, ako aj mimoriadne rýchly prienik lykožrúta smrečinového (*Ips amitinus*) zo stredoeurópskych lesov do severnej Európy (Škandinávia). Možno spomenúť aj bzdochu – sietničku dubovú *Corythucha arcuata* (obr. 69), pôvodne žijúcu v Severnej Amerike, ktorá ničí dubové lesy v južnej Európe a bola už zistená vo veľkom množstve aj u nás. K našim hraniciam sa približuje aj stredomorský priadkovček *Thaumetopoea pityocampa*, vážny škodca borovíc. Zistený na Slovensku bol aj ázijský blanokrídlovec *Aproceros leucopoda*, ktorého larvy sa živia listami brestov.



Klimatická zmena vplýva tiež na životný cyklus a biologickú synchronizáciu patogénov s lesnými drevinami a môže výrazne vplývať na výskyt, intenzitu a kritickosť ochorení drevín. Klimatická zmena mení aj stabilitu vzťahov medzi druhmi drevín a zložením ich endofytickej mykoflóry (spektra húb, ktoré sú svojím životom viazané na vnútorné orgány rastlín). Niektoré endofyty častejšie opúšťajú asociácie, ako sú symbióza či saprofytizmus, a prechádzajú do parazitického spôsobu života. Dlhé obdobia sucha, podkôrny hmyz a patogénne huby zohrávajú rozhodujúcu úlohu v odumieraní borovíc v teplej piesočnatej oblasti západného Slovenska. Spóry identifikovaných húb spôsobujúcich tracheomykózne ochorenie borovíc sú rozširované v rámci danej oblasti aj ľudskou činnosťou (ťažbou infikovaného dreva). V urbanizovanom prostredí, ako aj v lesných porastoch borovíc bolo v posledných rokoch zaznamenané karanténne ochorenie červená prúžkovaná sypavka borovíc známa pod



**Obr. 70**  
Suché stromy – gaštany jedlé – v poraste pod hradom Gýmeš pri Jelenci, napadnuté hubou *Cryphonectria parasitica* (ochorenie: rakovina kôry gaštana jedlého, vľavo). Porast jaseňa štíhleho pri Svätom Antone napadnutý hubou *Hymenoscyphus fraxineus* (vpravo).  
Zdroj: J. Pažitný (vľavo), 2014, Adamčíková a kol. 2023

názvom *Dothistroma needle blight*. Zistilo sa, že okrem známeho pôvodcu *Dothistroma septosporum* je na Slovensku pôvodcom ochorenia aj druh *D. pini*. Je predpoklad, že *D. pini* šíriaca sa z južných oblastí Európy sa k nám dostala vďaka meniacej sa klíme a zvyšovaniu globálnej teploty, čím sa posúva jej klimatická bariéra smerom na sever. Oba druhy poškodzujú borovice v rôznych typoch výsadby v mestskej zeleni, na lesných plantážach, v arborétach (Adamčíková a kol. 2023). Ďalšia drevina – jasene – nepat-

rili v minulosti k problémovým drevinám a nesprievádzali ich závažné zdravotné problémy. **Od 90. rokov 20. storočia však jaseň v Európe intenzívne odumierajú v dôsledku infekcie hubou *Hymenoscyphus fraxineus*.** V súčasnosti sú na Slovensku týmto patogénom napádané pôvodné druhy jaseňov *Fraxinus excelsior* a *F. angustifolia* v lesných porastoch, semenných sadoch a urbánnom prostredí. Rakovina kôry gaštanu jedlého (obr. 70) sa na mnohých lokalitách objavila v rokoch s horúcim a suchým letom (nadpriemerné teploty a podpriemerné zrážky) a po nadpriemerne teplej zime. Sucho spôsobené hlavne klimatickými faktormi (zrážky a teplota vzduchu) sa ukázalo ako jeden z najvýznamnejších faktorov ovplyvňujúcich pravdepodobnosť napadnutia stromov škodlivými hmyzmi a hubovými škodcami.

## ZMIERŇOVANIE DOPADU KLIMATICKEJ ZMENY NA LESNÉ EKOSYSTÉMY

Jednou z overených stratégií, ktorá umožní zmierniť dopady klimatickej zmeny na lesy, je uplatňovanie princípu prírode blízkeho obhospodarovania lesov.

Vzhľadom na to, že práve štruktúra lesa je v súčasnosti významne ohrozovaná prebiehajúcimi prejavmi klimatickej zmeny, možnosťou, ako zvrátiť proces rozvracania porastov a zlepšiť ekonomiku obhospodarovania lesov, je vrátiť sa k uplatňovaniu princíпов, ktoré prebiehajú v prírodných lesoch.

### PRÍRODNÝ LES

Prírodný les je pôvodný, od posledného ústupu ľadovca v postglaciále kontinuálne sa vyvíjajúci a formujúci klimaxový les, ktorý je regulovaný len prírodnými zákonitostami. Vznikol a vyvíjal sa bez ľudského pričinenia. Skúmaním zákonitostí prebiehajúcich vývojových a rastových procesov v prírodných lesoch získavame obraz, akým spôsobom môžeme vykonávať hospodárske opatrenia, aby sme dosiahli prirodzenú štruktúru lesov prostredníctvom prírode blízkeho obhospodarovania lesa (Saniga & Bruchánik 2009).

Prírode blízky les stavia oproti uniformite a fádnosti lesa vekových tried pozitívnu druhovú rozmanitosť – rastlinnú aj živočíšnu a tiež väčšiu pestrosť na úrovni biotopov. Dosahuje sa ochranou a podporou zriedkavých, resp. ohrozených druhov drevín, ochranou pionierskych štádií lesa, ponechaním ležiaceho a stojaceho mŕtveho dreva v poraste, ponechaním starých dominantných jedincov pôvodného porastu, vytváraním prostredia na rozvoj rastlinných a živočíšnych organizmov (obr. 71). V prípade uplatňovania uvedených princíпов prírode blízkeho obhospodarovania lesa dosiahneme vysoký stupeň biodiverzity lesného prostredia.

„Lesy môžu zachrániť klímu...  
Ak si sami nepodpíšeme konár,  
na ktorom sedíme.“

Za kľúčový nástroj adaptácie (prispôsobenia sa) lesov na zmenu klímy je potrebné považovať postupnú zmenu ich drevinového zloženia. K tejto zmene je potrebné pristupovať odlišne na súčasnom dolnom (suchom podmienenom) a hornom (teplom podmienenom) areáli výskytu drevín. Zmena drevinového zloženia má byť sprevádzaná zvyšovaním druhovej diverzity vrátane možnej introdukcie nových druhov; znížením rubných dôb zraniteľných drevín a minimalizáciou zásahov narúšajúcich kompaktnosť porastu pri drevinách a v prírodných podmienkach, kde narušenie zápoja predstavuje rizikový faktor. Zásadným adaptačným opatrením súvisiacim so zmenou drevinového zloženia je redukcia zraniteľných smrekových monokultúr a zvýšenie výmery zmiešaných a listnatých lesov.

### ZÁPOJ

Vzájomný dotyk a prekrývanie sa vetiev stromov – ide o podstatný znak pri hodnotení pestovateľského stavu lesného porastu, pretože významne ovplyvňuje energetický, svetelný a látkový režim porastu.



Obr. 71  
Mozaikový viacvrstvový porast buka s ponechaným mŕtvym drevom.  
Až 30 % druhov žijúcich v lese je viazaných na mŕtve drevo...

Zdroj: Wikipedia/Caroig



Zdroj: Shutterstock/Scott Book

#### IV. kapitola

## Dopady klimatickej zmeny na socioekonomický rozvoj

Zmena klímy predstavuje veľmi vážnu hrozbu a jej dôsledky majú vplyv na mnoho rôznych aspektov nášho života. Ovpływujú priamo nás, naše životné prostredie, našu pohodu, zdravie, ale aj nepriamo sa prejavujú na socioekonomickom rozvoji spoločnosti, ktorý výraznou mierou determinuje kvalitu nášho života. Dopady klimatickej zmeny ovplyvňujú výrobné podmienky (lesníctvo a poľnohospodárstvo), prostredie života a relaxácie (bývanie, rekreácia a cestovný ruch), ohrozujú a degradujú zdroje, ktoré sú nevyhnutné na rozvoj jednotlivých hospodárskych odvetví. Škody v dôsledku extrémnych udalostí súvisiace s klímou v EÚ za roky 1980 – 2022 sa odhadujú na 650 miliárd eur a sú hodnotené v troch skupinách. Meteorologické riziká (búrky vrátane bleskov a krupobitia spolu s masovými /gravitačnými/ pohybmi) predstavujú približne 29 % z celkových strát. Hydrologické nebezpe-

čenstvá (povodne) predstavujú takmer 43 %. Čo sa týka klimatologických rizík, vlny horúčav spôsobujú približne 20 % celkových strát, zatiaľ čo zvyšných  $\pm 8$  % je spôsobených vlnami chladu, suchom a lesnými požiarimi spolu. Ekonomický vplyv sa v jednotlivých krajinách značne líši. V absolútnom vyjadrení boli najvyššie ekonomické straty v období rokov 1980 – 2022 v EÚ namerané v Nemecku, vo Francúzsku a v Taliansku. Najvyššie straty na obyvateľa boli počítané v Slovinsku, Luxembursku a Nemecku a najvyššie straty na plochu (v km<sup>2</sup>) boli v Belgicku, Luxembursku a Nemecku (European Environment Agency 2024a).

V nasledujúcich častiach sa snažíme priblížiť dopady klimatickej zmeny na jednotlivé hospodárske odvetvia, ktoré sú a budú dopadom zmeny klímy najviac zasiahnuté.

## 1. podkapitola

# Dopady na poľnohospodárstvo

Ing. Jana Špulerová, PhD.  
Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

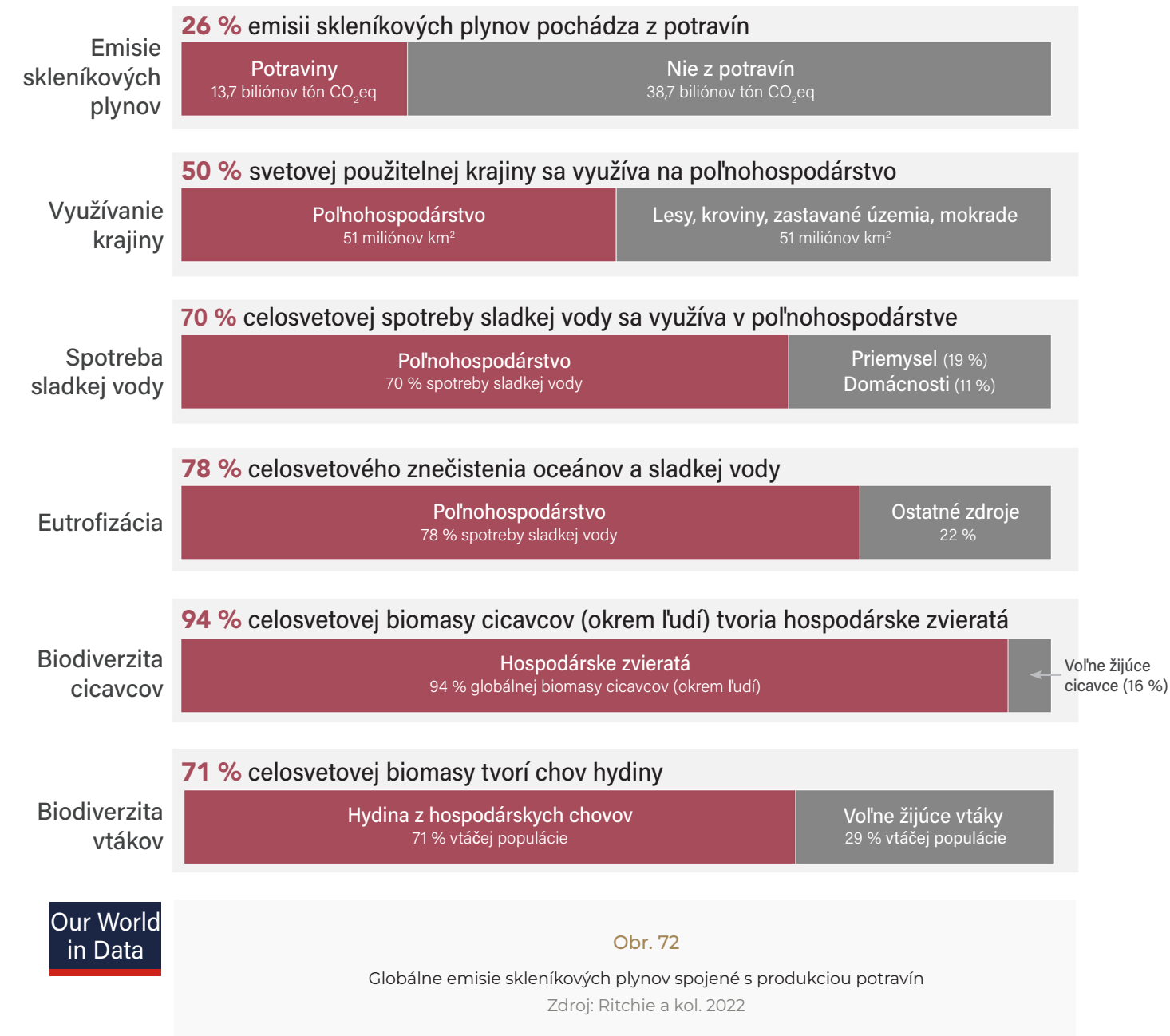
Poľnohospodárstvo má výrazný vplyv na životné prostredie v rôznych smeroch, svojimi emisiami sa podieľa na zmene klímy a zároveň je dôsledkami zmeny klímy aj značne ohrozované (Ritchie a kol. 2022). Najvýznamnejšie environmentálne tlaky predstavujú ohrozenie pôdnych zdrojov, spotrebu vody a problém sucha, produkciu emisií skleníkových plynov, ako aj rastúce riziko zníženia produkcie (výnosov) v dôsledku meniacej sa klímy a ďalších faktorov (škodcovia, choroby atď.) (FAO 2023). Polovica svetovej využíwanej pôdy sa využíva na poľnohospodárstvo, ktoré je spojené aj s vysokou spotrebou sladkej vody (70 % celosvetových odberov sladkej vody) a zároveň výrazne prispieva k znečisťovaniu sladkých vôd a oceánov. Produkcia potravín sa podieľa viac ako štvrtinou (26 %) na celosvetových emisiách skleníkových plynov (obr. 72).

Medzi hlavné problémy poľnohospodárstva spôsobené zmenou klímy patria (Ang 2020, Wheeler & von Braun 2013):

- Zmeny teploty a zrážok môžu ovplyvniť rast a produkciu plodín. Vyššie teploty alebo vlny horúčav môžu spôsobiť stres z tepla pri plodinách a hospodárskych zvieratách a znížiť výnosy a kvalitu niektorých plodín. Zmeny v štruktúre zrážok môžu spôsobiť dlhé obdobia sucha – suchá alebo silné dažde môžu viesť k záplavám a zamokreniu, čo môže zní-

žiť výnosy plodín. Predĺženie hlavného vegetačného obdobia umožní pestovanie nových teplomilnejších druhov plodín, ale úrodu môžu ohroziť aj extrémne udalosti ako napr. neskoré mrazy.

- Časté a silné privalové povodne môžu poškodiť plodiny, zvýšiť eróziu a odtok živín, čo vedie k zníženiu úrodnosti pôdy a k nižším výnosom plodín. Erózia pôdy môže byť aj dôsledkom silnejšieho vetra v otvorenej krajine.



Zmeny v teplotných a zrážkových pomeroch, vyššie teploty v lete a mierne zimy spôsobujú zmeny v rozšírení chorôb a správani škodcov, akými sú hmyz a hlodavce, čo môže viesť k výskytu nových škodcov a chorôb a k rozšíreniu existujúcich do nových oblastí. Títo škodcovia môžu šíriť potravinové patogény alebo spôsobovať infekčné ochorenia. Podobné ohrozenie predstavuje aj rozširovanie nepôvodných invázných druhov. Dopady zmeny klímy na poľnohospodárstvo možno rozdeliť do nasledujúcich skupín: zmeny využitia a kvality pôdy, problém sucha a produkcia potravín (ohrozenie rastlinnej a živočíšnej produkcie).

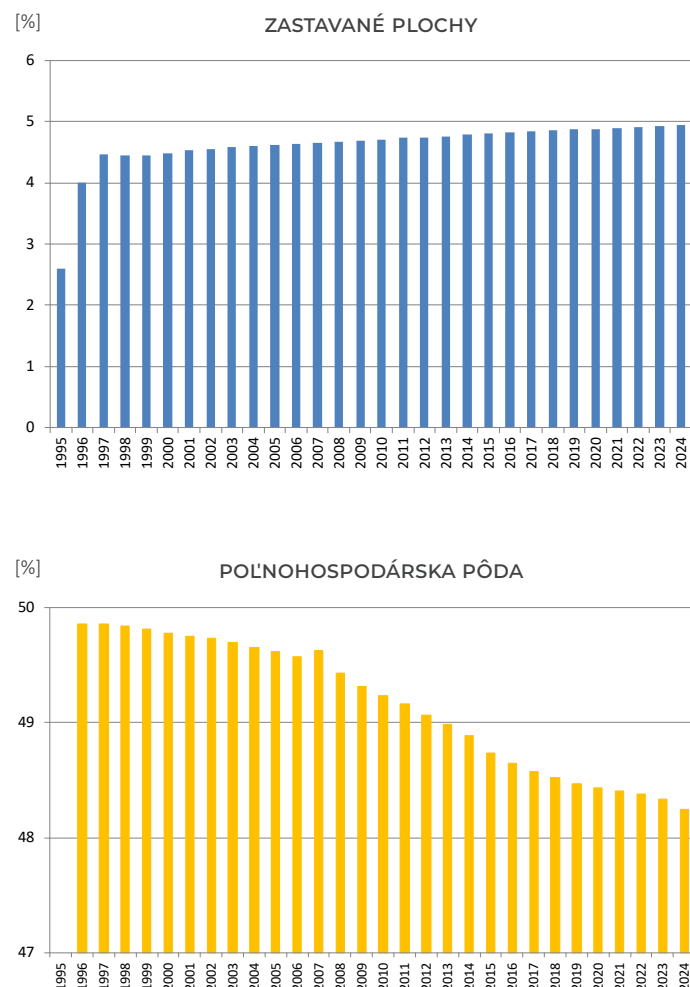
## ZMENY VYUŽITIA A KVALITY PŮDY

Záber poľnohospodárskej pôdy v dôsledku silnejúcej urbanizácie (rozširovanie obytných zón, výstavba priemyselných a obchodných parkov často na najúrodnejších pôdach) je problém, ku ktorému sa pridáva aj nízka ekologická stabilita krajiny súvisiaca s nedostatočným zastúpením krajinných prvkov zelenej infraštruktúry (obr. 73). Výrazný podiel veľkých fariem na Slovensku, ktoré intenzívne hospodária na veľkých plochách, čomu prispôbili technické vybavenie a spôsoby pestovania, zhoršuje dôsledky globálneho otepľovania. Veľkoblukové polia monokultúr sú viac zatažené eróziou, voda z nich sa rýchlo odparí a odtečie, a tak dochádza k narušeniu fyzikálnych a chemických vlastností pôdy. Narušenie fyzikálnych vlastností pôdy je spojené so zvýšeným prejavom eróznno-akumulačných, zosuvných procesov, zhutnením pôdy a pod.,

Obr. 73

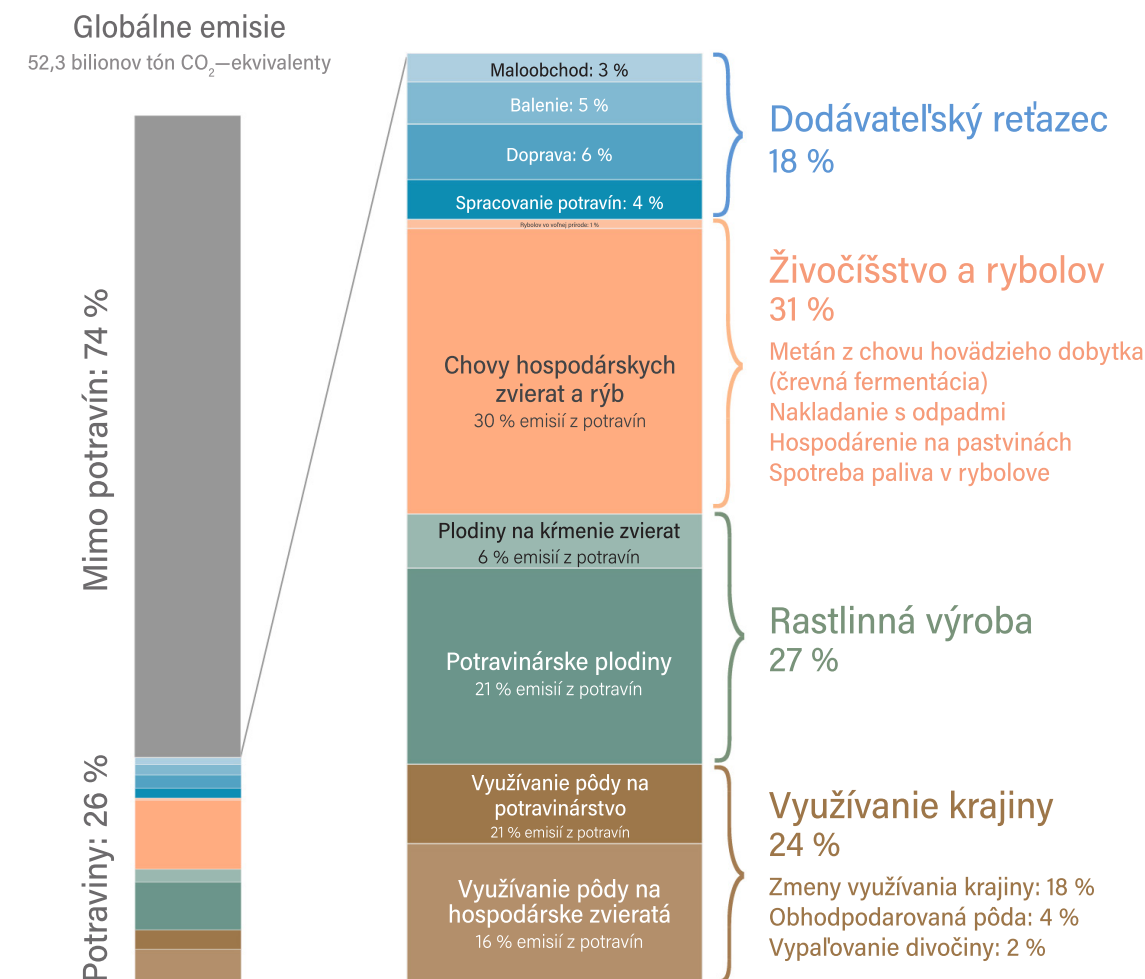
Zmeny využitia zeme pre poľnohospodársku pôdu a zastavané plochy od roku 1991 – 2024. Podiel zastavaného územia sa v posledných rokoch zvyšuje, často na úkor záberu najkvalitnejších pôd.

Zdroj: Statdat 2020



z toho takmer 30 % poľnohospodárskej pôdy potenciálne hrozí silná erózia. Veterná a vodná erózia vyplývajú z nízkej ekologickej stability krajiny. Problémom je aj nedostatočné uplatňovanie protierózných opatrení v praxi, zahrnutých v zákone 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, a nedostatočná kontrola pôdnou službou.

Intenzívne poľnohospodárstvo a zmena klímy má za následok aj zmenu chemických vlastností pôdy spôsobenú kontamináciou, salinizáciou a pod. Údaje za roky 2018 – 2019 poukazujú na to, že dochádza k nárastu zastúpenia poľnohospodárskych pôd s kyslou a slabo kyslou pôdnou reakciou. Poľnohospodárstvo a s tým spojená výroba potravín je zodpovedná za štvrtinu sveto-



Our World  
in Data

Obr. 74

Globálne emisie skleníkových plynov spojené s výrobou a produkciou potravín.

Zdroj: Poore, Nemecek 2018

Zmeny využívania krajiny: 18 %  
Obhodpodarovaná pôda: 4 %  
Vypalovanie divočiny: 2 %

vých emisií skleníkových plynov (Ritchie 2019), na Slovensku je to 7 % z celkovej produkcie emisií. Z toho až 46 % emisií vzniká obrábaním a využívaním poľnohospodárskej pôdy (obr. 74). Príčinou je nadmerné používanie umelých hnojív, ktoré sú nevyhnutnou zložkou, ale na rozdiel od organických hnojív menia zloženie pôdy, ktorá už nevie viazať uhlík, a ten uniká do atmosféry ako CO<sub>2</sub>. Zvyšky umelých hnojív a pesticídov, ktoré rastliny nevedia vstrebať, znečisťujú pôdu, vodné toky a ovzdušie toxickými zlúčeninami a skleníkovými plynmi a zosilňujú účinky sucha a iných nepriaznivých rizík spôsobených počasím. Pôda stráca svoju prirodzenú schopnosť regenerovať a prenášať živiny do rastlín.

Výzvou na adaptáciu na zmenu klímy na Slovensku je preto ekologizácia veľkých fariem, zlepšenie podmienok pre pôdny organický uhlík, ktorý má kľúčový vplyv na fyzikálne a chemické vlastnosti pôd a zvyšuje dynamiku a dostupnosť hlavných živín potrebných na rast a vývoj pesto-

vaných poľnohospodárskych plodín. Podpory by mali byť zamerané aj na zapojenie malých/rodinných fariem, ktoré majú preukázateľne efektívnejší prínos pre ochranu pôdy.

Adaptačné opatrenia by mali byť zamerané na využívanie pôdoochranných technológií špeciálne pre eróziou ohrozené pôdy; produkčné systémy prispôsobené kapacite krajiny a vhodnosti pôdy; zachovanie a obnovu líniových prvkov v krajine, ktoré zmiernujú veternú eróziu; postupy tzv. konzervačného poľnohospodárstva; ochranné systémy orby; opatrenia krajinného inžinierstva; podporu zachovania a správneho hospodárenia na trvalých trávnych porastoch; využívanie agrolesníckych systémov (obr. 75) a pod.

Adaptačné a mitigačné opatrenia zamerané na zlepšenie štruktúry pôdy zahŕňajú využívanie pôdoochranných technológií spracovania pôdy, podporu mozaikového využívania poľnohospodárskej krajiny; podporu integrovanej produkcie,

## ADAPTAČNÉ OPATRENIA

Predstavujú súbor možností, ako sa prírodné a sociálno-ekonomické systémy môžu prispôsobiť prebiehajúcej alebo očakávanej zmene klímy s cieľom znižovať možné negatívne dôsledky a naopak využívať pozitívne dôsledky zmeny klímy.

## MITIGAČNÉ OPATRENIA

Mitigačné opatrenia majú byť zamerané na zmiernenie, zoslabenie následkov klimatickej zmeny a zahŕňajú aktivity na zníženie zdrojov alebo zväčšenie záchytov skleníkových plynov.



budovania krajinných prvkov (obr. 76); ekologické poľnohospodárstvo; podporu zvýšenia živočíšnej výroby a aplikáciu organického hnojenia v súlade s platnou legislatívou. K znižovaniu emisií môže prispieť aj uplatňovanie princípov precízneho poľnohospodárstva, ktoré sa snaží využívať nové technológie na zvyšovanie výnosov plodín a zároveň znižovať tradičné vstupy na pestovanie plodín, ako sú pôda, voda, hnojivá, herbicídy a insekticídy. GPS zariadenia na traktorech poľnohospodárom umožňujú obhospodarovať plodiny v efektívnejších vzoroch a presúvať sa z jedného miesta na druhé s väčšou presnosťou, čo šetrí čas a pohonné látky.

Obr. 75

Agrolesníctvo predstavuje také systémy hospodárenia na pôde, pri ktorých sa na jednej ploche zámerne kombinuje poľnohospodárska produkcia (rastlinná a/alebo živočíšna) s pestovaním drevín (lesných a/alebo ovocných stromov a/alebo krov).

Zdroj: Facebook/Národné lesnícke centrum

Stromy odparovaním vody (spodná voda – korene – listy – para) ochladzujú svoje okolie.

Fotosyntéza – produkcia kyslíka, viazanie prachu a spotreba oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>).

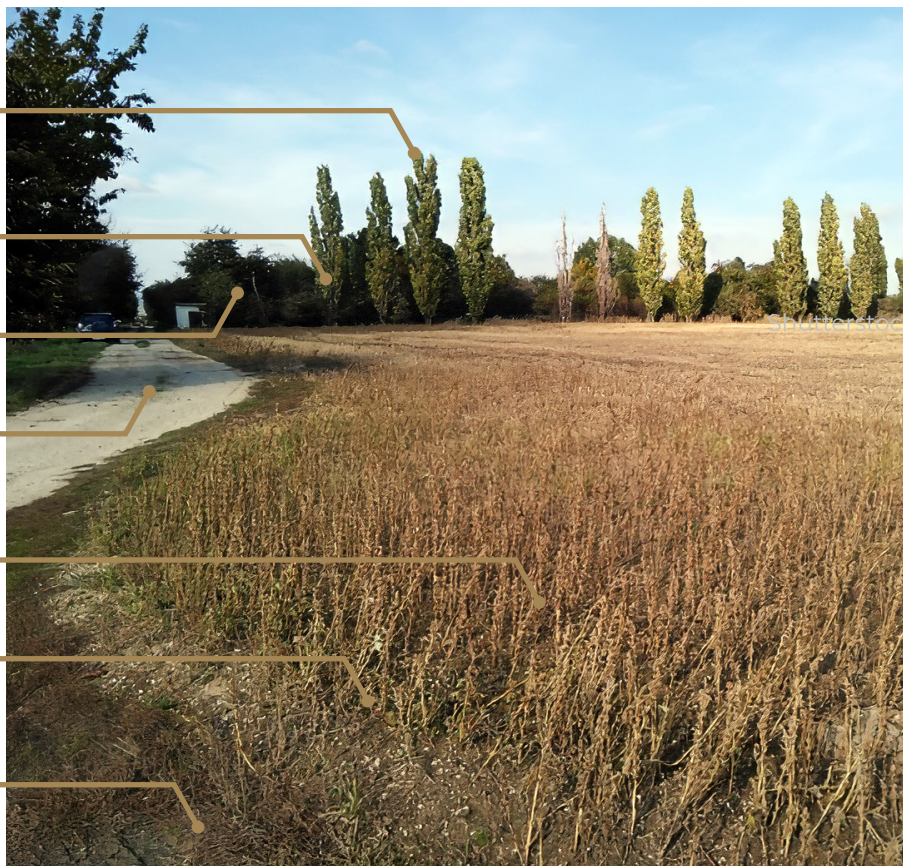
Listy na seba viažu prach.

Poskytujú tieň, pôsobia ako vetrolamy.

Zadržávajú povrchovú vodu pre blízke okolie, zabraňujú erózii pôdy.

Stromy pomáhajú pri tvorbe kvalitnej pôdy.

Koreňmi čerpajú spodnú vodu a minerály z hĺbín zeme.



Obr. 76

Význam drevín ako prvkov zelenej infraštruktúry v poľnohospodársky využívannej krajine.

## PROBLÉM SUCHA

Poľnohospodárstvo si vyžaduje veľké množstvo sladkej vody, čo môže v regiónoch s nedostatkom vody spôsobiť výrazný environmentálny tlak. Potrebuje vodu ako vstupnú surovinu a uvoľňovaním látok prispieva k znečisťovaniu povrchových a podzemných vôd. Produkčný potenciál pôd z hľadiska klimatických faktorov v SR ohrozuje najmä výskyt privalových dažďov a sucha. Na Slovensku sú nedostatkom vody a vysokým suchom negatívne ovplyvňované najmä južné oblasti (územie Dolného a Horného Považia, Podunajská, Východoslovenská a Záhorská nížina,

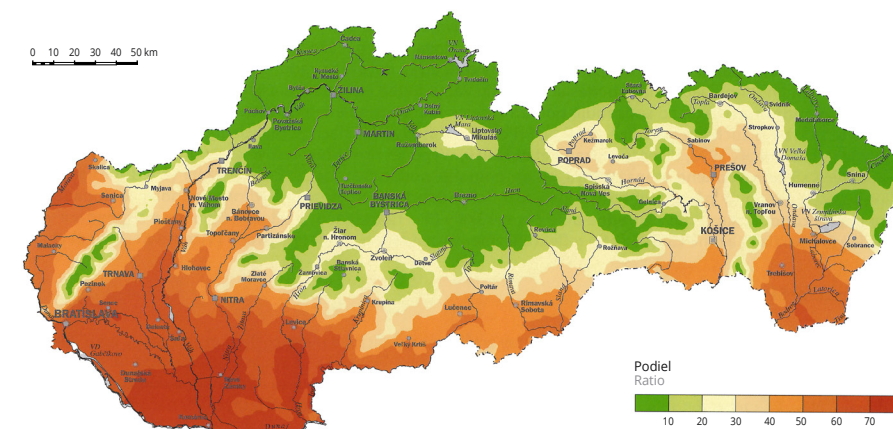


Zdroj: Unsplash/Keagan Henman



Zdroj Freepik

čistočne aj Pohronie), čím vzrastajú nároky na zavlažovanie. Problémy sucha súvisia aj s veľkoblokovým spôsobom hospodárenia a neefektívnym využívaním vody v poľnohospodárstve, problémom sú aj zastarané a neudržiavané závlahové systémy. Na základe indexov sucha vypočítaných pre Klimatický atlas Slovenska sú severná časť Záhorskej nížiny, Podunajská nížina a Východoslovenská nížina určené ako najzraniteľnejšie regióny Slovenska ohrozené suchom (Bochníček 2015) (obr. 77).

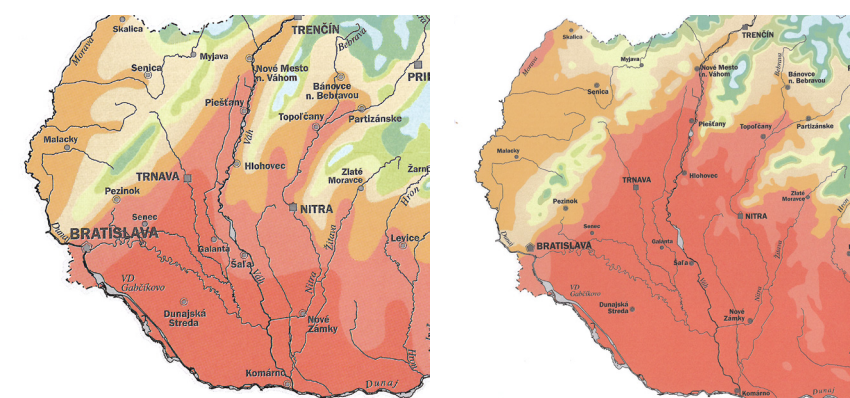


Obr. 77

Podiel mesiacov zasiahnutých epizódami sucha podľa hodnôt relatívneho PDSI v teplom polroku.

Zdroj: Bochníček 2015

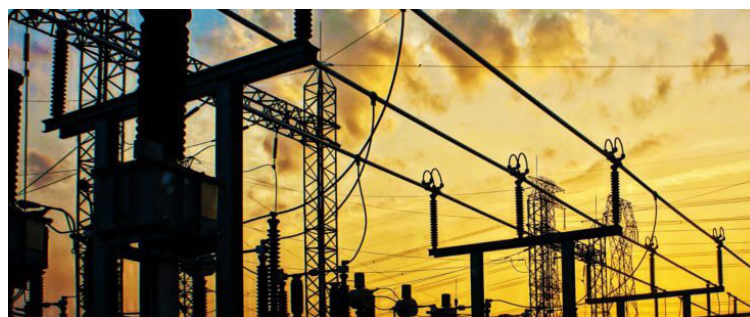
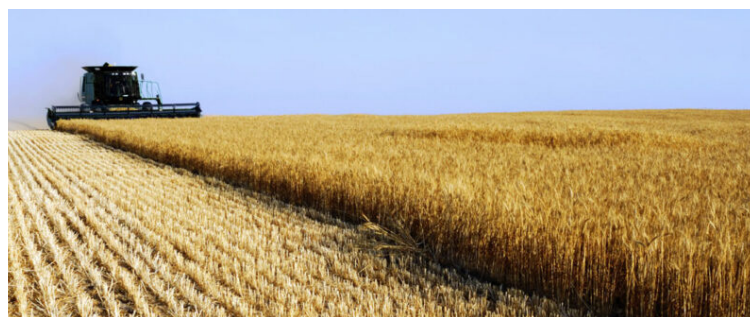
Na zmiernenie negatívnych dôsledkov vysychania pôdy a podporu adaptácie na prebiehajúce zmeny klímy by mali byť adaptačné opatrenia zamerané najmä na (1) zadržiavania vody v pôde, (2) zavlažovacie systémy s dôrazom na efektívnosť zavlažovania a (3) opatrenia vedúce k zadržiavaniu vody v krajine.



Obr. 78

Posun hraníc klimatických okrskov na Podunajskej nížine a Záhorskej nížine v období 1961 – 1990 (vľavo) a v období 1961 – 2010 (vpravo).

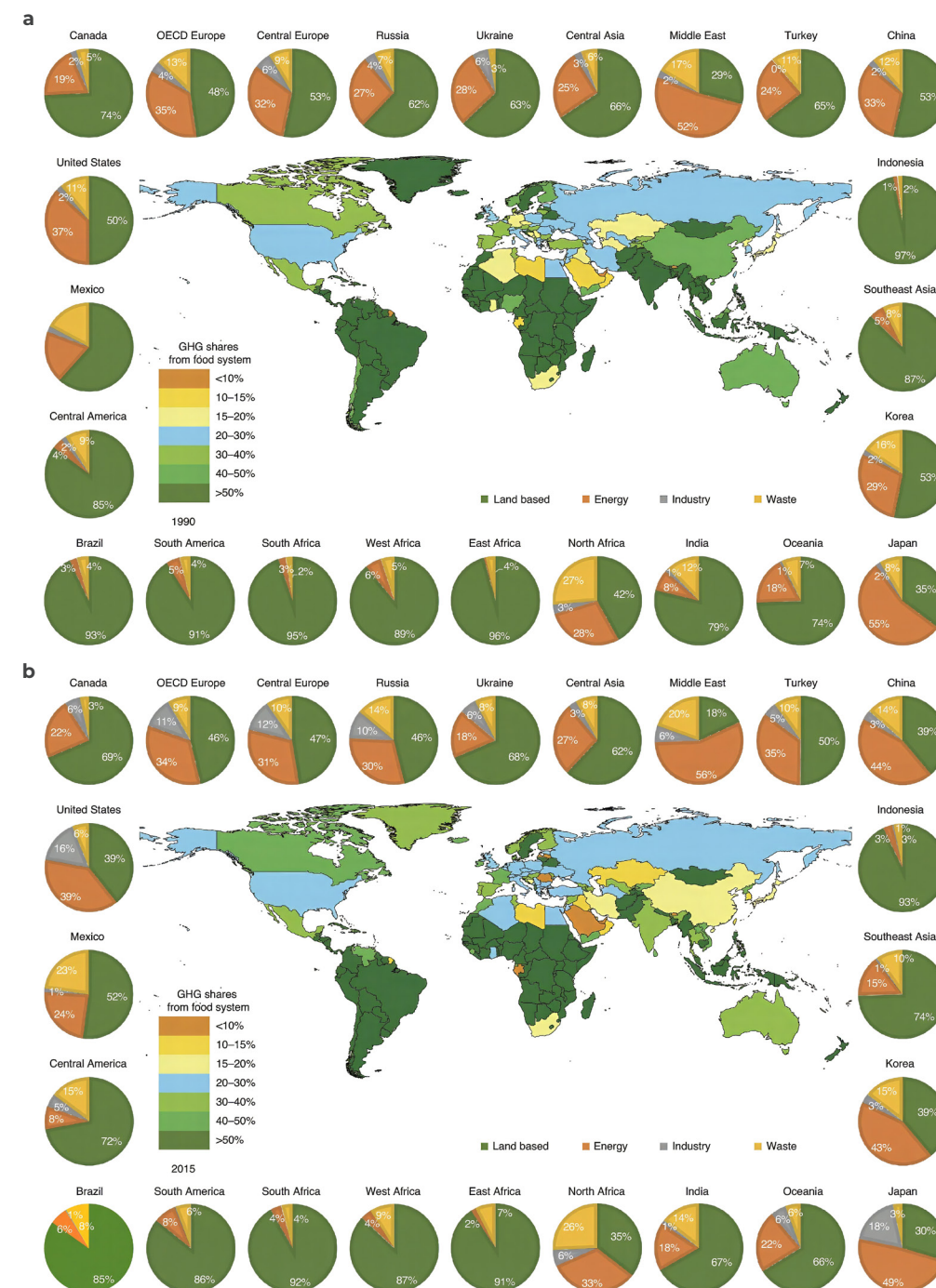
Zdroj: Ministerstvo životného prostredia SR 2018a



## PRODUKCIA POTRAVIN OHROZENIE RASTLINNEJ A ŽIVOČÍŠNEJ PRODUKCIE

Polnohospodárstvo na Slovensku produkuje 7 % emisií skleníkových plynov (Slovenský hydrometeorologický ústav 2023). Hovädzí dobytok je v poľnohospodárstve kľúčovou kategóriou zvierat, ktorá produkuje prevažné množstvo emisií metánu a oxidu dusného, ktoré podobne ako iné skleníkové plyny zadržiavajú teplo v atmosfére. Ale metán, oxid uhličitý a ďalšie plyny, ktoré otepľujú planétu, sa uvoľňujú z viacerých ďalších zdrojov v rámci potravinového reťazca (Ladyzhets 2022). Emisie z potravinového systému možno rozdeliť do štyroch základných kategórií (Crippa a kol. 2021): pôda (vrátane poľnohospodárstva a súvisiacich zmien vo využívaní pôdy), energia (používaná na výrobu, spracovanie, balenie a prepravu tovaru), priemysel (vrátane výroby chemikálií používaných v poľnohospodárstve a materiálov používaných na balenie potravín) a odpad (z nespotrebovaných potravín).

Najväčším producentom emisií v potravinovom systéme je sektor pôdy, ktorý sa na celkovom objeme emisií podieľa približne 70 %. Situácia sa však v jednotlivých krajinách líši (obr. 79).



Obr. 79

Emisie skleníkových plynov z potravinového systému.

Legenda: a, b.

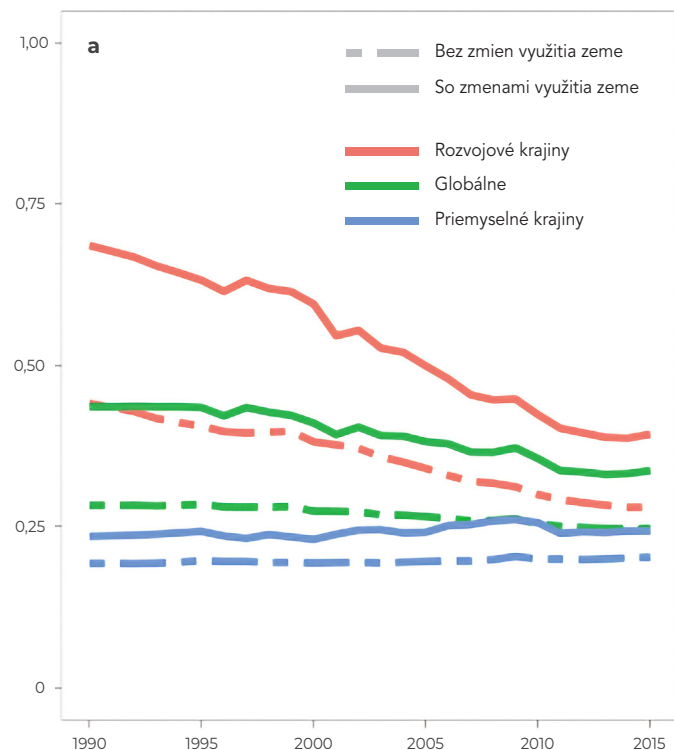
Koláčové grafy znázorňujú podiel jednotlivých sektorov potravinového systému:

- pôda,
- energia,
- priemysel,
- a odpad

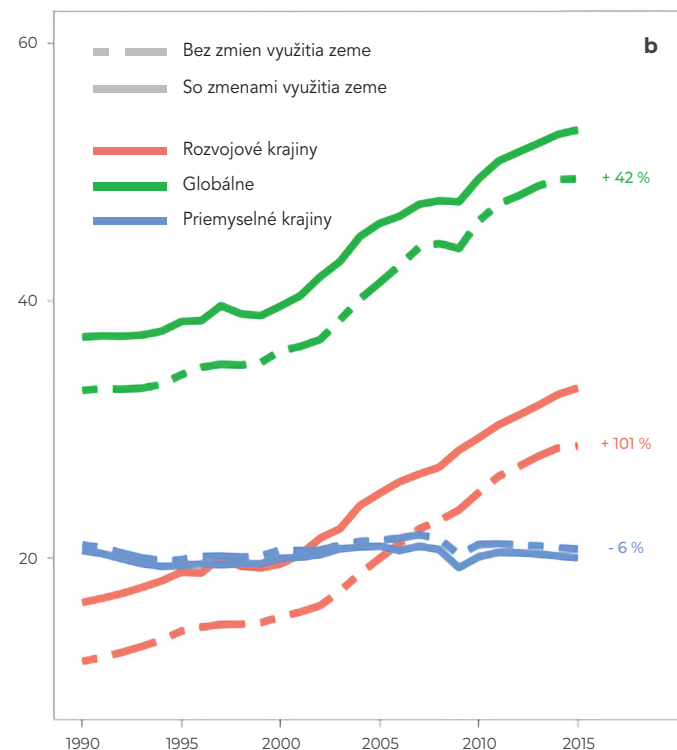
na emisiách skleníkových plynov z potravín v roku 1990 (a) a 2015 (b). Farby na mape znázorňujú podiel emisií skleníkových plynov z potravinových systémov ako podiel na celkových emisiách skleníkových plynov.

Zdroj: Crippa a kol. 2021

PODIEL POTRAVIN NA EMISIÁCH SKLENÍKOVÝCH PLYNOV



CELKOVÉ EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V GT CO<sub>2eq</sub>



S intenzifikáciou poľnohospodárstva sa zvyšujú emisie (obr. 80). Emisie skleníkových plynov z potravín v rozvojových krajinách rastú, pretože tieto krajiny prešli na konzumáciu väčšieho množstva mäsa a výrobu potravín vo veľkých priemyselných podnikoch. Táto zmena spôsobuje celkový globálny nárast emisií súvisiacich s potravinami. V rozvinutých krajinách zostávajú emisie relatívne stabilné.

Obr. 80

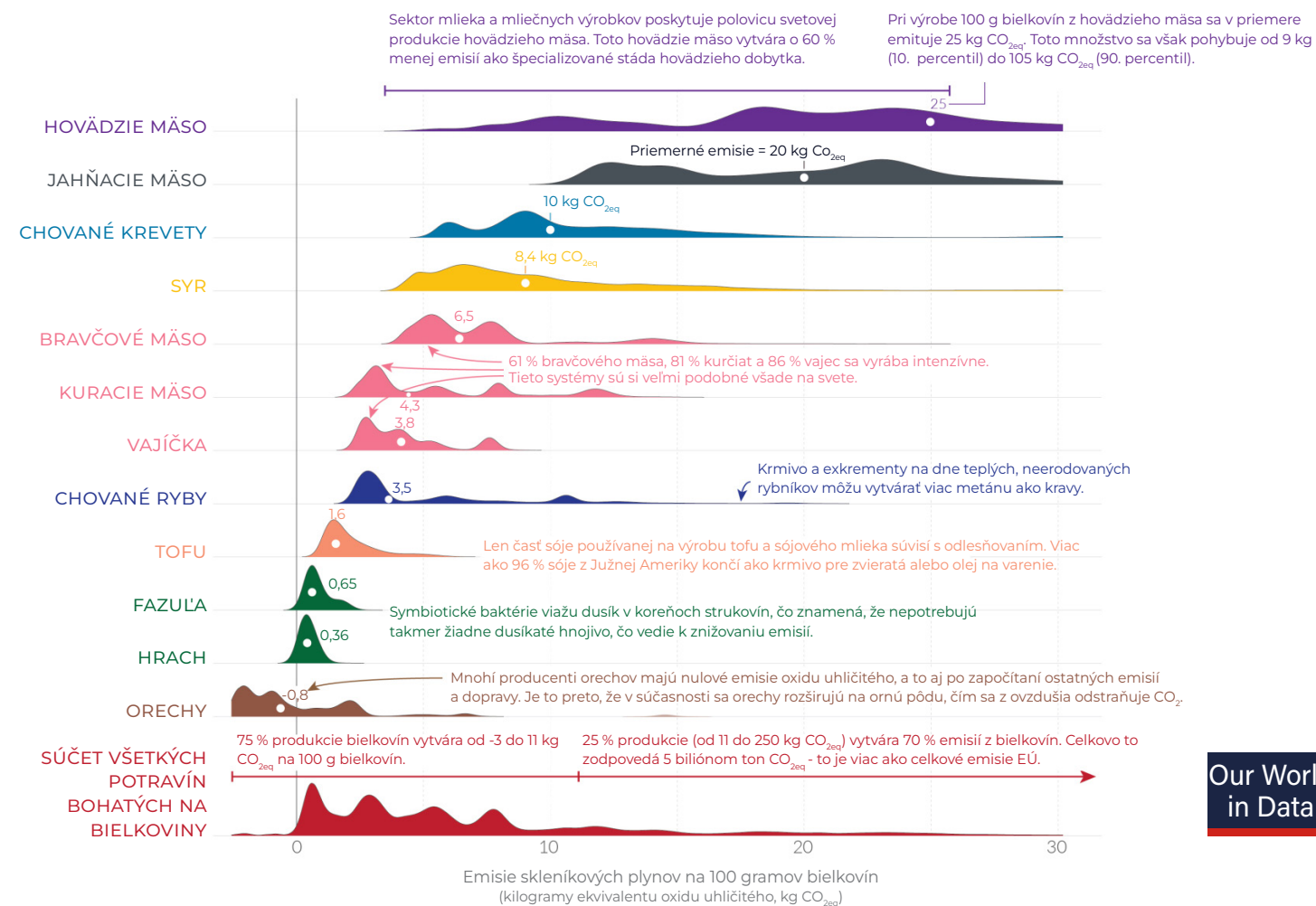
Celkové emisie skleníkových plynov v Gt CO<sub>2eq</sub> (b) a údaje o podiele potravín na emisiách skleníkových plynov (a) na celom svete a v rozvojových a priemyselných krajinách.  
Zdroj: Crippa a kol. 2021

Výpočty uhlíkovej stopy potravín poukazujú na fakt, že potraviny rastlinného pôvodu majú zvyčajne nižšiu uhlíkovú stopu ako mäso a mliečne výrobky, napr. pri výrobe 100 gramov bielkovín z hrachu sa uvoľní len 0,4 kg ekvivalentu oxidu uhličitého (CO<sub>2eq</sub>) (obr. 81). Na získanie rovnakého množstva bielkovín z hovädzieho mäsa by emisie boli takmer 90-krát vyššie, 35 kg CO<sub>2eq</sub> (Ritchie 2019).

Obr. 81

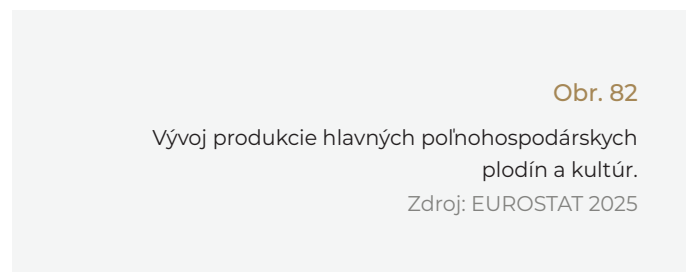
Vizualizácia uhlíkovej stopy pri produkcii potravín (porovnanie na základe celosvetových priemerov a mediánovej stopy – zvýraznená malým bielym krúžkom pre každý potravinový výrobok, ako aj celé spektrum emisií – od najnižších po najvyššie vznikajúce existujúcimi veľkými rozdielmi medzi výrobcami).

Zdroj: Poore, Nemecek 2018



Rastlinná výroba na Slovensku je málo rôznorodá, keďže je tu nízke zastúpenie fariem, ktoré aplikujú ekologické postupy rastlinnej výroby, ako aj integrovanú produkciu ovocia a zeleniny, v posledných rokoch je zameraná predovšetkým na pestovanie obilnín a niektorých technických plodín, najmä olejnin (obr. 82). Klesá produkcia niektorých tradičných trhových plodín ako zemiakov, zeleniny, ovocia a hrozna, najmä od vstupu do EÚ v dôsledku dovozu lacnejších potravín, ktorý je však spojený so zvýšenou uhlíkovou stopou. Podobný trend je pozorovateľný aj na celosvetovej úrovni – pokiaľ výnosy celosvetovej poľnohospodárskej produkcie sa zvyšujú, nepripravujú vždy k zníženiu počtu hladujúcich ľudí. Čoraz viac pestovaných plodín sa využíva na iné účely ako na výživu a zabezpečenie potravinovej bezpečnosti, napr. ako biopalivá, hydrogenované oleje a škroby, ako najrôznejšie spracovateľské prísady a múky.

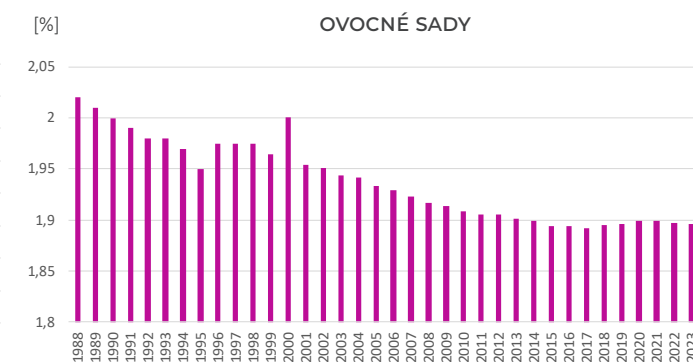
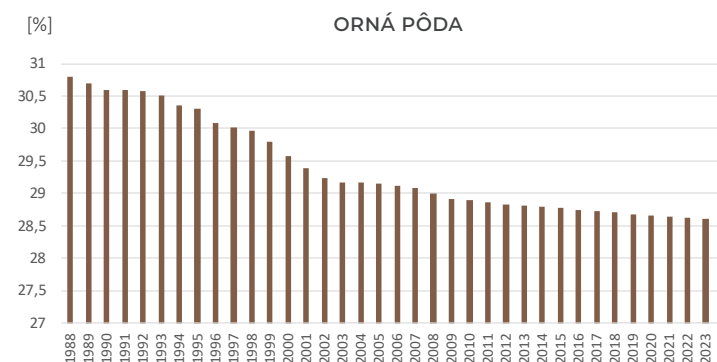
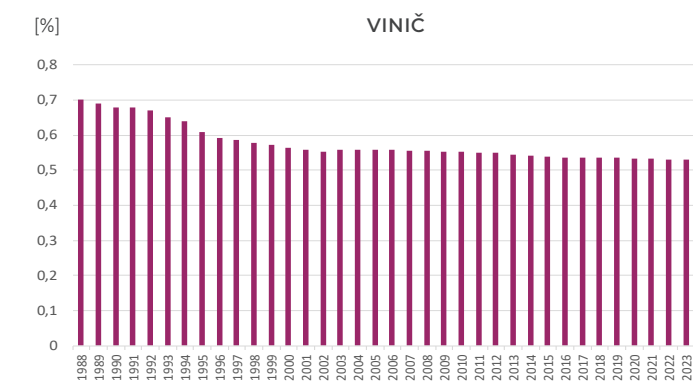
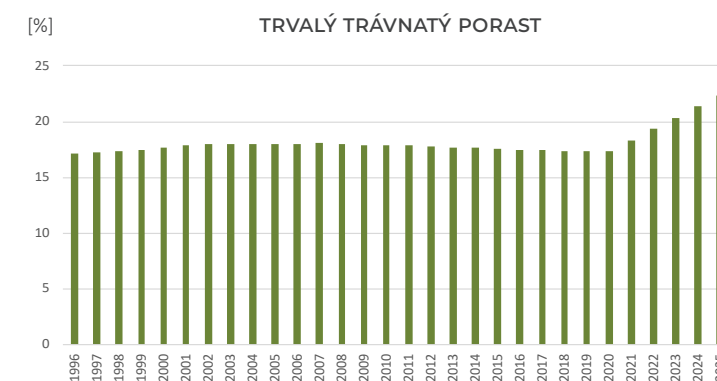
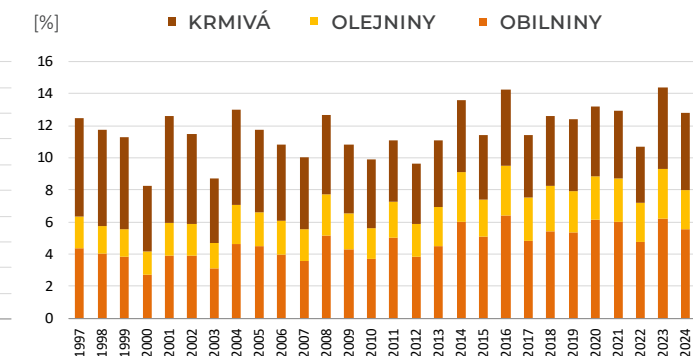
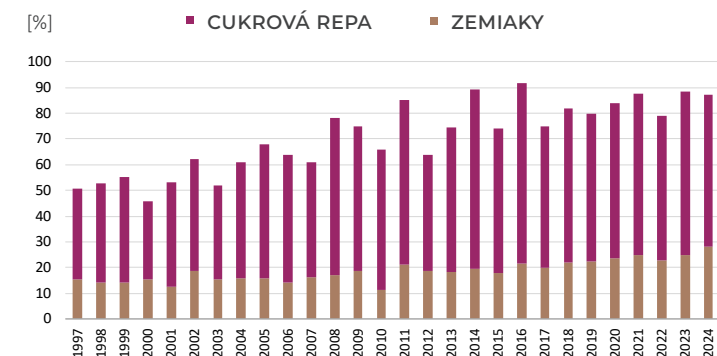
Pestovanie jednej plodiny na veľkoblkových poliach spojené s používaním chemikálií a nedostatok prirodzených biotopov, ktorý akceleruje zmena klímy, predstavujú ohrozenie aj pre opelovače. Opelovanie rastlín včelami, ako aj iným druhom hmyzu má vplyv na zachovanie biodiverzity a na úrodnosť, kvalitu a stabilitu produkcie plodín. Na základe globálneho hodnotenia opelovania v rámci Medzivládneho panelu pre biodiverzitu a ekosystémové služby (IPBES 2019) sa odhaduje, že od opelovania je závislých približne 75 % globálne dôležitých plodín vrátane produkcie ovocia a semenárstva a sú významné aj pre viac ako 80 % divorastúcich rastlín mierne-



ho pásma (Potts a kol. 2016). Mnohé z plodín, ako niektoré druhy ovocia, orechy, olejliny, obilniny i zelenina, by neboli schopné produkovať žiadny výnos bez opelovania hmyzom.

Adaptačné a mitigačné opatrenia v rastlinnej výrobe by mali zahŕňať úpravu osevných postupov; šetrné pestovateľské technológie; podporu biologickej ochrany a integrovanej produkcie; podporu diverzity plodín na zabezpečenie udržateľnej produkcie, podporu šľachtenia a výroby osív, ktoré budú vhodné do zmenených klimatických podmienok; zabezpečenie odrôd slovenského šľachtenia; podporu biokvality a lokálnej spotreby, ako aj podporu zelenej infraštruktúry vrátane biopásov pre opelovače.

Klesajúci trend živočíšnej výroby na Slovensku po roku 1990 najmä v dôsledku zavedenia priamych platieb na plochu po vstupe do EÚ a importu živočíšnych produktov zo zahraničia nevytvára pre adaptáciu optimálny stav (obr. 83). Je tu zvýšená uhlíková stopa spojená s dovozom produktov živočíšnej výroby a orientácia domácej produkcie na kvantitu so silným zastúpením podnikov s vysokou koncentráciou hospodárskych zvierat

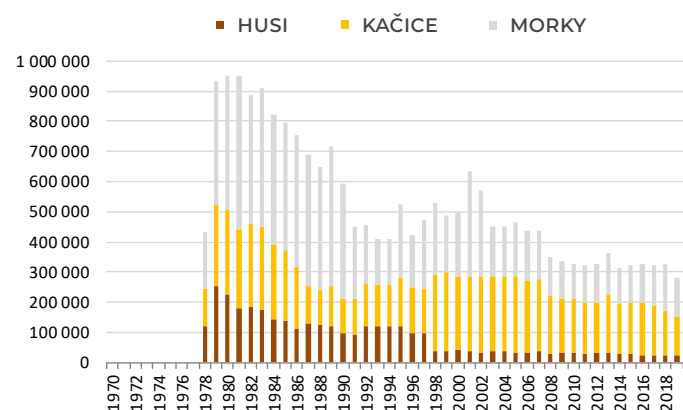
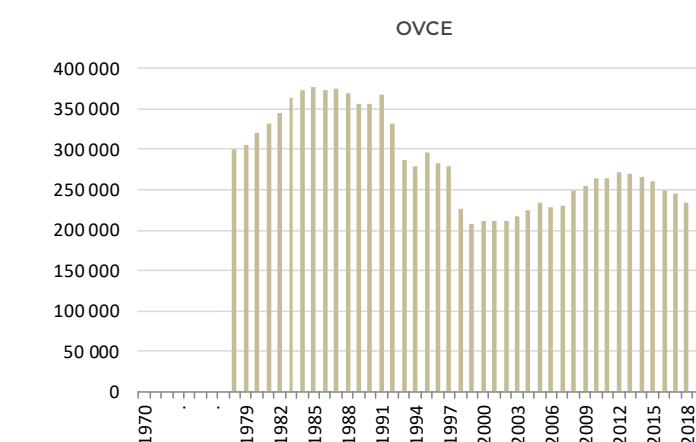
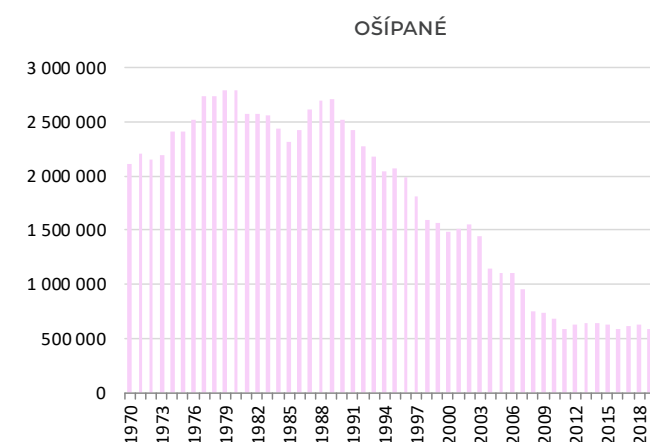
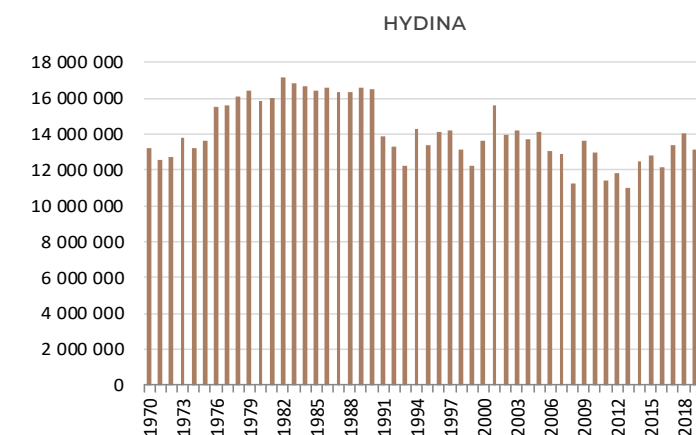
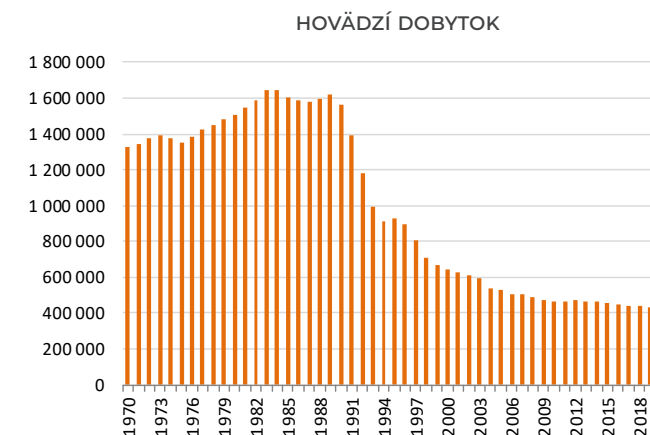
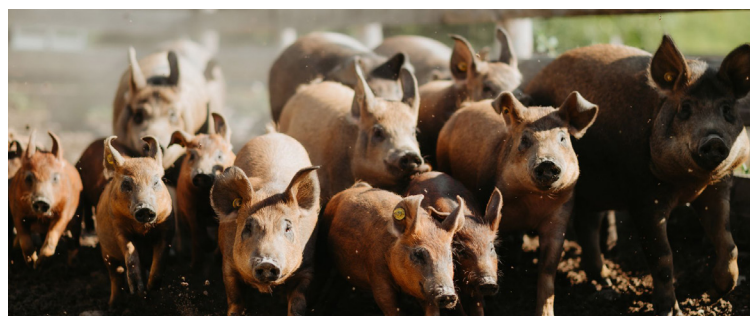




(intenzívna poľnohospodárska produkcia). Existuje nízke zastúpenie fariem aplikujúcich diverzifikovanú extenzívnu živočíšnu výrobu. Zároveň chýba lepšia podpora genetickej diverzity chovaných zvierat a lokálnych plemien a viac informácií o vplyve živočíšnej výroby na zmenu klímy.

Adaptovanie živočíšnej výroby na zmenené klimatické podmienky si vyžaduje opatrenia zamerané na podporu adaptačných prístupov, ako je zvýšenie adaptability hospodárskych zvierat; rozpracovanie technologických opatrení kŕmenia zvierat; rozpracovanie postupov záchranu a manipulácie so zvieratami pri záplavách a požiaroch; analyzovanie spotreby technologickej vody a pitnej vody pre jednotlivé druhy, plemená a kategórie zvierat; legislatívne zabezpečenie územnej ochrany plemenných chovov; určenie uhlíkovej stopy, ktorá vzniká pri výrobe jednotlivých potravín živočíšneho pôvodu, používaním nevhodných krmovín a ďalšie. Zároveň je kľúčové zmenšiť disproporciu v chove zvierat na území Slovenska a výraznejšie podporovať extenzívne formy.

Ak chceme znížiť emisie z našich potravín, existuje obrovský priestor pre spotrebiteľov aj výrobcov. Pokiaľ ide o výrobcov, pochopenie a prijatie osvedčených postupov hospodárenia na farmách a pôde môže zmierniť najväčšie vplyvy výroby. Ako spotrebiteľia môžeme najviac zmeniť to, že budeme konzumovať viac rastlinných potravín.



Obr. 83

Vývoj živočíšnej produkcie na Slovensku.

Zdroj: EUROSTAT 2021



Zdroj: [www.ecofarms.co](http://www.ecofarms.co)

Cieľom poľnohospodárskej politiky na Slovensku je okrem iného zvýšiť podiel ekologicky obhospodarovanej poľnohospodárskej pôdy na Slovensku do roku 2030 na 20 % a zlepšiť podporu dobrých životných podmienok zvierat, aby takmer 64 % dobytčích jednotiek profitovalo z fondov EÚ na zníženie používania antibiotík a podpory a dobrých životných podmienok zvierat (Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR 2022).

#### K zlepšeniu stavu poľnohospodárskej krajiny by mali prispieť viaceré ozeleňujúce opatrenia:

- Zvýšené nároky v rámci základných požiadaviek vychádzajúce z noriem Dobrých poľnohospodárskych a environmentálnych podmienok (GAEC) – požiadavky na ochranu mokradí a rašelinísk; všeobecná a špecifická ochrana trvalých trávnych porastov; vyššia ochrana vegetačného pokrytia poľnohospodárskej plochy v citlivých mimoprodukčných obdobiach, striedanie plodín; vyššia prítomnosť neproduktívnych prvkov a plôch.
- Zavedenie ekoschém (celofarmová ekoschéma a zlepšenie životných podmienok zvierat/pastevný chov), ktoré sú pre poľnohospodárov dobrovoľné, a nastavené poľnohospodárske postupy by mali prispievať k plneniu cieľov EÚ v oblasti životného prostredia a klímy a k zlepšeniu podmienok pre biodiverzitu. K tomu môžu prispieť postupy zamerané na zlepšenie štruktúry pôdy (napr. aplikácia maštalného hnoja, kompostu ako hospodárskeho hnojiva, pestovanie medziplodín, za-

pravenie slamy do pôdy), zvyšovanie podielu neproduktívnych zelených prvkov, rozčleňovanie veľkoblokových parciel, odložený termín kosenia na časti pozemkov, zatrávňovanie medziradia vo vinohradoch a pod.

- Ďalšie intervencie zamerané na environmentálne a klimatické ciele: opatrenia a postupy zamerané na ekologické poľnohospodárstvo; ochranu vody a pôdy; tvorbu a údržbu líniových vegetačných prvkov; podpora poľnohospodárstva v oblastiach s prírodnými a inými špecifickými obmedzeniami, aby sa zamedziло opúšťanie využívania poľnohospodárskej krajiny; precízne hnojenie v chránených vodohospodárskych oblastiach; podpora dobrých životných podmienok zvierat; znižovanie emisií; závlahy; vodozadržné opatrenia a iné.

Ekoschémy by mali odmeňovať poľnohospodárov a motivovať ich k prijímaniu opatrení smerujúcich k udržateľnejšiemu hospodáreniu. Zapojenie farmárov do celofarmovej ekoschémy je dobrovoľné, preto kľúčovým faktorom na zlepšenie stavu biodiverzity bude práve zapojenie dostatočného množstva farmárov. Nastavenie pravidiel je dosť minimalistické, tak môžeme dúfať, že sa táto intervencia stane atraktívnou pre zapojenie farmárov. Za mimoriadne pozitívne považujeme rozčleňovanie monokultúrnych lánov, keďže na Slovensku sú najvyššie priemerné výmery poľnohospodárskych pozemkov v Európskej únii, čo by malo prispieť k zvýšeniu diverzity krajiny a tým aj zlepšeniu podmienok biodiverzity.



Zdroj: Denník N/Andrej Bán

## 2. podkapitola

# Dopady zmeny klímy na vodné hospodárstvo

Ing. Yveta Velísková, PhD.  
Ústav hydrológie SAV, v. v. i.

Využívaním vodných zdrojov na rôzne účely, ako je zabezpečenie pitnej vody, vody na zavlažovanie, poľnohospodárstvo, priemyselnú výrobu, energetiku, dopravu, rekreáciu a pod., ale aj ochranou, manažmentom vodných zdrojov sa zaoberá vodné hospodárstvo. Jeho agenda je dôležitá pre udržateľný rozvoj spoločnosti, ako aj pre ochranu životného prostredia. Toto odvetvie zahŕňa rôzne činnosti, ako sú výstavba a prevádzka vodných stavieb (vodárenské nádrže, priehrady, kanály, hrádze, čistiarne odpadových vôd...), správa a rozvod pitnej vody, odvádzanie a čistenie odpadových vôd, monitorovanie a hodnotenie kvality vody, plánovanie a riadenie vodných zdrojov povodí, podpora vodnej ekológie a biodiverzity, prípadne výskum a inovácie v oblasti vodného hospodárstva a ich implementácia v praxi.

Vodu už niekoľko rokov považujeme za strategickú surovinu. Okrem zabezpečenia vody má vodné hospodárstvo aj ďalšiu významnú úlohu, a to ochranu pred nežiaducimi účinkami hydrologických extrémov, ako je sucho a povodne.

Prejavy zmeny klímy prinášajú pre vodné hospodárstvo nové výzvy. Či už je to v súvislosti s úlohami, pri ktorých je potrebné rozmyšľať, ako vodu

v danom prostredí, v krajine, v mestskej aglomerácii zadržať, alebo naopak – v prípade jej náhleho prebytku, ako ju čo najbezpečnejšie a rýchlo z daného územia odvieť. Je totiž všeobecne známe, že jedným zo sprievodných prejavov zmeny klímy je výskyt dlhších období sucha, keď v danom prostredí môže (a spravidla to tak aj býva) byť nedostatok vody. Ďalším prejavom je opačný prípad, a to výskyt tzv. privalových dažďov, keď za

relatívne krátke obdobie spadne veľké množstvo vody na relatívne malé územie, čoho dôsledkom môže byť vznik povodne v danom území (Píla, 2011 – obr. 84; Vrátna dolina, 2014; Pezinok, Senec, 2022; povodie Hornádu, Slanej, Popradu, 2023, atď.).



Obr.84  
Píla, tok Gidra (2011).

## SUCHO

V poslednom období sa prekonávali teplotné rekordy na mnohých miestach v Európe, ale aj v rámci celej planéty. V dovolenkových destináciách sa v poslednom období často boría s veľkými požiarimi. A ak by sme nechceli zachádzať ďaleko, tak napr. v roku 2022 u nášho južného suseda vyschlo jazero Nagyszéksós v oblasti národného parku Kiskunság v Mórahalme. V tom istom období na východe Slovenska vyschol

15-kilometrový úsek rieky Bodva. A takýchto príkladov za posledné obdobie by sa mohlo spomenúť viac.

Sprievodnými javmi výskytu vysokých horúčav posledného obdobia sú veľké suchá – teda nedostatok vody. Slovensko nie je výnimkou. Takéto extrémne počasia dopadajú nielen na poľnohospodárov, ale aj na bežných ľudí. V období sucha sa zakazuje polievanie záhrad či napúšťanie bazénov, studne vysychajú a ľudia sú vyzývaní na šetrenie vodou.

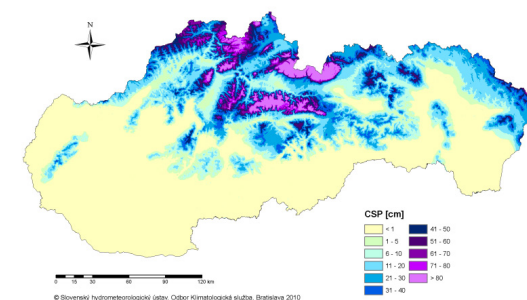
Sucho sa vyznačuje pomalým vznikom a vývojom, ktorý trvá mesiace. Dôležité sú pritom najmä dva faktory – aký je úhrn zrážok a aká je teplota vzduchu. Teda koľko vody na dané územie naprší a koľko sa jej v dôsledku vysokých teplôt vyparí. Aby sme porozumeli, prečo krajinu v danom období sužuje miestami až extrémne sucha, treba sa pozrieť aj na to, čo sa dialo v predchádzajúcom období. Niekedy už počas zimného obdobia, keď by sa zásoby vody v krajine – povodí mali a mohli akumulovať a postupne dopĺňať zo snehovej pokrývky, sa to nestane, pretože snehu spadne minimálne množstvo alebo aj žiadne. Tekuté zrážky sú síce tiež dobré, ale odtok vody z územia je rýchlejší ako v prípade snehu. Takže už v tomto období sa nevytvorí dostatočná rezerva zásob vody v danom území. Ak sa k tomu potom pridá suchá jar a horúce leto, deficit zásob vody v území sa zvyšuje a nastáva problém. Čo je ďalšou znepokojujúcou skutočnosťou, teploty rastú aj v horských oblastiach, vo veľkých mestách je nárast teploty podstatne vyšší.

## Obr. 85

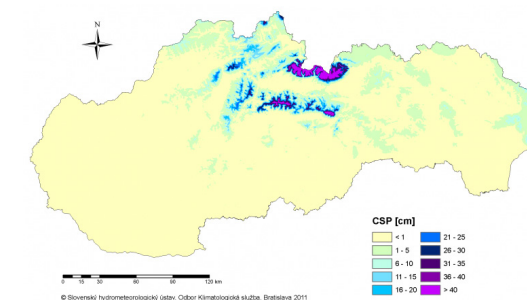
Rozdelenie a výška snehovej pokrývky v rôznych obdobiach od roku 2010.

Zdroj: SHMÚ

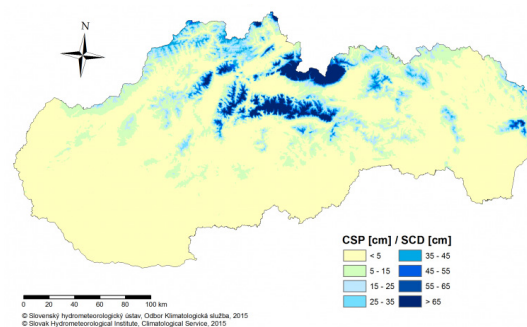
15.03.2010



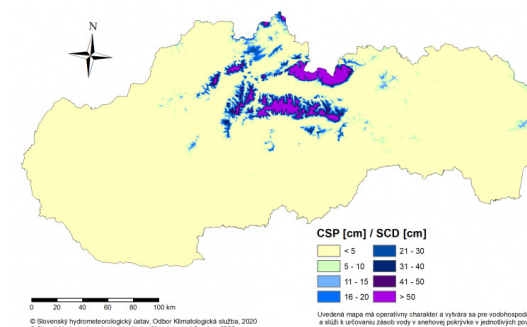
14.03.2011



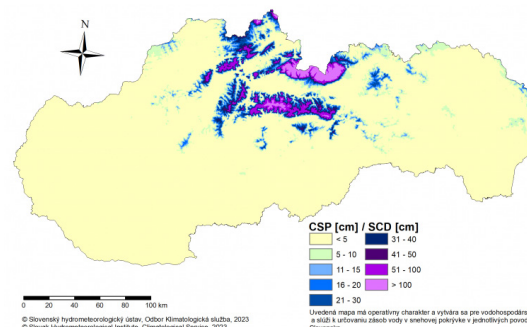
16.03.2015



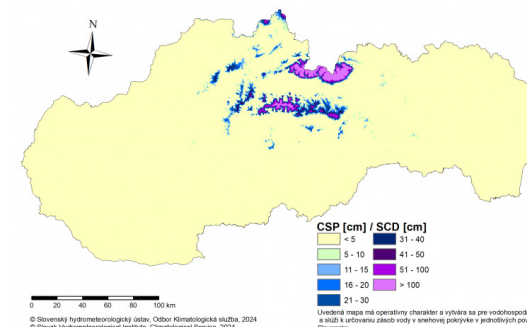
16.03.2020

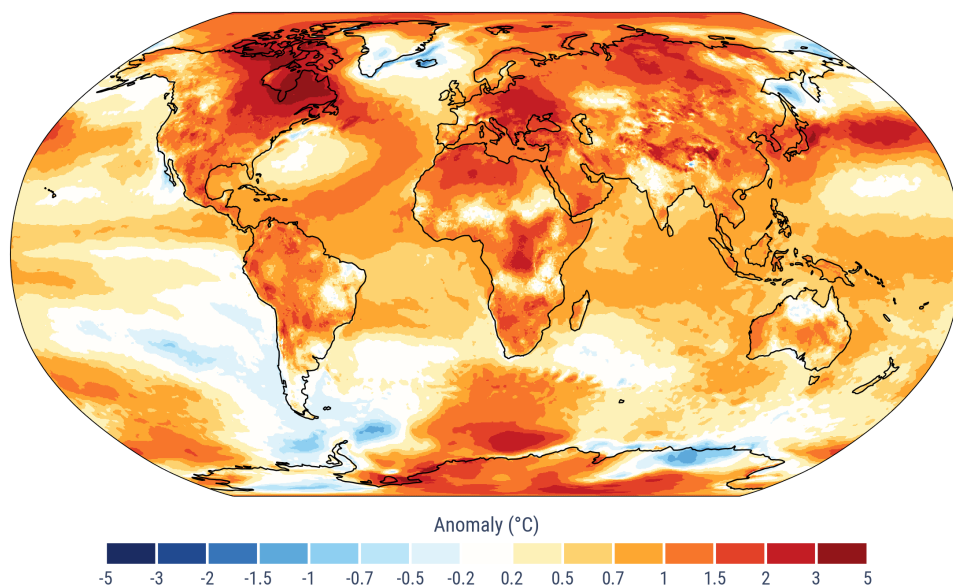


13.03.2023



16.03.2026

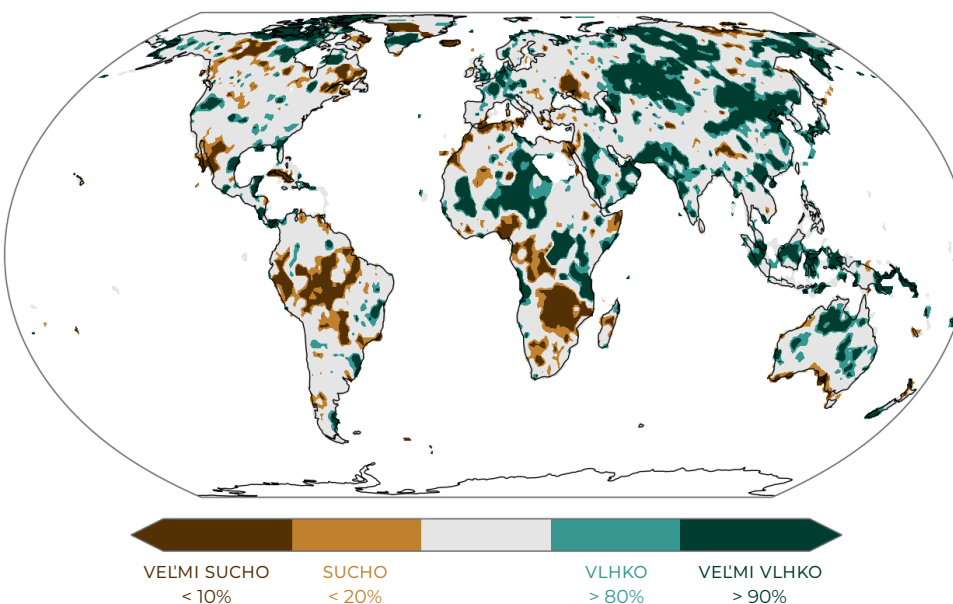




Obr. 86

Odchýlka priemernej ročnej teploty vzduchu v roku 2024 v porovnaní s normálom 1991 – 2020 (v °C).

Zdroj: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024>



Obr. 87

Úhrn zrážok v roku 2024 (január až september), vyjadrený ako percentil referenčného obdobia 1991 – 2020 (oblasti, ktoré sa vzhľadom na referenčné obdobie nachádzali v najsuchších /hnedej/ a najvlhkejších /zelená/ častiach sveta, pričom tmavšie odtiene hnedej a zelenej označujú najsuchšie a najvlhkejšie oblasti).

Zdroj: <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate>

To, čo môže byť považované za suchu v oblastiach tropických dažďových lesov (napríklad na Bali šesť dní bez dažďa), nemôže byť považované za suchu v púštnych oblastiach (napr. v Líbyi, kde ročné zrážky dosahujú menej než 180 mm) (Wilhite 2005).

V najvšeobecnejšom zmysle slova dochádza k suchu pri nedostatku zrážok v dlhšom časovom období (na Slovensku v rozsahu týždňov až mesiacov) a vedie k nedostatku vody pre istú aktivitu, skupinu ľudí alebo životné prostredie. Na Slovensku spôsobuje suchu problémy hlavne v poľnohospodárstve, lesníctve a vo vodnom hospodárstve.

Rok 2022 oproti roku 2023 bol z hľadiska výskytu sucha na Slovensku výnimočný (obr. 88). Extrémne suché podmienky sa vyskytli na viac ako polovici územia Slovenska a trvanie sucha bolo na niektorých miestach dlhšie ako 200 dní. Vo väčšine okresov na území Slovenska bola úroda veľmi nízka a suchu významne zasiahlo aj lesné ekosystémy.

Na začiatku roka 2022 boli na väčšine územia normálne až mierne suché podmienky. Extrémne suchu sa prvýkrát objavilo krátkodobo vo februári v Prešove, na juhozápade v Bratislave, Žihárci a Hurbanove. V marci sa podmienky ešte viac zhoršili – najskôr bolo extrémne suchu len na západnom Slovensku, ku koncu marca bolo extrémne suchu na celom území. V apríli nastalo zlepšenie situácie a až do polovice mája prevažovali normálne až mierne suché podmienky. V máji a júni sa opäť objavilo extrémne suchu. Spočiatku zasiahlo len východné Slovensko, neskôr aj stredné Slovensko. V júli bolo extrémne suchu už aj na západe a v tretej júlovej dekáde bolo extrémne suchu na približne polovici pozorovacích staníc. Počas augusta, kvôli búrkovej

Odborníci obvykle rozlišujú rôzne typy sucha v závislosti od toho, na čo sa tento nedostatok vody vzťahuje, resp. podľa dominujúcich prejavov, napr.:

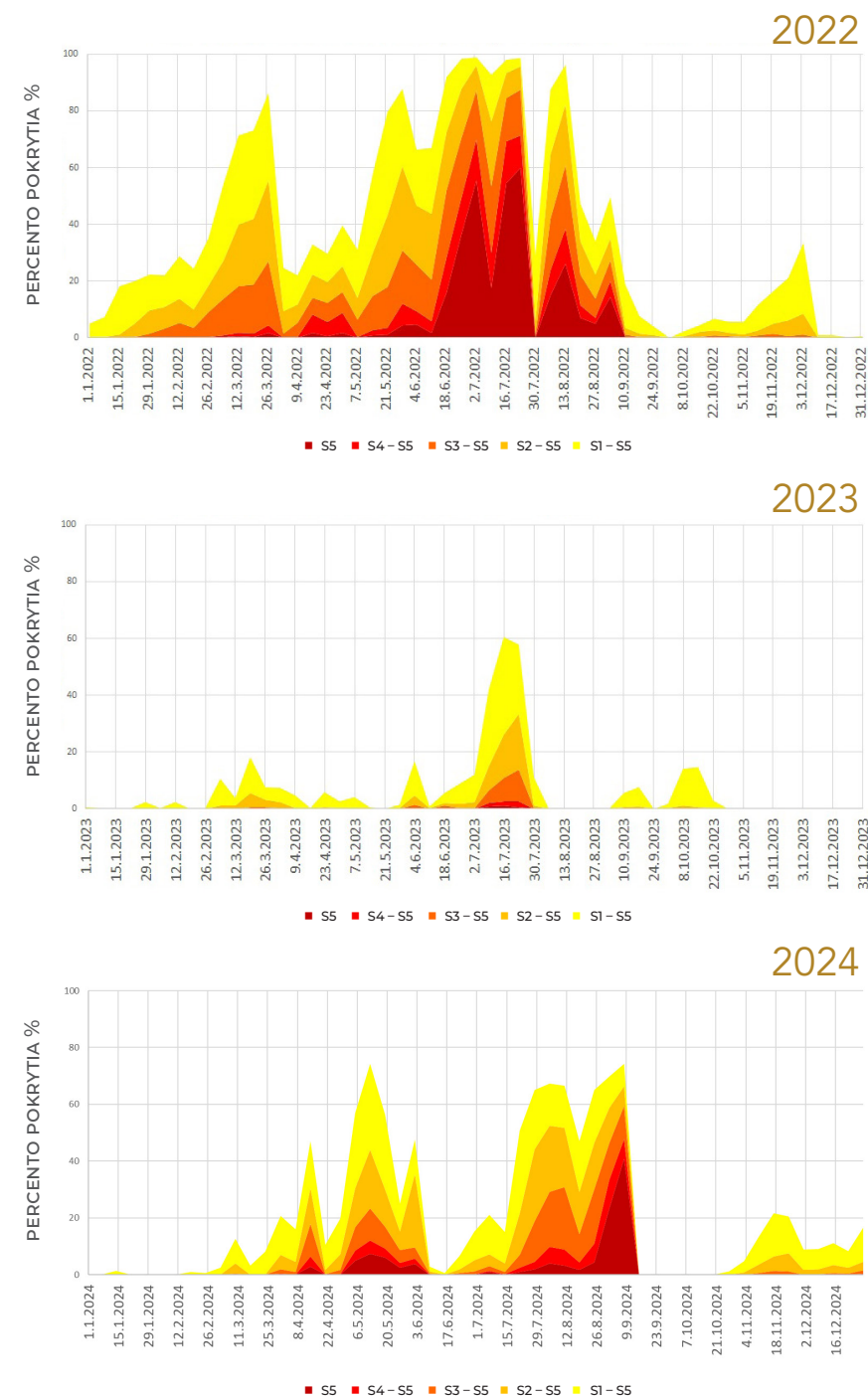
- ▶ **meteorologické** – záporná odchýlka zrážok od normálu počas určitého časového obdobia,
- ▶ **poľnohospodárske** – pôdne suchu, nedostatok vlhky pre plodiny,
- ▶ **hydrologické** – významné zníženie hladín vodných tokov, podzemných vôd, zásob vody v povodí,
- ▶ **vodohospodárske** – je výsledkom vzájomnej súhry prírodného javu (menej zrážok než sa očakávalo) a požiadavky ľudí na dodávku vody (obyčajne zvýšenej),
- ▶ **socioekonomické** – dopady sucha na kvalitu života atď.

činnosti, boli podmienky na území Slovenska rôznorodé. Extrémne sucho prevažovalo na východnom Slovensku a v južnej časti stredného Slovenska. Na začiatku septembra bolo extrémne sucho ešte na východe, ale neskôr sa aj tam situácia zlepšila. V októbri boli na väčšine Slovenska normálne až veľmi vlhké podmienky. Sucho sa opäť objavilo až v novembri. Veľmi suché až extrémne suché podmienky boli na prelome novembra a decembra na viacerých staniciach na západnom Slovensku a v priľahlej časti stredného Slovenska.

Čo sa týka pôdneho sucha, extrémne pôdne sucho sa v roku 2022 vyskytlo najskôr vo februári na Záhori. V marci sa situácia zhoršila a výrazné až extrémne sucho spolu zasahovalo na konci marca až 27 % územia. V prvej polovici apríla sa situácia na väčšine územia čiastočne zlepšila, ale s narastajúcou teplotou vzduchu a výparom v máji a júni sa sucho prehlbovalo na čoraz väčšom území a na konci júna bolo extrémne pôdne sucho až na 55 % územia. V prvej polovici júla nastalo čiastočné zlepšenie, ale len na krátky čas. V druhej polovici júla 2022 extrémne sucho zasahovalo takmer 60 % územia. V auguste bol už na západnom a strednom Slovensku dostatok zrážok, ale extrémne pôdne sucho ostalo ešte vo východnej časti Slovenska. V septembri a októbri už bola situácia priaznivá a väčšina územia bola bez rizika sucha. Začínajúce až výrazné sucho sa objavilo ojedinele na juhozápade až v novembri a decembri (Turňa et al. 2023).

Naproti tomu v roku 2023 boli na väčšine územia normálne až mierne vlhké podmienky. V druhej polovici januára a na začiatku februára prevažovali dokonca veľmi vlhké až extrémne vlhké podmienky. Sucho sa prvýkrát zaznamenalo až na konci februára. Veľmi suché až extrémne suché podmienky sa vyskytli v marci a na začiatku apríla. V priebehu apríla sa situácia zlepšila a v druhej polovici mesiaca prevažovali normálne až mierne vlhké podmienky (čo však zas nebolo priaznivé pre vývoj viniča). Sucho začalo mierne komplikovať situáciu až v júni, veľmi sucho bolo len vo východnej časti Slovenska. V priebehu júla pokračovali normálne až mierne suché podmienky na väčšine územia, veľmi sucho bolo miestami na západnom a strednom Slovensku. V auguste sa situácia zlepšila a prevažovali normálne až mierne vlhké podmienky, čo ojedinele vydržalo až do konca roka.

Čo sa týka pôdneho sucha, to sa v zime 2022/23 vyskytlo len koncom zimy v regióne Spiš a na juhovýchodnom Slovensku. Zhoršenie situácie nastalo až v marci. Koncom marca bolo na juhozápadnom a západnom Slovensku lokálne výrazné až výnimočné pôdne sucho, pričom v pôdnej vrstve 0 – 40 cm to predstavovalo spolu 3,6 % celkovej plochy Slovenska. V letných mesiacoch sa striedali kratšie suché a vlhké obdobia. V lete sucho vrcholilo v druhej polovici júla, keď extrémne sucho zasahovalo 1,7 % územia a celkovo bolo suchom rôznej intenzity zasiahnutých až 60 % územia (obr. 88 stred). Veľmi vlhké obdobie nastalo na začiatku augusta, keď na takmer celom



Obr. 88

Percento zasiahnutého územia suchom v rokoch 2022 – 2024.

Vysvetlivky:

- S1 – začínajúce sucho,
- S2 – mierne sucho,
- S3 – výrazné sucho,
- S4 – výnimočné sucho a
- S5 – extrémne sucho.

Zdroj: SHMÚ



Zdroj: IASB

2024. Tretia vlna sucha zasiahla územie Slovenska v novembri a decembri, keď sa začínajúce sucho vyskytlo až na 20 % územia Slovenska.

### AKO TO BOLO V MINULOSTI

Suchá na Slovensku sa vyskytovali i v minulosti a boli miestami ešte väčšie, ako sú tie súčasné. Napr. v období rokov 1872 – 2010 sa v stanici Hurbanovo vyskytlo 16-krát obdobie bez zrážok v trvaní nad 40 dní a 7-krát obdobie bez zrážok v trvaní 50 dní. Najhorší bol rok 1947, keď nezapršalo 83 dní za sebou a bolo katastrofálne sucho. Slovensko muselo nakúpiť obilie zo zahraničia, inak by v niektorých oblastiach Slovenska hrozil hladomor. V Dunaji boli také malé prietoky, že dopravu po rieke museli zastaviť.

území bol nadbytok vlhky. V septembri sa sucho obnovilo, no na prelome septembra a októbra sa situácia zlepšila a sucho sa skončilo. V novembri a decembri bolo veľmi vlhko na väčšine územia a celé územie Slovenska bolo tieto dva mesiaca bez rizika sucha, pričom nasýtenie na konci roka bolo na celom území vyššie ako 90 %.

Rok 2024 bol priebehom, intenzitou a aj rozsahom sucha bližšie k roku 2022, avšak nedosahoval ani rozsah a ani intenzitu sucha v roku 2022. Prvá vlna sucha kulminovala v máji, keď silné až extrémne sucho postihlo 25 % územia Slovenska. Druhá vlna začala postupne narastať koncom júna a silné až extrémne sucho sa vyskytlo takmer na 60 % územia. Táto vlna bola ukončená intenzívnymi zrážkami v polovici septembra



Novým fenoménom súčasnosti je, že kým v minulosti boli aspoň zimy studené s dostatkom snehu, po roku 2010 začali byť zimy len mierne.

Výsledkami pozorovaní je potvrdené, že ročné úhrny zrážok v priemere neklesajú – sú plus mínus rovnaké ako v minulosti. To, čo sa zmenilo a prečo pociťujeme sucho, je to, že z krajiny sa vyparuje viac vody – po roku 2000 výpar vody z našej krajiny stúpol z 500 na 550 milimetrov.

Okrem toho, že sa predlžujú obdobia bez zrážok, ďalším fenoménom dneška je, že po bezzrážkovom období prídu zrazu počas jedného dňa extrémne dažde. Pri prudkých dažďoch však voda veľmi rýchlo odteká po povrchu (osobitne po dlhšom bezzrážkovom období, kým sa vrchná vrstva nezamáča) a do pôdy jej vsiakne len málo.

### ČO NÁS ČAKÁ

Existujú prognózy klimatológov, že ak sa bude z roka na rok opakovať taká situácia, že budú niekoľko rokov za sebou veľmi teplé zimy s minimom snehovej pokrývky, môžeme sa dočkať suchého obdobia trvajúceho aj niekoľko desaťročí. Popri tom sa môžu vyskytnúť aj mesiace, keď budú zrážky a možno aj povodne, ale bude to vlastne striedanie jedného extrému s druhým.

### PRÍVALOVÉ DAŽDE A POVODNE

Ďalším už spomínaným prejavom dopadov zmeny klímy na hydrologický cyklus, a teda na zásoby vody v krajine – jej rozdelenie v čase a priestore, je zvýšený výskyt tzv. **prívalových dažďov**, ktoré

v závislosti od podmienok v povodí, resp. v území, na ktoré padnú, môžu spôsobiť povodeň. Vo všeobecnosti vznik povodne hrozí pri výskyte mohutných zrážok, príp. z náhleho topenia snehu a následným zvýšeným odtokom vody z územia, spojeným s rýchlym stúpaním hladiny vody alebo prietoku vo vodnom toku. Povodeň môže vzniknúť aj v dôsledku prekážky v koryte vodného toku (ktoré v období zimy môže byť vyvolané aj tzv. ľadochodom na rieke), pod mostom alebo v priepuste. V neposlednom rade nebezpečenstvo povodne vzniká aj pri poruche alebo havárii na vodnej stavbe. V podstate s povodňami sa môžeme stretnúť po celý rok. Počas jari a začiatkom leta najčastejšie v dôsledku kombinácie zrážok a topiaceho sa snehu, v lete a na jeseň v dôsledku búrok, regionálnych prívalových dažďov, v zime v dôsledku náhleho topenia sa snehu alebo v dôsledku zamrznutia vodnej hladiny, prípadne ľadochodu na toku.

**Prívalové povodne** sú povodne, ktoré vznikajú po intenzívnych a krátkotrvajúcich zrážkach, ktoré spôsobia rýchly nárast odtoku zo zasiahnutého (často relatívne malého územia) a zvýšenie prietoku v toku, ktorý takúto vodu z územia odvádza. Sú nebezpečné pre ľudí, zvieratá a majetok, pretože sú nevyspytateľné, s vysokou energiou a na rozdiel od sucha ich nástup je veľmi rýchly a dynamický. Prívalové povodne môžu spôsobiť zosuvy pôdy, eróziu, zanesenie koryta, poškodenie infraštruktúry a znečistenie vody.

Prívalové povodne sa môžu vyskytovať v horských a podhorských oblastiach, kde je veľa zrá-

žok a strmý terén, ale aj v územiach s menším sklonom, ale s veľkým podielom nepriepustných plôch (napr. zastavané sídelné územia). Príkladmi prívalovej povodne z posledného obdobia je napríklad povodeň, ktorá v máji 2022 zasiahla západné Slovensko a v auguste 2023 boli postihnuté zas niektoré toky východného Slovenska. Každá povodeň okrem toho, že ohrozuje ľudské

životy, spôsobuje veľké škody na majetku a infraštruktúre. Možným dôsledkom prívalového dažďa a neodborne vykonanej vodnej stavby, ktorej pôvodná funkcia bola chrániť územie pred povodňami, môže byť povodeň spôsobená deštrukciou tejto stavby v dôsledku preťaženia objemom prívalového dažďa, ako napr. pretrhnutie hrádze v máji 2021 v Rudne nad Hronom (obr. 89, 90).



**Obr. 89**

Rudno nad Hronom, 17. 5. 2021.

Zdroj: Youtube



**Obr. 90**

Pretrhnutá hrádza dva týždne po povodni.

Zdroj: Aktuality.sk/Iva Zigová

Treba zdôrazniť, že vo všeobecnosti a pri správnom zhotovení vodné stavby, ktoré sa nachádzajú na vodných tokoch, pozitívne ovplyvňujú hladiny vodných tokov pod nimi. A teda splošťujú povodňové vlny, vykonávajú protipovodňovú ochranu a akumulujú vodu v nádržiach a zdržiacich. Výstavba takýchto stavieb však musí byť vykonaná odborne a ich prevádzka by mala podliehať kontrole odborníkov z prostredia vodného hospodárstva.

Čo nás teda pravdepodobne čaká v budúcnosti? Na čo by sme mali myslieť? Čo by sme mali robiť?

Otázok je veľa a jednoznačná odpoveď nie je. Prítomnosť zmeny klímy je potvrdená, nárast teplôt, ktorý dynamizuje procesy v hydrosfére na celej planéte tiež. Na druhej strane výsledky analýz dlhých časových radov ukazujú, že i keď otepľovanie bude pravdepodobne pokračovať a výpar sa bude zvyšovať, na základe teórie striedania mokrých a suchých období sa dá predpokladať aj možnosť, že po suchu príde opäť obdobie s bohatšími zrážkami. Treba si uvedomiť, že vody na Zemi je stále rovnaké množstvo. Mení sa len jej skupenstvo. Keď v Európe prevládajú suché roky, v Amazonke je nadpriemerné množstvo vody... Či však tento cyklický proces dokáže zvrátiť dôsledky klimatickej zmeny na hydrosféru, je veľmi otáznave a málo pravdepodobné. Možno by dokázal tieto vplyvy a dôsledky trochu oslabiť alebo utlmiť, ale určite nie natrvalo. To, ako bude u nás, závisí od toho, ako sa my budeme starať o našu krajinu, o naše vodné zdroje, ale nielen od toho. Nemôžeme sedieť so založenými rukami a čakať,

čo príde. Musíme sa vedieť adaptovať – pripraviť sa a prispôbiť podmienkam, aké budeme mať.

V rámci vodného hospodárstva treba pripraviť a prijať také stratégie, aby sme extrémny počasie generujúce hydrologické extrémny vyvolané zmenou klímy (sucho, povodeň) vedeli zvládnuť. To znamená mať podmienky na korekciu nerovnomerného rozdelenia vodných zdrojov v priestore a čase. Jednoducho povedané, snažiť sa v období prebytku vody vodu zachytiť a nadbytočné množstvo bezpečne odvieť z územia a na vhodnom mieste ho prípadne akumulovať pre potreby v období s nedostatkom vody, a pokiaľ to bude možné, zadržať vodu v území v miere, ktorá neohrozuje ľudí a prostredie, krajinu. Znie to jednoducho, ale v realite to nie je také jednoduché. Spôsob zachytenia závisí od podmienok v danej lokalite, ale aj od toho, na čo ju chceme/potrebuje použít. Na schladenie krajiny/prostredia, pre biotop, sú vhodné aj menšie adaptačné opatrenia, ktoré pomôžu zachytiť a zadržať vodu v území (obr. 91 – 98).

Ak však vodu potrebujeme ako obnoviteľný zdroj energie, pre priemysel alebo poľnohospodárstvo alebo v neposlednom rade na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou, v tomto prípade si už asi bez väčších vodných stavieb/nádrží neporadíme. Nádrže a vodovody budovali už staré civilizácie stovky rokov pred našim letopočtom, v Nemecku a Rakúsku sú v povodí Dunaja vybudované stovky vodárenských nádrží. V Číne je podľa štatistik z roku 2021 vybudovaných 98 000 vodných nádrží, z toho 4 700 vodných nádrží s kapacitou



Obr. 91 a-e

Rôzne spôsoby/možnosti zachytávania dažďovej vody.

Zdroj: commons.wikimedia.org

Obr. 92

Zelená strecha – Chicago City Hall green roof.

Zdroj: commons.wikimedia.org

Obr. 93

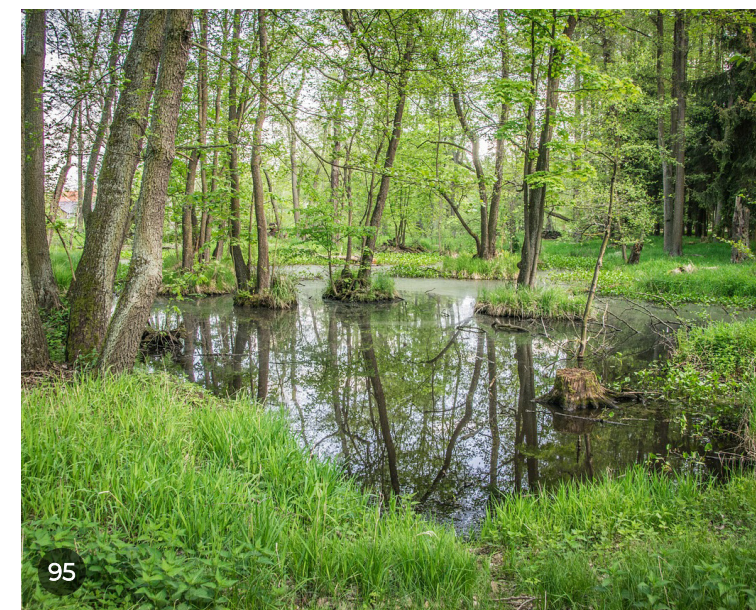
Zelená strecha – polyfunkčný bytový dom GUTHAUS v Bratislave.

Zdroj: Asociácia pre zelené strechy a zelenú infraštruktúru

Obr. 94

Tradícia zelených striech v Nórsku.

Zdroj: archív Y. Velískovej



95

Obr. 95

Príklad zadržania vody v krajine

Zdroj: pixabay.com

Obr. 96 a, b

Príklady tzv. dažďovej záhrady.

Zdroj: USEPA Environmental-Protection-Agency



97

Obr. 97

Príklad zelenej fasády a strechy na budove s oceľovou konštrukciou – priemyselná budova spoločnosti LIKO-S, Slavkov u Brna, ČR

Zdroj: www.liko-s.cz

Obr. 98

Dažďová nádrž – Oakley, Veľká Británia

Zdroj: commons.wikimedia.org



92



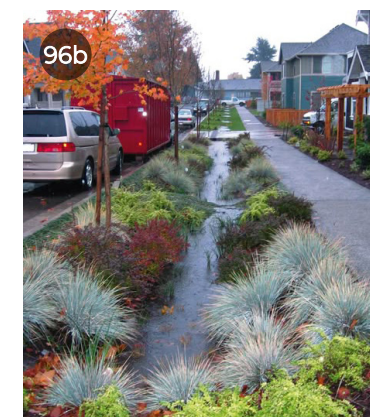
93



94



96a



96b



98

od 10 miliónov do 1 miliardy metrov kubických.

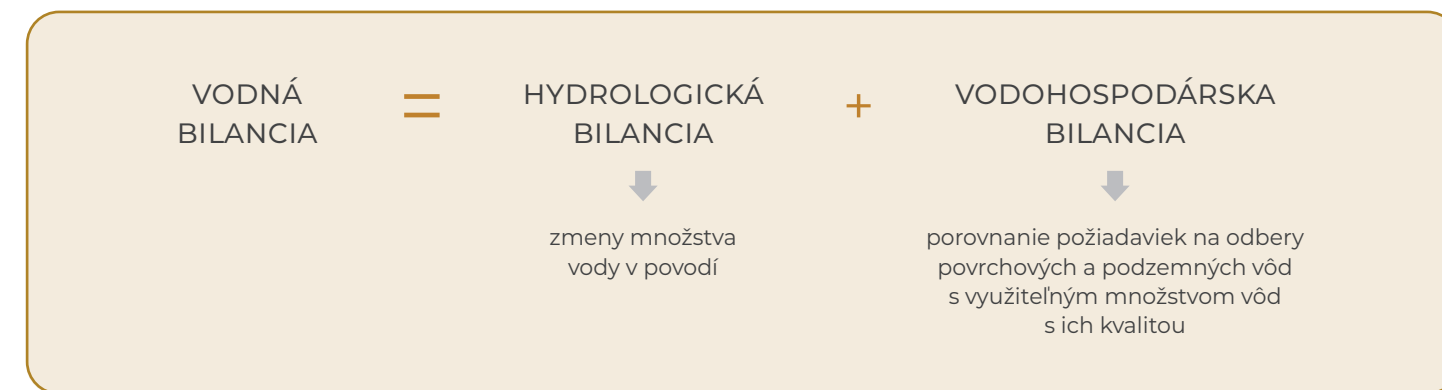
Každoročne sa zbierajú a analyzujú údaje o potrebných množstvách vody vzhľadom na jej využiteľné, resp. dostupné množstvo. Tieto údaje sú podkladom tzv. **vodohospodárskej bilancie**. Vodohospodárska bilancia je súčasťou tzv. **vodnej bilancie**, ktorú tvorí spoločne s **hydrologickou bilanciou** (zákon č. 364/2004 o vodách (vodný zákon)).

Vo všeobecnosti však nestačí hodnotiť len množstvo vody, ale treba sa zaoberať aj jej kvalitou, pretože znečistená voda, i keď v dostatočnom množstve, nemusí byť použiteľná na daný účel.

Očakáva sa, že častejšie a závažnejšie suchá a stúpajúca teplota vzduchu spojená so stúpajúcou teplotou vody spôsobia zníženie kvality vody. Takéto podmienky podporujú rast toxických rias a baktérií, čo môže zhoršiť kvalitu vody napríklad vo

Obr. 99

Vodná nádrž Turček – určená na zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.  
Zdroj: archív Y. Velískovej (vľavo), SVP, š. p. (vpravo)



Tabuľka 1

VODNÁ BILANCIA SR

Zdroj: SHMÚ, SAŽP

	objem [mil. m <sup>3</sup> ]				
	2005	2010	2021	2022	2023
<b>HYDROLOGICKÁ BILANCIA</b>					
zrážky	46 029	59 117	37 300	31 124	49 161
ročný prítok do SR	69 806	71 810	60 787	46 104	65 460
ročný odtok	79 979	98 524	74 352	59 941	80 977
ročný odtok z územia SR	10 173	22 939	11 322	6 960	13 113
<b>VODOHOSPODÁRSKA BILANCIA</b>					
celkové odbery v SR	906,89	602,27	586,49	591,10	593,92
výpar z vodných nádrží	50,07	48,08	38,29	41,38	44,89
vypúšťanie do povrchových vôd	872,00	698,49	634,79	564,23	675,50
<b>CELKOVÉ ZÁSoby VO VN* K 1.1. NASL. ROKA</b>					
% zásobného objemu v akumulčných VN SR	62	86	64	64	90
% celkových odberov z odtoku z územia SR	8,91	2,63	5,18	8,49	4,53

\* VN – vodná nádrž

Tabuľka 2

## SPÔSOB VYUŽÍVANIA POVRCHOVEJ VODY

Zdroj: SHMÚ, SAŽP

	objem [mil. m <sup>3</sup> ]				
	2005	2010	2021	2022	2023
vodovody	53,828	48,200	47,950	50,310	50,500
priemysel	467,957	392,700	180,590	169,170	181,930
závlahy	11,006	5,800	14,990	19,490	13,280
ostatné poľnohospodárstvo	0,011	0,012	0,043	0,057	0,001
<b>ODBERY SPOLU</b>	<b>532,802</b>	<b>446,712</b>	<b>243,573</b>	<b>239,027</b>	<b>245,720</b>
<b>VYPÚŠŤANIE</b>	<b>871,865</b>	<b>744,600</b>	<b>634,790</b>	<b>564,260</b>	<b>675,500</b>

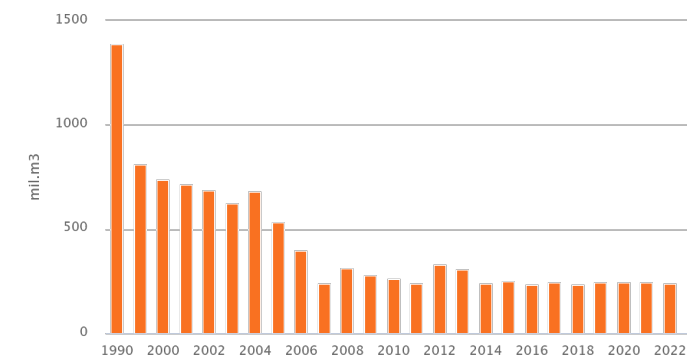
Tabuľka 3

## SPÔSOB VYUŽÍVANIA PODZEMNEJ VODY

Zdroj: SHMÚ, SAŽP

	[l. s <sup>-1</sup> ]				
	2005	2010	2021	2022	2023
vodárenské účely	9159,87	8 295	7951,97	8015,81	7907,46
potravinársky priemysel	288,25	256	265,82	225,8	215,38
ostatný priemysel	856,75	781	769,08	782,32	705,29
poľnohospodárska a živočíšna výroba	308,82	217,2	227,23	229,6	192,71
rastlinná výroba a závlahy	95,07	48,7	195,63	229,78	184,36
sociálne účely	279,72	254,4	195,67	205,22	154,40
iné využitie	878,98	967,2	1268,4	1475,21	1681,71
<b>SPOLU</b>	<b>11 867,46</b>	<b>10 819,5</b>	<b>10 873,8</b>	<b>11 163,74</b>	<b>11 041,31</b>

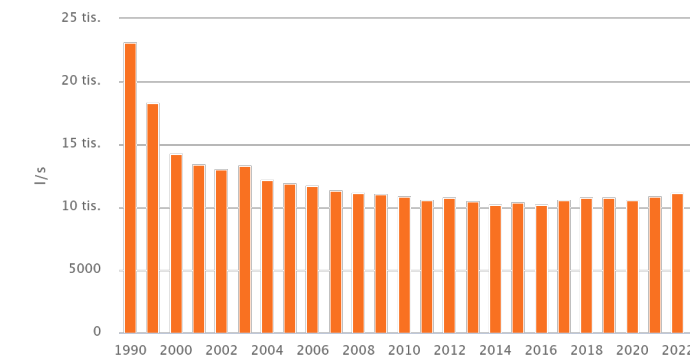
## ODBERY POVRCHOVEJ VODY



Obr. 100

Odbery povrchovej vody v období 1990 – 2023.  
Zdroj: SHMÚ, [www.enviroportal.sk/envidat/](http://www.enviroportal.sk/envidat/)

## ODBERY PODZEMNEJ VODY



Obr. 101

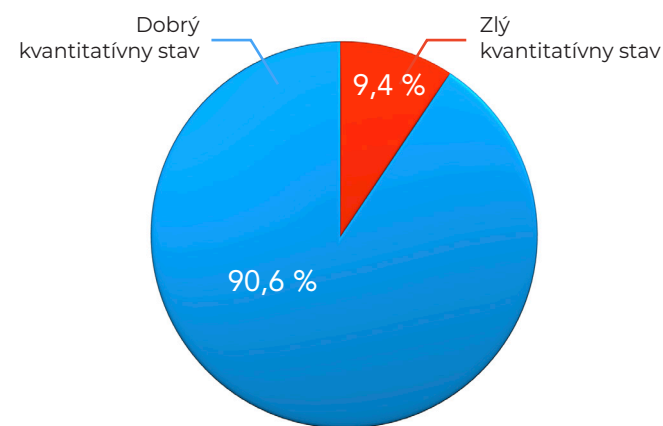
Odbery podzemnej vody v období 1990 – 2023.  
Zdroj: SHMÚ, [www.enviroportal.sk/envidat/](http://www.enviroportal.sk/envidat/)

vodárenských nádržiach. Teplota vody je jedným z ústredných parametrov, ktoré určujú celkové zdravie vodných ekosystémov, pretože vodné organizmy sú schopné tolerovať len špecifický rozsah teploty.

Nárast výskytu náhlych extrémnych zrážok bude mať pravdepodobne takisto vplyv na kvalitu a množstvo využiteľnej sladkej vody, pretože napr. odvedenie zrážkovej vody cez stokovú sieť v čase extrémneho dažďa môže spôsobiť prienik nevyčistenej odpadovej vody do povrchovej vody. V prípade voľnej krajiny v čase náhleho intenzívneho dažďa môže zas dôjsť k erózii pôdy a jej splachu z okolitého územia do toku, a tým

k zvýšeniu zakalenia, ale aj k vnosu iného znečistenia (napr. zvyšky hnojív, nebezpečné látky z nelegálnych skládok v blízkosti tokov a pod.) do povrchového toku, vodného útvaru.

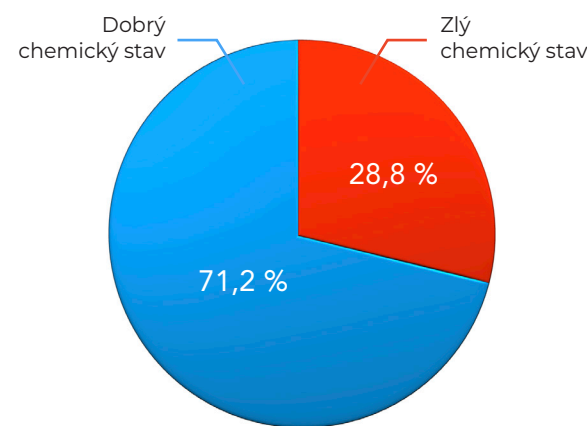
Adaptácia na zmenu klímy v oblasti vodného hospodárstva je orientovaná na realizáciu opatrení, ktorými sa vytvoria podmienky na lepšie riadenie odtoku v povodí. Napriek tomu, že naša krajina má v súčasnosti dostatok zdrojov vody, v súvislosti s klimatickou zmenou sa predpokladá, že môžu nastať regionálne a časové disproporcie medzi nárokmi na vodu a disponibilnými zdrojmi vody. Dôležitým faktorom ovplyvňujúcim hydrologický režim je okrem zmeny klímy



Obr. 102

Kvantitatívny stav útvarov podzemnej vody v roku 2023 – podiel počtu.

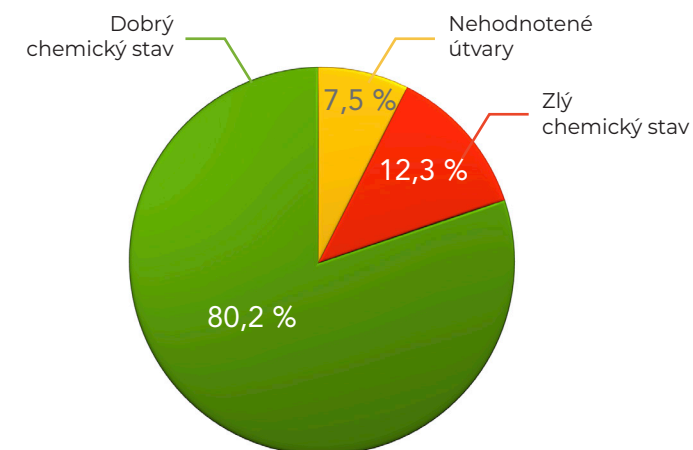
Zdroj: Správa o stave životného prostredia SR v roku 2023



Obr. 103

Chemický stav útvarov povrchovej vody v roku 2023 – podiel počtu.

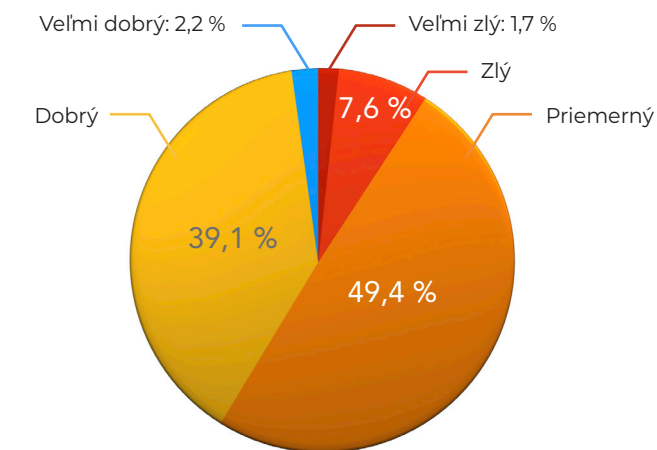
Zdroj: Správa o stave životného prostredia SR v roku 2023



Obr. 104

Chemický stav útvarov podzemnej vody v roku 2023 – podiel počtu.

Zdroj: Správa o stave životného prostredia SR v roku 2023



Obr. 105

Ekologický stav útvarov povrchovej vody v roku 2023 – podiel počtu.

Zdroj: Správa o stave životného prostredia SR v roku 2023

aj vplyv človeka a antropogénne aktivity vo využívaní krajiny, nárast urbanizácie a s tým súvisiace zmeny odtokových pomerov.

## PÁR SLOV NA ZÁVER

Voda je nevyhnutným predpokladom života ľudí, živočíchov a rastlín a má zásadný význam pre hospodárstvo. Na druhej strane platí, že jej rozloženie v čase a priestore je nerovnomerné. Vodné zdroje, ich ochrana a princípy hospodárenia s vodou prekračujú štátne hranice. Zároveň však platí, že každý potenciálny užívateľ, každá krajina by mala prebrať plnú zodpovednosť za udržateľné využívanie vodných zdrojov.

Zmena klímy ovplyvňuje celý svet. Polárne ľadovce sa roztápajú a hladina morí stúpa. V niektorých regiónoch sú extrémne výkyvy počasia a zrážky čoraz častejšie, zatiaľ čo iné oblasti zažívajú viac extrémnych vln tepla a suchá.

Zmena klímy predstavuje veľmi vážnu hrozbu a jej dôsledky majú vplyv na mnoho rôznych aspektov nášho života. Opatrenia na ochranu klímy musíme prijímať teraz, inak sa tieto vplyvy len zintenzívnia. Zároveň sa musíme pripraviť na riešenie už existujúcich dopadov zmeny klímy.

V dôsledku meniacej sa klímy mnohé európske regióny už teraz čelia častejším, závažnejším a dlhodobejším obdobiam sucha. Častejšie

a výrazné sucha povedie k dlhším a závažnejším obdobiam výskytu prírodných požiarov. Takisto sa predpokladá, že častejšie a výrazné suchá, znížené prietoky a stúpajúca teplota vody spôsobia zníženie kvality vody. Na druhej strane nárast výskytu náhlych extrémnych zrážok alebo zvýšené množstvo zrážok počas dlhších období tiež môže nepriaznivo ovplyvniť kvalitu vody a zároveň vyvolať povodeň. Povodne sú bežnou prírodnou katastrofou, ktorá si často vyžiadala obeť na životoch, za posledné tri desaťročia zasiahla milióny ľudí a spôsobila obrovské hospodárske straty. Zmena klímy pravdepodobne v nadchádzajúcich rokoch povedie k zvýšeniu frekvencie povodní. Očakáva sa, že silné búrky budú v dôsledku vyšších teplôt bežnejšie a in-

tenzivnejšie, pričom prívateľové povodne budú častejšie.

Rastúca početnosť spomínaných hydrologických extrémov volá po nových prístupoch vo vodohospodárskej praxi. Je nevyhnutné, aby aplikované metódy **ekohydrologického manažmentu** využívali prírodu blízke, ale i technické opatrenia vo vhodnej a primeranej kombinácii. Súčasné poznanie to umožňuje!

**Voda je obeťou, ale aj riešením dopadov zmeny klímy.**

**Zlepšením hospodárenia s touto strategickou surovinou je možné urobiť významný krok k zmierneniu negatívnych účinkov zmeny klímy.**

### 3. podkapitola

## Dopady klimatickej zmeny na lesné hospodárstvo

RNDr. Ľubica Ditmarová, PhD.

Ing. Gabriela Jamnická, PhD.

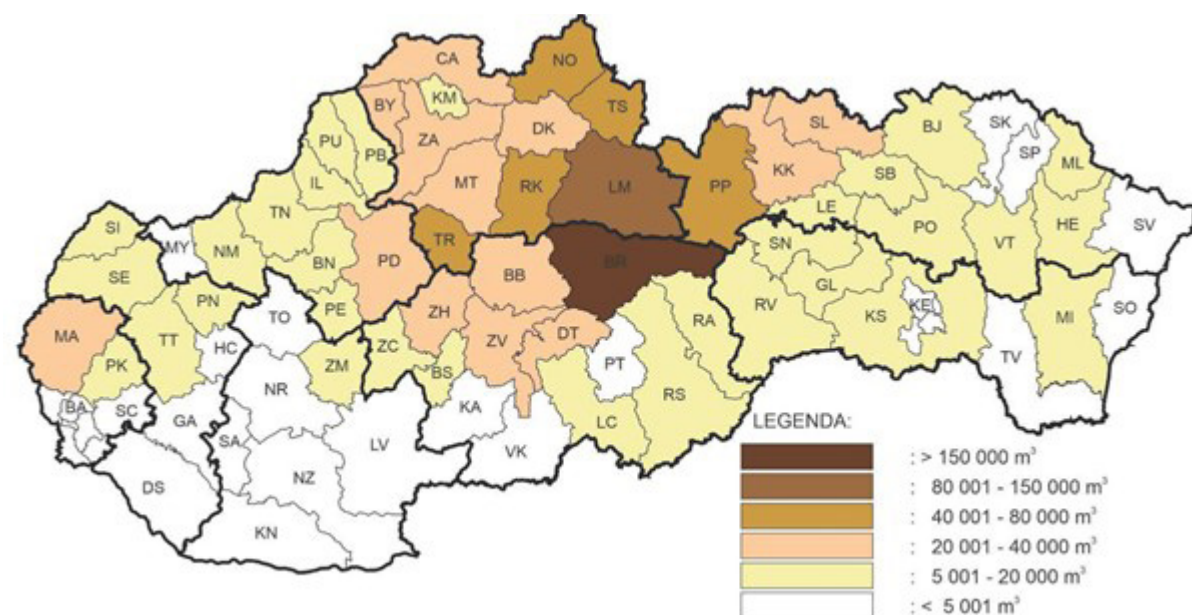
Ústav ekológie lesa, v. v. i.

Riziká vyplývajúce zo zmeny klímy a potenciálne ovplyvňujúce hospodárenie v lesoch súvisia najmä so **zníženou dostupnosťou vlahy v nižších vegetačných stupňoch**, s nárastom frekvencie a intenzity víchric a poškodzovania porastov vetrom, nárastom frekvencie suchých a teplých období, ktoré môžu vyvolať fyziologické oslabenie stromov a následne zvýšiť ich náchylnosť na napadnutie škodcami alebo infekciu patogénmi.

Na rozsah negatívnych dopadov víchric majú vplyv aj pôdne podmienky, geomorfológia terénu, typ vegetačného krytu a jeho zdravotný stav. Morfológia terénu vytvárajúca lievikovitý efekt, orientovaná v smere prevažujúceho prúdenia, zvyšuje rýchlosť presúvaných vzdušných mäs, čo zvyšuje predpoklady na poškodzovanie porastov vetrom a vznik polomov a vývrátov lesného porastu. Osobitne nepriaznivé dopady zmeny klímy je potrebné očakávať v lesoch, ktoré sú dlhodobo vystavené ostatným negatívnym vplyvom neklimatických faktorov. Z tohto dôvodu je potrebné venovať v kontexte zmeny klímy zvýše-

nú pozornosť oblastiam dlhodobo vystaveným znečisteniu ovzdušia, oblastiam so zmeneným pôdnym prostredím alebo s nepriaznivým drevinovým zložením. V podmienkach Slovenska ide najmä o územia Spiša, Kysúc, Oravy, ako aj o ďalšie územia s výskytom nepôvodných smrekových porastov mimo areálu ich prirodzeného výskytu, resp. s podielom ich výskytu nad rámec pôvodného výskytu. V týchto prípadoch môže aj menší klimatický stres vyústiť do rozpadu lesa na rozsiahlych územiach a dopady zmeny klímy môžu byť mimoriadne nepriaznivé.





Obr. 106

Poškodenie ihličnatých a listnatých drevín abiotickými činiteľmi (2020). Na poškodzovaní lesov sa v prevažnej miere podieľajú abiotické škodlivé činitele (t. j. vietor, sneh, námraza, sucho a ostatné), z ktorých najväčší podiel majú veterné kalamity.

Zdroj: Enviroportál, 2020

Jedným z dopadov prebiehajúcej zmeny klímy na lesné hospodárstvo je **ovplyvnenie produkčnej funkcie lesov**. Dôsledkom zmeny klímy môže byť jednak zníženie produkcie napr. vplyvom opakujúcich sa extrémnych období sucha, tak aj jej zvýšenie vplyvom predĺženia vegetačnej sezóny či rýchlejšieho rozkladu organickej hmoty a následnej vyššej dostupnosti živín. V dôsledku zmeny klímy je možné očakávať posun produkčného optima drevín do vyšších nadmorských výšok, kde je však rozloha lesa menšia, čo môže vyústiť do celkového poklesu produkcie lesov Slovenska. Rozsiahle výmery nižších vegetačných stupňov môžu trpieť znížením produkcie v dôsledku sucha a zvýšenej aktivity hmyzích škodcov, pričom prípadný nárast produkcie vo vyšších polohách nebude môcť tento pokles kompenzovať. Zmierňovanie tohto vývoja je možné najmä postupnou úpravou drevinového zloženia.

Výsledky simulácií zreteľne **opisujú posun produkčného optima hodnotených drevín do vyšších vegetačných stupňov**. Z výsledkov vyplýva, že očakávané dopady zmeny klímy na produkčnú funkciu lesov Slovenska sú nepriaznivé a produkciu zrejme nebude možné udržať na súčasnej úrovni. To je logickým dôsledkom skutočnosti, že výmery porastov vo vyšších nadmorských výškach, kam sa presúva produkčné optimum, sú všeobecne menšie ako výmery porastov vo vegetačných stupňoch, kde sa produkčné optima drevín nachádzajú v súčasnosti. Z prezentovaných výsledkov vyplýva, že očakávaný nárast produkcie vo vyšších polohách nemôže kompenzovať straty v dôsledku sucha v nižších polohách.

Nepriaznivé dopady zmeny klímy sú viditeľné najmä na buku v nižších vegetačných stupňoch, kde môže dôjsť k výraznému poklesu jeho produkcie, dokonca až k suchom podmienenej úmrtnosti. Tento jav korešponduje s viacerými závermi výskumov opisujúcich vývoj lesov za posledné roky v rôznych častiach Európy. Vplyv narastajúceho rizika sucha v nižších a stredných polohách, spolu s rizikami súvisiacimi s pestovaním smreka a jeho vzrastajúcim biotickým ohrozením, budú zrejme predstavovať najväčšie výzvy, s ktorými sa lesníctvo na Slovensku bude musieť vyrovnávať.

Viaceré experimenty z Bavorska, Rakúska, Českej republiky, Poľska, zo Srbska alebo zo Slovenska naznačujú možnosť náhrady častí smrekových porastov v stredných polohách jedľou bielou,

smrekovcom a douglaskou tisolistou (obr. 107). Ako perspektívnu je potrebné vnímať najmä poslednú zmienenu drevinu z dôvodu jej dobrej produkčnej schopnosti, tolerancii voči suchu, neprítomnosti významnejších hmyzích škodcov a jej melioračnej schopnosti.

Obr. 107

douglaska tisolistá  
(*Pseudotsuga menziesii*)



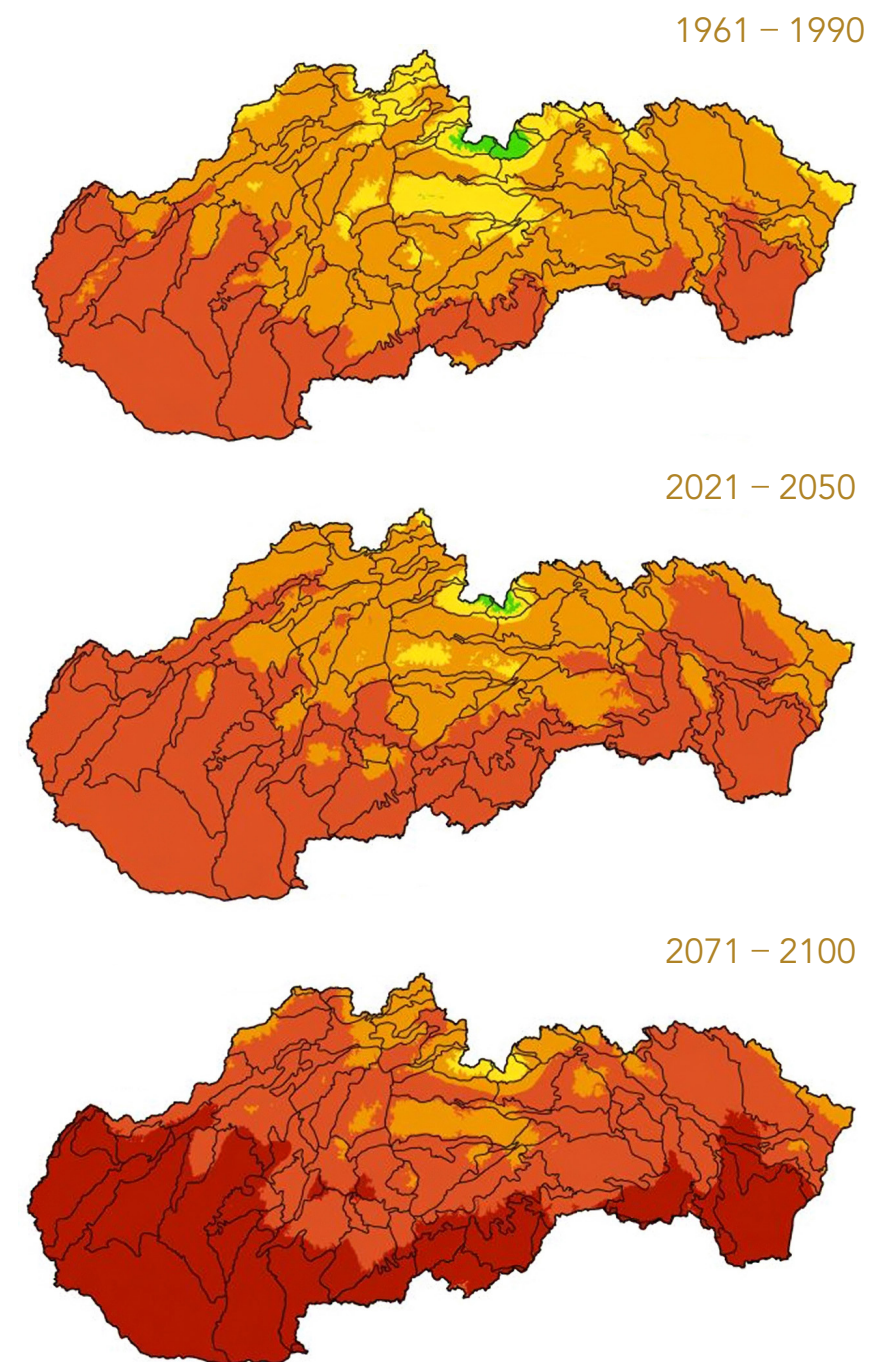
Kľúčový vplyv na integritu slovenských lesov a udržateľné poskytovanie ekosystémových služieb (benefitov, ktoré poskytujú lesné ekosystémy človeku a spoločnosti napr. produkciou dreva, ochranou pôdy pred eróziou, čistením ovzdušia a pod., ako aj benefitov lesov vo vzťahu k ochrane biodiverzity, vody, ľudskému bytiu či prispôsobeniu a zmierneniu prejavov klimatickej zmeny) môžu mať zmeny v populačnej dynamike viacerých škodcov, najmä lykožrúta smrekového (zvýšením počtu generácií za vegetačnú dobu) a mnišky veľkohlavej (rozširovanie areálu výskytu), hrebenárky na boroviciach a piadivky na duboch (zmena významnosti druhov spôsobujúcich opad listov), ako aj zmeny schopnosti niektorých patogénov (hmyzích škodcov) vyvolať chorobu (*Armillaria*, *Phytophthora*). Dôvodom je skutočnosť, že hmyzí škodcovia reagujú na zmenené podmienky takmer bezprostredne, resp. v priebehu niekoľkých rokov môžu vytvoriť veľké populácie a rozšíriť sa mimo hraníc ich prirodzeného (dlhodobého) výskytu. V prípade väčšiny našich škodcov sa predpokladá pozitívna reakcia na zmenu klímy vo forme nárastu areálov premnoženia, vytvorenia väčšieho počtu generácií, rozšírenie hostiteľských drevín a pod. Najmä nárast teploty vzduchu môže ovplyvňovať úspešnosť uplatnenia sa populácií škodcov drevín. Konkrétne v prípade lykožrúta smrekového môže dôjsť na rozsiahlych územiach k vývoju tretej generácie škodcu a posunu dvojgeneračného režimu do horských oblastí (v roku 2018 už boli zaznamenané dve generácie lykožrúta smrekového v TANAP-e). Samostatným rizikovým činiteľom je potenciálne objavenie sa nových škod-

cov a ochorení, čo môže zásadným spôsobom ovplyvniť stav a vývoj lesov zložených z drevín ekologicky vhodných do daných pôdnoklimatických podmienok (napr. rozšírenie huby *Chalara fraxinea* na jaseňoch a očakávané rozšírenie *Agriolus planipennis* z východu Európy na jasene). Zvýšené riziko deštrukcie lesných porastov, či už v súvislosti so zmenami v populačnej dynamike viacerých škodcov, alebo priamo s extrémnymi meteorologickými podmienkami, môže v spojení s požiarmi viesť aj k degradácii pôdy (strata humusu, erózia, zníženie vodozadržnej schopnosti) a riečnych sedimentov, ako aj k zníženiu kvality vôd (povrchovej a podzemnej).

## ADAPTAČNÉ OPATRENIA V LESNÍCTVE

Za najdôležitejší nástroj adaptácie našich lesov na zmenu klímy je potrebné považovať postupnú zmenu drevinového zloženia.

Zmena drevinového zloženia by mala hlavne v nižších vegetačných stupňoch smerovať k širšiemu využívaniu drevín lepšie znášajúcich suchu. Kľúčová je náhrada zraniteľného smreka (smrek je náročný na vlahu a náchylný na poškodenie drevokazným hmyzom) drevinami z prirodzenej skladby, predovšetkým v nižších a stredných polohách, kde smrek môže byť vystavený narastajúcemu stresu suchom. Viaceré štúdie taktiež naznačujú zraniteľnosť bukových porastov suchom a následne biotickými činiteľmi v nižších nadmorských výškach. Naopak, simulácie vývoja



Obr. 108

Priemerný počet generácií lykožrúta smrekového, ktorý s ohľadom na klimatické charakteristiky na Slovensku mohol ukončiť svoj vývoj v období 1961 – 1990 a ktorý je možné očakávať podľa použitého scenára zmeny klímy v obdobiach 2021 – 2050 a 2071 – 2100.

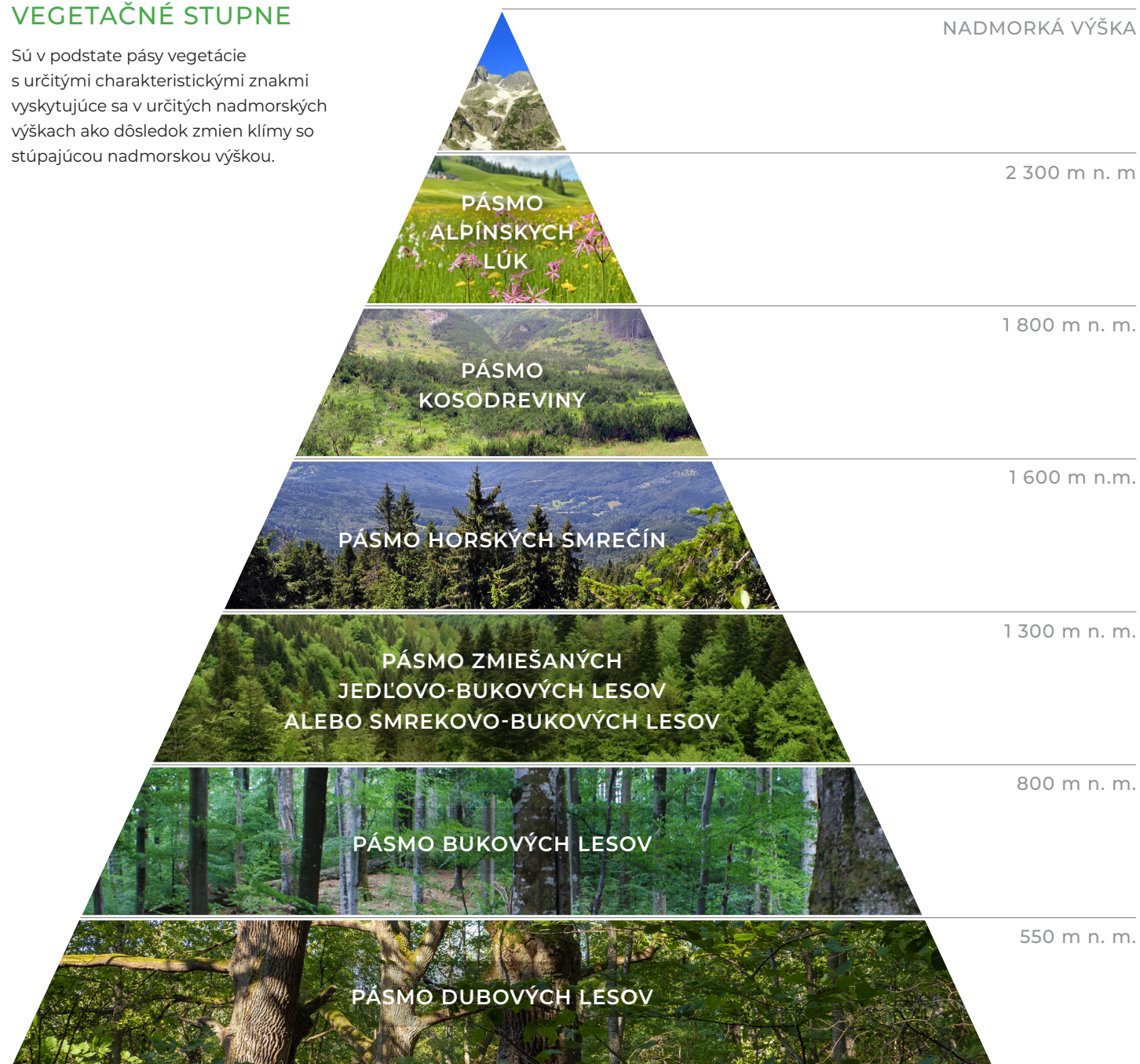
Vysvetlivky:

- 0 generácií
- 1 generácia
- 2 generácie
- 3 generácie
- 4 generácie

Zdroj: forestportal.sk

## VEGETAČNÉ STUPNE

Sú v podstate pásy vegetácie s určitými charakteristickými znakmi vyskytujúce sa v určitých nadmorských výškach ako dôsledok zmien klímy so stúpajúcou nadmorskou výškou.



## VEGETAČNÉ STUPNE

Vegetačné stupne sú v podstate pásy vegetácie s určitými charakteristickými znakmi vyskytujúce sa v určitých nadmorských výškach ako dôsledok zmien klímy so stúpajúcou nadmorskou výškou. Tieto zmeny sú postupné, preto ani hranice medzi väčšinou vegetačných stupňov nie sú ostré a ani sa nenachádzajú vždy v rovnakej nadmorskej výške. Napriek tomu je však vegetačná stupňovitost výrazným javom, ktorý bez problémov postrehne aj laik. Na väčšine nášho územia sa v najnižších polohách nachádza **pásmo dubín**, ktoré cez pomerne širokú prechodnú zónu prechádza do **pásma bučín**. Nad bučinami sa zas nachádza široké pásmo zmiešaných **jedľovo-bukových lesov** (často aj so smrekom), nasledované pomerne úzkym a výrazným pásmom **prirodzených horských smrečín a pásmom kosodreviny** pozvoľna prechádzajúcim do **alpínskych lúk**.

dubových porastov naznačujú nízku citlivosť viacerých druhov duba voči zmene klímy v našich podmienkach. Pri zmene drevinového zloženia je preto potrebné uvažovať so širším využitím dubov, bukov (vo vyšších polohách) a cenných listnáčov. S pestovaním duba zimného a vo vnútrohorských kotlinách aj duba letného je možné rátať v 3. a 4. vegetačnom stupni, pričom dub zimný môže tvoriť zmesi s jedľou a smrekom.

V osobitne zraniteľných nižších a stredných polohách pripadá do úvahy okrem duba cerového aj širšie využitie dnes zriedkavejších druhov duba – dub plstnatý (*Quercus pubescens*) a dub balkánsky (*Quercus frainetto*). Tento postup by mal vyústiť do celkového zvýšenia druhovej diverzity lesov, čím sa dosiahne zlepšenie schopnosti ekosystému prirodzene sa adaptovať na meniace sa podmienky. Sprievodným efektom takejto re-

konštrukcie je zníženie výmery porastov trpiacich v extrémnych rokoch stresom zo sucha, a tým aj zníženie škôd v dôsledku vyššej náchylnosti stresovaných porastov na napadnutie sekundárnymi činiteľmi.

Základné adaptačné opatrenia v lesníctve sú súčasťou **Národnej stratégie adaptácie SR na zmenu klímy**. V oblasti lesníctva je potrebné:

- a. Upraviť drevinové zloženie s cieľom zvyšovať odolnosť porastov voči suchu a znižovať zraniteľnosť biotickými a abiotickými činiteľmi.
- c. Podporiť druhovú a genetickú diverzitu porastov pre zlepšenie prirodzených adaptačných mechanizmov a schopnosti plniť požadované funkcie aj po rušivých udalostiach (kalamity spôsobené vetrom, premnožením podkôrneho hmyzu a pod.).



Obr. 109

Na území Slovenska sa zachovali človekom v minimálnej miere ovplyvnené lesné komplexy s pôvodným drevinovým zložením, mnohé s rázom pralesa. V porovnaní s okolitými krajinami strednej a západnej Európy má Slovensko zatiaľ vedúce postavenie čo do počtu, rozlohy, pestrosti a reprezentatívneho zastúpenia pralesov podľa lesných vegetačných stupňov.

Foto: Soňa Mäkká, ŠOP SR

- e. Upraviť produkčnú dobu zraniteľných dreív s cieľom znížiť výmeru rizikových vekových štádií a urýchliť zmeny drevinového zloženia. Opatrenie sa uplatňuje v súlade so schválenými programami starostlivosti o lesy a programami starostlivosti o chránené územia.
- g. Vhodne integrovať adaptačné opatrenia do koncepcie rekonštrukcie porastov a manažmentu kalamitných situácií v oblastiach so zhoršeným stavom lesa a pretrvávajúcimi kalamitami škodcov (Orava, Kysuce, Spiš).

## PRALES

Predstavuje lesné spoločenstvo, ktorého zloženie, výstavba, rastové a ostatné životné procesy sú podmienené vlastnosťami prostredia, predovšetkým klímy. Je to les ekologicky ustálený, s trvalými dynamicky vyrovnanými vzťahmi medzi klímou, pôdou, organizmami a uchránený pred takými vplyvmi človeka, ktoré by zmenili zákonitosti životných procesov a štruktúru porastových útvarov. Zachovanie pralesov a ich zvyškov má nenahraditeľný význam z hľadiska ochrany biodiverzity, vedeckého výskumu, ale aj z kultúrno-spoločenského pohľadu.

- i. Vypracovať alternatívne modely hospodárenia v lesoch (ciele, základné rámce a zásady) s ohľadom na potrebu zvyšovania adaptačnej kapacity lesných porastov a podporovať ich využívanie pri obhospodarovaní lesa.
- k. Zabezpečiť ochranu pralesov a prírodných lesov v kontexte celkovej realizácie konceptu udržateľného hospodárenia v lesoch. Znižovať fragmentáciu a zvyšovať celistvosť krajiny (obr. 109).
- m. Kontrolovať a redukovať invázne druhy v lesoch v súlade s príslušnými právnymi predpismi.
- o. Podporovať opatrenia na zachovanie a udržateľné využívanie genetických zdrojov lesných dreív akútne ohrozených zmenou klímy, s dôrazom na zakladanie semenných sádov a reprodukčných výsadiieb.
- q. Optimalizovať postupy výskumu a monitoringu lesov s ohľadom na riziká súvisiace so zmenou klímy a ďalšie priority lesného hospodárstva a prispôbovať plánovanie a manažment lesov podľa potreby a výsledkov výskumu a monitoringu.
- s. Zvážiť zalesňovanie nových plôch prednostne na plochách s nízkou hodnotou z hľadiska biodiverzity, predovšetkým na degradovaných plochách.

- u. Zabezpečiť primeranú dopravnú prístupnosť lesov v súlade s princípmi ich udržateľného obhospodarovania a adekvátne sfunkčnenie vodných objektov používaných lesných ciest na zlepšenie ich odtokovej a vsakovacej schopnosti.

Vzhľadom na to, že obhospodarované lesy pokrývajú značné oblasti Európy, ochrana biodiverzity lesov si vyžaduje, aby sa konflikty medzi produkciou dreva a zachovaním biodiverzity riešili pomocou alternatívnych lesníckych metód, ako je retenčné lesníctvo, kde si nevyťažaná časť pôvodného porastu zachováva kontinuitu štruktúrnej a kompozičnej diverzity (Gustafsson a kol. 2012). Viacerí autori zdôrazňujú, že aj v obhospodarovanej krajine by sa mali zachovať špeciálne lesné štruktúrne prvky, ako sú duté stromy, veľké stromy, stojace a ležiace mŕtve stromy (Bauhus a kol. 2009, Brunet a kol. 2010).

Udržiavanie kontinuity lesa je rozhodujúce najmä z hľadiska ochrany mnohých druhov vzhľadom na to, že ich schopnosť rozptylu je v súčasnej fragmentovanej krajine obmedzená (Nordén a kol. 2014). V Európe sú veľké lesné oblasti, ktoré majú kontinuitu v tom, že neboli nikdy premenené na poľnohospodárstvo, a teda majú nenarušenú pôdu, ktorá môže zabezpečiť dlhodobé prežitie prastarých lesných druhov a môže tiež slúžiť ako zdroj lesného reprodukčného materiálu pre budúce výsadby lesov (Hermý & Verheyen 2007).

## 4. podkapitola

# Dopady na cestovný ruch

prof. RNDr. Zita Izakovičová, PhD.  
Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

Jedným zo socioekonomických odvetví, ktoré je významne ovplyvnené dopadom klimatickej zmeny, je aj cestovný ruch a turistika, keďže klíma je hlavným determinantom rozvoja cestovného ruchu a turistiky. Určuje sezónnosť, dĺžku i kvalitu turistického sezóny, determinuje druh a rozsah turistických aktivít. Práve sezónnosť ovplyvňuje druh cestovného ruchu v danej oblasti. Z hľadiska sezónnosti sa vyčleňujú dva základné typy cestovného ruchu, a to zimná a letná turistika, ktoré si pre svoju realizáciu okrem určitého prostredia (hory, les, voda, kultúrne pamiatky a pod.) vyžadujú aj špecifické klimatické podmienky a ich stabilitu.

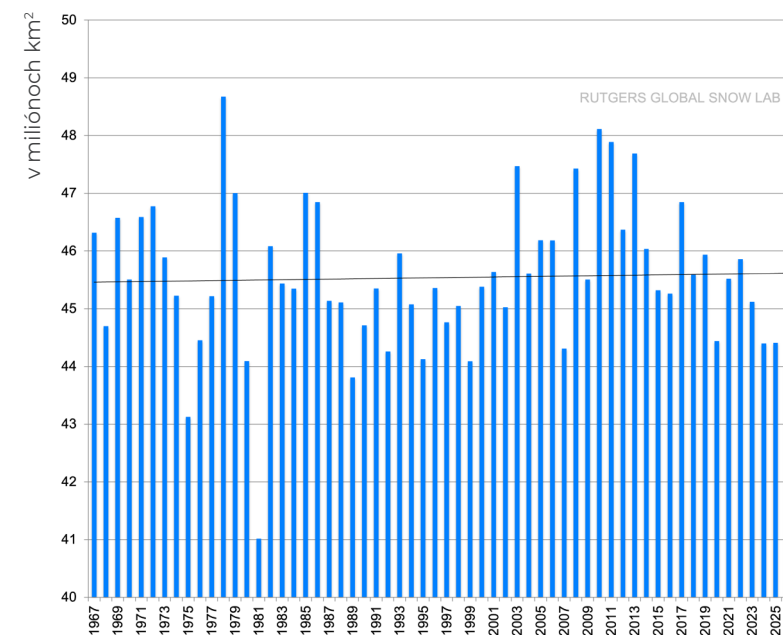
Pre zimnú sezónu je dominantný rozvoj športovo-rekreačných aktivít viazaných na sneh. Determinujúcim faktorom rozvoja zimných športov je prítomnosť snehovej pokrývky, a to jednak jej priemerná výška, ako i dĺžka trvania, od ktorej závisí aj dĺžka sezóny. Zmena klímy ovplyvňuje zásadným spôsobom priestorový a časový výskyt snehu. Výsledky monitorovania snehovej

pokrývky pomocou satelitov poukazujú na jej neustále sa zmenšovanie. Zmenšenie priestorového rozsahu snehovej pokrývky v jarnom a letnom období na severnej pologuli vykázalo pokles približne o 1,3 % za desaťročie. Úbytok snehu, aj keď menej výrazný, bol zaznamenaný aj na južnej pologuli, okrem Antarktídy.





Zdroj: Reuters



Obr. 110

Rozsah snehu na severnej pologuli – zima.

Zdroj: Rutgers University 2025

Vplyv otepľovania na výskyt snehovej pokrývky sa prejavuje zníženou intenzitou sneženia, skorším topením jarného snehu, skrátením obdobia so snehovou pokrývkou, nižšou maximálnou výškou snehu a pod. Obdobie trvania snehovej pokrývky sa aj naďalej bude postupne skraco-vať. Zhoršovanie podmienok na zimné turistické aktivity na horách (bežecké lyžovanie, skialpinizmus) sa prejaví aj na rentabilite týchto prevádzok a následnom skrátení doby trvania lyžiarskej se-zóny. Každé zvýšenie priemernej zimnej teplo-ty o 1 °C povedie v horských oblastiach strednej Európy k posunu snežnej čiary približne o 150 m vyššie a ku skráteniu obdobia so snehovou pokrývkou o 30 dní. Tento proces má aj výrazný ekonomický efekt. Zvyšujú sa energetické nároky na zasnežovanie svahov technickým snehom

a niektorým nižšie položeným lyžiarskym stre-diskám hrozí pre nerentabilnosť zánik. Výstavba a prevádzkovanie lyžiarskych stredísk vo väčšine pohorí bude kvôli potrebe umelého zasnežova-nia finančne a energeticky náročnejšie. Lyžiarske strediská sa postupne budú presúvať do vyšších nadmorských výšok. Pravdepodobne najviac budú postihnuté oblasti vo výškovom pásme okolo 700 – 900 m n. m. Nepravdepodobne sneho-vej pokrývky do výšky 900 m n. m. a úbytok sne-hovej pokrývky do 1100 m n. m. môže predstaviť problém pre lyžiarske strediská ležiace pod touto hranicou a spôsobiť posun lyžiarskych zariadení do vyšších nadmorských výšok. Už dnes mnohé lyžiarske strediská bojujú s nedostatkom snehu, o čom svedčia aj mnohé presuny a rušenia sú-ťaží v rámci Svetového pohára v lyžovaní. Mnohé

lyžiarske strediská v posledných rokoch sú nútené skracovať svoje prevádzkové sezóny (Pecho & Faško 2010). Umelé zasnežovanie má negatívny vplyv aj na biotu, keďže jeho chemické zloženie s obsahom dusíkatých látok mení ekologické podmienky živých organizmov.

## SITUÁCIA NA SLOVENSKU

Vzhľadom na veľkú rozmanitosť prírodného prostredia Slovenska je rozloženie a trvanie snehovej pokrývky veľmi premenlivé. Klimatologické

analýzy potvrdzujú všeobecný úbytok trvania snehovej pokrývky, ako aj pokles podielu tuhých (snehových) zrážok (okrem najvyšších horských polôh). Najvýraznejší úbytok bol zaznamenaný v nadmorských výškach od 1 000 do 1500 m n. m. V oblastiach pod 1 000 m n. m. začínajú v zimnom období výraznejšie dominovať tekuté zrážky, najmä na začiatku a na konci zimy (Pecho & Faško 2010).

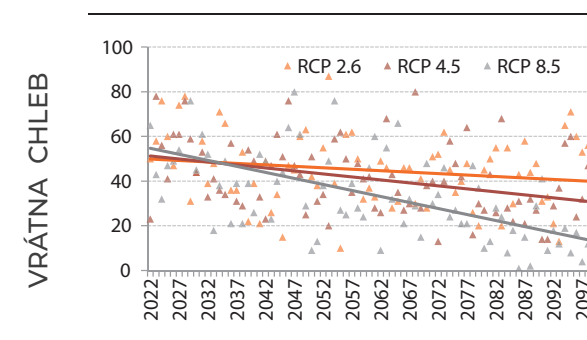
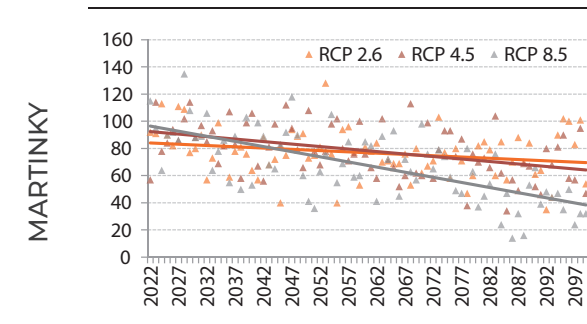
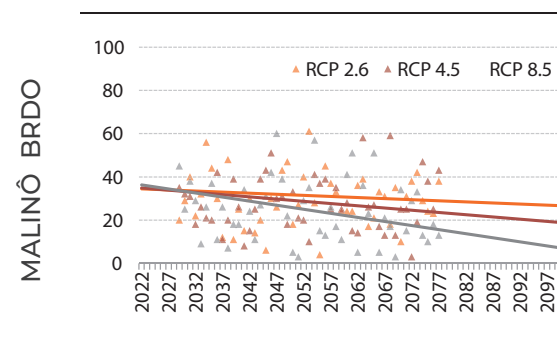
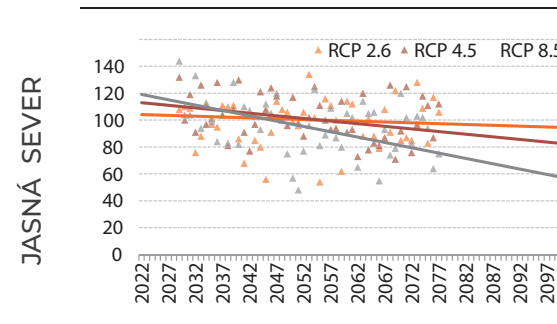
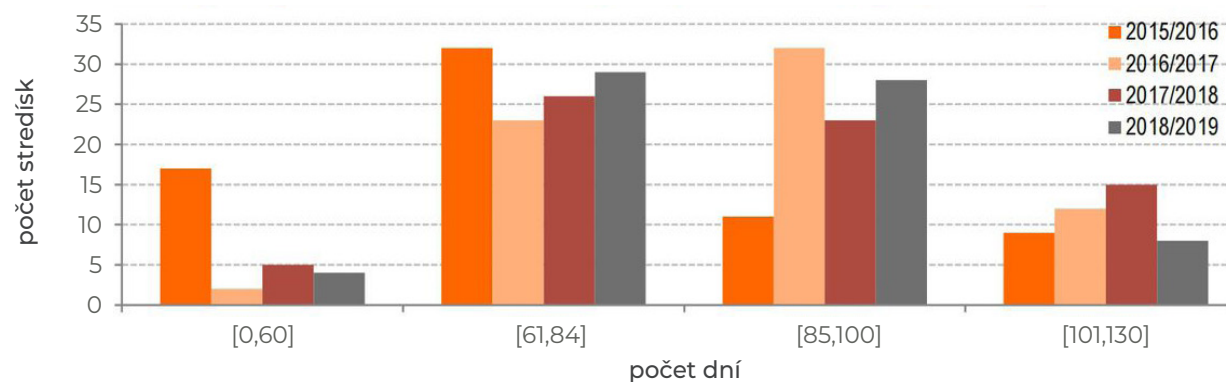
Počet dní so snehovou pokrývkou na Slovensku veľmi zreteľne klesá. Napríklad v Telgárte bolo v zime 2004/2005 od decembra do februára 90 dní so snehovou pokrývkou. No teraz sú zimy, keď je aj v takýchto polohách počet dní so snehovou pokrývkou iba polovičný. Problémom je aj hrúbka snehovej pokrývky, ktorá sa neustále znižuje. Podobne u nás ako v ostatných krajinách možno očakávať posun lyžiarskych stredísk do vyšších nadmorských výšok, prípadne ich zánik.

### Obr. 111

Počet lyžiarskych stredísk na Slovensku podľa počtu dní prevádzky.

Zdroj: Sitour

### POČET LYŽIARSKYCH STREDÍSK NA SLOVENSKU PODĽA POČTU DNÍ PREVÁDZKY



## EKONOMICKÝ DOSAH

Lyžiarske oblasti v USA zaznamenali od roku 2000 do roku 2019 straty päť miliárd dolárov v dôsledku zmeny klímy. A okolo roku 2050 by mohli ich straty dosiahnuť približne jednu miliardu dolárov ročne v závislosti od toho, o koľko sa znížia emisie. Podľa optimistického scenára znižovania emisií by sa do roku 2050 lyžiarskemu priemyslu v USA skrátili sezóny o 14 až 33 dní, a to aj so zasnežovaním. Klimatická zmena ohrozuje budúcnosť lyžiarskych stredísk aj v Európe. Nedostatok prírodného snehu nebudú schopné dostatočne kompenzovať ani zariadenia na výrobu umelého zasnežovania. Podľa štúdie vo vedeckom

### Obr. 112

Počet dní vhodných na lyžovanie vo vybraných lyžiarskych strediskách podľa troch scenárov.

Zdroj: Copernicus

časopise Nature Climate Change, ak globálne otepľovanie spôsobí nárast priemernej teploty o 2 °C, približne polovica európskych lyžiarskych stredísk bude čeliť vysokému riziku nedostatku snehu. V prípade zvýšenia teploty o 3 °C v tomto storočí bude nedostatku snehu na zimné športy čeliť 91 % lyžiarskych centier, ak sa oteplí o 4 °C, nedostatok snehu bude hroziť takmer všetkým strediskám. Autori štúdie (François a kol. 2023) skúmali 2 234 stredísk v 28 európskych krajinách.

Podobné trendy sú zaznamenávané aj na Slovensku. Počas štyroch sezón (roky 2015 – 2019) bol medián dĺžky prevádzky lyžiarskeho strediska na Slovensku 82 dní. Lyžiarske strediská indikujú, že väčšina z nich je počas priemernej sezóny otvorená 60 až 90 dní. Zároveň tvrdia, že keby kleslo množstvo otvorených dní pod 35, stali by sa ekonomicky neudržateľnými (IEP, 2023).

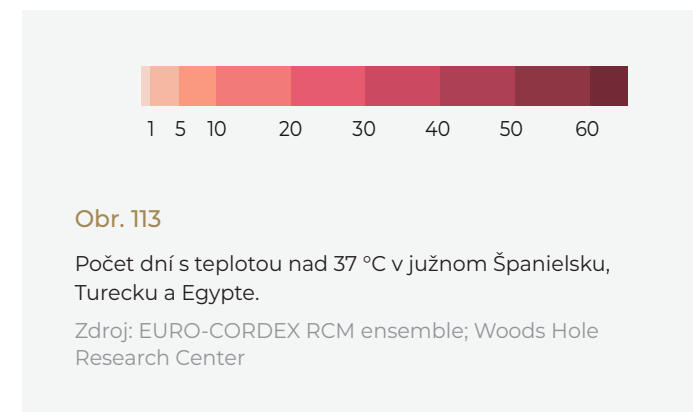
Počet dní vhodných na zasnežovanie má na celom Slovensku klesajúci trend. Otázkou je, do kedy bude investovanie do umelého zasnežovania rentabilné a do akej miery budú lyžiarske strediská schopné sa preorientovať na iný druh zimného turizmu. Sneh a lyžovanie stále nemajú pri zimnom horskom turizme alternatívu (IEP 2023).

S letnou sezónou sú zviazané aktivity pri vode a letná turistika. Aktivity pri vode zahŕňajú najmä turistiku spojenú s kúpaním, oddychom pri vode a vodnými športmi. Veľmi obľúbenou formou je najmä pobyt pri mori, kde sa horúce dni dajú prežiť príjemnejšie. Ale s narastajúcimi teplotami sa aj tu situácia postupne zhoršuje. Podľa analýzy

McKinsey Global Institute (2020) sa neustále zvyšuje počet tropických dní a predpokladá sa, že do roku 2050 v niektorých populárnych letoviskách sa môže počet dní, počas ktorých maximálna teplota dosiahne viac ako 37 °C, zdvojnásobiť. Napríklad v tureckej Antálii, kam ročne príde 11 miliónov turistov, má byť do roku 2030 15 dní nad 37 °C a v roku 2050 30 dní. V obľúbených egyptských letoviskách Hurgada a Šarm aš-Šajch má počet takýchto dní narásť zo súčasných 15 na 30 dní v roku 2030 a na 50 v roku 2050, čo možno považovať už za neúnosné.

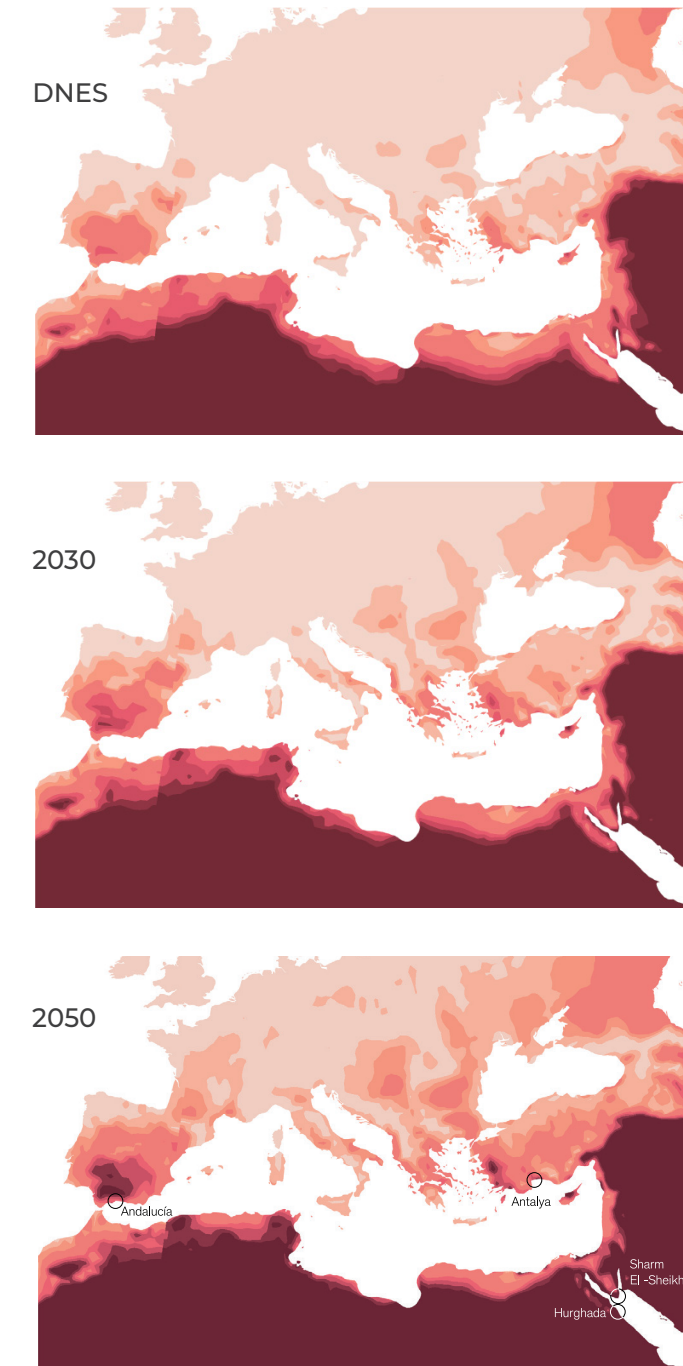
V rámci letnej turistiky zväčša ide o pešiu turistiku, ktorá zahŕňa kratšie i dlhšie prechádzky na horách, ale aj ľahšie túry po rovinatejších chodníkoch. Môže byť spojená aj s ďalšími aktivitami, ako je pozorovanie, poznávanie, zber plodín a pod. Predstavuje jednu z najpopulárnejších outdoorových aktivít, pretože na jej realizáciu nie sú potrebné špeciálne znalosti ani zručnosti. Ide o prechádzky vo voľnej krajine s cieľom oddychu a relaxácie s poznávaním miestnej krajiny, jej prírodných a kultúrnych daností. Základom ich realizácie je výskyt vodných plôch a vhodné počasie.

Negatívne vplyvy klimatickej zmeny na realizáciu týchto aktivít sa prejavujú neúnosným zvyšovaním teploty, zvyšovaním sucha a následného poklesu hladín vodných plôch a nedostatku vody. Zvýšenie počtu tropických dní a výskytu vln horúčav môžu spôsobiť zdravotné problémy, obmedzenia a diskomfort. Taktiež sa negatívne môžu odraziť na obmedzení počtu kultúrno-spoločenských podujatí organizovaných jednotlivými



samosprávami a spoločenskými organizáciami. Značným rizikom je aj výskyt prírodných katastrof spojených s klimatickou zmenou, ako sú veterné smršte, bleskové záplavy, požiare, premnoženie škodcov, premnoženie choroboplodných zárodkov, zvýšenie alergénov, riziko prenosu infekčných ochorení a pod. Následky prirodzených rizík môžu spôsobiť zmenu krajinného rázu a krajinného obrazu – zníženie estetickej hodnoty prostredia, čo sa následne môže prejaviť v poklese záujmu turistov o takto postihnuté lokality krajiny.

Problémom rozvoja cestovného ruchu, najmä letného je aj pokles zásob vody. V mnohých oblastiach poklesnú zásoby vody o 10 až 25 % medzi rokmi 2030 a 2050. Podľa správy, ktorú zostavilo Európske observatórium pre pozorovanie sucha (EDO 2024), ktoré prevádzkuje JRC, vidno, že dlhotrvajúce, nadpriemerné teploty a slabé zrážky viedli k vážnym suchám v oblasti Stredozemného mora, postihli mnohé oblasti v južnom Taliansku, južnom Španielsku, na Malte, v Maroku, Alžírsku a Tunisku. V dôsledku toho už bolo v niektorých





krajinách (Maroko, Španielsko, Portugalsko a na Sicílii a Sardínii) zavedené obmedzenia používania vody, čo následne vyústilo v týchto krajinách k protestným akciám na obmedzenie turizmu (Joint Research Centre 2024a).

Rizikovým faktorom z hľadiska rozvoja turizmu je aj výskyt požiarov, ktoré sú podmienené vysokými teplotami a suchom. Podľa celkovej spálenej plochy bol rok 2023 štvrtým najhorším rokom od roku 2000. V celosvetovom meradle bol rok 2023 poznačený lesnými požiarimi v mnohých regiónoch sveta, najmä v Kanade, kde odhadovaná spálená plocha predstavovala viac ako 18 miliónov ha (približne dvojnásobok veľkosti Portugalska). Podobne aj v Európe bol počas letných mesiacov roku 2023 zaznamenaný prudký nárast požiarov, spálená oblasť predstavovala viac ako pol milióna ha. Lesné požiare spôsobili vážne škody na životnom prostredí, keďže vyprodukovali približne 20 megaton (Mt) emisií CO<sub>2</sub>, čo zodpovedá takmer tretine všetkých emisií z medzinárodnej leteckej dopravy v EÚ za jeden rok



(Joint Research Centre 2024b). Predpokladá sa, že meniace sa poveternostné podmienky budú neustále zvyšovať nebezpečenstvo požiarov vo väčšine krajín Európy. Nárast nebezpečenstva požiarov je najsilnejší v krajinách južnej Európy, kde sú požiare už teraz časté a intenzívne.

Dlhodobý výskyt obdobia sucha môže vyvolať vážne problémy v zásobovaní pitnou a úžitkovou vodou v prevádzke hotelov, bazénov a golfových ihrísk a ostatných rekreačných aktivít. Suchá môžu mať negatívny vplyv okrem kvantity aj na kvalitu vody. Zvýšenie teploty v stojatých vodách môže spôsobiť zhoršenie kvality vody (eutrofizácia), tiež môže spôsobiť zvýšený výskyt určitých choroboplodných zárodkov/parazitov v zdrojoch rekreačných vôd. Počas dlhých a horúcich dní sa zvyšuje riziko priameho prenosu choroboplodného zárodka tým, že ľudia viac využívajú kúpaliská. Na druhej strane intenzívne dažde môžu spôsobiť prenikanie zvieracích a environmentálnych choroboplodných zárodkov do rekreačných vôd (Mindas a kol. 2011). Zmenu možno očaká-



vať aj v priestorovej distribúcii druhov spôsobujúcich infekčné ochorenia, ako sú kliešte a niektoré druhy komárov. Je predpoklad, že zmeny nastanú aj v distribúcii peľových alergénov, čo podmieni následný zvýšený výskyt alergénnych ochorení. Predĺženie peľovej sezóny môže byť rizikom nielen pre obmedzenie letnej turistiky, ale aj pre kúpeľný a zdravotný typ turizmu.

Všetky uvedené prejavy klimatickej zmeny môžu následne ovplyvniť turistický potenciál jednotlivých regiónov, podnikateľov v cestovnom ruchu, ako i samotných turistov (Ministerstvo životného prostredia SR 2018b). Prejaví sa to nielen na zmene cieľových destinácií, ale aj na časovom harmonograme dovolenkovej sezóny a postupne sa budú meniť „dovolenkové mapy“.

Zvyšovanie teploty, posun atraktívnych klimatických podmienok smerom k vyšším zemepisným šírkam a vyšším nadmorským výškam, ako i zvýšenie výskytu extrémnych javov počasie (vlny horúčav, sucho, záplavy, intenzívne búrky a hu-



rikány) môže ovplyvniť výber dovolenkovej destinácie. Turisti budú hľadať chladnejšie krajiny, prípadne iné ako letné termíny. Predpokladá sa, že vhodnosť južnej Európy pre cestovný ruch sa počas kľúčových letných mesiacov výrazne zníži, ale v ostatných ročných obdobiach sa zlepši. Očakáva sa, že počas roka sa zvýši príťažlivosť strednej Európy pre cestovný ruch. Podobne je predpoklad presunu hlavnej dovolenkovej sezóny z obdobia júl – august na skoršie alebo neskoršie mesiace. Veľa turistov preferuje na dovolenku skoršie, prípadne neskoršie mesiace, ako je jún, september, október, čo je však limitom pre rodičov so školopovinnými deťmi.

Na druhej strane zvýšenie teploty vzduchu a počtu letných dní umožňuje rozvoj letného cestovného ruchu aj v doteraz turisticky menej navštevovaných územiach. Je predpoklad posilnenia turizmu viazaného na horskú turistiku, návštevy jaskýň a na využívanie vodných plôch. Atrakciou sa stávajú akvaparky a ostatné zariadenia na realizáciu vodných športov.



Zdroj: Freepik

## V. kapitola

# Vládne aktivity na boj proti zmene klímy

Téma klimatickej zmeny sa postupne viac a viac dostáva do povedomia, venujú sa jej vedci, učitelia, projektanti, plánovači, NGO, politici, médiá a v poslednom období aj široká verejnosť. I napriek tomuto širokému záujmu v konkrétnej praxi nevidno výrazné zlepšenia ani v oblasti mitigácie, ani adaptácie. Problematika je taká vážna, že je potrebné sa jej venovať komplexne na všetkých úrovniach a je potrebné prijímať aj legislatívne nástroje, ktoré by eliminovali jej negatívne následky. Kapitola prináša prehľad aktivít v boji proti klimatickej zmene na medzinárodnej i národnej úrovni.

## 1. podkapitola

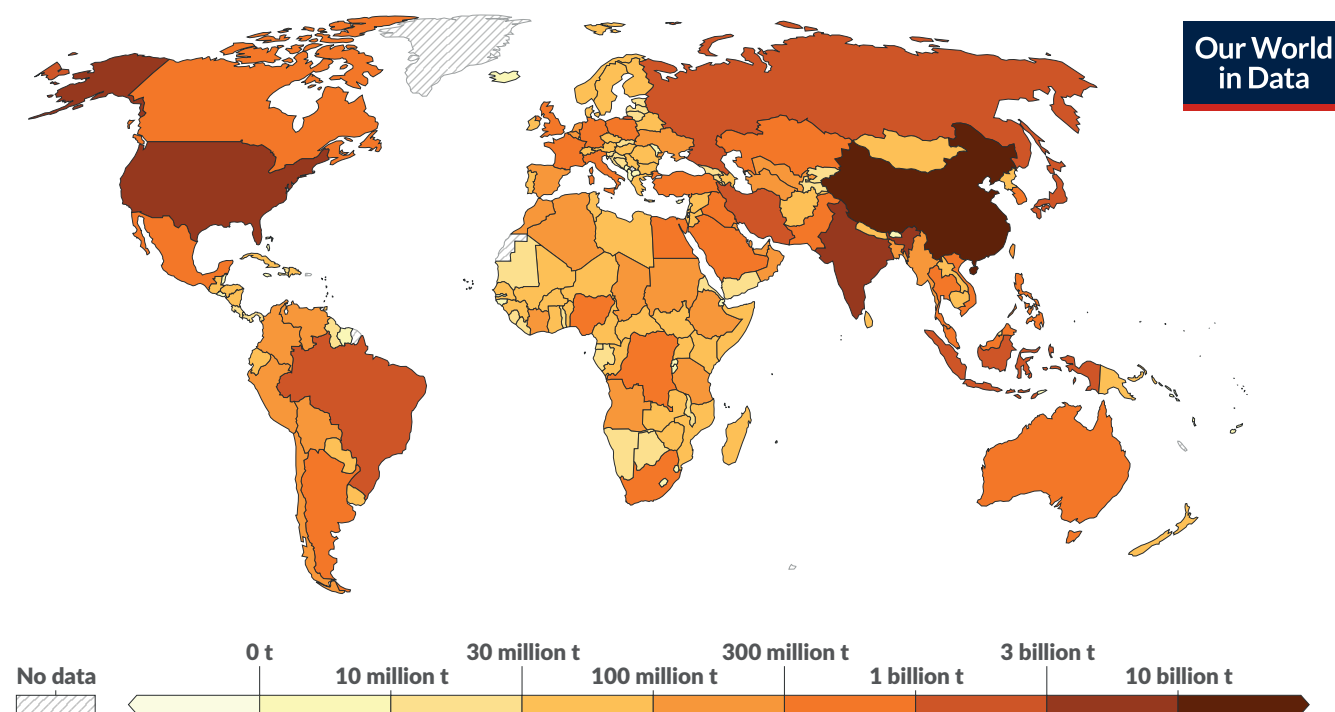
# Medzinárodné dohovory

prof. RNDr. Zita Izakovičová, PhD.  
Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

Následky klimatickej zmeny sú také závažné, že ich riešenie už nie je možné len na úrovni jednej krajiny, ale je potrebný medzinárodný, celosvetový prístup k ich riešeniu. Problémy globálneho otepľovania a klimatickej zmeny riešia lídri na svetovej úrovni už niekoľko desaťročí. V roku 1992 na pôde OSN v rámci Rio Summitu bol prijatý prvý **Rámcový dohovor OSN o zmene klímy**. Tento dohovor bol hlavným a najdôležitejším opatrením na zmiernenie a zamedzenie potenciálnej hrozby klimatickej zmeny v dôsledku rapídneho nárastu emisií skleníkových plynov. Hlavným cieľom dohovoru bolo **stabilizovať koncentráciu skleníkových plynov v atmosfére na úrovni, ktorá by zabránila nebezpečnej hrozbe klimatickej zmeny**. Každá zo zmluvných strán sa zaviazala prijať vnútroštátne nariadenia a zodpovedajúce opatrenia na zmiernenie zmeny klímy tým, že obmedzí produkciu emisií plynov spôsobujúcich skleníkový efekt. Slovensko sa ratifikáciou dohovoru 25. 8. 1994 zaviazalo plniť všetky jeho záväzky. Zmluvné strany dohovoru sa zaviazali každoročne vyhodnocovať dosiahnuté výsledky a špecifikovať nové potrebné opatrenia na pravidelných ročných medzinárodných fórach (COP, Conference of the Parties).



EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V ROKU 2024



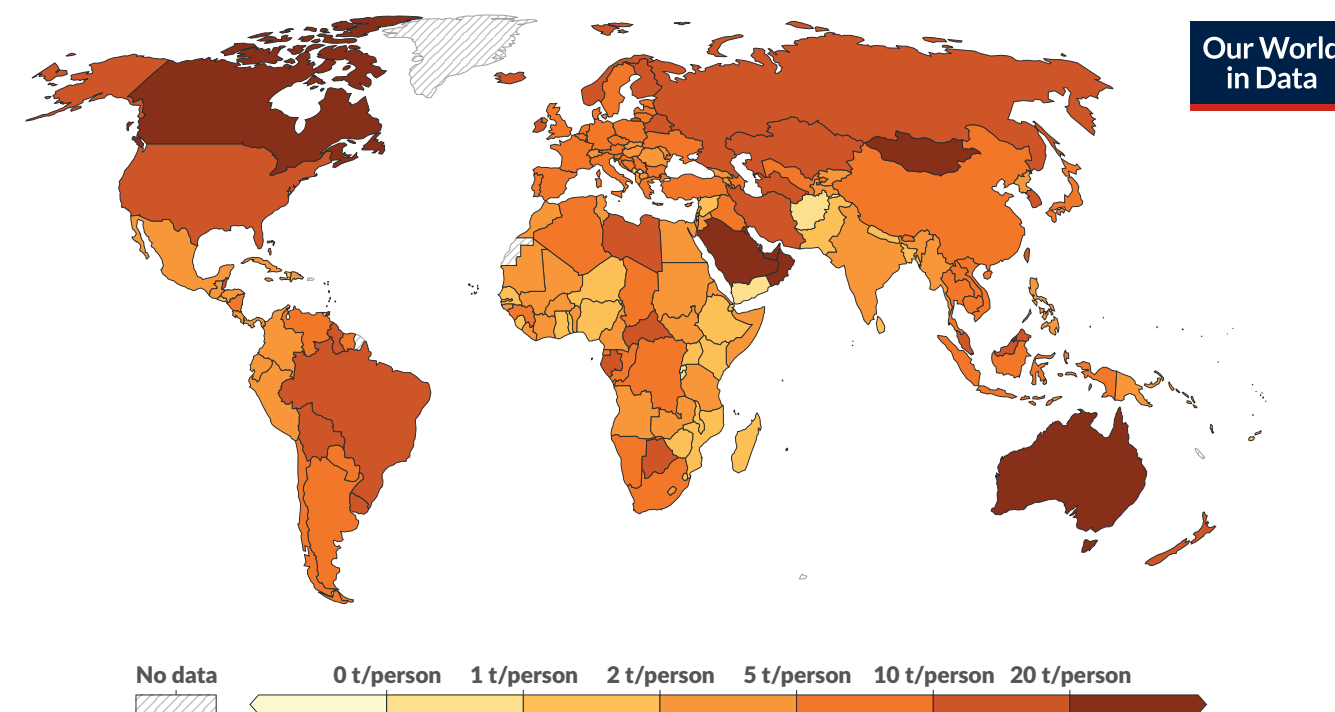
Obr. 114

Emisie skleníkových plynov v r. 2024. Emisie skleníkových plynov zahŕňajú oxid uhličitý, metán a oxid dusný zo všetkých zdrojov, vrátane zmien vo využívaní pôdy. Merajú sa v tonách ekvivalentov oxidu uhličitého v časovom horizonte 100 rokov.

Zdroj: Jones et al. (2025)

Problémom úspešnosti dohovoru bolo, že nedefinoval záväzné redukčné ciele, čo spôsobilo, že sa dosiahol veľmi malý alebo takmer žiaden pokrok krajín pri plnení stabilizačného cieľa. Tento stav viedol nakoniec k prijatiu kvantifikovaných záväzných redukčných cieľov na 3. konferencii zmluvných strán dohovoru v decembri 1997 v Kjóte, kde sa prijal **Kjótsky protokol**, v ktorom sa krajiny dohodli na znížení antropogénnych emisií šiestich skleníkových plynov ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs a  $\text{SF}_6$ ) v priemere o 5,2 % z úrovne roku 1990 počas záväzného obdobia 2008 – 2012. Protokol, ktorý nadobudol platnosť 16. februára 2005, podpísalo 141 krajín sveta vrátane Slovenska. Signatárske krajiny spolu produkovali 61 % globálnych emisií. Európska únia bola jedným z najhlavnejších podporovateľov tohto protokolu.

EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV NA OBYVATEĽA V ROKU 2024



Obr. 115

Emisie skleníkových plynov na obyvateľa v roku 2023. Emisie skleníkových plynov zahŕňajú oxid uhličitý, metán a oxid dusný zo všetkých zdrojov, vrátane zmien vo využívaní pôdy. Merajú sa v tonách ekvivalentov oxidu uhličitého v časovom horizonte 100 rokov.

Zdroj: Jones et al. (2024), Population based on various sources (2024)

EÚ je po Číne, USA a Indii **štvrtým najväčším producentom skleníkových plynov** na svete podľa údajov z roku 2019. Európska únia produkuje okolo 21 % globálnych skleníkových emisií a zaviazala sa ich v priemere znížiť o 8 % oproti hodnotám emisií z roku 1990. Slovensko rovnako ako Európske spoločenstvo prijalo záväzok znížiť svoje emisie o 8 % v porovnaní s rokom 1990.

V druhom záväznom období (2013 – 2020) sa zúčastnené krajiny dohodli na znížení svojich emisií skleníkových plynov najmenej o 18 % pod úroveň z roku 1990. EÚ, jej členské štáty a Island sa dohodli na spoločnom splnení cieľa zníženia o 20 % **redukcie emisií skleníkových plynov v porovnaní s úrovňou v roku 1990**. K monitorovaným šiestim skleníkovým plynom z prvého



obdobia pribudol v druhom období nový plyn – fluorid dusitý  $\text{NF}_3$ , ktorý má veľmi vysoký globálny potenciál otepľovania.

Problém s podpísaním dohovoru mali najväčší producenti emisií, a to Spojené štáty a Austrália, ktorá je druhým najväčším svetovým producentom skleníkových plynov v prepočte na obyvateľa.

V rámci protokolu sa zdefinovali nové flexibilné nástroje. K najvýznamnejším patrilo **obchodovanie s ušetrenými emisiami**. Krajiny, ktoré produkujú menej emisií, ako mali stanovené limity v rámci protokolu, môžu voľné kvóty predať krajinám s nadlimitnou produkciou emisií. Napr. takto mohlo Rusko predať svoje kvóty Kanade, podobne aj Slovensko predalo svoje kvóty viacerým firmám, najmä americkým. Niektoré priemyselné krajiny urobili z uhlíkových kreditov dôležitú súčasť ich obchodnej stratégie, čo spochybňuje redukciu čistých hodnôt skleníkových plynov a tým i efektivitu protokolu.

Názory na Kjótsky protokol sa rôznili. Mnohí tvrdili, že Kjótsky protokol sa nezaobera širšími otázkami udržateľnosti situácie. Aj keď protokol stanovil medzinárodný základ na reguláciu skleníkových plynov, nezaoberal sa inými otázkami udržateľnosti, akým je napríklad rýchly nárast populácie v krajinách tretieho sveta. Experti naznačujú, že Kjótsky protokol predstavuje viac antipriemyselnú agendu ako spravodlivý pokus o zmiernenie prejavov klimatickej zmeny.

Hoci sa Kjótsky protokol vo svojich stanovách zaviazal k zníženiu vypúšťania skleníkového plynu, reálne k žiadnemu úbytku koncentrácie  $\text{CO}_2$  nedošlo. Naopak, aj napriek jeho prijatiu, množstvo oxidu uhličitého v ovzduší v priebehu rokov rástlo. Na konci roka 2015 z Parížskeho klimatického summitu vznikol nový protokol Parížska dohoda. Svetoví lídri z viac než 150 krajín sveta sa počas summitu zhodli, že otepľovanie planéty by sa malo udržať pod 2 stupňami Celzia. S týmto krokom však neboli úplne spokojní predstavitelia menších ostrovných štátov, ktorým hrozí v dôsledku globálneho otepľovania a zvyšovania sa hladiny oceánov zánik (Vanuatu či Maldivy). Najvyššie položený prírodný bod súostrovia Maldivy sa nachádza vo výške len niečo cez dva metre nad hladinou mora. Pri súčasnom otepľovaní klímy a zvyšovaní sa hladiny oceánov by súostroviu hrozil čoskoro zánik. Do roku 2100 totiž klimatológovia predpokladajú nárast hladiny oceánov až o dva metre. Parížska dohoda bola sprístupnená na podpis na Deň Zeme 22. apríla 2016 v sídle OSN v New Yorku. Nadobudla účinnosť 4. novembra 2016, keď ju ratifikovalo 55 krajín, ktoré predstavovali produkciu najmenej 55 % celosvetových emisií. Odvtedy ju ratifikovalo viacej krajín, ktoré spolu vypúšťajú viac než 98 % antropogénnych emisií. Jediné krajiny, ktoré dohodu neratifikovali, sú niektoré krajiny Blízkeho východu. Najväčší z nich je Irán s 2 % podielom na celosvetovom objeme emisií. Dohodu neratifikovali ani Lýbia a Jemen. Poslednou krajinou, ktorá dohodu ratifikovala, bola Eritrea, a to 7. februára 2023.

Parížska dohoda po prvý raz priniesla ponuku globálnej dohody o tom, že všetky krajiny podniknú opatrenia v boji proti zmene klímy a prispôbia sa jej dôsledkom, pričom by sa posilnila aj podpora rozvojovým krajinám. Závazky znížovať emisie sa týkajú všetkých strán s tým, že každých päť rokov strany musia tieto záväzky aktualizovať tak, aby boli prísnejšie. Pre rozvojové krajiny bolo stanovené prechodné obdobie. Najväčšia finančná záťaž stále ostáva na pleciah rozvinutých krajín. Dohoda zavádza tiež pravidelné monitorovanie emisií vrátane ich zverejňovania. Parížska dohoda si stanovila ambiciózne cieľ, ktorý zaväzuje každú krajinu vrátane Slovenska k zníženiu emisií skleníkových plynov. Aby sa dosiahlo udržanie globálneho oteplenia pod 1,5 °C, je potrebné do roku 2030 znížiť emisie zhruba o 50 %. V druhej polovici storočia by mal nastať stav, keď sa vypustí len toľko emisií, koľko bude schopná príroda spotrebovať, aby sa dosiahla klimatická neutralita. Takéto dramatické zmeny nenastanú zo dňa na deň, ani z roka na rok. Pravdepodobne bude treba desaťročia, aby sme sa k takýmto hodnotám aspoň priblížili. Preto má nová dohoda zmysel: je nástrojom na to, aby sa postupne mohla prebudovať ekonomika smerom k udržateľnej a nízkouhlíkovej budúcnosti.

Mnohí odborníci však Parížsku dohodu vnímajú skepticky. Naplnenie jej cieľov nevidia realisticky. Vyčítajú jej nedostatok záväzných opatrení, ako jednotlivé ciele naplniť. Konkrétne klimatické ciele považujú skôr za politické sľuby než právne záväzky.

V roku 2021 si EÚ stanovila klimatickú neutralitu, teda cieľ dosiahnutia nulových čistých emisií do roku 2050. Konkrétne právne predpisy, ktoré umožnia Európe dosiahnuť tieto ciele, sú stanovené v balíku Fit for 55, ktorý Komisia predložila v júli 2021. Balík Fit for 55 prináša súbor **návrhov na revíziu a aktualizáciu právnych predpisov EÚ** a na zavedenie nových iniciatív, ktorými sa má zabezpečiť, aby politiky EÚ zodpovedali cieľom v oblasti klímy, na ktorých sa dohodla Rada a Európsky parlament. Tento balík návrhov má za úlohu vytvoriť súdržný a vyvážený rámec na dosiahnutie cieľov EÚ v oblasti klímy, ktorým sa:

- ▶ zabezpečuje spravodlivú a sociálne korektnú transformáciu,
- ▶ zachováva a posilňuje inovácia a konkurencieschopnosť priemyslu EÚ a zároveň zabezpečujú rovnaké podmienky vo vzťahu k hospodárskym subjektom z tretích krajín,
- ▶ podporuje vedúce postavenie EÚ v celosvetovom boji proti zmene klímy.

EÚ má ambíciu stať sa do roku 2050 prvým klimaticky neutrálnym územím. To si vyžaduje:

- ▶ **vysoké zníženie emisií vo všetkých odvetviach** – na základe návrhu by sa malo do roku 2030 dosiahnuť celouňijné zníženie emisií o 40 % v porovnaní so situáciou v roku 2005,
- ▶ **systémovú transformáciu celého hospodárstva**, technologické inovácie a ich zavádzanie, ako aj rozvoj novej infraštruktúry,

- ▶ **bezprecedentnú transformáciu energetického, dopravného systému a budov**, elimináciu fosílnych palív využívaných v cestnej doprave a v sektore budov, využívanie ekologickejších vozidiel a dopĺňanie palív do takýchto vozidiel v celej EÚ,
- ▶ **priniesť na trh ekologickejšie vykurovacie palivá**, skrátiť lehoty návratnosti investícií do obnovy budov a urýchliť prechod na ekologickejšie palivá pri vykurovaní a chladení existujúcich budov,
- ▶ **solidaritu ako kľúčovú zásadu Európskej zelenej dohody** – dohody medzi generáciami, členskými štátmi, regiónmi, vidieckymi a mestskými oblasťami a rôznymi časťami spoločnosti,
- ▶ **90 % zníženie celkových emisií z dopravy** na dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050,
- ▶ **dosiahnutie 9 % zníženie spotreby energie**,
- ▶ **zefektívnenie energetického systému** prostredníctvom podpory elektrifikácie založenej na obnoviteľných zdrojoch energie,
- ▶ stanovenie vyšších ambícií pre **rozšírenie prírodného odstraňovania uhlíka v EÚ**,
- ▶ **zvýšenie kvality a kvantity lesov v EÚ** a iných prírodných záchytoch uhlíka na jej území,
- ▶ **zmenu modelov spotreby a mobility**.



Zdroj: Alamy Stock Photo / Hans Bechheim

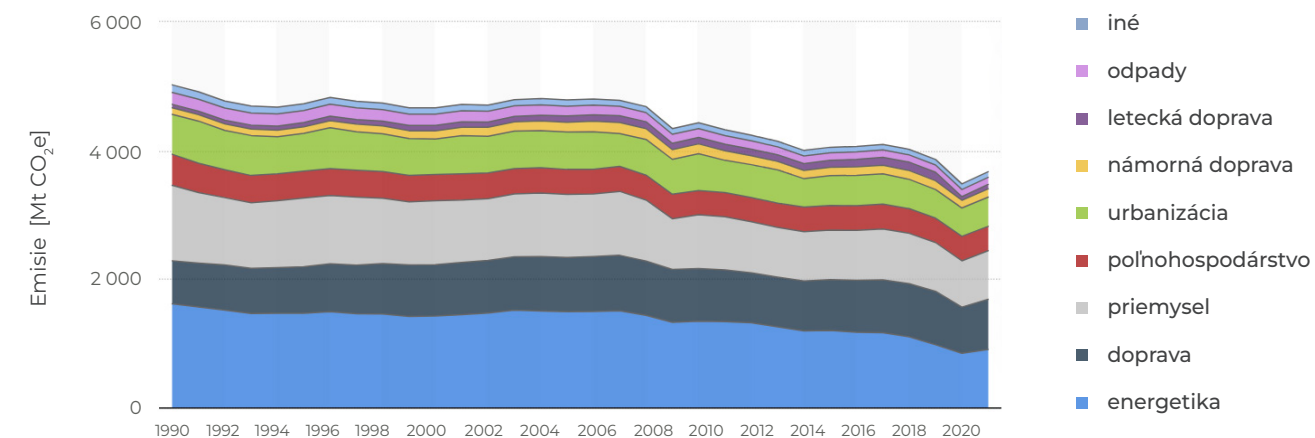
Odporúča sa:

- ▶ do roku 2026 začať **obchodovať s emisiami** v odvetví cestnej dopravy a v sektore budov,
- ▶ **stanoviť cenu výrobkov** spôsobujúcich výrazné znečistenie **na základe ich obsahu uhlíka**,
- ▶ **dosiahnuť mobility s nulovými emisiami** – stanovenie emisných noriem CO<sub>2</sub>,
- ▶ **zvýšiť celkový záväzný cieľ využívania energie z obnoviteľných zdrojov** zo súčasných 32 % na novú úroveň, a to na 40 %. EÚ postupne pracuje na naplňaní a zavádzaní týchto opatrení.

Na prelome novembra – decembra 2023 sa v Dubaji konala dosiaľ posledná klimatická konferencia, v poradí už dvadsiata ôsma (COP 28). Účastníci so značným znepokojením konštatovali, že napriek realizovaniu mnohých opatrení stále nie sme v súlade s cieľmi Parížskej dohody obmedziť otepľovanie na 2 °C. Britský kráľ Karol III. vo svojom príhovore varoval, že svet je „strašne mimo cesty“ pri dosahovaní kľúčových klimatických cieľov a apeloval na urýchlenú realizáciu naliehavých opatrení na zmiernenie klimatickej núdze. Znepokojenie vyjadrila tiež slovenská prezidentka Zuzana Čaputová, ktorá na konferencii konštatovala, že ľudstvo sa rúti do priepasti a naj-



Zdroj: Freepik



väčší znečisťovatelia vo svete stále nerobia dosť na to, aby sa klimatická kríza zabrzdila. Položila otázku „Koľko klimatických podujatí ešte potrebujeme, aby sme zabránili voľnému pádu do tejto priepasti? Dokedy ešte chceme škodiť budúcim generáciám?“ Zdôraznila, že snahy o zmiernenie klimatických zmien musia byť ambiciózne, kolektívne a univerzálne. Zdôraznila, že Slovensko k obmedzovaniu emisií pristupuje zodpovedne.

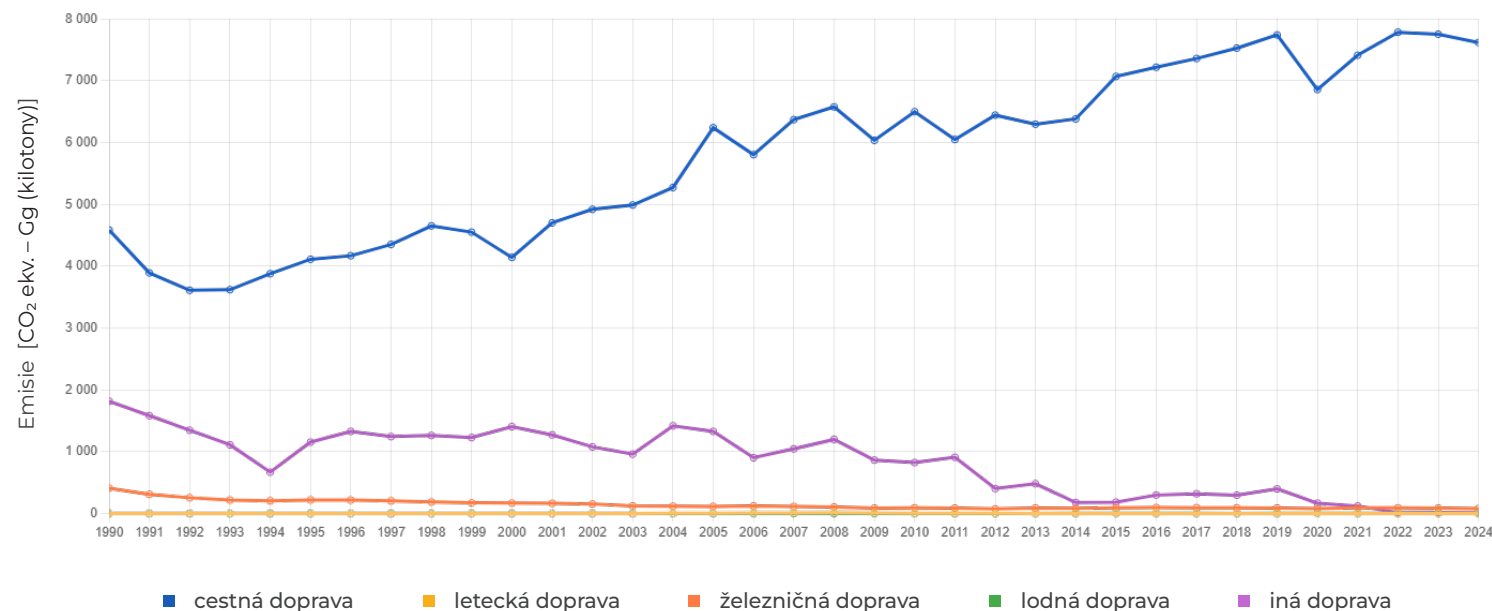
Podobne slabý pokrok v napĺňaní cieľov Parížskej dohody potvrdili aj vedci, ktorí dokonca aj v najoptimistickejšom emisnom scenári konštatovali, že existuje len 14-percentná šanca udržať otepľovanie na 1,5 °C. Konštatovali, že tento rok sa vypustilo do ovzdušia o 1,1 % viac oxidu uhličitého, ktorý zachytáva teplo, ako minulý rok v dôsledku zvýšeného znečistenia z Číny a Indie. To vyžaduje urýchlené a záväzné opatrenia na znižovanie skleníkových plynov.

Účastníci konferencie poukázali na potrebu postupného vyradovania všetkých fosílnych palív a zvyšovanie podielu využívania energie z obnoviteľných zdrojov. Problémom je, že k záväzku týkajúcemu sa obnoviteľných zdrojov energie a energetickej účinnosti sa prihlásilo 130 krajín. Nepodpísala sa však pod to Čína, ktorá je najväčším sveto-

**Obr. 116**

Produkcia emisií podľa jednotlivých odvetví.

Zdroj: [www.statista.com](http://www.statista.com)



vým producentom skleníkových plynov, ako ani ďalší rozvojový gigant India a hlavní vývozcovia energie Saudská Arábia a Rusko.

Problémom realizácie žiaducich opatrení je v mnohých krajinách aj nedostatok financií na ich zabezpečenie. Nakoniec vlády spoločne prisľúbili viac ako 400 miliónov dolárov na vytvorenie fondu strát a škôd pre obeť klimatickej katastrofy. Hoci sa suma zdá dosť vysoká, skutočné potreby rozvojových krajín sa do roku 2030 môžu vyšplhať až na 200 až 400 miliárd eur ročne.

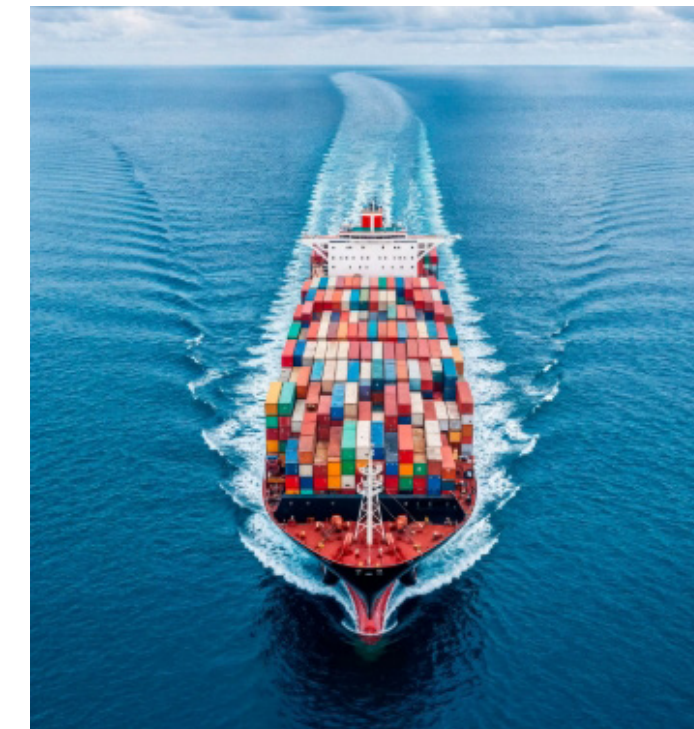
#### Obr. 117

Na produkcii emisií sa výraznou mierou podieľa aj doprava, ktorá stále viac a viac naberá na intenzite. Emisie zo sektora doprava podľa typu dopravy (CO<sub>2</sub> ekv. – Gg (kilotony)). Aktualizované k 15. 1. 2024; GHG emisie vyjadrené v GWP z IPCC AR5.

Zdroj: oeab.shmu.sk



Problémom úspešnosti dohovorov a strategických dokumentov je, že si často stanovujú ambiciózne strategické ciele, ale následne sa už nestanovujú konkrétne opatrenia, ako jednotlivé ciele naplniť. Väčšinou slabá je aj záväznosť a kontrola plnenia stanovených cieľov. Často sa stanovené ciele a limity nedodržia a žiadna zodpovednosť sa nevyvodzuje. Máme vcelku dobre spracované strategické dokumenty, či už na medzinárodnej, alebo na národných úrovniach, ale mnohé zostávajú len v teoretickej rovine.





## 2. podkapitola

# Národné strategické dokumenty

Ing. Jana Špulerová, PhD.  
Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

Ing. Yveta Velísková, PhD.  
Ústav hydrológie SAV, v. v. i.

V Slovenskej republike boli prijaté viaceré strategické dokumenty zamerané na zmierňovanie následkov klimatickej zmeny.

K najvýznamnejším možno zaradiť tieto:

- ▶ Koncepcia vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050,
- ▶ H<sub>2</sub>ODNOTA JE VODA – Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody,
- ▶ Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 (Envirostratégia 2030),
- ▶ Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy,
- ▶ Strategický plán Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SP SPP) na roky 2023 – 2027,
- ▶ Koncepcia prírode blízkeho hospodárenia v lesoch Slovenskej republiky (2019) a ďalšie.



Zdroj: Alamy Stock Photo / Steve Allen

A.

## VODNÁ POLITIKA SR

V celej modernej histórii Slovenska sa venovala špeciálna pozornosť našej vzácnej prírodnej surovine – vode.

Spracovávanie komplexných koncepčno-plánovacích vodohospodárskych dokumentov na Slovensku sa datuje od povojnového obdobia. Štruktúra a obsah týchto plánovacích dokumentov sa menili v nadväznosti na potreby danej doby. Prvým takýmto významným dokumentom bol Štátny vodohospodársky plán (ŠVP), schválený vládou Československej republiky v roku 1954. ŠVP obsahoval vôbec ako prvý dokument koncepciu rozvoja vodného hospodárstva vo všetkých jeho zložkách. Na tento dokument nadviazal v roku 1975 Smerný vodohospodársky plán, ktorý bol v rámci trvalej koncepčnej činnosti každoročne aktualizovaný tzv. Vestníkom a každých päť rokov Zborníkom SVP. Spoločenské zmeny na prelome osemdesiatych a deväťdesiatych rokov spôsobili zmenu pohľadu na tento dokument, ktorý bol vyhlásený za svojím spôsobom prekonaný a z rôznych hľadísk v budúcnosti nevyužiteľný. V roku 1991 sa preto pristúpilo k vypracovávaniu plánovacích dokumentov s novou obsahovou štruktúrou, a to Hydroekologických plánov povodí (HEP) a Vodohospodárskych plánov povodí (VHP). Tieto dokumenty sa spracovávali v päťročných cykloch, ktoré boli ukončené v roku 1995 a v roku 2000 a boli zastrešené sú-

hrnným koncepčno-strategickým dokumentom s názvom Generel ochrany a racionálneho využitia vôd (I. vydanie – 1995, II. vydanie – 2001).

Najväčšie zmeny do spracovávanie vodohospodárskych plánovacích dokumentov priniesla snaha Slovenskej republiky (SR) o vstup do Európskej únie (EÚ). V oblasti životného prostredia bola za jednu z najdôležitejších smerníc považovaná smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky (skrátene nazývaná Rámcová smernica o vode/RSV), ktorá priniesla najkomplexnejší súbor cieľov, nástrojov a záväzkov v oblasti vodnej politiky EÚ, čím sa vytvoril základ pre spoločnú vodnú politiku v krajinách EÚ.

Slovenské vodné hospodárstvo momentálne čelí viacerým problémom, ktoré súvisia s ochranou, využívaním a riadením vodných zdrojov. Medzi najvýznamnejšie výzvy patria:

- ▶ zlepšovanie stavu vôd s cieľom dosiahnuť ich dobrý stav (chemický, ekologický),
- ▶ zefektívnenie využívania vodných zdrojov, ktoré je potrebné na zabezpečenie dostatočnej a udržateľnej vodnej bilancie,
- ▶ ochrana pred následkami povodní, sucha a nedostatku vody, adaptácia na zmenu klímy.

Tieto problémy si vyžadujú komplexné a koordinované riešenia, ktoré sú založené na vodohospodárskej politike, legislatíve, plánovaní a financovaní. Slovensko sa snaží naplňovať ciele a požiadavky európskej a národnej politiky v oblasti vodného hospodárstva prostredníctvom plánov manažmentu povodí, plánov manažmentu povodňového rizika, programov opatrení a ďalších strategických a koncepčných dokumentov.

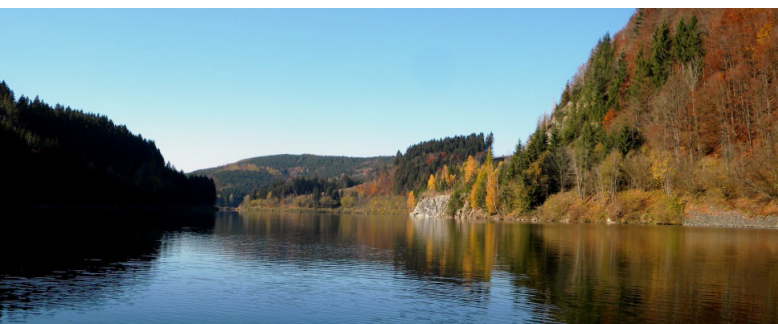
Najnovším koncepčným dokumentom v oblasti vodnej politiky Slovenska je dokument Koncepcia vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050, ktorý schválila vláda Slovenskej republiky 1. júna 2022. Hlavným poslaním koncepcie je zabezpečiť postupné obnovenie poškodených vodných útvarov, zastavenie znečisťovania vôd a poklesu množstva podzemných vôd, ako aj zabezpečenie dostatku pitnej vody v regiónoch.



Koncepcia nadväzuje na už spomenuté strategické dokumenty Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030 (Envirostratégia 2030), na Stratégiu adaptačnej politiky Slovenskej republiky do roku 2025 s výhľadom do roku 2030 a bude okrem iného vychádzať z analýzy plnenia záväzkov SR vyplývajúcich z rámcovej smernice o vode (2000/60/ES), smernice o hodnotení a manažmente povodňových rizík (2007/60/ES) a z plánov manažmentov v povodí Dunaja a Visly.

V tomto materiáli, na ktorého vypracovaní sa významnou mierou podieľali aj pracovníci SAV, sa definuje desať prioritných, na seba nadväzujúcich oblastí, ku každej sú priradené ciele, opatrenia a časový rámec ich plnenia.

Opatrenia sa zameriavajú na ochranu a obnovu prirodzených záplavových území, mokradí, ochranu pred povodňami, ako aj ochranu prirodzených, voľne tečúcich úsekov vodných tokov a revitalizáciu regulovaných úsekov tokov všade tam, kde je to možné.



## KLÚČOVÉ OBLASTI KONCEPCIE VODNEJ POLITIKY SR

VODA V KRAJINE

VODA V SÍDLACH – MESTÁ A OBCE MÚDRO  
HOSPODÁRIACE S VODOU

UDRŽATEĽNÉ VYUŽÍVANIE VÔD

VODA PRE VŠETKÝCH OBYVATEĽOV

ČISTÉ VODY

ŽIVÉ RIEKY

DUNAJ – NÁŠ A EURÓPSKY VEĽTOK

ROZUMIEŤ VODE

ZODPOVEDNÉ A INFORMOVANÉ  
ROZHODOVANIE O VODE

VODA AKO STRATEGICKÁ INVESTÍCIA  
– EFEKTÍVNE FINANCOVANIE

## B.

### H<sub>2</sub>ODNOTA JE VODA

#### AKČNÝ PLÁN NA RIEŠENIE DÔSLEDKOV SUCHA A NEDOSTATKU VODY

Bol schválený uznesením vlády SR č. 110/2018. Cieľom Akčného plánu na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody (ďalej len „akčný plán“) je predchádzať suchu preventívnymi opatreniami, eliminovať negatívne dôsledky zmeny klímy. Sucho je prírodný fenomén, nedostatok vody je naopak výrazne podmienený antropogénnou aktivitou. Akčný plán vytvára podmienky na znižovanie nepriaznivých účinkov sucha a nedostatku vody. Samostatná kapitola o suchu je súčasťou aj neskoršie prijatej Stratégie environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030.

Program opatrení je základným prvkom akčného plánu na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody. Jeho hlavným cieľom je znížiť nepriaznivé dôsledky sucha a nedostatku vody na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť. Opatrenia sú zatriedené podľa ich účelu a zoradené do skupín a podskupín podľa sektorov. Efektívna prevencia a synergický efekt pri zmiernení následkov sucha a nedostatku vody sa nezaobíde bez úzkej spolupráce rezortov, ktoré budú realizovať opatrenia v ich pôsobnosti.

Akčný plán zahŕňa:

#### ► Preventívne opatrenia:

Členenie preventívnych opatrení na zadržiavanie vody v krajine vychádza okrem iného z katalógu EÚ, ktorý opisuje prírode blízke opatrenia na zadržiavanie vody v krajine. Ďalej vychádzajú z aktívnych vodohospodárskych prvkov technickej infraštruktúry slúžiacich na prerozdelenie vody v čase a v priestore. V neposlednom rade vychádzajú z nových poznatkov navrhovania energeticky úsporných infraštruktúrnych a obytných stavieb. K prierezovým opatreniam patrí aj posilnenie medzirezortnej spolupráce v oblasti vodného hospodárstva, vedy a výskumu, civilnej ochrany, ochrany pred požiarmi, poľnohospodárstva a lesného hospodárstva, ochrany prírody a biodiverzity a krajinného plánovania. **Preventívne opatrenia zahŕňajú návrhy opatrení a úlohu pre:**

1. poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo;
2. sídelnú krajinu;
3. vodné hospodárstvo;
4. výskum a vývoj v oblasti sucha;
5. environmentálnu výchovu a vzdelávanie.

#### ► Operatívne opatrenia:

umožnia monitorovať meteorologické, pôdne a hydrologické sucho a predpovedať jeho možný vývoj.

► **Krízové opatrenia:**

zahŕňajú potrebu pripraviť krízové plány, v ktorých sú účelovo rozpracované opatrenia na riešenie nožnej krízovej situácie pri zásobovaní vodou, pri dlhotrvajúcom suchu v priestorových a časových dimenziách.



# C.

## STRATÉGIA ADAPTÁCIE SR NA NEPRIAZNIVÉ DÔSLEDKY ZMENY KLÍMY

Bola schválená uznesením vlády SR č. 148/2014. Jej aktualizácia bola schválená uznesením vlády SR č. 478/2018. Hlavný cieľ aktualizovanej adaptačnej stratégie je zvýšenie odolnosti a zlepšenie pripravenosti Slovenskej republiky čeliť nepriaznivým dôsledkom zmeny klímy. Na základe analýzy situácie na medzinárodnej, európskej a národnej úrovni, medzirezortnej diskusie a konzultácií so zainteresovanými subjektmi sa identifikovali nasledujúce čiastkové ciele a rámcové opatrenia v oblasti adaptácie, ktoré priamo alebo nepriamo prispievajú k naplneniu **hlavného cieľa národnej adaptačnej stratégie:**

1. Zabezpečenie aktívnej tvorby národnej adaptačnej politiky.
2. Efektívna implementácia adaptačných opatrení a monitoring účinnosti týchto opatrení v praxi.
3. Posilnenie premietnutia cieľov a odporúčaní národnej adaptačnej stratégie v rámci viacúrovňovej správy vecí verejných a podpory podnikania.
4. Zvyšovanie verejného povedomia o problematike zmeny klímy a budovanie znalostnej základne pre účinnejšiu adaptáciu.

5. Podpora synergie medzi adaptačnými a mitigačnými opatreniami a využívanie ekosystémového prístupu pri realizácii adaptačných opatrení všade, kde podmienky umožnia uplatnenie tohto prístupu.
6. Podpora premietnutia cieľov a odporúčaní základných medzinárodných právnych nástrojov pre hľadanie riešenia problematiky zmeny klímy, ktorými sú predovšetkým Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj, Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov (OSN) o zmene klímy a Parížska dohoda.

Pri aktualizácii stratégie boli zohľadnené špecifické sektorové stratégie, akčné plány, koncepcie a programy platné v Slovenskej republike, ktoré tvorili východiskovú základňu na prípravu stratégie. **Stratégia obsahuje hodnotenie aktuálnych dôsledkov zmeny klímy na vybrané oblasti a navrhované adaptačné opatrenia:**

1. horninové prostredie a geológia,
2. pôdne prostredie,
3. prírodné prostredie a biodiverzita,
4. vodný režim v krajine a vodné hospodárstvo,
5. sídelné prostredie,
6. zdravie obyvateľstva,
7. poľnohospodárstvo,
8. lesníctvo,

9. doprava,
10. energetika, priemysel a niektoré ďalšie oblasti podnikania,
11. cestovný ruch.





Zdroj: Freepik

Následne bol spracovaný Akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie SR na zmenu klímy, ktorý bol schválený uznesením vlády SR č. 476/2021.

Hlavným cieľom národného akčného plánu je prostredníctvom implementácie prierezových a špecifických adaptačných opatrení a úloh zvýšiť pripravenosť Slovenska na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Špecifikuje strategické priority, 5 prierezových opatrení, 7 špecifických oblastí, ktoré boli prioritované podľa dôležitosti, uskutočniteľnosti a dostupnosti finančných zdrojov.

### STRATEGICKÉ PRIORITY

1. Podporiť adaptáciu na zmenu klímy ako strategickú prioritu Slovenskej republiky, začleňovať a integrovať prispôsobenie sa zmene klímy do politického a právneho rámca a posilňovať tému adaptácie v existujúcich a pripravovaných národných a sektorových plánoch a programoch.
2. Posilniť implementáciu politík a legislatívy v oblasti adaptácie, znížiť byrokratickú záťaž obmedzujúcu realizáciu opatrení a zlepšiť vymáhanie práva cestou transparentnosti, zlepšenia kompetencií a posilnenia kontrolných a sankčných mechanizmov.
3. Budovať a rozvíjať efektívny, realizovateľný a fungujúci systém adaptácie na zmenu klímy v Slovenskej republike, založený na prin-

cípe subsidiarity a spoločného úsilia všetkých zainteresovaných strán a verejnosti.

4. Rozvíjať vedomostnú základňu, zber údajov, monitorovanie a výskum spojený so šírením údajov a informácií. Podporiť šírenie údajov prostredníctvom sprístupňovania otvorených údajov.
5. Podporovať vzdelávanie o zmene klímy a jej riešení v celom vzdelávacom procese a na všetkých úrovniach vzdelávania. Prispievať k zvyšovaniu povedomia verejnosti.
6. Podporovať a rozvíjať multizdrojový systém financovania adaptácie na zmenu klímy.

### PRIEREZOVÉ OPATRENIA

1. Posilnenie politického a legislatívneho rámca adaptácie a efektívne nastavenie finančných mechanizmov na implementáciu adaptačných opatrení.
2. Vytvorenie národného informačného systému na poskytovanie klimatických informácií.
3. Efektívny systém manažmentu rizík vyplývajúcich zo zmeny klímy.
4. Vytvorenie funkčného rámca podpory vedy, vzdelávania a rozvoja povedomia o problematike adaptácie.
5. Budovanie zelenej infraštruktúry a ekologických sietí.

## ŠPECIFICKÉ OBLASTI A CIELE

### 1. oblasť:

#### Vodný režim a vodné hospodárstvo

**Špecifický cieľ:** zlepšiť adaptačnú schopnosť krajiny v oblasti vodného hospodárstva cestou lepšieho manažmentu vody ako kľúčovej výzvy pri zmene klímy, za súčasného zvýšenia bezpečnosti obyvateľstva, ochrany kritickej infraštruktúry a krajiny.

### 2. oblasť:

#### Udržateľné poľnohospodárstvo

**Špecifický cieľ:** zvýšiť adaptačnú schopnosť obhospodarovania poľnohospodárskej krajiny uplatňovaním opatrení zameraných na ochranu pôdy, prírodných zdrojov a podporu biodiverzity poľnohospodárskej krajiny a podporu udržateľnej rastlinnej a živočíšnej výroby.

### 3. oblasť:

#### Adaptované lesné hospodárstvo

**Špecifický cieľ:** zvýšiť komplexným a holistickým prístupom adaptačnú schopnosť lesov na prebiehajúcu zmenu klímy.

### 4. oblasť:

#### Prírodné prostredie a biodiverzita

**Špecifický cieľ:** zvýšiť adaptačnú schopnosť a ekologickú stabilitu krajiny prostredníctvom lepšieho manažmentu vody pre biodiverzitu a zlepšenia adaptívneho manažmentu všetkých

typov území so zohľadnením dynamiky vývoja ekosystémov.

### 5. oblasť:

#### Zdravie a zdravá populácia

**Špecifický cieľ:** aktívne a preventívne reagovať na meniace sa klimatické podmienky a zabezpečiť adekvátne zdravé prostredie na život, prácu, bývanie a oddych.

### 6. oblasť:

#### Sídlné prostredie

**Špecifický cieľ:** prispieť k vytvoreniu kvalitného legislatívneho, inštitucionálneho, odborného a finančného prostredia na systematické a komplexné kroky samospráv v procese adaptácie na zmenu klímy v sídelnom prostredí (v mestách a obciach).

### 7. oblasť:

#### Technické, ekonomické a sociálne opatrenia

**Špecifický cieľ:** posilnenie chápania adaptácie ako ekonomickej a sociálnej výzvy, zapojenie ďalších dotknutých sektorov hospodárstva a zlepšenie implementačného rámca na prierezové a špecifické opatrenia.

## D.

### STRATEGICKÝ PLÁN SPOLOČNEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ POLITIKY (SP SPP) NA ROKY 2023 – 2027

Bol schválený pre Slovensko 24. 11. 2022 rozhodnutím Európskej komisie č. C (2022) 8337 s platnosťou od 1. 1. 2023. Cieľom strategického plánu Slovenska je zvýšiť konkurencieschopnosť a odolnosť poľnohospodárskeho sektora za súčasnej ochrany prírodných zdrojov. Sú tu obsiahnuté aj opatrenia na zmiernenie dôsledkov zmeny klímy, ako i adaptačné opatrenia v oblasti poľnohospodárstva.

Špecifický cieľ SO4 má prispieť k zmierneniu zmeny klímy a adaptácii na ňu, a to aj znížením emisií skleníkových plynov a zvyšovaním sekvestrácie uhlíka, ako aj podporovať udržateľnú energiu.

#### Opatrenia na naplnenie tohto cieľa:

- 4.1 Prispôsobenie pôdohospodárstva na zmenu klímy a zmiernenie dôsledkov zmeny klímy.
- 4.2 Znižovanie emisie skleníkových plynov a amoniaku.
- 4.3 Podpora postupov na zvyšovanie sekvestrácie uhlíka.

- 4.4 Zvyšovanie podielu využívania obnoviteľných zdrojov energie v poľnohospodárstve.
- 4.5 Podpora adaptačných a mitigačných opatrení v lesoch v súvislosti so zmenou klímy.
- 4.6 Zlepšenie zdravotného stavu lesov a vitality lesných spoločenstiev.
- 4.7 Zvyšovanie vodozadržnej funkcie lesa a akumulácia vody v lesnej krajine.
- 4.8 Znižovanie spotreby energie na úrovni poľnohospodárskeho podniku.

Slovensko v rámci SPP podporí boj proti klimatickej zmene prostredníctvom intervencie **Celofarmová ekoschéma** (31.1), ktorá zabezpečí zlepšenie štruktúry ornej pôdy, rozšíri neproduktívne plochy v poľnohospodárskej krajine a zatravní medziradia v sadoch a vinohradoch. Intervencia **Dobré životné podmienky zvierat – Pastevný chov** (31.2) prispeje k ochrane klímy a zníženiu znečistenia ovzdušia. Pastevný chov je najšetrnejší spôsob chovu zvierat a zodpovedá prírodným potrebám zvierat s priaznivým dopadom na klímu v porovnaní s inými formami chovu. Mitigáciu zmien klímy a podporu postupov na zvyšovanie sekvestrácie uhlíka zabezpečia intervencie **Zakladanie agrolesníckeho systému** (73.01), **Ochrana a údržba drevín v rámci založeného Agrolesníckeho systému** (70.01), **Zakladanie líniových vegetačných prvkov** (73.02), **Ochrana a údržba drevín v rámci založeného líniového vegetačného prvku** (70.02), **Zalesňovanie poľnohospodárskej pôdy** (73.03), **Ochrana a údržba**

drevín v rámci zalesnenej poľnohospodárskej pôdy (70.03) a Ekologické poľnohospodárstvo (70.04), ktoré zvýšia sekvestráciu uhlíka, rovnako ako intervencia Integrované projekty správnej praxe prírode blízkeho hospodárenia v lesoch (časť – neproduktívne investície) (73.14).

**Strategický plán SPP má ambíciu podporiť rast ekologického poľnohospodárstva**, precízne hnojenie, znižovanie rizika pochádzajúceho z používania pesticídov, rozvoj šetrného pestovania zeleniny, zemiakov, jahôd, ovocia a viniča, čo prispeje k ochrane prírodných zdrojov a výrobe kvalitnejších a zdravších potravín pre spotrebiteľov.

Strategický plán SPP kladie dôraz na zlepšenie dobrých životných podmienok a zdravotného stavu zvierat, čo prispeje k znižovaniu používania antimikrobiálnych látok a zvýšeniu kvality a zdravotného stavu produktov.

## E.

### ZELENŠIE SLOVENSKO – STRATÉGIA ENVIRONMENTÁLNEJ POLITIKY SLOVENSKEJ REPUBLIKY DO ROKU 2030 (ENVIROSTRATÉGIA 2030)

Bola schválená uznesením vlády SR č. 87/2019. Je to strategický dokument pre oblasť životného prostredia s dlhodobými cieľmi zameranými na prechod k zelenému, nízkouhlíkovému a in-

kluzívnemu hospodárstvu. Envirostratégia 2030 definuje víziu do roku 2030, identifikuje základné systémové problémy, nastavuje ciele na rok 2030, navrhuje rámcové opatrenia na zlepšenie súčasnej situácie a obsahuje aj základné výsledkové indikátory, ktoré umožnia overovať dosiahnuté výsledky.

Rámcové opatrenia boli zadefinované takto:

- ▶ **Udržateľné využívanie a efektívna ochrana prírodných zdrojov:**
  1. dostatok čistej vody pre všetkých,
  2. účinná ochrana prírody a krajiny,
  3. udržateľné hospodárenie s pôdou,
  4. plnenie funkcií lesov,
  5. racionálne využívanie horninového prostredia.
- ▶ **Zmena klímy a ochrana ovzdušia:**
  6. predchádzanie zmene klímy a zmierňovanie jej dosahov,
  7. ochrana pred následkami povodní,
  8. riešenie sucha a nedostatku vody,
  9. čisté ovzdušie.
- ▶ **Zelené hospodárstvo:**
  10. smerom k obehovému hospodárstvu,
  11. ekonomická a zároveň ekologická energia,
  12. ekonomické nástroje pre lepšie životné prostredie,



Zdroj: SITA

13. environmentálna výchova a vzdelávanie v každom veku,
14. lepšie údaje pre lepšie rozhodovanie.

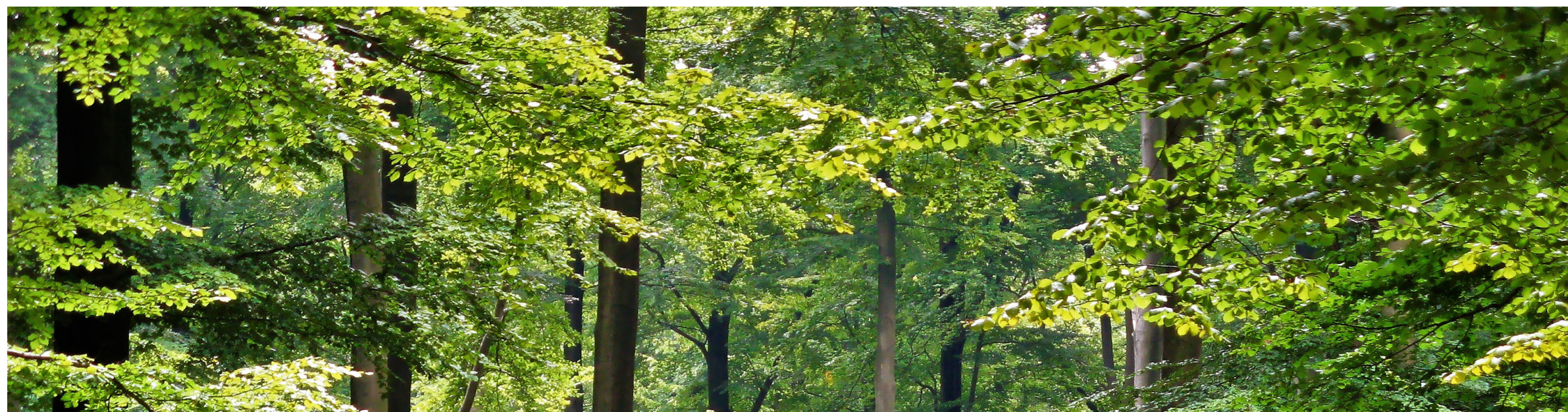
Základnou víziou Envirostratégie 2030 je dosiahnuť lepšiu kvalitu životného prostredia a udržateľné obehové hospodárstvo využívajúce čo najmenej neobnoviteľných prírodných zdrojov a nebezpečných látok. Ochrana životného prostredia a udržateľná spotreba budú súčasťou všeobecného povedomia občanov aj tvorcov politik. Pomocou predchádzania a prispôsobenia sa klimatickej zmene budú jej následky na Slovensku čo možno najmiernejšie.

**Opatrenie 3** v oblasti udržateľného hospodárenia s pôdou zdôrazňuje potrebu podpory, riešenie závlah, podporu určitých orbových techník, udržateľné používanie hnojív, ochranu a obnovu krajinných prvkov na poľnohospodárskej pôde. Taktiež konštatuje dôležitosť biokoridorov, vetrolamov, protierózných opatrení, protideflačných pásov, zníženie vodnej a veternej erózie a vysychania pôdy. Cieľom stratégie v tejto oblasti je dosiahnutie zvýšenej vodnej retenčnej kapacity pôdy aplikáciou vhodných agrotechnických postupov, pestovaním vhodných druhov plodín, realizáciou vodozádržných a protipovodňových opatrení v krajine a ich revitalizácia obnovou remízok, rozčlenením veľkých pozemkov na menšie alebo vytváraním vsakovacích pásov.

**Opatrenie 4** zdôrazňuje, že na plnenie funkcií lesov je potrebné uplatňovať udržateľné riešenia podporujúce ukladanie uhlíka, uprednostňovať

prírode blízkeho obhospodarovania lesov v oblasti lesného hospodárstva vrátane zmierňovania povrchového odtoku na lesných cestách a sanácii nepoužívaných lesných ciest.

**Opatrenie 6** pre predchádzanie zmene klímy a zmierňovanie jej dopadov definuje potrebu znížiť emisie skleníkových plynov na Slovensku v sektoroch mimo ETS o 20 % do roku 2030 v porovnaní s rokom 2005. Zváži sa zelená fiškálna neutrálna daňová reforma spolu so zvýšením environmentálnych daní. Verejne financované projekty budú posudzované z hľadiska zelenej infraštruktúry. Zavedú sa emisné zóny v mestách a podporia sa dopravné riešenia bez negatívnych klimatických vplyvov. Samosprávy na základe adaptačnej stratégie zavedú konkrétne opatrenia.



## F.

### KONCEPCIA PRÍRODE BLÍZKEHO HOSPODÁRENIA V LESOCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY (2019)

Je to čiastkový strategický dokument zameraný na systémovú podporu zavádzania prírode blízkeho hospodárenia v lesoch (PBHL) na Slovensku v strednom až dlhodobom časovom horizonte. Konceptia obsahuje základné východiská a smerovanie a navrhuje konkrétne ciele a opatrenia, ktoré by mali byť premietnuté do vrcholového odvetvového strategického dokumentu, Národného lesníckeho programu SR na roky 2021 – 2030. Dokument uvádza, že PBHL je

považované za robustné adaptačné opatrenie na zmenu klímy, ktoré vo všeobecnosti zvyšuje odolnosť lesa (rezistenciu) a schopnosť lesa zvládať záťažové situácie súvisiace s klimatickou zmenou (rezilienciu). Zároveň je mitigačným (zmenu klímy zmierňujúcim) opatrením, ktoré má potenciál zabezpečiť trvalejší a vyrovnanější objemový prírastok, a v dlhodobom horizonte kumulovať v priemere vyššie zásoby dreva ako bežné hospodárenie, čo priaznivo ovplyvňuje bilanciu uhlíka. Podpora prispieva k naplneniu strategického cieľa koncepcie, a to „strategickým cieľom tejto koncepcie je dosiahnuť do roku 2030 rozsah uplatnenia prírode blízkeho hospodárenia v lesoch Slovenska na 100 % manažovanej výmery lesov národných parkov (cca 200-tis. ha) a najmenej 15 % výmery lesov mimo národných parkov (cca 250-tis. ha).

## G.

## NÁRODNÝ LESNÍCKY PROGRAM SLOVENSKEJ REPUBLIKY NA OBDOBIE ROKOV 2022 – 2030 LESY PRE SPOLOČNOSŤ (ĎALEJ LEN „NLP SR“)

Predstavuje základný lesnícko-politický dokument, dôležitý nástroj na zabezpečenie udržateľného obhospodarovania lesov, medzirezortnej spolupráce a plnenia medzinárodných záväzkov súvisiacich s lesmi a lesným hospodárstvom.

Víziou NLP SR je riadenie lesov a lesného hospodárstva založené na včasných a presných informáciách, interdisciplinárnom prístupe a účasti zainteresovaných strán na všetkých úrovniach, ktoré zabezpečí zachovanie biodiverzity, udržateľný rozvoj a kvalitu života obyvateľstva. Naplnenie vízie NLP SR bude zabezpečené prostredníctvom štruktúry strategických a špecifických cieľov a opatrení. NLP SR má 17 strategických cieľov, 33 špecifických cieľov a 102 opatrení, pričom vo všeobecnosti sa pozornosť venuje trom globálnym oblastiam zachytávajúcim dôležité ekonomické, environmentálne a spoločenské ciele: Ide o tieto tri globálne ciele NLP SR: Lesné hospodárstvo ako základ modernej bioekonomiky. Diverzifikované lesy pripravené lepšie odolávať zmene klímy a zmierňovať jej dopady. Prosperujúca spoločnosť nekonfliktne využívajúca všetky funkcie lesov.

## H.

## PLÁN OBNOVY A ODOLNOSTI SLOVENSKEJ REPUBLIKY (ĎALEJ „POO“)

V neposlednom rade dokument bol prijatý v roku 2021, následne v rokoch 2022 – 2023 prešiel aktualizáciou, ktorá zohľadnila niekoľko faktorov. POO je komplexnou odpoveďou na dôsledky krízy spojené s pandémiou COVID-19, ako aj reakciou na identifikované hlavné výzvy a systémové nedostatky slovenskej ekonomiky. Pôsobením smerom k všetkým trom pilierom globálnej vízie pre Slovensko (inovatívna ekonomika, moderný štát, zdravá krajina) môže plán obnovy a odolnosti významne prispieť k opätovnému naštartovaniu rýchleho a udržateľného rastu hospodárstva aj kvality života na Slovensku.

Plán obnovy a odolnosti SR je zameraný na päť kľúčových oblastí verejných politík a zahŕňa nasledujúce komponenty:

### 1. Zelená ekonomika:

(1) obnoviteľné zdroje energie a energetická infraštruktúra; (2) obnova budov; (3) udržateľná doprava; (4) dekarbonizácia priemyslu; (5) adaptácia na zmenu klímy.

### 2. Vzdelávanie:

(6) dostupnosť, rozvoj a kvalita inkluzívneho vzdelávania na všetkých stupňoch; (7)



vzdelávanie pre 21. storočie; (8) zvýšenie výkonnosti slovenských vysokých škôl.

### 3. Veda, výskum, inovácie:

(9) efektívnejšie riadenie a posilnenie financovania vedy, výskumu a inovácií; (10) lákanie a udržanie talentov.

### 4. Zdravie:

(11) moderná a dostupná zdravotná starostlivosť; (12) humánna, moderná a dostupná starostlivosť o duševné zdravie; (13) dostupná a kvalitná dlhodobá sociálno-zdravotná starostlivosť.

### 5. Efektívna verejná správa a digitalizácia:

(14) zlepšenie podnikateľského prostredia; (15) reforma justície; (16) boj proti korupcii a praniu špinavých peňazí, bezpečnosť a ochrana obyvateľstva; (17) digitálne



Slovensko (štát v mobile, kybernetická bezpečnosť, rýchly internet pre každého, digitálna ekonomika); (18) zdravé, udržateľné a konkurencieschopné verejné financie.

### V rámci komponentu 5: Adaptácia na zmenu klímy sa plánujú investície na projekty:

- ▶ Adaptácia regiónov na klimatickú zmenu s dôrazom na zadržiavanie vody, ochranu prírody a rozvoj biodiverzity.
- ▶ Zalesňovanie lesných pozemkov po kalamiťách pôvodnými druhmi drevín vrátane odstraňovania invázií nepôvodných druhov rastlín na plochách po kalamiťach.

Ako vidno, strategických dokumentov máme dostatok, podrobne, možno aj kvalitne spracovaných a je len na nás, ako ich dokážeme aplikovať v praxi.

## VI. kapitola

# Príbehy dobrej praxe v prispôsobovaní sa meniacej sa klíme

Mgr. Iveta Štecová, PhD.

Ing. Dominik Horváth

Mgr. Stanislava Brnkaľáková, PhD.

Ing. Tomáš Szabo, PhD.

prof. RNDr. Mária Kozová, CSc.

prof. Mgr. Tatiana Kluvánková, PhD.

SlovakGlobe, Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

Zmena klímy, o ktorej počúvame takmer každý deň, je stále väčším strašiacom nás všetkých. Zatiaľ si nevieme predstaviť, ako sa zmení náš zabehnutý život. Niektorí zmenu klímy ešte nepocítujú, iní už museli zmeniť svoj spôsob života. Je logické, že „zmena klímy“ najviac ovplyvňuje a bude ovplyvňovať tých, ktorí potrebujú pre svoju činnosť vhodné počasie, napríklad v oblasti poľnohospodárstva, lesníctva, rybolovu, chovu hospodárskych zvierat. Čoraz viac však účinky zmien pocítujeme aj v bežnom každodennom

živote. Preto je potrebné, aby sme opustili pasívne vnímanie z meny klímy, „niečo sa deje“, a zapojili sa do pomoci našej planéty, aby sme mohli žiť plnohodnotne bez významných obmedzení. Medzi existujúce postupy, ktoré sme schopní využiť, patria **mitigácia** – zmierňovanie účinkov globálnej zmeny a **adaptácia** – prispôsobenie sa už existujúcim zmenám. Na záver uvádzame niekoľko inšpiratívnych nápadov, ako bojovať s klimatickou zmenou.



Zdroj: Freepik



Zdroj: Freepik

## 1. podkapitola

# Príbeh farmára Jozefa a jeho boj s meniacim sa počasím

Na západnom Slovensku v malej dedine obklopenej zelenými kopcami a rozľahlými poľami žije farmár Jozef. Jeho rodina pestovala na týchto poliach kukuricu, zeleninu a ovocie už po niekoľko generácií. Pre Jozefa nebol život farmára len povoláním, ale aj vášňou a dedičstvom predkov. V ostatných rokoch však Jozef čelil výzvam, ktoré ohrozovali nielen jeho úrodu, ale aj samotnú existenciu farmy. Zmena klímy spôsobila, že zrážky na poliach boli nepravidelné a nevyspytateľné. Dlhé obdobia sucha a naopak privalové dažde začali vážne ovplyvňovať Jozefovu úrodu. Zmrznuté ovocie, odhňovanie rastlín po privalových daždoch, vysušená kukurica – to všetko má fatálny dosah na jeho ekonomickú situáciu, čo sa následne podpisuje na zvýšení cien u spotrebiteľov a znížení dostupnosti produktov. Preto pochopil, že postupy pestovania, ktoré mala jeho rodina zaužívané po niekoľko generácií, musí zmeniť – **adaptovať**, teda prispôbiť sa. Bol nútený investovať do systému na zber dažďovej

vody a mechanizmu na zalievanie počas letných období sucha. „Jozef vyvinul dôkladne premyslený systém pestovania zeleniny, v ktorom na princípe predĺženého koreňového systému dokážu rastliny lepšie uložiť aj najšť vodu z nižších vrstiev pôdy. Ide o systém menších 2-hektárových polí, pri ktorom sa nevyužíva ťažká technika, ktorá pôdu utláča, horná vrstva pôdy sa pri tomto obrábaní nevysúša a nestráca živiny. Systém zabezpečil, že počas suchých období mali rastliny lepší prístup k vode, čo výrazne znížilo potrebu častého zavlažovania. Tieto zmeny malým, ale významným spôsobom transformovali Jozefovu farmu. Nielenže zvýšili odolnosť plodín voči extrémnym podmienkam, ale tiež zlepšili celkovú kvalitu a úrodnosť pôdy. Jozefova úroda bola nielen bohatšia, ale najmä zdravšia, kvalitnejšia a ekologicky čistá. Výsledkom farmárovej neúnavnej práce a inovatívneho prístupu bolo, že jeho metódy sa stali modelom a inšpiráciou pre iné farmy dokonca po celom svete. Potvrdil, že



Obr. 118  
Agrokruh – polia.  
Zdroj: Agrokruh, 2024



Obr. 119  
Agrokruh – prístroj na zníženie zhutňovania  
pôdy pri obrábaní.  
Zdroj: Agrokruh, 2024

**adaptácia** a **mitigácia** v poľnohospodárstve nie sú len o prežití v meniacom sa svete, ale môžu priniesť aj nové príležitosti na zlepšenie a inovácie.

Farmár si uvedomuje aj nevýhody, a to najmä zvýšenie cien jeho produktov, ktoré boli nevyhnutné po vysokých investíciách do technologických opatrení. Je totiž zložité byť konkurencieschopný na trhu s konvenčnými produktmi z dovozu z iných krajín či od slovenských veľkostatovateľov. Pestovanie na obrovských rozlohách má navyše negatívny vplyv na našu prírodu, kvalitu pôdy, vody a v neposlednom rade aj na kvalitu produktov, ktoré, žiaľ, často obsahujú zdravie škodlivé látky. Mrkva pestovaná na takýchto poliach napríklad obsahuje ťažké kovy.

Veľmi dôležité je šíriť v oblasti poľnohospodárstva osvetu a spotrebiteľom **ponúkať participáciu** na zlepšovaní odolnosti krajiny podporovaním domácich výrobcov. Jedným z osvedčených prístupov je komunitný obchod. Jeho cieľom je vytvoriť stabilný systém dodávky prírodnej zeleniny pre trvalý okruh záujemcov z miestnej komunity. Vytváranie lokálnych spoločenstiev pestovateľov a spotrebiteľov je obojstranne výhodné a odmenou pre spotrebiteľa budú zdravé, kvalitné a lacnejšie potraviny.

## 2. podkapitola

# Príbeh zdieľanej ekonomiky

## Naše Beskydy

### – cezhraničná spolupráca

Medzi dobre zdokumentované a najznámejšie prejavy zmeny klímy sa radí zvyšovanie priemernej teploty vzduchu, čo zapríčiňuje otepľovanie, zvyšovanie hladiny oceánov a topenie ľadovcov. Pre nás na Slovensku sa môže tento jav zdať príliš vzdialený, napriek tomu zmena klímy ovplyvňuje aj naše územie.

Rýchlo sa meniace podnebie, na ktoré sa zložky prírody nevedia dostatočne rýchlo adaptovať, pozorujeme v zmene rozloženia zrážok, dlhotrvajúcich suchách, privalových dažďoch, znižovaní dĺžky prechodu medzi ročnými obdobiami, vo vysychaní vodných zdrojov, v zvýšení priemernej teploty. V dôsledku toho sa rastliny a živočíchy presúvajú do vyšších nadmorských výšok, či dokonca hynú. Ich prostredie sa stáva zraniteľnejším s menšou schopnosťou čeliť kalamitám.

Región Beskydy je oblasť najsevernejšie položeného horského pásma flyšových Západných Karpát a Východných Karpát. Flyšové pásmo tvoria rozsiahle pohoria na severozápade a severe Slovenska, ktoré budujú niekoľko tisíc metrov mocné vrstvy striedajúcich sa pieskovcov a ílovcov, menej zlepencov, ktoré majú niekoľko pozoruhodných vlastností, ako je mätko modelovaný reliéf či nepriepustnosť podložia pre zrážkovú vodu a náchylnosť k zosuvom. V našom príklade sa zaoberáme česko-slovenskou časťou Beskyd. Na území Beskyd sa nachádza veľké množstvo prevažne malých sídiel a rozptýlené osídlenie (lasy). Typický prírodný ráz lúk a lesov dotvára veľa malých rodinných hospodárstiev ako dôkaz súladu človeka s prírodou.



Pre Česko a Slovensko predstavujú Beskydy krajinu, ktorá je známa ako pľúca česko-slovenského pohraničia. Historické pranostiky v tejto oblasti hovoria o zrážkovom raji. Tradičné leto bohaté na zeleň a zima obsypaná snehom ako v rozprávke. Žiaľ, aj to sa už stáva pomaly len spomienkou. Odlesnenie a zlé hospodárenie s vodou majú za následok tichý úbytok vody v krajine, ktorý môže raz vyústiť do katastrofy podobnej požiaru v Českom Švajčiarsku v lete 2022.

Lyžiarske centrá, ktoré mávajú výborné snehové podmienky, už pociťujú zmenu. Zrážok je menej a sneh sa topí skôr. Prirodzené podložie hornín neumožňuje vytvoriť väčšiu zásobu podzemnej vody aj napriek bohatým zrážkam. To má za následok slabú výdatnosť prameňov a riziko prívalových povodní. Monokultúry nepôvodných smrekových lesov, ktoré boli výhodné z ekonomického hľadiska, nedokážu čeliť dopadom zmeny klímy a lesy postupne odumierajú.

Beskydy navštevuje ročne viac ako šesť miliónov návštevníkov. Zmierňovacie opatrenia pre šetrnú turistiku a rekreáciu sú dôležitým nástrojom na uspokojenie potrieb návštevníkov, ale aj na zachovanie prírodných hodnôt, pre ktoré je oblasť vyhľadávaná. Nerozširovanie turistických trás, organizovanie športových súťaží s obmedzeným počtom návštevníkov, podpora šetrných foriem rekreácie (napr. bežkovanie na vyznačených trasách) pomôže udržať verejnosť na vyhradených miestach. Vďaka tomu by nemalo dochádzať k takej erózii ako na súčasných akciách s niekoľkými tisíckami účastníkov. Zníži sa narušovanie



rastlinných spoločenstiev, pôda bude schopná ukladať si viac vody a obmedzí sa tiež rušenie živočíchov, ktoré nebudú zo stresu devastovať mladé lesné porasty.

Ako hodnotili ľudia vplyv zmeny klímy v regióne Beskydy? Čo si začali všimnúť a čo naopak nepostrehli – sme sa dozvedeli z rozhovorov s návštevníkmi a odbornou verejnosťou. Návštevníkov a odbornej verejnosti sme sa spýtali, ako vnímajú vybrané prejavy zmeny klímy v regióne Beskyd. Uvádžali hodnotenia na škále od 1 – 5, ktoré extrémne prejavy prírody vnímajú a ktoré naopak

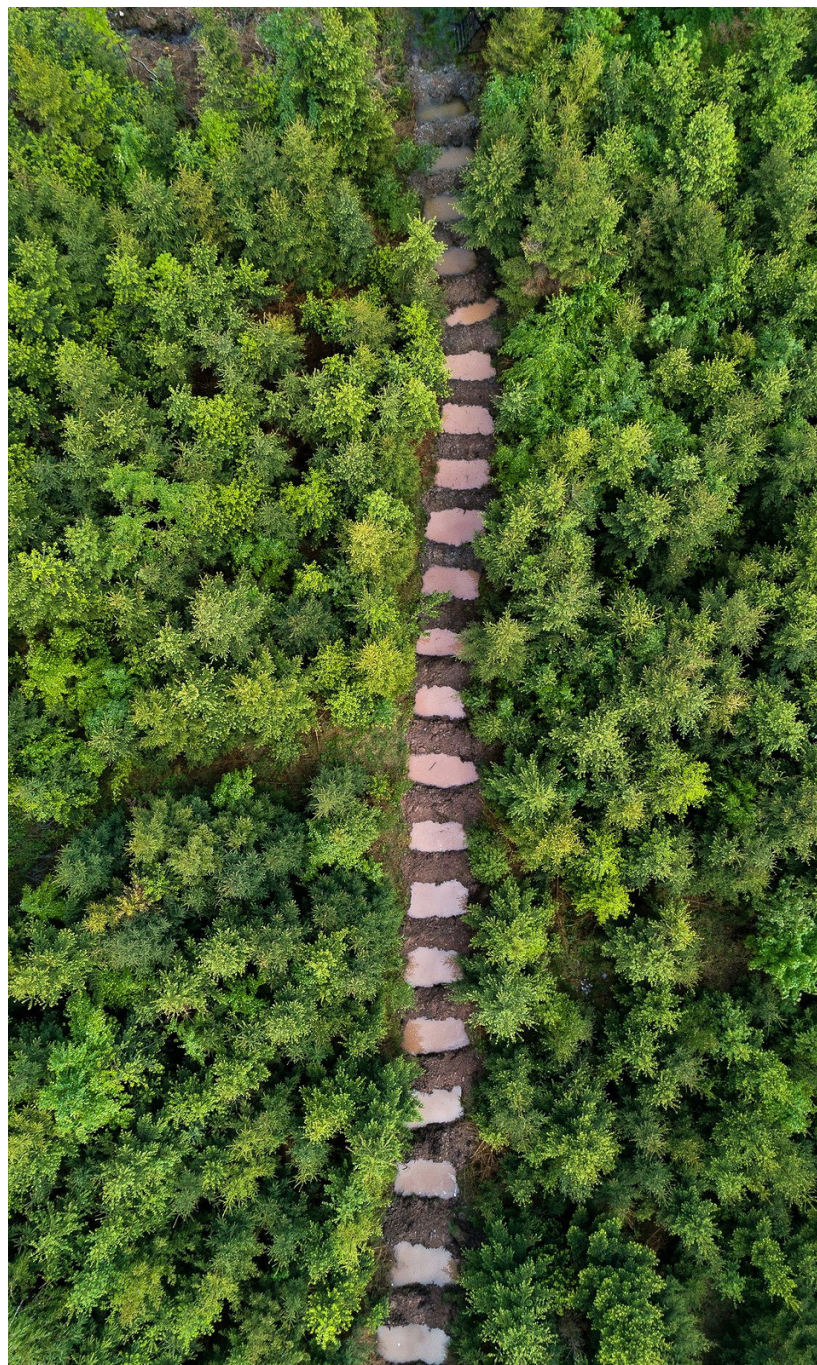


najmenej vnímajú. 1 – nevnímam, 2 – trochu si všimám, 3 – začínam si všimnúť, 4 – vnímam, 5 – významne vnímam.

Návštevníci, ale aj ľudia z manažmentu regiónu si všimajú, že letá sú čoraz viac suché a lesné potoky majú nedostatok vody. Nedostatok vody pociťujú aj v zimných mesiacoch, keď lyžiarskym strediskám chýba na zasnežovanie zjazdovky, nehovoriac o tom, že pociťujú aj absenciu snehovej pokrývky a víť mrazu. Preto región začal investovať do mitigačných a adaptačných opatrení, ktoré im pomôžu k udržateľnosti. Napríklad lyžiarske stredisko Kohútka vybuďovalo vlastnú retenčnú nádrž.

Obr. 120

Ukážka vybudovanej retenčnej nádrže pre Ski centrum Kohútka.  
Zdroj: Enviweb 2011



Obr. 121

Ukážka rozrušenej približovacej linky na zadržiavanie vody v krajine.

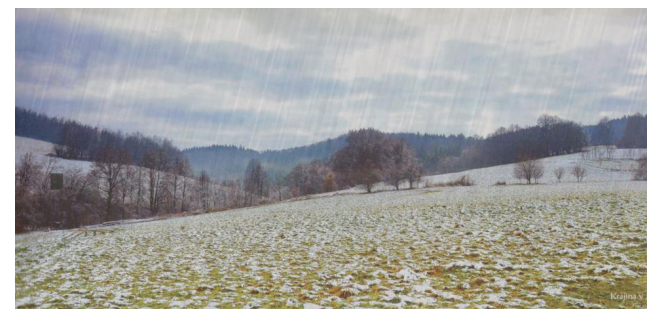
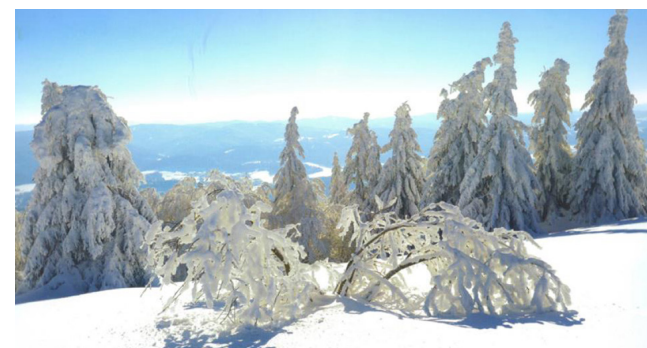
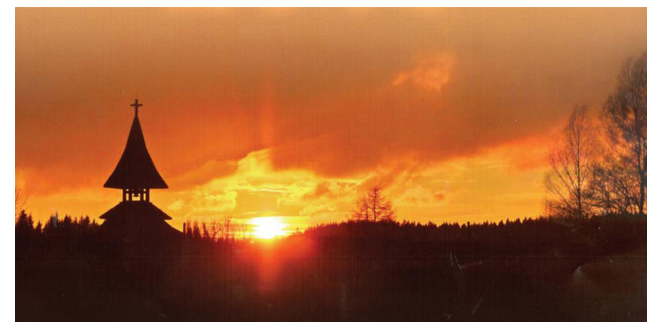
Zdroj: Ekolist 2020

Na zadržiavanie dažďovej vody v lesných ekosystémoch začali využívať závlahové jamy, ktoré sú účinné aj pri zadržiavaní privalových dažďov.

Na základe vedeckých štúdií a meraní vznikli možné scenáre budúceho vývoja počasia v regióne Beskydy. Predpokladá sa nasledujúce:

Obr. 122

Príroda regiónu Beskydy.  
Zdroj: Hartinger 2015



#### Počet tropických/búrkových dní:

- ▶ V súčasnosti je cca 5 dní v roku tropických / búrkových.
- ▶ Predpokladá sa, že v budúcnosti od polovice 21. storočia sa zvýši počet takýchto dní na cca 25 v roku.

#### Počet ľadových dní s celodenným mrazom:

- ▶ V súčasnosti je v údoliach viac ako 30 ľadových dní, na hrebeňoch viac ako 60 dní v roku.
- ▶ Predpokladá sa, že v budúcnosti bude viac ako 30 ľadových dní iba v polohách nad 900 m n. m. V údoliach menej ako 11 dní v roku.

#### Zimné – dažďové zrážky.

- ▶ V súčasnosti sú stále vhodné podmienky na zimné športy.
- ▶ Predpokladá sa, že v budúcnosti bude až cca 15 % nárast dažďových dní v zimných mesiacoch a tak sa zníži počet dní vhodných na zimné športy.

#### Počet dní so snehovou pokrývkou nad 30 cm.

- ▶ V súčasnosti je cca 31 až 50 dní v roku snehová pokrývka nad 30 cm.
- ▶ Predpokladá sa, že v budúcnosti bude cca len 10 dní v roku so snehovou pokrývkou nad 30 cm a v údoliach menej ako 5 dní v roku.



Obr. 123

Mikroklimatická stanica Beskydy.

Zdroj: Horváth 2023

Aktuálne sa Beskydy podujali zobrať situáciu do vlastných rúk. Vzniká unikátna cezhraničná komunita lokálnych a regionálnych partnerstiev naprieč sektormi. Skupina aktérov od obcí, správy povodia, ochrany prírody s vedcami, farmármi a lyžiarskymi strediskami sa sústreďa na výmenu skúseností dobrej praxe a hľadanie spoločných riešení v zadržiavaní vody a spravodlivom mechanizme jej delby. Uvádza tak princípy zdieľanej ekonomiky do života komunity. V lete 2023 do života napríklad uviedli mikroklimatickú stanicu na meranie vplyvov zmeny klímy (obr. 123).

Ako jedno z efektívnych riešení sa javí podporná webová platforma (obr. 124) a stránky na sociál-



Obr. 124

Webová platforma.

Zdroj: slovakglobe, cetip 2024

nych sietach, kde si komunita Naše lesy (beskydská komunita) pravidelne zdieľa aktuálne informácie a dianie v oblasti zmeny klímy, diskutuje o ukážkach dobrej praxe a nožnej spolupráci.

► [www.beskydyonline.eu](http://www.beskydyonline.eu)

V spojení s facebookovou stránkou Naše lesy ponúkajú tzv. virtuálne zdieľané statky, teda zdieľanie vedomostí online formou. Poznatky o ochrane spoločných zdrojov najmä vody sa tak stávajú statkami zdieľanej ekonomiky a podnecujú spoluprácu pri ich manažmente postavenom na kolektívno-komunitnom princípe.



Obr. 125

Zadržiavanie vody v krajine.

Zdroj: Vrzgula 2023

## VIRTUÁLNE ZDIEĽANÉ STATKY – BUDÚCNOSŤ KOLEKTÍVNEHO MANAŽMENTU...

Virtuálne zdieľané statky (Virtual Commons) sú koncept, ktorý iniciovala Arizonská štátna univerzita s cieľom analyzovať a lepšie pochopiť kolektívne správanie. Zdieľanie spoločných zdrojov predstavuje pre ľudské spoločnosti výzvu už tisícročia, a tak schopnosť vytvárať efektívne inštitucionálne usporiadania pomohla predísť tzv. dileme spoločných statkov. Koncept virtuálnych zdieľaných statkov má za cieľ zvýšiť porozumenie tomu, ako ľudia organizujú spoluprácu a ako

môžu vytvárať či podporovať odolné komunity nielen vo fyzickom, ale aj vo virtuálnom priestore.

V súčasnosti sa vyvíjajú nástroje pre kolektívny manažment, ktoré by umožnili užívateľom lepšie spolupracovať pri správe a ochrane spoločných zdrojov, ako sú vodné toky alebo lesy. Tieto nástroje zahŕňajú softvérové aplikácie pre manažment zdrojov, databázy, ktoré sú verejne dostupné a umožňujú zdieľanie informácií, ako aj interaktívne platformy, ktoré podporujú dialóg a rozhodovanie založené na komunitnom princípe. Jedným z týchto nástrojov je aj digitálna platforma [BeskydyOnline.eu](http://BeskydyOnline.eu).

Virtuálne zdieľané statky tiež využívajú najnovšie výskumy v oblasti sociálnej a ekonomickej teórie, aby porozumeli, ako motivácia, dôvera a recipročné správanie prispievajú k udržateľnosti spoločných zdrojov. Výskum v tejto oblasti ukazuje, že keď sú užívatelia spoločných zdrojov zapojení do procesu rozhodovania a cítia vlastníctvo voči zdrojom, majú väčšiu pravdepodobnosť, že sa budú správať zodpovedne a v záujme udržateľnosti.

Rozvoj virtuálnych zdieľaných statkov ako nástroja na kolektívne riadenie je kľúčový pre budovanie odolných a udržateľných spoločenstiev, ktoré budú schopné čeliť výzvam súčasnej doby a zmene klímy. Práve takéto nástroje a iniciatívy môžu poskytnúť nevyhnutný rámec na úspešnú a dlhodobú ochranu spoločných zdrojov pre budúce generácie.



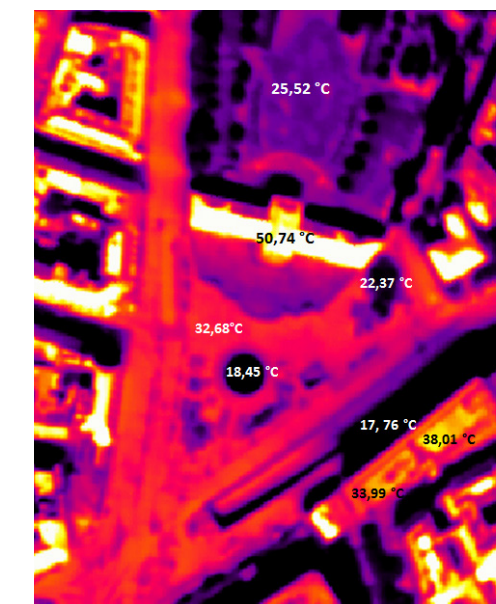
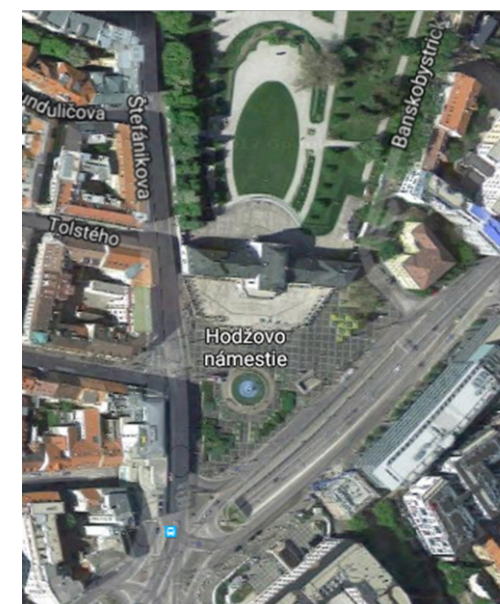
### 3. podkapitola

## Príbeh jednej mestskej strechy

V priebehu rokov, keď začali vedci poukazovať na nárast koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére spôsobujúcich zmenu klímy, sa v snahe znížiť jej dosah využili rôzne adaptačné a mitigačné opatrenia. Sľubné výsledky priniesli napríklad „zelené strechy“. Ľudia, ktorí žijú v mestách, pociťujú efekt tepelného ostrova (miesto, ktoré je teplejšie ako okolité prostredie aj

o niekoľko stupňov Celzia), ktorý má za následok aj odsúvanie dažďových mrakov do chladnejšieho prostredia, napríklad lesov v okolí mesta. Z tohto dôvodu je preto v meste znížený úhrn zrážok a naopak, v chladnejšom prostredí sa zvyšuje riziko prívalových dažďov, ktoré nestíhajú vsiaknuť, a preto rýchlo stečú. To môže zapríčiniť eróziu pôdy, zosuvy pôdy a záplavy, ktoré spôsobujú rozsiahle škody a ktorých odstránenie je nákladné.

Na obrázku termosnímkou (obr. 126) zreteľne vidieť, ako sú počas horúceho letného dňa domy a asfalt rozhorúčené a zeleň je podstatne chladnejšia.



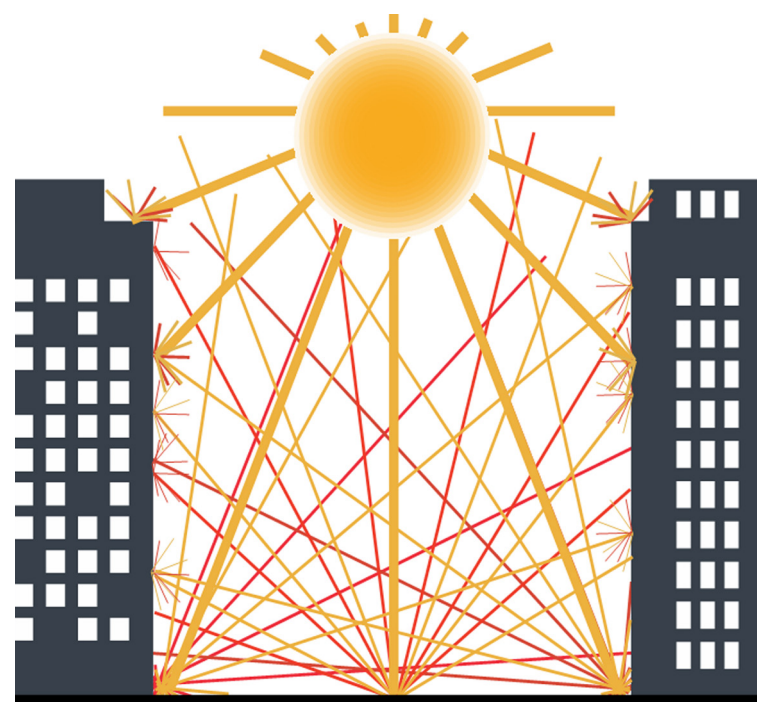
Obr. 126

Horúci letný deň, Bratislava  
Zdroj: Bratislava sa pripravuje na zmenu klímy 2017

Obr. 127

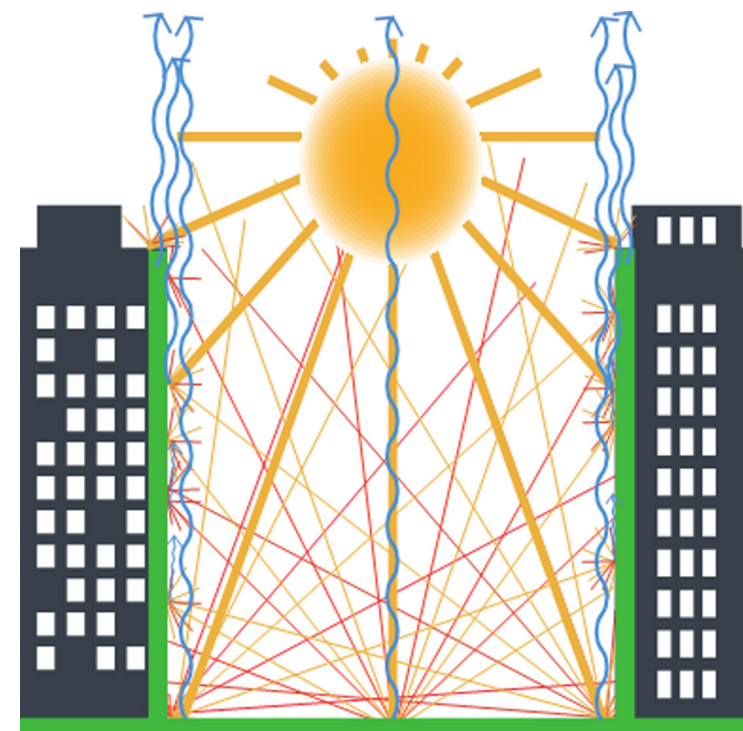
Grafické znázornenie: do mesta bez zelene dopadá slnečná energia/žiarenie, ktoré sa v meste odráža na všetky strany (žlté šípky) a absorbuje sa povrchom, ktorý sa ohreje a sála teplo (červené šípky). Teplo a slnečná odrazená energia sa tak v meste točí a akumuluje. Takto vzniká tepelný ostrov mesta.

Zdroj: Štecová 2023



Mestá v dôsledku výstavby vysokých budov majú zníženú rýchlosť vetra, čím dochádza aj k zníženiu možnosti ochladenia pomocou prevetrávania. Aj rôznorodosť využívaných materiálov, ktoré majú tendenciu rýchlo prijať slnečné žiarenie, vedie k väčšiemu nárastu sálavého tepla. Ďalším dôležitým znakom miest je fakt, že v meste je veľa nepriepustných povrchov, ktoré nevsakujú vodu, a preto sa mesto nedokáže efektívne ochladzovať pomocou výparu. Ak by zeleň v meste bola dostatočne zásobená vodou, mohla by výrazne regulovať lokálne klimatické podmienky.

Chladiaca funkcia zelene patrí medzi jednu z najvýznamnejších služieb prírody ľuďom. V horúcich letných dňoch zeleň dokáže lepšie a efektívnejšie ochladiť okolité prostredie než klimatizačné zariadenia. Na listy stromu s priemerom koruny okolo 5 metrov (plošný priemer je približne 20 m<sup>2</sup>) dopadá počas letného dňa cca 120 kWh slnečnej energie. Ak je strom dobre zásobený vodou, vyparí z toho až 80 %, čím spotrebuje 250 MJ slnečnej energie a to následne prostredie ochladí o 70 kWh (vyparí tak približne 109,4 l vody). Ak to prevedieme na cenu elektriny za kWh v eurách udávanej na Slovensku, zistíme, že jeden strom s priemerom koruny 5 m dokáže ochladiť prostredie v hodnote 10,5 eur (1 kWh =



Obr. 128

Ak je v meste zeleň, ktorá je dobre zásobená vodou, dopadajúca slnečná energia sa spotrebuje na výpar, čo pomáha významne ochladiť prostredie.

Zdroj: Štecová 2023

0,15 eur). Podľa vedcov, ak zoberieme do úvahy les dobre zásobený vodou, z 1 m<sup>2</sup> dokáže za rok pri výpारे z krajiny odpariť až 400 l vody, čo predstavuje klimatizačnú hodnotu 414 354 eur ročne. V noci alebo v chladnejších obdobiach sa opäť vodná para zhluhuje na chladnejších miestach, čím sa prostredie oteplí a tento proces pomáha k znižovaniu teplotných rozdielov (Procházka 1998, Pokorný 2008).

Zeleň v meste taktiež pozitívne pôsobí ako filter škodlivých látok, čo patrí pod izolačnú funkciu zelene. Vedci vypočítali, že zeleň v USA dokáže prefiltrovať za rok 711 000 ton škodlivých látok, čo predstavuje 3,5 miliárd eur.

Premena striech na zelené prostredie sa javí ako dômyselný spôsob, ako mitigovať (zmierniť) niektoré dosahy zmeny klímy.

Mnoho vedeckých štúdií hovorí o výhodách zelených striech, ktoré dokazujú, že vedú znižovať teplotu mesta pomocou výparu. Zachytávajú prachové častice, znižujú hlučnosť a v neposlednom rade zlepšujú aj duševné zdravie ľudí, ktorí sa z okien pozerajú na zelenú strechu. Štúdiá publikovaná v roku 2015 v časopise Journal of Environmental Psychology zistila, že len 40 sekúnd strávených pohľadom na zelenú strechu

pomohlo zvýšiť koncentráciu ľudí a urobili podstatne menej chýb a lepšie zvládli úlohy ako tí, ktorí sa pozerali na holú betónovú strechu. Treba však podotknúť, že inštalácia zelenej strechy je finančne náročná. Aby strecha bola schopná poskytovať ekosystémové služby (služby prírody pre ľudí, napr. ochladzovanie ovzdušia, čistenie ovzdušia, psychickú pohodu...), musí byť vhodne umiestnená, budova musí byť pripravená na záťaž zelenej strechy a dôležité je tiež pravidelne sa o ňu starať (najmä zalievať), čo predstavuje ďalšie náklady.

Ak je zelená strecha umiestnená na vysokých budovách, na ktoré okolité budovy nemajú výhľad, stráca význam psychickej podpory pre ľudí. Takisto čím vyššie je zelená strecha umiestnená, tým menej dokáže zachytiť prachových častíc, ktorých koncentrácia sa s výškou významne znižuje. Aby teda strecha dokázala plniť funkciu ochladzovania prostredia, musí byť pravidelne a dostatočne zavlažovaná. Ak to tak nie je, zelená strecha vyschne a túto funkciu neplní.

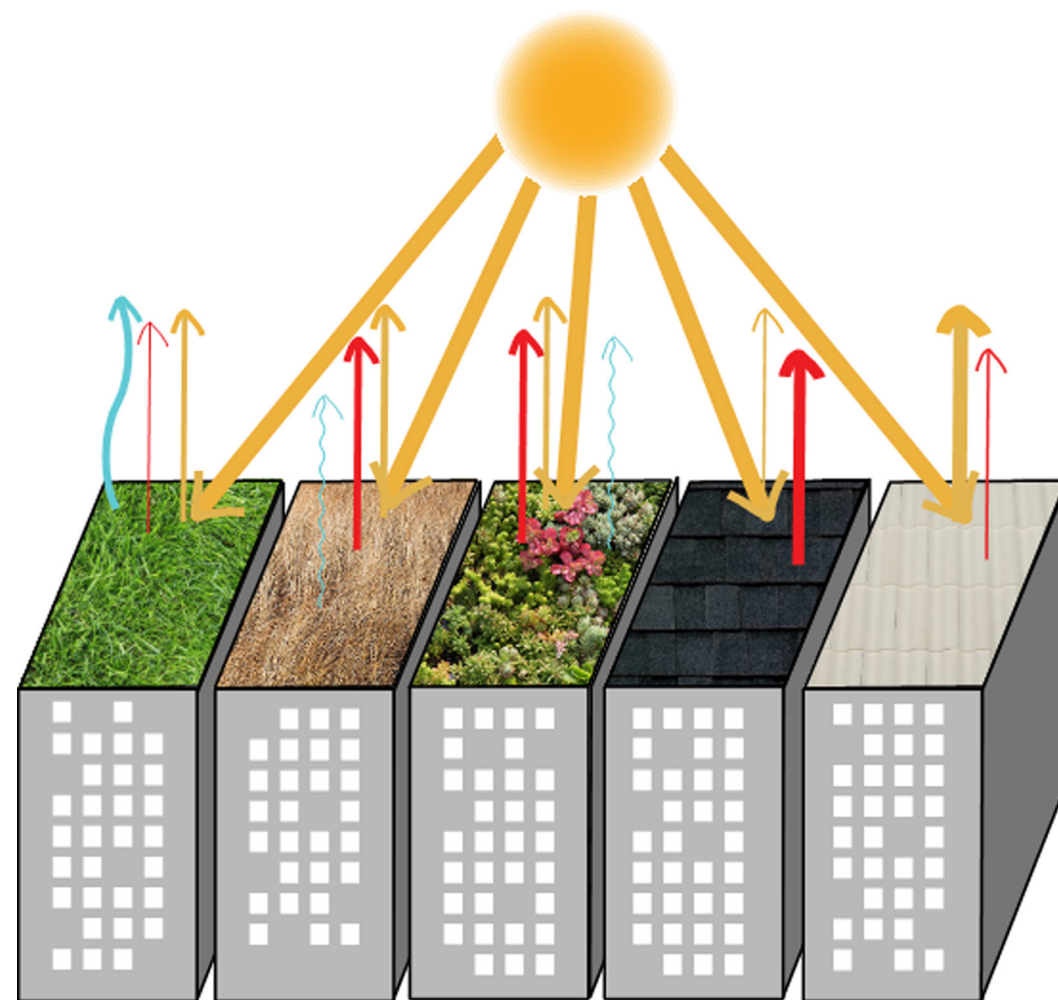
Moderní developeri prišli s myšlienkou, ako realizovať zelenú strechu a zároveň vlastníkov bytov nezatažovať starostlivosťou o ňu. Tvrdia, že zelené strechy pozostávajúce z drvenej tehly (drvená tehla je menej zatažujúca pre budovu ako pôda) a rozchodníkov (sukulentov) poskytujú výhody zelených striech bez výrazného zvýšenia nákladov. O strechu sa dokonca netreba starať. Sukulenty sú známe tým, že potrebujú minimum vody a minimum substrátu na to, aby prežili. **Lenže ochladenie prostredia je závislé**

**od množstva odparu vody zo zelených striech a celkovo zo zelene v mestách.** Aby strechy z rozchodníkov prežili horúce letné dni, vodu cez deň nevyparujú, pretože by vyschli. Práve naopak, vodu si uchovávajú a póry na listoch neotvorajú. Tie otvoria až v noci, keď sa efekt ochladenia prostredia pre ľudí stráca. Drvená tehla takisto nevie uchovávať dostatočné množstvo vody na to, aby v horúcich letných dňoch dokázala efektívne ochladiť prostredie. Dôležitý je tiež fakt, že ak sú takéto strechy umiestnené na vysokých budovách, nemajú vplyv na psychickú pohodu človeka, pretože nemá na ne výhľad.

Zaujímavý nápad využívať nevyužitú veľkú plochu v meste, ako sú strechy, na inštaláciu zelených striech sa vďaka nevhodnému plánovaniu a výberu substrátu a rastlín (najmä z dôvodu zníženia ceny na úpravu budovy so zelenou strechou a starostlivosťou o ňu) premenil na **nesprávny/negatívny príklad mitigácie** (zmiernovania) dosahu zmeny klímy v mestách.

Žiaľ, ešte stále je podporovaný u nás aj vo svete bez dostatočných výskumov a dodržaných pravidiel.

Na zmiernenie tepelného ostrova mesta a zníženie absorbovania krátkovlnného žiarenia (slnečné žiarenie) budovami/povrchmi sa dajú využiť dve možnosti mitigačných opatrení, a to výpar (ktorý spotrebuje slnečnú energiu na skupenské teplo výparné) alebo odraz slnečného žiarenia, ktorý sa tak neabsorbuje povrchom. **Čierne či tmavé strechy/povrchy sú nevhodné z hľadiska**



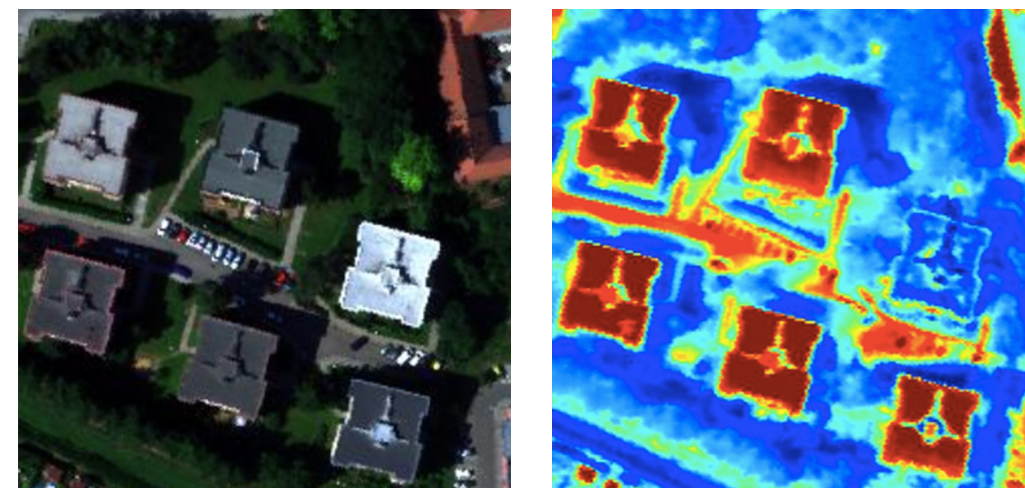
Obr. 129

Žlté šípky znázorňujú slnečné žiarenie dopadajúce aj odraňajúce, modré šípky znázorňujú výpar a červené šípky slnečné žiarenie pohltené povrchom, ktoré sa tým ohrialo a uvoľnilo sálavé teplo do okolia budovy.

Zdroj: Štecová 2023



Zdroj: www.dwell.com



Obr. 130

Porovnanie fotografie a termosnímkach striech budov natretých na rôzne odtiene.

Zdroj: CzechGlobe 2015

absorbovania veľkého množstva slnečného žiarenia (krátkovlnného žiarenia) a následnej premeny na dlhovlnné žiarenie, teda teplo. Ak porovnáme, koľko ktorý povrch dokáže odraziť slnečného žiarenia, zistíme, že pri tmavom asfalte je to len 4 %, pri prírodných trávnatých plochách 25 % a pri bielej streche až 90 %.

Čiže ak máme zelenú strechu, ktorá nie je dostatočne zalievaná vodou, nemá dostatočný priestor na zadržanie dažďovej vody a je tvorená sukulentmi alebo vyschnutým trávnatým povrchom, odrazí okolo 25 % slnečného žiarenia a zvyšné slnečné žiarenie premení na teplo, pretože nedokáže spotrebovať slnečnú energiu na skupenské teplo výparné.

Preto sa ako **vhodné mitigačné riešenie** ukazujú svetlé povrchy, ktoré vedú odrážať slnečné žiarenie späť do vesmíru, čím sa toto žiarenie neabsorbuje a mesto sa tak ochladí. Prírodzene, že aj tento typ strechy treba vhodne umiestniť, aby nedochádzalo napríklad k odrazu do okien okolitých budov.

Ak porovnáme tmavé strechy so svetlými strechami na termosnímkach (obr. 130), môžeme vidieť, že tmavé strechy sa skutočne dokážu rozhorúčiť a naopak biela strecha odrazila veľa slnečného žiarenia, čím sa efektívne ochladila.



Zdroj: flog.pravda.sk/fanfan

## VII. kapitola

# Jedenástoro na záver

prof. RNDr. Zita Izakovičová, PhD.

Mgr. Pavol Kenderessy, PhD.

Ústav krajinnej ekológie SAV, v. v. i.

Mgr. Iveta Štecová, PhD.

prof. Mgr. Tatiana Kluvánková, PhD.

SlovakGlobe – Ústav ekológie lesa SAV, v. v. i.

Mgr. Anna Bérešová, PhD.

Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, v. v. i.

Hrozby a dopady, ktoré prináša klimatická zmena, sa môžu zdať bezútešné, skľučujúce, obrovské a presahujúce nás. Ale všetci môžeme zohrať vlastnú nezanedbateľnú úlohu, ktorá spolu s ďalšími povedie k viditeľnej pozitívnej zmene. A keď sa pýtame, či môžeme niečo pre tento globálny problém urobiť my, prípadne ako individuálne rozhodnutie môže zasiahnuť do procesu zmeny klímy, odpoveď je hneď niekoľko. Priblížime vám ich v nasledujúcich riadkoch. Dúfame, že vás presvedčíme, že treba začať hneď a od seba.

## 1.

## Cti, ochraňuj a rozumne využívaj zdroje, ktoré nám krajina ponúka

Ak chceme zabezpečiť účinnú ochranu všetkých foriem života, potrebujeme zladiť naše životné nároky a požiadavky s nárokmi a požiadavkami ostatných foriem života na Zemi. Musíme zabezpečiť ochranu ich ekologických podmienok. Základom tohto procesu je zabezpečenie ekologizácie hospodárenia v krajine a presadzovanie princípov udržateľnosti. Podstatou ekologizácie hospodárenia v krajine je zladenie spoločenského rozvoja s požiadavkami ochrany prírody, prírodných zdrojov a potenciálov územia. Existuje viacero koncepcií na dosiahnutie tohto cieľa, či už na medzinárodnej, alebo národnej úrovni. Podnet na celosvetové riešenie problematiky udržateľného rozvoja (TUR) dala konferencia OSN o životnom prostredí a rozvoji (UNCED),

tzv. Rio Summit Zeme '92, ktorý sa konal v roku 1992 v Riu de Janeiro. Prijalo sa tu viacero strategických dokumentov, ktoré mali naštartovať smerovanie k udržateľnému rozvoju. Za najvýznamnejšie možno považovať Deklaráciu z Ria de Janeiro o životnom prostredí a rozvoji (Riodeklaráciu) a Agendu 21. storočia (AGENDA 21, 1992) ako základné východiskové a koncepčné dokumenty na zabezpečenie udržateľného rozvoja.

Pojem trvalá udržateľnosť bol zakotvený aj v slovenskej legislatíve, v zákone 17/1992 Zb. o životnom prostredí, ktorý ho vymedzuje ako *rozvoj, ktorý uspokojuje potreby súčasnej generácie bez toho, aby ohrozoval schopnosť budúcich generácií uspokojovať svoje vlastné potreby.*

**Vývoj väčšiny krajín sa vyberá trvalo neudržateľným spôsobom, čo je varovnou hrozbou pre nás všetkých.**

V ostatnom období znovu badať oživenie aktivít na podporu udržateľného rozvoja. V roku 2015 Konferencia Organizácie Spojených národov prijala nový dokument na realizáciu tohto procesu: **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Za hlavné princípy Agenda 2030 (2015) považuje:

- ▶ ochranu planéty pred degradáciou,
- ▶ zabezpečenie udržateľnej výroby a spotreby,
- ▶ udržateľný manažment prírodných zdrojov,
- ▶ prijatie opatrení v oblasti zmeny klímy,
- ▶ podporu potrieb súčasných a budúcich generácií.

Agenda 2030 definuje 17 cieľov a 169 opatrení, ktoré sú integrované, a poukazuje na potrebu spolupráce a tvorbu globálnych partnerstiev pre udržateľný rozvoj. Zdôrazňuje potrebu vytvorenia nového radu ukazovateľov, ktoré by monitorovali rozvoj v jednotlivých krajinách.

Agenda 2030 výrazne zdôrazňuje úlohu vedy v tomto procese, najmä pri rozvoji inovácií a tvorbe dát, ktoré sú nevyhnutné na objektívne rozhodovanie. Udržateľný rozvoj je cieľným procesom zmien v správaní ľudskej spoločnosti, pričom nejde iba o ekonomický rast, ale o všetko, čo zvyšuje kvalitu života (starostlivosť o zdra-

vie, sociálne služby, vzdelávanie, kultúru). Rozvoj má zabezpečovať nielen vnútrogeneračnú, ale i medzigeneračnú rovnosť (spravodlivosť) v uspokojovaní potrieb ľudí (udržanie možnosti voľby pre budúce generácie). Rozvoj má podporovať harmóniu medzi spoločnosťou a prírodou, život v medziach únosnej kapacity biosféry, má zabezpečiť ochranu prírody, ochranu biodiverzity a stability krajiny a ochranu a efektívne využívanie zdrojov a potenciálov územia. Takéto hospodárenie prispieje aj k odstráneniu hrozivých dôsledkov klimatickej zmeny. **K presadzovaniu konceptu udržateľnosti môže prispieť každý z nás, a to takto:**

- ▶ Zaujímaj sa o veci verejné, participuj na správe a využívaní zdrojov prostredia, kde žiješ.
- ▶ Neprizerať sa pasívne na škody, ktoré sú páchané v tvojom okolitom prostredí, v obci, kraji, regióne a pod.
- ▶ Pri svojich aktivitách v krajine pozeraj na to, čo nimi spôsobuješ svojmu okoliu – nenič a neznehodnocuj život ostatným.
- ▶ Zapájaj sa do aktivít environmentálnych komunít.

Pri svojich aktivitách pamätaj na to, že prírodné zdroje a zdravé životné prostredie budú potrebovať aj generácie, ktoré prídu po nás – naše deti, tak im ich nenič.

## 2.

## Ochraňuj nielen svoj život, ale všetky jeho formy, žime spolu v súlade

Naša planéta predstavuje životný priestor nielen pre človeka, ale aj pre ďalšie formy života: rastliny, živočíchy i huby, ktorých rozumné využitie a ochrana je dôležitá z hľadiska zachovania biodiverzity.

Aj naša krajina oplýva bohatstvom prírodných zdrojov. Jedným z nich je biodiverzita. Osobitným príkladom takéhoto zdroja sú druhovo bohaté lúky – spoločné dielo človeka, prírody a času, súčasť nášho kultúrneho dedičstva. Karpatské lúky a pasienky sa vyznačujú mimoriadnym druhovým bohatstvom v medzinárodnom meradle, a to najmä v regiónoch so zachovaným extenzívnym poľnohospodárstvom bez umelých hnojív a veľkochofov. Tradiční farmári vychá-

dzajúci zo znalostí a skúseností predkov uplatňujú kombinované postupy hospodárenia, aby zachovali kvalitu a kvantitu poľnohospodárskej produkcie z dlhodobého hľadiska. Predchádzajú preťažovaniu a znehodnocovaniu pôdy a krajiny, prispievajú k jej rýchlejšej regenerácii, odolnosti a prispôsobivosti. Ochrana, zlepšenie a potenciálne rozšírenie oblastí bohatých na biodiverzitu patrí medzi najvyššie priority.

Ochrana rozmanitosti života (biodiverzity) je nevyhnutná z hľadiska prežitia ľudstva na Zemi. Ekosystémy sú základom celého ľudského života a fungovania spoločnosti, keďže poskytujú celý rad úžitkov, či už priamych, alebo nepriamych, na uspokojovanie životných potrieb. Poskytujú

potravu, vodu a množstvo materiálov nevyhnutných na rozvoj spoločnosti, podporujú tvorbu prírodných zdrojov, prispievajú k regulácii mnohých javov a procesov, ktoré prebiehajú v krajine, ako sú prirodzené riziká a hazardy, a tiež poskytujú viaceré kultúrne a rekreačné možnosti. Sú tiež kľúčové pre zlepšenie kvality krajiny a zmierňovanie dôsledkov klimatickej zmeny. I napriek nenahraditeľnému významu, ktoré ekosystémy plnia v krajine, dochádza k ich neustálemu ohrozovaniu a degradácii. Podľa informácií FAO až 60 % svetových ekosystémov je degradovaných a využívaných neudržateľne. Podobne nepriaznivá situácia je aj na Slovensku. V roku 2018 sa tu nachádzalo v nepriaznivom stave (nevyhovujúcim, príp. zlom) 75 % druhov a 60,4 % biotopov európskeho významu (Ministerstvo životného prostredia SR 2020). Ohrozenosť nižších rastlín v SR predstavuje v súčasnosti 11,7 % a ohrozenosť vyšších rastlín 14,6 %, v rámci živočíchov je ohrozených 24,2 % stavovcov a 6,5 % bezstavovcov.

Strata biodiverzity ohrozuje naše potravinové systémy a ohrozuje aj našu potravinovú bezpečnosť a výživu. Viac ako 75 % svetových druhov potravinových plodín závisí od opelenia živočíchmi. **Strata biodiverzity je:**

- **klimatický problém** – ničenie a poškodzovanie ekosystémov a pôd urýchľuje globálne otepľovanie, zatiaľ čo obnova krajiny zmenu klímy zmierňuje,

- **obchodný problém** – prírodný kapitál poskytuje základné zdroje pre priemysel a poľnohospodárstvo,
- **bezpečnostný problém** – strata biodiverzity zvyšuje náchylnosť na prírodné riziká a katastrofy,
- **problém potravinovej bezpečnosti** – rastliny, živočíchy vrátane opelovačov a pôdne organizmy zohrávajú v našom potravinovom systéme životne dôležitú úlohu,
- **zdravotný problém** – ničenie prírody zvyšuje riziká a znižuje našu odolnosť voči chorobám. Príroda navyše priaznivo pôsobí na duševné zdravie a pohodu ľudí,
- **medzigeneračný problém** – oberáme budúce generácie o základ naplneného života.

Medzi kľúčové úlohy v nasledujúcom období musí patriť nielen obnova degradovaných ekosystémov a posilnenie opatrení na ochranu ekosystémov, ale aj odstraňovanie príčin straty biodiverzity. Faktory spôsobujúce stratu biodiverzity sú veľmi rôznorodé. Okrem negatívneho vplyvu antropogénnych aktivít (intenzívne poľnohospodárstvo, produkcia exhalácií, rozvoj rekreácie, narušenie hydrologického režimu, opúšťanie a zarastanie pozemkov a pod.) sú ekosystémy ohrozené aj v dôsledku pôsobenia klimatickej zmeny a šírenia invázných druhov. Európska stratégia na ochranu biodiverzity určuje päť hlavných príčin straty biodiverzity – zmeny využívania územia, nadmerné využívanie zdrojov

vrátane pôdy, zmena klímy, znečisťovanie a invázne nepôvodné druhy. **A čo môžeme my urobiť pre zachovanie biodiverzity:**

- ▶ ži a nechaj žiť – netrhaj, nešliap, nenič rastliny, nenahrádzaj prírodné ekosystémy cudzokrajnými, obdivuj rastliny a živočíchy v prírode na miestach, kde žijú,
- ▶ rešpektuj životné obdobia a životné cykly živočíchov,
- ▶ nemeň ekologické podmienky rastlín, živočíchov a húb,
- ▶ rešpektuj pravidlá správania v chránených územiach, rešpektuj obmedzenia vyplývajúce z ochrany prírody a krajiny.



Zdroj: Freepik

### 3.

## Pôda, neobnoviteľný prírodný zdroj, využívaj ju efektívne a chráň ju

Existencia ľudskej populácie je v rozhodujúcej miere závislá od pôdy, pretože je nielen zdrojom obživy, ale vytvára aj priestor na realizáciu nášho života. Preto správne hospodárenie na pôde a s pôdou je základom ďalšej existencie ľudstva. I napriek tejto významnej funkcii, ktorú plní pôda v krajine, nie vždy s ňou zaobchádzame tak, ako by to bolo potrebné, o čom svedčí celý rad environmentálnych problémov spojených s kvantitatívnym, ale aj kvalitatívnym ohrozením pôdných zdrojov. Kvantitatívny aspekt súvisí so záberom pôdy na nepoľnohospodárske účely, predovšetkým na zástavbu a dopravnú infraštruktúru, čo spôsobuje nenávratnú stratu pôdy, čím je ohrozená aj potravinová bezpečnosť krajiny.

V roku 2022 pokrývali umelé povrchy približne 2,5 % zemského povrchu, čo predstavuje 192 m<sup>2</sup> na obyvateľa. Očakáva sa, že do roku 2030 pribudne na svete 1,2 milióna km<sup>2</sup> zastavanej plochy, pričom záber pôdy prevyšuje rast populácie až o 50 %. Podobne nepriaznivá situácia je pozorovaná aj na území Slovenska. V roku 2023 predstavovala celková výmera SR 4 903 394 ha, z čoho podiel poľnohospodárskej pôdy bol 48,3 %, lesných pozemkov 41,4 % a nepoľnohospodárskych a nelesných pozemkov 10,3 %. V rokoch 2005 – 2024 došlo k poklesu výmery poľnohospodárskej pôdy o 2,4 % na súčasných 2 365 715 ha a naopak najväčší percentuálny nárast nastal oproti roku 2005 pri zastavaných plochách a nádvořiach o 6,6 %. Toto tempo záberov

by nás poľnohospodársky a ani environmentálne nemuselo významne poškodiť za predpokladu, ak by sme nezaberali najkvalitnejšie pôdy. Slovensko sa v súčasnosti hodnotou 0,4370 ha poľnohospodárskej a 0,2586 ha ornej pôdy na jedného obyvateľa zaraďuje medzi štáty s nízkou výmerou pôdy zabezpečujúcou produkciu potravín.

Kým výstavba priemyselných objektov a parkov sa realizuje predovšetkým na ornej pôde, na výstavbu obytných areálov boli zaberané najmä sady, záhrady, vinice, keďže často išlo o súkromné vlastníctvo majiteľov realizujúcich stavbu.

Napr. na výstavbu priemyselného závodu Peugeot Citroen predstavoval záber kvalitných pôd Slovenska 183 hektárov, na realizáciu závodu Volkswagen 200 ha kvalitných pôd. Na priemyselnú zónu Voderady predstavoval tento záber 130 ha najkvalitnejších pôd a dnes je už tento areál nefunkčný. Väčšinou sa tieto nové priemyselné objekty realizovali na tzv. „zelených lúčach“, zatiaľ čo sa staré a opustené objekty postupne premieňali na tzv. „brownfields“. Zvyšovaním stupňa zastavanosti, pribúdaním nových technických objektov neustále rastie aj stupeň antropizácie územia, čo okrem znižovania priestorovej ekologickej stability následne negatívne ovplyvňuje aj klimatickú zmenu. V mestách sa vytvárajú tepelné ostrovy, zhoršuje sa odtok vody, zvyšuje sa riziko lokálnych povodní a pod. To všetko je dôsledok zmeny životného štýlu, dá sa povedať až nezdravého konzumného/neudržateľného spôsobu života dnešného moderného človeka.

K degradácii pôdných zdrojov prispieva každý z nás svojimi životnými nárokmi. V našom životnom štýle sa čoraz viac začali prejavovať znaky konzumného spôsobu života. Zvýšili sa naše priestorové nároky, vzrástli požiadavky na osobný komfort, chceme mať neustále viac a viac. Túžime mať súbežné bývanie v meste, kde je vysoká a kvalitná ponuka služieb, ale aj na vidieku, kde je priaznivejšia kvalita životného prostredia, chceme mať priestory na oddych a rekreáciu a tak sa stávame majiteľmi viacerých nehnuteľností. A to všetko sa prejavuje na raste obytnej plochy na obyvateľa. Zvyšovaním zástavby znižujeme rozlohu poľnohospodárskej pôdy a následne ohrozujeme potravinovú bezpečnosť. **A čo môžeme urobiť na elimináciu týchto javov?**

- ▶ Kvalitnú pôdu využívaj na pestovanie potravín, nestavaj na nej.
- ▶ Udržiavaj a zveľaďuj dedičstvo predkov – vinohrady, sady, lúky, pasienky, drevenice a podobne.
- ▶ Minimalizuj zvyšovanie zastavanej plochy – uvažuj, koľko priestoru naozaj potrebuješ.
- ▶ Vyberaj svetlé povrchy na strešné krytiny.
- ▶ Pri tvorbe prídomových parkovísk uprednostni zatrávnené zelené plochy.
- ▶ Po stavbe zasad' strom, ale pôvodný, nie cudzokrajný.



## 4.

## Najprv plánuj, potom buduj

Ako najlepšie zabezpečiť optimálne využívanie prírodných zdrojov v našom prostredí? Predsa vhodným využívaním pozemkov, a to tak, že budeme rešpektovať ich hodnotu a nebudeme ich ničiť a devastovať. Základné zásady využívania jednotlivých pozemkov v každej obci stanovuje územný plán, ktorý schvaľuje zastupiteľstvo obce. Ale každý z nás má právo sa k nemu vyjadriť formou verejného pripomienkovania. Územný plán je jedným zo základných plánovacích nástrojov, prostredníctvom ktorého sa usmerňuje a ovplyvňuje rozvoj obce, tak aby bol v súlade s požiadavkou starostlivosti o životné prostredie, s potrebami šetrného využívania prírodných zdrojov a s potrebou zachovania prírodných a kultúrno-historických hodnôt územia. Teda územný plán musí rešpektovať krajinnoekologické regulatívy (zásady ochrany životného pro-

stredia) a v poslednom období by mal zahŕňať aj potrebné adaptačné opatrenia na zmenu klímy.

Územný plán stanovuje aj krajinnoekologické regulatívy, ktoré určujú, ako sa môžu jednotlivé pozemky využívať a za akých podmienok, tak aby sme neohrozili kvalitu nášho životného prostredia. Na druhej strane špecifikuje aktivity, ktoré by sa nemali na pozemku realizovať, ak chceme zabezpečiť určitú kvalitu nášho života a neohrozovať prírodné zdroje, ktoré máme k dispozícii. Treba si uvedomiť, že mnohé prírodné zdroje sú iba v obmedzenom množstve.

Zásady vhodného využívania poľnohospodárskych pozemkov v obci určujú pozemkové úpravy, ktoré okrem usporiadania vlastníckych práv stanovujú aj technické, biologické, ekologické,

ekonomické a právne opatrenia súvisiace s novým usporiadaním pozemkov. K biologicko-ekologickým opatreniam patria:

- ▶ protierózne opatrenia slúžiace na ochranu pôdy pred veternou eróziou a vodnou eróziou a súvisiace stavby (zatrávnenia, zalesnenia, vetrolamy, vsakovacie pásy, terasy, prehrádzky a pod),
- ▶ opatrenia na ochranu životného prostredia, ktoré spočívajú hlavne v zabezpečení ekologickej stability a podmienok biodiverzity krajiny (zelená infraštruktúra: biokoridory, biocentrá, interakčné prvky, sprievodná zeleň),
- ▶ vodohospodárske opatrenia, ktoré ochraňujú krajinu pred privalovými vodami a podmáčaním a zabezpečujú zdroj vody na krytie vlahového deficitu (nádrže, poldre, odvodnenia a závlahy).

Sú to všetko opatrenia aj **na prevenciu a zmierňovanie následkov klimatickej zmeny** a je potrebné, aby sme ich všetci rešpektovali pri využívaní svojich pozemkov, teda **musíme**:

- ▶ stavby realizovať v súlade s územnoplánovacou dokumentáciou,
- ▶ rešpektovať všeobecne záväzné opatrenia vyplývajúce z pozemkových úprav,
- ▶ rešpektovať obmedzenia a limity funkčného využitia, ktoré sú v ňom definované,



Zdroj: Kiva Cabin

- ▶ rešpektovať zóny záplavových území a nestavať v nich,
- ▶ pri inštalácii inžinierskych sietí nekopať blízko stromov a neničiť koreňový systém,
- ▶ rešpektovať typický charakter a ráz krajiny,
- ▶ intenzitu využívania poľnohospodárskych pozemkov prispôbiť potrebám ochrany jednotlivých prírodných zdrojov,
- ▶ využívať overené zdroje informácií o životnom prostredí a projektovom dianí v danom meste/dedine.

## 5.

## Šetri vodu, neplytvaj ňou

Voda je základom života na Zemi a tiež predstavuje základnú strategickú surovinu pre rozvoj spoločnosti, keďže bez nej sa nezaobíde ani jedno hospodárske odvetvie. Celosvetovo spotrebujeme viac ako 4 bilióny m<sup>3</sup> sladkej vody ročne. Najviac, až 70 % odberov sladkej vody sa využíva v poľnohospodárstve, 20 % na priemyselné účely a zvyšných 10 % spotrebujú domácnosti. Priemerná spotreba pitnej vody na obyvateľa sa pohybuje okolo 100 litrov za deň, v Európe je to 124,5 litra na obyvateľa za deň. Na Slovensku v roku 2021 dosiahla priemerná spotreba na obyvateľa 80 litrov vody (Ministerstvo životného prostredia SR 2024). Ku krajinám s najväčšou spotrebou vody na obyvateľa patria Kanada, Nový Zéland a USA. Odber sladkej vody sa za posledných 50 rokov strojnásobil. Predpokladá sa, že spotreba vody vzhľadom na neustály rast

obyvateľstva sa bude naďalej zvyšovať. Svetová populácia rastie každý rok približne o 80 miliónov ľudí. Do roku 2050 sa dopyt po vode zvýši o 20 až 30 %. Populačný rast sa zrýchli najmä v rozvojových krajinách, ako je Afrika a Ázia, kde je nedostatok vody už teraz obrovský problém. Nedostatok vody postihuje viac ako 40 % svetovej populácie, preto je jej ochrana dôležitým krokom na zabezpečenie vody pre všetkých.

Dlhodobým problémom je aj kvalita vôd. Každý deň sa do vôd Zeme vypúšťajú 2 milióny ton odpadových vôd, čo spôsobuje jej zníženú kvalitu a veľmi vážne zdravotné riziko. Obyvatelia konzumujúci takúto vodu sú vystavení chorobám, ako je hnačka, ktorá každoročne spôsobí 485 000 úmrtí, cholera, týfus a detská obrna. Až 368 miliónov ľudí konzumuje vodu z nebezpeč-

ných studní a prameňov a takmer 80 % chorôb v takzvaných „rozvojových“ krajinách je spojených s vodou, čo spôsobuje približne tri milióny predčasných úmrtí. Znepokojujúcim faktom je, že každých osem sekúnd zomrie jedno dieťa na choroby súvisiace s vodou, čo má za následok 10 800 úmrtí denne.

Hospodárenie s vodou výrazne ovplyvňuje náš životný štýl a stravovacie návyky, ktoré v posledných rokoch vyžadujú väčšiu spotrebu vody na obyvateľa. Na jednej strane ponuka vody postupne klesá, na druhej strane spotreba vody neustále rastie a zvyšuje sa naša vodná stopa. A ako možno predísť tomuto problému? **Uvážzame zopár rád pre každého z nás:**

- ▶ Pri umývaní zubov vypni kohútik.
- ▶ Zameň kúpanie sa vo vani na sprchovanie, vyhni sa dlhému sprchovaniu.
- ▶ Nainštaluj úsporné toalety, vodovodné batérie a sprchové hlavice, oprav kvapkajúce kohútiky.
- ▶ Nahrad' ručné umývanie umývačkou riadu, umývačku spusti, len keď je plná.
- ▶ Nainštaluj vodomer a sleduj, koľko vody spotrebuješ.
- ▶ Investuj do filtrov na úsporu vody.
- ▶ Zachyť a zúžitkuj dažďovú vodu.

Teda začnime od seba, od svojho domova.



## 6.

## Šetri energiu, neprekuruj, izoluj, nevypúšťaj splodiny

Emisie z vykurovania domácností sú významným zdrojom emisií skleníkových plynov aj znečisťujúcich látok, nebezpečné sú najmä lokálne kúreniská spaľujúce fosílna palivá. Domácnosti produkujú ročne cca 12 % emisií skleníkových plynov.

Najviac energie spotrebujú domácnosti na vykurovanie a ohrev teplej vody, spolu je to až 85 %. Na vykurovanie v rodinnom dome sa minie až 75 % celkovej spotrebovanej energie. Zvyšnú časť predstavuje elektrina potrebná na bežný chod domácnosti – na varenie, pranie, umývanie riadu, vysávanie a na prevádzku spotrebnej elektroniky. Časť energie sa stráca jej únikom. Tento jav je typický najmä pre staršie rodinné domy, kde energia uniká cez nedostatočne zateplené

stropy, obvodové steny, podlahy a staré, netesniace okná a pod. Najvýznamnejším krokom, ako tomuto procesu možno zabrániť, je realizovať zateplenie a výmenu okien, čo podporuje aj štát formou dotácií na realizáciu takýchto prác.

V posledných rokoch sa štruktúra spotreby energie v domácnostiach mení, znižuje sa podiel energie na vykurovanie a ohrev teplej vody, čo je výsledok výstavby nových energetických šetrnejších domov, postupnej rekonštrukcie a zateplovania starších domov. Nové alebo zateplené domy majú podstatne nižšie tepelné straty. K znižovaniu spotreby tepla prispieva aj zmena klímy, ktorá má za následok skracovanie vykurovacieho obdobia.

Naopak, spotreba elektriny má skôr stúpajúcu tendenciu. Je to dôsledok neustále rastúceho počtu moderných spotrebičov v domácnostiach. Kým v minulosti si rodiny vystačili s pár spotrebičmi (televízor, práčka, žehlička, chladnička, vysávač a pod.), v súčasnosti si svoj život nevieme predstaviť bez množstva modernej techniky (počítače a ich príslušenstvo, hracie konzoly, kávovary, mixéry, sušičky a pod.). Spotrebičmi prekytuje najmä kuchyňa – od rýchlovarnej kanvice cez kávovar, kuchynský robot, hriankovač, gril, odšťavovač až po mikrovlnnú rúru alebo umývačku riadu. Na spotrebe elektrickej energie sa významnou mierou podieľa aj neustále populárnejšia klimatizácia, ktorá sa stále viac a viac využíva v našich domácnostiach, pretože zvyšovanie teploty sa stáva pre mnohých už neúnosným. A tak čo ušetríme na vykurovaní, to minieme na chladení. Na významnej časti spotreby každej domácnosti sa podieľa varenie a osvetlenie, aj keď v mnohých prípadoch môžeme ušetriť vďaka výmene svetelných zdrojov a spotrebičov za úspornejšie. Treba mať na pamäti aj fakt, že spotrebiče môžu spotrebovať elektrinu, aj keď nepracujú, t. j. sú zapojené v sieti, hoci ich v danom momente nepoužívame. Mnohé spotrebiče nechávame v zásuvke zapnuté nepretržite deň – noc, čo sa odzrkadľuje na zvýšenej spotrebe.

Základom znižovania spotreby elektrickej energie je šetrenie. Pozitívom je aj využívanie alternatívnych foriem energie z obnoviteľných zdrojov – zo slnka, z vetra a pod. **A čo môžeme urobiť ja sám:**



- ▶ Udržavaj a rekonštruuj svoj dom – zatepli ho, odizoluj a vymeň okná.
- ▶ Zbytočne ho neprekuruj, nastav optimálnu teplotu.
- ▶ Nahraď elektrický ohrev vody solárnymi panelmi.
- ▶ Maximálne využívaj denné svetlo.
- ▶ Vypínaj svetlo, nesviet zbytočne.
- ▶ Nahraď klasické žiarovky energeticky úspornými.
- ▶ Zohrievaj len toľko vody, koľko potrebuješ.
- ▶ Rúru nevyhrievaj prídlho, peč viacero jedál naraz.
- ▶ Pri praní a umývaní riadu uprednostňuj ekoprogramy.
- ▶ Vypínaj spotrebiče zo zásuvky, ak ich nepoužívaš.

## 7.

## Vymeň auto za bicykel

Sektor dopravy výrazne negatívne ovplyvňuje nielen životné prostredie, ale aj ľudské zdravie. Doprava je zodpovedná za emisie skleníkových plynov, znečistenie ovzdušia, hluk a fragmentáciu biotopov. Doprava je po sektore dodávok energie druhým najväčším zdrojom emisií v EÚ. Cestná doprava je najmä zdrojom emisií oxidu uhličitého, oxidov dusíka (NO<sub>x</sub>) a oxidu uhoľnatého (CO). Je zodpovedná približne za jednu štvrtinu všetkých emisií skleníkových plynov.

Najväčší podiel na emisiách z dopravy má cestná doprava, predovšetkým je to používanie dieselových nákladných, ale aj osobných vozidiel, ako aj emisie z benzínových výparov, oterov pneumatík a brzdových obložení či abrázie ciest. I napriek neustálemu skvalitňovaniu automobilov a tiež skvalitňovaniu palív emisie z do-

pravy naďalej rastú. Prognóza uvádza, že emisie zo sektora dopravy by sa mali do roku 2050 zdvojnásobiť. Čo spôsobuje, že emisie neustále rastú? Chceme čoraz viac cestovať, vlastniť viac osobných vozidiel, jedno v domácnosti nám už nestačí, vozíme sa v autách pomaly každý sám. Hromadná doprava a aktívne spôsoby dopravy, ako napríklad jazda na bicykli, rastú pomaly. Preprava osobnými autami predstavuje vyšší komfort a mnohokrát aj nižšiu časovú náročnosť prepravy. V potransformačnom období nastala výrazná zmena v štruktúre zamestnanosti a mnohí sú ochotní za lukratívnou prácou cestovať aj do väčších vzdialeností, čo sa následne tiež prejavuje na raste osobnej prepravy, ktorá sa v mnohých mestách a regiónoch pohybuje už na hranici únosnosti.



Z hľadiska minimalizácie týchto negatívnych procesov je potrebné hľadať alternatívne, ekologicky šetrnejšie formy prepravy. Reálne zlepšenie dopravnej situácie spočíva v nastavení správneho balansu medzi jednotlivými spôsobmi prepravy – verejná, cyklistická aj pešia. Súčasťou tohto „zlepšovacieho“ procesu musí byť vedomé a trvalé znižovanie významu individuálnej automobilovej dopravy a podpora verejných foriem dopravy. Treba na to využiť rôzne formy motivácie: musí byť zabezpečený určitý komfort, prijateľná časová dostupnosť, predovšetkým rýchlosť a spoľahlivosť, nadväznosť jednotlivých typov prepravy a nadväznosť spojov, kvalitná úroveň pešej a cyklistickej infraštruktúry a pod. Slovensko má v tejto oblasti ešte značné rezervy. K zníženiu osobnej prepravy prispievajú aj mnohé obmedzenia a komplikácie, ako je hustá premávka v mestách, úzke ulice, budovanie jednosmerných ulíc, sťaženie dopravy v dôsledku vyčleňovania buspásov, cyklopásov a pod. Demotivujúcim faktorom pre využívanie osobných



aut je aj nedostatok parkovacích miest a ich finančná náročnosť. **Opatrenia, ktoré musíme realizovať na zlepšenie situácie, sú takéto:**

- ▶ Zníženie prepravy osobnými automobilmi, preferovanie verejnej dopravy.
- ▶ Posilnenie cyklo dopravy a pešej dopravy vrátane vybudovania potrebnej infraštruktúry.
- ▶ Posilnenie bezemisnej dopravy, preferovanie aut používajúcich čistejšie palivá.
- ▶ Zníženie celkovej mobility, kde sa to dá, uprednostňovanie online konferencií.
- ▶ Minimalizácia jednoosobovej prepravy v osobnej doprave.
- ▶ Obmedzenie parkovania na zelených nespevnených plochách.
- ▶ Zdieľanie bicyklov, skútrov, kolobežiek a pod.

## 8.

## Stravuj sa zdravo, neplytvaj potravinami

Plytvanie jedlom patrí k najhorším a najneetickejším problémom súčasného sveta. Je nielen ekonomickým problémom (zbytočne vyhodené peniaze na nákup nespotrebovaných potravín), ale aj environmentálnym (spotreba a degradácia prírodných zdrojov, produkcia odpadu vrátane emisií skleníkových plynov) a sociálnym (ohrozenie ľudského zdravia) problémom spoločnosti, ktorý sa dotýka všetkých nás. S potravinami plytváme všetci, od výrobcov, spracovateľov cez dodávateľov až po nás konzumentov. Dôvodov je viacero, ale často to robíme len z nadbytku a nedbalosti. Vo veľkej miere to závisí aj od ekonomického zabezpečenia jednotlivca a rodín. Rozdiel je viditeľný v porovnaní s plytvaním v rozvinutých a chudobnejších kra-

jinách sveta. Ľudia v bohatých krajinách vyhodí okolo 95 – 115 kg potravín na osobu za rok, v chudobnejších krajinách je to v priemere 8 – 11 kg na osobu za rok (<https://www.nulaodpadu.sk>).

Je veľmi žalostné, že pritom na svete viac ako 800 miliónov ľudí trpí hladom a my neustále jedlo vyhadzujeme a vôbec sa nad tým nepozastavujeme. Ročne sa na svete vyhodí 1,3 miliardy ton potravín, čo predstavuje až jednu tretinu všetkých vyrobených potravín. V Európskej únii sa ich vyhodí ročne až 89 miliónov ton, pričom priamo z domácností je to približne 37 miliónov ton. Na Slovensku ide o 900-tisíc ton potravín ročne. To znamená, že každý obyvateľ Slovenska vyhodí v priemere 0,44 kilogramu denne.

Pritom v Európskej únii žije na hranici chudoby 79 miliónov ľudí, na Slovensku je to 715-tisíc ľudí. Ak by sa všetky vyhodené potraviny mali rozdať chudobným ľuďom, tak by sa každému z nich ušlo približne 1,2 tony potravín ročne (<https://www.nulaodpadu.sk>), čo nie je malé číslo. Experti predpokladajú, že rast potravinárskeho odpadu bude naďalej pokračovať a že do roku 2030 vzrastie množstvo potravinového odpadu o jednu tretinu. Európa, ako sa uvádza v dokumente Farm to Fork, sa snaží znižovať produkciu potravinárskeho odpadu. SR sa zaviazala, že do roku 2030 zníži produkciu potravinového odpadu o polovicu.

Mnoho potravinárskeho odpadu sa ukladá na skládky alebo sa spaľuje, čo prispieva k znečisťovaniu ovzdušia. Na skládkach sa potraviny postupne rozkladajú, pričom sa do ovzdušia dostáva metán, nebezpečný skleníkový plyn. Okrem produkcie metánu plytvanie potravinami ohrozuje aj prírodné zdroje, najmä vodu a pôdu, ktoré sú nevyhnutné na produkciu potravín. Zhruba jedna tretina poľnohospodársky využívannej pôdy na svete slúži na pestovanie potravín, ktoré sa vyhodí, a 25 % svetových zásob pitnej vody sa používa na výrobu jedla, ktoré sa nikdy neskonzumuje.

Pre obmedzenia plytvania potravinami nielenže môžeme, ale aj musíme všetci niečo urobiť. **Je na každom z nás čo, napríklad toto:**

- ▶ Naplánuj svoje nákupy, nakupuj potraviny s rozumom a rozvahou, kupuj len to, čo spotrebuješ, nenechaj sa ovplyvniť zľavami, reklamami, nekupuj veľké balenia, ktoré nestihnješ spotrebovať.
- ▶ Všímaj si dátumy, rozoznávaj „dátum spotreby“ a „dátum minimálnej trvanlivosti“, potraviny s krátkym dátumom spotreby kupuj iba vtedy, ak ich rýchlo spotrebuješ.
- ▶ Správne uskladňuj potraviny, aby sa rýchlo nepokazili, aby vydržali.
- ▶ Var správne porcie jedla, iba toľko, koľko sa spotrebuje.
- ▶ V reštaurácii si objednaj len toľko, koľko zješ, ak nezješ, zostatok si daj zabaliť.
- ▶ Obmedzuj plytvanie, podel sa s potravinami, daruj nespotrebované jedlo na charitu.
- ▶ Potravinársky odpad nevyhadzuj do zberných nádob, zvyšky daj hospodárskym zvieratám alebo kompostuj.



## 9.

## Nakupuj rozumne, separuj, recykluj

Aj taká zdanlivo okrajová téma, ako je naša spotreba – potraviny, oblečenie, bývanie, rekreácia a iné osobné služby – je dôležitým prispievateľom k emisiám skleníkových plynov. Všetko, čo zjeme, čo si oblečieme, čo použijeme v domácnosti, každý jeden predmet prispieva k celkovým globálnym emisiám, jeden viac, druhý menej. Každý je niekde vyrobený, na jeho výrobu je potrebný určitý priestor, materiál, voda, energia, čo zanecháva určitú ekologickú stopu. Podobne aj transport týchto výrobkov je spätý s produkciou skleníkových plynov. S naliehavou potrebou ochrany životného prostredia a obmedzovaním emisií škodlivých plynov vystupuje čoraz viac do popredia aj potreba obmedziť našu spotrebu, či už materiálu, najmä textílií, obuvi,

tak aj potravín a mnohých služieb. Naozaj potrebujeme všetko, čo sa nachádza v našich domácnostiach a šatníkoch?

Totíž výroba textílií je spojená nielen s využívaním a ohrozovaním jednotlivých prírodných zdrojov, ale často zneužíva aj detskú pracovnú silu v procese výroby. Na výrobu potrebujeme pôdu na pestovanie textilných surovín, využívame množstvo vody a produkuje rôzne druhy odpadu. Podľa Európskej environmentálnej agentúry (EEA) vzniklo pri nákupe textilu v EÚ v roku 2020 približne 270 kg emisií CO<sub>2</sub> na osobu. To znamená, že spotrebovaná textilná výroba v EÚ vygenerovala 121 miliónov ton emisií skleníkových plynov.

Pritom tento textil využívame neefektívne, rýchlo ho odhadzujeme, keďže podlieha módnym trendom. Len málo z toho sa opätovne používa, odhaduje sa, že iba 1 % sa recykluje na nové šatstvo. Podľa EEA každý Európan v priemere spotrebuje ročne takmer 26 kg a vyhodí približne 11 kg textílií. Od roku 2000 do roku 2020 sa globálna produkcia textilu zdvojnásobila a je predpoklad, že bude stále narastať. V súčasnosti EÚ pripravuje nové legislatívne opatrenia, ktoré by tieto problémy eliminovali. Chce znížiť množstvo textilného odpadu a zvýšiť životný cyklus a recykláciu textilu. Je to súčasť plánu na dosiahnutie obehového hospodárstva do roku 2050. **A čo môžeme urobiť my?**

- ▶ Zvažuj, čo nakúpiť, naozaj potrebuješ toho toľko?
- ▶ Orientuj sa na kvalitu, na nadčasové produkty.
- ▶ Odolávaj módnym trendom a hľadaj jedinečný spôsob, ktorým vyjadriš svoj štýl.
- ▶ Nevyhadzuj, ale daruj druhým.
- ▶ Pozeraj, odkiaľ produkt pochádza, nepodieľaj sa na zneužívaní detskej pracovnej sily.
- ▶ Podporuj lokálnych či certifikovaných výrobcov.
- ▶ Využívaj zberné textilné kontajnery.



10.

## Uč sa a vzdelávaj sa

Presadzovať efektívne opatrenia na zmiernenie negatívnych dôsledkov klimatickej zmeny môžeme vtedy, ak ich vnímame a poznáme ich podstatu. Environmentálne povedomie občanov na Slovensku nemožno považovať za uspokojivé. Aj keď podľa prieskumov až tri štvrtiny obyvateľov SR považuje prírodu za dôležitú súčasť svojho života, aktívne sa zapájať do jej ochrany je ochotná len necelá polovica obyvateľov z realizovaného prieskumu. Preto ak chceme zmierňovať prejavy a následky klimatickej zmeny, musíme nevyhnutne posilniť nielen environmentálnu výchovu a vzdelávanie, ale aj osvetu v tejto oblasti. I napriek mnohým vzdelávacím aktivitám, ktoré sa realizujú na tomto poli, stále to nie je dostatok. Treba sem zapájať všetky vrstvy obyvateľstva. S výchovou a vzdelávaním je potrebné začať už od mlada, pretože

deti ešte nemajú negatívne environmentálne návyky, ktoré by bolo treba odstraňovať, a s environmentálnou výchovou je potrebné pokračovať až do neskorého veku. Stále sa objavujú nové a nové poznatky, šetrnejšie postupy v ochrane a využívaní krajiny. Mnohí z nás si ani neuvedomujeme, ako naše aktivity môžu krajinu ohroziť a poškodiť.

Environmentálnu výchovu v SR nemožno hodnotiť pozitívne, pretože nie je systematicky definovaná, často prebieha len na báze dobrovoľnosti a zariadenosti učiteľov. Na základných školách nie je samostatný predmet environmentálna výchova, jednotlivé témy životného prostredia sú súčasťou výučby v ostatných predmetoch. Za nosné predmety pre environmentálnu výchovu (výchovu v oblasti životného pro-

stredia) možno považovať prírodopis a zemepis na základných školách a biológiu a zemepis na stredných školách. Čiastočne sú environmentálne témy súčasťou aj ďalších predmetov, ako je dejepis, kde sú obsiahnuté najmä témy podávajúce historický pohľad na vzťah človeka a krajiny, najmä na formovanie využitia krajiny v rôznych časových obdobiach. Chemické a fyzikálne aspekty ochrany a tvorby životného prostredia sú obsiahnuté v predmetoch chémia a fyzika. Sociálne, najmä etické aspekty ochrany životného prostredia, hodnotové orientácie, životný štýl a pod. sú súčasťou štúdia etiky, občianskej výchovy a náboženstva. Tým, že environmentálna výchova je rozptýlená vo viacerých predmetoch, je tu riziko opakovania niektorých tém, naopak na druhej strane hrozí, že niektoré témy sa spomenú len okrajovo. Vo veľkej miere to závisí aj od aktivity toho-ktorého učiteľa.

Na mnohé otázky a riešenie environmentálnych problémov má odpoveď aj veda. Ponúka určité riešenia, ale, žiaľ, tie sa do reálnej praxe dostávajú veľmi pomaly, mnohé z nich nie sú dostatočne akceptované v environmentálnej politike ani v manažmente územia. Dôvodov je viacero, či už je to nezáujem zo strany politikov, finančné a technické dôvody, ako i vyzretosť ľudskej spoločnosti. Nie všetci riadiaci pracovníci majú dostatok vedomostí a zručností potrebných na využitie vedeckých výsledkov v reálnej praxi. K dispozícii je množstvo vedeckých informácií a databáz, ktoré sa, žiaľ, efektívne nevyužívajú. Z hľadiska zabezpečenia racionálneho využívania prírodných zdrojov územia je problémom

tiež preferencia ekonomických úžitkov nad environmentálnymi. Ekonomicky silné subjekty sú hlavným motorom rozvoja spoločnosti, environmentálne sa väčšinou pohybujú na okraji spoločnosti. Takisto problémom je aj nízke environmentálne povedomie obyvateľstva a spotrebný životný štýl moderného človeka.

### A čo môžem urobiť ja sám?

- ▶ Zaujímaj sa o environmentálne poznatky a informácie vrátane informácií o klimatickej zmene a aktívne ich prijímaj.
- ▶ Aktívne sa zapájaj do vecí verejných.
- ▶ Propaguj pozitívne príklady v oblasti ochrany životného prostredia.
- ▶ Preferuj životný štýl zabezpečujúci plnenie princípov a kritérií udržateľného rozvoja.



11.

## Budíme zvedaví

Hoci sa nám zdá, že problematika klimatickej zmeny sa nás netýka a že ja sám s tým nemôžem nič urobiť, nie je to tak. Dotýka sa to každého z nás a každý z nás môže niečo pre to urobiť. Problematika je oveľa širšia, komplikovanejšia, ako by sme predpokladali. Mnohé javy a procesy sú navzájom prepojené a ani si to neuvedomujeme. Ako bolo už uvedené, napr. plytvanie potravinami je ohrozením aj pôdných a vodných zdrojov, zvyšovaním umelých prvkov krajiny zvyšujeme nielen antropizáciu krajiny, ale zasahujeme do kolobehu vody v krajine a pod. Teda každý jeden náš krok v krajine má určitú súvislosť s klimatickou zmenou, či už pozitívnu, alebo negatívnu. A to majme neustále na pamäti. Zhodnotme svoje činy skôr, než ich zrealizujeme. Na ilustráciu komplexnosti problému uvádzame Príbeh módneho trička, ktoré rýchlo vzniklo, ale jeho vplyv dlho nezmizne.

Počuli ste o rýchlej móde? Máte nutkanie kúpať si lacné veci, lebo viete, že vám nebude ľúto ich vyhodiť? Keď veci vyhodíte, máte pocit, že sa vás to už netýka? Zamysleli ste sa niekedy nad životom jedného módneho trička? Tak tu je jeden príbeh:

Globalizácia a pokrok v technológii pre nás znamenajú, že informácie a trendy sa môžu rýchlo šíriť po celom svete. S príchodom internetu a sociálnych médií je umožnené ľuďom rýchlo zdieľať nové nápady, na čom je postavená aj móda. Aj zmena v spôsobe nakupovania, najmä využívanie internetových obchodov a obchodov rýchlej módy, znamená, že spotrebitelia môžu získať módne veci rýchlo a za nízke ceny. Obchody s rýchlym módnym modelom sú známe svojou schopnosťou rýchlo reagovať na aktuálne módne trendy a pravidelne aktualizovať svoje



kolekcie. Demokraticizácia módy umožnila širokej verejnosti prístup k móde, ktorá kedysi bola dostupná len vybraným skupinám. Trendy a kolekcie, ktoré boli kedysi rezervované pre elitu, sú teraz dostupné pre všetkých za dostupné ceny. Odevná konkurencia značiek novými možnosťami stúpala natoľko, že to viedlo k zvýšenej snahe prilákať zákazníkov prostredníctvom rôznych marketingových stratégií, ako sú nízke ceny, rýchle dodanie a rôznorodosť produktov. Avšak nastáva tu diskusia o udržateľnosti a etickom nakupovaní. Preto prinášame príbeh trička, ktoré prešlo celým výrobným procesom až k nám domov, a ukážeme, čo je s ním teraz.

Jeho život sa začal v Číne ako len jedna z viacerých zmesových látok pozostávajúcich najmä z polyesteru, viskózy, bavlny a polyamidu (nylonu). Na výrobu tohto jedného trička sa podľa



odhadov spotrebovalo 2 700 litrov sladkej vody (na pestovanie bavlny a iných vlákien, na ťažbu ropy, z ktorej sa získavajú uhľovodíkové polyméry /polyester/, alebo dreva, z ktorého sa získava celulóza na výrobu umelého vlákna /viskóza/). Za deň veľká textilná továrň môže vyrobiť tisíce až milióny metrov štvorcových látky. V továrni po ušití tričko prešlo procesom farbenia, ktorý v sebe niesol vážne dôsledky. Toxické farbivá boli vypúšťané do okolitého prostredia, znečisťujúc vodu a poškodzujúc miestne ekosystémy.

Keď bolo tričko hotové, bolo zabalené a odoslané na svoju cestu do obchodov po celom svete. Cesta trička pokračovala cez oceán, kde bolo nakoniec dopravené do obchodu na rohu ulice v centre mesta. Tam sa na tričko pridal štítok s cenou, ktorá zahŕňala náklady na výrobu a maržu obchodu.

Rýchly výrobný proces a lacné materiály trička však mali za následok krátky životný cyklus. Zákazník, ktorý si kúpil toto tričko, ho nosil len krátky čas, keďže nové trendy sa rýchlo zmenili. Po niekoľkých prvých praniach, keď sa väčšina mikroplastov z trička uvoľnila, jeho farba vybledla a tvar sa deformoval. Nakoniec ho zákazník po pár mesiacoch vyhodil do smetného koša s myšlienkou, že tričko na krátky čas splnilo svoj účel a teraz si môže kúpiť nové módne tričko.

Naozaj splnilo účel? Bohužiaľ, celkové dôsledky tohto jedného trička na našu planétu a tým aj na naše zdravie sú obrovské. Od ťažby surovín po prepravu cez oceán, od výroby s toxickými farbivami po koniec jeho životného cyklu na skládke, každý krok mal významný dopad na životné prostredie.

## VÝROBA

V roku 2020 bol dokonca textilný priemysel tretím najväčším zdrojom degradácie vody a využívania pôdy. V priemere, keď to prepočítame na jedného obyvateľa Európy, na zabezpečenie odevov a obuvi len pre EÚ bolo na jedného človeka potrebných 9 metrov kubických vody, 400 metrov štvorcových pôdy a 391 kg surovín. Odhaduje sa, že textilná výroba zodpovedá za cca 20 % globálneho znečistenia vody z farbenia a konečnej úpravy.

Okrem toho ľudia, ktorí ho vyrábali, často pracovali za nízke mzdy a v nebezpečných podmienkach, čo znamená, že tento príbeh trička je príbehom nielen o módnych trendoch, ale aj

o sociálnych a environmentálnych nerovnostiach.

## PREPRAVA

Odhaduje sa, že módnym priemyslom je zodpovedný za 10 % globálnych emisií uhlíka, čo činí viac ako medzinárodné lety a námorná doprava. Podľa environmentálnej agentúry EÚ nákupy lacného textilu vyprodukovali v roku 2020 cca 270 kg emisií CO<sub>2</sub> na osobu. Po prepočítaní to znamená, že oblečenie spotrebované v EÚ vyprodukovalo emisie skleníkových plynov cca 121 miliónov ton.

## PREDAJ

Už tu sa často končí životnosť textilných produktov, ktoré nemajú svojho zákazníka. Odhaduje sa, že 4 – 9 % všetkých textilných výrobkov uvedených na trhu v Európe sa pred použitím zničí, čo môže byť až 594 000 ton odpadu textílií ročne.

V elektronických obchodoch dochádza k vráteniu zakúpeného produktu, čo predstavuje zasa zvýšený vplyv na naše životné prostredie z dôvodu dopravy. V EÚ sa priemerná miera vrátenia oblečenia odhaduje na 20 %, to znamená že každý piaty odev predaný online sa vráti – to je 3-krát vyššia pravdepodobnosť ako pri veciach zakúpených v kamenných obchodoch.

U zákazníka doma: Pri praní jedna dávka bielizne polyesterového oblečenia môže uvoľniť až 700 000 mikroplastových vlákien, ktoré môžu

skončiť v potravinovom reťazci, a teda v našom tele, čo tiež ovplyvňuje naše zdravie. Dôsledkom prania lacných textilných odevov sa akumuluje viac ako pol milióna ton mikroplastov na dne oceána ročne.

## SMETNÝ KÔŠ – SKLÁDKA

S nástupom rýchlej módy sa zmenil aj spôsob, akým sa ľudia zbavujú nechceného oblečenia. Veci radšej vyhadzujú ako darujú, pretože nové sú cenovo dostupné a tie „staré“ sú deformované a vyblednuté. V priemere každý Európan vyhodí cca 11 kg textilu ročne. Podľa štatistík sa len 1 % použitého oblečenia recykluje a zvyšok skončí v spaľovni či na skládkach.

## POLITICKÉ RIEŠENIA

V rámci akčného plánu obehového hospodárstva Európska komisia v roku 2022 predstavila novú stratégiu s cieľom skvalitniť textilné odevy a tak ich urobiť odolnejšími, opraviteľnejšími či opätovne použiteľnejšími (recyklovateľnejšími). Chce riešiť situáciu s rýchlou módou a podporovať informovanosť obyvateľstva. Stratégia zahŕňa aj nové požiadavky na ekodizajn, jasnejšie informácie o produkte, digitálny produktový pas a výzvu pre spoločnosť, aby ľudia nakupovali kvalitnejšie oblečenie a tak sa stali zodpovednejšími vo vzťahu k nášmu životnému prostrediu.

V roku 2023 boli predložené opatrenia EÚ na zastavenie nadmernej výroby a spotreby textilu. V správe sa požaduje, aby textil bol vyrábaný v súlade s ľudskými, sociálnymi a pracovnými

právami s ohľadom na životné prostredie a životné podmienky zvierat.

Európska únia má environmentálnu značku (EU Ecolabel), ktorá sa udeľuje výrobkom, ktoré majú menší vplyv na životné prostredie. To dáva väčšiu viditeľnosť výrobkom, ktoré obsahujú menej škodlivých látok a spôsobujú menšie znečistenie vody a ovzdušia.

V marci 2024 Európsky parlament predložil návrhy na zmeny pravidiel o odpade z textilu, ktoré majú za úlohu zaviesť systém rozšírenej zodpovednosti výrobcov. V praxi to znamená, že výrobcovia budú musieť hradiť náklady na separovaný zber, triedenie či recykláciu odpadu. Okrem toho od 1. 1. 2025 by krajiny EÚ boli povinné zbierať textilné produkty na opätovné použitie a recykláciu.

## A CELKOM NA ZÁVER

Určite aj ty sám máš ešte zopár dobrých nápadov, ktoré tu neboli spomenuté. Podel sa s nimi s ostatnými, buď príkladom pre nás všetkých a svojim dielom takto prispievaj k boju proti prejavom klimatickej zmeny. Hoci sa niektoré veci zdajú ako maličkosti, ak si ich osvojí dostatočne veľa ľudí, budú mať pozitívny vplyv na životné prostredie, teda budú prínosom pre nás všetkých.

Foto: Martin Bystriansky, Katarína Gáliková, Matej Pok



## Doslov

prof. RNDr. Mikuláš Huba, CSc.  
Geografický ústav SAV, v. v. i.,  
a SPECTRA – Centrum excelentnosti EÚ

### MOTTO

V zákone o Slovenskej akadémii vied č. 133/2002 Z. z. sa o. i. píše:

#### § 4

(1)

Činnosť akadémie je zameraná na základný výskum vo vybraných odboroch prírodných vied, technických vied, lekárskeho výskumu, pôdohospodárskych vied, spoločenských vied a humanitných vied. Akadémia sa zúčastňuje aj na aplikovanom výskume, vývoji a inováciách.

(2)

Akadémia ďalej

a) rozpracúva a rozširuje originálne výsledky základného výskumu a podieľa sa na ich využívaní, popularizácii a prístupňovaní.

**Zmena klímy III** predstavuje tretiu časť trilógie venovanej tejto problematike, ktorá vychádza v edícii SAV s názvom Otvorená akadémia. Už názov edície napovedá, že svojím charakterom ide o poulárno-vedecký žáner, a teda spôsob, ktorým sa vedecí pracovníci a pracovníčky SAV snažia sprostredkovať svoje poznatky širšej verejnosti a aj touto cestou popularizovať vedu a vedecké poznanie. Hneď úvodom s potešením konštatujem, že v tomto prípade bola táto ambícia korunovaná úspechom a trilógia je užitočnou pomôckou slúžiacou verejnosti nielen pri rozširovaní a prehľbovaní vedomostí o klimatickej zmene, jej príčinách, prejavoch a následkoch, ale aj návodom, ako týmto negatívnym vplyvom predchádzať, zmierňovať ich alebo sa im efektívne prispôbovať. K tomu prispieva aj skutočnosť, že vydavatelia sa neobmedzili len na limitovaný počet tlačенých exemplárov jednotlivých dielov trilógie, ale v plnom znení ich bezplatne sprístupnili verejnosti, čím učinili zadosť aj citovaným ustanoveniam zákona o SAV.

Klimatická zmena s charakterom klimatickej krízy sa nielen v politických, ale aj v podnikateľských sférach začala považovať za kľúčový problém ľudstva najmä v druhej polovici druhej dekády tohto storočia, teda približne v intervale od prijatia Parížskej klimatickej dohody cez apelatívne pôsobenie švédskej školáčky Greta Thunbergovej a následné masové protesty s názvom Piatky pre budúcnosť až po prijatie dokumentov typu Green Deal, Fit for 55 a ďalších iniciovaných Európskou komisiou a Európskym parlamentom. Objavenie sa pandémie

COVID-19, vojna na Ukrajine, masaker v pásme Gazy, ako aj ďalšie dramatické udalosti s globálnym dosahom spôsobili, že v ostatných rokoch táto téma ustúpila trochu do úzadia. A to ako v rámci medzinárodných politík či agendy EÚ, tak aj verejného diskurzu. Ale to by nás nemalo pomýliť. Problém s klímou sa tým nestal menej naliehavým. Skôr naopak – asi ako choroba, ktorú ignorujeme. A o to viac sa treba zaujímať, biť na poplach, apelovať na kompetentných a meniť vzorce správania každej a každého z nás. Dôvody hovoriť o tejto bezprecedentnej výzve sú stále naliehavejšie. Ale ešte oveľa dôležitejšie, ako hovoriť, je konať. A aj na to prináša táto publikácia mnohé konkrétne odpovede, návrhy či recepty.

Ako už bolo povedané, globálna klimatická zmena je jednou z kľúčových výziev, ktorým ľudstvo čelí a ktorú ani Slovenská akadémia vied – ako naša vrcholná vedecká ustanovizeň – nemôže ignorovať. A to napriek tomu, že vedeckovýskumné pracovisko, špecializované na skúmanie klímy v rámci SAV de facto nejestvuje. Pre zostavovateľov to bola, pochopiteľne, najmä nevýhoda, ale v niečom, paradoxne, aj určitá výhoda. Boli nútení osloviť odborníkov a odborníčky z rôznych pracovísk v rámci SAV naprieč jednotlivými oddeleniami vied. O to je výsledný obraz plastickejší. Aj keď jednotlivé diely trilógie viac-menej „kopírujú“ zameranie troch oddelení vied SAV (v tomto prípade ide o 2. oddelenie – pozn. M. H.), neplatí to celkom striktno. Príspevky autorov a autoriek prekonávajú „rezortné“ hranice jestvujúce v rámci organizačnej štruk-



túry SAV a tak niektoré akademické ústavy sa podieľali na vzniku nielen jedného dielu. V prípade Geografického ústavu sa to týka dokonca všetkých troch! Aj táto skutočnosť svedčí o tom, že medzi vednými disciplínami nejestvujú ostré hranice, ale skôr komplementárny vzťah a prejavuje sa tu stále viac interdisciplinarita, taká potrebná pri riešení komplexných problémov typu klimatickej zmeny. Osobne ma tento posun vedeckej paradigmy od úzkej špecializácie (ktorá je tiež nevyhnutná, ale sama osebe nie dostačujúca) k vzájomnej spolupráci a komplementarite veľmi teší.

Publikácia prináša množstvo dôležitých faktov a informácií a poukazuje na mnohé súvislosti a kauzálne vzťahy súvisiace s fenoménom vzniku a dôsledkov globálnej zmeny klímy, ale aj konkrétne návrhy, ako im čeliť nielen na medzinárodnej či národnej úrovni, ale na úrovni regionálnej, lokálnej či dokonca individuálnej. Vzhľadom na komplexnosť problematiky veľký počet autorov a autoriek z rôznych oblastí vedy a výskumu, ako aj dosah opisovaných problémov na každého z nás je pochopiteľné, že výsledná podoba publikácie je čiastočne heterogénna, čo sa týka prístupu, obsahu, formy aj interpretácie. Texty majú miestami charakter viac vedecký, inokedy viac populárno-vedecký a miestami skôr osvetový. Ale som presvedčený, že táto heterogenita nepresahuje akceptovateľné hranice a v niečom je aj spestrením.

Záverom by som chcel povedať len toľko, že veľmi pozitívne hodnotím skutočnosť, že Slovenská akadémia vied s touto iniciatívou prišla a dokázala ju úspešne realizovať.



Zdroj: Freepik

## Literatúra

- Adamčíková, K., Pastirčáková, K., Jánošíková, Z., Ostrovský, R., Pastirčák, M., Pažitný, J., Kobza, M., Adamčík, S., Kádasi-Horáková, M., Ondrušková, E. (2023). New regional records of Dothistroma needle blight pathogens from Slovakia: distribution, hosts and pathogens characterization. *Annals of Forest Research*, 66(1), 99–111. <https://doi.org/10.15287/afr.2023.2648>
- AGENDA 2030. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development*. United Nations Organisation. New York. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- AGENDA 21. (1992). *United Nations Conference on Environment and Development*. Rio de Janeiro. A/Conf. 151/4. <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>
- Ang, C. (2020). *Visualizing the Biggest Threats to Earth's Biodiversity*. <https://www.visualcapitalist.com/biggest-threats-to-earths-biodiversity/>
- Antonelli, A. (2022). *The Hidden Universe: Adventures in Biodiversity*. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. 276 p.
- Baláž, D., Marhold, K., Urban P. (eds.) (2001). *Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska*. Ochrana prírody 20/Supplement, 1-160.
- Barati, A. A., Zhoolideh, M., Azadi, H., Lee J., Scheffran, J. (2023). Interactions of land-use cover and climate change at global level: How to mitigate the environmental risks and warming effects. *Ecological Indicators*, 146, 109829. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109829>
- Batliori, E., Blanco-Moreno, J. M., Ninot, J. M., Gutiérrez, E., Carrillo, E. (2009). Vegetation patterns at the alpine treeline ecotone: the influence of tree cover on abrupt change in species composition of alpine communities. *Journal of Vegetation Science*, 20, 814–825. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01085.x>
- Bauhus, J., Puettmann, K., Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 525–537. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.053>
- Berg, P., Moseley, C. Haerter, J. O. (2013). Strong increase in convective precipitation in response to higher temperatures. *Nature Geoscience*, 6, 181–185. <https://doi.org/10.1038/ngeo1731>
- Bochníček, O. (ed.) (2015). *Klimatický atlas Slovenska*. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava. ISBN 978-80-88907-90-9, 131 s.

- Breman, E., Hurdu, B., Kliment, J., Kobiv, Y., Kučera, J., Mráz, P., Puşcaş, M., Renaud, J., Ronikier, M., Šibík, J., et al. (2020). Conserving the endemic flora of the Carpathian Region: an international project to increase and share knowledge of the distribution, evolution and taxonomy of Carpathian endemics and to conserve endangered species. *Plant Systematics and Evolution*, 306, 59. <https://doi.org/10.1007/s00606-020-01685-5>
- Breure, T. S., De Rosa, D., Panagos, P., Cotrufo, M. F., Jones, A., Lugato, E. (2025). Revisiting the soil carbon saturation concept to inform a risk index in European agricultural soils. *Nature Communications*, 16, 2538. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-57355-y>
- Brunet, J., Fritz, Ö., Richnau G. (2010). Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecological Bulletins*, 53, 77-94.
- Butler, R. A. (2021). *Amazon destruction*. [https://worldrainforests.com/amazon/amazon\\_destruction.html](https://worldrainforests.com/amazon/amazon_destruction.html)
- Cairns, D. M., Moen, J. (2004). Herbivory influences tree lines. *Journal of Ecology*, 92(6), 1019-1024. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2004.00945.x>
- Clement, V., Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Adamo, S., Schewe, J., Sadiq, N., Shabahat, E. (2021). *Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration*. World Bank, Washington, DC. <http://hdl.handle.net/10986/36248>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2, 198-209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- Crowther, T. W., Todd-Brown, K. E. O., Rowe, C. W., Wieder, W. R., Carey, J. C., Machmuller, M. B., Snoek, B. L., Fang, S., Zhou, G., Allison, S. D., et al. (2016). Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature*, 540, 104-108. <https://doi.org/10.1038/nature20150>
- Čiamporová-Zaťovičová, Z., Hamerlík, L., Šporka, F., Bitušík, P. (2010). Littoral benthic macroinvertebrates of alpine lakes (Tatra Mts) along an altitudinal gradient: a basis for climate change assessment. *Hydrobiologia*, 648(1), 19-34. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0139-5>
- Diaz, H. F., Grosjean, M., Graumlich, L. (2003). Climate variability and change in high elevation regions: past, present and future. *Climatic Change*, 59(1-2), 1-4. <https://doi.org/10.1023/A:1024416227887>
- Di Sacco, A., Gajdošová, Z., Slovák, M., Turisová, I., Turis, P., Kučera, J., Müller, J. V. (2021). Seed germination behaviour of the narrow endemic *Daphne arbuscula* (Thymelaeaceae) compared to the more widespread *Daphne cneorum*. *Folia Geobotanica*, 56(1), 13-25. <https://doi.org/10.1007/s12224-021-09389-5>
- Dullinger, S., Dirnböck, T., Grabherr, G. (2003). Patterns of Shrub Invasion into High Mountain Grasslands of the Northern Calcareous Alps, Austria. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 35(4), 434-441. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2003\)035\[0434:POSIIH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2003)035[0434:POSIIH]2.0.CO;2)
- Ekolist. (2020). Experiment pod Javorníkem. Místo lesní cesty řada tůní. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/experiment-pod-javornikem.misto-lesni-cesty-rada-tuni>
- Eliáš, P. jun., Dítě, D., Kliment, J., Hrivnák, R., Feráková, V. (2015). Red list of ferns and flowering plants of Slovakia, 5th edition (October 2014). *Biologia*, 70(2), 218-228. <https://doi.org/10.1515/biolog-2015-0018>
- Encyclopaedia Beliana. Hydrologický cyklus [online]. ISBN 978-80-89524-30-3. <https://beliana.sav.sk/heslo/hydrologicky-cyklus>
- Enviweb. (2011). *Lyžařský areál Kohútka získal ekologické ocenění*. [https://www.enviweb.cz/86775#utm\\_source=rss&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=rss\\_clanky](https://www.enviweb.cz/86775#utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=rss_clanky)
- European Environment Agency. (2015). *European environment – state and outlook 2015: Assessment of global megatrends*. EEA, Copenhagen, Denmark. [https://www.eea.europa.eu/soer/2015/global/action-download-pdf/report\\_view](https://www.eea.europa.eu/soer/2015/global/action-download-pdf/report_view)
- European Environment Agency. (2024a). *Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related>
- European Environment Agency. (2024b). *Variations in topsoil organic carbon content across Europe*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/variations-in-topsoil-organic-carbon>
- EUROSTAT. (2021). *Main farm land use by NUTS 2 regions*. [https://doi.org/10.2908/EF\\_LUS\\_MAIN](https://doi.org/10.2908/EF_LUS_MAIN)
- Fačkovcová, Z., Senko, D., Svitok, M., Guttová, A. (2017). Ecological niche conservatism shapes the distributions of lichens: geographical segregation does not reflect ecological differentiation. *Preslia*, 89(1), 63-85. <https://doi.org/10.23855/preslia.2017.063>
- Fačkovcová, Z., Slovák, M., Vďačný, P., Melichárková, A., Zozomová-Lihová, J., Guttová, A. (2020). Spatio-temporal formation of the genetic diversity in the Mediterranean dwelling lichen during the Neogene and Quaternary epochs. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 144, 106704. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106704>
- FAO. (2023). *Climate Change*. <https://www.fao.org/climate-change/en>
- FAO & UNEP. (2021). *Global Assessment of Soil Pollution: Report*. Rome, Italy, 846 p. <https://doi.org/10.4060/cb4894en>

- Finer, M., Mamani, N. (2023). *Amazon Deforestation & Fire Hotspots 2022*. MAAP: 187.
- François, H., Samacoïts, R., Bird, D. N., Köberl, J., Prettenthaler, F., Morin, S. (2023). Climate change exacerbates snow-water-energy challenges for European ski tourism. *Nature Climate Change*, 13, 935–942. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01759-5>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Landschützer, P., Le Quéré, C., Li, H., Lujikx, I. T., Olsen, A., et al. (2025). Global Carbon Budget 2024. *Earth System Science Data*, 17(3), 965–1039. <https://doi.org/10.5194/essd-17-965-2025>
- Gális, M. (2020). *Na poliach pusto: O škodlivosti rozľahlých monokultúr na ornej pôde a možných riešeniach*. Inštitút environmentálnej politiky MŽP SR, 5 s. [https://www.minzp.sk/files/iep/2020\\_5\\_na\\_poliach\\_pusto.pdf](https://www.minzp.sk/files/iep/2020_5_na_poliach_pusto.pdf)
- Gustafsson, L., Baker, S. C., Bauhus, J., Beese, W. J., Brodie, A., Kouki, J., Lindenmayer, D. B., Löhmus, A., Martínez Pastur, G., Messier, C., et al. (2012). Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *BioScience*, 62(7), 633–645. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>
- Guttová, A., Fačkovcová, Z., Martellos, S., Paoli, L., Munzi, S., Pittao, E., Ongaro, S. (2019). Ecological specialization of lichen congeners with a strong link to Mediterranean-type climate: a case study of the genus *Solenopsis* in the Apennine Peninsula. *The Lichenologist*, 51(1), 75–88. <https://doi.org/10.1017/S0024282918000543>
- Hermý, M., Verheyen, K. (2007). Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. *Ecological Research*, 22(3), 361–371. <https://doi.org/10.1007/s11284-007-0354-3>
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K. L., Engelbrecht, F., et al. (2018). Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 175–312.
- Hrivnák, R., Svitok, M., Kochjarová, J., Jarolímek, I., Machava, J., Senko, D., Slezák, M. (2020). Drivers of plant species composition in alder-dominated forests with contrasting connectivity. *Wetlands Ecology and Management*, 28(1), 137–150. <https://doi.org/10.1007/s11273-019-09700-4>
- Hrivnák, R., Medvecká, J., Baláži, P., Bubíková, K., Oťahelová, H., Svitok, M. (2019). Alien aquatic plants in Slovakia over 130 years: historical overview, current distribution and future perspectives. *NeoBiota*, 49: 37–56. <https://doi.org/10.3897/neobiota.49.34318>
- Hrobárová, S., Nánásiová, K., Gális, M. (2023). *Lyžovačka na blate: Modelované možnosti lyžovania na Slovensku do roku 2100*. Inštitút environmentálnej politiky MŽP SR, 13 s. [https://www.minzp.sk/files/iep/2023\\_01\\_lyzovanie.pdf](https://www.minzp.sk/files/iep/2023_01_lyzovanie.pdf)
- Hurt, G. C., Chini, L. P., Frolking, S., Betts, R. A., Feddema, J., Fischer, G., Fisk, J. P., Hibbard, K., Houghton, R. A., Janetos, A., et al. (2011). Harmonization of land-use scenarios for the period 1500–2100: 600 years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. *Climatic Change*, 109, 117–161. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0153-2>
- Chapin, F. S., Körner, C. (1995). Arctic and alpine biodiversity: patterns, causes, and ecosystem consequences. Springer, p. 332.
- Chytrý, M., Dražil, T., Hájek, M., Kalníková, V., Preislerová, Z., Šibík, J., Ujházy, K., Axmanová, I., Bernátová, D., Blanár, D., et al. (2015). The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records). *Preslia*, 87(3), 217–278.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Janišová, M., Šibík, J. (2013). Detection of temporal trends in species occurrences based on analysis of large phytosociological database. Natural grasslands on calcareous bedrock. Slovak Academy of Sciences, p. 19.
- Jansson, C., Faiola, C., Wingler, A., Zhu, X., Kravchenko, A., de Graaff, M., Ogden, A. J., Handakumbura, P. P., Werner, C., Beckles, D. M. (2021). Crops for carbon farming. *Frontiers in Plant Science*, 12, 636709. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.636709>
- Jarolímek, I., Kliment, J., Šibík, J., Janák, M. (2011). Vysokohorské vysokobylinné nivy. In Šefferoval Stanová, V., Plassman Čierna, M. (eds.), *Manažmentové modely pre údržbu, ochranu a obnovu biotopov*. Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, p. 40–41.
- Joint Research Centre. (2024a). *Prolonged drought and record temperatures have critical impact in the Mediterranean*. [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/prolonged-drought-and-record-temperatures-have-critical-impact-mediterranean-2024-02-20\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/prolonged-drought-and-record-temperatures-have-critical-impact-mediterranean-2024-02-20_en)
- Joint Research Centre. (2024b). *Wildfires: 2023 among the worst in the EU in this century*. [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/wildfires-2023-among-worst-eu-century-2024-04-10\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/wildfires-2023-among-worst-eu-century-2024-04-10_en)
- Jónsdóttir, I. S., Magnússon, B., Gudmundsson, J., Elmarsdóttir, Á., Hjartarson, H. (2005). Variable sensitivity of plant communities in Iceland to experimental warming. *Global Change Biology*, 11(4), 553–563. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00928.x>

- Kibblewhite, M., Gregor, M. (2021). *Towards a holistic soil protection in Luxembourg*. <https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/natur/sol/rapports/202111-SoilProtection-Report-EN.pdf>
- Kirchner, I., Stenchikov, G. L., Graf, H., Robock, A., Antuña, J. C. (1999). Climate model simulation of winter warming and summer cooling following the 1991 Mount Pinatubo volcanic eruption. *Journal of Geophysical Research*, 104(D16), 19039-19055. <https://doi.org/10.1029/1999JD900213>
- Kliment, J., Šibík, J., Jarolímek, I., Janák, M. (2011). Krátkosteblové bazifilné (sub)alpínske trávniky. In Šefferová Stanová, V., Plassman Čierna, M. (eds.), *Manažmentové modely pre údržbu, ochranu a obnovu biotopov*. Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, p. 30-31.
- Kliment, J., Valachovič, M. (eds.) (2007). *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 4. Vysokohorská vegetácia*. VEDA, Bratislava, 388 s.
- Kokavec, I. *Prehľad vybraných sladkovodných druhov mihúl a rýb Slovenska*. [https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kek/hydrobio/Druhy\\_ryb.pdf](https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kek/hydrobio/Druhy_ryb.pdf)
- Kolektív autorov. (2020). *Plán adaptácie lesů Beskyd na zmenu klimatu*. Powerprint, Praha. ISBN 978-80-7568-285-7.
- Kopecká, M., Szatmári, D., Holec, J., Feranec, J. (2021). Urban heat island modelling based on MUKLIMO: examples from Slovakia. *AGILE GIScience Series*, 2, 5. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-2-5-2021>
- Kučera, A. (2021). Globálne otepľovanie a slnečná aktivita... Je klimatická zmena spôsobená Slnkom? *Zmena klímy I*. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 46-53.
- Kučera, J., Slovák, M. (2016). Cyklámen. In *Flóra Slovenska VI/4, Caryophyllales (2. časť)*, Ericales. VEDA, Bratislava, p. 669-678.
- Kučera, J., Turis, P., Zozomová-Lihová, J., Slovák M. (2013). Cyclamen fatrense, myth or true Western Carpathian endemic? Genetic and morphological evidence. *Preslia*, 85(2), 133-158.
- Kutílek, M., Nielsen, D. R. (2010). *Facts about global warming: Rational or Emotional Issue?* Catena, Reiskirchen, p. 227.
- Ladyzhets, B. (2022). How much does eating meat affect nations' greenhouse gas emissions? *ScienceNews*. <https://www.sciencenews.org/article/food-emissions-data-diet-carbon-greenhouse-gas-climate-agriculture>
- Laudato si' papeže Františka = Bud' pochválen: encyklika o péči o spoločný domov. Paulínky, Praha, 2015, p. 159.
- Lešo P., Hajdú J., Čejka T. & Roller V. (2023). *Invázne rastliny vzbudzujúce obavy EÚ a Slovenska: určovacia príručka*. SAŽP, Banská Bystrica, p. 72. ISBN 978-80-8213-154-6
- Majerčáková, O., Škoda, P., Šťastný, P., Faško, P. (2004). Vývoj zložiek hydrologickej bilancie za obdobia 1931–1980 a 1961–2000. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 52(4), 355-364.
- Maraffko, M., Valach, B., Karaba, J. (2023). *Slovak Renewable Electricity Market Report 2022*. SAPI, Bratislava, p. 25. [https://www.sapi.sk/files/246\\_slovak-renewable-electricity-market-report-2022-finalpdf.pdf](https://www.sapi.sk/files/246_slovak-renewable-electricity-market-report-2022-finalpdf.pdf)
- Matejovič, P. (2024). *Z histórie zím v Európe (1500-2024)*. [https://nun.sk/zima\\_historia.htm](https://nun.sk/zima_historia.htm)
- McKinsey Global Institute (2020). *A Mediterranean basin without a Mediterranean climate?* Case study, p. 24.
- Medvecká, J., Kliment, J., Májeková, J., Halada, L., Zaliberová, M., Gojdičová, E., Feráková, V., Jarolímek, I. (2012). Inventory of the alien flora of Slovakia. *Preslia*, 84(2), 257-309.
- Medvecká, J., Zaliberová, M., Májeková, J., Senko, D., Jarolímek, I. (2018). Role of infrastructure and other environmental factors affecting the distribution of alien plants in the Tatra Mts. *Folia Geobotanica*, 53(3), 349-364. <https://doi.org/10.1007/s12224-018-9319-2>
- Mereďa, P., Čejka, T., Čiampor, F., Hrivnák, R., Kalivodová, M., Kanka, R., Májeková, J., Pekárik, L., Skokanová, K., Šingliarová, B., Šibík, J., Vlachovičová, M. (2021). *Identifikácia a podrobná analýza prienikových ciest introdukcie a neúmyselného šírenia invázných nepôvodných druhov na územie Slovenskej republiky a na územie EÚ cez územie Slovenskej republiky*. Centrum biológie rastlín a biodiverzity SAV, Bratislava, 335 s.
- Milankovič, M. (1930). *Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Handbuch der Klimatologie, Band 1. Teil A*. Gebrüder Bornträger, Berlin.
- Mind'as, J., Páleník, V., Nejedlík, P. (2011). *Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch*. Záverečná správa. Zvolen, Bratislava, 252 pp. <https://www.shmu.sk/File/projekty/Zaverecna%20Sprava%20projektu%20Klim.%20zmena%20a%20Adaptacie%202012.pdf>
- Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. (2022). *Strategický plán Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) 2023-2027*. <https://www.mpsr.sk/strategicky-plan-spp-2023-2027-odoslanie-na-ek/1504-43-1504-17516/>
- Ministerstvo životného prostredia SR. (2018a). *H2ODNOTA JE VODA – Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody*. <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-dokumenty/h2odnota-je-voda-akcny-plan-riesenie-dosledkov-sucha-nedostatku-vody.html>
- Ministerstvo životného prostredia SR. (2018b). *Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy*. 145 s. <https://www.minzp.sk/files/odbor-politiky-zmeny-klimy/strategia-adaptacie-sr-zmenu-klimy-aktualizacia.pdf>
- Ministerstvo životného prostredia SR. (2020). *Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 (Envirostratégia 2030)*. [https://www.minzp.sk/files/iep/publikacia\\_zelensie-slovensko-sj\\_web.pdf](https://www.minzp.sk/files/iep/publikacia_zelensie-slovensko-sj_web.pdf)

- Ministerstvo životného prostredia SR. (2024). *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2023*. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica. 238 s. ISBN: 978-80-8213-185-0.
- Nagy, L. (2006). European high mountain (alpine) vegetation and its suitability for indicating climate change impacts. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 106B(3), 335-341. <https://dx.doi.org/10.1353/bae.2006.0007>
- Naylor, D., Sadler, N., Bhattacharjee, A., Graham, E. B., Anderton, C. R., McClure, R., Lipton, M., Hofmockel, K. S., Jansson, J. K. (2020). Soil microbiomes under climate change and implications for carbon cycling. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 29-59. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012320-082720>
- Nemešová, I. (2007). Klimatická zmena jako součást změny globální. *Meteorologické zprávy*, 60(1), 1-6. <http://hdl.handle.net/20.500.11956/169762>
- Nordén, B., Dahlberg, A., Brandrud, T. E., Fritz, Ö., Ejrnaes, R., Ovaskainen, O. (2014). Effects of ecological continuity on species richness and composition in forests and woodlands: A review. *Écoscience*, 21(1), 34-45. <https://doi.org/10.2980/21-1-3667>
- Novák, V. (2012). *Evapotranspiration in the Soil-Plant-Atmosphere System*. Springer, Dordrecht, p. 253.
- Novák, V. (2023). The influence of land use change on transport of water and energy in ecosystem and climate change. *Acta Hydrologica Slovaca*, 24(1), 3-8. <https://doi.org/10.31577/ahs-2023-0024.01.0001>
- Pauli, H., Gottfried, M., Dullinger, S., Abdaladze, O., Akhalkatsi, M., Benito Alonso, J. L., Coldea, G., Dick, J., Erschbamer, B., Fernández Calzado, R., et al. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science*, 336(6079), 353-355. <https://doi.org/10.1126/science.1219033>
- Pavelková, D., Kandra, B., Hlavatá, H. (2016). Vyhodnotenie dlhodobého zrážkového a teplotného vývoja v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny. *Acta Hydrologica Slovaca*, 17(1), 13-21.
- Pecho, J., Faško, P. (2010). *Príde Slovensko o svoj sneh?* <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=156>
- Pekárová, P., Bajtek, Z., Miklánek, P., Pekár, J., Jeneiová, K., Ridzoň, J. (2022). Changes in the hydrological balance in the Litava river basin during the 90-years period 1931–2020. *Acta Hydrologica Slovaca*, 23(2), 217-225. <https://doi.org/10.31577/ahs-2022-0023.02.0024>
- Pekárová, P., Garaj, M., Pekár, J., Miklánek, P. (2018). Dlhodobý vývoj hydrologickej bilancie v povodí Tople za obdobie 1961 – 2015. Časť I: zmeny zásob vody v povodí Tople v mesačnom kroku. *Acta Hydrologica Slovaca*, 19(1), 17-26.
- Pepin, N., Bradley, R. S., Diaz, H. F., Baraer, M., Caceres, E. B., Forsythe, N., Fowler, H., Greenwood, G., Hashmi, M. Z., Liu, X. D., et al. (2015). Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Climate Change*, 5, 424-430. <https://doi.org/10.1038/nclimate2563>
- Pokorný, J. (2008). *Co umí strom aneb o zeleni s trochou fyziky*. <https://arnika.org/soubory/dokumenty/stromy/seminare/2008/04JanPokorny2008Coumistrom.pdf>
- Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
- Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L. V., Garibaldi, L. A., Hill, R., Settele, J., Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220-229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>
- Prach, K., Košnar, J., Klimešová, J., Hais, M. (2010). High Arctic vegetation after 70 years: a repeated analysis from Svalbard. *Polar Biology*, 33(5), 635-639. <https://doi.org/10.1007/s00300-009-0739-6>
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. (1998). *Fyziologie rostlin*. Akademie Praha, Praha, 488 s.
- Ritchie, H. (2019). Food production is responsible for one-quarter of the world's greenhouse gas emissions. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/food-ghg-emissions>
- Ritchie, H., Rosado, P., Roser, M. (2022). Environmental Impacts of Food Production. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Rutgers University. (2025). *Winter Northern Hemisphere Snow Extent*. [https://climate.rutgers.edu/snowcover/chart\\_seasonal.php?ui\\_set=nhland&ui\\_season=1](https://climate.rutgers.edu/snowcover/chart_seasonal.php?ui_set=nhland&ui_season=1)
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A. et al. (2020). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Saniga, M., Bruchánik, R. (2009). *Príroda blízke obhospodarovanie lesa*. NLC Zvolen. 104 s. ISBN 978-80-8093-088-2
- Shiklomanov, L. A. (1993). World Freshwater Resources. In: *Gleick, P. H. (ed.), Water in Crisis: A Guide to World's Freshwater Resources*, Oxford University Press, New York, 13-24.
- Shuttleworth, W. J. (1988). Evaporation from Amazonian rainforest. *Proceedings of the Royal Society B*, 233(1272), 321-346. <https://doi.org/10.1098/rspb.1988.0024>
- Slovák, M., Kučera, J., Turis, P., Zozomová-Lihová, J. (2012). Multiple glacial refugia and postglacial colonization routes inferred for a woodland geophyte, *Cyclamen purpurascens*: patterns concordant with the Pleistocene history of broadleaved and coniferous tree species. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105(4), 741-760. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01826.x>

- Slovák, M., Melichárková, A., Gbúrová Štubňová, E., Kučera, J., Mandáková, T., Smyčka, J., Lavergne, S., Passalacqua, N. G., Vďačný, P., Paun, O. (2023). Pervasive Introgression During Rapid Diversification of the European Mountain Genus *Soldanella* (L.) (Primulaceae). *Systematic Biology*, 72(3), 491-504. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syac071>
- Slovenská agentúra životného prostredia. (2024). *Využívanie územia*. <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=161>
- Slovenský hydrometeorologický ústav. (2023). *Správa o emisiách 2023*. 62 s.
- Statdat. (2020). *Štatistická ročenka Slovenskej republiky*. Štatistický úrad Slovenskej republiky, VEDA, Bratislava. ISBN: 978-80-224-1859-1, 664 s.
- Šibík, J., Valachovič, M., Rydzyková, Z., Medvecká, J., Senko, D., Hegedúšová Vantarová, K., Petrík, A., Duchoň, M., Dúbravcová, Z. (2013). Spatial and temporal changes in vegetation composition and distribution of the Dolina Siedmich pramenov Valley (Belianske Tatry Mts, Slovakia). *Acta Biologica Cracoviensia: series Botanica*, 55(suppl. 1), p. 33.
- Šingliarová, B., Skokanová, K., Goliašová, K., Letz, D. R., Mered'a, P. (2023). *Invázne rastliny vzbudzujúce obavy EÚ a Slovenska: určovací príručka*. SAŽP, Banská Bystrica, p. 158. ISBN 978-80-8213-154-6
- Štubňová, E., Hodálová, I., Kučera, J., Mártonfiiová, L., Svitok, M., Slovák, M. (2017). Karyological patterns in the European endemic genus *Soldanella* L.: Absolute genome size variation uncorrelated with cytotype chromosome numbers. *American Journal of Botany*, 104, 1241-1253. <https://doi.org/10.3732/ajb.1700153>
- Thomas, C., D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F. N., de Siqueira, M. F., Grainger, A., Hannah, L., et al. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148. <https://doi.org/10.1038/nature02121>
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, 102(23), 8245-8250. <https://doi.org/10.1073/pnas.0409902102>
- Turis, P., Košťál, J. (2019). *Rostliny Karpat*. Academia, Praha, 319 s.
- Ulrych, L., Guttová, A., Urban, P., Hindáková, A., Kučera, J., Kučera, V., Šibík, J., Mútňanová, M. (2018). Biodiversity in Slovakia. In *Global Biodiversity, Volume 2: Selected Countries in Europe*. Apple Academic Press and CRC Press, p. 325-374. ISBN 978-1-77188-717-5.
- United Nations. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. UN Department of Economic and Social Affairs. <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf>
- UrbanAdapt. (2015). Projekt UrbanAdapt. *Adaptace města na změnu klimatu*. <https://urbanadapt.cz/cs>
- Valachovič, M., Kliment, J., Hegedúšová Vantarová, K. (eds.) (2021). *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 6. Vegetácia lesov a krovín*. VEDA, Bratislava, 768 s.
- Viñas, M. J., Rasmussen, C. (2015). *Warming seas and melting ice sheets*. <https://www.nasa.gov/science-research/earth-science/warming-seas-and-melting-ice-sheets/>
- Vittoz, P., Dussex, N., Wassef, J., Guisan, A. (2009). Diaspore traits discriminate good from weak colonisers on high-elevation summits. *Basic and Applied Ecology*, 10(6), 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.02.001>
- Viviroli, D., Archer, D. R., Buytaert, W., Fowler, H. J., Greenwood, G. B., Hamlet, A. F., Huang, Y., Koboltschnig, G., Litaor, M. I., López-Moreno, J. I., et al. (2011). Climate change and mountain water resources: overview and recommendations for research, management and policy. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 471-504. <https://doi.org/10.5194/hess-15-471-2011>
- Walker, D. A., Breen, A. L., Druckenmiller, L., Hennekens, S., Peet, R., Reynolds, M. K., Šibík, J., Walker, M. D., Wirth, L. M. (2014). Progress on the Arctic Vegetation Archive: a prototype from Alaska. In: Čarni, A., Juvan, N., Ribeiro D. (eds.), *23rd International Workshop of the European Vegetation Survey: Book of Abstracts*. ZRC Publishing House, Ljubljana, Slovenia, p. 191-192.
- Wang, X., Wang, T., Xu, J., Shen, Z., Yang, Y., Chen, A., Wang, S., Liang, E., Piao, S. (2022). Enhanced habitat loss of the Himalayan endemic flora driven by warming-forced upslope tree expansion. *Nature Ecology & Evolution*, 6, 890-899. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01774-3>
- Ward, D. S., Mahowald, N. M., Kloster, S. (2014). Potential climate forcing of land use and land cover change. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14(23), 12701-12724. <https://doi.org/10.5194/acp-14-12701-2014>
- Wheeler, T., von Braun, J. (2013). Climate Change Impacts on Global Food Security. *Science*, 341(6145), 508-513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
- Wilhite, D. A. (ed.) (2005). *Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues*. CRC Press, Boca Raton, p. 432. <https://doi.org/10.1201/9781420028386>
- Windmaier, T., Reisch, C. (2013). Long-term study of an alpine grassland: local constancy in times of global change. *Alpine Botany*, 123, 1-6. <https://doi.org/10.1007/s00035-013-0112-9>
- WWF and Visual Capitalist. (2020). *WWF: These are the biggest threats to the Earth's biodiversity*. <https://www.weforum.org/agenda/2020/11/wwf-living-planet-report-2020-biodiversity-threat/>
- Zajac, M., Duchoň, M. (2022). *Ohrozené rastliny Tatier*. Slovart, 560 s.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- ▶ <https://4p1000.org/?lang=en>
- ▶ <https://bezobalovo.sk>
- ▶ <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024>
- ▶ <https://cnes.fr/en>
- ▶ <https://free-food.sk/plytvanie/fakty-o-plytvani/>
- ▶ <https://oeab.shmu.sk/emisie/celkove/trendy.html>
- ▶ <https://ourworldindata.org/grapher/total-ghg-emissions>
- ▶ <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-ghg-emissions>
- ▶ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/water>
- ▶ <https://snowcover.org/>
- ▶ <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate>
- ▶ <https://www.agrokruh.sk/>
- ▶ <https://www.beskydyonline.eu/>
- ▶ <https://www.enviroportal.sk/envidat/>
- ▶ <https://www.forestportal.sk/>
- ▶ <https://www.freepik.com/>
- ▶ <https://www.intersucho.sk/>
- ▶ <https://www.klima-adapt.sk/>
- ▶ <https://www.liko-s.cz/>
- ▶ <https://www.nulaodpadu.sk/>
- ▶ <https://www.unicef.org/wash>
- ▶ <https://www.vtaky.sk/stranka/45-Zoznam-druhov-SR.html>
- ▶ <https://www.wikipedia.org/>
- ▶ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>



#### AUTORI/AUTORKY

Zita Izakovičová • Pavol Siman • Tatiana Kluvánková • Monika Kopecká  
Daniel Szatmári • Pavol Kenderessy • Yveta Velísková • Viliam Novák • Anna Bérešová  
Daniel Dítě • Richard Hrivnák • Jaromír Kučera • Marek Slovák • Zuzana Čiamporová  
Zaťovičová • Katarína Skokanová • Mária Šibíková • Jozef Šibík • Barbora Šingliarová  
Ľubica Ditmarová • Gabriela Jamnická • Katarína Adamčíková • Ján Kulfan • Peter Zach  
Jana Špulerová • Iveta Štecová • Dominik Horváth • Stanislava Brnkaľáková  
Tomáš Szabo • Kozová Mária • Mikuláš Huba

#### ODBORNÝ GARANT PROGRAMU OTVORENÁ AKADÉMIA

RNDr. Pavol Siman, PhD.

#### RECENZIA

RNDr. Ľuboš Halada, PhD.  
prof. RNDr. Karol Marhold, DrSc.  
prof. RNDr. Mikuláš Huba, CSc.

#### JAZYKOVÁ KOREKTÚRA

PhDr. Sibyla Mislovičová

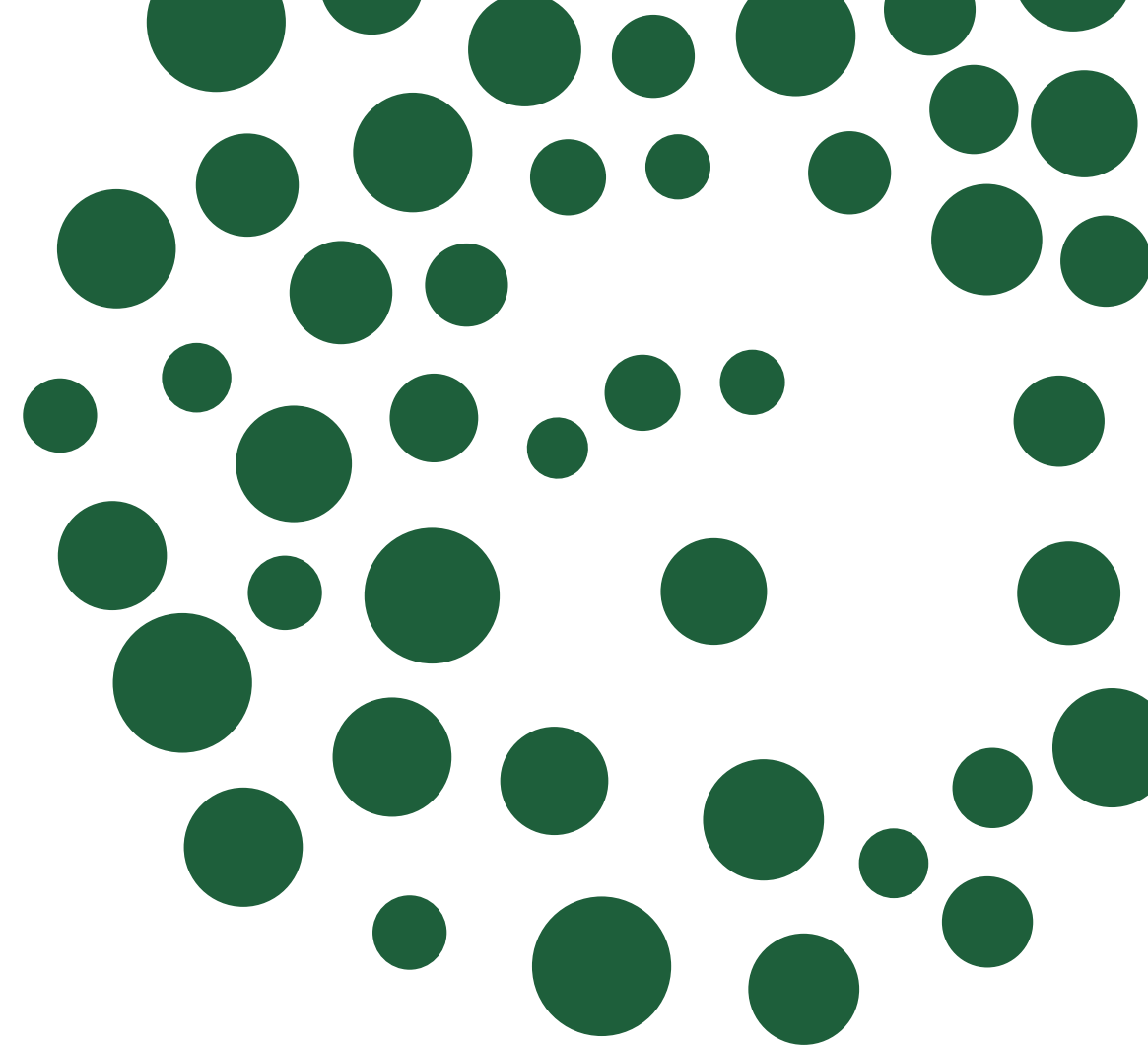
#### GRAFICKÝ DIZAJN & DTP

RNDr. Gabriela Obadalová

#### VYDAVATEĽ

Slovenská akadémia vied  
Štefánikova 49  
814 38 Bratislava  
[www.otvorenaakademia.sk](http://www.otvorenaakademia.sk)

ISBN 978-80-69181-07-6





**SLOVENSKÁ AKADEMIA VIED**

Štefánikova 49

814 38 Bratislava

[www.otvorenaakademia.sk](http://www.otvorenaakademia.sk)