



# Globálne megatrendy v životnom prostredí



Aktualizácia environmentálnych  
globálnych megatrendov  
a ich implikácie pre Slovensko

**Radoslav Považan, Róbert Blaško (eds.)  
a kolektív**

# Globálne megatrendy v životnom prostredí

Aktualizácia environmentálnych  
globálnych megatrendov  
a ich implikácie pre Slovensko

**Radoslav Považan, Róbert Blaško (eds.) a kolektív**

*Aktivita je realizovaná v rámci národného projektu  
Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.  
Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*

### Názov:

Globálne megatrendy v životnom prostredí. Aktualizácia environmentálnych globálnych megatrendov a ich implikácie pre Slovensko

### Editori:

Radoslav Považan, Róbert Blaško

### Autorský kolektív:

RNDr. Mgr. Radoslav Považan, PhD., MSc.<sup>a</sup>, Mgr. Róbert Blaško, PhD.<sup>a</sup>, Mgr. Boris Lipták, PhD. et PhD.<sup>a</sup>, Mgr. Richard Filčák PhD.<sup>b</sup>, MSc, prof. Ing. Jozef Kobza, CSc.<sup>c</sup>, Ing. Zuzana Lieskovská<sup>a</sup>, prof. Ing. Ľuboš Jurík, CSc.<sup>d</sup>, RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.<sup>c</sup>

### Recenzenti:

RNDr. Ján Kadlečík (Štátna ochrana prírody SR), Ing. Jozef Škultéty, CSc. (Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia zmeny klímy a ochrany ovzdušia), Ing. Jana Špulerová, PhD. (Ústav krajinnej ekológie SAV)

### Štylistická a jazyková úprava:

Mgr. Alena Kostúriková

### Podakovanie:

Za odbornú spoluprácu, cenné rady či doplnky k rukopisu ďakujeme týmto kolegom: Ing. Petrovi Sabovi, CSc. za množstvo cenných pripomienok a doplnkov k úvodnej kapitole, planetárnym hraniciam a GMT 8 Rastúci tlak na ekosystémy; Mgr. Petrovi Kapustovi za pripomienky ku GMT 8 a prelinkovanie vybraných pojmov s indikátormi životného prostredia; Ing. Beáte Kročkovej za pripomienky ku GMT 10, konkrétne Znečistenie pôdy a prelinkovanie vybraných pojmov s indikátormi životného prostredia; Ing. Ľubici Koreňovej za pripomienkovanie GMT 10, konkrétne Znečistenie vody. Recenzentom publikácie (v abecednom poradí) RNDr. Jánovi Kadlečíkovi, Ing. Jozefovi Škultétymu, CSc. a Ing. Jane Špulerovej, PhD., úprimne ďakujeme za podrobné prečítanie rukopisu, cenné pripomienky a odporúčania, ktoré nám výrazne pomohli zvýšiť úroveň pôvodného diela.

### Grafické spracovanie:

Ing. Viktória Ihringová

### Fotografie:

Adobe Stock, Pexels, Róbert Blaško, Jozef Kobza, Viktória Ihringová, Boris Lipták, MIB

### Vydavateľ:

© Slovenská agentúra životného prostredia, odbor výskumu a medzinárodnej spolupráce

**Rok vydania:** 2023

**Počet strán:** 130

**Tlač:** Registrovaný sociálny podnik Alfa s.r.o.

ISBN: 978-80-8213-121-8

Odporúčaná citácia: Považan, R., Blaško, R. (eds.). (2023). Globálne megatrendy v životnom prostredí. Aktualizácia environmentálnych globálnych megatrendov a ich implikácie pre Slovensko. Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica.

<sup>a</sup> Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28, 975 90 Banská Bystrica

<sup>b</sup> Európska environmentálna agentúra, Kongens Nytorv 6, 1050 Kodaň, Dánsko

<sup>c</sup> Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy – Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica

<sup>d</sup> Katedra krajinného inžinierstva SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra



# Globálne megatrendy v životnom prostredí

Aktualizácia environmentálnych  
globálnych megatrendov  
a ich implikácie pre Slovensko



<b>Predslov</b> .....	7
<b>Megatrendy – úvod do problematiky</b> (R. Považan, B. Lipták) .....	8
<b>Planetárne hranice</b> .....	12
<b>GMT 8 – Rastúci tlak na ekosystémy</b> (R. Považan, B. Lipták) .....	16
Úvod .....	18
Hnacie sily .....	19
Trendy .....	19
Implikácie .....	23
Riziká, výzvy a odozvy .....	28
<b>GMT 9 – Zmena klímy: zvyšovanie závažnosti problému a jeho dôsledkov</b> (R. Filčák, R. Blaško) .....	34
Úvod .....	36
Hnacie sily .....	39
Trendy .....	40
Implikácie .....	47
Riziká, výzvy a odozvy .....	51
<b>GMT 10 – Rastúce znečistenie životného prostredia</b> .....	56
<b>Znečistenie ovzdušia</b> (Z. Lieskovská, R. Blaško) .....	58
Úvod .....	58
Hnacie sily .....	58
Trendy .....	60
Implikácie .....	69
Riziká, výzvy a odozvy .....	70



© Ververidis, Adobe Stock

<b>Nedostatok a znečistenie vody</b> (Ľ. Jurík, R. Blaško).....	75
Úvod .....	75
Hnacie sily.....	76
Trendy.....	81
Implikácie .....	85
Riziká, výzvy a odozvy .....	88
<b>Znečistenie pôdy</b> (J. Kobza, J. Makovníková) .....	90
Úvod .....	90
Hnacie sily.....	95
Trendy.....	97
Implikácie .....	105
Riziká, výzvy a odozvy .....	105
<b>Záver</b> .....	109
<b>Použitá literatúra</b> .....	110
Internetové zdroje .....	120
<b>Zoznam použitých skratiek, tabuliek, obrázkov, grafov a rámcikov</b> .....	122
Tabuľky.....	123
Obrázky .....	124
Grafy .....	124
Rámčeky .....	125
<b>Prílohy</b> .....	126
Príloha 1.....	126
Príloha 2.....	128



# Predslov

Mnohé environmentálne problémy majú globálny charakter. Ich vyriešenie ďaleko presahuje možnosti Európskej únie či jej členských krajín. Slovensko samo nedokáže globálne environmentálne problémy vyriešiť alebo ovplyvniť či osamotené sa im prispôbiť. Riešenie a prispôbenie sa ich dôsledkom je práca na niekoľko desaťročí, ale Slovenská republika musí tieto trendy sledovať, pozerať sa do budúcnosti a pripraviť sa na možný vývoj. Na to potrebujeme pripravovať vhodné environmentálne politiky už v súčasnosti. V rámci rezortu životného prostredia sa preto usilujeme o identifikovanie hlavných globálnych megatrendov, ich dôsledkov pre Slovensko a možností ich riešenia alebo adaptácie.

Začiatok týchto iniciatív možno datovať do roku 2015, keď Európska environmentálna agentúra vydala publikáciu na hodnotenie globálnych megatrendov. Z iniciatívy ministerstva životného prostredia v ďalšom roku na ňu nadviazala prvá štúdia o dôsledkoch globálnych megatrendov pre Slovensko, vydaná v spolupráci Slovenskej agentúry životného prostredia a Slovenskej akadémie vied.

Odvtedy vývoj vo svete značne pokročil, na globálnej či európskej úrovni boli vydané ďalšie správy hodnotiace stav a trendy životného prostredia, a preto sme sa rozhodli aktualizovať naše zistenia, pričom sa zameriavame na environmentálne megatrendy.

Táto publikácia čitateľovi približuje tri hlavné oblasti súčasnej environmentálnej krízy: strata biodiverzity, zmena klímy a znečisťovanie životného prostredia. Každému megatrendu je venovaná samostatná kapitola. Štruktúra kapitol je rovnaká a okrem pomenovania hnacích síl obsahuje aj bližší popis súčasných trendov, ich implikácií, z nich vyplývajúcich rizík, ale aj výziev a možností riešenia. Megatrendy sme zasadili do kontextu planetárnych hraníc, teda akéhosi bezpečného priestoru, v rámci ktorého môže ľudstvo udržateľne existovať.



Uvedomujeme si, že environmentálne ciele do roku 2030 a nasledujúce roky možno dosiahnuť len prostredníctvom transformačných zmien naprieč ekonomickými, spoločenskými, politickými a technologickými sektormi. Práve udržateľnosť alebo prechod k zelenšiemu a zodpovednejšiemu Slovensku predstavuje pre nás veľkú príležitosť, ktorú si ako krajina nesmieme nechať ujsť. Táto zelená transformácia je ideálnou možnosťou pre inovácie a predpokladom zlepšenia kvality života ľudí v mestách aj na vidieku.

Milan Chrenko  
minister životného prostredia SR





# Megatrendy – úvod do problematiky

---

*„V celej histórii ľudstva sa teraz nachádzame vo veľmi výnimočnej fáze. Nikdy predtým sme nemali toľko vedomostí o tom, ako veľa zla páchame na našej planéte, a zároveň sme ešte nikdy nemali väčšiu moc niečo s tým urobiť.“*

— Sir David Attenborough, prírodovedec, autor a sprievodca prírodopisnými filmami

---

Trend je vo svojej základnej definícii vzorec, akým sa sledovaný systém vyvíja alebo mení. Termín trend označuje v ekonomike tendencie ekonomických systémov pohybovať sa v priebehu času v určitom smere. Analýza trendov je základom mnohých odvetví skúmania a prognózovania. V štatistike existuje metóda odhadu trendov, ktorá sa zaoberá interpretáciou údajov. Séria meraní určitého procesu sa označí za časový rad a skúma sa, aké sú tendencie v ďalšom vývoji tohto procesu. V oblasti skúmania komplexných sociálnych a environmentálnych systémov existuje snaha o posun od skúmania jednotlivých trendov k ich komplexnému hodnoteniu a predikciám pomocou koncepcie **megatrendov**<sup>1</sup>. Tie možno definovať ako súbor trendov, ktoré sa navzájom ovplyvňujú, pôsobia vo veľkom meradle (globálne) a s veľkými lokálnymi vplyvmi. Ide o vzájomne závislé sociálne, ekonomické, politické, environmentálne a technologické zmeny. Globálne megatrendy (GMT) patria medzi systémové charakteristické vlastnosti širokého spektra dnešných environmentálnych výziev.

V roku 2016 bol na Slovensku prvýkrát spracovaný prehľad globálnych megatrendov a ich implikácií pre Slovenskú republiku (Lubyová & Filčák (eds), 2016). Táto práca reflektovala európsku štúdiu GMT, ktorú vydala Európska environmentálna agentúra – EEA (EEA, 2015a) a na ňu nadviazala analýza pravidelnej päťročnej hodnotiacej správy o stave životného prostredia Európy (tzv. SOER; EEA, 2015b). Odvtedy vývoj vo svete značne pokročil, na globálnej úrovni boli vydané ďalšie správy hodnotiace stav a trendy životného prostredia (CBD, 2022; IPBES, 2019; IPCC, 2021, 2022, 2023; UNEP, 2021a; WWF, 2020 a ďalšie). Na európskej

úrovni ide najmä o posledné hodnotenie stavu životného prostredia Európy – SOER 2020 (EEA, 2019).

Európa je previazaná s celým svetom prostredníctvom rôznych ekonomických a sociálnych vzťahov. Umožňujú tok materiálov, finančných zdrojov, inovácií, ideí, ale aj odpadov a emisií. Zvyšuje sa globálna súťaž o zdroje a zároveň sa prejavujú dôsledky nepriaznivých globálnych javov, akými sú predovšetkým úbytok biodiverzity a zmena klímy. V dôsledku tohto vývoja je a bude environmentálna, ekonomická a sociálna situácia Slovenska v nadchádzajúcich desaťročiach výrazne ovplyvnená globalizáciou a na ňu previazanými externými a internými faktormi. Pre lepšie pochopenie štrukturálnych príčin, stavu a vývoja životného prostredia sa v teórii aj praxi v čoraz väčšom rozsahu využívajú analýzy trendov a megatrendov.

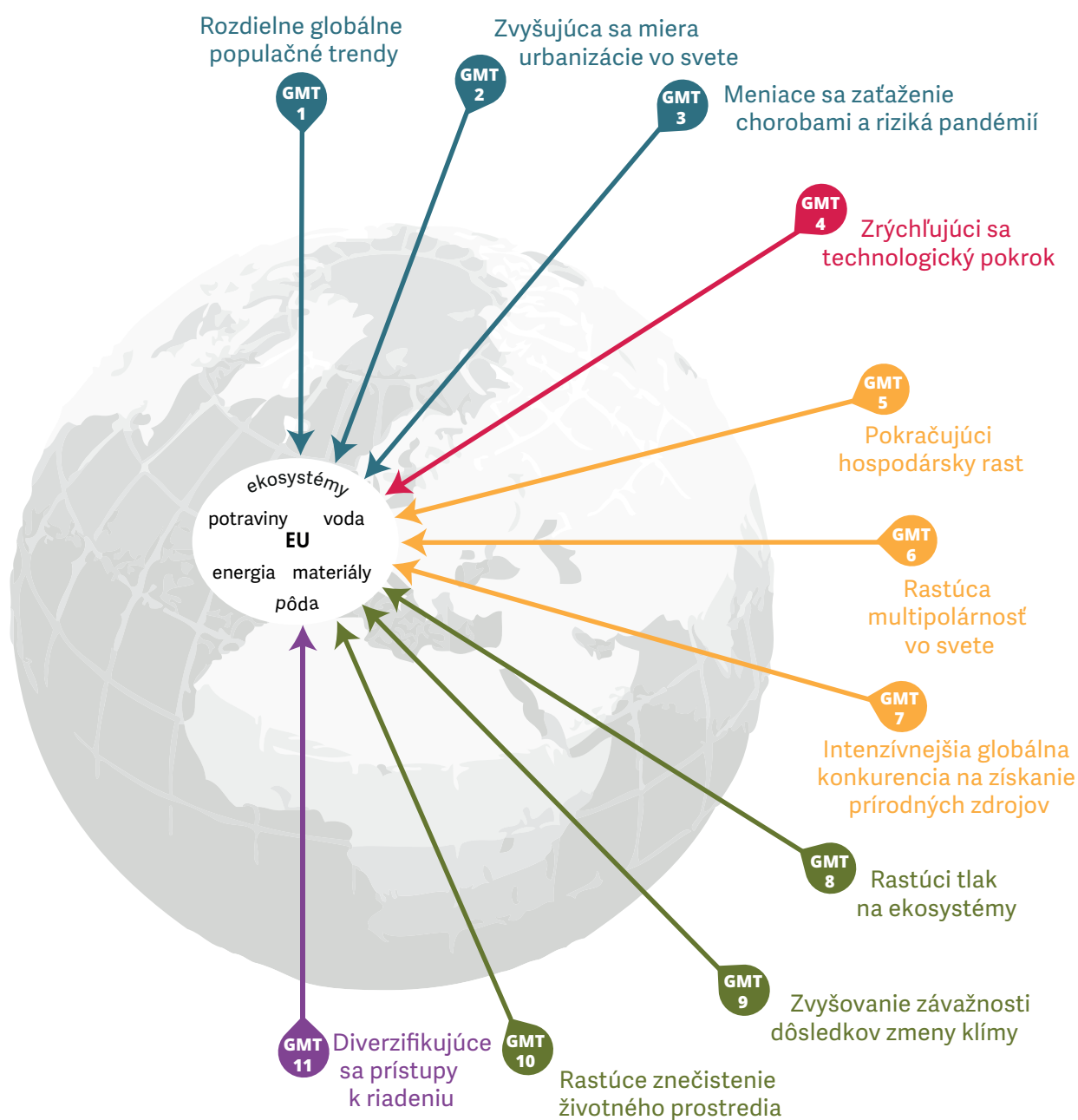
V literatúre sa možno stretnúť s viacerými prehľadmi globálnych megatrendov, niektoré sa využívajú v biznise, iné sa zameriavajú na udržateľný rozvoj spoločnosti. V publikácii vychádzame z klasifikácie megatrendov podľa EEA, ktoré by mali byť zohľadnené pri tvorbe strategických dokumentov na národnej úrovni. Tá najskôr definovala 11 megatrendov (*Obr. 1*) v piatich klastroch, ktoré sú považované za kľúčové pre definovanie dlhodobých výhľadov a výziev pre životné prostredie v Európe. Prvým klastrom je sociálny. Sem patria 3 základné GMT, a to rozdielne globálne populačné trendy, zvyšujúca sa miera urbanizácie vo svete, meniace sa zaťaženie chorobami a riziká pandémií. Druhým klastrom je technologický (zrýchľujúci sa technologický pokrok), tretím eko-

---

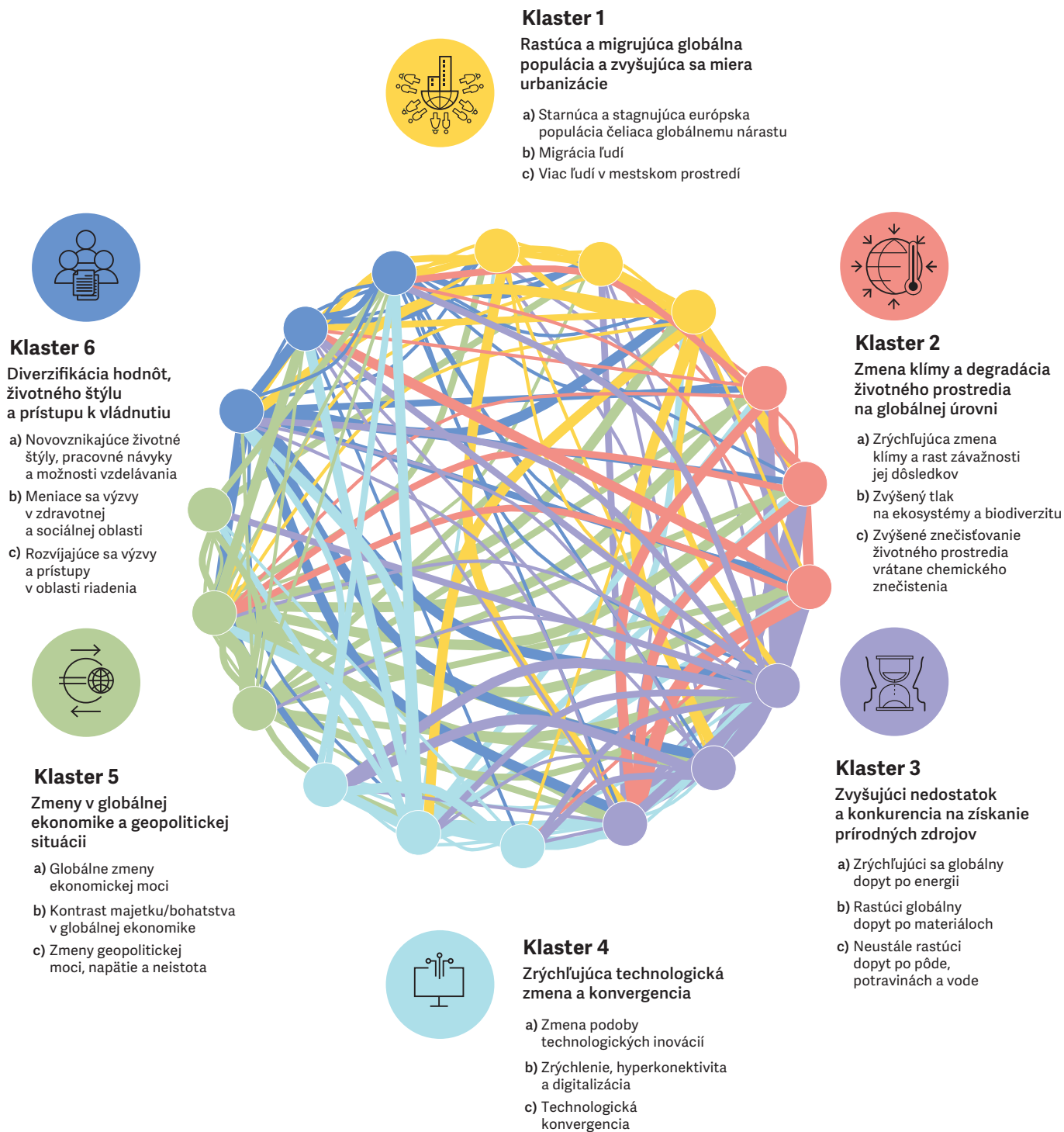
<sup>1</sup> Megatrend možno definovať ako súbor vzájomne súvisiacich trendov, ktoré sa navzájom ovplyvňujú, pôsobia vo veľkom meradle (globálne) a zároveň majú významné lokálne vplyvy. Megatrend indikuje rozsiahlu a dlhodobú sociálnu, ekonomickú, environmentálnu, politickú alebo technologickú zmenu, ktorá sa síce pomaly vytvára, ale po jej presadení sa má výrazný dopad. (Lubyová, M. & Filčák, R. (eds.), 2016)

nomický (pokračujúci hospodársky rast, multipolárny svet, intenzívnejšia globálna súťaž o zdroje). Štvrtým a kľúčovým klastrom je **environmentálny**. Sem patria 3 kľúčové GMT, a to **rastúci tlak na ekosystémy, zvyšovanie závažnosti problémov a dôsledkov zmeny klímy, rastúce znečistenie životného prostredia**. Posledným a zatiaľ komplikovaným na definovanie je klastor riadenie a diverzifikujúce sa prístupy k riadeniu.

Z rámca 11 hlavných globálnych megatrendov definovaných EEA vychádzala aj pôvodná analýza SR, ktorá sa sústredila na 3 základné otázky: 1. Nakoľko sa 11 identifikovaných megatrendov prejavuje svojimi vplyvmi/následkami na situácii v SR? 2. Aký je vplyv/príspevok SR ku globálnym megatrendom? 3. Aké sú/budú environmentálne, ekonomické a sociálne implikácie súvisiace s identifikovanými megatrendmi (Obr. 1)?



Obr. 1 Jedenásť hlavných globálnych identifikovaných megatrendov a ich prepojenie s prírodnými zdrojmi (materiály, potraviny, voda, energia, ekosystémy) (EEA, 2015a).



Obr. 2 Klastre hnacích síl zmien (EEA, 2020).

EEA neskôr rozdelila GMT do 6 klastrov (Obr. 2) na základe hnacích síl zmien – publikovaný v správe SOER 2020 (EEA, 2019) a v publikácii *Drivers of change of relevance for Europe's environment and sustainability* (EEA, 2020).

Environmentálny klaster reprezentuje zmena klímy a environmentálna degradácia (zrýchľujúca sa zmena klímy, rastúci tlak na ekosystémy a biodiverzitu a rastúce znečisťovanie životného prostredia).

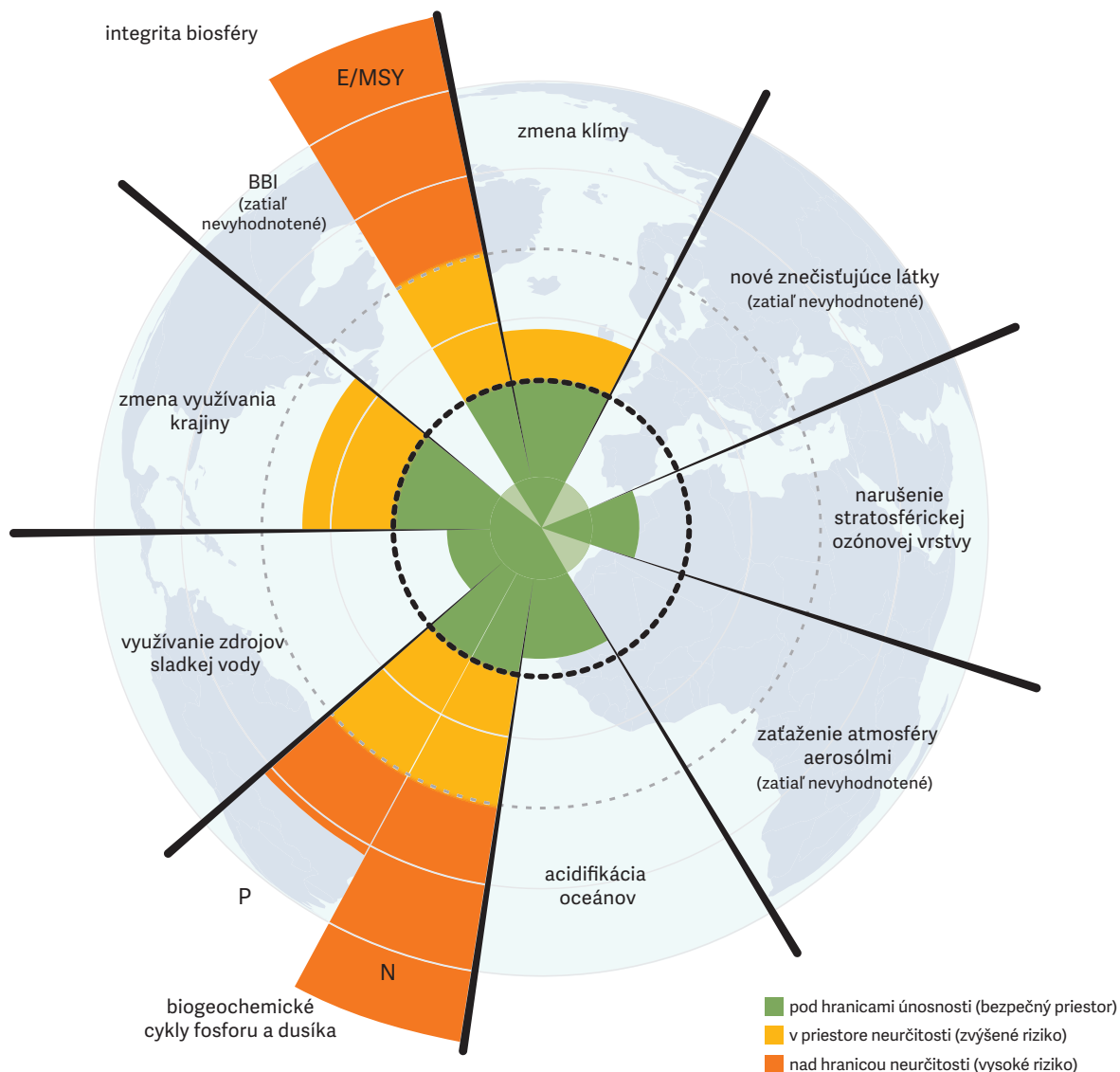
# Planetárne hranice

„Prešli sme cestu od malého sveta na veľkej planéte k veľkému svetu na malej planéte.“

— Johann Rockström, profesor vied o Zemi, vedúci autor koncepcie planetárnych hraníc

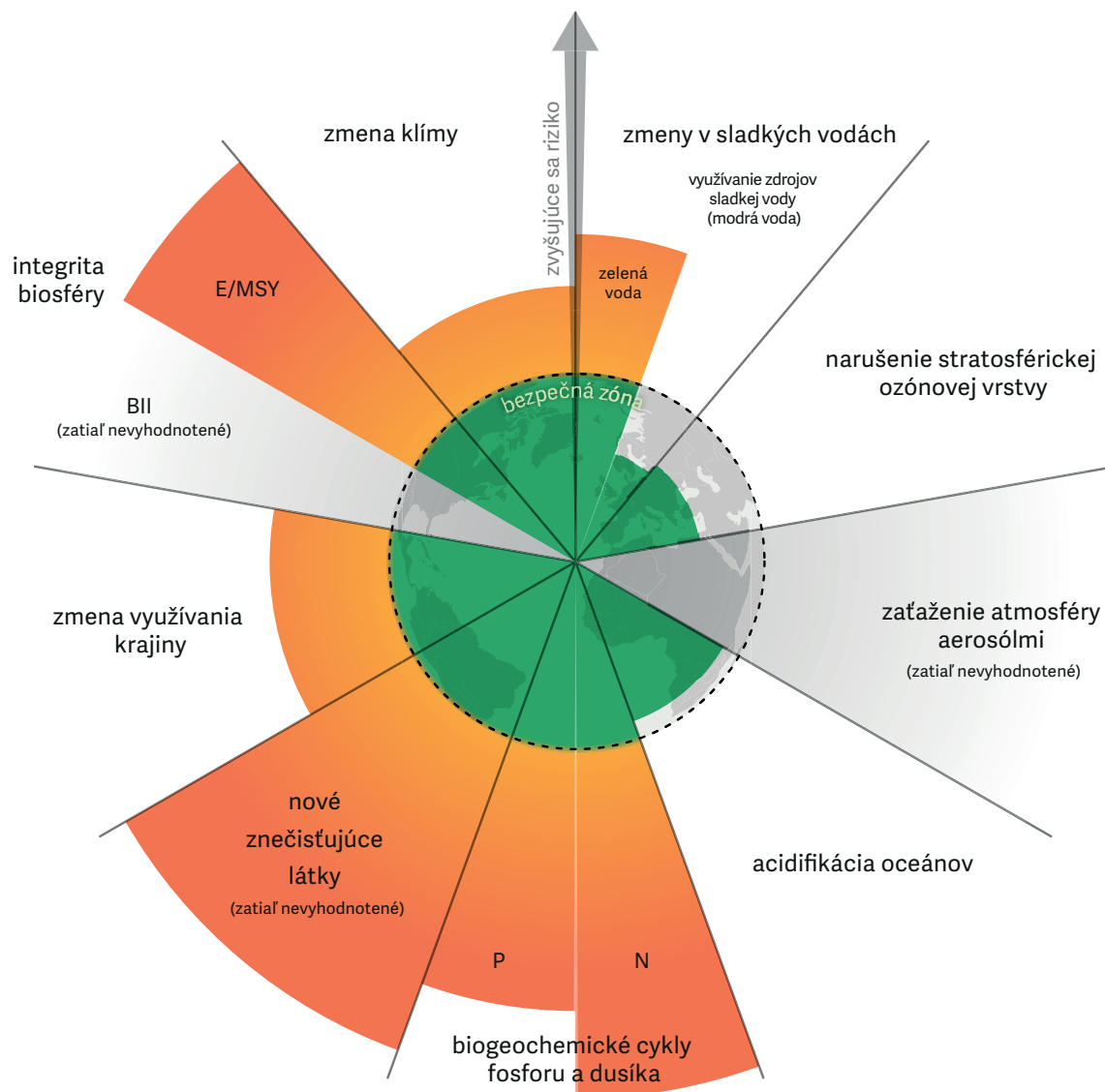
Tieto trendy možno identifikovať aj v koncepcii planetárnych hraníc. Koncepcia planetárnych hraníc predstavuje vymedzenie „bezpečného

priestoru“, v rámci ktorého vie ľudstvo naďalej existovať bez toho, aby došlo k nezvratným environmentálnym zmenám s potenciálne veľkými



Obr. 3 Koncepcia planetárnych hraníc (Rockström et al., 2009) predstavujúcich „bezpečný priestor“, v rámci ktorého vie ľudstvo naďalej pôsobiť bez toho, aby došlo k nezvratným zmenám. Spracoval Lokrantz/Azote ([Štokholmské centrum pre výskum odolnosti](#), 2023) na základe analýzy Steffen et al. (2015).

pozn. BII – index neporušenosti biodiverzity (Biodiversity Intactness Index); E/MSY – index vyjadrujúci vzťah medzi rozsahom vymierania (% vymretých druhov) a jeho rýchlosťou (Extinctions per Million Species-Years – počet vymretých druhov za milión rokov a na milión druhov); Novel Entities – nové znečisťujúce látky (syntetické chemikálie a nové biologické prvky)



Obr. 4 Aktualizované planetárne hranice. Spracoval Azote ([Štokholmské centrum pre výskum odolnosti](#), 2023) na základe analýzy Wang-Erlandsson et al. (2022).

pozn. BII – index neporušenosti biodiverzity (Biodiversity Intactness Index); E/MSY – index vyjadrujúci vzťah medzi rozsahom vymierania (% vymretých druhov) a jeho rýchlosťou (Extinctions per Million Species-Years – počet vymretých druhov za milión rokov a na milión druhov); Novel Entities – nové znečisťujúce látky (syntetické chemikálie a nové biologické prvky); modrá voda – povrchová a podzemná voda; zelená voda – zrážky, výpar a pôdna vlhkosť

negatívnymi dosahmi na ekosystémy a život na Zemi, ako ho poznáme (Rockström et al., 2009). Spolu bolo identifikovaných 9 oblastí, v rámci ktorých by sa mali antropogénne aktivity obmedziť, aby sa predišlo devastácii ekosystémov, znižovaniu ekosystémových služieb a závažným ekologickým katastrofám: integrita biosféry (strata biodiverzity), biogeochemické cykly fosforu a dusíka, biologické znečistenie (nové látky v prírode), nadmerné využívanie zdrojov sladkej vody, zmena využívania krajiny, zmena klímy, acidifikácia oceánov, narušenie stratosférickej ozónovej

vrstvy a atmosférické aerosóly. Negatívne prejav ľudskej činnosti pritom začali v antropocéne prudko narastať a hranice bezpečného priestoru niektorých oblastí už boli prekročené. Ide o oblasti ako integrita biosféry (strata biodiverzity) a biogeochemické obeh dusíka a fosforu, a zmeny v krajine; v zóne neurčitosti sa nachádza zmena využívania krajiny a zmena klímy (Obr. 3). Vo všetkých týchto prípadoch sa ľudstvo už nepohybuje v bezpečnom priestore.

Medzičasom bola táto koncepcia rozpracovaná a na základe nových analýz boli stanovené nové bezpečné hranice (Obr. 4). Z týchto analýz vyplýva, že planetárne hranice boli prekročené aj pre tzv. nové látky – syntetické chemikálie a nové biologické prvky a tiež pre nadmerné využívanie zdrojov sladkej vody – „zelenú vodu“ (zrážky, výpar, pôdna vlhkosť).

Teória planetárnych hraníc prináša novú perspektívu do diskusie o udržateľnom rozvoji. Z jej pohľadu je udržateľný rozvoj taký spôsob rozvoja, ktorý využíva environmentálne bezpečný priestor vymedzený planetárnymi hranicami. Dôležité je nájsť cestu, ako sa vrátiť pod prahy bezpečia (tam, kde sú prekročené) a v budúcnosti nielen sa udržať vo vnútri planetárnych hraníc, ale už žiadnu z nich neprekročiť. Prekročenie jednej alebo viacerých hraníc planéty môže byť veľmi nebezpečné, dokonca katastrofické, kvôli riziku prekročenia prahových hodnôt, ktoré spôsobujú nelineárne, náhle a nezvratné zmeny prostredia v rámci systémov kontinentálneho až planetárneho rozsahu.

Aktualizáciou globálnych megatrendov sa snažíme prispieť k pochopeniu potenciálnych zmien súvisiacich so životným prostredím a udržateľnosťou na globálnej, európskej aj národnej úrovni. Analyzujeme 3 GMT z pôvodného environmentálneho klastra a ich následky pre Slovensko s cieľom poskytnutia podrobnejších informácií o súčasných a budúcich trendoch v týchto oblastiach. Zistenia by mali lepšie podporovať tvorcov (environmentálnych) politik pri predvídaní problémov, riadení rizík a hľadani príležitostí.









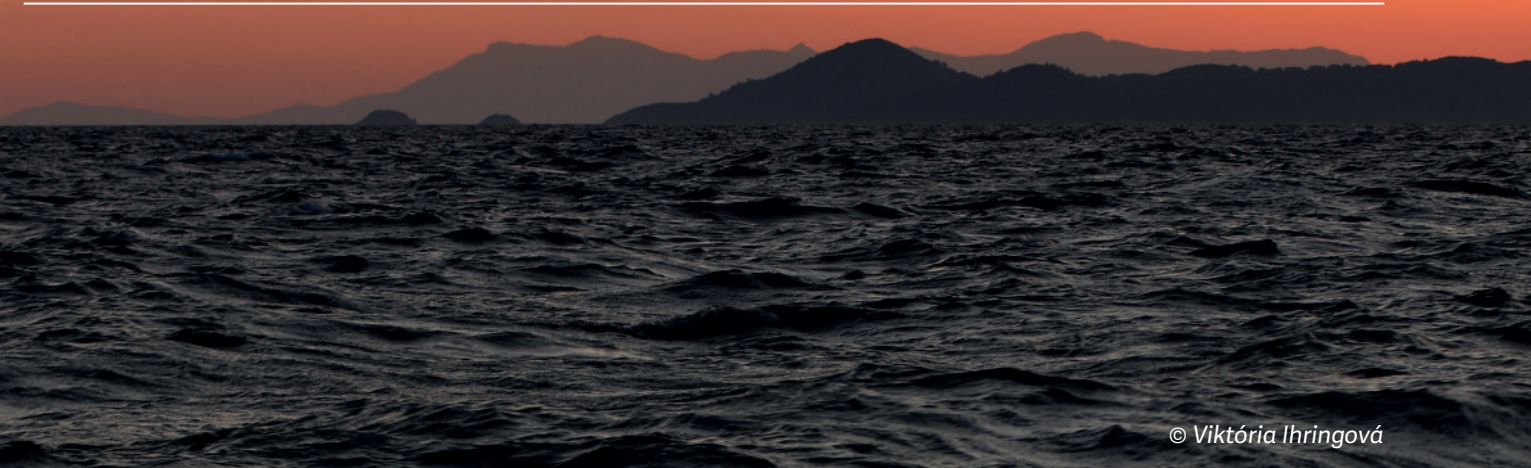
**GMT 8**  
**– Rastúci tlak**  
**na ekosystémy**

---

*„Príliš dlho vedieme nezmyselnú a samovražednú vojnu voči prírode. Výsledkom sú tri spolu prepojené environmentálne krízy: narušenie klímy, strata biodiverzity a znečistenie, ktoré ohrozujú naše prežitie ako druhu.“*

— António Guterres, generálny tajomník OSN

---



© Viktória Ihringová

Biologická rozmanitosť (biodiverzita) predstavuje rôznorodosť foriem života. Má svoju vlastnú vnútornú hodnotu, no navyše poskytuje spoločnosti široké spektrum ekosystémových služieb, od ktorých závisí naša existencia. Stav prírody a jej kľúčových prínosov pre ľudí, ktoré spoločne stelesňujú biodiverzitu a ekosystémové funkcie a služby, sa však zhoršuje na celom svete a priame a nepriame faktory zmeny sa za posledných 50 rokov zosilnili. Ciele zamerané na ochranu a udržateľné využívanie prírody a dosahovanie ekologickej udržateľnosti ľudských aktivít nie je možné dosiahnuť súčasnými spôsobmi.

Globálne hrozí vymretie značnému množstvu druhov v hodnotených skupinách rastlín a živočíchov. Približne miliónu druhov voľne rastúcich rastlín a voľne žijúcich živočíchov hrozí vyhynutie už v priebehu nasledujúcich desaťročí. Úbytok

opeľovačov v rôznych častiach sveta ohrozuje ročnú úrodu plodín v hodnote 235 – 577 miliárd USD. Bez prijatia opatrení na zníženie intenzity hnacích síl straty biodiverzity dôjde k ďalšiemu zrýchleniu globálnej miery vymierania druhov, ktorá je už teraz najmenej desať až stokrát vyššia, ako bola v priemere za posledných 10 miliónov rokov. Biosféra, na ktorej závisí ľudstvo ako celok, sa mení v neporovnateľnej miere vo všetkých priestorových mierkach. Biodiverzita klesá rýchlejšie ako kedykoľvek v histórii života na Zemi.

Európa vrátane Slovenska rovnako čelia pretrvávajúcim problémom, ako sú strata biodiverzity, nadmerné využívanie prírodných zdrojov (vrátane sladkej vody), následky zmeny klímy a environmentálne riziká pre ľudské zdravie a kvalitu života.

V súčasnosti ľudstvo čelí globálnej environmentálnej kríze, ktorú predstavujú viaceré vzájomne prepojené krízy, ako sú strata biodiverzity, zmena klímy a pretrvávajúce znečisťovanie životného prostredia. Ciele na rok 2030 a nasledujúce roky možno preto dosiahnuť len prostredníctvom transformačných zmien naprieč ekonomickými, spoločenskými, politickými a technologickými sektormi. Podmienkou úspešnej transformácie je zásadná zmena nášho vzťahu k prírode a obnova úcty a rešpektu ku krajine.

Navrhované kroky vyžadujú súčinnosť štátnej správy a samosprávy na všetkých úrovniach, medzinárodných medzivládnych inštitúcií, finančných inštitúcií, súkromného sektora, mimovládnych organizácií, ale aj domácností a v neposlednom rade aj jednotlivcov.

# Úvod

Základné predpoklady na fungovanie ekosystémov predstavuje biodiverzita. Biologická rozmanitosť (biodiverzita) predstavuje rôznorodosť foriem života.

Podľa hodnotiacej správy Medzivládnej vedecko-politickej platformy pre biodiverzitu a ekosystémové služby – IPBES (IPBES, 2019) stav prírody a jej kľúčových prínosov pre ľudí, ktoré spoločne stelesňujú biodiverzitu a ekosystémové funkcie a služby, sa zhoršuje na celom svete a priame a nepriame faktory zmeny za posledných 50 rokov zosilneli. Správa ďalej konštatuje, že **ciele zamerané na ochranu a udržateľné využívanie prírody a dosahovanie ekologickej udržateľnosti ľudských aktivít nie je možné dosiahnuť súčasnými spôsobmi a ciele na rok 2030 a nasledujúce roky možno dosiahnuť len prostredníctvom transformačných zmien** naprieč ekonomickými, spoločenskými, politickými a technologickými sektormi. Záverom správa konštatuje, že prírodu možno chrániť, obnovovať a používať udržateľne, pokiaľ sú zároveň napĺňané iné globálne spoločenské ciele prostredníctvom naliehavých a spoločných úsilí, ktoré budú presadzovať transformačnú zmenu.

**Európa naďalej čelí pretrvávajúcim problémom, ako sú strata biodiverzity, nadmerné využívanie prírodných zdrojov (vrátane sladkej vody), následky zmeny klímy a environmentálne riziká pre ľudské zdravie a kvalitu života (EEA, 2019).** Posolstvá hodnotiacej správy sú jasné – doterajšie politiky boli účinnejšie pri znižovaní emisií ako pri ochrane biodiverzity a ekosystémov alebo ľudského zdravia a kvality života. Európa tiež nespĺnila väčšinu cieľov v oblasti biodiverzity do roku 2020. Zlepšilo sa síce hospodárenie s pôdou, ale fragmentácia krajiny a biotopov neustále narastá, v dôsledku čoho dochádza k poškodeniu biotopov a úbytku biodiverzity. Očakáva sa, že vplyv zmeny klímy na biodiverzitu a ekosystémy sa bude zvyšovať a zároveň činnosti, akými sú poľnohospodárstvo, rybolov, doprava, priemysel a výroba energie budú naďalej viesť k úbytku biodiverzity, neudržateľne vysokému čerpaniu zdrojov a škodlivým emisiám.

Napriek tejto naliehavej morálnej, ekonomickej a environmentálnej potrebe sa **prírodné prostredie nachádza v stave krízy**. [Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity](#) do roku 2030 (COM(2020) 380 final) prijatá v roku 2020 uvádza päť hlavných priamych príčin straty biodiverzity – zmeny využívania pôdy a mora, nadmerné využívanie zdrojov, zmena klímy, znečisťovanie prostredia a invázne druhy – vedú k tomu, že prírodné prostredie sa veľmi rýchlo stráca. Divoká príroda nám mizne pred očami a riziko vyhynutia hrozí viac druhom než kedykoľvek predtým v histórii života na Zemi. Len za posledné štyri desaťročia v dôsledku ľudskej činnosti klesla celosvetová populácia voľne žijúcich živočíchov a rastlín o 60 %.

V roku 2021 bola publikovaná správa Programu Spojených národov pre životné prostredie nazvaná *Making Peace With Nature – Uzavríme mier s prírodou* (UNEP, 2021a). Je unikátna v tom, že prepája viaceré globálne hodnotiace správy z posledného obdobia (najmä IPBES a IPCC<sup>2</sup>), pričom konštatuje, že v súčasnosti ľudstvo čelí trom vzájomne prepojeným krízam: **strate biodiverzity, zmene klímy a pretrvávajúcemu znečisťovaniu životného prostredia**.

V decembri 2022 bola na [15. zasadnutí konferencie zmluvných strán Dohovoru o biodiverzite](#) (CBD) **prijatá** nová celosvetová stratégia na ochranu a obnovu biodiverzity do roku 2030, **pomenovaná ako Globálny rámec pre biodiverzitu z Kchun-mingu a Montrealu** (Kchunming-Montreal Global Biodiversity Framework; CBD, 2022). Ním sa v CBD ako v prvej medzinárodnej dohode presadila aj nová hodnotová orientácia, keď „práva prírody“ a „práva Matky Zem“ sa dostali do znenia príslušnej rezolúcie 15. zasadnutia konferencie zmluvných strán ako integrálna súčasť predpokladov na úspešnú implementáciu GBF. Diskusia o „právach mokradí“ a návrhu Univerzálnej deklarácie o právach mokradí prebiehala aj počas [14. zasadnutia konferencie zmluvných strán Dohovoru o mokradiach v novembri 2022](#) (Ramsar Convention, 2022a). Dokladá to podporu proaktívneho prístupu k uznaniu záujmov a potrieb biodiverzity/prírody nad rámec úžitkov, ktoré z nej získava ľudstvo, a naznačuje aj budúce snahy o posun v hodnotovom systéme ľudí.

<sup>2</sup> Medzivládny panel pre zmenu klímy

## Hnacie sily

Hlavné „fyzické“ hnacie sily straty biodiverzity sú veľmi podobné na globálnej (IPBES, 2019) aj európskej úrovni (EEA, 2019). Na globálnej úrovni majú najväčší dosah na biodiverzitu **zmeny vo využívaní pôdy a morí, nadmerné využívanie populácií početných druhov organizmov, zmena klímy, znečistenie prostredia a invázne druhy**. Týchto päť priamych hybných síl vyplýva z radu základných príčin, ktoré sú zasa podporované sociálnymi vzťahmi a správaním človeka. Pre úplnosť treba dodať, že existujú aj ďalšie prehľady hnacích síl. Na národnej úrovni sú podrobne spracované v rámci publikácie k systémovej ekológii (Sabo et al., 2020), predstavené v Prílohe 1.

Na európskej úrovni ich možno popísať takto (spracované podľa EEA, 2019 a IPBES, 2019):

- **Rastúca, urbanizujúca a migrujúca globálna populácia:** neudržateľné modely výroby a spotreby v kontexte meniacej sa dynamiky ľudskej populácie (pôrodnosť, úmrtnosť, migrácia). Nové trendy v globalizovanej výrobe a spotrebe a protichodné technologické inovácie. Aj na Slovensku sú neudržateľné trendy výroby a spotreby jednou z kľúčových hnacích síl. Nie je tu problém s nadmerným rastom populácie, skôr naopak, Slovensko sa bude musieť vysporiadať so starutím obyvateľstva a jeho miernym poklesom. Napriek tomu bude pretrvávajúť tlak urbanizácie v okolí mestských aglomerácií a na druhej strane tlak na zmenu hospodárenia na vidieku v dôsledku odlivu obyvateľstva.
- **Zmena klímy:** zmena podmienok na fungovanie ekosystémov a sektorov, ako poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo, súvisiace hospodárske škody a zmena využívania územia. Nedostatok vody – zhoršená dostupnosť a kvalita vodných zdrojov, prehlbujúci sa problém sucha najmä na juhu Slovenska. Sprievodné ohrozenie zdravotného stavu, zvýšená chorobnosť a úmrtnosť najmä citlivých skupín (starí obyvatelia, deti, marginalizované skupiny) a predovšetkým v mestskom prostredí, ohrozenie zdravotného stavu iných organizmov. Na Slovensku sa teplota zvýši ešte výraznejšie, ako bude jej globálny nárast. Pravdepodobnejšie sú aj ďalšie extrémne udalosti počasia ako bleskové povodne, víchrice až tornáda, požiare a pod.

- **Zvyšujúci sa nedostatok a globálna konkurencia v oblasti prírodných zdrojov:** prehlbujúce sa environmentálne problémy a ich následky. Najvýznamnejšie ovplyvňuje biodiverzitu likvidácia, fragmentácia a degradácia biotopov, nadmerné (ekologicky neúnosné) využívanie populácií rastlín a živočíchov, zmena klímy (a s ňou spojené extrémne prejavy počasia), znečistenie prostredia a invázne druhy. Na Slovensku bude pokračovať tlak na biotopy v dôsledku výstavby líniových stavieb, viacerých developerských projektov a pokračujúceho znečisťovania životného prostredia. Invázne druhy majú priestor na ďalšie šírenie, keďže sú konkurenčne oveľa silnejšie.

- **Diverzifikácia hodnôt, životný štýl a prístupy k správe vecí verejných:** tieto sú rovnaké na globálnej, európskej a národnej úrovni a sú podporované spoločenskými hodnotami a správaním. Miestna správa vecí verejných je ovplyvňovaná globálnym kontextom.

## Trendy

Napriek pretrvávajúcemu úsiliu sa biodiverzita celosvetovo znižuje rýchlosťou bezprecedentnou v histórii života na Zemi. Svet nie je na ceste k dosiahnutiu environmentálne udržateľného rozvoja alebo iných medzinárodne dohodnutých environmentálnych cieľov do roku 2030; ani nie je na dobrej ceste zabezpečiť dlhodobú udržateľnosť do roku 2050. Preto je potrebné naliehavo konať a posilniť medzinárodnú spoluprácu na zvrátenie týchto negatívnych trendov a obnovenie planétarneho a ľudského zdravia (CBD, 2022; EEA, 2019; IPBES, 2019; UNEP, 2021a).

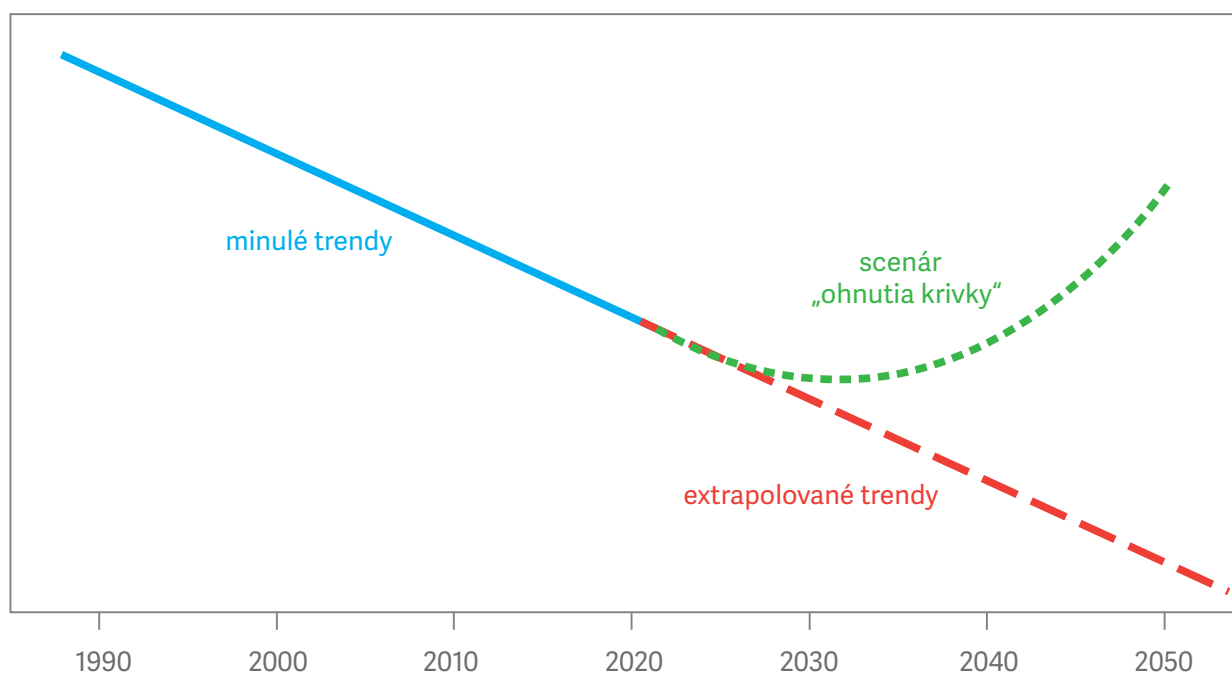
Globálne hrozí vymretie značnému množstvu druhov v hodnotených skupinách rastlín a živočíchov. Približne miliónu druhov voľne rastúcich rastlín a voľne žijúcich živočíchov (z celkového odhadovaného počtu 8 miliónov druhov, ktoré v súčasnosti obývajú našu planétu) už hrozí vyhynutie v priebehu nasledujúcich desaťročí. Úbytok opelovačov v rôznych častiach sveta ohrozuje ročnú úrodu plodín v hodnote 235 – 577 miliárd USD. Bez prijatia opatrení na zníženie intenzity hnacích síl straty biodiverzity dôjde k ďalšiemu zrýchleniu globálnej miery vymierania druhov, ktorá je už teraz najmenej desať až stokrát vyššia, ako bola v priemere za posledných 10 miliónov

rokov. Biosféra, na ktorej závisí ľudstvo ako celok, sa mení v neporovnateľnej miere vo všetkých priestorových mierkach (CBD, 2022; IPBES, 2019; UNEP, 2021a).

V sladkých, slaných a brakických vodách našej planéty končí každoročne až 400 miliónov ton ťažkých kovov, kalov a ďalšieho priemyselného odpadu. Poškodzovanie suchozemských ekosystémov negatívne ovplyvňuje život viac než 3 miliárd ľudí a tento počet stúpa. V dôsledku aplikácie vysokých dávok hnojív sa do životného prostredia v niektorých oblastiach sveta dostávajú nadmerné množstvá dusíka a fosforu, ktoré pôdy nedokážu zadržať. Dôsledkom je v súčasnosti asi 400 rôznych mŕtvych plôch v oceánoch, ktoré sa vyznačujú nedostatkom kyslíka, a zaberajú takmer 250 000 km<sup>2</sup>. Od roku 1980 sa množstvo plastu v svetovom oceáne zvýšilo až desaťnásobne a podľa niektorých odhadov bude vo svetových oceánoch v roku 2050 viac plastov ako rýb (pozri GMT 10; UNEP 2021a).

Pre názornosť doplníme pravdepodobné trendy vývoja v rôznych oblastiach, ktoré boli spracované na viacerých úrovniach v rámci rôznych hodnotiacich správ. Je tu preto nevyhnutnosť zmeniť („ohnúť“) krivku vývoja stavu biodiverzity (Obr. 5; CBD, 2018).

Modelovanie biodiverzity založené na scenároch je účinným prístupom na vyhodnotenie toho, ako môže budúci sociálno-ekonomický vývoj ovplyvniť biodiverzitu (napr. Schipper et al., 2019). Z hľadiska výhľadu vývoja priaznivého stavu, kalkulovalého na základe údajov pripravovaných podľa článku 17 smernice o biotopoch (Smernica Rady č. 92/43/EHS), je v prípade nezmenených doterajších prístupov evidentný len minimálny pokrok, ktorý je skôr spresnením údajov ako skutočnou zmenou stavu (roky 2004 – 2018). Tu si treba uvedomiť, že tento stav a trendy pretrvávajú aj napriek značnému úsiliu EÚ a legislatívnej ochrane biotopov a druhov európskeho významu (biotopy a druhy národného významu sú chránené „len“ na národnej úrovni). V prípade [biotopov](#) a [druhov](#) predpokladáme, že stav pri nezmenenej situácii v oblasti ochrany prírody bude v budúcnosti približne na rovnakej úrovni ako v súčasnosti (teda nie veľmi priaznivý). V budúcnosti už pravdepodobne nebudú prítomné hodnotenia biotopov a druhov s neznámym a nepriaznivým stavom. Ak by sme vzali do úvahy len skutočné zmeny stavu v rámci hodnotenia, v ktorých došlo k reálnemu zlepšeniu/zhoršeniu stavu biotopov a druhov, ktoré nie sú založené na spresňovaní údajov a hodnotenia, tak do roku 2030 sa na Slovensku predpokladá ďalšia degradácia jedného až dvoch typov biotopov a druhov európskeho významu.



Obr. 5 Dosahtnutie pozitívnej vize v roku 2050 vo svetle súčasných negatívnych trendov znamená „ohnutie krivky“ straty biodiverzity (CBD, 2018).

Zlepšenie v hodnotení zaznamenajú jeden až dva typy biotopov a jeden druh. Do roku 2050 sa predpokladá zhoršenie štyroch až šiestich typov biotopov a piatich druhov. Naopak,lepší sa stav troch až štyroch monitorovaných biotopov a troch druhov európskeho významu. Ak sa však negatívne trendy v oblasti priamych hybných síl nezmenia, potom je možné rátať s výraznejším zhoršením.

## Hlavné trendy v oblasti biodiverzity na Slovensku

Keďže Slovensko nie je izolovaný ostrov, faktory a trendy biodiverzity sú veľmi podobné, ako boli definované na globálnej či európskej úrovni. Na národnej úrovni sa stavu a trendom v oblasti biodiverzity venuje niekoľko výhľadových strategických dokumentov: rámcová stratégia Slovenska do roku 2030 – Vízia a stratégia rozvoja Slovenska do roku 2030 (Vízia 2030; MIRRI, 2020), Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030 (Envirostratégia 2030; MŽP SR, 2019), Strategický plán Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na roky 2023 – 2027 (MP SR, 2022), Konceptcia vodnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 (Konceptcia vodnej politiky 2030; MŽP SR 2022a), na nadnárodnej úrovni nová Stratégia lesného hospodárstva EÚ do roku 2030 (COM(2021) 572 final), Strategický plán Dohovoru o mokradiach na roky 2016 – 2024 a jeho aktualizácia z roku 2022 a rezolúcie prijaté na Ramsar COP14 (Ramsar Convention, 2022b), [Dekáda OSN pre obnovu ekosystémov](#) (2021 – 2030) (OSN, 2019a), Globálny rámec pre biodiverzitu z Kchun-mingu a Montrealu (Príloha 2, CBD, 2022), Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030 a iné.

### Využívanie krajiny, stav prírody a jej ochrana

- Slovensko implementuje environmentálnu legislatívu EÚ na národnej úrovni.
- Prehlbujúci sa tlak na čoraz intenzívnejšie využívanie prírodných zdrojov výrazne ovplyvňuje oblasti ako je lesníctvo, poľnohospodárstvo, rybné hospodárstvo, priemysel, energetika, cestovný ruch a služby.
- Ďalší úbytok prírodných a poloprírodných biotopov, pokles druhovej rozmanitosti aj rozmanitosti biotopov, predovšetkým v dôsledku intenzifikácie výroby a zábermi pôdy zástavbou.
- Postupujúca urbanizácia, budovanie líniových

stavieb (dopravná a energetická infraštruktúra), fragmentácia krajiny a jej biotopov.

### Demografia

- Koncentrácia produktívneho obyvateľstva v mestských aglomeráciách (krajské a väčšie okresné mestá) vs. postupné vyludňovanie vidieka (juh stredného Slovenska, severovýchod Slovenska) a zmena využívania krajiny.
- Rastúca suburbanizácia, migrácia z veľkých miest do satelitných obcí, čo má za následok celé spektrum nepriaznivých environmentálnych dôsledkov, vrátane straty a fragmentácie biotopov, ale aj ornej pôdy a pod.

### Hospodárstvo

- Posun k hospodárstvu založenému na službách a outsourcingu (využívaní externých zdrojov, napr. externého účtovníctva, externého manažmentu pozemkov a pod.) väčšiny priemyselnej výroby a časti služieb. Materiálová efektívnosť výrobných procesov sa zvyšuje, manažment zdrojov sa posúva k minimalizácii produkcie odpadu a obehovému hospodárstvu. Kombinácia obnoviteľných zdrojov energií (OZE) a jadra podporuje nízkouhlíkovú ekonomiku, čo lokálne vedie k nižšiemu tlaku na biodiverzitu.
- Vodovody a čistiare odpadových vôd pokrývajú čoraz väčšie územie.
- Rozvoj fotovoltických elektrární, malých vodných elektrární a veterných parkov (plánované sú aj obrovské parky s kapacitou 3 000 MW) predstavuje ďalšie zaberanie prírodného prostredia a vplyv na organizmy vrátane migračných trás živočíchov. Problémom Slovenska ostáva chýbajúca regulácia výstavby fotovoltických elektrární v krajine.
- Pokračuje nepriaznivý vplyv starých environmentálnych záťaží a nedostatočne eliminovaných chemických prvkov a zlúčenín zo životného prostredia, narastajúce množstvo nových chemických látok uvoľňovaných do životného prostredia.
- Rastúci automatizovaný priemysel potrebuje viac vstupov (energia, materiály) a menej pracovníkov. Narastá počet ľudí, ktorí pracujú z domu, čo je spojené s novými formami nakupovania a trávenia voľného času.
- Mnohé veľké spoločnosti si uvedomujú svoj environmentálny vplyv a reagujú na dopyt zákazníkov po výrobkoch s nízkym dopadom

na životné prostredie a biodiverzitu (v rámci celého životného cyklu svojich výrobkov). Je však nutná väčšia zaangažovanosť, investície do obehového hospodárstva a vyhýbanie sa „greenwashingu“ – keď podnikateľský subjekt vynakladá viac času a peňazí na marketing, než na skutočné minimalizovanie svojho vplyvu na životné prostredie.

### Poľnohospodárstvo

- Na jednej strane sa objavuje trend rastu rozlohy ekologického poľnohospodárstva (rastie výmera takto obhospodarovanej pôdy), zároveň však kvôli veľkovýrobe potravín sa na ostatnej poľnohospodárskej pôde hospodári až príliš vysoko intenzívne za cenu dramatického úbytku biodiverzity.
- Hlavným problémom bývania na vidieku zostáva nedostatok pracovných príležitostí a obmedzený prístup k základným službám, preto pokračuje odliv ľudí z vidieka a poľnohospodárskej krajiny.
- Rastúce ceny potravín vplyvom zmien na globálnom/európskom trhu sú posilňované dôsledkami zmeny klímy a využívaním časti poľnohospodárskej pôdy na produkciu plodín pre biopalivá (napr. repka olejná sa v SR a v ČR už dnes pestuje zhruba na 10 % rozlohy poľnohospodárskej pôdy).

### Lesy a lesné hospodárstvo

- Zmena klímy zásadne priamo (aj nepriamo) ovplyvňuje druhovú skladbu lesov, vysoký je podiel náhodnej ťažby a narastá výmera holín najmä v smrekových porastoch v dôsledku víchric, čo zase spôsobuje, že lesné komplexy sú v značnej miere fragmentované a vzniká vyššie riziko ich ohrozenia škodcami.
- Európske vegetačné pásma sa v dôsledku zmeny klímy začali posúvať smerom na sever a na horách smerom do vyššej nadmorskej výšky, čo na väčšine miest spustilo transformačné zmeny lesných ekosystémov.
- EÚ/národné stratégie na zvýšenie biodiverzity a rozšírenie chránených území a súčasný prechod k zelenému hospodárstvu, v ktorom má drevo ako obnoviteľná surovina centrálnu úlohu pri výrobe rôznych produktov nahrádzajúcich fosilné zdroje, zvyšujú dopyt a vytvárajú tlak na cenu komodity a zvýšenie produkcie.
- Zvyšuje sa rozpor medzi hospodárskymi očakávaniami obhospodarovateľov lesa a možnosťami

ekosystémov značne ovplyvnenými zmenou klímy. Z hľadiska biodiverzity sa stáva nevyhnutným prechod k prírode blízkeho obhospodarovaniu lesa, a to nielen v chránených územiach, ale aj v hospodárskych lesoch.

### Voda a vodné hospodárstvo

- Zásahy v dôsledku hospodárskej činnosti v synerгии so zmenou klímy viedli k zásadným zmenám prirodzeného vodného režimu, fungovania riek a ich záplavových území, k zmenám kvalitatívnych a kvantitatívnych pomerov podzemných a povrchových vôd, čo sa prejavilo najmä zmenou morfológických a hydrologických charakteristík vodných tokov, suchom a nedostatkom vody, zmenami prirodzenej infiltrácie a dopĺňania podzemných vôd, úbytkom biodiverzity a zhoršovaním stavu vodných a na vodu viazaných ekosystémov.
- V dôsledku intenzifikácie využívania krajiny, ako aj nezosúladenia plánovacích procesov a plánovacích dokumentov, nevhodných postupov, zásahov a realizovaných opatrení pri využívaní krajiny a nejednoznačnosti legislatívnych opatrení dochádza ku zmenšovaniu priestoru pre vodné toky a mokrade, k poklesu hladín podzemných vôd a k ich úbytku. Viacero vodných tokov a záplavových území (vrátane mokradí) bolo nevhodne upravených, fragmentovaných (bariéry na tokoch) a takéto vodné útvary nedosahujú dobrý ekologický stav/potenciál.
- Meniaca sa klíma, zvyšovanie frekvencie a výkyvov extrémnych prejavov počasia spolu so spomenutými faktormi zvyšujú tlak na manažment vody v krajine a v konečnom dôsledku na odolnosť a biodiverzitu sladkovodných ekosystémov.

### Spoločnosť a politika

- Vo svete pribúdajú regionálne konflikty, vojny a problém nedostatku potravín, ktoré ovplyvňujú domácu politiku. Najvýraznejšie sa u nás prejavuje ruská vojenská agresia na Ukrajine, ktorá zvyšuje tlak na dostupné zdroje v celej Európe, prehľbuje polarizáciu v spoločnosti a rovnako má priame následky na biodiverzitu a krajinu na Ukrajine. Ďalšími dôsledkami je nárast nákladov na humanitárnu a rozvojovú pomoc či zvyšovanie nákladov na obranu.
- EÚ zostáva napriek vnútornému napätiu funkčnou entitou a ako svetový líder v environmentálnej oblasti udáva trendy, ktoré brzdia negatívne



aktivity v krajine a životnom prostredí. Treba však priznať, že priemerná ekologická stopa EÚ je asi dvakrát vyššia ako priemerná dostupná biokapacita; EÚ teda žije z prírodných zdrojov iných štátov – a na ich úkor.

- Zvyšovanie sociálnych a adaptačných nákladov vytvára tlak na verejné rozpočty. Nárast populizmu a vplyvu radikalizmu má aj v Európe tendenciu viesť k novým, autoritatívnejším formám vládnutia, ktoré často popierajú naliehavosť environmentálnej krízy.
- Na Slovensku sa postupne zlepšuje odborná kapacita štátnej správy, samospráv a ďalších sektorov. Hoci rezort životného prostredia naberá na dôležitosti aj kompetenciách, má dostatok odborníkov na ochranu prírody a environmentálny manažment, ale aj kvôli častým politickým zmenám sa im nedarí udržať v štátnom sektore. Plánovanie a manažment s inými rezortmi nie sú zladené, pretrváva rezortizmus.

## Implikácie

Podľa scenárov IPBES, IPCC a EEA môžeme signifikantné celosvetové zhoršovanie biodiverzity a zmenu klímy zastaviť iba za predpokladu prijatia zásadných krokov, ktoré by zabezpečili preme-

nu globálneho systému výroby a spotreby (CBD, 2022; EEA, 2019; IPBES, 2019; IPCC, 2021, 2023; UNEP, 2021a). Ak sa súčasné trendy zásadne nezmenia, budeme svedkami prehlbovania environmentálnej krízy s viacerými silne nepriaznivými implikáciami (pozri aj Považan & Filčák (eds.) (2020)).

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že ako dôsledok našej nečinnosti v nasledujúcich desaťročiach na Zemi zrejme vymrú státisíce druhov a ďalšie budú ohrozené vyhynutím. Zmena klímy sa stane jedným z kľúčových degradačných procesov v prírode. Vplyvom otepľovania a acidifikácie oceánov globálne takmer všetky koralové útesy smerujú k masívnemu odumretiu, požiare a vlny horúčav a obdobia sucha budú časté, svetové zásoby potravín nebudú dostatočné.

Na Slovensku sa v dôsledku zmeny klímy bude ďalej otepľovať, pričom v nasledujúcich desaťročiach sa predpokladá posun vegetačných pásiem do vyšších polôh alebo zemepisných šírok, pričom nárast priemernej teploty na pevnine v Európe a na Slovensku už v súčasnosti je oproti globálnemu priemeru takmer dvojnásobný (MŽP SR, 2018). Úbytok biodiverzity a degradácia ekosystémov a ich služieb budú pokračovať, aj keď lokálne sa niektoré typy biotopov podarí obnovovať. Snahy o zabezpečenie ekologickej konektivity krajiny



a biotopov aj prostredníctvom rôznych typov územnej ochrany prvkov ekologickej konektivity (IUCN-WCPA, 2019) budú negované negatívnymi trendmi, ako intenzifikácia poľnohospodárstva, urbanizácie, suburbanizácie a výstavby technickej a energetickej infraštruktúry, ktoré povedú k ďalšej [fragmentácii biotopov](#).

Vplyvy [zvýšených teplôt](#) a klimatických extrémov už teraz vedú k extrémnym udalostiam ako dlhotrvajúce suchá a bleskové lokálne povodne (MŽP SR & SHMÚ, 2017). Menej je postihnutý sever Slovenska (tu množstvo zrážok mierne rastie). S tým súvisia aj ďalšie dôsledky, ako zvýšenie frekvencie požiarov, kalamity, migrácia nových druhov, vyšší tlak lesných škodcov (napr. lykožrút). Oteplenie prináša posun vo fenologických fázach rastlín (napr. začiatok kvitnutia) a nesúlad s nástupom opelovačov. Pomerne častý výskyt silnejších jarných mrazov (vplyvom vpádu arktického vzduchu a vhodných podmienok na „umocnenie“ mrazov) má nepriaznivé dôsledky na rozkvitnutú prírodu a pestovanie ovocia. V dôsledku sucha a privalových zrážok sa prehĺbuje erózia pôdy s viacerými negatívnymi dôsledkami na biodiverzitu. Zmena klímy a globalizácia urýchľujú šírenie viacerých chorôb s dosahom na náš región (napr. možné znovuobjavenie malárie, ochorenia prenášané kliešťami, vírusy prenosné na človeka) a predlžujú peľovú sezónu (alergie).

Úbytok druhov a zmenšovanie populácií, najmä hmyzu, osobitne opelovačov, ale aj endemických taxónov je rapídny. V najbližších desaťročiach môže vyhynúť až 40 % svetového hmyzu (najmä motýle, blanokrídlovce vrátane včiel, chrobáky). Medzi dotknuté skupiny hmyzu patrí aj mnoho „bežných“ druhov so širšou ekologickou amplitúdou (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Regionálne urbanizácia, suburbanizácia a výstavba infraštruktúry vedú k ďalšej fragmentácii biotopov, [budovanie a obnova zelenej a modrej infraštruktúry](#) (napr. odstraňovanie bariér na vodných tokoch) však postupuje pomaly a nedostatočne. Kontrola environmentálnej kriminality sa zlepšuje, a to aj na medzinárodnej úrovni, ale pretrváva pytliactvo a nelegálne usmrcovanie chránených živočíchov a obchod s nimi.

Pôdne organizmy, [vtáky poľnohospodárskej krajiny](#), hmyz (napr. motýle a iné opelovače), ale aj niektoré druhy zveri trpia používaním v súčasnosti dominujúcich poľnohospodárskych praktík, napr.



veľkoblokových polí, [pesticídov a priemyselných hnojív](#), pretože intenzifikácia zvyšuje výnos, ale vedie aj k strate druhovej diverzity (Beckmann et al., 2019). K úbytku biodiverzity prispieva aj zanechávanie obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy, ako aj v súčasnosti rozšírené oplocovanie pozemkov.

V územiach s vyššími stupňami ochrany zrejme dôjde k zmene obhospodarovania lesov s pozitívnym vplyvom na biodiverzitu. V bezzásahových územiach sa zavádza zákaz ťažby a na územiach s aktívnym manažmentom dostáva prednosť prírode blízke obhospodarovanie (MŽP SR, 2019). Takéto riešenia zvyšujú súlad medzi cieľmi ochrany a udržateľného rozvoja (Cohen-Shacham et al., 2019). Lesy prechádzajú premenou v [druhovej skladbe](#). Postupne sa znižuje najmä zastúpenie smreka a na jeho miesto prichádzajú listnaté drevíny (napr. buk a javor). V zmiešaných lesoch budú postupne vypadávať ihličnany a na ich miesto nastupovať ďalšie listnáče, ako dub, javor, jaseň, brest, ale aj agát. Závažným problémom lesov na Slovensku je tiež, že taká významná a dominantná drevina, ako je buk lesný, môže postupne stratiť veľkú časť svojho potenciálneho distribučného rozsahu (Thurm et al., 2018).

Minulé snahy o zmiernenie prudkého nástupu a šírenia [invázných](#) druhov neboli dostatočne



účinné na to, aby držali krok s rastúcou globalizáciou (Seebens et al., 2017). [Potlačanie inváznych druhov rastlín a živočíchov](#) je aj naďalej nedostatočné, nekoordinované a pomerne často nesystémové. Preto pokračuje ich šírenie a ohrozovanie pôvodných biotopov a druhov vrátane chránených a endemických.

Priame implikácie pre Slovensko sú upravené podľa publikácie Považan & Filčák (eds.) (2020) a doplnené o novšie dokumenty strategického charakteru:

#### Využívanie krajiny, stav prírody a jej ochrana

- Rastúci tlak na ekosystémy bude viesť k zníženiu biodiverzity, k izolácii populácií druhov, zníženiu výmery až zániku viacerých typov biotopov a niektorých populácií druhov, predovšetkým v poľnohospodárskej krajine. Na druhej strane bude zrejme pokračovať návrat niektorých druhov živočíchov a ich rozširovanie v rámci nášho územia (napr. bobor, zubor).
- Predpokladá sa realizácia zonácie národných parkov do roku 2024 a vypracovanie a aktualizovanie programov starostlivosti v nadväznosti na prehodnotenie chránených území. Vo vzťahu k manažmentu sa aplikujú medzinárodné štandardy IUCN. Na dosiahnutie úspechu je však nevyhnutným predpokladom neustála komunikácia s vlastníkmi či užívateľmi území.

- Budú pokračovať protikladné trendy v manažmente lesných biotopov a [chránených území](#) (malá časť vysoko chránených, ale nedostatočne prepojených území, väčšina krajiny bude čeliť rastúcim tlakom). V súvislosti s reformou národných parkov sa predpokladá environmentálne vhodnejší manažment lesov a viac bezzásahových území. Vo voľnej krajine bude pokračovať intenzívnejší manažment v hospodárskych lesoch.
- Vo vzťahu k trajektórii rozvoja EÚ a Slovenska začne ochrana a obnova krajinných prvkov na poľnohospodárskej pôde, pričom výmera poľnohospodárskej pôdy s ekologickým obhospodarovaním bude rásť (do roku 2030 má predstavovať minimálne 13,5 % z celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy – táto výmera sa dosiahla už v roku 2021).
- V urbanizovaných územiach a v krajine sa postupne bude presadzovať koncepcia [zelenej infraštruktúry](#). V návrhu riešenia nových projektov bude povinne analyzovaná možnosť aplikácie takýchto riešení (zazeleňovanie striech a verejných priestranstiev, zvýšenie zachytu dažďovej vody, previazanie budovania dopravných projektov s prírodou či rozširovanie mestských parkov a mestskej zelene a podpora biodiverzity v intravilánoch). Budovanie zelenej infraštruktúry v poľnohospodárskej krajine môže tiež pomôcť pri adaptácii na zmenu klímy.
- Do praxe sa postupne zavádzajú prírode blízke opatrenia na úrovni krajiny a [koncepcia ekosystémových služieb](#). Jej pochopenie je spočiatku rôzne: ako celospoločensky prospešné opatrenie na jednej strane a ako finančná kompenzácia strát pre vlastníkov/užívateľov na druhej strane. Bude rásť význam monitoringu a prípadných následných úprav v manažmente (adaptívny manažment) najmä lesných ekosystémov.

#### Demografia

- Obyvateľstvo Slovenska bude starnúť. Niektoré regióny (juh stredného Slovenska, prihraničné regióny východného Slovenska) sa pravdepodobne budú vyludňovať, čo bude v kontraste s rastúcimi mestskými aglomeráciami a rozvojom ich satelitných obcí.
- Pohyb obyvateľstva bude znamenať aj väčšie protiklady v krajine: prirodzená, čiastočne vyludnená krajina vs. intenzívne hospodársky a podobne intenzívne rekreačne využívaná krajina.

- Keďže vidiecka krajina sa bude opúšťať a následne pustnúť, môže to priniesť ďalšie šírenie invázných druhov, ako aj nárast zalesnených plôch na poľnohospodárskej pôde najmä vplyvom sekundárnej sukcesie, čím sa bude meniť typický krajinný obraz.
- Urbanizácia a suburbanizácia a súvisiaci rozvoj technickej infraštruktúry budú naďalej viesť k [fragmentácii biotopov](#). Menšia, ale bohatšia populácia bude mať vyššiu spotrebu prírodných zdrojov (energetika, bývanie, mobilita, turizmus).
- Rozvoj v oblasti technológií vo vzťahu k dekarbonizácii, obnoviteľným zdrojom energie, k doprave a pod. si bude vyžadovať značné investície, ktoré môžu priniesť nové pracovné príležitosti a zvýšiť vedecko-technický potenciál. Je však nutné riadiť sa princípom opatrnosti a na základe dát a analýz, pretože masívna výstavba [OZE](#) môže vytvárať ďalší neúmerný tlak na krajinu a prírodné prostredie (z hľadiska efektívnosti a záberu krajiny má jadrová elektrárňa omnoho nižšie nároky).

## Hospodárstvo

- V intenzívne využívaných a urbanizovaných územiach bude pretrvávajúci silný tlak na prírodné zdroje a zložky životného prostredia, pokračujú aj rôzne strety záujmov a konflikty. Zvyšuje sa množstvo ťažko rozložiteľných chemických zlúčenín vrátane farmaceutických produktov v životnom prostredí. V okrajových hospodárskych regiónoch s menším tlakom na biodiverzitu sa jej stav môže zlepšiť.
- Zelené hospodárstvo bude lokálne prispievať k zlepšeniu [kvality ovzdušia](#), [vody](#) a [pôdy](#) a k nižšej intoxikácii voľne žijúcich organizmov či ekosystémov (Enviroportal, 2022). Otvorenou otázkou ostáva, či dokáže znížiť neúmerne vysoký a stále rastúci tlak na ekosystémy (napr. masívne rozšírenie fotovoltiky a veterných parkov vo voľnej krajine môže tlak na krajinu a prírodné a poloprírodné biotopy ešte zvýšiť).
- Prechod na alternatívne pohony (vodík, elektromobilita) pri využívaní jadrovej energie a obnoviteľných zdrojov povedie k zníženiu emisií (okrem pevných častíc a ozónu), ale zvýši dopyt po vzácnych kovoch. To bude vytvárať potrebu zvýšeného zavádzania obehového hospodárstva. Zásadným problémom je tiež pestovanie plodín pre biopalivá na ornej pôde.
- Dekarbonizácia priemyslu a energetiky si vyžiada veľké investície, ale v prípade nastavenia striktných kritérií na ochranu prírody a krajiny môže prispieť k zastaveniu zhoršovania životného prostredia. To však znamená, že ani v prípade projektov a investícií do dekarbonizácie nemožno obchádzať posudzovanie vplyvov na životné prostredie.

## Poľnohospodárstvo

- Menšia časť trhu potravín z ekologického hospodárstva a biohospodárstva má pozitívne vplyvy na biotopy, tie však zostávajú malé v porovnaní s vplyvmi veľkovýroby. Nemožno očakávať významnú priaznivú zmenu v stave biotopov a druhov viazaných na poľnohospodárske využívanie. Implementácia opatrení v poľnohospodárstve ako predeľovacie biopásy alebo agrolesníctvo však môžu prispieť k zníženiu poklesu biodiverzity aspoň v časti produkcie. A to najmä pri ďalšom integrovaní ochrany biodiverzity do reformovanej Spoločnej poľnohospodárskej politiky EÚ a jej rešpektovaní na národnej úrovni v rámci priamych platieb a opatrení Strategického plánu SPP<sup>3</sup> (MP SR, 2022). Viac ako 513 miliónov eur z fondov EÚ je vyhradených pre poľnohospodárov, ktorí sa dobrovoľne zaviazujú k environmentálne ambicióznym opatreniam na poľnohospodárskej pôde v rámci nového celofarmárskeho ekologického systému. Patria sem postupy, ako zlepšenie štruktúry pôdy, zvýšenie koncentrácie uhlíka v pôde, vyčlenenie neproduktívnych plôch a ich osiatie zmesami pre opeľovače, obmedzenie maximálnej plochy obhospodarovanej pôdy či zmena režimu kosenia a pastvy na trávnych porastoch. Cieľom Slovenska je do roku 2030 obrábať 20 % svojej poľnohospodárskej pôdy v rámci ekologického poľnohospodárstva (Envirostratégia 2030 uvádza minimálny cieľ 13,5 %). Strategický plán SPP tomuto procesu pomôže poskytnutím finančnej pomoci na 270 000 hektárov (14 % poľnohospodárskej pôdy).
- V rámci rozvoja vidieka je približne 46 % finanč-

3 Strategické plány SPP podporujú prechod k inteligentnému, udržateľnému, konkurencieschopnému, odolnému a diverzifikovanému poľnohospodárskemu sektoru a zároveň zabezpečujú dlhodobú potravinovú bezpečnosť. Prispievajú tiež ku klimatickým opatreniam, ochrane prírodných zdrojov a zachovaniu/zvýšeniu biodiverzity, ako aj posilňujú sociálno-ekonomickú štruktúru vidieckych oblastí.

ných prostriedkov vyhradených na environmentálne a klimatické ciele, ako sú agro/lesno-environmentálne a klimatické opatrenia. Na viac ako 27 % poľnohospodárskych plôch sa budú uplatňovať postupy vedúce k udržateľnosti a zníženiu používania [pesticídov](#).

- Vidiecke oblasti Slovenska naďalej čelia veľkým výzvam, aby zostali atraktívnym miestom na život, keďže rozdiel v životnej úrovni medzi vidieckymi a mestskými oblasťami je veľký. Strategický plán SPP bude preto podporovať vytváranie pracovných miest vo vidieckych oblastiach s cieľom vytvoriť 1 500 pracovných miest a podporiť ďalších 430 vidieckych podnikov. Miestny rozvoj vedený komunitou, realizovaný prostredníctvom prístupu LEADER, pomôže riešiť výzvy, ktorým čelia vidiecke oblasti, prostredníctvom podpory spolupráce medzi farmármi a výrobcami, rozvoja obcí, miestnej infraštruktúry a základných služieb a podporou podnikateľských aktivít.

### Lesy a lesné hospodárstvo

- V blízkej budúcnosti sa bude zrejme naďalej znižovať stabilita lesných porastov – ohrozenie produkčných a mimoprodukčných funkcií lesa, častejšie kalamity až rozpad lesných porastov (predovšetkým v smrečinách, kde k tomu prispeje aj rastúci tlak lykožrúta – zvyšovanie počtu jeho generácií v priebehu roka). V horizonte najbližších desiatok rokov sa zmení druhová skladba, zníži sa najmä zastúpenie smreka, jeho miesto nahradia listnaté dreviny (napr. buk a javor). V zmiešaných lesoch budú postupne vypadávať ihličnany a na ich miesto nastúpia ďalšie listnáče, ako dub, javor, jaseň, brest, ale aj agát.
- V lesnom hospodárstve sa bude pokračovať v zavádzaní ekosystémových prístupov a budú sa presadzovať tvrdšie normy na [udržateľné hospodárenie v lesoch](#). Zvýši sa verejná a inštitucionálna kontrola ťažby dreva.
- Tlak odbornej verejnosti na zabezpečenie ekosystémových služieb lesov postupne vplýva na spôsob obhospodarovania lesov, najmä v súlade s princípmi udržateľného a prírode blízkeho manažmentu. Prispieva to k zvráteniu poklesu biodiverzity najmä lesných a na les viazaných druhov a lesných biotopov. Týka sa to však menšej výmery lesov. Naopak, v protismere pôsobí rastúca cena dreva – drevo stále ostáva hlavnou komoditou.

- Zvýšená výmera lesov v chránených územiach a prechod na prírode blízke obhospodarovanie lesov s cieľom ochrany biodiverzity môže mať aj nepriaznivé dôsledky na produkciu dreva ako obnoviteľnej suroviny a na mieru záchytu uhlíka v biomase. Úložiská uhlíka v starnúcich porastoch sa budú postupne saturovať (napr. Naburs et al., 2013; 2017). Nespochybniteľným prínosom lesných ekosystémov vo vzťahu k zmene klímy je však ich klimatická funkcia a zmierňovanie klimatických extrémov (výrazný ochladzovací efekt vegetácie) ako dôležitá vlastnosť pri adaptácii na zmenu klímy, ako aj regulácia vodného cyklu.
- Pri manažmente lesa sa budú musieť uplatňovať prírode blízke adaptačné opatrenia, ktoré reflektujú regionálne a mikroklimatické špecifiká pod vplyvom zmeny klímy. Začne sa prísna ochrana zvyšných pralesov. Vytvoria sa nové biologicky rozmanité lesné porasty.
- Podporí sa udržateľné lesné biohospodárstvo, napr. aj inováciami a podporou výrobkov z dreva s dlhou životnosťou a potenciálom postupne nahrádzať fosílny zdroje. Je však potrebné zefektívniť využitie dreva a dodávateľských reťazcov. Na lokálnej úrovni sa zabezpečí udržateľné využívanie biomasy na vykurovanie, napr. aj formou centrálného vykurovania.

### Voda a vodné hospodárstvo

- Cieľom je mať takú krajinu v povodiach, ktorá je schopná zadržiavať vodu a zmierňovať negatívne dôsledky zmeny klímy, aby bola zabezpečená ochrana a diverzifikácia vodných zdrojov, efektívne a hospodárne užívanie vôd, plnenie ekosystémových služieb, ako aj bezpečnosť a ochrana zdravia a majetku obyvateľov. Tento cieľ podporí aj systematické zvyšovanie vodozadržnej kapacity pôdy a prvkov zelenej a modrej infraštruktúry v každom type krajiny. Tento stav je potrebné dosiahnuť určením hierarchie zásahov do krajiny, kedy prvou prioritou bude spomaľovanie odtoku vody, druhou opatrenia na znižovanie kulminačného prietoku – splošťovanie prietokovej vlny a na oneskorenie prietokovej vlny (v dôsledku zvýšenia vodozadržnej kapacity krajiny), a nakoniec aj realizáciou opatrení na ochranu pred povodňami priamo na vodnom toku, avšak vždy s ohľadom na dosiahnutie cieľov rámcovej smernice o vode a súvisiacich smerníc s využitím nástrojov územného plánovania.

- Plánuje sa obnova prirodzeného charakteru v minulosti nevhodne upravených vodných tokov a záplavových území (vrátane mokradí), zníženie ich fragmentácie (odstránenie alebo spriechodnenie bariér) a obnova meandrov, ako aj biologickej a morfolologickej spojitosti tokov (umožnenie migrácie vodných organizmov, najmä rýb, transport sedimentov) tak, aby vodné útvary dosahovali aspoň dobrý ekologický stav/potenciál. Toto všetko je dôležité pre zvýšenie retenčnej kapacity krajiny, podporu samočistiackej schopnosti tokov, obnovu a rozvoj biodiverzity, adaptáciu krajiny na očakávané negatívne dôsledky zmeny klímy vrátane extrémnych hydrologických situácií (povodne, sucho) a v neposlednom rade aj pre schopnosť riek a riečnej krajiny poskytovať ekosystémové služby vrátane rybárstva.
- Pri vykonávaní koncepcie vodnej politiky bude pri príprave a realizácii opatrení a financovaní konkrétnych investícií uplatňovaný princíp „do no significant harm“/„výrazne nezhoršovať“ vo vzťahu k stavu vodných útvarov. Bude platiť, že každá investícia, opatrenie, projekt musí situáciu (čo sa týka stavu vôd) buď zlepšovať, alebo aspoň nezhoršiť, pričom preferované budú riešenia, ktoré majú pozitívny vplyv nielen na stav vôd, ale aj na priaznivý stav rastlinných a živočíšnych druhov (kumulácia záujmov ochrany vôd a biotopov), budú zvyšovať odolnosť povodí voči negatívnym dôsledkom zmeny klímy (kumulácia záujmov s potrebou adaptácie na zmenu klímy) či urbanistický rozvoj vo vhodných lokalitách (kumulácia záujmov rozvoja sídiel so záujmami ochrany pred povodňami) s náležitým zakotvením v územných plánoch na všetkých úrovniach.
- Zároveň budú uprednostňované preventívne opatrenia pred opatreniami na odstraňovanie následkov. Environmentálne udržateľné sociálne a ekonomické úžitky by mali byť kľúčovým kritériom pri manažmente vodných zdrojov. Realizácia opatrení nesmie prispievať k zvyšovaniu emisií skleníkových plynov, ale naopak, má prispievať k dosiahnutiu cieľa uhlíkovo neutrálneho hospodárstva, pričom sa hodnotenie bude vzťahovať na celý životný cyklus opatrenia, technológie a služby. Opatrenia musia prejsť hodnotením rizík v súvislosti s existujúcimi aj očakávanými dôsledkami zmeny klímy. Z tohto dôvodu budú preferované prírode blízke riešenia (Nature Based Solutions) všade tam, kde to bude technicky a ekonomicky možné,

pretože sú nástrojom pre ochranu, udržateľné riadenie a obnovu prírodných alebo ľudskou činnosťou pozmenených ekosystémov, účinne a adaptívne reagujú na spoločenské výzvy, zlepšujú biodiverzitu a súčasne poskytujú benefity ľuďom.

- Do roku 2030 by mali mať aglomerácie s viac ako 2 000 obyvateľmi 100 % a aglomerácie s nižším počtom obyvateľov 50 % podiel odvádzaných a čistených vôd.

### Spoločnosť a politika

- EÚ bude aj naďalej určovať smerovanie environmentálnej legislatívy v členských štátoch vrátane Slovenska. Oстане čiastočnou zárukou environmentálnej kvality, prevencie a kontroly. Napriek tomu početné negatívne javy v krajine pretrvávajú a vzniknú nové. Najmä vplyvom zmeny klímy a vln horúčav narastie počet predčasných úmrtí ľudí aj celkový nepriaznivý vplyv na biodiverzitu.
- Ruská vojenská agresia na Ukrajine a hrozba rozšírenia konfliktu budú viesť k nárastu výdavkov na obranu často aj na úkor iných oblastí, najmä ochrany životného prostredia, zdravotníctva, školstva a pod.
- Globálny aj lokálny rast sociálnych nerovností sa bude premietiť do rozličných tlakov na životné prostredie. Bohatšie mestské obyvateľstvo ďalej zvýši svoju ekologickú stopu. Vidiecke obyvateľstvo totiž viac využíva stratégie prežitia čiastočne založené na lokálnych zdrojoch (napr. biomasa a s tým súvisiace výrubu a následné zhoršenie kvality ovzdušia).
- V dôsledku demografických zmien porastie tlak na financovanie sociálnych a zdravotníckych služieb, pričom štát bude zároveň zvyšovať príspevky na obrannú politiku aj rozvojovú pomoc.

## Riziká, výzvy a odozvy

Posledné globálne a európske hodnotiace správy (IPBES, UNEP, EEA) sa zhodujú na tom, že ciele zamerané na ochranu a udržateľné využívanie prírody a dosahovanie udržateľnosti nie je možné dosiahnuť súčasnými spôsobmi a **ciele na rok 2030 a nasledujúce roky možno dosiahnuť len prostredníctvom transformačných zmien naprieč ekonomickými, spoločenskými, politickými a technologickými sektormi.**

Podmienkou úspešnej transformácie je zásadná zmena nášho vzťahu k prírode a obnova úcty a rešpektu ku krajine. Globálne problémy životného prostredia (strata biodiverzity, zmena klímy, znečisťovanie prostredia, zmena krajiny, vyčerpávanie vodných zdrojov a ďalšie) nemôžu byť riešené jednotlivo, ale len v ich vzájomnej prepojenosti. Takýto systémový prístup (Sabo et al., 2020) je, samozrejme, výrazne náročnejší ako prijímanie čiastkových riešení. Navrhované kroky vyžadujú súčinnosť štátnej správy a samosprávy na všetkých úrovniach, medzinárodných medzivládnych inštitúcií, finančných inštitúcií, súkromného sektora, mimovládnych organizácií, ale aj domácností a v neposlednom rade aj jednotlivcov.

Zvyšovanie informovanosti a vzájomnej prepojenosti v kontexte environmentálnej krízy a nové normy, týkajúce sa vzájomného pôsobenia človeka a prírody, by túto pozitívnu zmenu podporilo. Z krátkodobého hľadiska (pred rokom 2030) by všetci činitelia s rozhodovacími právomocami mohli prispieť k transformáciám zameraným na udržateľnosť, a to aj prostredníctvom lepšieho a zvýšeného zavádzania a presadzovania účinných existujúcich politických nástrojov a nariadení, ako aj reformou a odstránením škodlivých

existujúcich politík a dotácií (napr. dotácie na výstavbu elektrární na biomasu dovážanú na značné vzdialenosti, na výstavbu malých vodných elektrární na prírodných tokoch alebo na masívnu výstavbu fotovoltaických elektrární na prírodných a poloprírodných biotopoch). Sú potrebné ďalšie opatrenia, ktoré umožnia transformačnú zmenu z dlhodobého hľadiska (do roku 2050) a popri nevyhnutnom riešení rozmanitých degradačných procesov sa zamerajú na nepriame faktory, ktoré sú základnými príčinami zhoršovania stavu prírody, vrátane zmien v spoločenských, ekonomických a technologických štruktúrach v rámci národov a medzi nimi.

Súčasný stav nie je udržateľný a nemá nastavené procesy, ktoré by viedli k transformačnej zmene na naplnenie cieľov stanovených v kľúčových dohodách, ako je Globálny rámec pre biodiverzitu z Kchun-mingu a Montrealu a pripravovaný zákon o obnove prírody na úrovni EÚ (Nature Restoration Law).

Podľa Kchun-ming-Montreal protokolu (Kunming-Montreal GBF, Príloha 2) identifikujeme štyri dlhodobé ciele na rok 2050, súvisiace s víziou biodiverzity do roku 2050 (CBD, 2022):

**1** Integrita, konektivita a odolnosť všetkých ekosystémov sa udržiava, zlepšuje alebo obnovuje, čím sa do roku 2050 podstatne zväčší rozloha prírodných ekosystémov; Vymieranie známych ohrozených druhov spôsobené ľudskou činnosťou je zastavené a do roku 2050 sa miera vymierania a riziko všetkých druhov desaťnásobne znížia a početnosť pôvodných voľne žijúcich druhov sa zvýši na zdravú a odolnú úroveň; Genetická diverzita v rámci populácií voľne žijúcich a domestikovaných druhov je zachovaná, čím sa zabezpečuje ich adaptačný potenciál.



**2** Biodiverzita sa využíva a riadi udržateľným spôsobom a prínosy prírody pre ľudí, vrátane funkcií a služieb ekosystémov, sa oceňujú, udržiavajú a zveľaďujú, pričom sa obnovujú tie, ktoré sú v súčasnosti na ústupe, čím sa podporuje dosiahnutie udržateľného rozvoja v prospech súčasných a budúcich generácií do roku 2050.



**3** Peňažné a nepenažné výhody plynúce z využívania genetických zdrojov a digitálnych sekvenčných informácií o genetických zdrojoch a tradičných poznatkoch spojených s genetickými zdrojmi, ak je to vhodné, sa zdieľajú spravodlivo, a to podľa potreby aj s pôvodnými obyvateľmi a miestnymi komunitami do roku 2050, pričom sa zabezpečí primeraná ochrana tradičných poznatkov spojených s genetickými zdrojmi, čím sa prispeje k zachovaniu a udržateľnému využívaniu biodiverzity v súlade s medzinárodnými dohodnutými nástrojmi prístupu a zdieľania prínosov.



**4** Adekvátne prostriedky implementácie vrátane finančných zdrojov, budovania kapacít, technickej a vedeckej spolupráce a prístupu k technológiám a ich prenosu na úplnú implementáciu Kunming-Montrealského globálneho rámca pre biodiverzitu sú zabezpečené a spravodlivo dostupné pre všetky strany, hlavne rozvojové krajiny, najmä najmenej rozvinuté krajiny a malé ostrovné rozvojové štáty, ako aj krajiny s transformujúcim sa hospodárstvom, postupne znižujúce medzeru vo financovaní biodiverzity vo výške 700 miliárd dolárov ročne a zosúladienie finančných tokov s Kunming-Montrealským globálnym rámcom pre biodiverzitu a víziou pre biodiverzitu do roku 2050.

## Zákon o obnove prírody (Nature Restoration Law)

Zákon o obnove prírody ([Nature Restoration Law](#), COM(2022) 304 final) je prvým celoeurópskym dokumentom zameraným na obnovu degradovaných území. Sústreďuje sa najmä na územia

a ekosystémy, ktoré majú vysoký potenciál pre biodiverzitu, na zachytávanie a uskladnenie uhlíka a tiež územia s vysokým potenciálom ochrany pred prírodnými katastrofami. Hlavné piliere navrhovaného zákona o obnove prírody sú:



### 1. Zvýšenie biodiverzity.

2. Zabezpečenie procesov v prírode, ktoré prečisťujú vodu a vzduch, prispievajú k opeleniu rastlín a chránia pred povodňami.

3. Zastavenie globálneho otepľovania na úroveň 1,5 °C.

4. Vybudovanie európskej odolnosti, strategickej samostatnosti, zamedzenie prírodných katastrof a zníženie miery rizika potravinovej nedostatočnosti.

## Zákon o obnove prírody má tieto ciele:

1. Zlepšovať a obnovovať rôzne biotopy a pri navrátiť populácie druhov pomocou obnovy a zväčšenia ich pôvodného územia.
2. Zabrániť poklesu populácií prirodzených opelovačov do roku 2030 a následne dosiahnuť rastový trend týchto populácií, ktoré sa budú pravidelne monitorovať.
3. Dosiahnuť rastúci trend mŕtveho dreva v lesných ekosystémoch, vytvoriť porasty s nerovnomernou vekovou skladbou, prepojiť lesné ekosystémy a zvýšiť množstvo bežného lesného vtáctva a zásob uhlíka.
4. Zastaviť straty zelených plôch v urbanizovanom prostredí do roku 2030 a následne zvýšiť podiel zelených plôch v mestskom prostredí do roku 2040 a 2050.
5. Docieľiť obnovu populácií lúčnych motýľov a vtáctva v poľnohospodárskej krajine a uskladniť organický uhlík v minerálnych pôdach poľnohospodárskeho charakteru, zvýšiť rozmanitosť krajinných prvkov a obnoviť mokrade, ktoré boli v minulosti odvodnené na poľnohospodárske účely.

6. Obnoviť morské a prímorské ekosystémy.
7. Zvýšiť mieru kontinuity riek odstránením bariér na riečnych tokoch, zabraňujúcich prepojeniu s povrchovými vodami, s ambíciou dosiahnuť aspoň 25 000 km dĺžky riek, ktoré neobsahujú bariéry do roku 2030.

Výskyt veľkých environmentálnych výziev, ako sú degradácia biodiverzity a zmena klímy, je spojený s dôležitými, ale zároveň komplikovanými ekonomickými a sociálnymi faktormi (neudržateľné systémy výroby a spotreby, starnutie obyvateľstva, migračné tlaky a pod.). Otvára to otázky, ako by sa mala spoločnosť pri hľadaní realistických a účinných riešení organizovať a či je vo svojich súčasných štruktúrach a dynamike pripravená na potrebné zmeny.

Dosiahnutie **cieľov v oblasti udržateľnosti** si vyžaduje rôznorodé **transformačné zmeny**:

1. Udržateľnosť musí byť súčasťou plánovania naprieč sektormi a riadne komunikovaná.
2. Riadenie vo všetkých oblastiach musí zohľadňovať inovačné prístupy a zahŕňať prvky integračného a inkluzívneho charakteru.
3. Regulácia výroby a spotreby rešpektuje princípy udržateľného rozvoja a zmierňuje nerovnosti medzi skupinami obyvateľstva.
4. Manažment chránených území vrátane ochrany druhov je v súlade s problematikou zmeny klímy.
5. Dosiahnutie cieľov zohľadňuje adaptívne riadenie, participatívny proces a kontinuitu, ktorá si vyžaduje úpravu politík, dlhodobé monitorovanie a manažment.
6. Integrované krajinné plánovanie zahŕňa kombináciu nástrojov a politík, ktoré prispievajú k ochrane prírody a udržateľnému rozvoju územia.
7. Plánovanie a riadenie v oblasti hospodárstva prispieva k udržateľnému využívaniu pôdy a je v súlade s konceptom zmeny klímy. Ciele v hospodárstve zahŕňajú minimalizáciu negatívneho vplyvu na životné prostredie.
8. Úpravy v oblasti vodného hospodárstva sú riadené vo vzťahu k zmene klímy a zahŕňajú medzisektorové zásahy, ktoré zlepšujú využívanie vôd a eliminujú jej znečistenie.
9. Udržateľné územné plánovanie a rozvoj miest a obcí zohľadňuje adaptáciu na nepriaznivé prejavy zmeny klímy a je v súlade s potrebami obyvateľstva.
10. Transformačné zmeny prebiehajú v súlade s reformami ekonomických a finančných systémov a zohľadňujú otázky chudoby a nerovnosti.

V rovine praktických politík bude potrebné pokračovať v hľadaní riešení na globálnej úrovni a zároveň sa podieľať na tvorbe a implementácii ambiciózných prístupov EÚ. V rámci Európskej zelenej dohody, ktorú v decembri 2019 prijala Európska komisia (EK), sa aj Slovensko prihlásilo k záväzku, aby sa Európa stala prvým klimaticky neutrálnym kontinentom do roku 2050. Pôjde doslova o paradigmatickú zmenu, ktorá si bude vyžadovať prebudovanie celej ekonomiky na základe konceptu obehového hospodárstva, prechodu na obnoviteľné zdroje a zachytávania uhlíka. Jej súčasťou je z pohľadu biodiverzity najdôležitejšia Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030 ako komplexný, ambiciózný a dlhodobý plán

na ochranu prírody a zvrátenie degradácie ekosystémov. Cieľom stratégie je oživiť do roku 2030 biodiverzitu Európy. Na dosiahnutie tohto cieľa obsahuje stratégia konkrétne akcie a záväzky. EÚ taktiež pripravila nový zákon na obnovu prírody (Nature Restoration Law), ktorý dáva prírodu do centra pozornosti.

Podpora verejnosti bude kľúčová pre mnohé zmeny. Dobrou správou je, že rastie [záujem ľudí a angažovanie sa občanov](#), čo vytvára dobré predpoklady budúcej spolupráce. Existuje tiež posun v prístupoch a rastúce uvedomenie si šírky a dôležitosti problematiky životného prostredia (napr. od novely zákona o ochrane prírody a krajiny až po legislatívu v oblasti odpadového hospodárstva). Bude však treba pokročiť ďalej. Európska zelená dohoda, napriek niektorým nedostatkom jej aplikácie v praxi (najmä v EÚ rozšírené dotovanie tzv. bioenergie), predstavuje veľmi ambiciózný súbor rámcových prístupov a konkrétnych krokov, ktorý by mal európskym občanom, organizáciám a podnikom uľahčiť prechod k novému usporiadaniu hospodárstva na udržateľných základoch. Opatrenia začínajú od oblasti ambiciózneho znižovania emisií cez investície do špičkového výskumu a inovácií až po ochranu prírodného prostredia a biodiverzity Európy.

Výzvy, ktoré pred nami stoja, bude potrebné riešiť **komplexným, systémovým prístupom**, zapojením širokej odbornej verejnosti a zainteresovaných subjektov. Výhľadové štúdie môžu k týmto cieľom prispieť. Odpovede na globálne výzvy sú vo svojej podstate stále do značnej miery ohrozené hranicami národných štátov a zoskupení, ako je EÚ. Vyžadujú si interdisciplinárny prístup z hľadiska výskumu a riadenia a najmä dlhšie časové rámce, ako je zaužívané (zvyčajne volebným obdobím), a správny manažment neistoty (zameraný na jej akceptáciu aj znižovanie).

Pozitívnym trendom je, že v rámci Slovenska existuje **posun k strategickému plánovaniu a využívaniu výhľadových štúdií na definovanie cieľov**. Dôležitým krokom je realizácia opatrení Agendy 2030 pre udržateľný rozvoj, ktorá vytvára rámec na prepojenie ekonomických a sociálnych cieľov rozvoja s posilňovaním ochrany životného prostredia. Envirostratégia 2030 zasa definuje konkrétne ciele na ďalšie desaťročie. V oblasti biodiverzity vidíme posun k dlhodobjším víziám a plánovaniu.



Dobre ciele a správne nastavené politiky zamerané na kritické oblasti, ako sú živočíšne a rastlinné druhy, biotopy, ekosystémy a ekosystémové služby, môžu napriek negatívnym trendom identifikovaným v rôznych hodnoteniach pomôcť zabrániť najnepriaznivejším dosahom na ľudí a spoločnosť. Základnou podmienkou pre tvorbu a implementáciu strategických dokumentov na ochranu prírody, biodiverzity a krajiny na ďalšie desaťročia je ich všeobecné akceptovanie širokou verejnosťou a adekvátne politická vôľa na najvyšších úrovniach.

Na **zachovanie prírody aj pre budúce generácie** je potrebné implementovať tieto body:

Ochrana a obnova biodiverzity ako základná podmienka udržateľného fungovania prírody a spoločnosti.



Udržateľné využívanie prírodných zdrojov, ekosystémových služieb a krajiny racionalizáciou výroby, spotreby a transformáciou hospodárstva na obehové hospodárstvo.




Zmena rozvojovej paradigmy spoločnosti, vzájomná spolupráca všetkých aktérov a integrácia prístupov a sektorov naprieč všetkými oblasťami.



Pre Slovensko bude strategicky dôležité, ako sa postaví voči daným výzvam v podmienkach environmentálnej krízy, demografických zmien, prehlbujúcich sa sociálnych rozdielov a rastúcej globálnej konkurencie, geopolitických vplyvov a začne proces nevyhnutnej **transformácie** (vrátane prechodu na obehové hospodárstvo) **k udržateľnosti a ochrane životného prostredia**. Preto bude v blízkej budúcnosti kľúčové, ako sa k tomuto problému postavia politickí reprezentanti i občania a ako sa odzrkadlí ekonomický stav krajiny ohrozený vonkajšími a vnútornými tlakmi a záujmami.

Myslíme si, že okrem dobre spracovaných strategických a legislatívnych nástrojov smerujúcich k udržateľnosti, spoločnosť musí dosiahnuť predovšetkým hodnotovú transformáciu, čo znamená, že musí začať **obnovou vzťahu človeka k prírode a krajine**.





# **GMT 9 – Zmena klímy: zvyšovanie závažnosti problému a jeho dôsledkov**

„Našu planétu nededíme po našich predkoch, ale požičiavame si ju od našich vnúčat.“

— Príslovie pôvodných obyvateľov severnej Ameriky



© Panumas, Adobe Stock

Zmena klímy je vážny environmentálny, ekonomický a sociálny problém, ktorému ľudstvo čelí. Podľa komplexných globálnych správ Medzivládneho panelu pre zmenu klímy (IPCC, 1990; 2023) bola každá z minulých štyroch dekád postupne teplejšia ako ktorákoľvek predchádzajúca dekáda od roku 1850. Globálna povrchová teplota v druhom desaťročí 21. storočia (2011 – 2020) stúpila v priemere o  $1,09\text{ }^{\circ}\text{C}^4$  oproti obdobiu 1850 – 1900, s vyšším nárastom na pevnine ( $1,59\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ako vo svetových oceánoch ( $0,88\text{ }^{\circ}\text{C}$ , IPCC 2023). V rozvinutých krajinách emisie relatívne klesajú, tieto krajiny sú ale zároveň historicky najviac zodpovedné za emisie skleníkových plynov v ovzduší. Toto relatívne znižovanie je zároveň sprevádzané zvyšovaním emisií v rozvojových krajinách. Tie súvisia s globalizáciou vzorcov výroby a spotreby, ekonomickým rastom, ale často aj s outsourcingom a premiestňovaním výroby a priemyslu.

Vedecká komunita a krajiny Rámcového dohovoru Organizácie Spojených národov o zmene klímy (UNFCCC) sa zhodli na antropogénnych príčinách tohto globálneho problému, pričom krajiny sa zároveň zaviazali k prijímaniu opatrení a riešení v oblasti znižovania emisií (tzv. mitigácia), ako aj v oblasti príprav a prispôsobovania sa na dôsledky tejto globálnej krízy (adaptácia). Zároveň uznali nevyhnutnosť zosúladovania finančných tokov v prospech mitigačných aj adaptačných opatrení. Aj keď medzi rokmi 1990 a 2020 klesli na Slovensku emisie skleníkových plynov o skoro 40 % a medziročne (2019 – 2020) o 7 %, pre plnenie dlhodobých cieľov bude potrebné ďalšie úsilie vyplývajúce zo záväzku Slovenskej republiky dosiahnuť do roku 2050 klimatickú neutralitu.

Globálny megatrend zmeny klímy bude na Slovenskú republiku vplývať priamo a nepriamo. Priame vplyvy sú asociované s ekonomickými a sociálnymi faktormi spojenými s prechodom na klimatickú neutralitu, dekarbonizáciu ekonomiky, zmenami v systéme výroby a spotreby a nákladmi, ktoré poniesie spoločnosť aj jednotlivci. Ďalšie priame náklady sa týkajú adaptácie a tlaku na ekosystémy a poľnohospodárstvo. Nepriame vplyvy sú spojené so vznikom medzinárodných konfliktov, volatilitou medzinárodných trhov, rastom cien potravín, energií a klimatickou migráciou.

4 Výpočty indikujú rozpätie vzostupu teplôt v intervale  $0,95 - 1,20\text{ }^{\circ}\text{C}$

# Úvod

Zmena klímy je výsledkom vysokých koncentrácií skleníkových plynov (GHG) v atmosfére (*Rámček 1*). Vzniká ako dôsledok našej ekonomiky závislej na využívaní fosilných palív a ostatných prírodných zdrojov. Hlavnou príčinou problémov je ekonomický systém výroby a spotreby, ako aj využívanie, a zmeny vo využívaní pôdy (IPCC, 2007, 2021, 2022, 2023; Murphy, 2021; Stern, 2007).

Hlavný indikátor zmeny klímy je globálny nárast teploty s dôsledkami pre mnohé sektory. Meniace sa podmienky majú okrem toho výrazné ekonomické a sociálne vplyvy. Zmena klímy je čoraz viac zdokumentovaná ako spúšťač migrácie. Konzervatívne odhady hovoria, že v roku 2050 bude na Zemi viac ako 200 miliónov migrantov, ktorí budú musieť opustiť svoje domovy v dôsledku environmentálnych zmien (UNDESA, 2009; WEF, 2022). Zmena klímy je bezpochyby mimoriadna

globálna výzva nielen v oblasti životného prostredia, ale aj pre ďalšie fungovanie ekonomiky a sociálnej oblasti.

Zmena klímy sa už začala výrazne prejavovať aj v našom stredoeurópskom regióne a postupne bude naberať na intenzite. Bude pokračovať znižovanie hladín riek a podzemnej vody. Je to výsledok zmien v intenzite a distribúcii zrážkových úhrnov. Zrážky prichádzajú čoraz častejšie v prívalových vlnách s vysokou intenzitou a úhrnmi, ktoré pôda nie je schopná infiltrovať (IPCC, 2022, 2023). Predpokladajú sa výrazné vplyvy na prírodné ekosystémy a biodiverzitu, produkciu v poľnohospodárskej výrobe a dôjde k rôznym sociálnym a ekonomickým následkom vrátane vyšších nákladov na infraštruktúru (IPBES, 2019; UNEP, 2021a, 2022a; WWF, 2020). Zmena klímy sa prejavuje ešte výraznejšie v kombinácii s ďalšími negatívnymi vplyvmi ľudskej činnosti, napríklad odlesňovaním spôsobeným snahou získať ďalšiu úrodnú pôdu (EEA, 2015, 2019).

## Rámček 1: Skleníkový efekt

Prirodzené emisie skleníkových plynov vytvorili skleníkový efekt otepľujúci Zem, ktorý pôvodne vytvoril podmienky prijateľnejšie na život a umožnil rozvoj civilizácie. Podľa odhadov by bez skleníkového efektu bola priemerná teplota na Zemi len okolo  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale kvôli skleníkovému efektu je priemerná teplota na Zemi  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  (obdobie 1950 – 1980). V súčasnosti je však Zem ovplyvňovaná narastajúcim skleníkovým efektom, ktorý je dôsledkom ľudskej činnosti a uvoľňovania veľkého množstva skleníkových plynov. Ide o plyny, ktoré zachytávajú teplo v atmosfére odrazené od zemského povrchu a ich hlavným zdrojom sú ekonomické aktivity. Problematické sú hlavne štyri z nich:

**Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ):**  $\text{CO}_2$  vstupuje do atmosféry hlavne pre spaľovanie fosilných palív (uhlia, zemného plynu a ropy), z pevného odpadu, pri odlesňovaní a zmenách vo využívaní pôdy, ale tiež v dôsledku určitých chemických reakcií, ako napr. pri výrobe cementu a ocele, ktoré majú vysokú uhlíkovú stopu.  $\text{CO}_2$  sa čiastočne z atmosféry odstraňuje (tzv. sekvestrácia), resp. absorbuje rastlinami v procese fotosyntézy a ukladá sa v biomase ako súčasť biologického uhlíkového cyklu. Zvýšenie využitia  $\text{CO}_2$  ako východiskového materiálu je logicky veľmi žiaduce, lebo predstavuje takmer nevyčerpatelnú, lacnú, netoxickú, široko dostupnú východiskovú surovinu, ktorá pri vhodnom technologickom uplatnení predstavuje vlastne recykláciu uhlíka nezávisle od prírodnej fotosyntézy. Kľúčovým problémom je však nízka reaktivita  $\text{CO}_2$ .

Zachytávanie a ukladanie  $\text{CO}_2$  (v skratke CCS podľa anglického „carbon capture and storage“) je technologický proces zachytávania  $\text{CO}_2$ , jeho preprava a uloženie na vhodnom mieste, napr. do vyčerpaných ložísk ropy a plynu, do uhoľných ložísk alebo do hlbokých slaných zvodnených vrstiev, kde je to z geologického hľadiska vhodné. Obdobou s narastajúcim potenciálom je technológia BECCS. Ide o výrobu energie z biogénnych zdrojov (napr. bioetanol), pričom vyprodukované emisie  $\text{CO}_2$  sa zachytia a trvalo uložia s využitím CCS technológie.

Ostatné formy využitia  $\text{CO}_2$  sú stále predmetom výskumu. Patrí sem použitie  $\text{CO}_2$  v betóne alebo plastoch alebo jeho premena na biomasu – napríklad privádzaním  $\text{CO}_2$  k riasam, ktoré sa potom zberajú a spracúvajú na biopalivo využívané na dopravné účely.

**Metán ( $CH_4$ ):** Metán je emitovaný počas výroby a prepravy uhlia, zemného plynu a ropy. Emisie metánu sú tiež výsledkom chovu hospodárskych zvierat a iných poľnohospodárskych postupov a rozpadu organického odpadu v tuhých komunálnych skládkach odpadov.  $CH_4$  sa prirodzene uvoľňuje aj pri rozkladných procesoch v ekosystémoch, napr. v mokradiach. Závažný problém môže spôsobiť zmena klímy a topenie permafrostu, v ktorom sú nahromadené obrovské množstvá  $CH_4$ , ktorých uvoľnenie by mohlo spôsobiť kaskádovité zmeny s nedoziernymi dôsledkami.

**Oxid dusný ( $N_2O$ ):** Oxid dusný je výsledkom poľnohospodárskych a priemyselných činností, rovnako vzniká aj pri spaľovaní fosílnych palív a pevného odpadu.

**Fluórované plyny:** Fluórované, plnofluórované uhľovodíky a fluorid sírový a dusitý sú syntetické, silné skleníkové plyny, ktoré sú tvorené v rôznych priemyselných procesoch. Fluórované plyny sa niekedy používajú ako náhrada za stratosférické látky poškodzujúce ozónovú vrstvu (napr. chlórfluorované uhľovodíky, HCFC a halóny). Tieto plyny sú obvykle menšie v tvorených objemoch, ale ako skleníkové plyny majú silný efekt.

Ďalším plynom, ktorý výrazne ovplyvňuje skleníkový efekt a je do určitej miery ovplyvnený činnosťou človeka, je **vodná para**. Voda, z ktorej sa vodná para vytvára, tvorí až 2/3 zemského povrchu v objeme takmer 1 400 miliónov  $km^3$ . V moriach je jej sústredených 96,5 % z celkového objemu vody na Zemi. Jej teplota sa mení len minimálne a pôsobí ako termoregulátor pre celú našu planétu. Moria do seba akumulujú slnečné žiarenie počas dňa a leta a naopak, uvoľňujú energiu v noci a v zime. Vďaka tomu nedochádza na Zemi k výraznejším tepelným výkyvom.

### Politický kontext a záväzky Slovenska

Prvá hodnotiacia správa IPCC vyšla v roku 1990 a na základe jej zistení bola pod záštitou OSN pripravená prvá medzinárodná zmluva týkajúca sa zmeny klímy – [Rámcový dohovor OSN o zmene klímy](#) (UNFCCC) prijatý v roku 1992 v Riu de Janeiro (UNFCCC, 2023). SR ratifikovala tento dohovor 25.08.1994.

Krajiny UNFCCC potvrdili globálny rozmer problému a jeho antropogénne korene, pričom sa zároveň zaviazali k prijímaniu opatrení a riešeniam, a to tak v oblasti znižovania emisií, zmierňovania vplyvov (tzv. mitigácia), ako aj v oblasti prispôsobenia sa dôsledkom (adaptácia).

Pre neurčitost' záväzkov UNFCCC a rozdelenie krajín na rozvinuté a rozvojové bol v roku 1997 prijatý vykonávací protokol k tomuto dohovoru – [Kjótsky protokol](#) (UNFCCC, 1997). Tento protokol po prvý raz stanovil povinnosť pre rozvinuté krajiny znížiť počas záväzného obdobia 2008 – 2012 agregované antropogénne emisie GHG najmenej o 5 % v porovnaní s rokom 1990. SR ratifikovala Kjótsky protokol 31. 05. 2002. V roku 2012 sa v Dauhe prijal dodatok k tomuto protokolu. Zmluvné strany sa zaviazali v období 2013 až 2020 znížiť svoje celkové emisie takýchto plynov

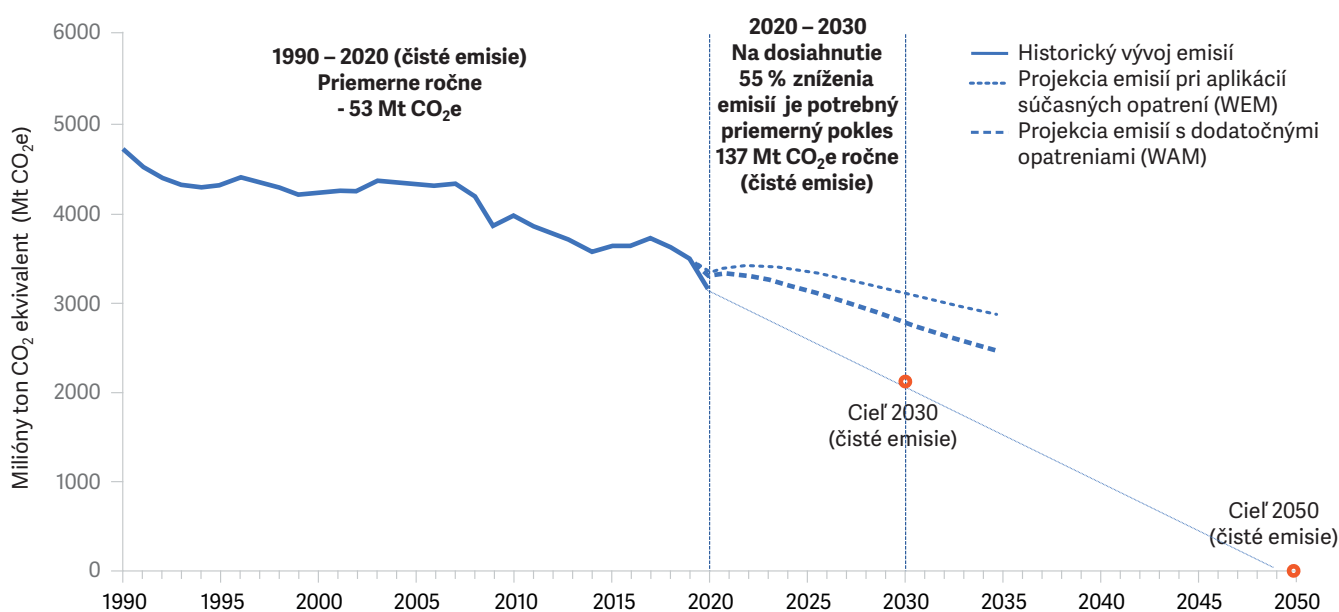
najmenej o 18 % pod úroveň emisií v roku 1990, EÚ prijala záväzok -20 %. EÚ ratifikovala Dodatok z Dauhy v zastúpení svojich členských štátov 16. 11. 2017.

Záväzky podľa dodatku z Dauhy sa však týkali iba vyspelých krajín, aj to nie všetkých (nepripojili sa napr. Japonsko, Rusko, Nový Zéland, Kanada ani USA), a pokrývali len necelých 15 % svetových emisií. Z toho dôvodu sa svetové spoločenstvo usilovalo o novú globálnu dohodu, ktorá by znamenala širšie zapojenie krajín tak, aby sa k redukčným záväzkom popri rozvinutých krajinách pripojili aj dynamicky rastúce rozvojové krajiny, ako napr. Čína, India, Brazília, Južná Afrika a ďalšie. Hospodárstvo mnohých týchto krajín sa totiž prudko rozvíja, v dôsledku čoho je ich príspevok ku globálnym emisiám z roka na rok vyšší.

Po niekoľkoročných náročných medzinárodných vyjednávaniach sa 12. decembra 2015 na plenárnom zasadnutí konferencie zmluvných strán Dohovoru v Paríži podarilo konsenzom 195 strán prijať globálnu dohodu o zmene klímy – [Parížsku dohodu](#) (OSN, 2015a). Dohoda vstúpila do platnosti 4. novembra 2016. EÚ uložila ratifikačné listiny v sídle OSN v New Yorku 5. októbra 2016.

Parížska dohoda je globálnym míľnikom a nástrojom zlepšovania kolektívnych opatrení na globálnej úrovni a urýchľovania globálneho prechodu na nízkouhlíkovú spoločnosť odolnú voči dôsledkom zmeny klímy. Parížska dohoda varuje pred nárastom globálnej priemernej teploty nad 2 °C v porovnaní s predindustriálnou úrovňou (pred rokom 1850) a vyzýva štáty obmedziť nárast teploty na 1,5 °C. Svetová banka varovala, že bez zavedenia razantných opatrení bude svet do roku 2100 čeliť nárastu teploty o 4 °C. Ak sa nepodarí obmedziť nárast globálnej teploty do 2 °C, rizikom je, že zmeny nebudú lineárne, ale budú sledovať nevratné body zlomu (tipping points) akcelerujúce celý proces (Armstrong McKay et al., 2022). Typickým príkladom je rozmŕzanie permafrostu v Rusku spojené s uvoľňovaním metánu, či roztápanie ľadovcov s nasledovným domino efektom. Podobne nie je jasné, aké dôsledky bude mať oteplenie a zvyšujúce sa koncentrácie CO<sub>2</sub> na oceány, ktoré sú kľúčovou zložkou svetového ekosystému, ale už v súčasnosti pozorujeme postupnú acidifikáciu oceánov a odumieranie kolónií koralov. Nárast emisií je pozorovaný celosvetovo. Je spojený hlavne s prenášaním svetovej výroby a ekonomickým rozvojom v Ázii spätým s vyššou spotrebou energie, ktorá je získavaná najmä spaľovaním fosílnych palív. Oproti roku 1990 narástli emisie globálne až o 60 %. Situácia po prekonaní pandémie COVID-19 a hlavne po za-

čatí vojny na Ukrajine v istom smere akcelerovala tlak na znižovanie využívania fosílnych palív, ale ekonomický rast vo svete je na nich stále závislý. Európska únia sa snaží byť v tejto oblasti lídrom a dosiahnuť uhlíkovú neutralitu (Rámček 2) do roku 2050, pričom niektoré členské krajiny sú dokonca ešte ambicióznejšie. Pôvodný záväzok EÚ bol znížiť množstvo GHG o 40 % do roku 2030, ale kvôli dosiahnutiu uhlíkovej neutrality do roku 2050 bol tento záväzok postupne modifikovaný na ambicióznejších 55 % do roku 2030. K dosiahnutiu tohto záväzku slúži rámcová [Európska zelená dohoda](#) (The European Green Deal, COM(2019) 640 final) a balík politických a legislatívnych opatrení [Fit for 55](#) na plnenie cieľov do roku 2030 (Rada EÚ, 2023). Tento cieľ však predstavuje veľkú ekonomickú a sociálnu výzvu. Pri projekcii potrebných trendov na splnenie cieľov EÚ do roku 2030 a 2050 by sme potrebovali približne 2,7-násobne zrýchliť pokles emisií (Graf 1). Aby sme boli schopní zvrátiť súčasné trendy a adaptovať sa na novú situáciu, bude však potrebné dosiahnuť klimatickú neutralitu nielen na európskej, ale aj globálnej úrovni. Pritom zo scenárov vyplýva, že súčasné politiky a nástroje s najväčšou pravdepodobnosťou nebudú stačiť a dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050 si bude vyžadovať radikálne posilnenie legislatívneho rámca a masívne investície (IPCC, 2022).



Graf 1 Projekcia potrebných trendov na plnenie cieľov EÚ do roku 2030 a 2050 (upravené podľa EEA, 2022a).

Nie je to jednoduchý problém. Už len na to, aby sa podarilo dosiahnuť cieľ a stabilizovať zmenu na 2 °C, budú potrebné radikálne zmeny súčasného ekonomického modelu. Konzervatívne odhady tvrdia, že zvýšenie teploty o 2 až 3 °C by si vyžiadalo ročné náklady okolo 3 % svetového HDP (IPPC, 2007). Podľa Sternovej štúdie z roku 2007 by náklady mohli dosiahnuť úroveň 5 – 20 % globálneho HDP. Správa firmy Deloitte z roku 2022

(Global Turning Point Report) uvádza, že pokiaľ sa svetoví lídri nezjednotia v systémovej transformácii smerom ku klimatickej neutralite, môže stať nekontrolovaná zmena klímy globálnu ekonomiku v priebehu nasledujúcich 50 rokov až odhadovaných 178 miliónov USD, pričom táto suma môže ešte narásť, čím neskôr sa budú tieto investície realizovať (Deloitte (2022)).

## Rámček 2: Čo je klimatická (uhlíková) neutralita?

Aktivity sú klimaticky neutrálne alebo CO<sub>2</sub> neutrálne (tzv. net zero), ak vo výsledku neprodukujú skleníkové plyny. Na dosiahnutie klimatickej neutrality je potrebné nielen znižovať existujúce a novo vyprodukované emisie CO<sub>2</sub> na minimum, ale tiež všetky zostávajúce emisie CO<sub>2</sub> z atmosféry odstrániť. Veľká časť skleníkových plynov sa zachytí alebo sekvestruje prirodzenou cestou v ekosystémoch (tzn. zachytia, uložia v ekosystémoch, ako sú oceány, lesy, poľnohospodárska krajina a iné suchozemské ekosystémy). Ak by boli všetky skleníkové plyny vyprodukované ľudskou činnosťou takto zachytené, boli by tieto aktivity „klimaticky neutrálne“. Ekosystémy však nedokážu zachytávať skleníkové plyny rýchlosťou ako ich ľudstvo produkuje. Rovnako technológie na záchyt CO<sub>2</sub> v súčasnosti zďaleka nedosahujú kapacitu potrebnú pre efektívne zníženie vysokých koncentrácií GHG v atmosfére. Je preto kľúčové znižovať produkciu nových skleníkových plynov ako aj ďalej vyvíjať technológie na ich záchyt a podporovať opatrenia, ktoré by zvyšovali prirodzené záchyty v ekosystémoch. Deklarovaným cieľom Slovenskej republiky je dosiahnuť klimatickú neutralitu do roku 2050.

## Hnacie sily

Klíma daného regiónu vyjadruje, aké je typické počasie v danej oblasti. Je charakterizované teplotou, vlhkosťou a tlakom vzduchu, počtom a výdatnosťou zrážok, dĺžkou a hrúbkou snehovej pokrývky a mnohými ďalšími faktormi. Je ovplyvnená slnečným žiarením, vlastnosťami zemského povrchu a zmenami vo vnútri systému. Týmto môžu byť zmeny vo využívaní pôdy, chemické zloženie, ale aj emisie GHG. Zmena klímy je merateľný súbor dlhodobých trendov na rozdiel od výkyvov počasia. Dlhodobé trendy jasne ukazujú zvyšovanie teplôt v letných mesiacoch, dlhé obdobia sucha alebo výdatné a nárazové zrážky spôsobujúce povodne, snehové kalamity, ale aj ničujúce víchrice (Lapin, 2015).

Na Slovensku priemerná ročná teplota vzduchu za posledných 100 rokov stúpla o 1,1 °C. Predpokladá sa, že do roku 2075 sa teplota vzduchu zvýši o 2 – 4 °C. To znamená, že klíma Podunajskej nížiny sa presunie na Liptov (Zlocha, 1997). Bude potrebné včasne mapovať následky na poľnohospodárstvo, chov zvierat, ale aj na zdravie ľudí a pracovať pri adaptácii s rôznymi scenármi vývoja<sup>5</sup>.

Tento vývoj teploty je spojený a znásobený aj zmenou kvantity a časového a priestorového rozloženia zrážok (Faško et al., 2022, 2023). V ostatných desiatich rokoch vidíme [extrémne hodnoty atmosférických zrážok](#), ako napríklad vysoké úhrny v krátkom čase, následkom čoho vznikali povodne s veľkými hospodárskymi škodami (Pecho et al. 2018). Takéto privalové zrážky pôda nedokáže pojať, čo je navyše umocnené, ak týmto prívalovým zrážkam predchádzajú dlhodobé suchá.

5 Ďalšie údaje by mal priniesť projekt SHMÚ *Vypracovanie komplexných scenárov zmeny klímy so zameraním na zraniteľnosť vybraných sektorov vo väzbe na adaptačné opatrenia* (pripravovaný pre MŽP SR a zameraný na klimatické scenáre 2030/2050).



Tie znižujú schopnosť pôdy vsakovať vodu, ktorá tak namiesto vsiaknutia odtečie po vysušenom a stvrdnutom povrchu do riek a morí, čím sa zase mení malý vodný cyklus a aj jemné miestne zrážky. Voda sa nedostáva do podzemných vôd a aj ich hladina sa v konečnom dôsledku znižuje. Okrem poklesu hladiny podzemných vôd je pozorované aj znižovanie hladín riek a pokles snehovej pokrývky na celom území Slovenska (Faško et al., 2022, 2023; Pecho et al., 2018). Inokedy dlhotrvajúce suchá majú za následok vznik lesných a poľných požiarov spojených s výrazne zníženými výnosmi z poľnohospodárskej produkcie.

Ďalšou hnacou silou, ktorá bude ovplyvňovať Slovensko v budúcnosti, budú zmeny v ekosystémoch a v poľnohospodárstve. Vďaka skleníkovému efektu (*Rámček 1*) sa v holocéne vytvorila dlhodobá stabilná teplota a podmienky pre život, ekosystémy a rozvoj poľnohospodárstva a civilizácie ako takej. Rýchle zmeny nastali až s priemyselnou revolúciou; vplyvom ľudskej činnosti sa skleníkový efekt znásobil a stúpila globálna povrchová teplota v období 2011 – 2020 v priemere o 1,09 °C<sup>6</sup> oproti obdobiu 1850 – 1900. Na pevnine bol nárast ešte vyšší (1,59 °C) ako vo svetových oceánoch (0,88 °C; IPCC, 2023). [Posledných osem rokov \(2015 – 2022\) bolo najteplejších v histórii meraní vôbec](#) (Markovič, 2023). Ak bude povrchová teplota ďalej stúpať, stabilná klíma holocénu sa naruší a dôjde k nezvratným zmenám v ekosystémoch s priamym dopadom na človeka. Oteplenie v podobnej mierke bolo naposledy pred 6500 (v rozpätí 0,2 – 1,0 °C) a 125 000 rokmi (0,5 – 1,5 °C) (IPCC, 2023). Prognózy IPCC (2007, 2011, 2021, 2023) pritom tvrdia, že už v tomto storočí môže teplota stúpnuť nad 2 °C v prípade nepriaznivých scenárov aj o 3 – 4 °C. Katastrofické scenáre, ktoré rátajú z komplikovanými modelmi uvoľňovania GHG z morskej vody a permafrostu, hovoria o ešte vyšších teplotách. Slovenská republika bude preto musieť masívne investovať do adaptácie.

Dôležitou hnacou silou je plnenie medzinárodných záväzkov, ktorým sa Slovensko podieľa na zdieľanom globálnom úsilí radikálne znížiť emisie GHG a dosiahnuť klimatickú neutralitu. Vyžiada si to investície a zmeny asociované s ekonomickými a sociálnymi faktormi spojenými

s prechodom na obehové hospodárstvo, zmenami v systéme výroby a spotreby a nákladmi, ktoré ponese spoločnosť aj jednotlivci.

## Trendy

Nositeľ Nobelovej ceny Svante Arrhenius už v minulom storočí dokázal, že v prípade zdvojnásobenia koncentrácie oxidu uhličitého v ovzduší sa teplota vzduchu zvýši až o 5 °C, čo bude mať výrazné dôsledky na vzhľad aj fungovanie celej planéty. Roztopia sa pevninské aj oceánske ľadovce, zvýši sa hladina oceánov, rozsiahle prioceánske územia budú zatopené, mnohé živé organizmy vyhynú, niektoré sa presunú do chladnejších oblastí, vzniknú rozsiahle púštne oblasti, bude častejší výskyt extrémnych počasií – vlny horúčav, zima, sucha a povodne. Tieto trendy sa dnes potvrdzujú.

### Koncentrácie skleníkových plynov

IPCC nedávno vo svojej poslednej správe jasne potvrdil, že pozorované zvýšenie koncentrácií GHG od roku 1750 je nepochybne spôsobené ľudskou činnosťou (IPCC, 2023). Od roku 2011 koncentrácie GHG v atmosfére napriek deklarovaným cieľom naďalej rástli a v roku 2021 dosiahli ročný priemer 414,72 častíc na milión (ppm) pre CO<sub>2</sub>, 1895,3 ppm pre metán (CH<sub>4</sub>) a 334,3 ppm pre oxid dusný (N<sub>2</sub>O) (NOAA, 2023). Koncentrácia CO<sub>2</sub> v atmosfére sa v roku 2021 zvýšila o 2,5 častíc na milión (ppm), čo bol piaty najväčší nárast globálnej CO<sub>2</sub> koncentrácie v 63-ročnej histórii NOAA meraní a v roku 2022 vzrástla koncentrácia o približne ďalších 2,5 ppm, čo malo za následok priemerné ročné globálne koncentrácie v atmosfére za rok 2022 na úrovni 417,2 ppm. Koncentrácie reálne dosiahli priemer [420,78 ppm už v máji roku 2022](#) (NOAA, 2022). Tieto hodnoty predstavujú nárast atmosférického CO<sub>2</sub> o približne 51 % v porovnaní s predindustriálnymi úrovňami (pred rokom 1850) a o 32 % v porovnaní s rokom 1960. V priebehu posledných 650 000 rokov sa hodnoty oxidu uhličitého pohybovali v rozmedzí 180 – 280 ppm. Súčasná globálna koncentrácia CO<sub>2</sub> je na úrovniach klimatického optima Pliocénu pred 4,1 – 4,5 miliónmi rokov (NOAA, 2022).

6 Výpočty indikujú rozpätie vzostupu teplôt v intervale 0,95 – 1,20 °C

## Rastúca priemerná teplota

Dôsledkom rastu koncentrácií dochádza k rastu priemernej teploty na planéte a narušeniu klimatickej stability. Zvyšovanie teplôt spôsobí, že niektoré dôležité procesy sa zastavia a iné sa naopak nekontrolovateľne rozbehnú. Riziko, že takéto javy nastanú už pri zvýšení priemernej teploty o 1,5 – 2,5 °C v porovnaní s predindustriálnymi úrovňami (oproti 1850 – 1900) je vysoké a veľmi vysoké pri oteplení o 2,5 – 4,0 °C (IPCC, 2023). Stabilita systému sa totiž narúša a ani s pomocou rôznych modelov nie je možné odhadnúť všetky kauzálne reakcie a vplyvy, ktoré tieto procesy odštartujú. Naposledy boli podobne vysoké teploty (2,5 – 4 °C oproti 1850 – 1900) pred zhruba 3 miliónmi rokov, kedy bola hladina oceánov o 5 – 25 m vyššie ako v súčasnosti (IPCC, 2023). Možno tak povedať, že moderný človek za celú svoju históriu nezažil také vysoké koncentrácie CO<sub>2</sub> v atmosfére a globálne priemerné teploty aké zažíva dnes, pričom tieto obrovské zmeny dnešné ľudstvo zažíva za extrémne krátke obdobie. Vyhládka na ďalšie roky nie je optimistická v prípade, že svetové spoločenstvo nepodnikne radikálne opatrenia.

## Hladina oceánov

Pobrežné a ostrovné oblasti budú musieť bojovať so zvyšujúcou sa hladinou oceánov, ktoré sa tiež otepľujú. Nie je to zanedbateľný problém – od roku 1901 sa hladina oceánov zvýšila o 15 až 25 cm (IPCC, 2023). Pokým morská hladina narástla medzi rokmi 1901 a 1971 v priemere o 1,3 mm ročne, ročná miera nárastu za posledné dekády (2006 – 2018) bola už 3,7 mm (IPCC, 2023). Posledná správa IPCC (2023) prognózuje nárast vodnej hladiny do roku 2100 o 28 až 101 cm pri lineárnom účinku zmien, podľa najhoršieho scenára (SSP5 – 8,5) môže nárast hladiny dosiahnuť viac ako 2 m. Tento scenár je síce málo pravdepodobný, ale mal by potenciálne veľké následky a nedá sa úplne vylúčiť kvôli vysokej miere neurčitosti v stabilite ľadovcov (IPCC, 2023).

Valné zhromaždenie OSN v marci 2023 v rezolúcii odsúhlasilo požiadavku ostrovného štátu Vanuatu a ďalších 17 krajín a požiadalo Medzinárodný súdny dvor (ICJ), aby objasnil, aké povinnosti majú vlády na celom svete pri ochrane budúcich generácií pred následkami zmeny klímy. Požiada tiež súd, aby definoval, aké právne dôsledky vyplývajú z týchto záväzkov pre štáty, ktoré svojím konaním alebo nečinnosťou spôsobili poškodenie klimatického systému. Poradné stanovisko ICJ objasní všetkým štátom naše záväzky vyplývajúce z celého radu medzinárodných zákonov, zmlúv a dohôd<sup>7</sup>.

Tieto scenáre nie sú hrozbou len pre malé ostrovné štáty v Tichom oceáne, ale ohrozené sú aj niektoré územia v Európe – napr. väčšina územia Holandska je pod úrovňou oceánu a ochraňujú ho iba pobrežné valy, ktoré sa budú musieť priebežne zvyšovať.

## Globálne emisie skleníkových plynov a emisie SR v kontexte EÚ

Viacero analýz poukazuje na fakt, že vyspelé krajiny v porovnaní s rozvojovými krajinami síce znižujú podiel emisií, ale v značnom rozsahu v dôsledku prenesenia výroby z Európy do rozvojových krajín hlavne v Ázii (Peters, 2011). Celkovými emisiami 11,47 Gt v roku 2021 je Čína najväčším producentom CO<sub>2</sub>, čo predstavuje niečo vyše 31 % celkových svetových emisií (Friedlingstein et al., 2022). Za Čínou nasledujú Spojené štáty, ktoré prispeli 5,01 Gt alebo približne 13,5 % celkových globálnych emisií za daný rok (Friedlingstein et al., 2022). Podiel Indie, ktorá je tretím najväčším producentom emisií, na celkových emisiách v roku 2021 bol 7,3 % s 2,71 Gt CO<sub>2</sub> (Friedlingstein et al., 2022). Výrazný nárast emisií Číny časovo koreluje s ekonomickým rastom a zároveň poklesom emisií v USA a EÚ.

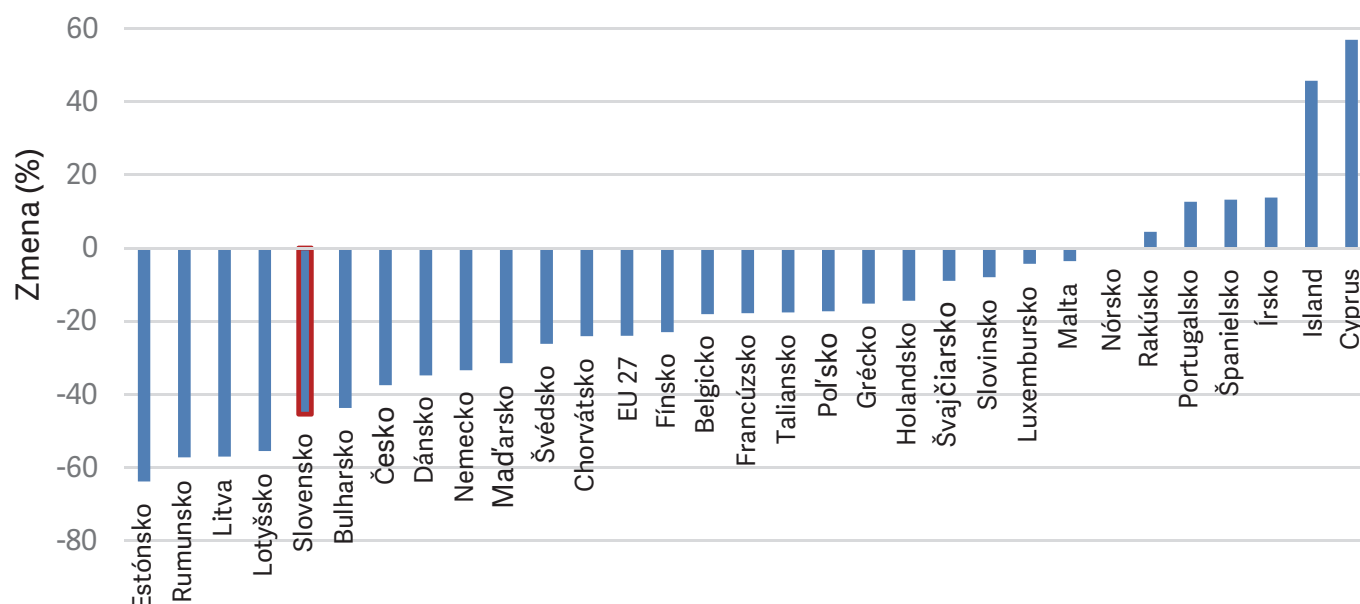
Napriek tomu, že situácia sa globálne zhoršuje, lokálne vidíme progres<sup>8</sup>. V Európe sa v posledných rokoch darí znižovať nárast emisií skleníkových plynov. Emisie poklesli tak vo väčšine krajín

7 Pre viac informácií pozri napríklad: <http://climatecasechart.com/non-us-case/union-of-swiss-senior-women-for-climate-protection-v-swiss-federal-parliament/>; <http://climatecasechart.com/non-us-case/youth-for-climate-justice-v-austria-et-al/>

8 Pozri databázu a <https://climateactiontracker.org/>. Climate Action Tracker je nezávislá vedecká platforma, ktorá sleduje vládne opatrenia v oblasti klímy a meria ich v porovnaní s celosvetovo dohodnutým cieľom Parížskej dohody „udržať otepľovanie výrazne pod 2 °C a pokračovať v úsilí obmedziť otepľovanie na 1,5 °C“.

EÚ, ako aj v okolitých štátoch. Slovenská republika bola v tomto trende regionálnym lídrom, keď so 45,4 % poklesom podľa analýzy vykázala v spomínanom období najlepšie výsledky (Graf 2). Je to vplyvom najmä dramatických zmien vyplývajúcich z ekonomickej transformácie po roku 1989. K najväčšiemu poklesu emisií došlo práve v bývalých socialistických krajinách; Estónsko (- 63,8 %), Rumunsko (- 57,2 %), Litva (- 57 %) a Lotyšsko (- 55,5 %). V začiatku transformácie tomu napomohla hlavne deindustrializácia, neskôr zefektívnenie výroby či zavádzanie nových technológií a úspor, ale významnú rolu zohralo aj zavádzanie lepšieho legislatívneho rámca.

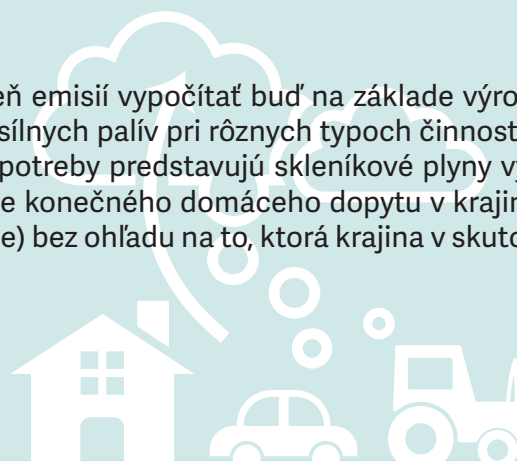
Európska únia vyprodukovala v roku 2021 celkovo približne 2,79 Gt emisií CO<sub>2</sub>, čo bolo v porovnaní s úrovňami v roku 2019 zníženie o 3,9 % (Friedlingstein et al., 2022). Pandémia COVID-19 výrazne zasiahla ekonomiku, energetiku a dopravu, ako aj ostatné ľudské činnosti, čo sa odrzkadlilo aj na emisiách skleníkových plynov. V apríli 2020 emisie CO<sub>2</sub> súvisiace s energiou v EÚ klesli o 22 % v porovnaní s rovnakým mesiacom v roku 2019. Emisie od roku 2021, ale znovu stúpajú. Vývoj v Slovenskej republike sledoval podobné trendy (Graf 4, 5).

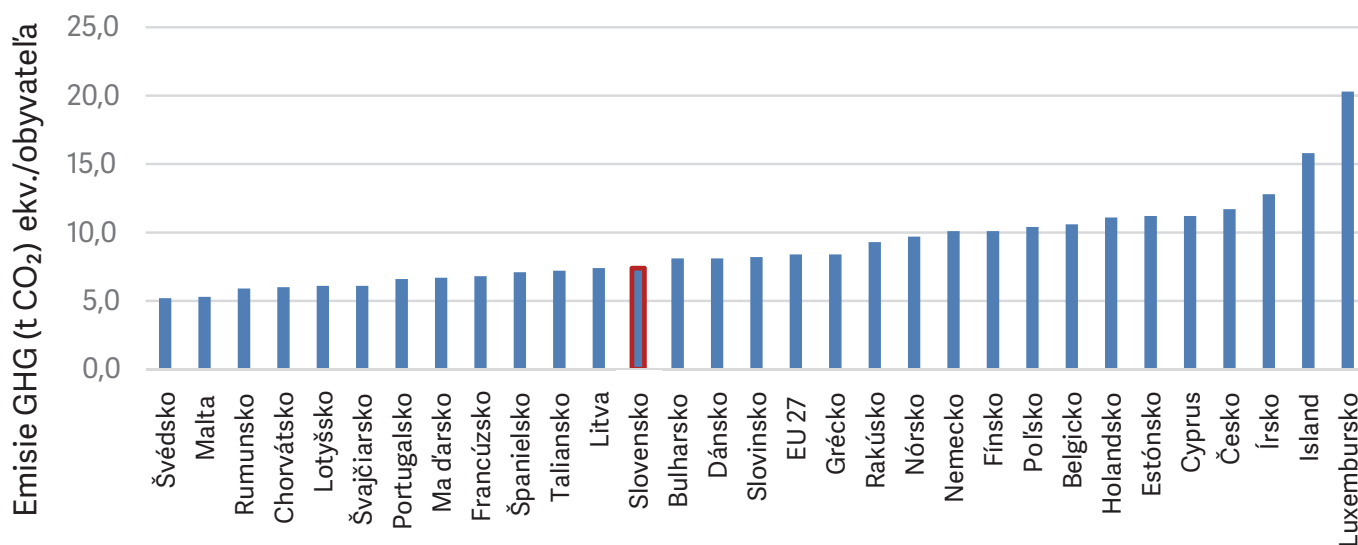


Graf 2 Percentuálna zmena v emisiách skleníkových plynov krajín EÚ v roku 2020 oproti základnému roku 1990 (Eurostat, 2022).

### Rámček 3: Bilancia skleníkových plynov

V rámci bilancie emisií skleníkových plynov možno úroveň emisií vypočítať buď na základe výroby alebo spotreby. Emisie z výroby sa vypočítajú zo spotreby fosílnych palív pri rôznych typoch činností (napr. v priemysle, poľnohospodárstve, energetike). Emisie zo spotreby predstavujú skleníkové plyny vytvorené pri výrobe tovaru a poskytovaní služieb na uspokojenie konečného domáceho dopytu v krajine (tzn. spotreba domácností, spotreba verejnej správy a investície) bez ohľadu na to, ktorá krajina v skutočnosti príslušné látky vyprodukovala.





Graf 3 Podiel produkcie emisií skleníkových plynov na obyvateľa za rok 2020 (v tonách CO<sub>2</sub> ekvivalentu, všetky údaje z databáz Eurostat).

Naopak, až 6 z 27 členských krajín EÚ vykázalo v roku 2020 nárast emisií oproti roku 1990. Bol to Cyprus (+ 56,9 %), Island (+ 45,7 %), Írsko (+ 13,8 %), Španielsko (+ 13,2 %), Portugalsko (+ 12,6 %) a Rakúsko (+ 4,4 %), pričom prvé tri spomínané krajiny zároveň patria aj k najväčším emitentom skleníkových plynov na obyvateľa v EÚ (Graf 3).

### Emisie skleníkových plynov v SR

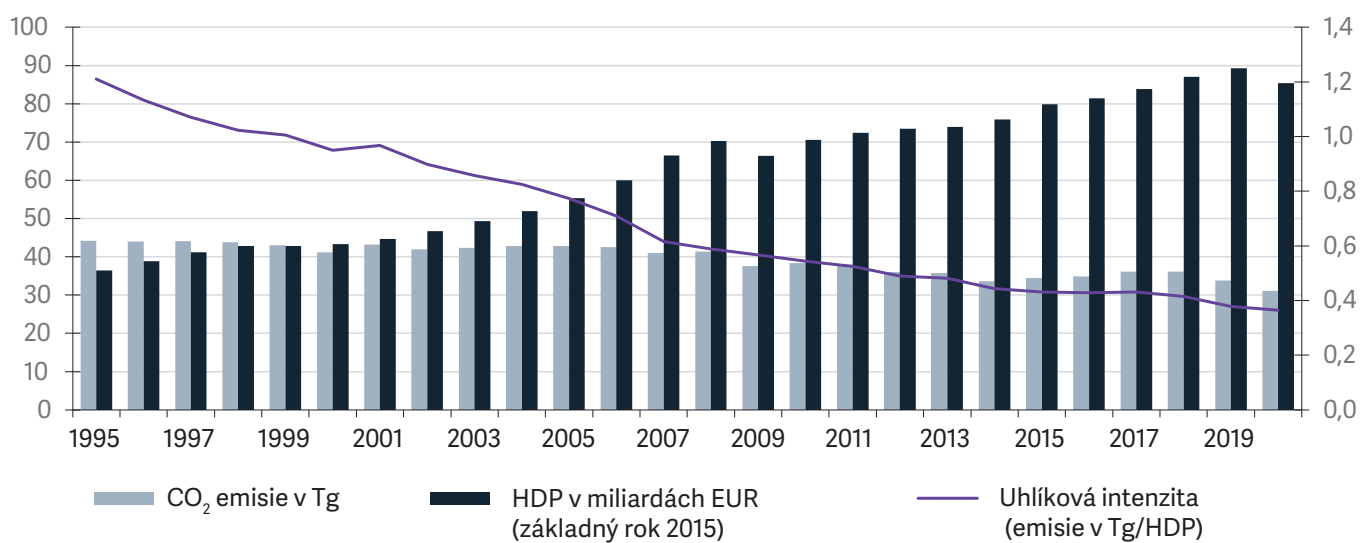
Slovenská republika patrí k priemeru krajín EÚ v produkcii skleníkových plynov na obyvateľa (7,4 t CO<sub>2</sub> ekv./obyvateľa, Graf 3), ale v kontexte európskych záväzkov a globálnych výziev to neznamená, že môžeme poľaviť v ich znižovaní. Slovenská republika síce spravila v uplynulom období značný pokrok v znižovaní emisií skleníkových plynov a odpútaní ekonomického rastu od ich tvorby (tzv. decoupling, Graf 4), ale stojí pred novými výzvami. Napriek pomerne priaznivým trendom bude na plnenie dlhodobých cieľov klimatickej neutrality do roku 2050 potrebné značné úsilie a pripravované opatrenia klimatického zákona bude potrebné podporiť veľkými investíciami. Podľa záväzkov do roku 2030 Slovensko zvažuje znížiť emisie skleníkových plynov pre sektory mimo obchodovania s emisiami (non-ETS) o 20 %, dosiahnuť stav využívania OZE na konečnej spotrebe energie vo výške 19,2 %, mať 14 %

podiel OZE v doprave a splniť 30,3 % národného príspevku SR v oblasti energetickej efektívnosti<sup>9</sup>. Slovensko sa súčasne zaviazalo dosiahnuť splnenie cieľa klimatickej neutrality do roku 2050 (Rámček 2).

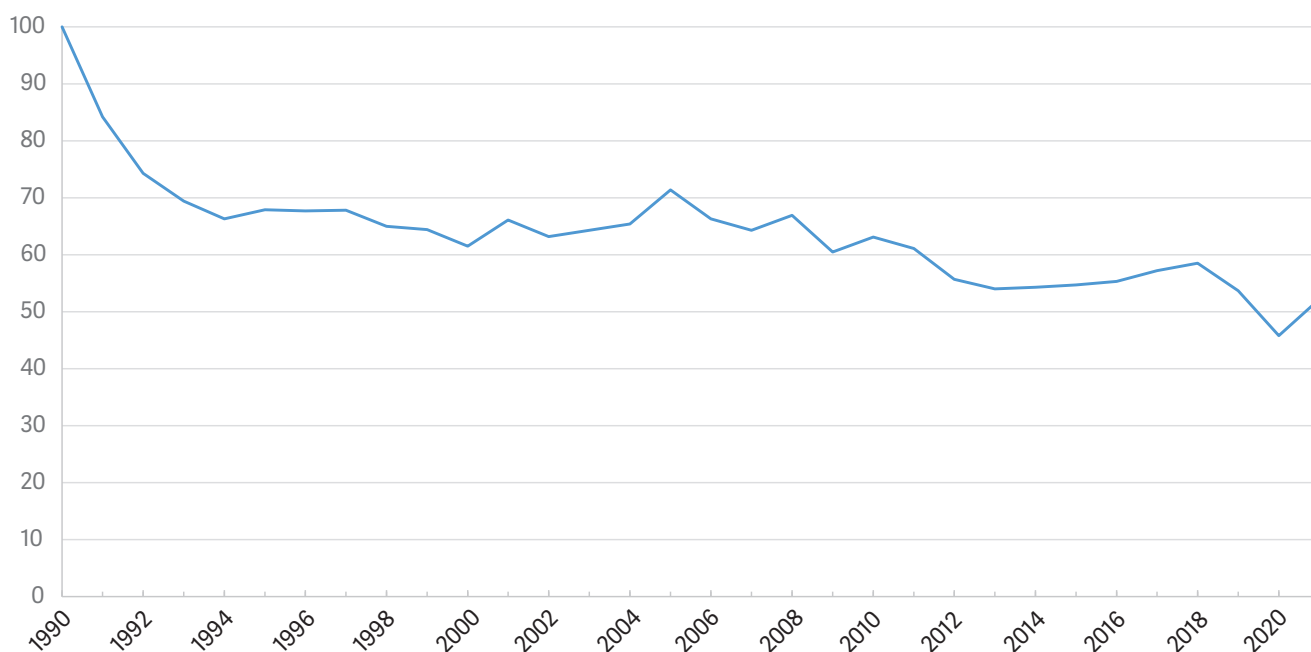
Podľa národnej inventarizačnej správy, ktorú SHMÚ každoročne pripravuje v rámci UNFCCC a Kjótskeho protokolu, dosiahli celkové emisie GHG v roku 2020 najnižšiu úroveň od roku 1990 (Graf 4, 5; SHMÚ, 2022; SHMÚ-OEaB, 2023).

Celkové antropogénne emisie GHG za rok 2020 dosiahli 37 002,71 Gg CO<sub>2</sub> ekvivalentov bez započítania záchytoz zo sektoru LULUCF a bez započítania nepriamych emisií z priemyselných rozpúšťadiel a poľnohospodárstva (Graf 6; Enviroportal, 2022). Celkové antropogénne emisie v porovnaní s rokom 1990 poklesli o 50,6 % (Graf 5, 6). Po výraznejšom poklese v roku 2009 bol trend celkových antropogénnych emisií za roky 2010 – 2014 mierne klesajúci, pokým v rokoch 2015, 2016 a 2017 sa zaznamenal mierny nárast. Medziročne (2019 – 2020) klesli celkové emisie o 7 % (Graf 6). Celkové emisie skleníkových plynov so započítaním záchytoz z LULUCF klesli na 28 256,1 Gg CO<sub>2</sub> ekvivalentov.

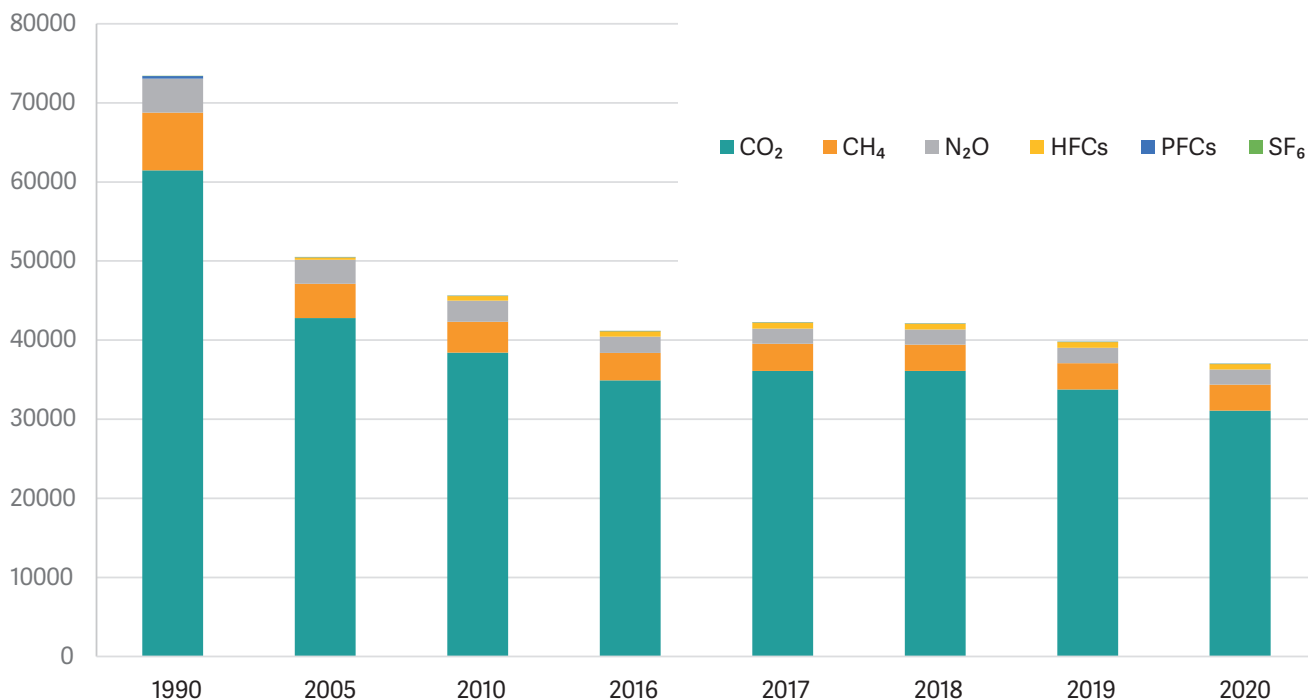
9 V čase prípravy publikácie ešte prebiehali dialógy EÚ k Fit for 55 a zároveň sa pripravuje národný klimatický zákon so sektorovými cieľmi. Taktiež sa pripravuje aktualizácia nízkouhlíkovej stratégie SR.



Graf 4 Porovnanie emisií CO<sub>2</sub> s HDP (ľavá y-ová os) a index uhlíkovej intenzity (emisie/HDP, pravá y-ová os) v rokoch 1995 – 2020 a tzv. decoupling efekt na základe ročných národných účtov (základný rok 2015, údaje za rok 2020 sú predbežné, [UNFCC, 2022](#)).



Graf 5 Percentuálny pokles emisií skleníkových plynov v Slovenskej republike za obdobie 1990 – 2020. Rok 1990 predstavuje hodnotu 100 % (údaje z databáz [Eurostat, 2022](#)).



Graf 6 Agregované celkové emisie skleníkových plynov za obdobie 1990 – 2020 v tisíckach ton CO<sub>2</sub> ekvivalentu (Gg) bez započítania záchyto v sektore LULUCF (Enviroportal, 2022; SHMÚ-OEaB, 2023).

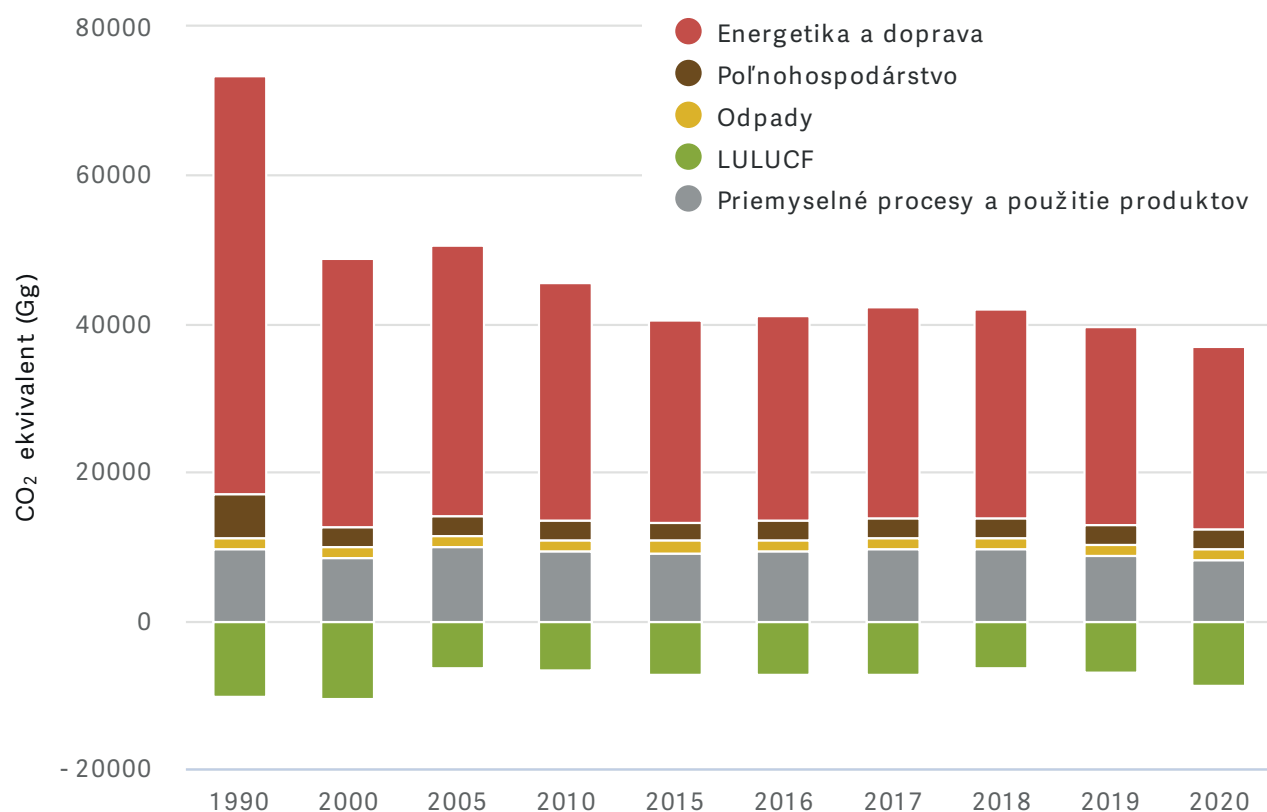
Dominantným problémom Slovenska sú emisie spojené s výrobou energie, priemyselnou výrobou a dopravou (Graf 7). Doprava je hlavným ekonomickým sektorom, ktorý vykazuje trvalý nárast emisií GHG (v tomto prípade CO<sub>2</sub>, Graf 7). Slovensko sa tu spolu s ďalšími krajinami, ktoré prešli radikálnou transformáciou, radí ku európskym lídrom v ich náraste. Pokiaľ doprava sa na celkových emisiách podieľala 16 % roku 2018, sektor výroby energie sa podieľal až 57 %. Priemyselné procesy generovali 19 % GHG, poľnohospodárstvo je zodpovedné za 5 % a odpadové hospodárstvo za 3 % (Eurostat, 2022). Hlavné zdroje emisií sú zhruba obdobné vo všetkých industrializovaných a rozvinutých krajinách.

Historicky sa na Slovensku rast emisií viaže hlavne k povojnovej industrializácii a postupným zmenám vo výrobe a spotrebe. Pokles emisií možno pripísať zmenám technológií a zefektívňovaniu výrobných procesov, ale aj deindustrializácii a presunu energeticky náročného priemyslu ďalej na východ. Aj keď – ako indikuje Graf 5 – emisie GHG a ich vývoj od roku 1990 prešli prudkým poklesom, v ostatných rokoch dochádza v tejto oblasti k spomaľovaniu pozitívnych trendov. Čiastočne to súvisí s už spomenutými radikálnymi

zmenami na začiatku ekonomickej transformácie, čiastočne je to výsledok ekonomického rastu, ktorý Slovensko zažilo v uplynulej dekáde pred príchodom pandémie COVID-19.

Výroba a spotreba energie dominuje tvorbe emisií (Rámček 3) ale zároveň ide o sektor, kde sa darí znižovať ich produkciu. Nastáva tu však problém zvyšovania nákladov; čím viac sa firmy snažia o znižovanie emisií, tým viac ich to stojí (tzv. problém nízko visiaceho ovocia, *low hanging fruit*). Je pomerne manažovateľné znížiť emisie v neregulovaných a starých prevádzkach, prípadne odstavením uhoľných elektrární, ale po vyčerpaní týchto možností náklady krajiny narastajú a každé percento zníženia je drahšie ako to predchádzajúce.

Zaujímavým a užitočným indikátorom by bola regionálna distribúcia emisií CO<sub>2</sub> a ich zmena. Tu však narážame na to, že merania emisií sa vykonávajú iba na úrovni krajiny. Aspoň v prvom priblížení je možné uvažovať o regionálnej distribúcii a trende emisií z pohľadu zdrojov, ktoré sú zaradené v ETS, tam je známa presná lokalizácia zdroja. Regionálne rozdiely budú nevyhnutne ovplyvnené mnohými faktormi. Ak sa napríklad oceliariň US Steel, momentálne najväčší producent emisií



Graf 7 Agregované celkové emisie skleníkových plynov za obdobie 1990 – 2020 podľa sektorov, vrátane LULUCF, v tisíckach ton (Gg) CO<sub>2</sub> ekvivalentu (Enviroportal, 2022; SHMÚ-OEaB, 2023).

CO<sub>2</sub> v rámci krajiny, nachádza v Košiciach, nevyhnutne to ovplyvní situáciu v tomto okrese. Dĺžka vykurovacej sezóny medzi severnými a južnými okresmi Slovenska sa môže líšiť aj o niekoľko mesiacov. Problém je aj v meniacich sa klimatických podmienkach a priemerných ročných teplotách. Dostupnosť kvalitnej verejnej dopravy ovplyvňuje jej využívanie a emisie z dopravy. Podobných mikrofaktorov a vplyvov môže byť na lokálnej (okresnej) úrovni pomerne veľa. Implementácia projektov v oblasti znižovania emisií, podpora decentralizácie výroby energie z obnoviteľných zdrojov a ďalšie opatrenia realizované v mestách a sídlach majú v agregovanej podobe dôležitú úlohu v prechode na nízkouhlíkové hospodárstvo. Očakáva sa, že emisie na Slovensku budú aj naďalej klesať, ale je komplikované predikovať vývoj v plnení záväzkov do roku 2030 a 2050 (SHMÚ & MŽP, 2021). Sektor LULUCF a saturácia zachytov CO<sub>2</sub> v lesných ekosystémoch (Nabuurs et al., 2013, 2017) budú podľa scenárov (SHMÚ & MŽP,

2021) výrazne negatívne ovplyvňovať celkový mitigačný efekt. Hlavným trendom mimo LULUCF bude znižovanie emisií spojené s investíciami z Plánu obnovy a odolnosti a z Operačného programu Slovensko. Tie sa prejavia hlavne v sektore energetickej efektívnosti budov, v zefektívňovaní výrobných procesov, úsporách energie v priemysle a službách a vo zvyšovaní podielu obnoviteľných zdrojov. Novo alokované zdroje ako *Modernizačný fond* a pripravovaný *Sociálny klimatický fond* majú za cieľ podporovať ekonomické a sociálne aspekty dekarbonizácie národných a regionálnych ekonomík. Zatiaľ čo v oblasti mitigácie dochádza na Slovensku k pomerne dobrým výsledkom, v oblasti adaptácie<sup>10</sup> stojíme len na začiatku potrebných investícií a zmien.

10 V súčasnosti SAŽP vypracúva na poverenie MŽP SR metodiku pre adaptácie rôznych sektorov v rámci Akčného plánu NAS

## Implikácie

Z hľadiska súčasného stavu a trendov môžeme pri zmene klímy, a výziev s ňou súvisiacich, hovoriť o dvoch rovinách: prejavoch a následkoch zmeny klímy.

Prejavy zmeny klímy sú extrémne meteorologické prejavy. Ide najmä o výdatné a nárazové zrážky, ktoré spôsobujú bleskové povodne. V niektorých prípadoch hovoríme o tzv. skyfall, kedy v priebehu niekoľkých hodín spadnú mesačné úhrny zrážok. Na druhej strane, zmena klímy sa môže prejavovať častejším, intenzívnejším a dlhšie trvajúcim suchom a extrémne vysokými teplotami. Ďalšími prejavmi zmeny klímy sú extrémny vietor (tornáda už aj v Európe) a prírodné požiare, pri ktorých sa uvoľňujú do ovzdušia množstvá emisií, čo ďalej prispieva k nárastu globálnej priemernej teploty a vytvára slučky pozitívnej spätnej väzby (positive feedback loops).

Globálny megatrend zmeny klímy bude na Slovenskú republiku vplývať priamo a nepriamo. Priamy vplyv sa prejaví v investíciách a zmenách asociovaných s ekonomickými a sociálnymi faktormi spojenými s prechodom na klimatickú neutralitu, zmenami v systéme výroby a spotre-

by a nákladmi, ktoré ponese spoločnosť aj jednotlivci. Paralelne bude vytvárať náklady, ktoré sa týkajú adaptácie a zmieňovania tlaku na ekosystémy a poľnohospodárstvo. Nepriame vplyvy budú spojené s volatilitou medzinárodných trhov s energiou, finančných trhov, ale aj trhov poľnohospodárskych komodít a rastom cien potravín, či s klimatickou migráciou do Európy.

Následky zmeny klímy sa prejavujú a budú prejavovať v širokom spektre oblastí, ako sú zhoršenie dostupnosti vodných zdrojov, postupné zväčšovanie plochy územia pravidelne postihovaného suchom a extrémnymi zrážkami a meniacimi sa poľnohospodárskymi výnosmi. Výnosy vo vyšších zemepisných šírkach pri náraste globálnej teploty o 1 – 3 °C sa môžu prechodne zvýšiť, ale pri výraznejšom náraste teploty poklesnú aj tam. Poľnohospodársku produkciu celkovo znížia najmä častejšie záplavy a dlhšie obdobia sucha. V teplejšom podnebí možno očakávať väčšie rozšírenie infekčných chorôb, zvýšia sa zdravotné riziká v dôsledku častejšieho výskytu horúčav, sucha a povodní (EEA, 2022b). Predpokladá sa, že následky zmeny klímy nielen spomalia hospodársky rast, ale taktiež sťažia znižovanie chudoby, predĺžia existujúce, a vytvoria nové pasce chudoby, najmä v mestských oblastiach.



© Budimir Jevtic, Adobe Stock



V dôsledku väčšieho teplotného stresu dôjde k celkovému zníženiu stability prírodných spoločenstiev, napríklad aj v dôsledku častejších požiarov. Zmeny v kvalite ekosystémov budú mať priamy dopad na pokles biologickej rozmanitosti. Pri zvýšení priemernej globálnej teploty vzduchu o 1,5 až 2,5 °C hrozí bezprostredné vymretie približne 20 – 30 % druhov rastlín a živočíchov. Zrýchľuje sa tiež migrácia mnohých živočíšnych druhov. Predpokladá sa vyššia intenzita a pravdepodobne aj vyššia početnosť výskytu extrémnych a nebezpečných javov počasia, akými sú búrky, povodne a víchrice. Ústup rozšírenia trvalej snehovej pokrývky zhoršuje hydrologický režim (najmä dostupnosť vody v priebehu roka). Predlžujú sa vegetačné obdobia, jarné obdobie nastupuje čoraz skôr. Na druhej strane, vpády studených vzduchových mäs s nízkou teplotou narúšajú fenologické fázy a môžu spôsobiť veľké škody na úrode poľnohospodárskych plodín.

Zmena klímy ovplyvňuje spoločnosť, ekosystémy a ekonomiku mnohokrátmi spôsobmi. Má a bude mať silný priestorový rozmer a jej vplyv je v rôznych regiónoch značne odlišný, pretože jednotlivé regióny sa líšia, pokiaľ ide o ich vystavenie zmene klímy a schopnosti vyrovnáť sa s touto zmenou. Je to odrazom ich odlišných fyzických, environmentálnych, sociálnych, kultúrnych a hospodárskych charakteristík. Predpokladá sa, že v mestských oblastiach zmena klímy zvýši riziká pre ľudí, ekonomiku a ekosystémy vrátane rizík vyplývajúcich z teplotného stresu, búrok a extrémnych zrážok, vnútrozemských a pobrežných záplav, zosuvov pôdy, znečistenia ovzdušia, sucha, nedostatku vody, stúpania morskej hladiny atď. Očakáva sa, že vo vidieckych oblastiach bude výrazný dopad na dostupnosť a zásobovanie vodou, potravinovú bezpečnosť, infraštruktúru a príjmy z poľnohospodárstva vrátane posunov v produkčných oblastiach potravinárskych a nepotravinárskych plodín po celom svete. Dôležité bude podnikať kroky na zníženie emisií GHG a zároveň vyvíjať adaptačné stratégie na posilnenie odolnosti voči nevyhnutným vplyvom zmeny klímy. V každom regióne Európy sa zmena klímy prejavuje špecifickým spôsobom, ale predikcie v rámci Slovenska<sup>11</sup> sa zameriavajú hlavne na tieto oblasti:

**Nárast teplôt:** V stredoeurópskom priestore sa očakáva nárast teplotných rekordov. Hlavne počas letného obdobia budú časté vlny horúčav, ktoré budú mať negatívne následky na ľudí, zvieratá, ale aj rastliny. Príkladom je leto roku 2015, počas ktorého dosiahla na niektorých meracích meteorologických stanicách zaznamenala minimálne 20 dní maximálna teplota viac ako 35 °C. To sa na Slovensku stalo prvýkrát. Odvtedy tento trend trvá a ostatným príkladom je rok 2022. Podobné teplotné rekordy sa vyskytovali aj v predchádzajúcich rokoch, majú [stúpajúcu tendenciu spojenú s dosahovaním nových maxim](#) (Markovič, 2023). Vysoké teploty si vyžadujú vyššie nároky na zdravotnú starostlivosť (EEA, 2022b). S narastajúcou teplotou bude pribúdať kolapsov spojených so zásahmi rýchlej zdravotníckej pomoci a prehlbovanie iných ochorení, načo je zdravotnícky systém v súčasnosti nepripravený. Potrebné je investovať do preventívnej informovanosti obyvateľstva. Extrémne horúčavy sa rozšíria, ak globálne oteplenie prekročí 1,5 °C (v porovnaní s predindustriálnymi hodnotami), pričom [pravdepodobnosť, že sa tak dočasne stane do roku 2026, je veľmi vysoká](#) podľa Svetového meteorologického observatória (WMO, 2022). V stredných zemepisných šírkach budú najteplejšie dni až o 3 °C teplejšie (pri priemernom globálnom oteplení o 1,5 °C) a až o 4 °C teplejšie pri priemernom globálnom oteplení o 2 °C. Najvyššie extrémne teploty sa predpokladajú v strednej a južnej Európe, pôjde o dlhšie obdobia a ovplyvnia hlavne husto osídlené oblasti.

**Manažment dažďovej vody:** V súčasnosti je trendom odvádzať dažďovú vodu do potrubí a kanálov hneď ako spadne na zem, pretože sa považuje skôr za príťaž, ak nie za odpad. Tým sa pripravujeme o významné prírode blízke riešenie regulácie teploty v mestskom prostredí – mimoriadne dôležité najmä v období extrémnych teplôt a sucha. Dôležité však je aj to, že dažďová voda z verejných kanalizácií ide do riek v takmer pôvodnom množstve, ako spadla na zem. V husto zastavaných sídlach ju kanalizácia odvádza takmer všetku. Veľký objem zrážkovej vody v krajine tak odtečie, naplní korytá riek a zvyšuje sa pravdepodobnosť vyliatia riek z pôvodných koryt a následné povodne, ktoré spôsobujú veľké hospodárske škody. Táto voda by však mohla aspoň z časti zostať na mieste, kde

11 Podrobnejšie údaje by mal priniesť projekt SHMÚ pripravovaný pre MŽP SR a zameraný na klimatické scenáre 2030/2050.

spadla v podobe dažďa – jednak na zavlažovanie – dostane sa do podzemných vôd, ale aj ako pohlcovač tepelnej energie zo Slnka.

**Povodne:** Počas rokov 1996 až 2013 spôsobili povodne na Slovensku škody v celkovej výške 1,214 miliardy eur, čo je priemerne ročne takmer 67,5 milióna eur. Túto štatistiku však výrazne ovplyvňuje extrémny rok 2010, kedy výška škôd dosiahla takmer 481 miliónov eur (MŽP SR, 2014). Správy o priebehu a následkoch povodní na území Slovenskej republiky do roku 2019 indikujú ich postupný nárast, rozširovanie dopadov a foriem nákladov na riešenie a zároveň nárast investícií na predchádzanie povodniam.<sup>12</sup>

**Manažment zelenej infraštruktúry:** Živé rastliny obsahujú 80 – 90 % vody. Pôsobením slnečných lúčov sa táto odparí, čo pri strome dobre zásobenom vodou predstavuje odpar v objeme až 400 litrov vody denne. Pri tomto procese sa premení 280 kWh slnečnej energie. V priebehu jedného slnečného dňa jeden väčší strom chladí s výkonom viac ako 10 chladiacich jednotiek. Je pritom vysoko ekologický, so zápornou spotrebovanou energiou (pohlcuje nežiaducu energiu zo slnka), pohlcuje prach a CO<sub>2</sub>. K ochladzovaciemu efektu napomáha aj tienenie vegetácie.

**Manažment novej zástavby a urbanizácia:** V súčasnosti je výstavba nových priemyselných areálov či bývaní často spojená s budovaním betónových a bezvŕskových plôch. Vybetónované centrá v mestách a sídlach, ktoré nepracujú s prvkami zelenej infraštruktúry, zvyšujú teplotu a znižujú retenčnú schopnosť priestoru. Stúpajú náklady na chladenie a zvyšujú sa riziká horúcich vln s ohrozením zdravotného stavu obyvateľov.

**Vysušovanie krajiny:** S vysokými teplotami je mnohokrát spojený aj nedostatok zrážok. Prejavuje sa hlavne v poľnohospodárstve, pričom musí byť riešený dobudovaním vodných nádrží na zavlažovanie, s možnosťou zachytávania zrážkovej vody v obdobiach s dostatkom zrážok. Tieto nádrže sa môžu využívať aj ako ochrana pred povodňami, ktorých počet a frekvencia v ostatných rokoch kolíše. Súčasne môžu vodné nádrže slúžiť ako zásobárne vody v prípade požiarov, ktoré počas dlhých extrémne teplých dní spojených

s nedostatkom zrážok často nastávajú v lesných oblastiach aj na poľnohospodárskej pôde. Očakáva sa, že obmedzenie globálneho otepľovania na 1,5 °C výrazne zníži pravdepodobnosť sucha a rizík súvisiacich s dostupnosťou vody v niektorých regiónoch strednej Európy.

**Extrémne zrážky a povodne:** Pri prekročení globálneho otepľovania o viac ako 1,5 °C či 2 °C bude na niektorých miestach zaznamenaný nárast silných zrážok s vyšším rizikom záplav. Záplavy a zvýšený odtok už zasahujú aj Slovensko. Odhady Európskej komisie napríklad hovoria, že pri protipovodňových opatreniach, každé euro investované do zabezpečenia ušetrí 6 eur na nákladoch pri povodniach (EC, 2013).

**Potravinová bezpečnosť:** Poľnohospodárstvo je oblasťou, ktorá najcitlivejšie reaguje na zmenu klímy. Očakáva sa, že potravinová bezpečnosť sa pri oteplení o 2 °C v porovnaní s 1,5 °C podstatne zníži. Veľké riziká vznikajú aj v strednej Európe. Výnosy plodín ako kukurica, pšenica a iné obilniny budú menšie, čo bude mať vplyv aj na chov zvierat. Podľa odhadov SHMÚ dôjde v priebehu nasledujúcich 50 rokov k priemernému otepleniu na území Slovenska o 3 °C. Tomu bude musieť byť prispôbena aj štruktúra pestovaných plodín, spojená so zavlažovaním suchých oblastí na juhu Slovenska, kde spadne menej zrážok. Očakáva sa aj objavenie nových chorôb rastlín, na ktoré sa treba pripraviť zabezpečením chemickej ochrany. Môžu sa vytvoriť oblasti nevyužiteľné z hľadiska poľnohospodárskej výroby. Tu treba rozmyšľať nad záchrannými modelmi, prípadne nad zmenou využitia.

**Ohrozenie lesov:** Na Slovensku rozloha lesných porastov dlhodobou stúpa (Zelená správa 2022, MP SR & NLC, 2022). Podľa Národného lesníckeho centra SR (NLC SK) vzrástla plocha lesných pozemkov s lesnými porastmi od roku 1990 o 31,1 tisíc ha, čo predstavuje 1,6 % nárast celkovej plochy lesných porastov. Po roku 1990 bol problémom nárast ťažby, od roku 2010 však reálne vykonaná ťažba mierne klesá a v roku 2021 bola nižšia ako v roku 2005 (MP SR & NLC, 2022). Reálnym problémom slovenských lesov je vysoký podiel náhodnej (neplánovanej) ťažby, v roku 2021 predstavovala v priemere 38 % (MP SR & NLC, 2022).

12 Predkladá MŽP SR spolu MV SR vláde SR podľa § 19 ods. 11 zákona č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami.

Je to dané práve vysokým podielom monokultúr, ktoré sú náchylné rýchlo podľahnúť extrémnym prejavom počasia kombinovaným [s aktivitou podkôrneho hmyzu](#). [Náhodná ťažba v roku 2021 predstavovala 64 %](#) v ihličnatých lesoch (MP SR & NLC, 2022). Na Slovensku sa dajú očakávať ďalšie škody napáchané víchricami na lesných porastoch. Z týchto dôvodov bude dôležité v rámci manažmentu lesov adaptovať ekosystémy na zmenu klímy, čo je však postupný a dlhodobý proces.

**Ekonomické vplyvy:** Silné vplyvy bude mať zmena klímy na mnohé sektory hospodárstva. V prvom rade je to turistický priemysel. Ekonomika lyžiarskych stredísk, hlavne v nižších polohách sa stáva [neudržateľnou](#) (MŽP SR & IEP, 2023). Slovensko bude mať čiastočne vhodnejšie podmienky na letnú turistiku. Zvyšuje sa využiteľnosť už existujúcich vodných plôch, ale aj sezónna dostupnosť slovenských hôr a miest. Na druhej strane budú nepriaznivé dôsledky zmeny klímy klásť dôraz na plánovanie a manažment turistického priemyslu.

**Energetika:** Jeden z ďalších vplyvov zmeny klímy je spojený so zvýšenými priemernými teplotami. To znamená vyrovnanejšiu spotrebu energie (najmä elektrickej) počas letných a zimných mesiacov a znížené zaťaženie prenosovej sústavy. V predchádzajúcich obdobiach, napríklad v roku 1996, bola spotreba v zimných mesiacoch o polovicu vyššia ako v letných mesiacoch. V roku 2021 bol tento rozdiel len 14,7 %. V dôsledku zvyšujúcej sa teploty, najmä v letných mesiacoch spojených s výraznejšími požiadavkami na klimatizovanie priestorov, a teda aj na spotrebu elektrickej energie, sa dá aj do budúcnosti očakávať vyrovnávanie spotrieb elektrickej energie. Vplyvy zmeny klímy spojené s alokáciou zrážok do severných častí Slovenska by mohli byť impulzom na budovanie malých vodných elektrární ako zdrojov OZE práve v týchto oblastiach. Takisto, vzhľadom na predpoklad extrémnych teplôt v letných mesiacoch spojených s vyšším počtom slnečných dní bude efektívne budovanie slnečných elektrární.

**Migrácia:** Medzinárodná migrácia bude čoraz intenzívnejší problém. Podľa IPCC bude jedným z najväčších dopadov zmeny klimatických podmienok obrovský globálny pohyb ľudí zapríčinený eróziou, suchom, záplavou prímorských území a kolapsom poľnohospodárstva (IPCC, 2007, 2011, 2014). Mnohé oblasti Afriky budú vplyvom sucha

a nedostatku vody generovať milióny migrantov. Mieru migrácie je veľmi ťažké odhadnúť. Medzinárodná organizácia pre migráciu odhaduje počet migrantov, ktorí budú musieť opustiť svoje domovy v dôsledku environmentálnych zmien, v roku 2050 globálne na cca. 200 miliónov (UNDESA, 2009). Ďalšie štúdie odhadujú globálne takéto počty do roku 2050 až na približne 1,2 miliardy ľudí (IEP, 2020). Aj pri veľkej neistote pri odhadovaní počtov pôjde o radikálny nárast. Pre porovnanie, podľa odhadov UNHCR bolo na cestách k novým domovom z politických a bezpečnostných dôvodov v roku 2014 „iba“ 60 miliónov ľudí (UNHCR, 2015).

Významným nástrojom na celosvetovej úrovni sú podľa OSN **vnútroštátne stratégie pre adaptáciu** (UNEP, 2022a). Jednou z najväčších výziev spojených s nákladovo efektívnymi opatreniami na adaptáciu je dosiahnuť koordináciu a súdržnosť na rôznych úrovniach plánovania a riadenia. Stratégia EÚ a informačná platforma [Climate-ADAPT](#) vytvárajú rámec pre opatrenia na národnej úrovni. Ide o kľúčové analytické



nástroje, ktorých cieľom je informovať a stanoviť priority, pokiaľ ide o činnosti a investície. Hlavným nástrojom na zvýšenie adaptačnej kapacity Slovenskej republiky je v roku 2018 prijatá aktualizácia [Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy](#) (NAS, MŽP SR, 2018) a [Národný akčný plán adaptácie na zmenu klímy](#) prijatý v roku 2021 (NAP, MŽP SR, 2021a).

Ak sa neprijmú opatrenia na adaptáciu na zmenu klímy, budú sa minimálne náklady s tým spojené pre EÚ ako celok podľa odhadov pohybovať v rozsahu od 100 miliárd eur ročne v roku 2020 do 250 miliárd eur v roku 2050. Podľa správy IPCC z roku 2014 by mohli náklady za emisie uhlíka (čisté náklady na následky zmeny klímy diskontované do súčasnosti) dosahovať až takmer 100 USD za tonu uhlíka. Tento odhad je všeobecný a závisí od podmienok, stavu a charakteristík danej krajiny. Pre Slovensko, ktoré v roku 2014 uvoľnilo 12 miliónov ton čistého uhlíka, by to ilustratívne predstavovalo náklady viac ako miliardu eur. Financie vynaložené na adaptačné opatrenia globálne sú stále žalostne nižšie, ako by bolo

potrebné (Adaptation Gap report 2022, UNEP, 2022a). Na financovanie adaptačných opatrení v SR sa v súčasnosti primárne využívajú zdroje štátneho rozpočtu a samospráv, podporované v oblasti infraštruktúrnych investícií zdrojmi EŠIF. Dôležitú úlohu hlavne pri testovaní a implementácii nových prístupov zohrávajú programy LIFE+ a granty EHP a Nórska. Komplementárne zdroje predstavujú národné zdroje financovania cez rozpočty jednotlivých sektorov a organizácií, ako sú Environmentálny fond, v oblasti vedy a výskumu schémy VEGA a APVV a v neposlednom rade private náklady firiem a jednotlivcov. [Misia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy](#) plní významnú rolu pri podpore adaptácie regiónov, miest a lokálnych autorít na európskej úrovni.

## Riziká, výzvy a odozvy

Riziká, výzvy a možnosti sú na Slovensku tak v oblasti mitigácie, ako aj adaptácie.

### Mitigačné opatrenia

V oblasti mitigácie sa bude musieť krajina pripraviť na plnenie cieľov Európa 2030 a na prechod na klimatickú neutralitu do roku 2050. To znamená ďalšie znižovanie emisií skleníkových plynov výhľadovo až o 80 – 90 %. Na dosiahnutie ambiciózných cieľov v oblasti zmeny klímy Slovensko potrebuje ďalej znižovať emisie a využívať nové technológie, zlepšiť manažment využívania prírodných zdrojov a zvyšovať podiel OZE. Cieľom je znižovať emisie CO<sub>2</sub>, presadzovať väčšiu energetickú bezpečnosť a znižovať intenzitu využívania zdrojov a zároveň vytvárať priemyselnú politiku, ktorá podporuje podniky (najmä malé a stredné) tak, aby sa prechodom na obehové hospodárstvo docielila väčšia konkurencieschopnosť. Prechod na nízkouhlíkové technológie by mal zároveň posilniť rozvoj zelených technológií, zelených inovácií a poskytnúť pracovné miesta v tomto rozvíjajúcom sa segmente ekonomiky.

Ciele prechodu od fosílnych palív a znižovanie ich spotreby musia byť podporované aj výskumom a vývojom technológií na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov a postupov na znižovanie spotreby energie v priemysle, službách a v domácnostiach.



© Shufu, Adobe Stock

Najväčší energetický potenciál z OZE na Slovensku má podľa [vládnej energetickej politiky](#) biomasa s teoretickým potenciálom 120 PJ (MH SR, 2014), ktorá má zároveň aj socioekonomický rozmer a predstavuje dôležitý potenciál pre rozvoj regionálnej a lokálnej ekonomiky. Udržateľný prístup by sa mal namiesto podpory veľkokapacitných teplární zamerať na projekty regionálnej spolupráce a udržateľného využívania lokálnych zdrojov biomasy. Pestovanie rýchlorastúcich drevín na produkciu biomasy má na Slovensku značný potenciál a mohlo by vytvárať synergie s podporou poľnohospodárstva, rozvoja vidieka a tvorby zelených pracovných miest, malo by však byť využívané rozumne a udržateľne.

Pri využívaní OZE je potrebné zo strednodobého i dlhodobého časového hľadiska zohľadniť potenciál lokálneho využívania, vlastníctva a manažmentu. Zohľadnené by mali byť doterajšie skúsenosti s podporou týchto zdrojov, najmä s cieľom zjednodušiť administratívnu náročnosť na strane prevádzkovateľov a primerane nastaviť výšku výkupných cien.

Podľa Európskej zelenej dohody sú pred nami ďalšie výzvy, a preto sa do roku 2050 podľa [Cestovnej mapy k nízkouhlíkovej ekonomike v roku 2050](#) počíta s radikálnym znížením emisií v porovnaní s úrovňou roku 1990 (COM(2019) 640 final; Rada EÚ, 2023). Ide o dlhodobý cieľ a predpokladom jeho dosiahnutia je zapojenie sa všetkých aktérov a sektorov. Slovensko ako člen EÚ má dlhodobý záväzok dekarbonizovať svoju ekonomiku. Pri nastavovaní príslušných sektorových stratégií a politík je však nevyhnutné brať do úvahy sekundárne dôsledky a podporu alternatívnych riešení v energetike realizovať so zohľadnením vplyvov na koncové ceny elektrickej energie.

V oblasti zabezpečenia dodávok plynu a ropy bolo Slovensko dlhodobo závislé v prevažnej miere od dodávok z nestabilných regiónov. V dlhodobom horizonte musí byť strategickým záujmom Slovenska diverzifikácia, a to prenosových trás i zdrojov surovín (čiastočne to urýchlila ruská vojenská agresia na Ukrajine). V prenose elektriny je potrebné sústrediť sa na posilňovanie cezhraničných a vnútroštátnych prenosových kapacít. Osobitnou otázkou pre Slovensko je jadrová energetika. Je to kontroverzná otázka, s ohľadom nielen na náklady spojené s týmto sektorom, ale aj na bezpečnostné riziká a problémy uskladne-

nia vyhoreného rádioaktívneho paliva. Zo strednodobého hľadiska a v horizonte tejto štúdie zostáva jadrová energetika súčasťou energetického mixu, keďže v tomto horizonte nejestvujú adekvátne alternatívy, ktoré by výrobu elektrickej energie z jadrových elektrární nahradili. Možnou budúcnosťou sú aj fúzne reaktory, alebo malé, lokálne jadrové reaktory novej generácie.

Koncept energetickej únie považuje dobudovanie vnútorného trhu za jednu zo základných priorít. Slovensko by sa malo na nej aktívne podieľať tým, že pre účastníkov trhu vytvorí rovnaké podmienky, aké majú ich konkurenti na ostatných národných trhoch. Pri formovaní energetickej únie je však potrebné zabezpečiť, aby bola zachovaná národná suverenita nad vytváraním a štruktúrou energetického mixu, nakoľko energetický mix je odpoveďou na energetické špecifiká danej krajiny.

Investície do prechodu na nízkouhlíkové a efektívne hospodárstvo by nemali predstavovať len náklady, ale zároveň by mali byť akcelerátorom zvyšovania produktivity a konkurencieschopnosti.



Zároveň by to malo zvýšiť energetickú bezpečnosť, pričom integrácia európskeho energetického trhu môže zvýšiť HDP o 0,6 % na 0,8 %. Prepočty ďalej uvádzajú, že splnenie cieľa 20 % energetickej spotreby Európy z obnoviteľných zdrojov by mohlo vytvoriť viac ako 600 000 pracovných miest v EÚ. Ďalších 400 000 pracovných miest by malo priniesť zvýšenie energetickej efektívnosti o 20 %. Závazky v oblasti znižovania emisií by mali zároveň podporiť rozširovanie inovatívnych technologických riešení a znižovať náklady na výrobu energie z obnoviteľných zdrojov.

## Adaptačné opatrenia

Paralelne s mitigačnými politikami a opatreniami bude potrebné investovať do adaptácie na zmenu klímy. Všeobecnou snahou je vytvoriť podmienky, vďaka ktorým by bola krajina spolu so všetkými ekosystémami voči zmene klímy odolnejšia. To znamená, zabezpečiť lepšiu pripravenosť a schopnosť reagovať na vplyvy zmeny klímy na miestnej, regionálnej a národnej úrovni, ako aj na úrovni EÚ. Takisto pripraviť jednotný prístup a zlepšiť

koordináciu. K tomu bude na európskej úrovni napomáhať platforma [Climate-ADAPT](#) zhrňujúca informácie o legislatíve, príkladoch dobrej praxe a mnohých nástrojoch, ktorá sa postupne stáva hlavným nástrojom a informačnou bázou EÚ v oblasti adaptácie na zmenu klímy. Nevyhnutnými budú aj investície do adaptačných opatrení hlavne v oblasti ochrany proti povodňam a zmenám v poľnohospodárstve (MŽP SR, 2018).

Adaptačné opatrenia bude potrebné aplikovať v rôznych oblastiach:

**Výskum:** Počnúc štúdiom rizík zmeny klímy, zlepšením chápania klímy a klimatickej zmeny a s ňou spojených príležitostí, skúmaním citlivosti systému spojenej so súčasnou klímou, po riziká neklimatického charakteru. Dôležité je vytvoriť sociálno-ekonomické prepojenie a presadiť využívanie technických a kvantitatívnych metód. Prínosom bude vytvorenie klimatických a socioekonomických scenárov, takisto zdokonaľovanie a testovanie podporných nástrojov pre rozhodovanie o zmene klímy.

**Zber dát a monitoring:** Zahŕňa napr. monitorovanie účinnosti adaptačných opatrení, ktoré však komplikujú nejasne stanovené adaptačné ciele.

**Zmena a vývoj regulatív, štandardov, politík a programov,** týkajúcich sa klimatických rizík a prispôbeniu sa na ne, aplikovaných na miestnej, regionálnej, národnej aj medzinárodnej úrovni. Potrebné je prepojenie s alokáciou zdrojov do ohrozených oblastí.

**Zlepšenie vnútornej organizačnej štruktúry:** Environmentálne myslenie by malo byť podporené rôznymi školeniami a zmenami štruktúry v podnikateľskej aj verejnej sfére, podporené vytvorením pracovných miest pre pracovníkov zameraných na podporu klimatických adaptačných stratégií.

**Zlepšovanie povedomia** odbornej aj laickej verejnosti prostredníctvom školení, konferencií a publikácií.

**Práca v partnerstvách:** Podpora partnerstiev založených na spoločnom riešení klimatických problémov a snahe riešiť adaptačné problémy zmeny klímy. Táto spolupráca môže mať medziregionálny, medzisektorový aj interdisciplinárny charakter.



© Metropolitný inštitút Bratislavy

### Príprava na situácie spojené s rizikom a stratami:

Prijať straty a vyrovnať sa so situáciou, ktorá sa už nedá zmeniť – straty území aj biodiverzity. Týmto stratám treba prispôbiť aj ceny produktov a služieb, ktoré sú vyprodukované na úkor týchto území.

### Zdieľanie zodpovednosti za straty a riziká:

Je potrebné použiť rôzne finančné mechanizmy na eliminovanie škôd spôsobených zmenou klímy vrátane poistenia a diverzifikácie investícií. Takisto je odporúčané kalkulovať s rizikami pri obchodných aktivitách, ktoré by mali byť rôznorodé s použitím viacerých zdrojov zásobovania, trhov, príjmov atď.

### Zabránenie negatívnym účinkom, vyhýbanie sa rizikám a ich znižovanie:

Toto opatrenie zahŕňa zavádzanie zariadení s vyšším technologickým štandardom prispôbeným zmene klímy – len ako príklad: izolácie, ventilácie, vodozadržné opatrenia, závlahové systémy. Takisto je potrebné zmeniť využívanie rizikových území, príp. meniť priestorové umiestnenie aktivít s ohľadom na riziká a v prípade ohrozenia ich premiestniť – zavádzanie nových rekreačných oblastí na bezpečných miestach – a vytvoriť krízové plány, ktoré budú riešiť problémy v prípade prírodných katastrof – sucha, povodní, požiarov a pod. Tieto prístupy vyžadujú aj zásadne inovatívny prístup v procesoch územného a krajinného plánovania.

**Vyhľadávanie nových príležitostí:** Využitie nových trhov a sociálnych príležitostí, ktoré vznikajú vplyvom zmeny klímy – globálne aj lokálne. Musí byť spojené s využívaním nových poľnohospodárskych území a s alternatívnym využitím pôdy, ktoré je spojené so zmenou klímy.

## Politické výzvy

Veľkou výzvou bude zmena klímy pre slovenskú diplomaciu. Mala by sa, tak ako doteraz, zasaďovať o environmentálne medzinárodné dohody a ich uplatňovanie. Výzvou je ďalej pokračovať v znižovaní emisií a adaptačných opatreniach na národnej úrovni, zároveň podporovať silnejšie globálne záväzky vrátane finančnej pomoci roz-

vojovým krajinám. Zmena klímy si ako globálny problém vyžaduje našu väčšiu globálnu angažovanosť. Inak sa hrozby ako lokálny nedostatok vody či klimatická migrácia môžu pretaviť do nových zdrojov bezpečnostných konfliktov.

Slovensko v októbri 2016, v rámci predsedníctva Rady EÚ, zohralo kľúčovú úlohu pri ratifikácii Parížskej dohody EÚ. Ako pri jej príprave zdôraznil francúzsky minister zahraničných vecí Laurent Fabius, Parížska dohoda je ambicióznym a vyváženým plán, ktorý je historickým bodom zvratu s cieľom znižovať globálne otepľovanie. Sama o sebe však nebude stačiť. Chýbajú v nej jasné záväzky, termíny a sankcie, zatiaľ čo emisie skleníkových plynov globálne stále rastú. Aj tieto „mäkké“ záväzky sa ukazujú ako iluzórne. Konferencie strán dohovoru UNFCCC odvtedy ďalej potvrdzujú globálne záväzky a smerovanie k spoločným cieľom, ale realitou je, že s výnimkou prechodného poklesu počas vrcholu pandemickej krízy, emisie ďalej globálne stúpajú. Výnimkou nebola ani posledná konferencia zmluvných strán COP 27, ktorá mitigačnými ambíciami nepresahuje konferenciu v COP26 z Glasgowa<sup>13</sup>. Európa a Slovensko majú ambíciu radikálnej dekarbonizácie svojej ekonomiky, ale v realite globálnych trendov bude zároveň nevyhnutné investovať do adaptácie na meniace sa klimatické podmienky. To nakoniec aj znepokojene konštatovali zmluvné strany na konferencii COP27 a dohodli sa na dlhodobom, štruktúrovanom úsilí, ktoré pomôže krajinám spoločne dosiahnuť globálny cieľ pre adaptáciu ([článok 7.1 Parížskej dohody](#)).

13 MŽP SR, Informácie o výsledkoch 27. konferencie zmluvných strán Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy (COP27) v internom pripomienkovom konaní (január 2023)





An aerial photograph of an industrial facility, likely a power plant or refinery, during sunset. A massive, dark plume of smoke or steam rises from a central chimney, dominating the left side of the frame. The sky is a mix of orange, yellow, and blue, with scattered clouds. The city below is illuminated by the low sun, with lights from buildings and streets visible. A river or canal winds through the industrial area.

# GMT 10 – Rastúce znečistenie životného prostredia



„Človek je však súčasťou prírody a jeho vojna proti prírode je nevyhnutne aj vojnou proti nemu samému.“

— Rachel Carson, zakladateľka globálneho environmentálneho hnutia

© Flukesamed, Adobe Stock

Hoci ľudstvo využíva široké spektrum chemických látok, je znečistenie spojené s ich používaním celosvetovým problémom, pretože toxické látky sa môžu šíriť do veľkých vzdialeností od miesta ich produkcie a negatívne ovplyvňovať životné prostredie.

Znečisťovanie ovzdušia je jedným z hlavných faktorov vzniku chorôb a globálne spôsobuje až 7 miliónov predčasných úmrtí. Aj napriek mnohým legislatívnym opatreniam a technologickému pokroku sa klesajúce trendy v emisiách znečisťujúcich látok za posledné desaťročia na európskej a národnej úrovni nepremietajú do zlepšenej kvality ovzdušia. Problémom sú naďalej najmä vysoké koncentrácie tuhých častíc, prízemný ozón, oxidy dusíka a benzo(a)pyrén, ktorým je podľa noriem WHO vystavená väčšina obyvateľstva EÚ. Slovensko prijalo množstvo legislatívnych opatrení a stratégií na ochranu ovzdušia, ktoré by sa postupne mali premietnuť aj do lepšej kvality ovzdušia.

Predpokladá sa, že dnešné problémy nedostatku vody a prístupu k nej sa v budúcnosti budú zhoršovať v dôsledku zvýšenia spotreby vody vo všetkých oblastiach. Dostupnosť vody sa bude znižovať nielen v dôsledku zmeny klímy, ale aj v dôsledku vyšších požiadaviek na jej kvalitu, ktorá bude ale negatívne ovplyvnená znečisťovaním. Na Slovensku je úroveň zásobovania kvalitnou a bezpečnou pitnou vodou z verejných vodovodov v porovnaní s ostatnými krajinami na dobrej úrovni, pretrvávajú však výrazné regionálne rozdiely. Spotreba vody v domácnostiach klesla za posledné desaťročia v krajinách EÚ, pričom SR je medzi krajinami s najnižšou spotrebou. Slovensko prijalo v roku 2022 významnú stratégiu – Koncepciu vodnej politiky, ktorá by mala zabezpečiť lepšie a udržateľné využívanie vodných zdrojov a zlepšiť ekologický stav vodných ekosystémov.

Pôda, poskytujúca mnohé produkčné a mimoprodukčné ekosystémové služby, je komplexný

a neobnoviteľný prírodný zdroj. Na rozdiel od ostatných zložiek životného prostredia, v pôde sa dlhodobo akumulujú anorganické a organické kontaminanty. Pôdny pokryv, a teda aj akumulácia kontaminantov a možnosť ich transportu v prírodnom prostredí Slovenska, sú značne heterogénne. Stav väčšiny pôd na Slovensku je relatívne priaznivý; v súčasnosti evidujeme menej ako 1 % nadlimitne kontaminovaných pôd. Ide predovšetkým o staré priemyselné záťaž a prírodné geochemické anomálie vyskytujúce sa prevažne v niektorých horských a podhorských oblastiach. Slovensko aj EÚ disponujú legislatívou, ktorá by mala znížiť znečistenie pôdy na úroveň, ktorá už nie je považovaná za škodlivú pre ľudské zdravie a prírodné ekosystémy.

# Znečistenie ovzdušia

## Úvod

Rast globálnej populácie a s tým spojených nárokov na bývanie, dopravu, spotrebu, príslušnú infraštruktúru, spôsobujú rast hospodárskych aktivít, akými sú hlavne priemyselná výroba, výroba elektrickej energie a tepla, ťažba nerastných surovín, poľnohospodárska činnosť, čo má v konečnom dôsledku negatívne dopady na globálnu klímu, prírodné zdroje a kvalitu životného prostredia. Napriek širokému využitiu chemických látok v spoločnosti je znečistenie spojené s ich používaním celosvetovým problémom, pretože toxické látky sa môžu šíriť do veľkých vzdialeností od miesta ich produkcie a negatívne ovplyvňovať životné prostredie. Od začiatku priemyselnej revolúcie v 19. storočí sa znečistenie životného prostredia rozrástlo do globálneho cezhraničného problému, ktorý sa prejavuje zmenami v kvalite ovzdušia, vody, pôdy, zhoršeným stavom ekosystémov, stratou biodiverzity a priamo ovplyvňuje ľudské zdravie a kvalitu života obyvateľstva.

## Hnacie sily

### Populácia

**Svetová** populácia sa od minulého storočia viac ako zdvojnásobila, z menej než 3 miliárd v roku 1960 na súčasnú (15. november 2022) úroveň 8 miliárd obyvateľov, pričom sa zároveň predlžuje aj priemerná dĺžka života človeka. Predpokladá sa postupný rast do roku 2050, kedy by sa veľkosť svetovej populácie mala blížiť k 10 miliardám, pričom vrchol rastu by mohol byť dosiahnutý okolo [roku 2100 na úroveň 10,4 miliárd](#) osôb podľa stredného scenára (OSN, 2022a). Interval spoľahlivosti týchto prognóz je však značne široký a prognózy rôznych autorov sa zároveň rozchádzajú (Adam, 2021). Trendy naznačujú, že nárast počtu obyvateľov bude nerovnomerný a v niektorých vyspelých krajinách, v niektorých prípadoch populácia dokonca klesá. Napríklad počet obyvateľov krajín Afriky južne od Sahary sa má v tomto období

takmer zdvojnásobiť, zatiaľ čo v Severnej Amerike a Európe počíta OSN len približne s dvojpercentným nárastom (OSN, 2022a). Obzvlášť negatívnym trendom je nárast populácie v mestách, najmä v rozvojových krajinách.

V roku 2021 v **Slovenskej republike** pokračoval pokles prirodzeného prírastku obyvateľstva. Medziročné zmeny však nespôsobili zásadné zvraty v nastúpených demografických trendoch posledných rokov. Zmeny v pôrodnosti a na druhej strane pozitívny vývoj úmrtnosti zásadne ovplyvnili proces starnutia. Slovenská populácia starne zrýchľujúcim tempom, o čom svedčí porovnanie demografického vývoja roku 2021 s rokom 1993 – ten bol charakteristický nižším počtom obyvateľov, nižším prírastkom sťahovaním, naproti tomu vyšším prirodzeným prírastkom obyvateľstva, vyššou pôrodnosťou a nižšou úmrtnosťou. Hodnota strednej dĺžky života pri narodení na Slovensku vzrástla medzi rokmi 1990 a 2020 na 80,2 roka u žien (+ 4,8 roka), u mužov na 73,5 rokov (+ 6,9 roka) (ŠÚ SR, 2021). V dôsledku pandémie ochorenia COVID-19 a vyššej úmrtnosti v roku 2020 sa podľa prierezových úmrtnostných tabuliek medziročne (2020 – 2021) skrátil život práve narodených žien o 2,0 roka a mužov o 2,3 roka (ŠÚ SR, 2022). Možno jednoznačne skonštatovať, že obdobie najbližších 60 rokov bude charakteristické zmenou trendu vo vývoji počtu obyvateľov a kontinuálnym pokračovaním populačného starnutia. V roku 2060 bude obyvateľstvo Slovenska menej početné, staršie a pravdepodobne aj etnicky pestrejšie. Úbytok počtu obyvateľov, ktorý na Slovensku už pravdepodobne začal (napr. v roku roku 2021 ubudlo 14 558 obyvateľov), bude s veľmi veľkou pravdepodobnosťou v ďalších rokoch pokračovať. Počet obyvateľov by sa mal v roku 2060 pohybovať okolo hranice 5,3 mil. obyvateľov.

### Potravinový sektor

Pokračujúci nárast globálnej populácie, globalizácie, mobility ľudí a tovaru a zvyšujúca sa miera urbanizácie spôsobujú nárast dopytu po potravinách, krmivách, produktoch osobnej spotreby a energii. Meniace sa vzorce spotreby a environmentálne podmienky nielen zvyšujú tlaky na životné prostredie, ale predstavujú aj nové úlohy na zaistenie potravín v celosvetovom meradle. Tieto rastúce a meniace sa požiadavky spotrebiteľov na potravinový systém majú negatívne

dôsledky na ekosystémy, globálnu klímu i kvalitu životného prostredia. Zabezpečenie potravy pre väčšiu populáciu si vyžaduje viac poľnohospodárskej pôdy alebo intenzívnejšie výnosy, čo je v kontraste so zvyšujúcim sa záberom pôdy a [poklesom podielu ornej pôdy v SR](#). Na druhej strane, EÚ sa zaviazala prejsť na udržateľný a spravodlivejší systém produkcie, čo si vyžaduje prebudovanie celých reťazcov a inovácie v potravinovom sektore (COM(2020) 381 final, [Stratégia „z farmy na stôl“ 2020](#)). Cieľom stratégie je znížiť množstvo používaných hnojív o 20 % a pesticídov v poľnohospodárstve o 50 % do roku 2030, a znížiť tak množstvo skleníkových plynov a látok znečisťujúcich životné prostredie. Udržateľný a spravodlivejší systém produkcie zahŕňa napr. nové druhy krmív pre živočíšnu výrobu, ktoré by znížili produkciu skleníkových plynov, redukciu potravinového odpadu, nové potraviny a spôsoby pestovania plodín s menšími dôsledkami na životné prostredie (syntetické druhy proteínov, hmyz, hydroponické pestovanie, udržateľná produkcia potravín v moriach a pod.).

## Energetika

Do roku 2040 sa očakáva rast celosvetovej spotreby energie (podľa niektorých odhadov až o 63 %), z veľkej časti je to spojené s očakávanou spotrebou v krajinách závislých na fosílnych zdrojoch energie (UNEP, 2019a) a globálnym nárastom dopytu po elektrickej energii (IEA, 2022).

[Energetická náročnosť SR](#), definovaná ako podiel hrubej domácej spotreby (HDS) k vytvorenému hrubému domácomu produktu (HDP), klesla od roku 2005 do roku 2020 o 44,1 %. Tento pokles je výsledkom nárastu HDP v s.c.15<sup>14</sup> (+ 53,5 %) a súčasného poklesu HDS (+ 14,1 %). Medziročne (2019 – 2020) však energetická náročnosť stúpla (+ 1,3 %). Napriek výraznému poklesu energetickej náročnosti (EN) patrí SR v rámci EÚ ku krajinám s vysokou EN (ôsma najvyššia v roku 2020, Eurostat, 2023). SR dováža takmer 90 % primárnych palivovo-energetických zdrojov (PEZ). Medzi domáce PEZ možno zaradiť hnedé uhlie, vodnú energiu a biomasu. Všetko čierne uhlie sa zabezpečuje dovozom. Väčšina plynu a takmer celý objem ropy sa dováža, podiel domácej ťažby zemného plynu a ropy je minimálny (cca 4 %). Rovnako

je dovážané aj jadrové palivo. Slovensko patrí ku krajinám s vysokou dovoznou závislosťou, ktorá bola v roku 2019 na úrovni 69,8 %, čo je najviac za posledných 15 rokov.

Kým celkový podiel energie z OZE v období posledných 10 rokov stagnoval okolo úrovne 9 – 12 %, v roku 2020 dosiahol [podiel OZE 17,3 %](#), čím SR splnila národný cieľ na rok 2020 (14 % podiel OZE) a zároveň sa priblížila k splneniu národného cieľu pre OZE do roku 2030 (19,2 %). Dominantnou a stálou zložkou vo výrobe elektriny z OZE sú vodné elektrárne. Dôvodom výrazného nárastu podielu OZE v roku 2019 (5 %) bolo započítanie spotreby biomasy v domácnostiach v sektore kúrenia a chladenia. Spotreba biomasy na vykurovanie v domácnostiach narástla medzi rokmi 2018 – 2019 takmer dvojnásobne. Ruská vojenská agresia voči Ukrajine (od februára 2022) však mení paradigmy energetického trhu. Súčasná bezprecedentná situácia ponúka šancu ukončiť závislosť EÚ od fosílnych palív, najmä – ale nielen – tých dovážaných z Ruska, súčasne posilniť energetickú bezpečnosť a ďalej znižovať emisie skleníkových plynov. EÚ sa preto nielen zaviazala diverzifikovať a znížiť závislosť EÚ na fosílnych palivách dovážaných z Ruska, ale aj razantnejšie presadzuje najmä implementáciu opatrení, ktoré sú súčasťou tzv. balíčkov [Fit for 55](#) a [RePowerEU](#) (Rada EÚ, 2023; REPowerEU, COM(2022) 230 final). Jedným z dôsledkov je, že dopyt po palivovom dreve naďalej rastie a medziročne (2021 – 2022) stúpol o 45 % (MPRV SR, 2022). Možno predpokladať ďalší nárast dopytu po palivovom a energetickom dreve v najbližšej budúcnosti, čo bude vytvárať tlak na jeho cenu. Zvýšenie energetickej nezávislosti a výpadok lacnejších fosílnych zdrojov prináša aj zvýšené využívanie uhlia v niektorých krajinách s negatívnymi dôsledkami na kvalitu ovzdušia, a tým aj na zdravie ľudí. Predpokladá sa, že tieto negatívne vplyvy by mali byť len krátkodobé a nemali by ovplyvniť plnenie záväzkov pre nulové znečistenie v roku 2030 (COM(2022) 230 final).

Z hľadiska vývoja konečnej spotreby energie sa predpokladá ďalšie znižovanie energetickej náročnosti, a tým aj ďalšie zlepšovanie energetickej účinnosti premeny primárnych zdrojov energie pre všetky prognózované scenáre vývoja koneč-

nej spotreby, čo by malo v konečnom dôsledku priaznivo vplývať na zlepšenie kvality ovzdušia. Podľa vysokého a referenčného scenára (MH SR, 2014) sa v nasledujúcom období predpokladá rast konečnej energetickej spotreby až do roku 2035, odkedy sa podľa úsporného scenára ráta s ďalším znížením konečnej spotreby.

## Doprava

Sektor dopravy je významná hnacia sila zmeny klímy a znečistenia ovzdušia zodpovedná za 25 % emisií GHG v EÚ, pričom nároky na dopravu neustále narastajú (EEA, 2022c). Emisie v tomto sektore nekorešponujú s [poklesmi emisií v iných sektoroch](#). EÚ v roku 2016 prijala [Stratégiu pre nízkoemisnú dopravu](#) (COM(2016) 501 final). Inovácie, zvýšenie efektívnosti a vyšší podiel biopalív v palivovom mixe sú významnou súčasťou tohto plánu. Vďaka vyššiemu podielu biopalív v palivovom mixe sa znížila intenzita GHG palív v období 2010 – 2020 o **5,5 %**, aj keď nebol dosiahnutý cieľ stanovený EÚ (6 %; EEA, 2022a). [Najväčší pokles intenzity GHG palív bol zaznamenaný v krajinách ako Fínsko a Švédsko](#), kde je podiel biopalív (najmä z lesníckeho sektora) vyšší (EEA, 2022c).

Vo všeobecnosti je po roku 2020 viditeľný tlak na postupnú elektrifikáciu dopravy, očakáva sa, že to bude v praxi znamenať zvýšenie podielu elektromobilov a vozidiel s palivovými článkami, ktoré budú nahrádzať vozidlá s vnútorným spaľovacím motorom. V novembri 2022 Komisia predložila návrh na [sprísnenie emisných limitov \(EURO 7\)](#) (COM(2022) 586 final). Zároveň Rada EÚ a EP dosiahli v októbri 2022 predbežnú dohodu o návrhu Komisie, aby všetky nové automobily, ktoré sa v EÚ budú od roku 2035 predávať, mali nulové emisie (COM(2021) 556 final). Napriek námietkam zo strany niektorých členských krajín [prešiel tento návrh prvým čítaním](#) (27.3.2023) a finálne odsúhlasenie v EP sa očakáva do konca roku 2023 (EC, 2023).

Veľkú úlohu v znižovaní emisií v sektore dopravy budú mať aj opatrenia v leteckej doprave, ktorá je jedným z [najrýchlejšie rastúcich zdrojov GHG](#) a ktorý by sa mohol do roku 2050 strojnásobiť (EC, 2022). Komisia prišla s [iniciatívou](#) a opatreniami na zníženie emisií z leteckej dopravy (EC, 2022). Inovácie, zvyšovanie efektivity a podielu biopalív v palivovom mixe a kompenzácie za emisie budú hrať významnú úlohu v tomto procese. V preprave osôb a tovaru v SR pretrvávajú negatív-

ny [vysoký podiel cestnej dopravy](#) na úkor ostatných environmentálne priaznivejších druhov. Tak tiež narastá [počet motorových vozidiel a podiel individuálnej dopravy](#) na preprave osôb. Predpokladaný vývoj v nákladnej doprave je, že množstvo prepraveného tovaru a výkony jednotlivých druhov dopravy budú vo všeobecnosti narastať. Dominantnou zostane cestná nákladná doprava, jej podiel bude narastať mierne aj vzhľadom na zavedenie elektronického mýta. Nárast cestnej nákladnej dopravy sa prejaví najmä na diaľniciach a v trasách rýchlostných ciest v regiónoch s vyšším hospodárskym potenciálom, kým nárast železničnej nákladnej dopravy sa prejaví najmä na hlavných koridoroch. Globálne vplyvy v medzinárodnom obchode sa podľa predpokladov prejavujú postupným nárastom množstva prepraveného tovaru.

V osobnej cestnej doprave bude aj naďalej negatívny trend nárastu individuálnej cestnej dopravy, ktorá v roku 2018 predstavovala 76 % na počte prepravených cestujúcich a až 81 % na prepravných výkonoch pri súčasnom znižovaní podielu verejnej dopravy (IDP, 2021). Väčšina investícií do cyklistickej infraštruktúry [smerovala na podporu cykloturizmu v extravilánoch miest a obcí](#) (Úrad vlády SR, 2021). Nedostatočná a len pomaly sa budujúca infraštruktúra cyklochodníkov, ako zelenejšej a zdravšej alternatívy pre dopravu v mestách, bude naďalej podporovať negatívny trend vysokého podielu individuálneho motorizmu, aj keď vláda SR má za cieľ túto situáciu zlepšiť v rámci Plánu obnovy (Úrad vlády SR, 2021). Po dokončení modernizácie železničných tratí a modernizácie mobilných prostriedkov prímestskej a regionálnej železničnej dopravy sa vytvoria podmienky pre presun prímestskej a regionálnej dopravy na železničnú osobnú dopravu a mestskú hromadnú dopravu.

## Trendy

### Znečistenie ovzdušia v globálnom a európskom meradle

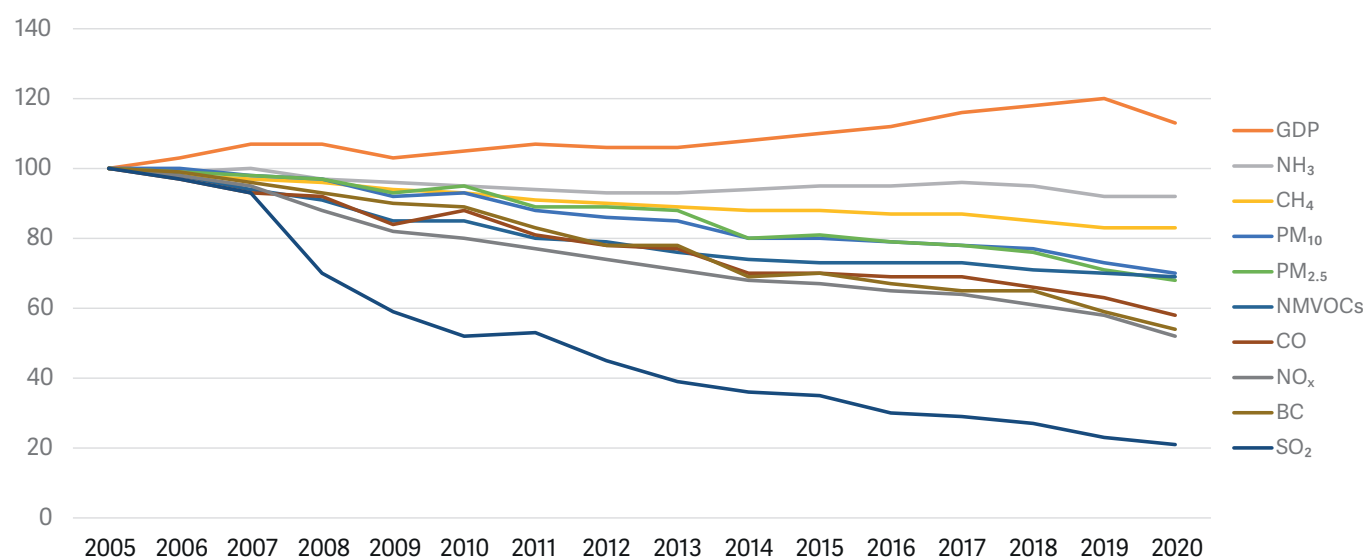
V poradí šiesty Globálny environmentálny výhľad (GEO 6; UNEP, 2019a) poskytuje analýzu stavu životného prostredia, globálnych, regionálnych i lokálnych politík, ako aj výhľad do najbližšieho

obdobia. Táto správa sa zameriava na tému „zdravá planéta – zdraví ľudia“ a má za cieľ napomáhať tvorcom politik a celej spoločnosti dosiahnuť splnenie environmentálnych cieľov v rámci **Cieľov udržateľného rozvoja** (SDG) schválených na medzinárodnej úrovni (OSN, 2022b). V zmysle tejto správy celosvetové trendy znižovania emisií lokálnymi znečisťovateľmi v určitých odvetviach a regiónoch boli vykompenzované väčším zvýšením v iných regiónoch vrátane rýchlo sa rozvíjajúcich krajín s rýchlou urbanizáciou (UNEP, 2019a). Na dosiahnutie nižších emisií znečisťujúcich ovzdušie je možné využiť rôzne postupy a nástroje na reguláciu znečistenia. Po zavedení regulácie v elektrárňach, veľkých priemyselných závodov a vozidiel, vzrástol význam pomerného podielu iných zdrojov vrátane poľnohospodárstva, používania domáceho paliva, lesných požiarov a požiarov od otvorených ohnísk. Elektrina vyrobená z neobnoviteľných zdrojov spolu s výrobnými a spotrebnými sektormi, ktoré využívajú fosílnu palivá, sú hlavným odvetvím produkujúcim emisie skleníkových plynov a najväčšími zdrojmi antropogénnych emisií SO<sub>2</sub> a nemetánových prchavých organických zlúčenín (NMVOC), ako aj iných látok znečisťujúcich ovzdušie.

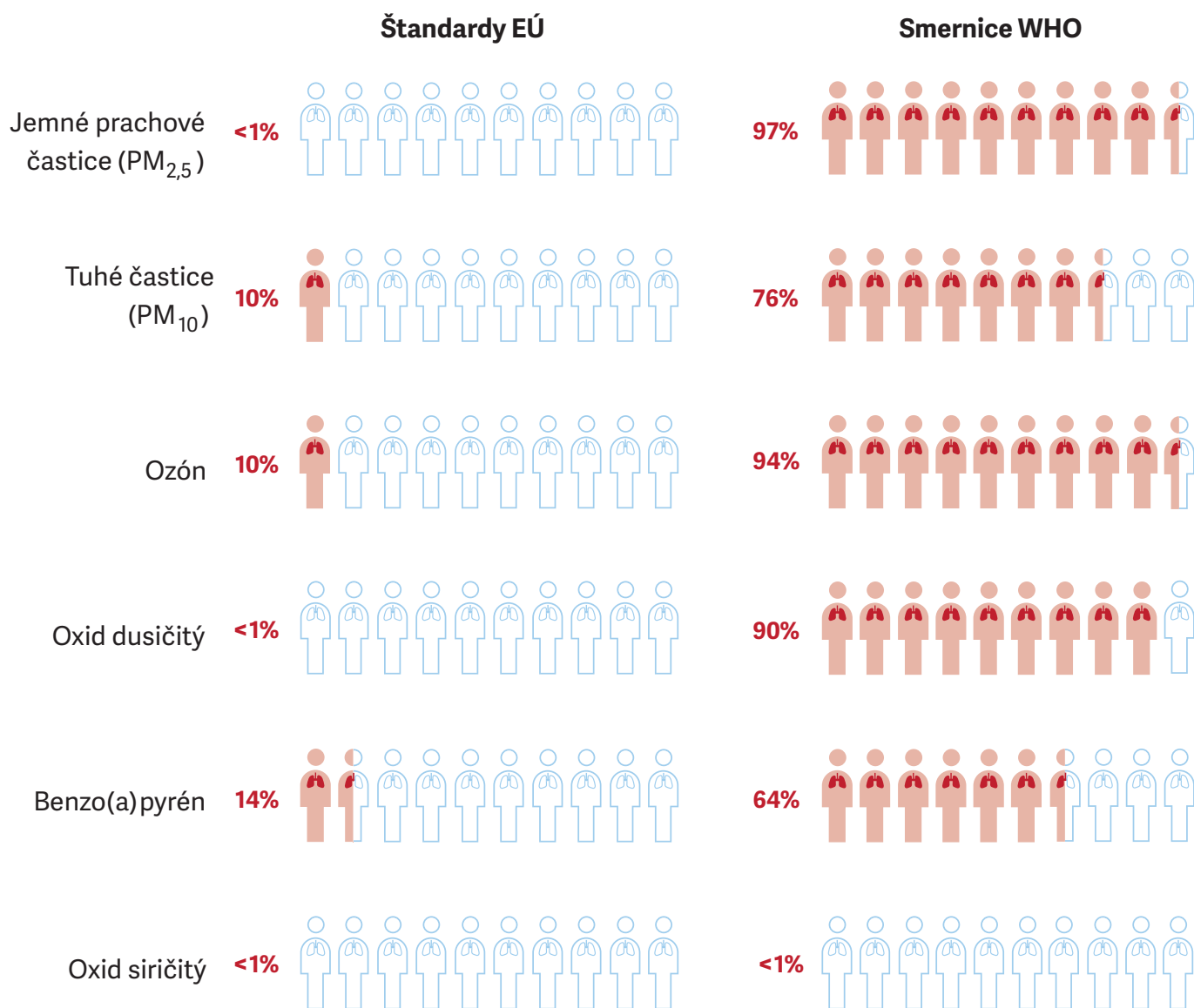
Hoci počas posledných dvoch desaťročí došlo v Európe k celkovému zníženiu emisií znečis-

ťujúcich látok do ovzdušia (Graf 8), v dôsledku komplexných vzťahov medzi emisiami a kvalitou ovzdušia sa to nie vždy odráža v zodpovedajúcom zlepšení stavu ovzdušia (COM(2022) 673 final; EEA, 2019).

Najväčším problémom v kvalite ovzdušia EÚ a z hľadiska ochrany verejného zdravia sú najmä prízemný **ozón** (O<sub>3</sub>) a **tuhé častice** (< 2,5 μm – PM<sub>2,5</sub> > 10 μm – PM<sub>10</sub>), ale tiež **oxidy dusíka** (NO<sub>x</sub>) a **benzo(a)pyrén** (COM(2022) 673 final; EEA, 2023). V roku 2021 bolo v Európskej únii **97 % mestského obyvateľstva** vystavených úrovňam jemných prachových častíc – PM<sub>2,5</sub>, ktoré prekračujú najnovšie, a v porovnaní s EÚ, prísnejšie odporúčané limitné hodnoty stanovené WHO (Obr. 6; EEA, 2023). Veľká časť mestského obyvateľstva (90 %) bola tiež vystavená vyšším koncentráciám **oxidu dusičitého** (NO<sub>2</sub>) v dôsledku emisií z dopravy (Obr. 6), a to aj napriek tomu, že emisie NO<sub>2</sub> v čase pandémie COVID-19 a lockdownov prudko klesli (EEA, 2022d). Očakáva sa, že emisie škodlivín v Európe budú do roku 2030 naďalej klesať, avšak problémy so znečistením ovzdušia budú pretrvávajúť. Na obmedzenie negatívnych vplyvov znečisťujúcich látok pre väčšinu obyvateľstva podľa usmernení WHO budú potrebné ďalšie politické záväzky (COM(2022) 673 final; UNEP, 2021b).



Graf 8 Trendy v emisiách do ovzdušia v porovnaní s GDP v rámci EÚ-27 vyjadrené ako percentuálne rozdiely v porovnaní s rokom 2005 (EEA, 2022d).



Obr. 6 Porovnanie podielu mestského obyvateľstva EÚ vystaveného nadlimitným koncentráciám látok znečisťujúcich ovzdušie podľa normy EÚ (vľavo) a prísnejšieho usmernenia WHO (vpravo) v roku 2020 (EEA, 2023).

Taktiež sa predpokladá, že budú pretrvávajúť problémy súvisiace s eutrofizáciou a acidifikáciou, pričom podľa niektorých scenárov bude eutrofizáciou stále postihnutých 68 % plochy ekosystémov a 59 % oblastí Natura 2000 v EÚ (COM(2022) 673 final). Výrazné zlepšenie sa očakáva v prípade nepriaznivých vplyvov spojených s acidifikáciou, keď menej ako 3 % ekosystémov budú postihnuté kyslými zrážkami v porovnaní s 15 % v roku 2005 (COM(2022) 673 final).

### Ozón a prachové častice

Produkcija aj spotreba látok porušujúcich ozónovú vrstvu (ozone depleting substances – ODS), a tým aj emisie ODS klesli na globálnej úrovni

o viac ako 99 % medzi rokmi 1990 a 2016. Tvorba prízemného ozónu je však spôsobená predovšetkým antropogénnymi emisiami prekursorov O<sub>3</sub>, ako je CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> a NMVOC. Severná Amerika, Stredomorie, južná a východná Ázia sú hotspots pre znečistenie prízemným ozónom (UNEP, 2019a). Koncentrácie vo východnej a južnej Ázii nepretržite rastú od roku 1950 a v nasledujúcich desaťročiach sa predpokladá ich ďalší rast alebo dosahovanie vysokej úrovne v závislosti na globálnych a regionálnych emisných tokoch, ako aj zmene klímy. Vysoké koncentrácie viazané vo vzťahu k populácii sa odhadujú aj v strednej Afrike a v západnej a juhovýchodnej Ázii (UNEP, 2019a).

Emisie  $\text{CH}_4$ , ktorý je asi 100-krát silnejší skleníkový plyn ako  $\text{CO}_2$  a zároveň dôležitý prekursor vzniku prízemného ozónu, klesli v Európe o **17 % v období 2005 – 2020** a predpokladá sa, že do roku 2030 klesnú o ďalších 19 % (Graf 8; COM(2022) 673 final; EEA, 2022d). Napriek značnému zníženiu emisií prekursorov ozónu v rokoch 2002 – 2020, namerané koncentrácie ozónu v tomto období v Európe len mierne klesli a globálne modely ukazujú, že priemerné ročné koncentrácie ozónu v Európe rástli do roku 1990. Táto diskrepancia spolu s meraniami v Európe a v Severnej Amerike poukazujú na medzikontinentálne prúdenie vzduchu, ktoré môže viesť k nadlimitným koncentráciám  $\text{O}_3$ . Zvýšenie emisií  $\text{CH}_4$  a ďalších prekursorov v iných častiach sveta by mohli čiastočne kompromitovať európske snaženie a opatrenia na zníženie emisií.

Globálne najvyššie ročné priemerné koncentrácie  $\text{PM}_{2,5}$  sa vyskytujú v oblastiach, do ktorých sa dostáva vetrom naviaty piesok a prach z púštnych oblastí (napr. severná Afrika a západná Ázia), a tiež v oblastiach s častými požiarimi (napr. Stredná Afrika a Latinská Amerika) a vysokým antropogénnym znečistením (napríklad južná a východná Ázia), kde emisie podľa satelitných meraní rástli medzi rokmi 1998 do roku 2012. Satelitné pozorovania naznačujú výrazný pokles emisií  $\text{PM}_{2,5}$  v období rokov 1998 – 2012 nad východom Severnej Ameriky. Emisie  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  v EÚ klesli

v období rokov 2005 – 2020 **o 30 až 32 %** (Graf 8; EEA, 2022d). To však, podobne ako v prípade emisií prekursorov ozónu, nevedlo k adekvátnemu zníženiu ich koncentrácií v ovzduší, čo taktiež poukazuje na medzikontinentálny prenos PM. Bez legislatívnych intervencií môže vystavenie zvýšeným hodnotám  $\text{PM}_{2,5}$  narásť o 50 % do roku 2030 (UNEP, 2021b).

### Amoniak, oxidy dusíka a síry

Znečistenie ovzdušia dusíkom pozostáva hlavne z emisií  $\text{NO}_x$  z priemyslu a dopravy a z emisií **amoniaku** ( $\text{NH}_3$ ) z poľnohospodárstva. V prípade síry je to najmä **oxid siričitý** ( $\text{SO}_2$ ), ktorého emisie ako jediné klesli na globálnej úrovni (UNEP, 2019a). Satelitné pozorovania identifikovali rýchle zmeny v prízemných koncentráciách  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_2$  za posledných 10 – 15 rokov, pričom v Severnej Amerike a Európe klesli emisie  $\text{SO}_2$  o viac ako 79 % (Graf 8). Tento pozitívny trend bol do určitej miery kompenzovaný viac ako 50-percentným nárastom v Ázii. Rastúce trendy v prízemných koncentráciách  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_2$  sú pozorované aj v niektorých regiónoch Afriky a Južnej Ameriky.

Globálne emisie  $\text{NO}_x$  rýchle rástli až do roku 1990, odkedy klesajú, pričom medzi rokmi 2005 a 2020 tento pokles v Európe činil 48 % (Graf 8), rast však pokračoval v Ázii s výnimkou východnej Ázie. V zvyšnej časti Ázie budú emisie  $\text{NO}_x$  stále rásť a zníženie možno očakávať najskôr



© Nampix, Adobe Stock



o dve až tri desaťročia (UNEP, 2019a). V Európe sa podľa prognóz naďalej predpokladá pokles emisií oxidov dusíka až do roku 2050. Globálne emisie  $\text{NH}_3$ , dôležitého prekursorového plynu, ktorý prispieva k tvorbe sekundárnych prachových častíc, zaznamenali podobný vývoj. Na rozdiel od oxidov dusíka sa však ďalšie zvýšenie predpokladá vo väčšine regiónov. Znepokojujúci je aj vývoj v EÚ, kde sa za obdobie 2005 – 2020 pozoroval [pokles len o 8 %](#) (Graf 8). Nárast depozície N v regiónoch, kde sa predpokladá nárast emisií N môže mať negatívne, ale aj pozitívne dopady na ekosystémy v závislosti od kontextu. Negatívne dopady sa budú prejavovať najmä na miestach, kde depozícia N je vysoká už v súčasnosti. Naopak, v ekosystémoch chudobných na N (napr. boreálne lesy) môžu vyššie depozície stimulovať produkciu biomasy, a teda aj sekvestrácie uhlíka v biomase a pôde (Lu et al., 2011; Schulte-Uebbing et al., 2022).

### Perzistentné organické látky

V dostupných údajoch o emisiách existujú značné medzery pre **perzistentné organické látky** (POPs), medzi ktoré patria pesticídy, priemyselné chemikálie a produkty nedokonalého spaľovania alebo chemických reakcií. Dostupné údaje v Európe, Amerike a Strednej Ázii naznačujú, že emisie najviac sledovaných POPs výrazne klesli medzi rokmi 1990 a 2012 z dôvodu regulácií vrátane Štokholmského dohovoru. Napriek tomu po pri rastúcom počte POPs a kandidátskych látok na zozname, neregulované emisie POPs sa môžu zvyšovať, pretože veľa komerčných produktov obsahuje neznáme množstvá a druhy neregulovaných POPs často s neznámymi účinkami (UNEP, 2019a).

### Ortuť

Ďalším rizikovým prvkom znečisťujúcim ovzdušie je **ortuť** (Hg), ktorej globálne odhady emisií boli v roku 2015 cca 2 220 ton rok<sup>-1</sup> (2000 – 2820 ton) (UNEP, 2019b). Hlavným zdrojovým regiónom je Ázia, ktorá prispela asi 49 % k celosvetovým antropogénnym emisiám Hg v roku 2015, za ňou nasleduje Južná Amerika (18 %) a subsaharská oblasť Afriky (16 %). Najväčší podiel na emisiách Hg má lokálna ťažba zlata v malej mierke (70 %), pričom tento sektor predstavuje až 80 % emisií v Južnej Amerike a sub-saharskej Afrike (UNEP, 2019b). Podiel súčasných antropogénnych zdrojov na ročných emisiách Hg je asi 30 %, zatiaľ čo

prirodzené geologické zdroje prispievajú asi 10 %. Ostávajúcich 60 % pochádza z „reemisí“ – predtým uvoľnených Hg z pôd a oceánov väčšinou z antropogénnych zdrojov.

## Znečistenie ovzdušia v SR

Na základe monitoringu kvality ovzdušia je situácia v SR podobná ako v rámci ostatných krajín EÚ – problematické je prekročovanie povolených limitných hodnôt prachových častíc, prízemného ozónu, benzo(a)pyrénu a v niektorých rokoch aj oxidov dusíka.

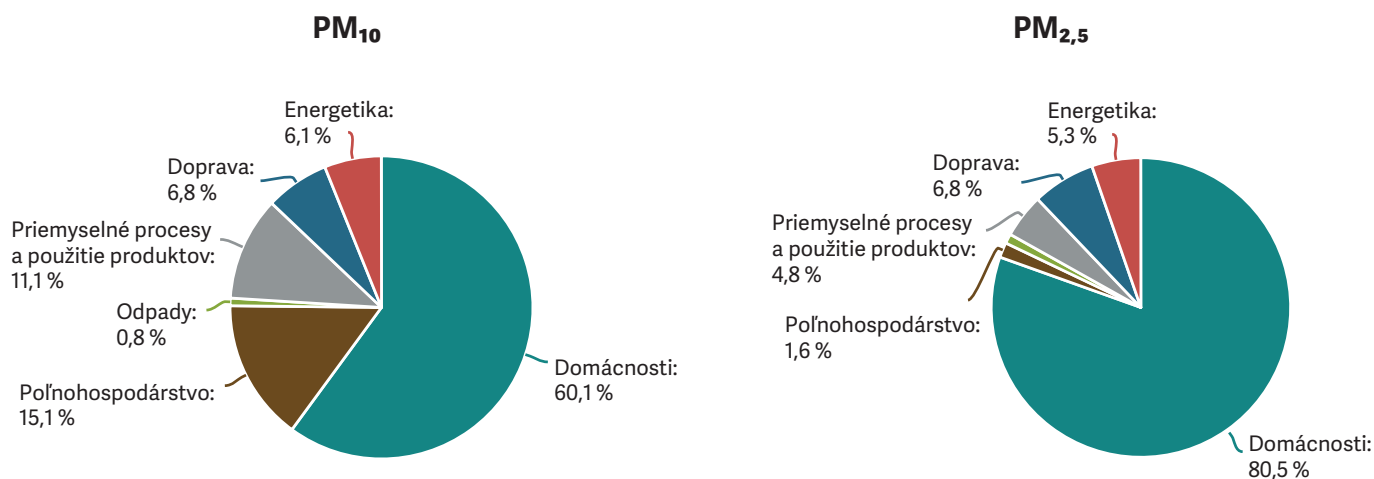
[Emisie základných znečisťujúcich látok klesli v období 1990 – 2020](#). Tento pozitívny trend vývoja bol zaznamenaný v dôsledku legislatívneho i technologického pokroku a zmenou palivovej základne. Na vývoj mala vplyv aj zmena štruktúry a objemu priemyselnej produkcie. Povinnosti pri plnení medzinárodných záväzkov a cieľov v oblasti znižovania emisií by mali zabezpečiť kontinuitu v znižovaní emisií, čo by sa malo v konečnom dôsledku priaznivo prejavovať aj v zlepšovaní kvality ovzdušia (MŽP SR & SAŽP, 2021).

### Vývoj emisií $\text{PM}_{10}$ a $\text{PM}_{2,5}$

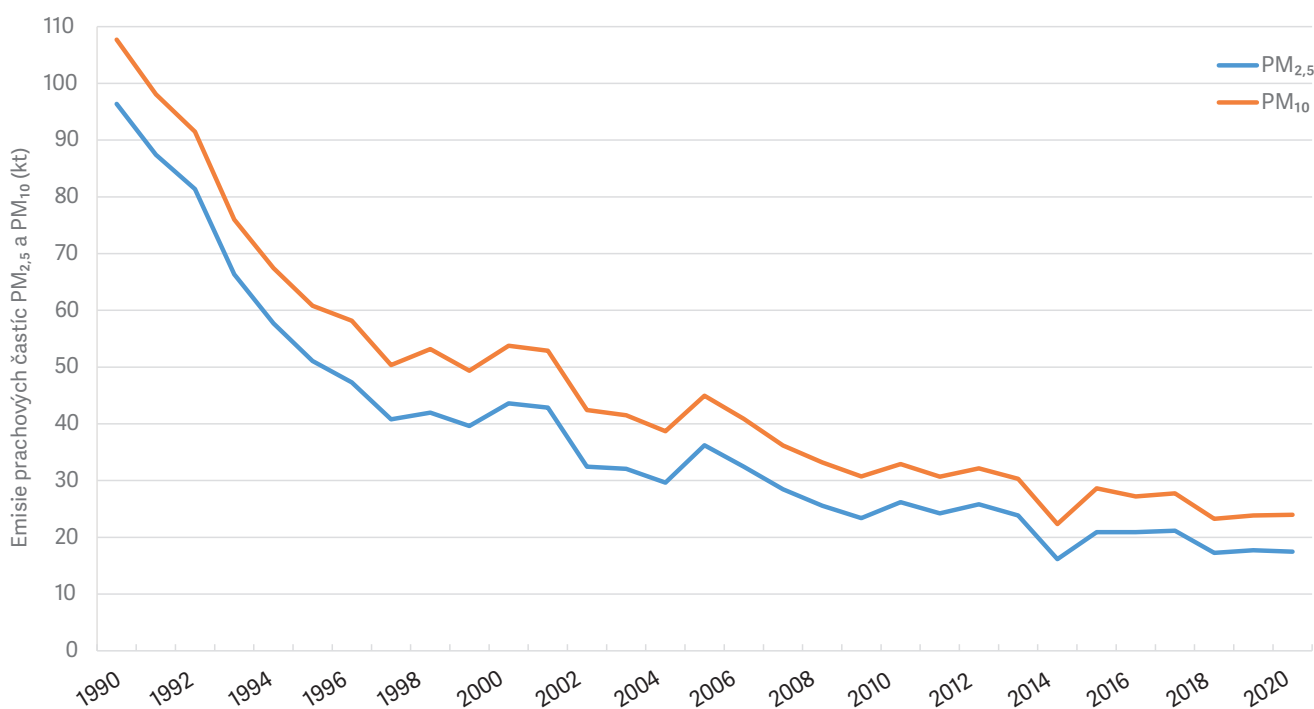
Najvýznamnejším podielom k [emisiám  \$\text{PM}\_{10}\$  a  \$\text{PM}\_{2,5}\$](#)  prispievajú malé zdroje (vykurovanie domácností, Graf 9), pričom nárast emisií v tomto sektore v rokoch 2015 – 2016 (Graf 10) odráža zvýšenú spotrebu dreva v dôsledku nárastu cien zemného plynu a uhlia. Dopyt občanov po palivovom dreve v roku 2022 po invázii na Ukrajinu a súvisiacej energetickej kríze, ako aj záväzku EÚ zbaviť sa závislosti na ruskej ropu a plyne, medziročne stúpol o 45 % (MP SR, 2022). Možno teda očakávať, že tento trend sa negatívne odrazí na emisiách PM v najbližšom období. V sektore cestnej dopravy k emisiám  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  zo spaľovania najvýraznejšie prispievajú dieselové motory, príspevok abrázie (obrusovania) je menej významný.

### Vývoj emisií oxidu siričitého

Emisie  $\text{SO}_2$  majú vďaka prísnej legislatíve na ochranu ovzdušia od roku 1990 s občasnými výkyvmi [klesajúci trend](#) (Graf 11). Vďaka prísnejšej legislatíve mali na pokles emisií  $\text{SO}_2$  vplyv rôzne faktory. Pokles do roku 2000, v období 2004 – 2006 a 2013 nastal najmä vďaka zmene palivovej základne v prospech ušľachtilých palív s nižším obsahom síry (zníženie obsahu síry v spaľovanom uhlí) a na-



Graf 9 Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách tuhých častíc PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v Slovenskej republike za rok 2020 (Enviroportal, 2022).



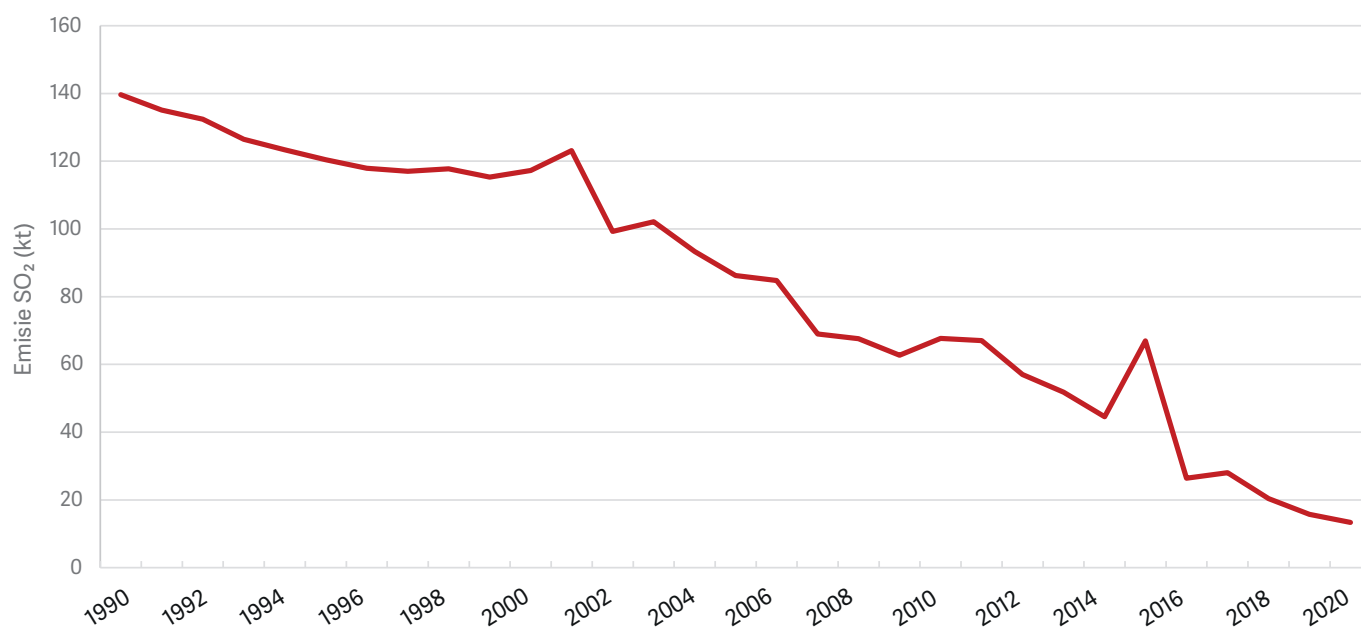
Graf 10 Vývoj emisií prachových častíc PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> (kt) od roku 1990 v SR (SHMÚ-OEaB, 2023).

hradeniu ťažkého vykurovacieho oleja nízkosírnymi vykurovacími olejmi (Slovnaft, TEKO – Košice, Slovenské elektrárne, SE – Nováky), ako aj vďaka znižovaniu spotreby hnedého a čierneho uhlia (sektor domácnosti v roku 2013). Na znížení emisií sa výrazne podieľala aj inštalácia odsírovacích zariadení vo veľkých energetických zdrojoch (do roku 2000 v SE Nováky a Vojany, resp. tepláreň

CM European power Slovakia, s. r. o., Bratislava v rokoch 2012 – 2013). Výraznejší pokles emisií z cestnej dopravy, a to aj napriek nárastu spotreby pohonných látok nastal po zavedení legislatívnych opatrení týkajúcich sa obsahu síry v pohonných látkach od roku 2005 (vyhláška MŽP SR č. 53/2004 Z. z.).



© Thaview, Adobe Stock



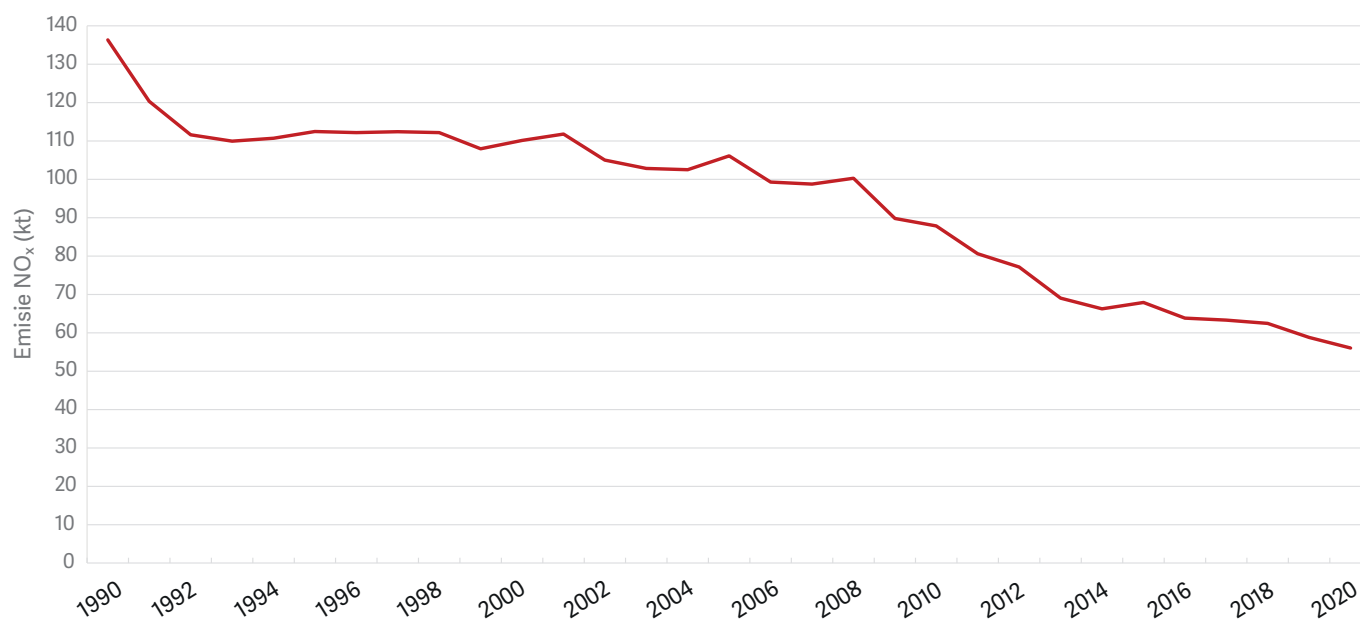
Graf 11 Vývoj celkových emisií SO<sub>2</sub> (kt) od roku 1990 v SR ([SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

Dočasné nárasty emisií boli spôsobené zvýšenou spotrebou hnedého uhlia s mierne zvýšeným obsahom síry (v roku 2010 v SE Nováky). Ďalší prechodný, ale výrazný, nárast emisií medzi rokmi 2014 a 2015 [spôsobil jediný zdroj](#) SE vyšším nasadením neekologizovaných blokov ENO B3 – 4 počas rozsiahlej rekonštrukcie ekologizovaných blokov ENO B1 – 2, čím bol využitý posledný rok špeciálneho režimu na dožitie (max. 20 000 hodín prevádzky 2008 – 2015) bez uplatňovania špeciálnej výnimky na [emisné limity](#) (SHMÚ-OEaB, 2023). Od 1. 1. 2016 je možné takéto zariadenia prevádzkovať iba v prípade uplatnenia emisných limitov pre nové zariadenia (vyhláška MŽP SR č. 410/2012 Z. z.). Z tohto dôvodu nastal v roku 2016 výrazný pokles emisií, ktorý pokračoval až do roku 2020 (Graf 11), kedy najväčší [podiel](#) na emisiách mali priemyselné procesy (49,8 %), energetika (39,6 %) a domácnosti 8,9 %. Očakáva sa, že [plánované ukončenie výroby elektriny z hnedého uhlia](#) v SE Nováky ku koncu roku 2023, v rámci utlmenia výroby elektriny z uhlia, by malo mať výrazne pozitívny vplyv na vývoj emisií SO<sub>2</sub>.

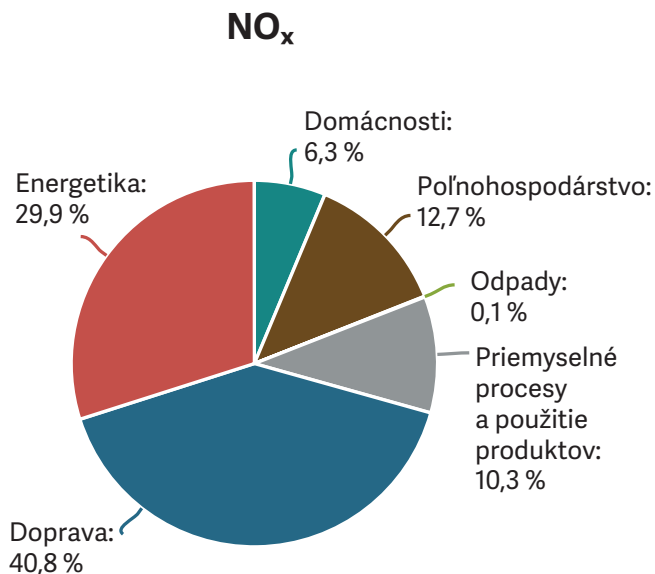
### Vývoj emisií oxidov dusíka

Podobne ako emisie SO<sub>2</sub>, [emisie NO<sub>x</sub>](#) od roku 1990 postupne klesali napriek dočasnými nárastmi (Graf 12), ktoré súvisia najmä so zvýšením spot-

reby zemného plynu (1994 – 1995). Pokles emisií NO<sub>x</sub> bol zapríčinený najmä zmenou emisného faktora, zohľadňujúc stav techniky a technológie spaľovacích procesov (od roku 1996), znižovaním spotreby tuhých palív (od roku 1997) a denitrifikáciou elektrárni (Vojany, 2002 – 2003). Do roku 2007 sa zaznamenával významnejší pokles emisií NO<sub>x</sub> súvisiaci so znížením objemu výroby (SE Nováky) a spotreby zemného plynu (Slovenský plynárenský priemysel, SPP – preprava, Nitra a Veľké Zlievce). K výraznejšiemu poklesu emisií NO<sub>x</sub> došlo aj u mobilných zdrojov, hlavne v cestnej doprave, čo súviselo s obnovou vozidlového parku osobných a nákladných vozidiel a používaním presnejšieho emisného faktora. Pokles emisií v roku 2009 bol spôsobený hlavne poklesom výroby ocele a železa, aj magnezitového slinku, ako dôsledok hospodárskej recesie (U.S Steel Košice, Slovenské magnezitové závody). Ďalší výrazný pokles nastal v roku 2012, keď došlo k výraznému zníženiu objemu prepravovaného plynu v kompresorových staniciach Eustream, a. s., Bratislava. Od roku 2012 NO<sub>x</sub> postupne klesajú, pričom v [roku 2020 bol takmer dosiahnutý národný cieľ na rok 2030](#). Najväčší [podiel na celkových emisiách NO<sub>x</sub> v roku 2020](#) mala cestná doprava a energetika, ale výrazne prispievali aj poľnohospodárstvo, priemysel a domácnosti (Graf 13).



Graf 12 Vývoj celkových emisií NO<sub>x</sub> (kt) od roku 1990 v SR (SHMÚ-OEaB, 2023).



Graf 13 Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách NO<sub>x</sub> v Slovenskej republike za rok 2020 (Enviroportal, 2022).

### Vývoj emisií oxidu uhoľnatého

Emisie CO klesli od roku 1990 o 74 %, čo bolo spôsobené najmä znížením spotreby a zmenou zloženia paliva spotrebovaného maloodberateľmi (SHMÚ-OEaB, 2023). Najväčšími zdrojmi CO je výroba železa a ocele, preto aj trend emisií CO kopíruje objem výroby v tomto sektore, pričom emisie CO z veľkých zdrojov klesali len mierne. Emisie CO od roku 1996 klesli po zavedení politik a opatrení na obmedzenie emisií CO v najvýznamnejších zdrojoch. V roku 2003 emisie CO mierne vzrástli, a to hlavne z veľkých zdrojov (spresnenie množstva emisií CO získaných na základe kontinuálneho merania v U.S. Steel, Košice). V roku 2005 bol pokles emisií CO stacionárnych zdrojov ovplyvnený aj znížením výroby aglomerátu. Zvýšenie emisií CO bolo zaznamenané iba v sektore malé zdroje (vykurovanie domácností) a súvisí so zvýšením spotreby dreva v dôsledku nárastu cien zemného plynu a uhlia. Nárast v roku 2006 bol spôsobený zvýšenou produkciou ocele a surového železa, avšak vplyvom hospodárskej recesie a poklesom výroby v tomto odvetí bol v roku 2009 zaznamenaný výrazný medziročný pokles emisií CO z veľkých zdrojov. Pokles emisií ovplyvnila aj pokračujúca obnova vozidlového parku generácie novými vozidlami s trojcestným riadeným



katalyzátorom v sektore v sektore cestnej dopravy. Zvýšená produkcia železa a ocele v prevádzke U.S. Steel spôsobila nárast emisií 2010 – 2011. Od roku 2012 s výnimkou prechodného nárastu emisie CO klesajú.

### Bilancia emisií amoniaku

Emisie NH<sub>3</sub> klesli od roku 1990 o 54 % na úroveň 26,6 kt v roku 2020 (SHMÚ-OEaB, 2023). V období 2011 – 2017 emisie mierne rástli, čo bolo dôsledkom (najmä do roku 2015) zvýšeného počtu zvierat a aplikácie anorganických hnojív do pôd, aj keď množstvo aplikovaných minerálnych hnojív je o viac ako polovicu menšie v porovnaní s rokom 1990. Hlavný podiel na emisiách NH<sub>3</sub> za celý časový rad má však živočíšny hnoj, ktorého podiel na celkových emisiách amoniaku v SR bol v roku 2020 viac ako 68 % (SHMÚ-OEaB, 2023). Podľa prognóz by mali emisie NH<sub>3</sub> z poľnohospodárstva zostať na približne súčasnej úrovni (MŽP SR, 2020a).



© Blue Planet Studio, Adobe Stock

### Vývoj emisií nemetánových prchavých organických látok

V dlhodobom časovom horizonte 1990 – 2020 bol zaznamenaný takmer 3-násobný pokles emisií NMVOC (SHMÚ-OEaB, 2023). K tomuto poklesu prispela hlavne znížená spotreba náterových látok, zavádzanie nízkorozpúšťadlových typov náterov, zavádzanie opatrení v sektore spracovania ropy, plynofikácia spaľovacích zariadení a zmena automobilového parku v prospech vozidiel vybavených riadeným katalyzátorom. Pozitívny vplyv malo taktiež prijatie novej prísnejšej legislatívy (smernica Európskeho parlamentu a Rady EÚ 2016/2284 o NEC) zameranej na obmedzenie emisií NMVOC.

### Vývoj emisií ťažkých kovov

Emisie ťažkých kovov niekoľkonásobne klesli medzi rokmi 1990 – 2003 a odvtedy naďalej klesajú, pričom pri porovnaní rokov 2005 a 2020 klesli emisie Pb, Hg, Cd o 60 %, 35 % a 28 %. Na uvedení pokles okrem sprísnenia príslušnej legislatívy malo vplyv odstavenie zastaraných výrobných zariadení, pokles priemyselnej produkcie a prechod na používanie bezolovnatého benzínu. K emisiám ťažkých kovov prispieva hlavne priemysel, v prípade Cd je to výroba Cu a v prípade Hg a Cd výroba železa a ocele.

### Vývoj emisií perzistentných organických látok

Emisie POPs dlhodobo od roku 2005 klesali, ale zároveň bol zaznamenaný aj mierny medziročný pokles pri porovnaní rokov 2019 a 2020. K najvýznamnejším zdrojom týchto emisií patrí výroba železa a ocele, spaľovanie odpadov, ale aj spaľovanie tuhých palív v domácnostiach.

## Implikácie

Znečistenie ovzdušia je jedným z hlavných faktorov vzniku chorôb a globálne spôsobuje až 7 miliónov predčasných úmrtí (UNEP, 2022b). Podľa OECD „sa má do roku 2050 znečistenie ovzdušia v mestách stať hlavnou environmentálnou príčinou úmrtnosti na celom svete, častejšou ako znečistenie vody a nedostatočná hygiena“ (OECD, 2012). Predovšetkým znečisteniu jemnými prachovými časticami sú najviac vystavení obyvatelia miest, najmä v krajinách so stredným a nízkym príjmom, s rýchlými urbanizačnými trendami a približne 3 miliardy ľudí, ktorí sú závislí na palivách, ako sú drevo, uhlie, zbytky poľnohospodárskych plodín, hnoj a petrolej na varenie, kúrenie a svietenie (UNEP, 2019a,b). Najzraniteľnejšou skupinou obyvateľstva v súvislosti so znečisteným ovzduším sú starší, veľmi mladí, chudobní a chorí ľudia.

Zatiaľ čo väčšie prachové častice  $PM_{10}$  môžu spôsobiť iba podráždenie horných dýchacích ciest s kašľom a kýchaním a dráždenie očných spojiviek, menšie častice  $PM_{2.5}$  sa dostávajú až do dolných dýchacích ciest.  $PM_{2.5}$  môžu prestupovať až do pľúcnych mechúrikov (alveol) a tam sa usadzovať alebo dokonca aj prenikať do krvného obehu. Zvýšená prašnosť v ovzduší všeobecne pôsobí dráždivo na dýchacie cesty, v lokalitách s vysokým a dlhodobým výskytom zvýšených koncentrácií malých prachových častíc v ovzduší bola zistená zvýšená úmrtnosť obyvateľov na ochorenia dýchacej a srdcovo-cievnej sústavy. Za citlivé skupiny populácie sa považujú astmatici, osoby s ochoreniami dýchacej sústavy a srdcovo-cievnej sústavy, veľmi malé deti a starí ľudia. V roku 2019 vo svete predčasne umrelo okolo 4 miliónov ľudí kvôli vystaveniu  $PM_{2.5}$  s najvyššou mierou úmrtnosti vo východnej Ázii a v centrálnej Európe (UNEP, 2022b). Predpokladá sa, že počet predčasných úmrtí v dôsledku vystavenia tuhým

časticiam v ovzduší sa viac ako zdvojnásobí do roku 2050 (Lelieveld et al., 2015), pričom najviac dotknuté bude územie Číny a Indie.

Prízemný [ozón má akútne i chronické účinky](#) na zdravie. Akútne účinky sa môžu pozorovať u citlivých osôb vo forme dráždenia očí, nosa a hrdla, pocitov tlaku na prsiach, kašľa a bolesti hlavy (EEA, 2022e). U astmatikov môže vyvolávať záchvaty a príznaky dráždenia dýchacích ciest. Chronické účinky je možné očakávať pri opakovanom a dlhodobom vystavovaní organizmu účinkom ozónu a môžu sa prejavovať zápalovými ochoreniami dýchacích ciest a pľúc, zmenami v zložení krvi, zvýšením pohotovosti na alergickú reakciu, poruchami odolnosti organizmu (EEA, 2022e). K najcitlivejším skupinám populácie na ozón patria starí ľudia, osoby s ochoreniami dýchacej a srdcovo-cievnej sústavy, alergici a astmatici, veľmi malé deti a tehotné ženy. V dôsledku starnutia a vysokej urbanizácie svojho obyvateľstva sa krajiny OECD radia podľa počtu predčasných úmrtí v dôsledku prízemného ozónu na druhé miesto za Indiu.

Znečisťovanie ovzdušia (ale aj vody a pôdy) má negatívne následky aj na biodiverzitu a významne prispieva k ďalšiemu hromadnému vymieraniu druhov (GMT 8). Spolu so zmenami vo využívaní pôdy a morí, s nadmerným využívaním prírodných zdrojov, zmenou klímy (GMT 9) a inváznymi druhmi je jednou z piatich hlavných príčin straty biodiverzity. Dnes ohrozuje prežitie vyše jedného milióna z odhadovaných ôsmich miliónov rastlinných a živočíšnych druhov na planéte a ak sa situácia nezmení, očakáva sa, že sa bude zhoršovať (GMT 8).

Napriek pokroku v kvalite ovzdušia jeho znečistenie stále predstavuje nebezpečenstvo pre ľudské zdravie a životné prostredie. Zhoršená kvalita ovzdušia zostáva zásadným environmentálnym faktorom spojeným s chorobami, ktorým možno predchádzať, ako aj s predčasnou úmrtnosťou aj v krajinách EÚ. Zvyšuje náklady na zdravotnú starostlivosť a znižuje hospodársku produktivitu v dôsledku zlého zdravia zamestnancov. Negatívne vplyvy zlej kvality ovzdušia pritom nie sú rovnomerne rozložené v celej spoločnosti. Znečistenie ovzdušia spolu s extrémnymi teplotami a hlukom neúmerne ovplyvňujú najzraniteľnejších občanov Európy, a to najmä vo východných a južných regiónoch Európy. Úroveň znečistenia ovzdušia v mnohých európskych mestách stále

prekračujú právne limity EÚ, aj usmernenia Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) na ochranu ľudského zdravia. V roku 2019 v dôsledku zlej kvality ovzdušia zomrelo predčasne asi [365 000 Európanov](#) a najväčší podiel na tom malo práve znečistenie PM<sub>2,5</sub> (EEA, 2022e). V SR v roku 2019 vystavenie znečisteniu PM<sub>2,5</sub> viedlo [k 3 472 predčasným úmrtiam](#), pričom priemerné ročné koncentrácie PM<sub>2,5</sub>, ktorým boli obyvatelia vystavení, boli 3,6-násobne vyššie, ako udáva smernica WHO (UNEP, 2022b). So znečistením NO<sub>x</sub> súviselo 10 predčasných úmrtí a 190 predčasných úmrtí bolo spojených so zvýšenou koncentráciou prízemného ozónu.

Znečistenie ovzdušia má škodlivý vplyv aj na pôdu, poľnohospodárske plodiny, lesy či mokradové a vodné ekosystémy. Znečisťujúce látky dokonca poškodzujú domy, mosty a inú vybudovanú infraštruktúru. Odhaduje sa, že v oblasti zdravia a hospodárskej činnosti spôsobuje znečistenie ovzdušia v EÚ straty vo výške 330 až 940 miliárd eur ročne, čo zahŕňa zmeškané pracovné dni, náklady na zdravotnú starostlivosť, straty na poľnohospodárskom výnose a škody na budovách. Analýzy hovoria jasnou rečou: zníženie znečistenia a zlepšenie kvality ovzdušia by malo pozitívny dopad na produktivitu a hospodárstvo, vplyvom čoho by HDP EÚ narástlo o 0,26 – 0,28 % do roku 2030 (COM(2022) 673 final).

## Riziká, výzvy a odozvy

### Globálny a európsky politický kontext

Impulzom k vzniku rôznych orgánov a inštitúcií ochrany životného prostredia na globálnej úrovni bola [prvá svetová Konferencia o životnom prostredí v Štokholme v roku 1972](#), ktorú zvolala OSN (UN). Výsledkom bolo založenie environmentálneho programu OSN – UNEP, ktorého hlavnou úlohou je podpora medzinárodnej spolupráce v oblasti životného prostredia, navrhovanie globálnych a regionálnych riešení. Tento program zodpovedá za environmentálnu stránku udržateľného rozvoja a jeho prepojenie s ekonomickou a sociálnou dimenziou. UNEP koordinuje prijímanie významných medzinárodných dohovorov

a zmlúv v oblasti životného prostredia a publikuje pravidelné správy o stave životného prostredia na globálnej úrovni (GEO, UNEP, 2019a).

Environmentálne problémy, ktorých riešenie vyžaduje komplexný globálny prístup, sa stali postupne súčasťou aktivít ďalších medzinárodných inštitúcií, ako sú napríklad Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD), Svetová banka, Svetové ekonomické fórum (WEF) a Svetová obchodná organizácia (WTO).

OECD (primárne hospodárska organizácia) vyvíja systematické úsilie v oblasti hodnotenia, ako aj strategického výhľadu v životnom prostredí tvorením stratégií a rôznych koncepcií, ktoré majú za cieľ dosiahnuť ekonomického rastu s čo najmenším možným dopadom na životné prostredie. Takými sú aj Environmentálna [stratégia OECD](#) pre prvú dekádu 21. storočia (OECD 2001) a Stratégia zeleného rastu ([Towards Green growth](#), OECD 2011), ku ktorej sa zaviazali ministri členských krajín OECD v deklarácii v roku 2009.

Starostlivosť o životné prostredie je významnou súčasťou dokumentov, definujúcich ciele smerovania spoločnosti k udržateľnému rozvoju, ako je napr. [Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj](#) (OSN, 2015b), ktorú v septembri 2015 schválilo medzinárodné spoločenstvo na pôde OSN. Agenda 2030 obsahuje 17 cieľov v oblasti udržateľného rozvoja ([SDGs](#)) a 169 súvisiacich čiastkových cieľov, ktoré vyvažujú tri aspekty udržateľného rozvoja – ekonomický, sociálny a environmentálny (OSN, 2022b). Problematiku ochrany ovzdušia pokrýva [cieľ 11](#), ktorý má premeniť mestá a ľudské obydliá na inkluzívne, bezpečné, odolné a udržateľné miesta na život. Čiastkový cieľ 11.6 si dáva za úlohu znížiť do roku 2030 nepriaznivé následky miest a ich obyvateľov na životné prostredie zameraním pozornosti predovšetkým na kvalitu ovzdušia a nakladanie s komunálnym a iným odpadom (OSN, 2015b).

Na európskej úrovni boli prijaté viaceré stratégie a akčné plány na zlepšenie životného prostredia. Medzi nimi sú napr. [Stratégia 2020](#) (COM(2010) 2020 final), prijatá v roku 2010 na zabezpečenie inteligentného, udržateľného a inkluzívneho rastu do roku 2020, ktorej cieľom bolo aj podporovať znižovanie znečistenia životného prostredia a sprievodných rizík pôsobiacich na zdravie obyvateľstva a ekosystémy.

V roku 2013 schválila EÚ [7. environmentálny akčný program](#) s podtitulom „Dobry život v rámci možností našej planéty“ (EU, 2013), ktorý je súčasťou dlhodobej vízie a stratégie smerovania EÚ v oblasti ochrany životného prostredia a klímy do roku 2050. Cieľom EÚ je, aby sa v rámci EÚ v roku 2050 žilo v súlade s environmentálnymi hranicami planéty. Kľúčovou črtou programu je ochrana a zlepšovanie prírodného kapitálu, podpora lepšieho využívania dnešných zdrojov a urýchlený prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo. Program mal za cieľ podporiť udržateľný rast, ochranu zložiek životného prostredia, vytváranie nových pracovných príležitostí a vytvoriť tak z EÚ zdravšie a lepšie miesto na život. Nový [8. environmentálny akčný program](#), v rámci ktorého boli navrhnuté aj opatrenia k zabezpečeniu zlepšenia kvality ovzdušia, nadobudol platnosť v máji 2022 (EU, 2022).

[Európska zelená dohoda](#) (The European Green Deal), prijatá v roku 2019, predstavuje prierezový plán Európskej komisie na transformáciu hospodárstva EÚ v záujme udržateľnej budúcnosti (COM(2019) 640 final). Jej primárnym cieľom je zabezpečiť, aby do roku 2050 Európa bola vôbec prvým klimaticky neutrálnym kontinentom s nulovými čistými emisiami skleníkových plynov. Daný dlhodobý cieľ znamená, že EÚ sa do roku 2050 pretransformuje na spravodlivú a prosperujúcu spoločnosť s moderným a konkurencieschopným hospodárstvom, ktoré efektívne využíva prírodné zdroje a v ktorom rast nezávisí len od využívania prírodných zdrojov (tzv. decoupling). Dohoda tiež usiluje o dosiahnutie cieľa nulového znečistenia a žiada zlepšiť monitorovanie, nahlasovanie, prevenciu a odstraňovanie znečistenia ovzdušia, vody, pôdy a spotrebného tovaru. Súčasťou dohody je balíček Fit for 55 s cieľom znížiť emisie GHG do roku 2030 o 55 % v súlade s dlhodobými cieľmi pre rok 2050 (Rada EÚ, 2023). EK tiež analyzuje synergie medzi jednotlivými politikami v oblasti klímy a čistého ovzdušia, napr. smernica NEC uznáva súvislosť medzi emisiami CH<sub>4</sub> a čierneho uhlíka znečisťujúcimi ovzdušie, ale tiež negatívne pôsobiacimi na klímu (COM(2022) 673 final).

V nadväznosti na Európsku zelenú dohodu prijala EK v roku 2021 akčný plán Cesta k zdravej planéte pre všetkých – [Dosahovanie nulového znečisťovania ovzdušia, vody a pôdy](#) (Zero pollution, COM(2021) 400 final). Plán konštatuje, že hospodársky pokrok a znižovanie znečisťovania sa nevy-



lučujú a k nulovému znečisťovaniu sa EÚ nemusí uberať nevyhnutne cestou spomalenia všetkých hospodárskych činností. Namiesto toho môže EÚ udržať prosperitu a zároveň zmeniť spôsoby výroby a spotreby a nasmerovať investície k nulovému znečisťovaniu. Víziou stratégie nulového znečistenia je prostredie bez toxických látok do roku 2050, tzn. aby znečisťovanie ovzdušia, vody a pôdy kleslo na úrovne, ktoré sa už nepovažujú za škodlivé pre zdravie a ekosystémy a zároveň rešpektujú hranice, s ktorými sa naša planéta dokáže vyrovať.

**EÚ má zavedený silný regulačný rámec** na obmedzenie znečisťovania okolitého ovzdušia. Napriek tomu je počet predčasných úmrtí a iných ochorení spôsobených znečistením ovzdušia stále vysoký. Možno to pripísať skutočnosti, že niektoré normy EÚ v oblasti kvality ovzdušia sú menej prísne v porovnaní s odporúčaniami WHO z roku 2005 (Obr. 6), a spôsob, akým sa vykonávajú smernice o kvalite okolitého ovzdušia, bol účinný len čiastočne. Podľa právnych predpisov EÚ, ambícií Európskej zelenej dohody v synergii s ďalšími iniciatívami by malo v EÚ do roku 2030 dôjsť k zníženiu vplyvu znečisťovania ovzdušia na zdravie (predčasných úmrtí) o viac ako 55 %. Aj napriek výraznému zníženiu emisií väčšiny z piatich hlavných znečisťujúcich látok v EÚ je znepokojujúci vývoj emisií NH<sub>3</sub>, pri ktorom je pokles len mierny a 11 členských krajín si stále nespĺnilo svoje národné záväzky pre rok 2020. V tomto kontexte má osobitný význam úsilie preskúmať **Göteborgský protokol** (COM(2022) 673 final). Vďaka tomu sa otvorili aj diskusie o úlohe CH<sub>4</sub> ako preurzu O<sub>3</sub>. V súvislosti s tým EÚ v novembri 2021 spoločne so Spojenými štátmi podpísali globálny záväzok o CH<sub>4</sub>, ktorým sa zaväzujú znížiť globálne emisie CH<sub>4</sub> o 30 % v období 2020 – 2030 (COM(2022) 673 final).

Ochrana verejného zdravia v oblasti rakovinových ochorení je v súčasnosti nedostatočná. EK v roku 2022 v tejto súvislosti navrhla, aby sa normy kvality ovzdušia EÚ užšie zosúladi s pripravovanými odporúčaniami WHO a aby sa posilnili ustanovenia týkajúce sa monitorovania, modelovania a plánov kvality ovzdušia v snahe pomôcť miestnym orgánom a zároveň zlepšiť celkovú vykonateľnosť regulačného rámca. Zároveň EK zavedie prísnejšie požiadavky na boj proti znečisťovaniu ovzdušia pri zdroji, napríklad z poľnohospodárstva, priemyslu, dopravy, budov a energetiky, a to

aj prostredníctvom viacerých opatrení a stratégií Európskej zelenej dohody (napríklad udržateľnou a inteligentnou mobilitou, vlnou obnovy budov a Stratégiou „z farmy na stôl“ – Farm to Fork).

Praktická starostlivosť o životné prostredie je zabezpečovaná prostredníctvom komplexného súboru právnych predpisov, zameraných jednak na ochranu a znižovanie znečisťovania zložiek životného prostredia, ako aj na prierezové riešenie ochrany a tvorby životného prostredia.

Medzi najvýznamnejšie dohovory a dohody o znižovaní znečistenia životného prostredia, ktorých členom je aj SR, patria:

- Dohovor o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcim hranicami štátov, tzv. [Ženevský dohovor](#) a jeho jednotlivé protokoly (UNECE, 1979)
- Dohovor o ochrane ozónovej vrstvy, tzv. [Viedenský dohovor](#), jeho dodatky a protokoly (UNEP, 1985)
- Dohovor o riadení pohybu nebezpečných odpadov cez hranice štátov a ich zneškodňovaní, tzv. [Bazilejský dohovor](#) (UNEP, 1989)
- [Dohovor](#) o cezhraničných účinkoch priemyselných havárií (UNECE, 1992)
- Dohovor európskej ekonomickej komisie OSN o posudzovaní vplyvov na životné prostredie presahujúcich hranice štátov a jeho dodatky a protokol, tzv. [Espoo konvencia](#) (UNECE, 1991)
- [Štokholmský dohovor](#) o perzistentných organických látkach (UNEP, 2001)
- [Minamatský dohovor](#) o ortuti (UNEP, 2013).

## Politické odozvy na národnej úrovni

Medzi veľké environmentálne výzvy SR patria ciele vychádzajúce zo smernice (EÚ) [2016/2284](#) (tzv. smernica NEC) o znížení národných emisií určitých znečisťujúcich látok znečisťujúcich ovzdušie, ktorou sa mení smernica 2003/35/ES a ruší sa smernica 2001/81/ES. Ide o záväzky zníženia emisií SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, NH<sub>3</sub>, a PM<sub>2,5</sub> do roku 2030 (*Tabuľka 1*).

Začiatkom februára 2019 schválila vláda v poradí piaty [Akčný plán pre životné prostredie a zdravie pre obyvateľov Slovenskej republiky](#) (tzv. NEHAP V.), ktorý ma za cieľ implementovať priority Ostravskej deklarácie. Tento medzirezortný plán vychádza zo 7-ročného úsilia členských kra-

Tabuľka 1 Závazky znižovania emisií (%) podľa smernice NEC pre Slovenskú republiku v porovnaní s východiskovým rokom 2005

Závazky platné na obdobie	Redukcia znečisťujúcich látok (v %)				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NM VOC	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
2020 – 2029	57	36	18	15	36
po roku 2030 (vrátane)	82	50	32	30	49

jín WHO/EURO pre nastavenie priorít v oblasti environmentálneho zdravia a prvou prioritou tohto akčného plánu je zlepšenie kvality vnútorného a vonkajšieho ovzdušia. Medzi navrhovanými cieľmi tejto priority je zlepšenie monitoringu a prijímanie operatívnych aj dlhodobých opatrení na zlepšenie stavu ovzdušia, vypracovanie záväznej stratégie na zlepšenie kvality ovzdušia, zvyšovanie povedomia verejnosti a aktualizácia a dôsledná implementácia programov na zlepšenie kvality ovzdušia v jednotlivých oblastiach riadenia kvality ovzdušia (NEHAP V., 2019).

Vo februári 2019 schválila vláda SR aj novú environmentálnu politiku [Zelenšie Slovensko](#) – Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030 (Envirostratégia 2030; MŽP SR, 2019), ktorá definuje podporné opatrenia na dosiahnutie cieľov do roku 2030 v 14 prioritných oblastiach environmentálnej politiky. V oblasti kvality ovzdušia (oblasť č. 9) nadväzuje na smernicu NEC a stanovuje rovnaké ciele na znižovanie emisií (Tabuľka 1) a stanovuje aj ďalšie ciele:

- výrazne lepšia kvalita ovzdušia v roku 2030 bez nepriaznivých vplyvov na ľudské zdravie a životné prostredie,
- postupné utlmenie výroby elektriny z uhlia,
- environmentálne prijateľnejšie alternatívy vykurovania domácnosti a dopravy v mestách,
- posilnenie princípu uplatňovania BAT (best available techniques – najlepšie dostupné techniky) v priemysle, energetike, ale aj v poľnohospodárstve a v ďalších odvetviach aj pre menšie zariadenia,
- zameranie národného programu znižovania znečisťovania na nákladovo efektívne opatrenia redukcie emisií,
- riadenie sa zásadou „znečisťovateľ platí“ pri ochrane ovzdušia,
- zväznenie zavedenia systému obchodovania

s emisnými kvótami pre látky znečisťujúce ovzdušie,

- nastavenie efektívneho a motivačného systému poplatkov za znečisťovanie ovzdušia.

V odozve na Envirostratégiu 2030 vláda SR schválila v marci 2020 [Národný program znižovania emisií Slovenskej republiky](#) (MŽP SR, 2020a) na obdobie 2020 – 2029 a obdobie po roku 2030. Národný program znižovania emisií prispieva k dosiahnutiu cieľov kvality ovzdušia podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) [2008/50/ES](#), ako aj k zaisteniu súladu s plánmi a programami stanovenými v iných relevantných oblastiach politiky vrátane klímy, energetiky, poľnohospodárstva, priemyslu a dopravy. Zároveň sa tým podporí presun investícií do čistých a účinných technológií.

[Nízkouhlíková stratégia](#) rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 (NuS) bola schválená vládou Slovenskej republiky dňa 5. marca 2020 (MŽP SR, 2020b). NuS predstavuje odpoveď SR na záväzky v boji proti zmene klímy, vyplývajúce z členstva v EÚ a v OSN, a s tým spojenú povinnosť vypracovať dlhodobú stratégiu na minimálne 30 rokov. Cieľom stratégie je identifikácia existujúcich a návrh nových dodatočných opatrení v rámci SR na dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050. NuS zároveň prispieva k znižovaniu emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia.

V januári 2021 bol schválený dokument [Vízia a stratégia rozvoja Slovenska do roku 2030](#) – dlhodobá stratégia udržateľného rozvoja Slovenskej republiky – Slovensko 2030 (MIRRI, 2020). Materiál vychádza z Národných priorít implementácie Agendy 2030 pre udržateľný rozvoj a z participatívneho procesu tvorby návrhu Vízie a stratégie rozvoja SR do roku 2030. Predkladaná dlhodobá

stratégia udržateľného rozvoja plní zároveň aj úlohu Národnej stratégie regionálneho rozvoja SR. Integruje teda sektorové priority a priority regionálneho a územného rozvoja, čím sa prepája práca celej verejnej správy, t. j. ústredných orgánov štátnej správy a samosprávnych orgánov. Z obsahovej stránky je dokument Slovensko 2030 založený na štyroch kľúčových princípoch:

- udržateľnosti, t. j. rovnováhe medzi dostupnými zdrojmi a ich využitím,
- prednosti kvality života pred hospodárskym rastom,
- efektívnosti založenej na synergii a
- integrácii politík a ich nástrojov.

Táto dlhodobá stratégia má ciele na zníženie množstva emisií, vypúšťaných do ovzdušia do roku 2030, v porovnaní s rokom 2005 totožné s cieľmi Národného programu znižovania emisií Slovenskej republiky (Tabuľka 1). Uvedené ciele by mali byť dosiahnuté realizáciou primeraných environmentálnych opatrení v rámci všetkých zdrojov znečisťovania (priemysel, energetika, doprava, poľnohospodárstvo, vykurovanie domácností) a v rámci rozvoja a informovanosti obyvateľstva zabezpečiť primerané monitorovanie znečisťujúcich látok v ovzduší podporené vznikom nových monitorovacích staníc kvality ovzdušia.



© APchanel, Adobe Stock

# Nedostatok a znečistenie vody

## Úvod

Téma vody a súvisiacich environmentálnych problémov bola zaradená do klastra environmentálnych megatrendov (Cluster 2, Obr. 2), v ktorom

sú zoskupené tri kľúčové trendy, ako rastúci tlak na ekosystémy, zvyšovanie závažnosti problémov a dôsledkov zmeny klímy a rastúce znečistenie životného prostredia (EEA, 2020). Za posledné dekády sa globálna situácia výrazne zmenila pod vplyvom nových globálnych a neočakávaných problémov, ako energetická kríza, svetová pandémia COVID-19 a nárast cien potravín, čo následne ohrozuje sociálnu situáciu ľudí na celom svete. Nestabilná politická situácia len zhoršuje, alebo skôr zosilňuje, pôsobenie nových globálnych problémov.

### Rámček 4: Globálny vodný cyklus a jeho bilancia

Ľudia a iné organizmy sú životne závislé na vode. Iba **1 % vody** na planéte je sladkovodných, zvyšok tvorí morská alebo zamrznutá voda (FAO, 2020). Množstvo sladkovodnej vody, ktoré je k dispozícii, závisí od toho, koľko vody je v každom fyzicko-geografickom povodí (lokálne zdroje vody). Dostupnosť vody závisí aj od toho, kedy a ako rýchlo sa voda pohybuje (časovanie vody) cez vodný cyklus. Napokon dostupnosť vody závisí od toho, aká je voda čistá (kvalita vody). Pochopením vplyvu človeka na kolobeh vody môžeme pracovať na udržateľnom využívaní vody.

**Globálne hospodárenie s vodnými zdrojmi** musí byť založené na reálnom poznaní aktuálneho stavu vody v sledovanom území. Hospodárenie s vodou je možné len na základe presného určenia zložitých vzťahov kolobehu vody. Základné prvky prírodného kolobehu vody musíme dať do súvislosti s využívaním vody v hospodárstve. V praxi sa používajú nelineárne vzťahy, ktoré sa vyvinuli v hydrológii. Na základe jednoduchého hydrologického modelu možno vyvodiť závery, ktoré sú uvedené v nasledujúcich vzťahoch. Vodný cyklus vo svojej najjednoduchšej forme možno charakterizovať pomocou rovnice dynamickej hmotnostnej bilancie, ktorá popisuje vývoj zásoby vody, vrátane podzemnej vody, objemu povrchovej vody atď., v priebehu času.  $R$  je odtok z riešeného povodia a  $x$  je recyklácia vody v území.

$$dS(t)dt=R(t)+P(t)-ET(t)-(1-h)\cdot x(t)-r(t) \quad (1)$$

Bilančná rovnica (1) znázorňuje objem vodnej zásoby  $S(t)$  v sledovanej časti krajiny v čase  $t$  (ľavá strana rovnice). Pravú stranu rovnice tvorí časová bilancia prvkov kolobehu vody v krajine. Voda môže byť braná do bilancie ako podzemná voda alebo povrchová; či už v jazere alebo nádrži, alebo ako objem vody v rieke  $R(t)$ . Externé  $P(t)$  zdroje, ktoré nevznikli na riešenom povodí, charakterizujú prítoky z iných území a zrážky. Povrchový alebo podzemný odtok v čase  $t$  sumarizuje  $r(t)$  a  $ET(t)$  vyjadruje evapotranspiráciu z pôdy a rastlín.

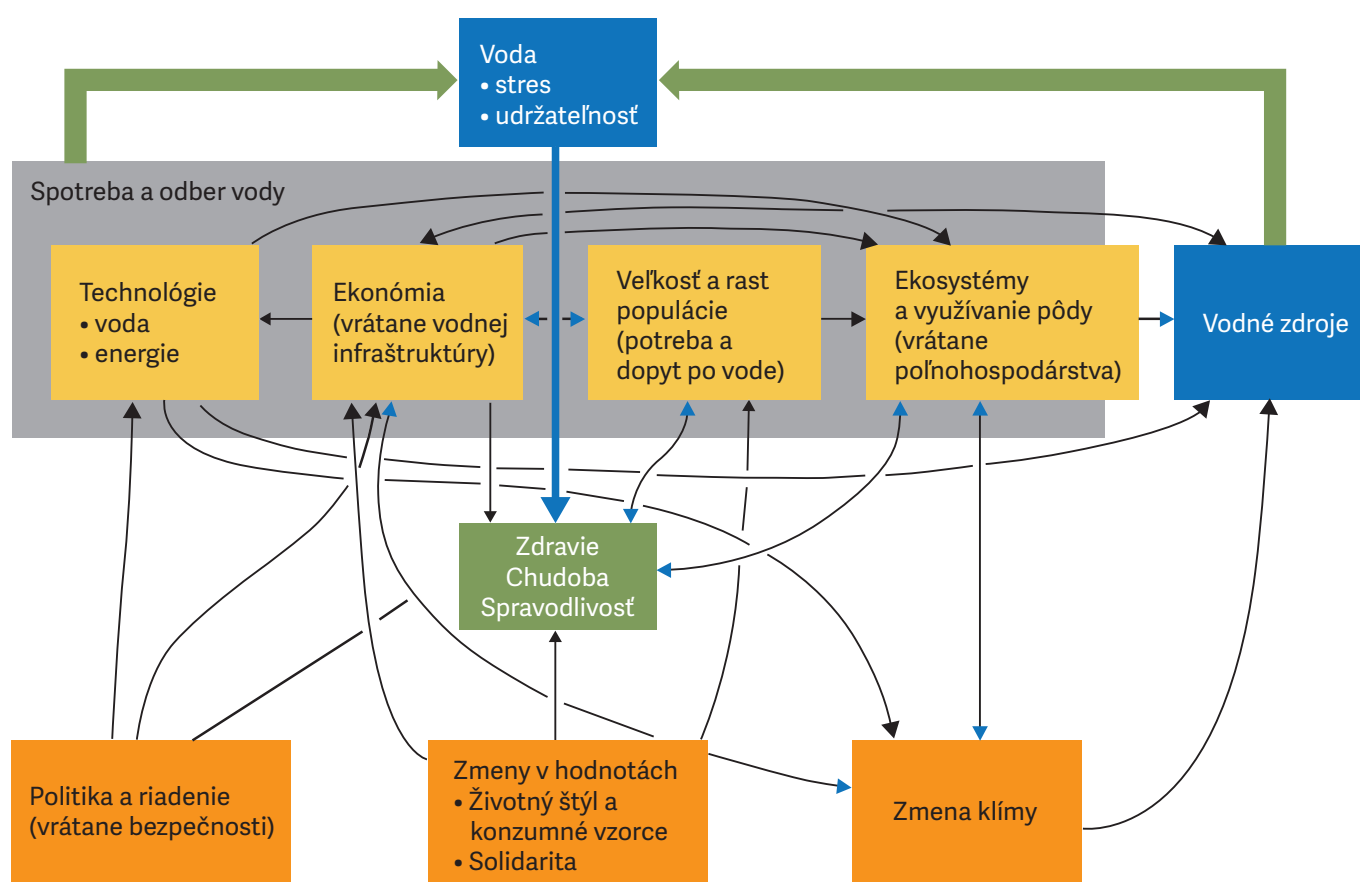
$S(t)$  predstavuje predovšetkým zásoby v pôde, a to je veľmi významný zdroj regulovania vody v povodí. Dá sa veľmi ťažko overovať vzhľadom na veľkú rôznorodosť pôd a ich rôznu retenčnú kapacitu. Poznanie reálneho stavu zásob vody sa dá monitorovať modernými meracími prístrojmi, ale je to zložitá a finančne náročná, preto vo väčšine prípadov zásoby vody v pôde len odhadujeme. Z ostatných prvkov vieme objektívne stanoviť úhrn zrážok a povrchový odtok v riekach, pokiaľ retenčný objem vody v koryte toku je veľmi ťažko vypočítateľný.

Svetová meteorologická organizácia nedávno potvrdila, že [posledných 8 rokov bolo globálne najteplejších](#) v histórii meraní klimatických podmienok (Markovič, 2023), pričom boli [leto a mesiac august v roku 2022 najteplejšími v histórii meraní](#) (Copernicus, 2023). V dôsledku [extrémneho sucha v roku 2022](#) (Bruyninckx, 2022), ktoré sa javí byť v niektorých oblastiach [najhoršie za posledných 500 rokov](#), bola na 47 % územia EÚ vyhlásená výstraha a na 17 % dokonca stav pohotovosti (Euronews, 2023; Toreti et al., 2022). V dôsledku tohto extrémneho sucha boli prietoky riek naprieč Európou veľmi nízke, v niektorých prípadoch až extrémne nízke (Toreti et al., 2022). S tak rýchlym postupom zmeny klímy a ohrozením vodných zdrojov sa v pôvodných prognózach neuvažovalo. Preto je potrebné v súčasnosti reálne hodnotiť vývoj globálnych problémov a ich pôsobenie na naše okolie, krajinu a jej zložky, a to najmä v kontexte veľkej neurčitosti budúceho vývoja.

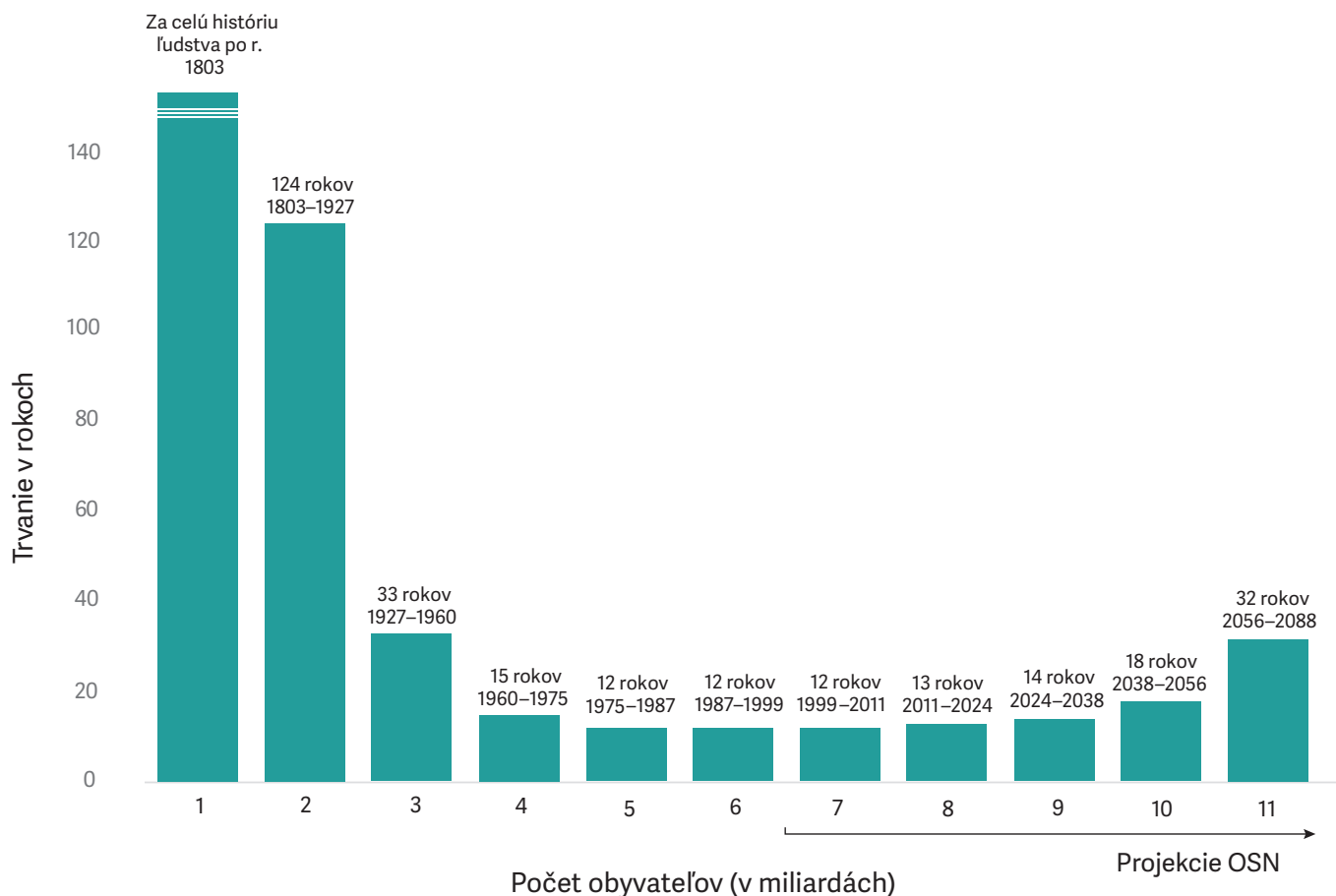
V roku 2020 skupina pre prognózy v rámci siete krajín EEA (Eionet Foresight) iniciovala [Scenáre pre udržateľnú Európu](#) v roku 2050 (EEA, 2021). Tento projekt spoločnej tvorby, vyvinutý a realizovaný v spolupráci s EEA, má za cieľ vytvoriť súbor predstáv ponúkajúcich pútavé, hodnoverné a jasne kontrastné obrázky toho, ako by mohla vyzeráť udržateľná Európa v roku 2050. Výsledky týchto scenárov pravdepodobne upravia pohľady na pôvodné megatrendy z rokov [2010](#) a [2015](#) (EEA, 2010, 2015a).

## Hnacie sily

Približne polovica svetovej populácie – štyri miliardy ľudí – čelia v dnešnom svete nedostatku vody aspoň jeden mesiac v roku. Dostupnosť vody je ovplyvňovaná prírodnými fyzikálnymi procesmi



Obr. 7 Kľúčové hnacie sily a ich vzájomné väzby ovplyvňujúce prirodzený obeh vody (upravené podľa Gallopín, 2012).



Graf 14 Vývoj a tempo rastu globálnej populácie (upravené podľa [Roser & Ritchie 2021](#)).

súvisiacimi s globálnymi procesmi, ako je množstvo zrážok, rýchlosť vyparovania a geológia zemského povrchu (Rámček 4). Ľudské hospodárenie s pitnou a odpadovou vodou, vrátane priehrad, odberov podzemnej vody a spotreby vody v mestách a priemysle, výrazne vplýva na dostupnosť vody a prispieva k produkcii odpadových vôd. Pre mnohé krajiny je dostupnosť vody ovplyvnená aj činnosťou iných národov, ktoré ležia vyššie proti prúdu alebo naopak po prúde. Tieto zdieľané vodné zdroje sa označujú ako „cezhraničné“ a zahŕňajú veľké rieky a jazerá, ktoré pretekajú viacerými krajinami.

K tomu, aby sme identifikovali aktuálne a potenciálne hnacie sily v oblasti dostatku a kvality vôd, je potrebné objektívne zhodnotiť kľúčové trendy, procesy alebo vývoj, ktoré ovplyvňujú súčasný stav a budúcnosť vodného hospodárstva na národnej, európskej alebo globálnej úrovni. Už len správne určenie základných hnacích síl v oblasti vody je dôležité na dosiahnutie objektívnej analýzy súčasnosti a ďalšieho vývoja. Mnoho hnacích

síl je poháňaných inými hnacími silami; napríklad zmeny životného prostredia ovplyvňujú globálny vodný cyklus, ale sú tiež dôsledkami iných faktorov alebo zmien v samotnom obehú vody (Obr. 7). Zmena klímy je jasnou hybnou silou globálneho vodného cyklu, ale je tiež poháňaná populačnými a ekonomickými zmenami. Hnacie sily vodného cyklu sú navzájom jasne previazané (Obr. 7), ale tiež samy osebe dôležité. Priamo ovplyvňujú potenciál pre udržateľné a spravodlivé hospodárenie s vodnými zdrojmi v ich povodiach, ako aj vyhliadky na medzinárodnú spoluprácu v otázkach vody. Patria sem najmä globálne a geopolitické aspekty, ale aj otázky neustáleho ekonomického rastu vytvárajúceho tlak na regionálne vodné zdroje (Obr. 7).

## Demografický vývoj

Tempo rastu globálnej populácie sa doposiaľ neustále zrýchľovalo, aj keď prognózy hovoria o postupnom spomaľovaní v budúcnosti (Graf 14).

Svetová populácia rastie každý rok približne o 80 miliónov ľudí a od roku 2011 tak pribudla viac ako 1 miliarda obyvateľov (Graf 14). Demografický vývoj jednotlivých kontinentov je významne ovplyvnený migráciou ľudí, či už za lepšími životnými podmienkami alebo v dôsledku vojnových konfliktov (Gallopín, 2012), čo priamo vplýva aj na vodné zdroje. Predpokladá sa, že počet tzv. environmentálnych utečencov, ktorých zasiahla zmena klímy, ale aj konflikty o prírodné zdroje ako je voda, bude v budúcnosti rásť (Gallopín, 2012; UNEP, 2019a).

Zmeny v demografickej štruktúre vplyvajú na vodné zdroje prostredníctvom ekonomických a sociálnych faktorov aj nepriamo. Dôvodom je starnutie obyvateľstva v priemyselných krajinách a rastúci podiel obyvateľstva v produktívnom veku s vyššími požiadavkami na životný štandard. Každý nový obyvateľ znamená spotrebu čistej kvalitnej vody a produkciu odpadových vôd. Problematická je však aj narastajúca urbanizácia; za posledných 20 rokov sa počet v 100 najväčších mestách sveta viac ako zdvojnásobil z približne 645 miliónov na 1,233 miliárd obyvateľov (OSN, 2022a).

Očakáva sa, že do roku 2050 bude v mestách žiť **68 %** svetovej populácie, pričom v EÚ to bude až **84 %** (OSN, 2019b). Len 250 miliónov ľudí žijúcich v desiatich najväčších mestách sveta denne potrebuje asi 30 miliónov m<sup>3</sup> pitnej vody. Priehrada ako Liptovská Mara by im stačila na 12, resp. na 5 dní, ak by sme zohľadnili vody pre ekonomické aktivity v týchto mestách. Na porovnanie celková spotreba pitnej vody dodanej verejnými vodovodmi v SR bola v roku 2019 na úrovni 209,4 miliónov m<sup>3</sup>. Náklady na prepravu vody na čoraz väčšie vzdialenosti rýchlo rastú, podobne ako cena energie, a súčasne environmentálne a sociálne náklady.

V roku 2000 na svetovom fóre v Haagu sa stanovilo hygienické minimum potreby vody pre jedného obyvateľa našej planéty na bežný život na 80 l vody denne. Globálne dnes potrebujeme denne asi 640 miliónov m<sup>3</sup> pitnej vody v zdravotne nezávadnej kvalite, k čomu treba pripočítať zhruba 5,6 – 8 miliárd m<sup>3</sup> vody denne na vypestovanie a zabezpečenie potravy (700 – 1 000 l vody na obyvateľa). Ročná globálna spotreba vody tak dosahuje až viac ako 4 bilióny m<sup>3</sup> (4 000 miliárd m<sup>3</sup>) vody pre naše základné potreby (Graf 16). Prognozy naznačujú postupný pokles globálneho ročného nárastu obyvateľov Zeme (Graf 14), ale aj



napriek tomu by mala v priebehu nasledujúcich 15 rokov pribudnúť pravdepodobne ďalšia miliarda ľudí a spolu s tým aj ich priama a nepriama potreba vody. Zvýšenie počtu obyvateľov o 1 miliardu by si vyžiadalo každodenne zhruba o 80 miliárd litrov vody viac.

Vzhľadom na potrebu vysokej kvality sú také množstvá vody takmer nedostupné. Mnoho ľudí je preto nútených používať aj zdravotne nevhodujúcu vodu či už na priamu spotrebu alebo na získavanie potravy, čo globálne spôsobuje ročne mnoho úmrtí (OSN, 2021a).

## **Ekonomický rast**

Nárast populácie, globálneho obchodu a ekonomický model založený na neustálom raste prinášajú zvýšené požiadavky na energie a produkciu potravín. Tepelné a jadrové elektrárne potrebujú veľké množstvo vody na chladenie. Vyššia poľnohospodárska produkcia je zase zabezpečovaná neustálym používaním hnojív, pesticídov a herbicídov, ktorých zbytky sú splavené do tokov, kde spôsobujú znečistenie a eutrofizáciu. Dôsledky zvýšených cien potravín vytvárajú v mnohých



oblastiach podmienky pre hlad, chudobu a následnú migráciu obyvateľstva. Na zabezpečenie ekonomického rozvoja je nevyhnutný rozvoj vodohospodárskej infraštruktúry urbanizovaných území – od zásobovania vodou po čistenie odpadových vôd.

## **Globálna zmena klímy**

Zmena klímy a jej vplyv na zrážky, odtok a zásoby vody následne ovplyvňuje kvalitu a distribúciu vody v priestore a čase. Meniace sa klimatické pomery a zvýšené teploty majú za následok znížený prietok v riekach, ale aj zvýšenú evapotranspiráciu v mnohých regiónoch, čo vytvára vodný stres v krajine. Výsledkom je rozsiahle sucho, najmä v centrálnych častiach kontinentov, ale aj rozsiahle povodne z intenzívnych lokálnych búrok (O'Reilly et al., 2018). Zároveň zvyšujúca sa globálna teplota spôsobuje topenie horských a pevninských ľadovcov, čo má dopady na globálny, ale aj lokálny obeh vody. Rastúca frekvencia a intenzita takýchto extrémnych klimatických udalostí vytvára tlak na migráciu ľudí a aj na ekonomiku postihnutých oblastí.

## **Environmentálne zmeny**

Environmentálne dopady mitigačných a adaptačných opatrení prijatých v reakcii na globálnu zmenu klímy sú zatiaľ nedostačujúce. Mnohé výskumy upozorňujú, že nám v mnohých miestach hrozí potenciálne prekročenie globálnych bodov zlomu (tipping points), kedy dôjde v ekosystémoch k nezvratným zmenám (Armstrong McKay et al., 2022). Veľmi vážnym problémom je neustála erózia a degradácia poľnohospodárskej pôdy, ktorá má vplyv nielen na poľnohospodársku produkciu, ale výrazne aj na vodný cyklus v poľnohospodárskej krajine. Strata pôdy je zároveň stratou priestoru, v ktorom sa zadržovala pôdna voda. Na Slovensku je povolený ročný erózný odnos až 20 ton pôdy z 1 hektára, čo je asi 15 m<sup>3</sup> pôdy. Pri retenčnej kapacite pôdy 30 % je ročná strata retenčného priestoru vplyvom erózie zhruba 5 m<sup>3</sup> vody na každý ha pôdy, čo spôsobuje vysušovanie krajiny. Urbanizácia a utesnenie povrchu pôdy spôsobuje zase jej nepriepustnosť, čím je znemožnená infiltrácia a zadržanie vody v pôde. Okolité krajiny v stratégiách na ochranu pred suchom zásadne prehodnocujú protierózne opatrenia, ale Slovensko takéto stratégie zatiaľ nemá. Strata retenčnej kapacity následne vedie k zvýšenému povrchovému odtoku a odnosu agrochemikálií do povrchových, ale aj podzemných vôd. Strata retenčnej kapacity pôdy vedie k celkovému zhoršeniu stavu všetkých ekosystémov a k výraznej strate biodiverzity. Riešenie erózie v krajine by viedlo ku komplexnému vplyvu na stav krajiny aj vodných zdrojov.

## **Technologické inovácie**

Technologické inovácie sa prejavujú vo všetkých oblastiach vedy a výskumu. Dennodenne sa dostávajú do praxe nové a vylepšené zdroje energie, nové materiály, veľmi významne sa menia poznatky biotechnológií, nanotechnológie, komunikačné a informačné technológie. Dôležité sú pokroky na zvýšenie efektívnosti využívania vody. Prichádzajú nové technológie na zníženie znečistenia a dekontamináciu vody. V poľnohospodárskej vede sa rieši vývoj nových odrôd plodín odolných voči suchu alebo zasoleniu pôdy, ako aj efektívnejšie používanie hnojív. Veda v oblasti úspor vody a zníženia ohrozenia jej kvality je veľmi výrazne pod tlakom potrieb spoločnosti, ale aj reálneho stavu životného prostredia či zmien klimatických podmienok.



## Vodohospodárska infraštruktúra

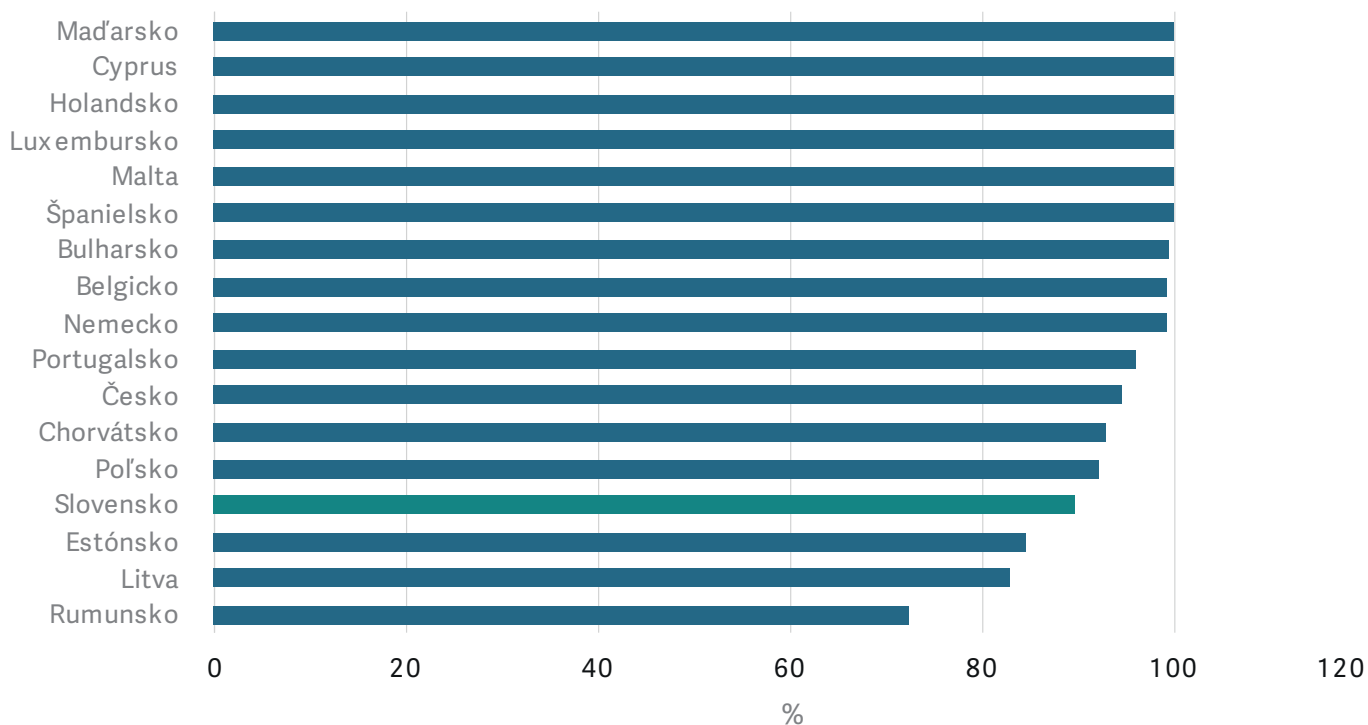
Základom vodohospodárskej infraštruktúry sú veľké vodné diela, predovšetkým priehrady a hate, ktorých prvoradou funkciou je vytvárať zásoby vody v období prebytku zdrojov a poskytnúť vodu užívateľom v obdobiach jej nedostatku. Hydrologické pomery sa vplyvom zmeny klímy zmenili a vodné diela vybudované pred desaťročiami už nie sú funkčnosťou ani bezpečnosťou prispôbené týmto novým podmienkam. Megalomanské vodné stavby, ako sa stavajú napr. v Číne, majú širokú škálu negatívnych dopadov na životné prostredie. Problematické je taktiež zanášanie vodných diel sedimentmi, čo znižuje ich funkcionality (MŽP SR, 2022a). Podiel vodohospodárskej infraštruktúry miest a obcí navrhnutej tak, aby vyhovovala viacerým potrebám, je stále nízky.

Ďalším významným problémom je efektívne [odvážanie a čistenie odpadových vôd](#) v mnohých mestách a obciach Slovenska. Zabezpečenie bezpečného odvedenia odpadovej vody do prírodných vodných útvarov cez čistiareň odpadových vôd nemá dnes stále zhruba 31 % z celkového počtu obyvateľov (MŽP SR, 2022a). Potreba

zmien v riešení vodnej infraštruktúry na flexibilnejšiu a integrácia ekosystémov do infraštruktúry vo forme modro-zelených opatrení sú ďalšie úlohy pre adaptáciu miest na dopady zmeny klímy. Novým problémom je aj nadmerné a neudržateľné odoberanie vôd z fosílnych zavodnených vrstiev, napr. pre geotermálne projekty alebo na predaj balených vôd. Tieto vody sa tvorili pred veľmi dlhým obdobím a odoberané množstvá bývajú nad úrovňou ich dlhodobej obnovy (Wada et al., 2016).

## Sociálne, kultúrne a etické zmeny

Snahou každej spoločnosti je znížiť počet ľudí bez primeraného prístupu k spoľahlivým dodávkam bezpečnej vody z verejných zdrojov. Nedostatočný prístup k pitnej a sanitárnej vode je spôsobený často pretrvávajúcou chudobou a ekonomickou nerovnosťou, ktorá sa dotýka najmä minoritných skupín obyvateľstva alebo migrujúcich utečencov (MŽP SR, 2022a). Rovnosť v prístupe k vode je jedným z prioritných globálnych cieľov OSN a iných významných organizácií, pretože dnes asi [2 miliardy ľudí nemá prístup ku kvalitnej pitnej vode](#) (OSN, 2021b). Úroveň zásobovania kvalitnou a bezpečnou pitnou vodou z verejných vodovo-



Graf 15 Relatívne porovnanie napojenosti obyvateľstva európskych krajín na verejné vodovody (Eurostat, 2022).

dov je na Slovensku v porovnaní s ostatnými krajinami (*Graf 15*) na dobrej úrovni, ale s výraznými regionálnymi rozdielmi. V roku 2019 nemalo prístup k verejným službám zásobovania kvalitnou a bezpečnou pitnou vodou asi [10 % z celkového počtu obyvateľov SR](#) (MŽP SR, 2022a). Napriek rozostavanosti verejných vodovodov sú tak mnohí obyvatelia zatiaľ zásobovaní z individuálnych zdrojov pitnej vody, najmä domových studní. MŽP SR prijalo v roku 2021 Plán rozvoja verejných vodovodov a kanalizácii na obdobie 2021 – 2027, čím by sa mala miera zásobovania kvalitnou a bezpečnou pitnou vodou z verejných vodovodov zlepšiť (MŽP SR, 2021b). Súbežne problémom potreby, spotreby a hodnoty vody je aj miestne až globálne zhoršovanie životného prostredia, ktoré môže vyradiť lokálne zdroje zo zásobovania a je potreba priviesť vodu z iných oblastí, čo má dopad na jej cenu.

Vývoj životného štýlu a spotreby smeruje dnes do dvoch dimenzií. Na jednej strane vyšší životný štandard vedie k zvýšenému konzumu a na druhej strane, vyššia uvedomelosť, zmena v osobných preferenciách a preferencia nemateriálnych rozmerov kvality života, napomáhajú k riešeniu ochrany životného prostredia a efektívnejšieho využívania vodných a iných prírodných zdrojov.

### **Inštitucionálne a politické aspekty**

Základom inštitucionálnych a politických vplyvov na vodné zdroje a hospodárenie s nimi je tvorba legislatívnych rámcov na národnej a medzinárodnej úrovni. Možno väčším problémom je následné presadenie ich dodržiavania. Na zabezpečenie kontroly musia štáty, medzinárodné združenia a organizácie zriaďovať finančne náročné monitorovacie siete a následne verejnú dostupnosť ich získaných údajov.

Mnoho riek a jazier v Európe, ale aj na iných kontinentoch je tzv. cezhraničných, a tak sú súčasťou plánov ich využívania viacerých krajín. Preto je potrebné vytvárať medzinárodné dohody a komisie na ich presadzovanie. Slovensko má bilaterálne dohody so všetkými okolitými krajinami a je aj súčasťou [Medzinárodnej komisie na ochranu Dunaja](#) (ICPDR), ktorej hlavnou úlohou je plnenie [Dohovoru o spolupráci pri ochrane a trvalo udržateľnom využívaní rieky Dunaj](#) (podpísaný 1994). Na iných kontinentoch takéto medzinárodné

dohody však nie sú vždy vytvorené, alebo sa často nedodržiavajú, čo vedie k lokálnym medzinárodným sporom, často aj vojenským konfliktom. Cezhraničné rieky a jazerá sú preto často významným globálnym politickým problémom.

## **Trendy**

Okrem prírodných procesov ovplyvňuje využívanie vody človekom aj to, kde sa voda akumuluje a ako sa voda dopravuje. Viaceré rieky boli ľudskou činnosťou presmerované, staviame neustále nové priehrady na akumuláciu vody. Vodu používame na zásobovanie našich domovov a komunít. Vodu využívame nielen na zavlažovanie poľnohospodárskych plodín, chov hospodárskych zvierat a akvakultúry, ale aj v priemyselných činnostiach, ako sú výroba elektrickej energie, baníctvo a rôznorodé oblasti produkcie výrobkov (*Graf 17*). Tieto činnosti ovplyvňujú kvalitu vody, pretože použitá odtoková voda obsahuje rôzne znečisťujúce látky, s ktorými sa vracia späť do prírodného prostredia. Sú to rôzne chemikálie, sedimenty, splašky, liečivá a drogy, ale aj vírusy a baktérie z bodových alebo difúzných zdrojov (MŽP SR, 2022a). Kontaminovaná voda môže spôsobiť škodlivé rozšírenie siníc a rias, ale aj úhyn pôvodných druhov vodných organizmov, šírenie chorôb a následne poškodenie biotopov pre voľne žijúce živočíchy nielen vo vode. Absencia koordinovaného monitoringu a prístupu k znižovaniu znečistenia sťažuje efektívnu identifikáciu pôvodcu znečistenia (MŽP SR, 2022a). V iných prípadoch aj napriek tomu, že pôvodca znečistenia je známy, nejasnosti a konflikt v kompetenciách inštitúcií bránia efektívnemu a rýchlemu vyriešeniu havarijných stavov, ako tomu bolo napr. pri [znečistení rieky Slaná banskými vodami](#) vo februári roku 2022, kde ani viac ako po roku nie je situácia celkom uspokojivá (Voda-portal, 2023).

Osobitným problémom naberaajúcim na závažnosti je **znečistenie mikroplastmi**, ktoré sa nezachytia pri čistení odpadových vôd a sú prinášané do riek, morí a oceánov. Podľa niektorých odhadov, [v roku 2050 bude vo svetových oceánoch viac plastov ako rýb](#) (na jednotku váhy), pričom mikroplasty majú negatívny vplyv nielen na morské živočíchy, ale v konečnom dôsledku aj na naše zdravie (UNEP, 2021a; WEF, 2016).

V 21. storočí sa ani po mnohých desaťročiach trvalého úsilia nepodarilo zabezpečiť čistú vodu a primerané hospodárenie s odpadovými vodami ani súčasnému obyvateľstvu. Hoci sa rieši ako poskytnúť bezpečnú vodu, účinnú sanitáciu a služby nakladania s odpadovými vodami ďalším 2 miliardám ľudí, ktoré sa na svete očakávajú len o niečo viac ako tri desaťročia (Graf 14), je potrebné doriešiť aj staré zanedbané povinnosti. V roku 2020 stále nemalo bezpečné obhospodarovanie sanitáciu **3,6 miliardy ľudí**, z toho 1,7 miliardy bolo bez základnej sanitácie (OSN, 2021b). Aj keď počet ľudí vykonávajúcich fyziologické potreby „pod holým nebom“ v roku 2020 klesol na 494 miliónov zo 739 miliónov v roku 2015 a svet je na správnej ceste tento problém eliminovať do roku 2030, záväzky týkajúce sa prístupu všetkých ľudí k bezpečnej vode do roku 2030 si budú vyžadovať štvornásobne väčšie úsilie (OSN, 2021b).

Prudký exponenciálny nárast populácie, ale aj zmeny v životnom štýle a stravovacích návykoch v posledných rokoch si vyžadujú neustále väčšiu spotrebu vody (OSN, 2021a). Globálna spotreba sladkej vody sa od roku 1950 stornásobila (Graf 16; Ritchie & Roser, 2017) a narástla v priemere o 41 miliárd m<sup>3</sup> ročne (IGBP, 2015; Svetová banka, 2023).

Predpokladá sa, že dnešné problémy nedostatku vody a prístupu k nej sa v budúcnosti budú zhoršovať v dôsledku zvýšenia spotreby vody vo všetkých oblastiach na jednej strane a v dôsledku zvyšovania požiadaviek na jej kvalitu a znižovania jej dostupnosti vplyvom znečisťovania a zmeny klímy na druhej strane. Naša závislosť od vodných zdrojov v budúcnosti výrazne zvýši problémy pre budúcu potravinovú bezpečnosť a udržateľnosť životného prostredia (Rosegrant et al., 2009). Odhaduje sa, že viac ako tretina svetovej populácie bude žiť v povodiach riek so silným nedostatkom vody, najmä v severnej a južnej Afrike a južnej a strednej Ázii (Adams et al., 2009; OECD 2012). Pôvodné odhady, že globálny dopyt<sup>15</sup> po vode vzrastie o približne 55 % na 5 500 mili-

árd m<sup>3</sup> v roku 2050 v dôsledku rastúceho dopytu zo strany výroby (+ 400 %), výroby tepelnej elektriny (+ 140 %) a spotreby v domácnostiach (+ 130 %, OECD 2012) sa javia v súčasnosti ako optimistické. Súčasný globálny odber<sup>16</sup> vody (4 000 miliárd m<sup>3</sup>/rok, Graf 16) sa podľa niektorých scenárov bez nových politík zvýši na 6 900 miliárd m<sup>3</sup>/rok do roku 2030 (Adams et al., 2009). Hlavný nárast dopytu po vode sa očakáva v rozvíjajúcich sa ekonomikách a rozvojových krajinách. Vzhľadom na tieto konkurenčné požiadavky podľa tohto scenára poklesne podiel vody dostupnej na zavlažovanie, aj keď vysoká miera neurčitosti sťažuje presné odhady.

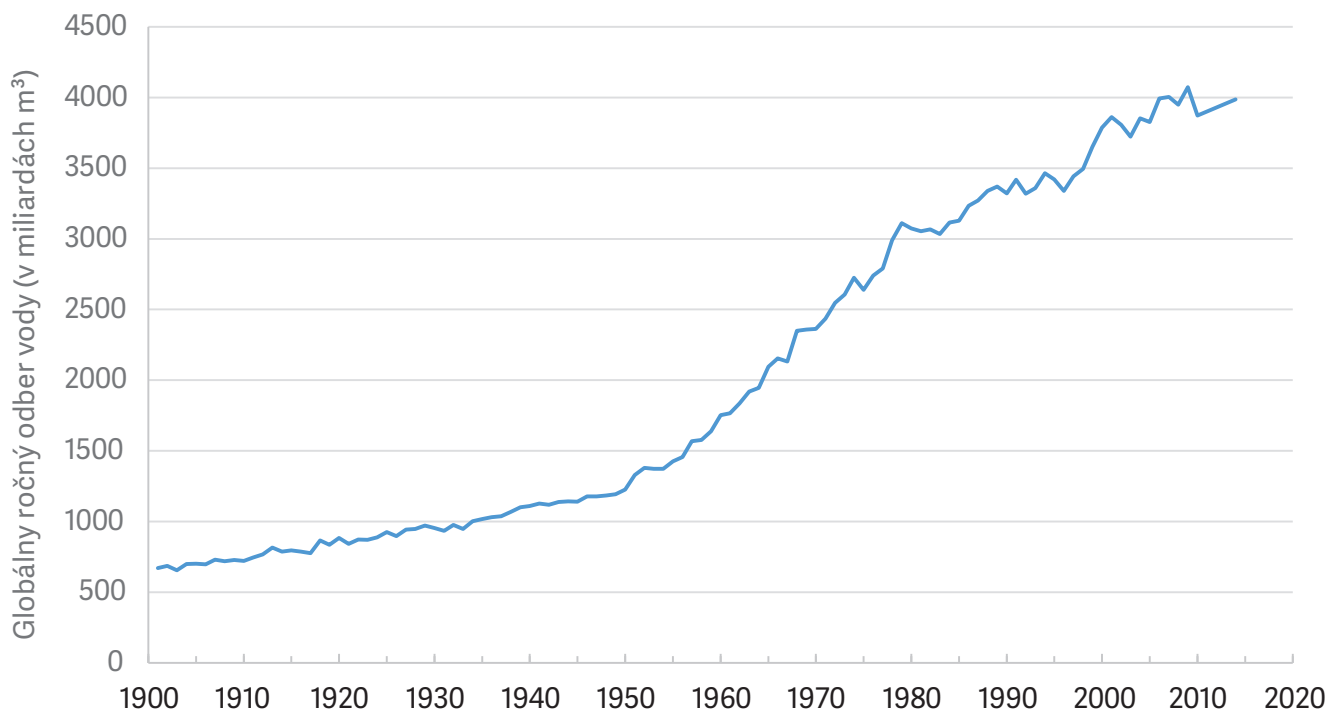
Trendy spotreby<sup>17</sup> vody sú rozdielne v rôznych častiach sveta. Najvyšší nárast zaznamenala práve **domáca spotreba vody, a to 600 % za obdobie 1960 – 2014** (Graf 18; Otto & Schleifer, 2020). Až zhruba 70 % globálnej spotreby vody si odobere poľnohospodárstvo (Graf 17; Otto & Schleifer, 2020; UNEP, 2019a).

Poľnohospodárska výroba, najmä v tropických a subtropických oblastiach, potrebuje čoraz viac vody na pestovanie plodín a spôsobuje regionálne, ale aj globálne katastrofy. Príkladom je často publikovaný problém Aralského jazera rozprestierajúceho sa na území Kazachstanu a Uzbekistanu. Málo efektívna a zastaralá technológia zavlažovania viedla k spotrebe takmer všetkej vody tečúcej v mohutných riekach Amudarja a Syrdarja. Menej publikovaný prípad je obdobné jazero Urmia v Iráne, do ktorého kedysi ústilo asi 20 riek a dnes je ich voda takmer úplne spotrebovaná pre rýchlo rastúce okolité mestá Urmia a Tabríz, ako aj pre poľnohospodársku výrobu v ich okolí. Podobné trendy môžeme analyzovať okolo všetkých súčasných veľkomiest na celom svete – od Brazílie, USA až po Čínu a Japonsko. Desiatky miliónov ich obyvateľov potrebujú milióny m<sup>3</sup> pitnej vody denne len na osobnú spotrebu. Ak by sme vzali do úvahy aj výrobu a služby v týchto mestách, spotreba sa zdvojnásobí.

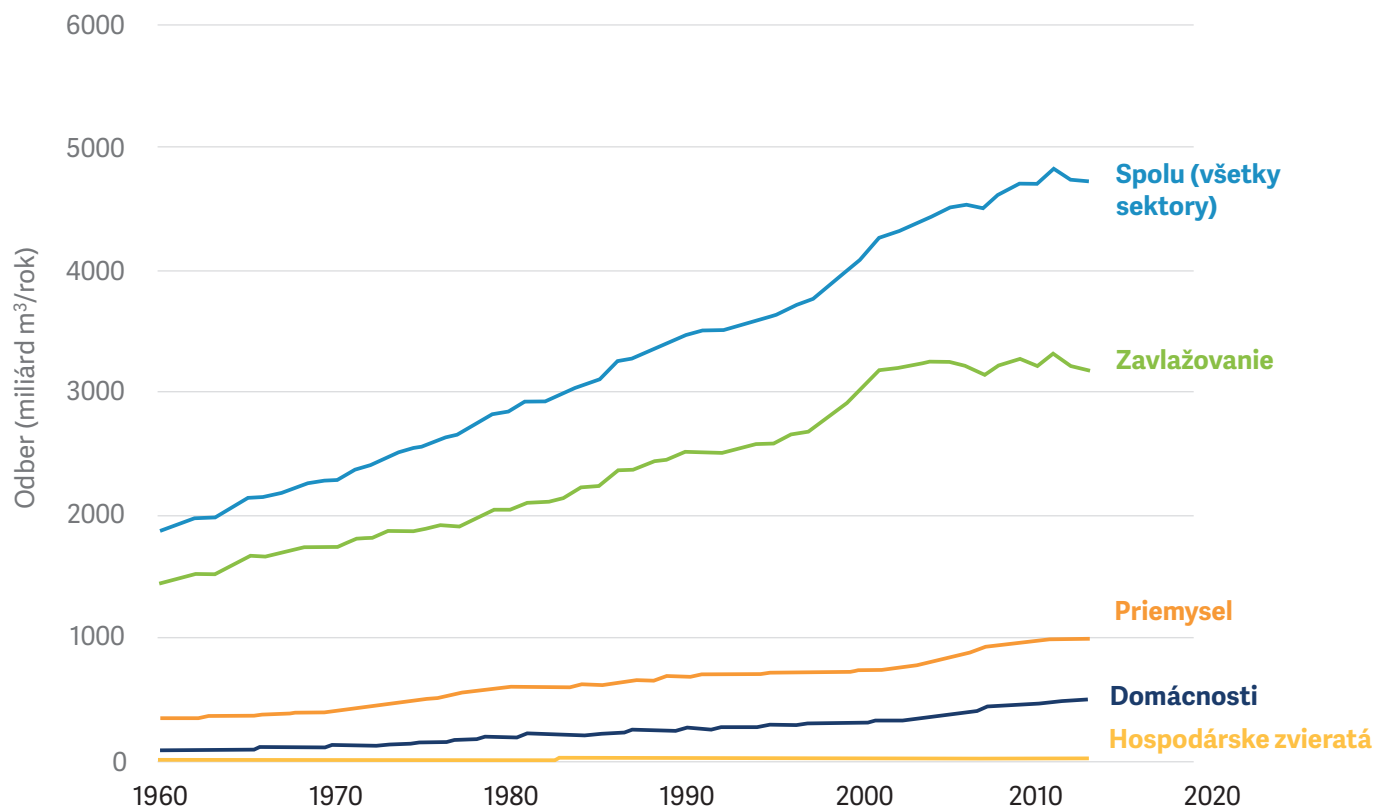
15 **Dopyt** po vode zo strany užívateľov. Dopyt môže byť uspokojený odberom vody z prírodných (rieka, jazero) alebo iných zdrojov (recyklovaná voda).

16 **Odber** je množstvo vody, ktoré je fyzicky odobrané zo zdroja, pričom určité množstvo sa vráti do obehu, napr. časť vody použiteľná na chladenie sa vracia späť do obehu a môže byť použitá na iné účely.

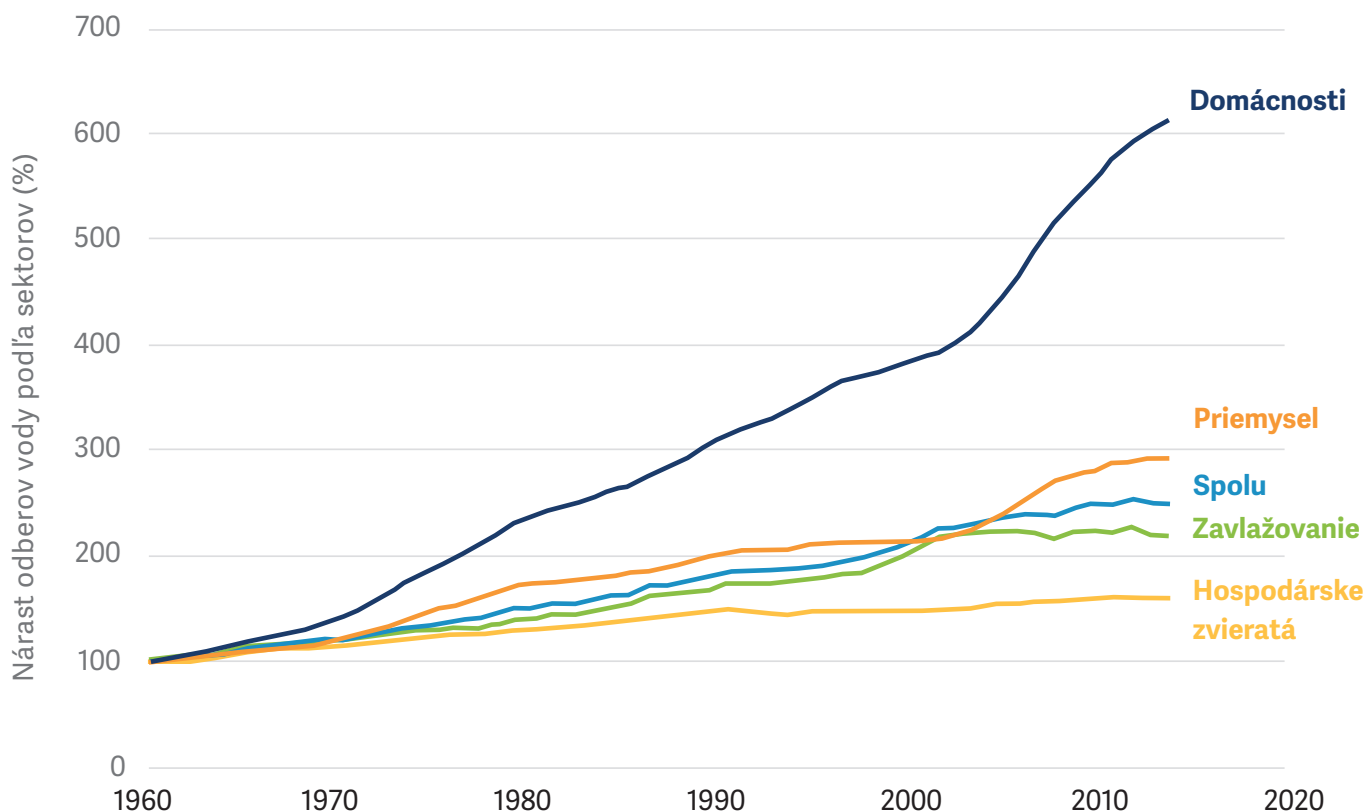
17 **Spotreba** je využitie vody na účely, ktoré redukovávajú množstvo alebo kvalitu vody vrátenej do obehu. Spotrebovaná voda nemusí pochádzať z prírodného zdroja, ale môže to byť aj napr. recyklovaná voda.



Graf 16 Vývoj globálnych ročných odberov vody (v miliardách m<sup>3</sup>, upravené podľa [Ritchie & Roser, 2017, Our World in Data](#)).



Graf 17 Odber vody podľa sektorov (v miliardách m<sup>3</sup>/rok, spracované podľa [Otto & Schleifer, 2020, World Resources Institute, Aqueduct](#)).



Graf 18 Percentuálny nárast spotreby vody podľa sektorov (spracované podľa Otto & Schleifer, 2020, World Resources Institute, Aqueduct).

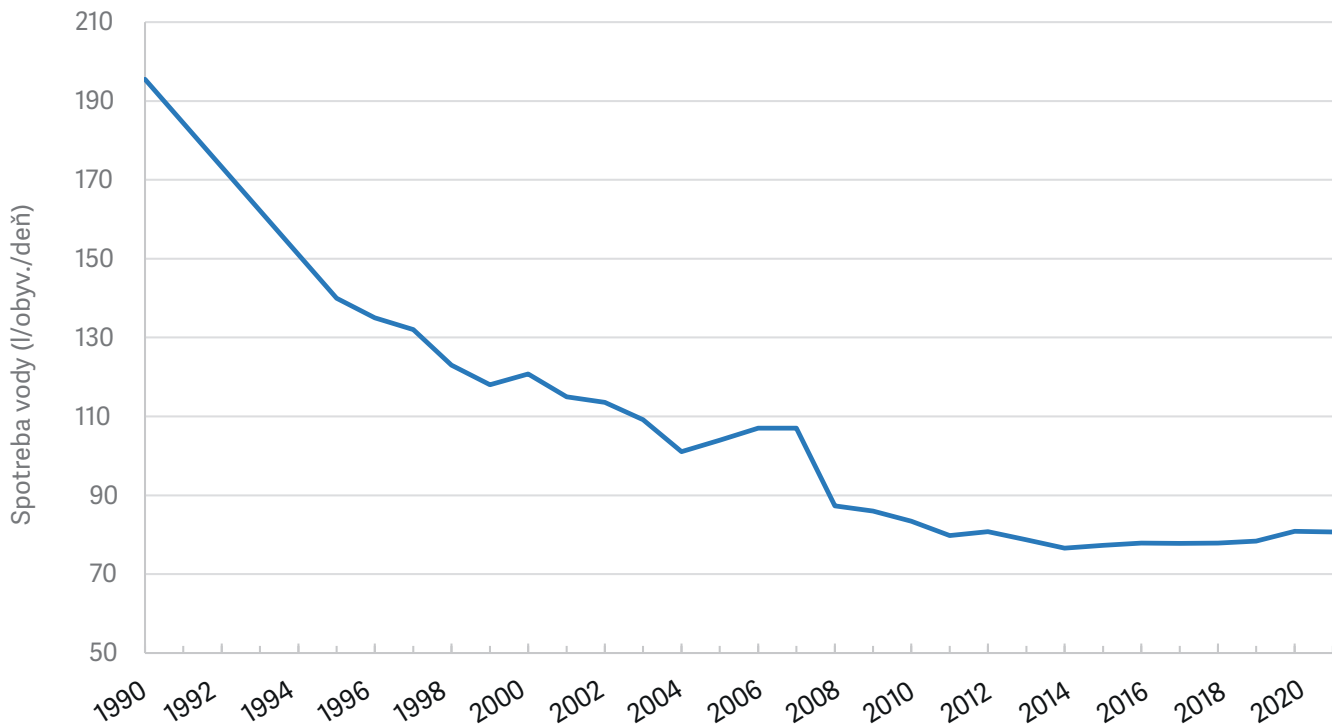
Naproti tomu spotreba vody v krajinách strednej Európy už takmer 30 rokov klesá. Je to vplyvom nových recyklačných technológií v priemysle, pestovania plodín bez závlah a predovšetkým poklesom spotreby vody v domácnostiach asi na polovičné množstvo. Na Slovensku sa priemerná spotreba vody v domácnostiach za poslednú dekádu ustálila na hranici hygienického minima 80 l/osobu a deň (Graf 19). Rýchlejšie poklesy spotreby vody sú spojené so zvýšením cien za spotrebovanú vodu. V budúcnosti sa však už pravdepodobne spotreba vody obyvateľstvom v Slovenskej republike výrazne znižovať nebude.

V rámci EÚ je Slovensko krajina s takmer najnižšou spotrebou vody na 1 obyvateľa a deň. Z pohľadu ochrany vodných zdrojov je to výhodný stav, avšak je to nízka spotreba na zabezpečenie bežného hygienického štandardu. Z pohľadu vodárenských spoločností neustály pokles spotreby za také krátke obdobie tiež ohrozuje efektívnosť vybudovaných zariadení a vyvoláva potreby rozsiahlych rekonštrukcií, čo sa následne premietne do vyššej ceny vody.

Nielen súčasná energetická kríza, ale aj prechod k elektromobilitě vytvárajú zvýšený tlak na vodné zdroje, pretože voda sa významne podieľa na mnohých procesoch výroby elektriny. Najväčší podiel vody je potrebný priamo pri výrobe elektriny vo vodných elektrárňach, ale aj na chladenie turbín v tepelných (tzv. termoelektrických) a atómových elektrárňach, ktoré využívajú rôzne zdroje energie na výrobu vodnej pary poháňajúcej turbíny.

Nemalý podiel vody je potrebný pri ťažbe a výrobe paliva, pretože voda je kritickým zdrojom pre vrtanie a ťažbu zemného plynu, uhlia, ropy a uránu. V mnohých prípadoch ťažba paliva produkuje aj odpadové vody, ako je to v prípade zemného plynu, ropných vrtov a nádrží na zachytenie kalov pri ťažbe uhlia.

Nakoniec po samotnej výrobe energie je potrebné veľké množstvo vody na kontrolu emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia. Mnohé termoelektrárne vypúšťajú síru, ortuť, častice, CO<sub>2</sub> a iné znečisťujúce látky a vyžadujú technológie



Graf 19 Vývoj spotreby vody v domácnostiach na Slovensku od roku 1990 ([Enviportal, 2023](#)).

na kontrolu znečistenia (Macknick et al., 2012), ktoré vyžadujú značne veľké objemy vody na prevádzku a dopravu znečisťujúcich látok na úložiská. Úložiská predstavujú následne veľké ohrozenie povrchovej a podzemnej vody, ako tomu bolo v minulosti, napr. na rieke Nitra.

## Implikácie

Environmentálne, ekonomické a sociálne implikácie súvisiace s rastúcim využívaním vody predstavujú väzby medzi uvedenými oblasťami vplyvov, ktoré sú navzájom prepojené (Obr. 7). V poslednom období vedci prinášajú pohľady na scenáre tvorby a využívania vodných zdrojov na globálnej, ale aj regionálnej úrovni. Žiaľ, priebeh zmeny klímy a globálnych medzinárodných konfliktov posúva vývoj potreby vody do oblastí kritickejších výhľadov. Ľudská činnosť má dlhodobý a zásadný vplyv na aktuálne prietoky riek, hydrologické extrémny a riziká súvisiace s vodou.

Hlavné oblasti implikácie problémov sú podobné ako oblasti pre hnacie sily.

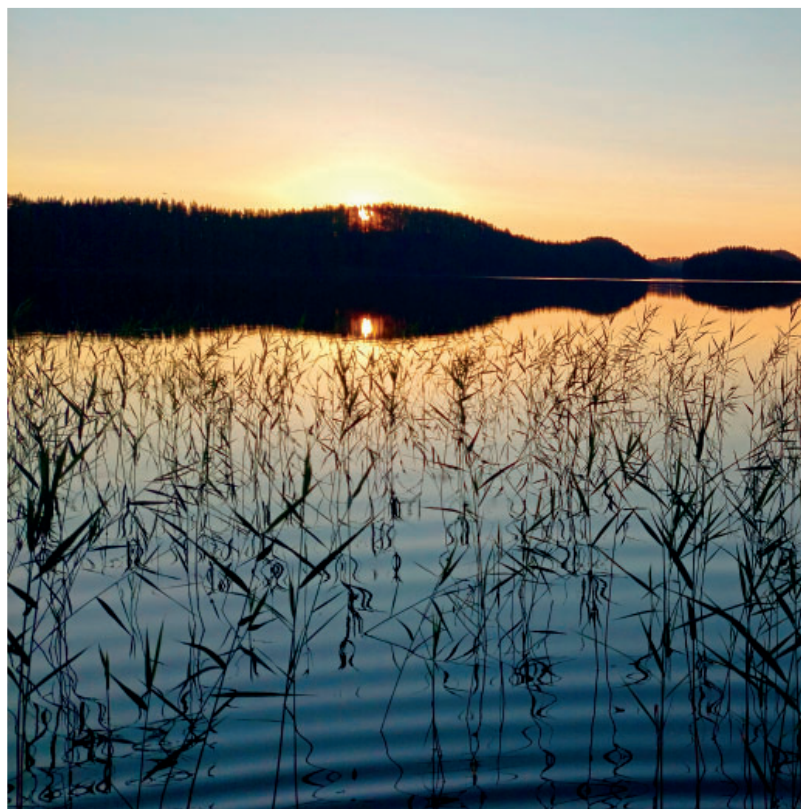
Zmena klímy a sucho vystavujú rôzne časti sveta a regióny nedostatku vody, čo zvyšuje tlak na migráciu ľudí z oblastí trpiacich dlhodobým suchom. Iné regióny trpia zase pri veľkých povodniach. Vodným stresom je však najviac postihnuté obyvateľstvo vo veľkých metropolách. Zásoba vody v okolí týchto metropol klesá v dôsledku nadspotreby, čo spôsobuje, že potrebná výška investícií do vodohospodárskej infraštruktúry neustále rastie.

Konfliktné stavy umocňujú súkromné vodárenské firmy, ktoré sa snažia privatizovať vodné zdroje v mnohých krajinách. Napriek ústavne zakotvenému štátnemu vlastníctvu prírodných zdrojov si získavajú prístup k vode prostredníctvom investícií, a tak sa voda stáva firemným majetkom. Súkromné vlastníctvo vodných zdrojov, ako sú rieky a vodné nádrže, získava strategický význam v mnohých regiónoch. Kvôli nedostatku vody je obchodovanie s vodou, predovšetkým pitnou

vodou, významným strategickým podnikaním. Vytvárajú sa rozdielne ceny za pitnú vodu, vodu na zavlažovanie a priemyselnú vodu. V súčasnej situácii sa tak vytvárajú podmienky, aby sa iné zdroje vody, ako je zachytávaná a recyklovaná dažďová voda, stávali významnými náhradnými zdrojmi za tradičné prírodné vodné zdroje. Nevyhnutné je však kvalitné poznanie obsahu látok v recyklovanej odpadovej vode, aby sa predchádzalo rizikám súvisiacim s využitím takýchto alternatívnych zdrojov. Nové analytické nástroje nám poskytujú informácie o obsahu zvyškov liečív, drog a syntetických látok či mikroplastov v recyklovanej vode.

Spotrebiteľia sú si postupne viac vedomí súčasnej zmeny klímy a nevyhnutnej udržateľnosti vodných zdrojov, a zohrávajú tak postupne väčšie úlohy v riadení vodného hospodárstva. Nové požiadavky na udržateľnosť vodných zdrojov vyvolávajú posun aj v tvorbe a využívaní vodných zdrojov v poľnohospodárstve. V dôsledku zmeny klímy sa zvyšuje potreba vody na produkciu v rastlinnej výrobe, a tým aj zaťaženie pôvodných zdrojov vody na závlahu. Následkom toho sa hľadajú nové doplnkové zdroje, ktoré pochádzajú najmä z podzemných vôd. Tie sú však predovšetkým zdrojom pitnej vody na zásobovanie ľudí, a vytvára sa tak viac oblastí s deficitom podzemných vôd. S pokrokom v biotechnológiách a moderných technológiách v mestských oblastiach je čoraz nevyhnutnejšie preniesť inovatívne metódy a prechádzať na uzavretý reťazec aj v poľnohospodárstve. Ekonomicky nákladnejšími, ale z pohľadu vody viac udržateľnými, sú moderné skleníkové produkčné plochy alebo aj vertikálne poľnohospodárstvo, ktoré využívajú vodu efektívnejšie ako tradičné pestovné metódy.

Veľké, významné svetové a európske inštitúcie ako OSN a EÚ stoja pred veľkými výzvami, ako ochrániť obyvateľov pred suchom, povodňami či nedostatkom kvalitnej pitnej vody. EÚ zavádza systematické stratégie a politiky, ktoré sa snažia o komplexnejšie riešenie týchto výziev, ako je napr. nová [Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy](#) (COM(2021) 82 final). Klimatické opatrenia sa stávajú celosvetovou prioritou. Hoci mnohé svetové klimatické konferencie sa nekončia úspechom, môžeme konštatovať, že celosvetový záujem ochrany dostupných zdrojov vody a ich kvality je čoraz výraznejší. Ľudia oceňujú multilaterálne dohody a rozvojové schémy, vnímajúc ich



ako základ udržateľného rozvoja krajín, regiónov miest a ich obyvateľov.

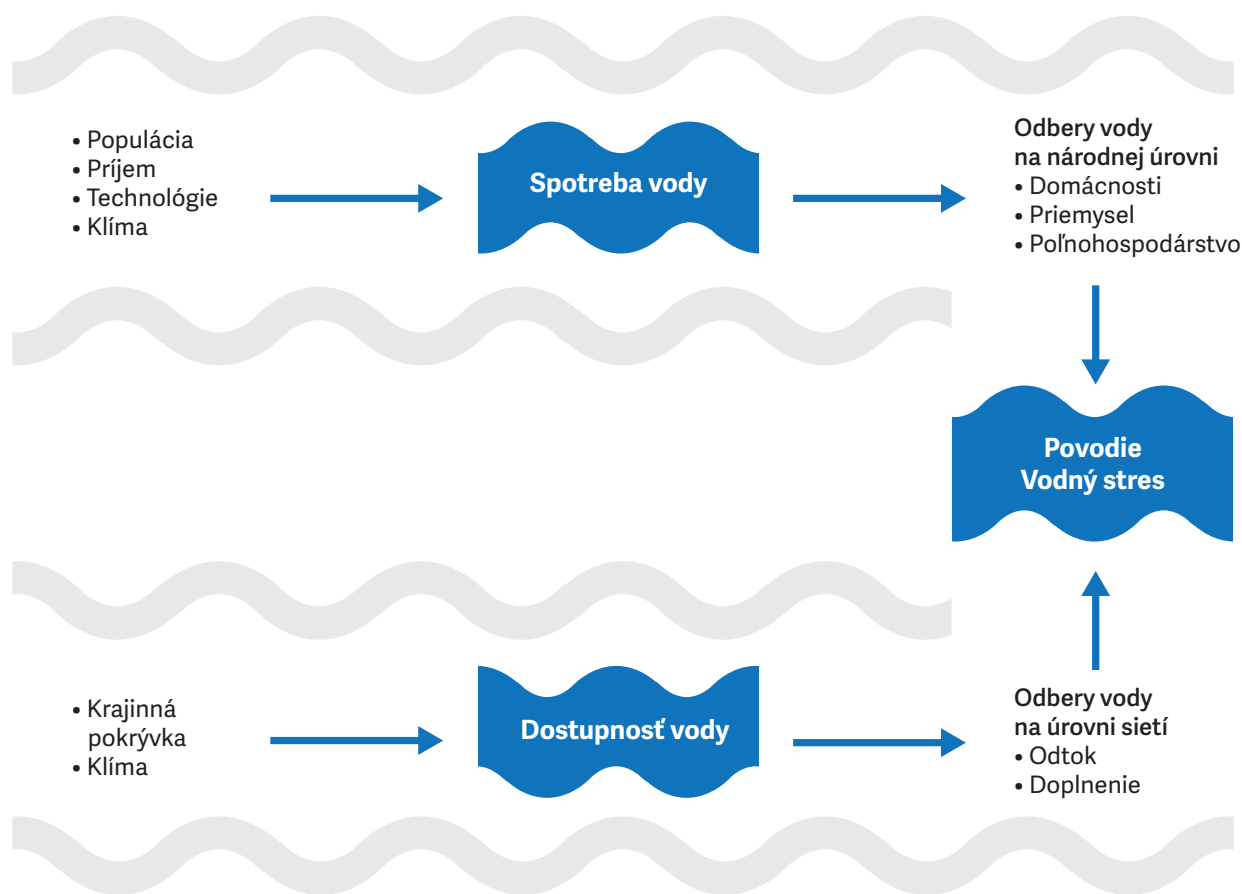
Zavádzajú sa nové environmentálne regulácie, čím sa zvyšuje kvalita vody na celom svete. Nové environmentálne normy chránia vodné zdroje a snažia sa zabrániť škodám v krajine z nadmernej spotreby vody. V niektorých krajinách zákony určujú minimálne hladiny vody pre prírodné vodné cesty (napr. rieky, jazerá) a obmedzujú priemyselné a poľnohospodárske využívanie vody. Nová [Konceptia vodnej politiky Slovenska do roku 2030 s výhľadom do roku 2050](#) (MŽP SR, 2022a) má za cieľ stanoviť ekologické prietoky v riekach a prioritizáciu odberateľov, pričom samotné toky majú byť brané ako jeden z odberateľov, čo by im garantovalo ekologicky dostatočné množstvo vody (MŽP SR, 2022a).

Európsky parlament vydal správu s názvom [Ľudské právo na pitnú vodu – vplyv rozsiahleho poľnohospodárstva a priemyslu](#), ktorá skúma vplyvy rozsiahlej poľnohospodárskej činnosti a priemyslu na plnenie ľudského práva na pitnú vodu (EP, 2021). Správa sa zaoberá najmä tým, ako môžu EÚ a Európsky parlament zvýšiť podporu krajinám mimo EÚ, ktoré čelia problémom v súvislosti



© Róbert Blaško

so zabezpečením pitnej vody pre všetkých občanov. Takéto problémy často vyplývajú z konkurenčného využívania vody a nedostatočných podmienok prostredia a dynamiky energie, pričom používanie vody v jednom sektore môže mať nepriaznivý vplyv na ostatné (Obr. 8). V súčasnosti snahy zabezpečiť prístup k pitnej vode pre každého obyvateľa na svete, narážajú na požiadavky iných užívateľov, ako napr. poľnohospodárstvo, energetika, ťažba a iné priemyselné činnosti, ktorí sa spoliehajú na neobmedzené množstvo vodných zdrojov. Pretože globálna ekonomika uľahčuje zahraničné aktivity a podnikanie v týchto sektoroch, často to má za následok vznik obáv z miestnej dostupnosti vody pre ľudskú spotrebu a jej kvalitu. Správa skúma najmä vplyvy poľnohospodárstva a priemyslu na dostupnosť pitnej vody na úrovni domácností a navrhuje zapojenie štátov a podnikov do rozsiahlej poľnohospodárskej činnosti a priemyslu a z toho vyplývajúce dopady na právo na pitnú vodu.



Obr. 8 Model vzájomných väzieb faktorov zdrojov a dostupnosti vody (spracované podľa Döll et al., 2003).



## Riziká, výzvy a odozvy

Základné odporúčanie na zachovanie dostupnosti vody je jednoduché. Je to dodržanie princípu udržateľnosti a potreby obehového myslenia aj vo využívaní vodných zdrojov. Vodu nemožno využívať vo väčšom množstve nad mieru jej obnovy v prírode, s dodatkom, že túto obnovovanú vodu nemožno znečisťovať nad limity povolené v legislatíve krajín.

Na úrovni EÚ sú politiky na ochranu kvality a kvantity vody okrem iného aj súčasťou stratégií na zmierňovanie dopadov a prispôsobovanie sa zmene klímy. Zmena klímy a súčasne aj nedostatok kvalitnej vody budú mať vplyv na všetky úrovne spoločnosti a odvetvia hospodárstva. Komisia bude preto aktívne začleňovať úvahy o odolnosti členských a okolitých spolupracujúcich krajín voči zmene klímy do všetkých príslušných oblastí politiky.

Globálne hospodárenie s vodnými zdrojmi sa rýchlo mení. Zatiaľ čo historické znalosti a minulé skúsenosti využívania zdrojov vody sú užitočné na pochopenie a ocenenie vývoja a jeho trendov, je potrebné zahrnúť nové aspekty do analýz, ktoré sú podkladom v rozhodovacích procesoch na zachovanie kvality a dostatku vody.

Komplexnejšie riešenie všetkých nových problémov súvisiacich s vodou v kontexte jednotlivých krajín alebo kontinentov, v porovnaní so situáciou v súčasnosti, si bude vyžadovať vytvoriť aktívnejšie a efektívne pracujúce inštitúcie, koordináciu multidisciplinárnych a multisektorových skupín odborníkov. Potrebné budú aj nové a inovatívne prístupy a legislatívne postupy, ktoré neboli potrebné v minulosti, ale sú nevyhnutné pre udržateľnosť dostatku kvalitnej vody pre budúcnosť.

Okrem toho, čo je najdôležitejšie, možno bude potrebné zmeniť v súčasnosti používané a široko akceptované praktické manažérske postupy pre hospodárenie s povrchovými alebo podzemnými vodami.

Rozhodovanie, riadenie a technológie, predovšetkým informačné, musia držať krok s prebiehajúcimi zmenami nielen v oblasti využívania vodných zdrojov, ale aj v iných sektoroch, ako je

energetika, poľnohospodárstvo, potravinárstvo a celkovo životné prostredie. Riadenie týchto sektorov, ktoré zdanlivo nesúvisia s vodou, môže byť v skutočnosti náročnejšie, pretože vodohospodárska situácia v mestách alebo v poľnohospodárskej či lesnej krajine má obmedzený vplyv na ich rozhodovanie. Je potrebné vrátiť sa k politike presadzovania integrovaného riadenia všetkých oblastí života EÚ a aj jednotlivých členských krajín s trvalým dôrazom vplyvu aktivít spoločnosti na životné prostredie, ktorú presadzovala vtedajšia európska komisárka Margot Wallström. Postupom času sme si tento vplyv na životné prostredie preniesli viac na ekonomický a sociálny rozvoj ako na pôvodnú úlohu životného prostredia, ktorá sa presadzovala menej.

Na európskej úrovni je významným nástrojom na ochranu povrchovej a podzemnej vody [Rámcová smernica o vode](#) (RSV) a [Rámcová smernica o morskej stratégii](#) (EC, 2000; smernica EÚ 2008/56/EC). Implementácia RSV sa v členských krajinách realizuje pomocou plánov manažmentu povodí. V SR sa vyhotovuje tzv. [Vodný plán](#) každých 6 rokov a aktuálny plán 2021 je na obdobie rokov 2022 – 2027 (MŽP SR, 2022b). Stav plnenia záväzkov vyplývajúcich z EÚ smerníc je [pravidelne vyhodnocovaný](#). V hodnotení napĺňania cieľov RSV z roku 2019 však hodnotitelia dospeli k záveru, že vykonávanie právnych predpisov o sladkej vode je naďalej nedostatočné v dôsledku viacerých faktorov, ako sú nedostatok investícií, obmedzené začlenenie cieľov ochrany sladkej vody do iných legislatívnych oblastí, pomalá implementácia opatrení a potreba lepšie riešiť chemické znečistenie.

Odhaduje sa, že celosvetovo sa do riek a jazier a následne do morí a oceánov vypúšťa 80 % všetkých priemyselných a komunálnych odpadových vôd bez akejkoľvek predchádzajúcej úpravy v čistiarňach odpadových vôd so škodlivými účinkami na ľudské zdravie a ekosystémy. Tento pomer je oveľa vyšší v najmenej rozvinutých krajinách, kde hygiena a čistiarne odpadových vôd výrazne chýbajú. V EÚ približne [90 % odpadových vôd](#) v mestách prejde úpravou podľa európskych štandardov. Akčný plán na [Dosahovanie nulového znečisťovania ovzdušia, vody a pôdy](#) (Zero pollution, COM(2021) 400 final) má zabezpečiť, aby každý Európan mal prístup k čistej pitnej vode a vode na kúpanie. Tento akčný plán je významným nástrojom na podporu [ochrany vody](#), ktorý

prijala Komisia v roku 2021 v nadväznosti na Európsku zelenú dohodu (Green Deal). Cieľom tohto akčného plánu v oblasti ochrany vody je ochrana vodných zdrojov a ekosystémov. Riadenie prebytku živín v odtokoch z poľnohospodárskych plôch a fariem sa tiež považuje za jednu z najrozšírenejších globálnych výziev súvisiacich s kvalitou vody (COM(2021) 400 final; OECD, 2017). Sú to stovky chemikálií a nebezpečných látok, ktoré negatívne ovplyvňujú kvalitu vody. Riziká súvisiace s novými znečisťujúcimi látkami vrátane mikropolutantov sú významne kontrolované od začiatku 21. storočia (Bolong et al., 2009).

Aj napriek splneniu [Miléniového rozvojového cieľa](#) (MDG 7C), ktorým bolo do roku 2015 znížiť počet obyvateľov z roku 1990 bez prístupu k lepšiemu zdroju vody na polovicu, ostáva stále zhruba [1,7 miliardy ľudí bez základného a 3,6 miliardy bez adekvátneho](#) prístupu k sanitárnej vode (OSN, 2021b, 2023). Očakáva sa však, že počet ľudí s prístupom k lepšiemu zdroju vody (hoci nie nevyhnutne bezpečnej vode na ľudskú spotrebu) bude rásť, predovšetkým v krajinách BRIICS. Očakáva sa, že do roku 2050 celosvetovo klesne počet obyvateľov bez takéhoto prístupu na 240 miliónov ľudí.

Všetky krajiny musia prijať národné a lokálne opatrenia na ochranu kvality a kvantity vody, aby sa tieto scenáre zmiernili. Zároveň rýchlo postupujúca zmena klímy a veľká miera neurčitosti si vyžaduje rýchlu reakciu a zavedenie systémových politík, ktoré zabezpečia lepšiu pripravenosť a adaptáciu na viacero možných scenárov vývoja zmeny klímy. Zlepšenie pripojenia obyvateľstva na kvalitnú pitnú vodu z verejných vodovodov a zlepšenie pripojenia odpadových vôd na verejné kanalizácie rieši nový Plán rozvoja verejných vodovodov a kanalizácií na obdobie 2021 – 2027 (MŽP SR, 2021b). Vláda SR v minulom roku preto prijala novú [Konceptiu vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050](#) (MŽP SR, 2022a), ktorá stanovuje jasné ciele v 10 kľúčových oblastiach (*Rámček 5*) pre komplexnú ochranu a udržateľné využívanie vôd. Táto komplexná koncepcia zároveň podporí napĺňanie cieľov Envirostratégie 2030, NAS, NAP a ďalších strategických dokumentov. Okrem cieľov, ktoré majú zabezpečiť lepšiu adaptáciu na zmenu klímy a extrémne javy ako povodne alebo dlhotrvajúce suchá, sa koncepcia zaoberá aj udržateľným využívaním vôd. Má za cieľ, napr. stanoviť ekologické prietoky a limitné

hodnoty pre hladinu podzemných vôd, aby nedochádzalo k nadmerným odberom z povrchových a podzemných vôd, ktoré by ohrozovali živočíchy a pobrežné ekosystémy. Koncepcia má tiež za cieľ podporovať inovatívne a efektívne metódy alokovania vodných zdrojov a vypracovať rozhodovacie schémy na reguláciu odberov a využívania vôd v období nedostatku vodných zdrojov s prihliadnutím na ekologické prietoky. Ďalšou oblasťou je rekonštrukcia a modernizácia vodných stavieb tak, aby dopad na vodné ekosystémy bol čo najmenší. V neposlednom rade má za cieľ zvyšovať pripojenie obyvateľstva na systémy čistenia komunálnych odpadových vôd, ako aj skúmať možnosti bezpečného opätovného využitia odpadových vôd na rôzne účely. Koncepcia podporuje aj vývoj a implementáciu moderných metód modelovania dôsledkov zmeny klímy na odtokové pomery a rošierenie a inováciu monitoringu vodných tokov vrátane biomonitoringu. Pri implementácii cieľov koncepcie sa má uplatňovať princíp výrazne nezhoršiť (do no significant harm) stav vodných tokov a uprednostňovať sa majú najmä prírode blízke riešenia (nature-based solutions).

### **Rámček 5: Koncepcia vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050**

#### **Desať prioritných oblastí a jednotlivé ciele koncepcie:**

- 1) Voda v krajine
- 2) Voda v sídlach – mestá a obce múdro hospodáriace s vodou
- 3) Udržateľné využívanie vôd
- 4) Voda pre všetkých obyvateľov
- 5) Čisté vody
- 6) Živé rieky
- 7) Dunaj – náš a európsky veľtok
- 8) Rozumieť vode
- 9) Zodpovedné a informované rozhodovanie o vode
- 10) Voda ako strategická investícia – efektívne financovanie



# Znečistenie pôdy

## Úvod

Tvorba pôdy je dlhodobý proces trvajúci stáročia až tisícročia. Znečistenie alebo kontaminácia pôdy je preto vážna, ale menej spomínaná environmentálna hrozba, ktorá negatívne vplýva na plnenie ekosystémových služieb pôdy. Chemické zloženie pôd je výsledkom pôsobenia geologicko-biologického kolobehu prvkov. Kontaminanty v pôde môžu byť nielen antropogénneho, ale aj prirodzeného charakteru (zvetrávanie hornín, sopečná činnosť, atmosférická depozícia). Antropogénna kontaminácia pôdy môže mať lokálny alebo plošný charakter a je spôsobená buď anorganickými kontaminantami, ako sú ťažké kovy, alebo organickými kontaminantmi (Rámček 6, 7).

Medzi najzávažnejšie **anorganické látky** znečisťujúce pôdu patria rizikové prvky vrátane ťažkých kovov (Rámček 6). Ťažké kovy prebiehajú globálnym ekologickým cyklom, v ktorom hlavnú úlohu

hu má pôda a voda. Pôda však nevystupuje len ako pasívny akceptor ťažkých kovov, znečistená pôda sa stáva zdrojom znečistenia ostatných zložiek životného prostredia a potravinového reťazca (Makovníková et al., 2006). Niektoré prvky, ako Cr, Cu, Ni, Fe, Mn, Zn, Co, Se, V sú v optimálnom množstve nevyhnutné a životne dôležité pre výživu organizmov. Naopak, neesenciálne prvky ako Hg, Pb a Cd sú vysoko toxické rizikové prvky (Beneš, 1994; Kobza et al., 2019). Toxicita ťažkých kovov spočíva v substitúcii esenciálnych kovov v enzýmoch a iných životne dôležitých biomolekulách, čím dochádza k inhibícii ich funkcií (Yong, 1992). Ťažké kovy kontaminujú prostredie rôznymi cestami, napr. rastliny prijímajú kontaminanty z pôdy a tie na rastliny môžu pôsobiť toxicky. Tak tiež kontaminujú potravinové reťazce, pričom riziková je najmä biomagnifikácia kontaminantov so stúpajúcou trofickou úrovňou (Naidu et al., 1996). Erózia pôdy a vymývanie kontaminantov zase spôsobuje znečistenie povrchových a podzemných vôd. Rizikové prvky sú prchavé a diaľkovým prenosom a atmosférickou depozíciou znečisťujú aj miesta ďaleko od zdroja znečistenia.

### Rámček 6: Znečistenie podľa zdroja

Správa technických pracovných skupín zostavená v rámci Tematickej stratégie pre ochranu pôdy Európskej komisie (Van-Camp et al., 2004) rozlišuje znečistenie pôd podľa zdroja na a) **lokálne (bodové) znečistenie** – keď sa kontaminanty uvoľňujú do prostredia z určitého miesta, napr. z priemyselných alebo urbánnych oblastí, čističiek odpadových vôd, skládok a pod.; a b) **difúzne (rozptýlené) znečistenie** – za príčinené suchým alebo mokrým opadom (depozíciou) kontaminantov ovzdušia na pôdu, alebo tiež ak sa kontaminanty do pôdy dostávajú z rastlinnej a živočíšnej výroby.



Prirodzené (pozadové) koncentrácie prvkov v pôde závisia od obsahu týchto prvkov v materskej hornine a od geogénnych (pôdotvorných) procesov (Rámček 6). Dôležitú rolu zohráva aj textúra

pôdy, nakoľko väčšina prvkov je asociovaná s jemnými časticami vyznačujúcimi sa vysokou absorpčnou schopnosťou (Naidu et al., 1996).

### Rámček 7: Rizikové prvky

- ťažké kovy\* (napr. Cd, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr, Ni, Co)
- ľahké kovy a metaloidy (polokovy) (napr. As, Be, Al, Ba)
- nekovy (napr. F, S, Br)

\* kov so špecifickou hmotnosťou  $\geq 6 \text{ g cm}^{-3}$  (Alloway, 2013)  
Toxicita ťažkých kovov klesá v rade: Hg > Cd > Ni > Pb > Cr

#### Geogénne zdroje rizikových prvkov

Ide predovšetkým o vyššie zastúpenie rizikových prvkov v pôdotvorných substrátoch, pričom ich koncentrácia v pôde závisí od zvetratelnosti hornín v rôznych klimatických podmienkach.

- Cu, Mn, V a Zn sa nachádzajú vo väčších množstvách najmä v ultrabázických horninách, ako napr. v peridotitoch a serpentinitoch (hadcoch).
- Vyššie množstvá rizikových prvkov (As, Cd, Cu, Mo, Pb, U, V, Zn) sa vyskytujú v čiernych bridliciach, čo sú sedimentárne horniny, ktoré zároveň obsahujú zvýšený podiel fosílnej organickej hmoty (napr. v podobe bituménu alebo zemného plynu), ale aj vyšší obsah pyritu ( $\text{FeS}_2$ ), a s tým súvisiaca prítomnosť rizikových prvkov.
- Iné sedimentárne horniny však spravidla obsahujú nižšie množstvá rizikových prvkov (okrem vápenčov a dolomitov, nízky obsah rizikových prvkov je charakteristický napr. pre pieskovce).

### Rámček 8: Kategórie kontaminantov najviac znečisťujúce pôdu v krajinách EÚ (Polláková et al., 2011):

- chlórované uhľovodíky
- minerálne oleje
- polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU)
- ťažké kovy
- fenoly
- kyanidy
- aromatické uhľovodíky (BTEX: benzén, toluén, etylbenzén a xylén)
- ostatné.



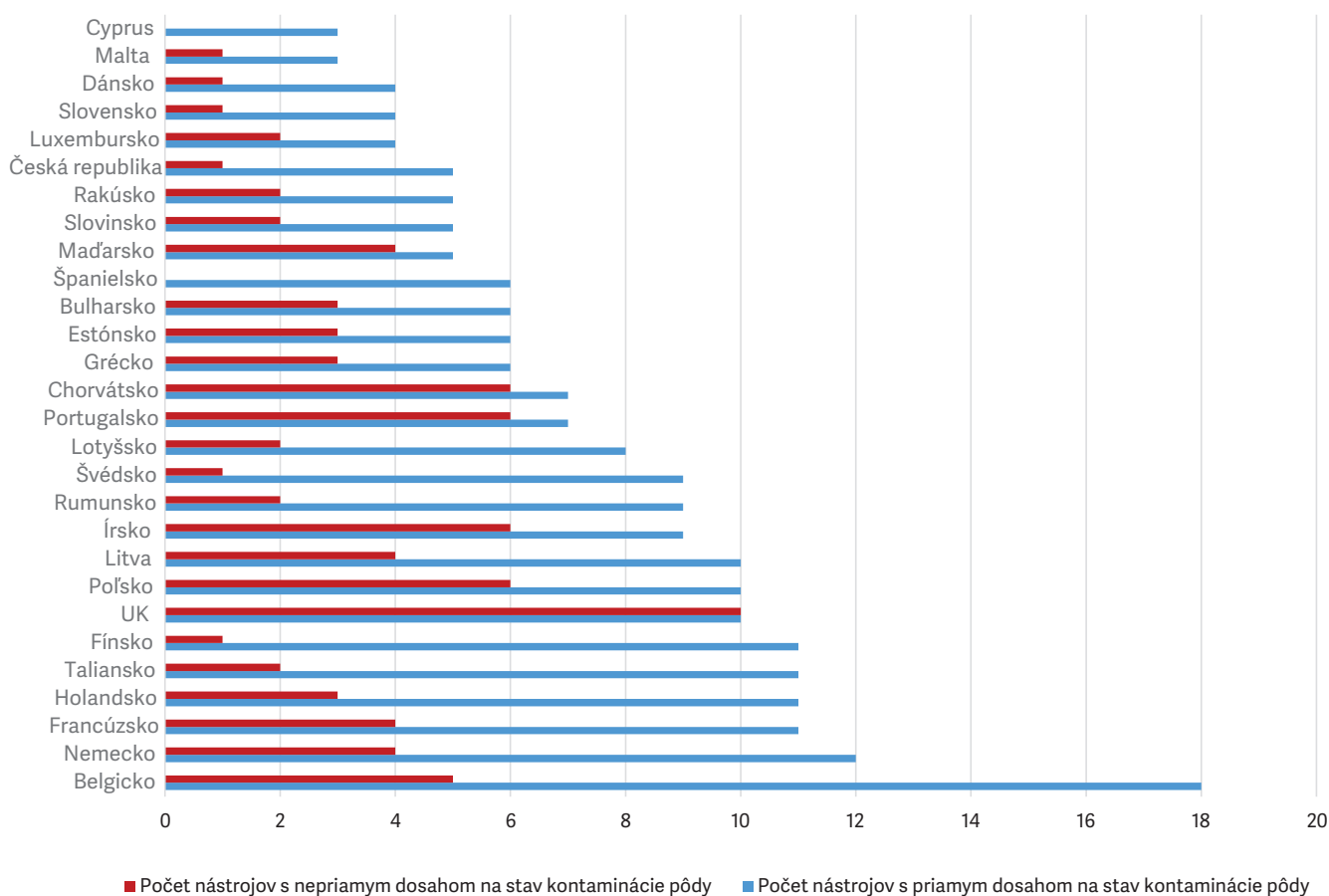
**Organické rizikové látky** predstavujú širokú škálu látok pestrého chemického zloženia s možnosťou viazať sa na rôzne ďalšie látky nachádzajúce sa v pôde. Navyše ide často o vysoko perzistentné látky so schopnosťou biomagnifikácie v potravinových reťazcoch (Naidu et al., 1996). V súčasnosti je známych okolo 10 000 organických kontaminantov pôdy (Hansen et al., 2001). Me-

dzi najznámejšie organické kontaminanty patria polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), polychlórované bifenoly (PCB), dioxíny a pesticídy. Zatiaľ čo anorganické kontaminanty sú prevažne asociované na povrchu pôdnych agregátov, prípadne rozpustené v pôdnom roztoku, organické kontaminanty sa nachádzajú predovšetkým v systéme pôdnych párov (Dercová et al., 2005).

## Európsky legislatívny kontext

Koncepcia európskej pôdnej politiky a stratégie ochrany pôdy a jej udržateľného využitia bola identifikovaná, komunikovaná EÚ (COM(2002) 179 final) a zakotvená v návrhu EK na [6. Environmentálnom akčnom programe](#), ktorý prijala Európska rada a Európsky parlament dňa 22. júla 2002 (EU, 2002). Jednou zo základných stratégií tohto akčného programu je sledovanie ďalšieho vývoja pôdy vrátane jej hygienického stavu, ako aj potreba zabezpečovania reportingu dát z monitoringu životného prostredia členských krajín vo vzťahu k EEA. Nedávna správa európskej komisie o stave lokálnej kontaminácie pôd v Európe kladie dôraz na európske a národné legálne prostriedky vo vzťahu ku kontaminácii pôd, ako aj na progres v manažmente kontaminovaných lokalít v Európe (Payá Pérez & Rodríguez Eugenio, 2018).

Prevenca kontaminácie pôd v EÚ je silne previazaná s politikou priemyselných aktivít a používania chemických substancií. Takými politikami sú napr. **smernica EÚ 2010/75/EU o priemyselných emisiách, nariadenie EÚ 1907/2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií a nariadenie EÚ 2003/2003 o hnojivách**. Medzi členskými krajinami EÚ sú veľké rozdiely v počte nástrojov s priamym alebo nepriamym dopadom na stav kontaminácie pôdy (Graf 20). Dopady intenzifikácie poľnohospodárskej výroby, najmä používanie agrochemikálií, znečistenia pôd v urbánnych oblastiach, skládok a banskej činnosti na hygienický stav pôd, ako aj zníženie filtračnej funkcie pôd vo vzťahu k systému pôda-voda-rastlina sú významnými a často diskutovanými témami v rámci EÚ (Maréchal et al., 2022).



Graf 20 Počet nástrojov členských krajín EÚ a ich dopad na kontamináciu pôdy (upravené podľa Frelih-Larsen et al., 2016).

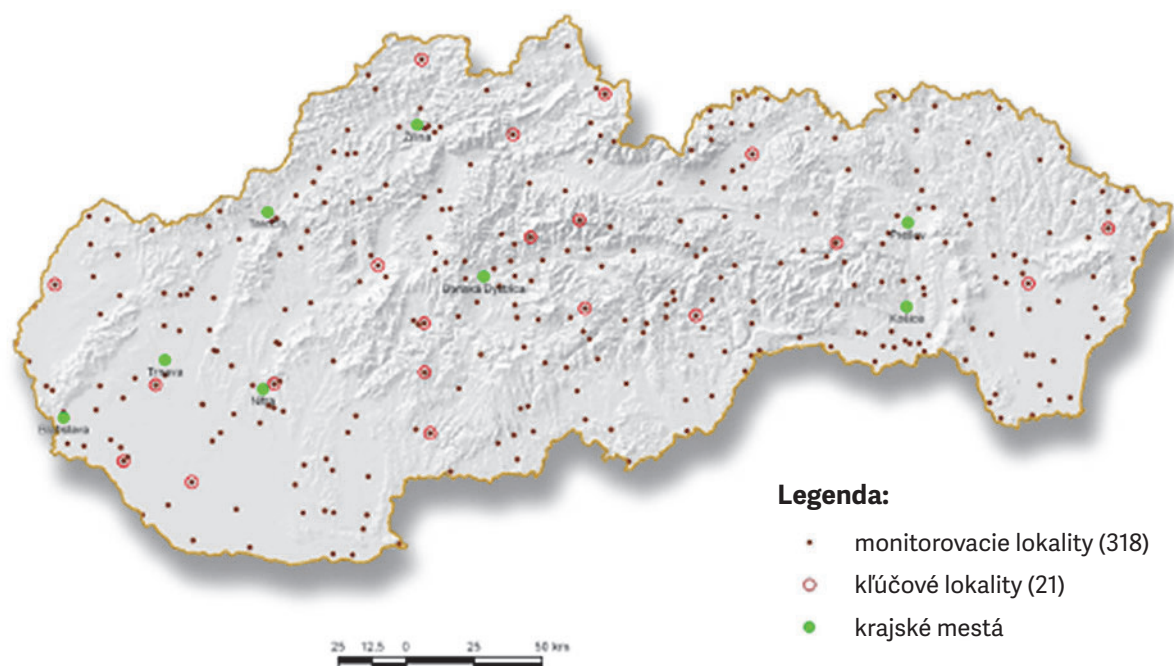
## Vývoj monitoringu a ochrany pôd na Slovensku

Prvým celoplošným hygienickým prieskumom pôdy na Slovensku bol Geochemický atlas Slovenskej republiky (Čurlík & Šefčík, 1999). Išlo o jednorazový hygienický prieskum v období rokov 1991 – 1995 v pravidelnej sieti 10 x 10 km na poľnohospodárskych a lesných pôdach. Na Slovensku bolo takto vykonaných asi 5 200 pôdnych sond z povrchového humusového A horizontu a substrátového C horizontu, z ktorých sa analyzovalo 36 chemických prvkov. Zistila sa antropogénna aj geogénna akumulácia chemických prvkov. Taktiež sa zistili určité problémy s cezhraničnou kontamináciou v prihraničných lesných pôdach Karpát, najmä zvýšené koncentrácie As, Cd, Pb, Hg, Bi, (Mo) (Čurlík & Šefčík, 1999).

V roku 1993 začal [Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Národného potravinového a poľnohospodárskeho centra](#) (NPPC-VÚPOP, Banská Bystrica) realizovať komplexný monitoring poľnohospodárskych pôd Slovenska,

v ktorom boli okrem poľnohospodárskych pôd zahrnuté aj pôdy nad hornou hranicou lesa (v spolupráci s Národným lesníckym centrom vo Zvolene). Monitorovacia sieť bola koncipovaná na tzv. ekologickom princípe, zohľadňujúc všetky hlavné pôdne parametre, pôdotvorné substráty, klimatické oblasti, znečistené aj relatívne čisté oblasti a spôsob využívania pôdy (orná pôda, pôdy pod trvalými trávnyimi porastami, pásma ochrany vodných zdrojov, špeciálne kultúry – vinice, chmelnice). Na základe týchto faktorov sa stanovilo 318 monitorovacích lokalít, ktoré sú pevne definované v súradnicovom systéme (Obr. 9).

Okrem viacerých ohrození pôd v zmysle návrhu EK (Van-Camp et. al., 2004), ako je erózia a kompakcia pôdy, salinizácia a sodifikácia, úbytok pôdnej organickej hmoty sleduje NPPC-VÚPOP kontamináciu pôdy v pravidelných 5-ročných cykloch, pričom v roku 2022 skončil v poradí už 6. monitorovací cyklus. NPPC-VÚPOP sa podieľal aj na aktivitách ochrany pôdy v rámci projektu Soil wiki, a to na národnej i európskej úrovni (Ecologic Institute, 2017).



Obr. 9 Monitorovacia sieť poľnohospodárskych pôd a pôd nad hornou hranicou lesa na Slovensku presne definovaná v súradnicovom systéme WGS 84.

## Rámček 9: Využitie bioindikátorov a biomarkerov pri hodnotení pôdnej toxicity

Bioindikátor je druh alebo skupina druhov, ktoré môžu indikovať environmentálnu rovnováhu, pretože odrážajú biotické a abiotické úrovne kontaminácie prostredia (Hodkinson & Jackson, 2005). Zmeny v početnosti alebo štruktúre populácie týchto indikátorových organizmov môžu indikovať, napr. vyššie koncentrácie látok, ako tie, ktoré sa považujú za normálne alebo nevyhnutné pre metabolizmus týchto organizmov, čím nám poskytujú informácie o kvalite a zmenách v prostredia.

Dôležitou otázkou v ekotoxikologických štúdiách je výber druhu, ktorý má slúžiť ako bioindikátor. K hlavným kritériám výberu patria: nízka ekologická tolerancia voči niektorým chemickým látkam, dobrá reprezentatívnosť a funkčný význam v ekosystéme, ako aj jednoduchý zber, identifikácia a analýza (Greenslade, 2007). V tomto kontexte boli ako bioindikátorové organizmy navrhnuté niektoré taxonomické skupiny pôdnych bezstavovcov patriacich do mezo- a makrofauny a vyšších rastlín. Suchozemské článkonožce saprofágnej fauny, ako sú Isopoda, Oligochaeta, Collembola a Diplopoda, patria medzi najvhodnejšie organizmy na hodnotenie účinkov akumulácie toxických látok prítomných v pôde v dôsledku ich priameho kontaktu s kontaminantmi, ktoré sa v pôde nachádzajú (Gräff et al., 1997; Hopkin et al., 1989). Predovšetkým dážďovky (Oligochaeta) sú často používané v testoch toxicity pre svoj veľký význam v pôde a široké rozšírenie. Vo viacerých krajinách boli dážďovky vybrané, napr. na testy toxicity, na registráciu agrochemikálií a na štúdie bioakumulácie kovov (Amaral & Rodrigues, 2005; Veltman et al., 2007). Vhodnosť dážďoviek ako bioindikátora súvisí aj s tým, že sa pri pohybe dostávajú do kontaktu s veľkým množstvom kontaminantov prítomných v pôde požitím kontaminovanej pôdy alebo listového opadu, pričom pri vysokých hodnotách kontaminácie sa dážďovky v pôde nevyskytujú (Kanianska et al., 2016).

Ďalším nástrojom monitorovania životného prostredia, ktorý sa ukázal ako čoraz účinnejší pri hodnotení pôdnych toxických látok na organizmy, je použitie molekulárnych biomarkerov, ako sú napr. fosfolipidové mastné kyseliny – PLFA (Frostegård et al., 1993) alebo enzýmy. Zvýšenie alebo inhibícia abundancie PLFA, resp. aktivity určitých enzýmov, môže vysvetliť možnú reakciu na stres prostredia a poukazuje na zmeny v štruktúre mikrobiálnych spoločenstiev (Frostegård et al., 2011; Lee et al., 2020). Vzhľadom na dôležitosť zabezpečenia genetickej integrity organizmov sa biomarkery genotoxicity dostávajú do pozornosti aj pri hodnotení toxického potenciálu pôdnych vzoriek (Misik et al., 2011).

Rastliny môžu taktiež poskytnúť dôležité informácie o cytotoxickom, genotoxickom a mutagénnom potenciáli látok, aj keď sú im vystavené krátkodobo (Rodrigues et al., 1997). Z vyšších rastlín je cibuľa (*Allium cepa*) najpoužívanejšou rastlinou na stanovenie cytotoxických, genotoxických a mutagénnych účinkov mnohých látok prítomných v pôde.



# Hnacie sily

## Kontaminácia pôdy na európskej úrovni

**Lokálne** (bodové, *Rámček 6*) znečistenie je v Európe pomerne dobre zdokumentované a kontrolované. Podľa údajov z [Európskeho dátového centra pre pôdu](#) (ESDAC) zozbieraných za obdobie 2011 – 2012 je v členských štátoch EÚ celkovo 342 000 lokalít s identifikovaným lokálnym znečistením, ale odhadovaný počet potenciálne kontaminovaných lokalít môže byť až **2,8 milióna** (Payá Pérez & Rodríguez Eugenio 2018; Polláková et al., 2011). Najväčšími zdrojmi znečistenia pôdy v EÚ sú komunálne a priemyselné odpady (37 %), priemyselný a komerčný sektor (33 %), skladovanie (11 %) a úniky ropy (a ich produktov) z dopravy (8 %) (*Rámček 10*, Panagos et al., 2013). Medzi kontaminantmi sú najviac zastúpené ťažké kovy

(asi 60 %) a minerálne oleje (Polláková et al., 2011; Tóth et al., 2016).

Oveľa závažnejšia a rozsiahlejšia je **difúzna** (rozptýlená) kontaminácia pôd. Ide o diaľkový prenos nízkych koncentrácií kontaminantov, ukladajúcich sa na povrchu pôdy a v pôdnom profile. Doposiaľ podľa našich informácií v rámci EÚ neexistuje komplexný a výpovedný materiál zameraný na difúznu kontamináciu pôd okrem štúdie zaoberajúcej sa difúznym znečistením humusového horizontu ťažkými kovmi v 26 krajinách EÚ (Van-Camp et al., 2004), kde boli zistené vyššie koncentrácie Ni a Cr uvoľnené do pôdy zvetrávaním materskej horniny (napr. v oblastiach zvýšenej seizmickej aktivity). Vysoká koncentrácia Cd, Cu, Hg, Pb a Zn v EÚ zase súvisí najmä s aplikáciou priemyselných a organických hnojív a agrochemikálií v poľnohospodárstve, čo súvisí viac s lokálnou kontamináciou, pričom prirodzeným zdrojom je zvetrávanie karbonátových hornín (Alloway, 2013; Tóth et al., 2016).

### **Rámček 10: Sektory a aktivity najviac prispievajúce (%) ku kontaminácii pôdy v krajinách EÚ (Panagos et al., 2013):**

- 37,2 % – skladovanie a zneškodňovanie komunálneho a priemyselného odpadu (každoročne sa v krajinách EÚ vyhodí 3 miliardy ton odpadu, z toho 90 miliónov ton nebezpečného)
- 33,3 % – priemyselné a obchodné činnosti (ťažba nerastných surovín, ťažba a rafinácia ropy, výroba elektrickej energie)
- 10,5 % – skladovanie (ropy, ropných produktov, starých chemikálií a iné sklady)
- 7,9 % – úniky z dopravy na súši (miesta úniku ropy a iných nebezpečných látok)
- 3,4 % – armáda (vojenské objekty a vojnové zóny)
- 0,1 % – jadrové znečistenie (po vojenských výbuchoch, nehodách v elektrárňach, odpady)
- 7,9 % – iné zdroje



© Magann, Adobe Stock



## Kontaminácia pôdy v SR

### Anorganické kontaminanty

V súčasnosti sú hlavnými zdrojmi anorganických kontaminantov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska najmä cestná doprava a poľnohospodárske stroje, pesticídy, agrochemikálie a atmosférická depozícia (Rámček 11). Pozitívny trend

adať pri znečistení hnojivami vďaka výraznému poklesu aplikovaných dávok živín v porovnaní s rokom 1990. Pozitívna je aj nižšia úroveň vápnenia kyslých pôd, aj napriek tomu, že ich výmera v poslednom období mierne stúpla. Nižší je aj vplyv závlahových vôd na kontamináciu pôdy, keďže v súčasnosti je pod závlahou asi len 50 000 ha v porovnaní s 300 000 ha pred rokom 1990.

### Rámček 11: Potenciálne zdroje znečistenia (Hansen et al., 2001):

**Atmosférická depozícia** – kyselina sírová ( $H_2SO_4$ ), kyselina dusičná ( $HNO_3$ ), amoniak ( $NH_3$ ), ťažké kovy, polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), organické rozpúšťadlá, dioxíny, furány, pesticídy, rádionuklidy, soli

**Cestná doprava, traktory** – alkány, alkény, aromáty, étery, Pb

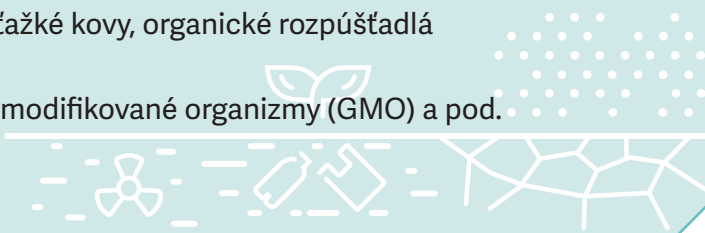
**Hnojivá, kaly a komposty** – nitráty, močovina, amoniak ( $NH_3$ ), fosfáty (s Cd), detergenty, ťažké kovy – najmä Cu, antibiotiká

**Pesticídy a iné agrochemikálie** – insekticídy, herbicídy, fungicídy, rastové regulátory, povrchovo aktívne činidlá

**Odpadová voda, splašky** – detergenty, fosfáty, ťažké kovy, organické rozpúšťadlá

**Vápnenie** – Cd

**Vegetácia** – prírodné toxíny z rastlín, geneticky modifikované organizmy (GMO) a pod.



Okrem antropogénnych vplyvov je potrebné v podmienkach Slovenska brať do úvahy aj geogénny vplyv. Slovensko je bohaté na výskyt tzv. geochemických anomálií, ktoré sa vyskytujú najmä v horských oblastiach na kryštalinických a vulkanických horninách a vyznačujú sa vysokou koncentráciou rizikových prvkov prakticky v celom pôdnom profile (ich koncentrácia sa väčšinou s hĺbkou zvyšuje). Medzi takéto oblasti patria, napr. Nízke Tatry, Štiavnické vrchy, Slovenské rudohorie a pod. Antropogénne a geogénne vplyvy sa môžu aj prekrývať, čoho výsledkom je často vysoká koncentrácia rizikových prvkov v celom pôdnom profile (napr. stredný Spiš).

### Organické kontaminanty

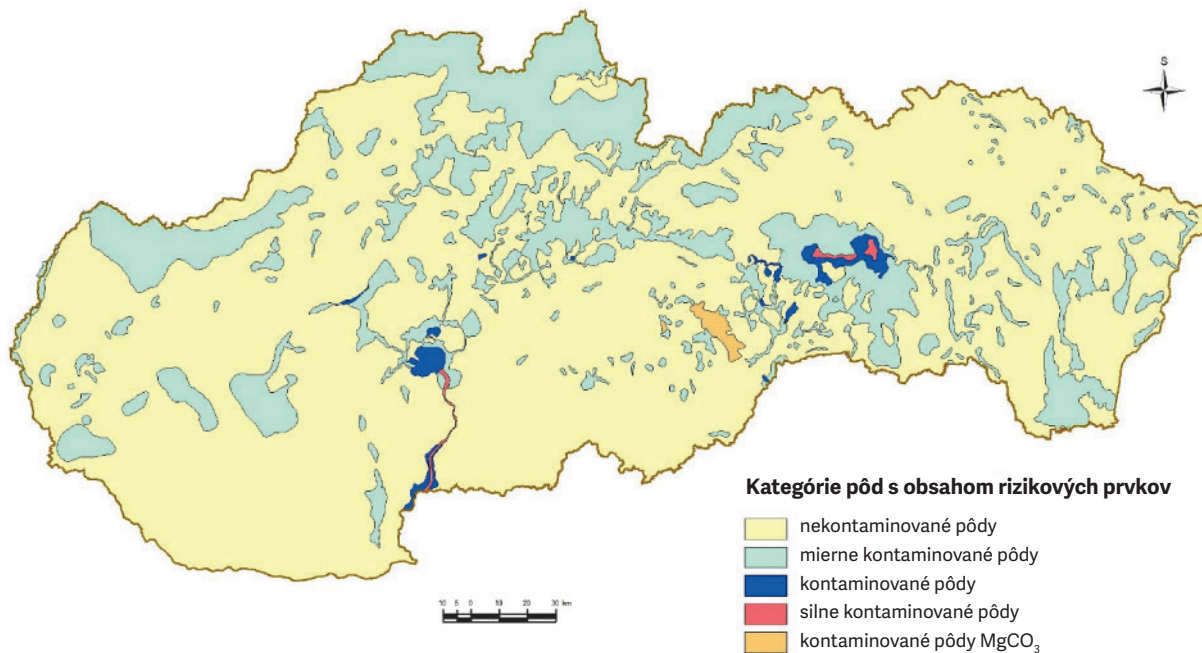
Obsah organických kontaminantov patrí k najdôležitejším ukazovateľom zdravia a kvality pôdy a tiež kvality podzemných vôd. Organické kontaminanty v pôde sú rôzne chemikálie, ktorých hlavným zdrojom sú (Rámček 11):

- živočíšna produkcia – maštalný hnoj a močovka

- poľnohospodárstvo
- domácnosti – splašky a komposty
- priemysel – predovšetkým spaľovacie procesy alebo bodové zdroje znečistenia (havarijné udalosti).

Vegetácia a pôdne (mikro)organizmy môžu tiež produkovať toxické látky, napr. toxíny produkované hubami na pšenici, alebo toxíny uvoľňujúce sa zo zemiakov, obilia či sóje.

V súčasnosti jedinou skupinou organických kontaminantov pôdy monitorovaných na Slovensku sú **polycyklické aromatické uhľovodíky** (PAU), ktoré sa uvoľňujú najmä pri nedokonalom spaľovaní (500 – 700 °C) niektorých fosílnych komodít (uhlie, ropné látky, oleje atď.) v elektrárňach, dechtárňach, koksárňach, ale aj z dieselových motorov (Kobza, 1996). Vyskytujú sa taktiež v mnohých látkach, ktoré sa stávajú súčasťou odpadov, predovšetkým v splaškových kaloch a kompostoch (Kobza, 1996).



Obr. 10 Hygienický stav poľnohospodárskych pôd Slovenska v roku 2007 v rámci 4. monitorovacieho cyklu (2007 – 2012, NPCC-VÚPOP).

Prenos a rozširovanie PAU sa uskutočňuje prevažne vzdušnou cestou, ale aj transportom odpadov vodou pri nárazových zrážkach a záplavách, ktoré sa čoraz častejšie vyskytujú v kontexte globálnej zmeny klímy. Pri transporte vzduchom sú PAU naviazané na emitované častice unášajúceho prachu a suchou alebo mokrou depozíciou sa dostávajú na zemský povrch. Ide o hydrofóbne zlúčeniny s nízkou rozpustnosťou vo vode, ktorých najvýznamnejším sorbentom v pôde je organická hmota.

V závislosti na usporiadaní kondenzovaných aromatických jadier je známych asi 100 PAU, aj keď vo všeobecnosti sa analyzuje len nepatrná časť z nich. Na Slovensku sa analyzuje 12 PAU (Tabuľka 4, 5), vo svete je to často 16 a viac, známych aj ako EPA PAU, nazvaných podľa zoznamu US EPA (Berset & Holzer, 1995). Niektoré PAU ako naftalén a fenantrén môžu byť zreteľne viac zastúpené v pôdnom roztoku, a teda môžu byť v pôde i pohyblivejšie. Ďalšie PAU, ako napr. benzo(a)pyrén, benzo(a)antracén, benzo(b)fluorantén, indeno(1,2,3-cd)pyrén môžu vykazovať mutagénne a karcinogénne účinky (Aiken et al., 1991), a preto by mali byť pozorne monitorované.

## Trendy

### Anorganické kontaminanty

Väčšina poľnohospodárskych pôd na Slovensku nie je kontaminovaná, alebo len mierne kontaminovaná (Obr. 10).

Priemerný obsah **rizikových prvkov** v poľnohospodárskych pôdach Slovenska v ornici aj v podornici je výrazne podlimitný (Tabuľka 2; Kobza et al., 2014; vyhláška č. 59/2013 Z. z., zákon č. 220/2004 Z. z.), aj keď namerané hodnoty sú značne variabilné (Tabuľka 2, NPCC-VÚPOP). Vyššia variabilita nameraných hodnôt v podornici (Tabuľka 2) súvisí s väčšou heterogenitou pôdno-sedimentárneho materiálu v hlbších častiach pôdneho profilu.

Priemerný obsah rizikových prvkov v jednotlivých pôdnych typoch je podlimitný (Tabuľka 3). Zvýšené hodnoty Cd a Zn na hranici platného hygienického limitu pre SR (vyhláška č. 59/2013 Z. z.) boli zistené len na fluvizemiách, napr. na poľnohospodárskej pôde pri Dvorníkoch, ktorá však už nie je vhodná na poľnohospodárske využívanie.

Tabuľka 2 Priemerné ( $\pm$  smerodajná odchýlka,  $n = 318$ ) koncentrácie rizikových prvkov v poľnohospodárskych pôdach SR.

Vrstva	Rizikový prvok <sup>1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Se	Hg <sup>2</sup>
Ornica (0 – 10 cm)	10,16 $\pm 7,14$	0,38 $\pm 0,39$	8,80 $\pm 4,15$	42,00 $\pm 19,47$	24,48 $\pm 14,97$	29,43 $\pm 14,21$	26,42 $\pm 37,79$	80,88 $\pm 46,34$	0,25 $\pm 0,11$	0,09 $\pm 0,06$
Podornica (35 – 45 cm)	9,55 $\pm 6,40$	0,41 $\pm 1,7$	10,02 $\pm 7,36$	42,87 $\pm 21,50$	23,09 $\pm 14,93$	32,10 $\pm 16,64$	22,70 $\pm 45,41$	71,22 $\pm 44,24$	0,21 $\pm 0,10$	0,05 $\pm 0,04$

<sup>1</sup> rozklad v lúčavke kráľovskej, <sup>2</sup> celkový obsah (analyzátor AMA)

Tabuľka 3 Priemerný obsah rizikových prvkov (výluh lúčavky kráľovskej) v povrchovom horizonte podľa pôdnych typov v rámci monitorovacej siete na Slovensku (Obr. 9).

Pôdny typ	Prvok (mg kg <sup>-1</sup> )									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Se	Hg <sup>1</sup>
Fluvizem	10,8	0,7	8,8	39,1	34,0	37,0	54,3	122,8	-	0,2
Čiernica	10,0	0,4	7,8	42,9	22,7	29,6	21,1	75,6	0,2	0,06
Černozem	10,0	0,4	7,8	42,9	22,7	29,6	21,1	75,6	0,3	0,1
Hnedozem	9,2	0,2	10,0	41,5	22,9	32,6	19,7	68,8	0,1	0,05
LM a PG	9,9	0,3	9,7	42,8	17,0	23,3	24,2	66,7	0,2	0,07
Kambizem	14,8	0,3	12,6	52,2	28,9	29,2	27,0	93,5	-	-
Regozem	3,4	0,1	2,0	19,5	17,0	12,0	7,7	41,0	0,3	0,03
Rendzina	13,1	0,5	11,8	55,2	30,6	42,0	36,3	103,1	-	0,13

LM a PG – Luvizem a Pseudoglej, Hg<sup>1</sup> – celkový obsah (analyzátor AMA)

Aj keď kontaminácia v tomto prípade nie je vizuálne pozorovaná, dá sa zistiť analyticky. V prípade spustnutej (nevyužívanej) pôdy v Žiarskej kotline (Obr. 13) je možné kontamináciu pozorovať aj vizuálne a výsledkom je deštrukcia pôdy (pôvodne využívaná ako orná pôda) aj krajiny. Pri tomto znečistení ide často o transport rizikových prvkov aj zo vzdialenejších území, ktoré sa kumulujú pozdĺž vodných tokov.

Zvýšené obsahy rizikových prvkov na fluviálnych plochách sú najčastejšie porovnateľné aj s obsahmi na niektorých kambizemiach, najmä ak sa nachádzajú v oblasti výskytu geochemických anomálií (najmä kambizeme na kryštalíniku a vulkanitoch). Ide hlavne o As, Cr, Pb, Ni, Co, Se, Cd (Tabuľka 3). Najnižšie obsahy rizikových prvkov sa zistili na regozemiach, a to prakticky pri všetkých

sledovaných rizikových prvkoch (Tabuľka 3). Obsah humusu v týchto piesočnatých pôdach, ktoré sa nachádzajú mimo alúvií riek, je nízky až veľmi nízky, čo spôsobuje ich nízku sorpčnú schopnosť a nízku potenciálnu kumuláciu rizikových prvkov. Navyše prevažná časť týchto pôd sa nachádza mimo hlavných priemyselných oblastí (najmä oblasť Záhoria).

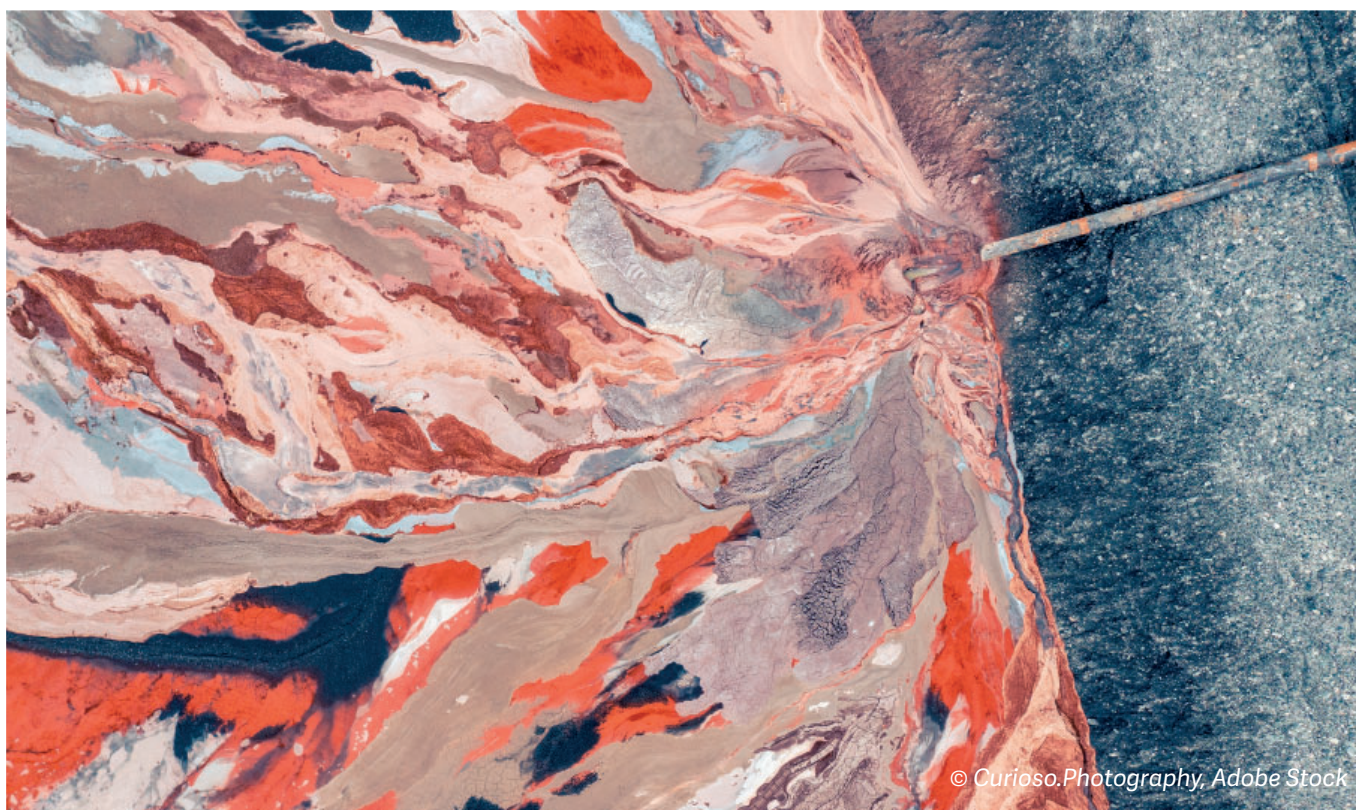
Celkový obsah rizikových prvkov v pôde nie vždy vyjadruje ich biologickú prístupnosť, respektíve ekotoxikologické riziko týchto prvkov (Makovníková, 2000b; Tessier et al., 1979; Zeien & Brummer, 1991). Veľmi dôležitý faktor, ktorý ovplyvňuje mobilitu kovov a metaloidov v pôde, a tým aj ekotoxikologické riziko, je hodnota **pôdnej reakcie – pH**. Pôdna reakcia ovplyvňuje náboj pôdnych sorbentov, a tým aj ich sorpčné parametre a selektivitu

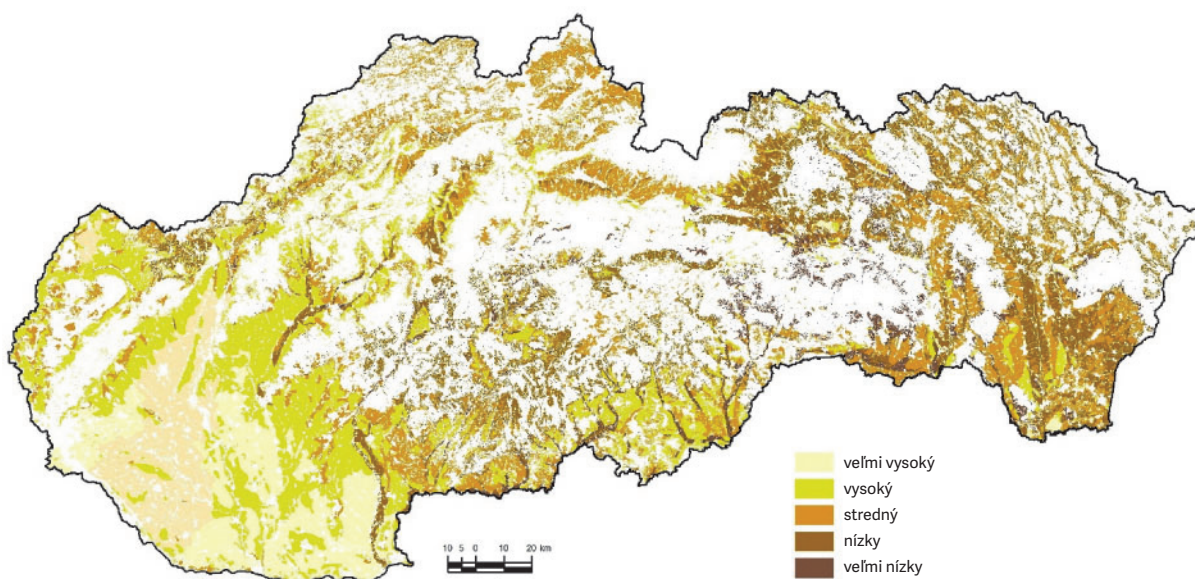
voči sorpcii rizikového prvku, čo zase určuje mobilitu kovov a metaloidov. Pri nízkych (kyslých) hodnotách pH je aj sorpcia ťažkých kovov relatívne nízka, pretože ťažké kovy sú na sorpčných miestach v kompetíci s protónom ( $H^+$ ). V oblasti slabo kyslej až neutrálnej pH sú rozhodujúce zmeny nábojov oxidov železa alebo mangánu na sorpčných miestach.

Pohyblivosť kadmia, a tým aj jeho bioprístupnosť, je najvyššia v kyslých pôdach (pH 4,5 – 5,5). V alkalických pôdach (pH > 7) je kadmium prevažne menej pohyblivé a má tendenciu precipitovať (vyzrážať sa) na povrchu ílových minerálov (Yong et al., 1992). Olovo patrí k relatívne málo mobilným ťažkým kovom, čo súvisí s nízkou prirodzenou koncentráciou Pb v pôdnom roztoku. Frakcie Pb viazané na jednotlivé pôdne komponenty sú v rámci rôznych pôdnych typov variabilné, prevažne sa Pb viaže s ílovými minerálmi, oxidmi Fe, Mn a Al a s organickou hmotou. V kyslej oblasti má Pb vysokú afinitu k sorpcii na seskvioxidy, v karbonátovej oblasti stúpa jeho afinita k tvorbe organických komplexov, pričom povrchovo sorbované množstvo Pb je relatívne nízke oproti komplexne viazanému. Sorpcia Pb je závislá od hodnoty pôdnej reakcie, typu ligandov, ako aj od prítomnosti seskvioxidov. Rozpustnosť Pb klesá s rastúcim obsahom  $PO_4^{3-}$  nakoľko nízka rozpust-

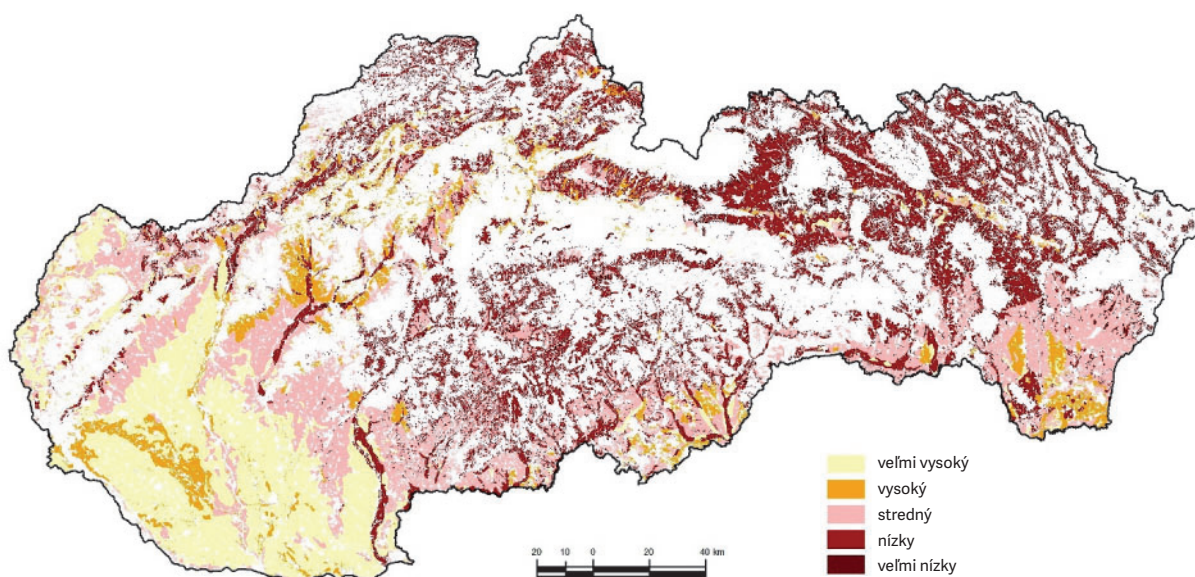
nosť vznikajúceho  $Pb_5(PO_4)_3Cl$  pravdepodobne obmedzuje koncentráciu Pb v pôdnom roztoku. Meď a jej zlúčeniny sú najmenej rozpustné pri pH 7 – 8. Pri hodnote pH < 7 dominujú ióny  $CuOH^+$  a  $Cu_2(OH)_2^{2+}$ , pri hodnote pH > 8 sú to ióny  $CuCO_3$ ,  $CuB(OH)_4^{4+}$  a organické komplexy medi (Yong et al., 1992).

**Schopnosť pôdy imobilizovať rizikové prvky** patrí k dôležitým ekosystémovým službám, predovšetkým z pohľadu ochrany hydrosféry a rastlinnej produkcie pred kontamináciou (Demo et al., 1998; Makovníková, 2000a). Mechanizmus imobilizácie rizikových prvkov je založený na mechanickej filtrácii (t. j. zadržaní/imobilizácii), adsorpcii alebo absorpcii. Niektoré organické látky môžu byť dokonca rozložené a transformované na iné, neškodlivé látky. Kľúčom k hodnoteniu schopnosti pôdy imobilizovať rizikové prvky je poznanie distribúcie týchto prvkov v pôde, t. j., poznanie ich väzieb a sily väzieb na jednotlivé pôdne komponenty. Pri hodnotení sú nevyhnutné informácie o jednotlivých frakciách, v ktorých sa tieto prvky v pôde vyskytujú (Hooda & Alloway, 1994). Práve rozloženie obsahu prvku v jednotlivých frakciách, tzv. frakcionácia, poskytuje informáciu o miere vplyvu parametrov pôdy na mobilitu rizikových prvkov.





Obr. 11 Potenciál imobilizácie Cd v pôdach Slovenska.



Obr. 12 Potenciál imobilizácie Pb v pôdach Slovenska.

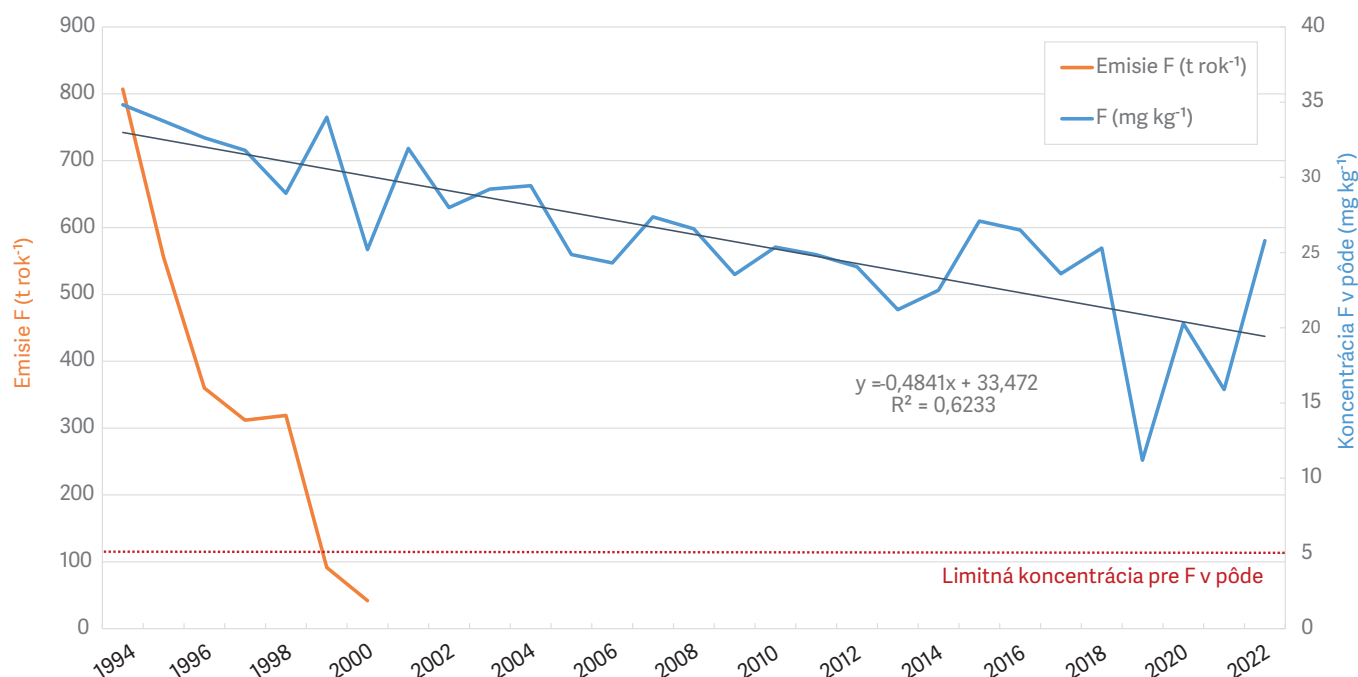
Trvalé antropogénne znečisťovanie negatívne ovplyvňuje **kvalitu pôdy a jej ekosystémové funkcie**. Po prekročení limitného zaťaženia pôdy toxickými látkami sa pôda stáva zdrojom znečistenia podzemných a následne povrchových vôd, vegetácie a v konečnom dôsledku potravinového reťazca. Minimálny súbor údajov na hodnotenie schopnosti pôdy inaktivovať anorganické kontaminanty zahŕňa indikátory, ako celkový obsah

anorganických kontaminantov (so zohľadnením zrnitostných kategórií), hodnota pôdnej reakcie, obsah a kvalita pôdnej organickej hmoty a hrúbka humusového horizontu. Na základe vzájomných vzťahov medzi týmito indikátormi sa vytvorilo 5 kategórií (Makovníková et al., 2007), charakterizujúcich potenciál pôdy imobilizovať anorganické kontaminanty ako Cd a Pb, od veľmi nízkeho až po veľmi vysoký potenciál (Obr. 11, 12).

Na základe daných indikátorov možno konštatovať, že **hygienický stav poľnohospodárskych pôd Slovenska** je relatívne dobrý a potenciálne riziko zaťaženia pôd anorganickými kontaminantami (Cd, Pb) je prevažne nízke (Obr. 11, 12), čo je konzistentné s predchádzajúcimi štúdiami (Wilcke et al., 2005). Celkovo sa eviduje menej ako 1 % kontaminovaných pôd z pôdneho fondu Slovenska. Zvýšené až nadlimitné hodnoty nachádzame najmä v oblastiach starších antropogénnych záťaží (v okolí priemyselných podnikov, skládok a pod.), pričom tieto pôdy si udržiavajú nepriaznivý trend aj v súčasnosti (NPCC-VÚPOP). Negatívny trend na sledovaných kontaminovaných lokalitách pozorujeme v prípade celkového obsahu Pb, Zn a Co je, aj keď trend vo vývoji celkového obsahu Cd je pozitívny. Do úvahy treba brať aj určité všadeprítomné pozadové koncentrácie (background values) rizikových prvkov, vyskytujúce sa pod hranicou platných hygienických limitov SR (vyhláška č. 59/2013 Z. z.). Zvýšené a nadlimitné pozadové hodnoty nachádzame v oblastiach geogénnych záťaží (v oblastiach výskytu geochemických anomálií a ich vplyvu).

V poslednom období sa začala venovať väčšia pozornosť aj kontaminácii rašelinísk (NPCC – VÚPOP) kvôli ich vysokej schopnosti viazať ťažké kovy (Sadiq et al., 1996). Najvyššie hodnoty ťažkých kovov boli namerané v povrchovej časti rašelin a klesali postupne s hĺbkou (Barančíková et al., 2018). Rašeliny sú zvlášť citlivé na environmentálne zmeny (zmena klímy, pokles hladiny podzemných vôd, diverzita rastlinných druhov a pod.) a sú značnými zásobárňami uhlíka (Barančíková et al., 2018). Dôležitosť rašelinísk ako zásobárni uhlíka globálneho významu vyžaduje ďalší postup na úrovni UNFCCC a na úrovni iných medzinárodných dohovorov, ktoré systematicky začleňujú rašeliniska pri národnej inventarizácii skleníkových plynov. Je potrebné vyvíjať a implementovať nové finančné mechanizmy na ochranu a obnovu rašelinísk (Tanneberger et al., 2017).

Okrem ťažkých kovov je do určitej miery významný aj **fluór (F)**. Tento nekov má medzi rizikovými prvkami špecifické postavenie v tom, že na Slovensku nie sú prirodzené zásoby tohto prvku v horninovom zložení. Jeho zvýšený obsah v pôde



Graf 21 Trendy vo vývoji emisií (t rok<sup>-1</sup>) a koncentrácií (vodorozpustného) fluóru v pôde (mg kg<sup>-1</sup>) v okolí hlinikárne v k. ú. Horné Opatovce v Žiarskej kotline. Limitná hodnota pre koncentrácie vo vode rozpustného fluóru 5 mg kg<sup>-1</sup> pôdy je zobrazená bodkovanou farbou.

má len regionálny význam, a to v časti Žiarskej kotliny kvôli dlhodobým emisiám fluóru z hlinikárne v Žiari nad Hronom (Graf 21, Obr. 13). Priemerné hodnoty plyných fluoridov sa v okolí hlinikárne v období rokov 1985 – 1989 pohybovali v rozpätí 2,6 – 6,1  $\mu\text{g m}^{-3}$  s max. hodnotou 35,1  $\mu\text{g m}^{-3}$  (Antalová et al., 1991). Aj keď množstvo emisií fluóru po roku 1990 pokleslo otvorením novej prevádzky o 80 až 95 % a od roku 2000 je už takmer v norme (Graf 21), obsah vodorozpustného fluóru v pôde len veľmi pozvoľne klesá a ešte aj v súčasnosti dosahujú jeho hodnoty 4 – 5-násobok platného hygienického limitu (5  $\text{mg kg}^{-1}$ , vyhláška č. 59/2013 Z. z.). Takáto dlhodobá emisná záťaž významne znižuje hygienickú schopnosť pôdy viazať, rozkladať, a tým zneškodňovať vysoké koncentrácie rizikových prvkov, ako tomu bolo doteraz aj v oblasti žiarskej hlinikárne (Obr. 13).

**Horčík (Mg)** sa považuje za 5. najdôležitejšiu živinu pre rast rastlín (Hrtánek & Kobza, 1980). Horčík sa v žiadnych zákonoch a vyhláškach nespomína ako kontaminant, je potrebné mať na zreteli, že každý prvok v pôde vo výrazne nadlimítnej koncentrácii môže pôsobiť toxicky (napr. okolie našich magnezitiek Jelšava – Lubeník a Hačava).

Obsah prístupného horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska kolíše v pomerne širokom rozpätí (73,64 – 647,60  $\text{mg kg}^{-1}$ ; Kobza et al., 2019). Najnižší obsah tohto prvku sa zistil v podzoloch a regozemiach na kremitých eolicných pieskoch Záhoria. V prevažnej časti poľnohospodárskych pôd sú však hodnoty obsahu horčíka dobré až vysoké (200 – 450  $\text{mg kg}^{-1}$ ; Kobza & Gáborík, 2008). Nadbytok horčíka v niektorých regiónoch bol ovplyvnený magnezitovým prie-



Obr. 13 Spustnutá a nevyužívaná pôda v Žiarskej kotline, kde kontaminácia spôsobila deštrukciu pôdy. V tomto prípade je kontaminácia pozorovateľná vizuálne ako plochy bez vegetácie a na priloženom obrázku je znázornený pôdny profil Fluvizeme glejovej var. kontaminovanej, alkalickej.

myslom v dôsledku nedostatočne odprášených tepelných technológií v minulých desaťročiach (Kobza et al., 2010). Prašný spád s obsahom MgO na úrovni 30 – 40 % prekročil hodnoty maximálne prístupnej celkovej koncentrácie 150 t km<sup>2</sup> (alebo 12,5 g m<sup>-2</sup> za 30 dní) a znečistil tak široké okolie magnezitových závodov, kde dodnes pretrváva vysoký obsah Mg v pôde (Ďurža, 2008). V porovnaní s obsahom prístupného Mg v poľnohospodárskych pôdach Slovenska boli namerané priemerné hodnoty (917,8 mg kg<sup>-1</sup> v regióne Jelšava – Lubeník, respektíve 1 625,5 mg kg<sup>-1</sup> v regióne Hačava) niekoľkokrát vyššie a dokonca v najviac kontaminovaných zónach sa zistili koncentrácie nad 10 000 mg kg<sup>-1</sup> (Kobza, 2000). I keď v poslednom období došlo k výraznému zlepšeniu emisnej situácie v uvedených regiónoch, nepriaznivé dôsledky magnezitového priemyslu sa v okolitých pôdach prejavujú ešte aj v súčasnosti. V regióne Jelšava – Lubeník evidujeme 893,9 ha pôd a v regióne Hačava 881,6 ha pôd s obsahom Mg nad 500 mg kg<sup>-1</sup> (Kobza et al., 2010).

Z ostatných biogénnych prvkov, t. j. prístupných makroživín, od začiatku monitorovania poľnohospodárskych pôd na Slovensku evidujeme úbytok **dusíka (N)**, **fosforu (P)** a **draslíka (K)** v priemere o 10 – 30 % (Kobza et al., 2019), čo súvisí s výrazným znížením dávok priemyselných hnojív, v priemere z 220 – 230 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> NPK (v čistých živinách) na súčasných 100,7 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup> NPK, z čoho najviac pripadá na dusík (72,00 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>), na fosfor (16,86 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>) a na draslík (11,85 kg ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>) (ÚKSUP, 2023). Vďaka nižším dávkam makroživín v súčasnosti vo všeobecnosti nehrozí poľnohospodárskym pôdam znečistenie priemyselnými hnojivami. Určitú mieru ohrozenia môže predstavovať nadmerná aplikácia N vo forme dusičnanov v jarnom období, keď je pôda pod porastom. Dusičnanová forma N je značne pohyblivá, a preto najmä na zrnitostne ľahších pôdach sa môže dostávať až do podzemných vôd, a teda aj do širšieho okolia. To podnietilo vypracovanie dusičnanej smernice, ktorá je súborom opatrení smerujúcich k zníženiu možností znečistenia vodných zdrojov (povrchové aj podzemné) dusičnanmi nevhodnou aplikáciou hnojív ([NPPC-VÚ-POP, 2023](#)).

## Organické kontaminanty

Celkový obsah **PAU** v hlavných pôdnych typoch poľnohospodárskych pôd Slovenska sa pohybuje

v rozpätí 200 – 300 µg kg<sup>-1</sup>, čo približne zodpovedá pozadovým hodnotám (100 – 300 µg kg<sup>-1</sup>; Blume, 1992). Zvýšené hodnoty obsahu PAU v rámci monitoringu poľnohospodárskych pôd na Slovensku sa zistili len lokálne najmä vo fluvizemiách (*Tabuľka 4*) a v oblastiach priemyselných centier a skládok (*Tabuľka 5*; Horné Opatovce v Žiarskej kotline a Zemianske Kostolany na hornej Nitre), ako aj v nivách väčších riek (niva rieky Morava – Malé Leváre; Kobza, 1996). V niektorých prípadoch prevyšovali hodnoty platný hygienický limit (1 mg kg<sup>-1</sup>, MPRV SR, 2013) o 200 až 500 % (*Tabuľka 5*).

Zaťažené oblasti bude preto potrebné pravidelne monitorovať aj v budúcnosti. Z nameraných údajov vyplýva (*Tabuľka 5*), že na všetkých kontaminovaných lokalitách (podľa celkovej sumy PAU) sú nadlimitné takmer aj všetky jednotlivé PAU. Na nekontaminovaných lokalitách (podľa celkovej sumy PAU) boli nadlimitné len naftalén, fenantrén a fluorantén (*Tabuľka 5*).

Významné je aj zastúpenie jednotlivých PAU. Na uvedených štyroch lokalitách kontaminovaných PAU (*Tabuľka 5*) najvýznamnejšie zastúpenie mal fluorantén (20 – 30 %), benzo(b)fluorantén (14 – 20 %) a fenantrén (12 – 20 %), ktorý bol najviac zastúpený aj na nekontaminovaných lokalitách. Koncentrácie fluoranténu boli nadlimitné vo všetkých sledovaných lokalitách (*Tabuľka 5*). Obsah benzo(b)fluoranténu, ktorý sa často označuje ako karcinogénny (Aiken, 1991), bol nadlimitný len v kontaminovaných lokalitách (podľa celkovej sumy PAU). Fenantrén bol nadlimitný taktiež vo všetkých sledovaných lokalitách (*vyhláška č. 59/2013 Z. z.*).

Obsah PAU v pôdach súvisí do určitej miery aj s obsahom humusu v pôdach, preto pomerne vyššia akumulácia PAU je v lesných pôdach v porovnaní s ornými pôdami (Jones, et al., 1989; Kayser et al., 1994; Wilcke et al., 1996). Koncentrácie PAU závisia aj od druhovej skladby porastu; vyššie hodnoty sa zistili napr. v opade smrekového porastu v porovnaní s bukovým porastom. Lokality s vyšším podielom fulvokyselín vykazujú zvýšené hodnoty obsahu PAU (Humínové kyseliny/Fulvokyseliny < 1), čo môže spôsobovať ich vyššiu pohyblivosť (Blume, 1992). To je zvlášť významné pri lesných pôdach, ktoré sú pod vplyvom lokálnej kontaminácie (Wilcke, et al. 1995).



Tabuľka 4 Priemerné koncentrácie ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) v jednotlivých pôdnych typoch poľnohospodárskych pôd v rámci monitorovacej siete na Slovenska (Obr. 9). Skratky LM + PG sú Luvizem a Pseudoglej, KMp + PZ Kambizem podzolová a Podzol.

PAU	Pôdny typ, subtyp							
	Černo- zem	Čiernica	Fluvi- zem	Hnedo- zem	Kambi- zem	LM+PG	KMp + PZ	Rendzi- na
Antracén	3,6	16,0	22,7	7,7	7,2	3,6	2,1	1,5
Benzo(a)antracén	6,0	25,6	55,0	15,0	13,7	9,1	7,9	5,1
Benzo(b,j,k)fluor- antén	26,9	88,8	207,1	39,1	42,1	39,7	27,8	25,7
Benzo(g,h,j)perylén	24,4	69,0	120,0	40,5	39,0	33,5	30,8	39,5
Benzo(a)pyrén	16,5	68,4	97,0	17,8	31,8	22,7	24,7	20,4
Benzo(e)pyrén	11,5	48,5	81,4	22,2	20,3	15,0	16,1	11,4
Fenantrén	28,2	49,9	105,6	42,4	35,0	26,3	8,8	16,5
Fluorantén	13,3	36,8	100,0	19,3	33,8	19,3	7,9	11,1
Chryzén	19,9	89,1	116,3	34,1	41,4	34,1	9,7	16,5
Indeno(1,2,3)pyrén	43,4	118,2	218,9	48,3	74,4	72,0	66,3	65,3
Perylén	2,2	21,2	39,4	9,0	6,1	4,9	0,5	1,5
Pyrén	12,1	33,6	80,7	16,7	24,4	16,8	6,4	9,5
<b>Σ PAU</b>	<b>208,0</b>	<b>596,2</b>	<b>1244,1</b>	<b>312,1</b>	<b>369,2</b>	<b>297,0</b>	<b>209,0</b>	<b>224,0</b>

## Rádioaktívne znečistenie pôd céziom

Každá hornina, a teda aj pôda, má určité pozadové hodnoty rádioaktivity – **prirodzenú rádioaktivitu**. K zvýšeným hodnotám rádionuklidov v pôde dochádza pri termonukleárnych pokusoch a haváriách jadrových elektrární (napr. Černobyl v roku 1986, Fukušima 2011), pričom najmä vďaka vetru a atmosférickým prúdeniam môžu prekonať veľké vzdialenosti. V závislosti na polčase rozpadu jednotlivých rádionuklidov, ktoré unikli do prostredia, môže mať rádioaktívne znečistenie krátkodobý alebo dlhodobý charakter. Najväčší význam z hľadiska rádioaktívneho znečistenia má v súčasnosti **izotop cézia  $^{137}\text{Cs}$**  s polčasom rozpadu 30 – 35 rokov. Tento rádionuklid má schopnosť pevne sa viazať na povrchy častíc jemného podielu pôdnej hmoty, čo umožňuje transport a následnú akumuláciu pôdnych častíc  $^{137}\text{Cs}$  (Fulajtár & Janský, 2001; Linkeš et al., 1992; Slávik et al., 2000; Styk, 2007). Izotop  $^{137}\text{Cs}$  sa javí aj ako vhodný indikátor pri odnose zeminy a erózii pôdy. Beta premena  $^{137}\text{Cs}$  je sprevádzaná emisiou gama fotónov stredne vysokých energií, čo umožňuje

sledovanie jeho koncentrácie vo vzorkách pomocou spektrometrie. V súčasnosti už nehrozí znečistenie rádionuklidmi  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{131}\text{I}$  spôsobeným výbuchom v Černobyle vzhľadom na polčas rozpadu týchto rádionuklidov 4 roky, respektíve 8 dní.

Monitorovanie znečistenia pôd céziom na Slovensku sa uskutočňovalo len okrajovo. Na západnom Slovensku dosahovali koncentrácie  $^{137}\text{Cs}$  v rozpätí rokov 1970 – 1981 priemernú hodnotu  $11,6 \pm 5,2 \text{ Bq kg}^{-1}$  (Vladár, 1991). Po havárii v Černobyle v roku 1986 bola aktivita  $^{137}\text{Cs}$  na niektorých lokalitách na Slovensku vyššia (Obr. 14), ale uvedené lokality sa nachádzali mimo najviac zasiahnutých oblastí (Kobza et al., 1992). Preto možno konštatovať, že ide o prírodnú, tzv. pozadovú aktivitu  $^{137}\text{Cs}$ , ktorá môže byť značne heterogénna a len pomerne zriedka presahuje hodnotu  $100 \text{ Bq }^{137}\text{Cs kg}^{-1}$  pôdy (Šáro et al., 1985). Podobne nízke aktivity  $^{137}\text{Cs}$  (menej ako  $35,6 \text{ Bq kg}^{-1}$ ) sa zistili aj na pahorkatinách Podunajskej nížiny, kde bola študovaná erózia pôdy (Linkeš et al., 1992), a tiež pri monitoringu erózie pôd na vybraných 20 transektoch v rámci Slovenska (Kobza et al., 2019).

Tabuľka 5 Koncentrácie ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) PAU v ornici vybraných monitorovacích lokalít poľnohospodárskych pôd SR. Nadlimitné hodnoty sú vyznačené tučným písmom.

PAU	Lokalita						
	Horné Opatovce <sup>1</sup>	Horné Opatovce <sup>2</sup>	Zemianske Kostolany <sup>3</sup>	Rusovce <sup>4</sup>	Malé Leváre <sup>4</sup>	Strážske <sup>4</sup>	Dlhé Klčovo <sup>2</sup>
Antracén	38,33	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)antracén	<b>135,95</b>	95,52	83,72	24,90	<b>185,46</b>	-	-
Benzo(b)fluorantén	<b>999,52</b>	<b>426,54</b>	<b>349,22</b>	33,53	<b>598,88</b>	35,91	23,40
Benzo(k)fluorantén	<b>200,93</b>	<b>107,04</b>	<b>106,63</b>	-	<b>195,71</b>	-	-
Benzo(g,h,i)perylén	<b>297,11</b>	<b>135,92</b>	<b>103,37</b>	24,77	<b>284,82</b>	-	-
Benzo(a)pyrén	<b>222,49</b>	<b>104,79</b>	<b>137,61</b>	26,17	<b>304,30</b>	-	-
Fenantrén	<b>814,70</b>	<b>506,95</b>	<b>407,32</b>	<b>280,67</b>	<b>538,72</b>	<b>335,40</b>	<b>365,12</b>
Fluorantén	<b>1345,78</b>	<b>766,64</b>	<b>467,85</b>	<b>88,56</b>	<b>1264,26</b>	<b>79,70</b>	<b>154,22</b>
Chryzén	<b>287,53</b>	<b>190,70</b>	<b>101,68</b>	50,27	<b>156,66</b>	-	-
Indeno (1,2,3-c,d)pyrén	<b>236,89</b>	<b>123,05</b>	<b>116,24</b>	42,93	<b>228,77</b>	-	-
Naftalén	<b>126,07</b>	<b>139,12</b>	<b>82,41</b>	<b>90,49</b>	<b>149,67</b>	<b>144,09</b>	<b>229,41</b>
Pyrén	<b>214,43</b>	<b>160,39</b>	<b>153,59</b>	45,57	<b>352,47</b>	36,02	52,43
<b>Σ PAU</b>	<b>4919,72</b>	<b>2756,66</b>	<b>2109,65</b>	707,86	<b>4295,08</b>	631,12	824,58

- pod detekčným limitom, <sup>1</sup>pseudoglej luvizemný, <sup>2</sup>fluvizem glejová kultizemná, <sup>3</sup>antrozem iniciálna kontaminovaná, <sup>4</sup>fluvizem kultizemná

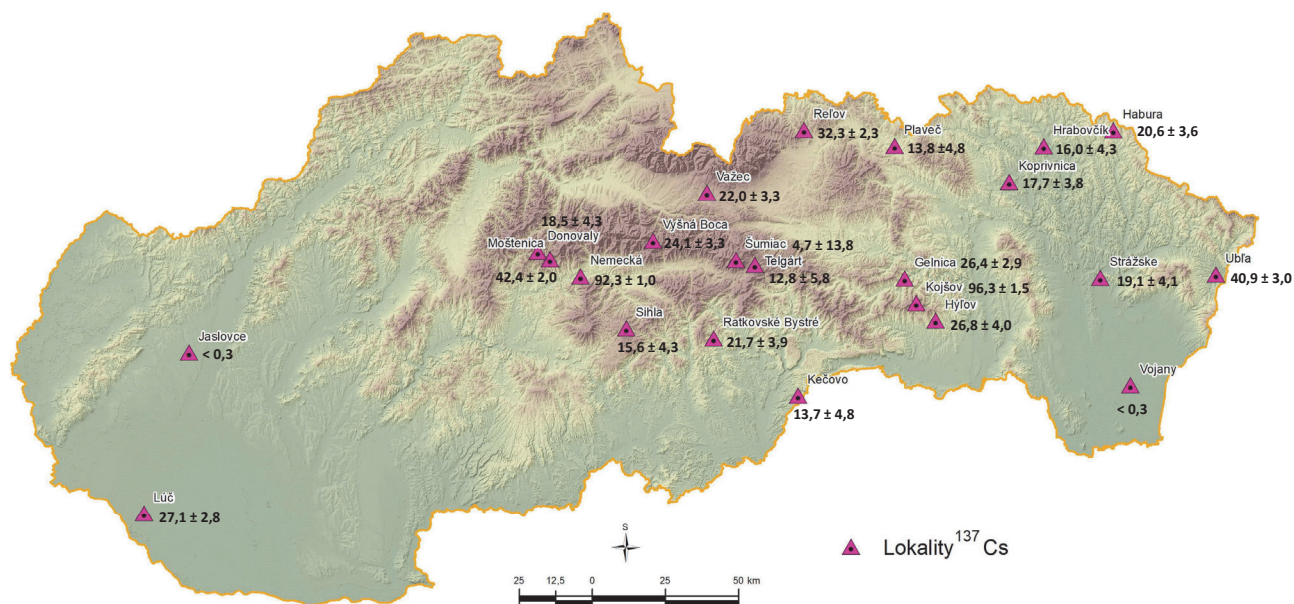
Na základe uvedených výsledkov a literatúry možno teda konštatovať, že poľnohospodárske pôdy Slovenska nevykazujú zvýšenú rádioaktivitu vo vzťahu k sledovanému <sup>137</sup>Cs.

## Implikácie

Pôda sa významnou mierou podieľa na plnení ekosystémových služieb prostredníctvom funkcií, ktoré prinášajú priamy aj nepriamy úžitok pre ľudí (Makovníková et al., 2017). Znalosť súčasného zdravotného stavu a trendov v znečistení pôdy je kľúčová, **pretože kontaminovaná pôda má zníženú schopnosť tieto služby poskyto-**

**vať.** Zdravá pôda, ktorá plní všetky svoje funkcie v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia, je základným predpokladom pre stabilitu terestrických ekosystémov. Zdravie pôdy je definované v Dohode o pôde pre Európu ako trvalá schopnosť pôdy podporovať ekosystémové služby (Bonfante et al., 2020; Veerman et al., 2020).

Pôda, okrem zabezpečenia fyzického prostredia, zabezpečuje **ekosystémové služby**: a) zásobovacie (produkcia biomasy, zdroj surovín), b) regulačné (filtrácia, regulácia záplav, biologická regulácia, recyklácia odpadov, akumulácia uhlíka) a c) kultúrne (rekreácia, estetická hodnota, poznatková základňa; Dominati et al., 2010).



Obr. 14 Aktivita <sup>137</sup>Cs (± chyba merania, Bq kg<sup>-1</sup>) na vybraných lokalitách Slovenska v roku 1986 po výbuchu atómovej elektrárne v Černobyle.

Tým, že pôda podmieňuje mnohé ekosystémové služby, odráža sa na nej aj konflikt ich spolupôsobenia. Napríklad plnenie zásobovacích služieb je často v konflikte s plnením regulačných či kultúrnych služieb. Vysokú produkciu biomasy je často možné dosiahnuť len na úkor jej znečistenia ťažkými kovmi alebo organickými polutantmi vnášanými do pôdy minerálnymi hnojivami či pesticídmi, negatívne ovplyvňujúcimi kvalitu pôdy, ale aj vody. Takéto spolupôsobenie vytvára na pôdu zvýšený tlak prejavujúci sa zhoršením jej kvality, čo následne znižuje jej schopnosť poskytovať ekosystémové služby. Preto sú potrebné inovácie v obhospodávaní pôdy, aby sa v čo najväčšej miere hľadali **synergie medzi jednotlivými ekosystémovými službami**.

Znalosť zdravotného stavu pôdy je dôležitá nielen pre poľnohospodárov, lesníkov, vlastníkov a užívateľov pôdy, ale nadobúda čoraz väčší význam aj pre banky, verejné orgány a mnoho ďalších zúčastnených strán. Zvyšuje sa záujem o **index kvality pôdy**, napr. vo finančnom a priestorovom odvetví. Definovanie ukazovateľov zdravia pôdy a ich rozsahu hodnôt je preto rozhodujúce pre monitorovanie zdravotného stavu pôdy. Niektoré členské štáty majú dokonca vypracované certifikáty (osvedčenia) o zdravotnom stave pôdy, ktoré majú byť poskytnuté napr. kupujúcim počas transakcie s pôdou. Z tohto pohľadu je zvlášť dôležitý aj hygienický stav pôdy.

## Riziká, výzvy a odozvy

V národnej legislatíve v súčasnosti nemáme zakotvené ciele v oblasti kontaminácie pôd. Na medzinárodnej úrovni sa stanovili [ciele udržateľného rozvoja v časovom horizonte do roku 2030](#) s dôrazom na redukciu chorôb a úmrtí zo škodlivých chemikálií v ovzduší, vo vode a pôde (Agenda for sustainable development – OSN, 2015b).

Z najnovších materiálov Európskej komisie treba spomenúť najmä doplňujúci pracovný dokument [SWD\(2021\) 323 final](#), ktorý slúži ako báza poznatkov na podporu dosiahnutia cieľov Stratégie EÚ pre pôdu do roku 2030 – využitie prínosov zdravej pôdy pre ľudí, potraviny, prírodu a klímu (EC, 2021). Táto nová vízia pre pôdu je zakotvená aj v [Stratégii EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030](#) (COM(2020) 380 final) a v [Stratégii pre adaptáciu na zmenu klímy](#) (COM(2021) 82 final), čím významne prispeje k viacerým cieľom Európskej zelenej dohody a ostatným cieľom, ktoré jej predchádzajú (COM(2019) 640 final). Tieto stratégie EÚ stanovujú strednodobé (2030) a dlhodobé (2050) ciele EÚ pre pôdu.

### Strednodobé ciele Stratégie EÚ pre pôdu do roku 2030:

- bojovať proti dezertifikácii, obnovovať degradovanú pôdu vrátane pôdy postihnutej dezertifikáciou, suchom a záplavami;
- usilovať sa o dosiahnutie stavu s neutrálnou degradáciou pôdy (cieľ udržateľného rozvoja);
- obnoviť významné oblasti degradovaných ekosystémov a ekosystémov bohatých na uhlík vrátane pôd;
- v sektore využívania pôdy – zmeny vo využívaní pôdy a lesníctva ([LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forestry](#), COM(2021) 554 final), v EÚ dosiahnuť čistý ročný záchyt skleníkových plynov v pôde na úrovni 310 Mt ekvivalentu CO<sub>2</sub>;
- do roku 2030 znížiť straty živín v pôde aspoň o 50 % a znížiť používanie chemických pesticídov a s nimi súvisiacich rizík o 50 % (Stratégia EÚ Z farmy na stôl COM (2020) 381);
- dosiahnuť výrazný pokrok pri sanácii kontaminovaných lokalít.

### Dlhodobé ciele EÚ pre pôdu do roku 2050:

- dosiahnuť klimaticky neutrálnu Európu do 2050 a klimatickú neutralitu EÚ v odvetví pôdy do roku 2035 (Návrh revízie nariadenia LULUCF, COM(2021) 554 final);
- do roku 2050 budú všetky pôdne ekosystémy EÚ v priaznivom ekologickom stave;
- udržateľné využívanie a obnova pôdy sa stanú normou. Zdravá pôda bude mať kľúčovú rolu v prispievaní k riešeniu veľkých výziev, ako sú dosiahnutie klimatickej neutrality a odolnosť voči zmene klímy, rozvoj čistého a obehového (bio) hospodárstva, zvrátenie straty biologickej rozmanitosti, ochrana ľudského zdravia, zastavenie dezertifikácie a zvrátenie degradácie pôdy;
- dosiahnuť nulový čistý záber pôdy (Plán pre Európu účinnejšie využívajúce zdroje – COM(2011) 571 a 7. akčný program EÚ pre životné prostredie – EÚ, 2013);
- vytvoriť prostredie bez toxických látok a znížiť znečistenie pôdy na úroveň, ktorá už nie je považovaná za škodlivú pre ľudské zdravie a prírodné ekosystémy, rešpektujúc tak hranice znečistenia, s ktorými sa naša planéta môže vyrovnáť (Cesta k zdravej planéte pre všetkých, akčný plán EÚ: V ústrety nulovému znečisteniu ovzdušia, vôd a pôdy – COM(2021) 400 final);
- vytvoriť v EÚ do roku 2050 klimaticky odolnú spoločnosť plne prispôbenú na zmenu klímy a jej dopady.



© Magann, Adobe Stock



# Záver

V rámci 11 GMT definovaných EEA je z pohľadu ochrany životného prostredia najdôležitejší **environmentálny klaster**. Sem patria 3 kľúčové GMT, a to **rastúci tlak na ekosystémy, zvyšovanie závažnosti problémov a dôsledkov zmeny klímy, rastúce znečistenie životného prostredia**. Predstavujú tiež základné komponenty súčasnej environmentálnej krízy.

V roku 2021 bola publikovaná správa Programu Spojených národov pre životné prostredie nazvaná *Making Peace With Nature – Uzavríme mier s prírodou*, ktorá je unikátna v tom, že prepája viaceré globálne hodnotiace správy z posledného obdobia (najmä IPBES a IPCC), pričom konštatuje, že v súčasnosti ľudstvo čelí trom vzájomne prepojeným krízam: **strate biodiverzity, zmene klímy a pretrvávajúcemu znečisťovaniu životného prostredia**.

Z pohľadu planetárnych hraníc je udržateľný rozvoj taký spôsob rozvoja, ktorý využíva environmentálne bezpečný priestor vymedzený planetárnymi hranicami. Dôležité je nájsť cestu, ako sa vrátiť pod prahy bezpečia (tam, kde sú prekročené) a v budúcnosti sa nielen udržať vo vnútri planetárnych hraníc, ale už žiadnu z nich neprekročiť. Prekročenie jednej alebo viacerých hraníc planéty môže byť veľmi nebezpečné, dokonca katastrofické, kvôli riziku prekročenia prahových hodnôt, ktoré spôsobujú nelineárne, náhle a nezvratné zmeny prostredia v rámci systémov kontinentálneho až planetárneho rozsahu.

Environmentálne ciele do roku 2030 a nasledujúce roky možno dosiahnuť len prostredníctvom transformačných zmien naprieč ekonomickými, spoločenskými, politickými a technologickými sektormi. Podmienkou úspešnej transformácie je zásadná zmena nášho vzťahu k prírode a obnova úcty a rešpektu ku krajine.

Pre Slovensko bude strategicky dôležité, ako sa postaví voči daným výzvam v podmienkach environmentálnej krízy, demografických zmien, prehlbujúcich sa sociálnych rozdielov a rastúcej globálnej konkurencie, geopolitických vplyvov, a začne proces nevyhnutnej **transformácie** (vrátane prechodu na obehové hospodárstvo) k **udržateľnosti a ochrane životného prostredia**. Preto bude v blízkej budúcnosti kľúčové, ako sa k tomuto problému postavia politickí reprezentanti a ako sa odzrkadlí ekonomický stav krajiny ohrozený vonkajšími a vnútornými tlakmi a záujmami.

Myslíme si, že okrem dobre spracovaných strategických a legislatívnych nástrojov smerujúcich k udržateľnosti musí spoločnosť dosiahnuť predovšetkým hodnotovú transformáciu, čo znamená, že musí začať **obnovou vzťahu človeka k prírode a krajine**.

# Použitá literatúra

- Adam, D. (2021). How far will global population rise? Researchers can't agree. *Nature*, 597(7877), 462–465. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-02522-6>
- Adams, L., Boccaletti, G., Kerlin, M., & Stuchtey, M. (2009). *Charting Our Water Future. Economic frameworks to inform decision-making*. 2030 Water Resources Group. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/charting-our-water-future>
- Aiken, H., van der Linden, J.W., Tramp Meesters, M.J., & Visser, J.J. (1991). *The environment a multidisciplinary issue*. Van Nostrand Reinhold.
- Alloway, B.J. (2013). Sources of heavy metals and metalloids in soils. In: Alloway, B. (Ed.), *Heavy metals in soils* (pp. 11 – 50). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7_2)
- Amaral F. S., & Rodrigues A. S. (2005). Metal accumulation and apoptosis in the alimentary canal of *Lumbricus terrestris* as a metal biomarker. *Biometals* 18(3), 199 – 206. <https://doi.org/10.1007/s10534-005-0335-3>
- Antalová, S. Kalúz, K., Kalúzová, E., Rebičová, D., Briedová, J., Gaálová, J., Petrová, Z., Dragúňová, G., Némová, B., & Kahanová, L. (1991). *Hodnotenie kontaminácie vybraných zložiek prírodného prostredia a poľnohospodárskej produkcie v okr. Žiar nad Hronom*. Výsk. správa VÚPU Bratislava.
- Armstrong McKay, D. I. A., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S. E., Rockström, J., & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950. <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>
- Barančíková, G., Halas, J., Fazekašová, D., Litavec, T., & Kobza, J. (2018). *Aktuálny stav vybraných rašelinísk Slovenska s dôrazom na ich pedologické vlastnosti*. NPPC – VÚPOP Bratislava.
- Beckmann, M., Gerstner, K., Akin-Fajiye, M., Ceaușu, S., Kambach, S., Kinlock, N. L., Phillips, H. R. P., Verhagen, W., Gurevitch, J., Klotz, S., Newbold, T., Verburg, P. H., Winter, M. & Seppelt, R. (2019). Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: a global meta-analysis. *Global Change Biology*, 25, 1941 – 1956. <https://doi.org/10.1111/gcb.14606>
- Beneš, S. (1994). *Obsahy a bilance prvků ve sférách ŽP. II. Časť*. Ministerstvo zemědělství ČR.
- Berset, J.D., & Holzer, R. (1995). Organic micropollutants in Swiss agriculture: Distribution of PAHs and PCB in soil, liquid manure, sewage sludge and compost samples, a comparative study. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 59(2-4), 145 – 165. <https://doi.org/10.1080/03067319508041324>
- Blume, H.P. (1992). *Handbuch des Bodenschutzes*. Ecomed.
- Bolong, N., Ismail, A. F., Salim, M. R. & Matsuura, T. (2009). A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. *Desalination*, 239(1–3), 229 – 246. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.020>
- Bonfante, A., Basile, A., & Bouma, J. (2020). Targeting the soil quality and soil health concepts when aiming for the United Nations Sustainable Development Goals and the EU Green Deal. *Soil*, 6(2), 453 – 466. <https://doi.org/10.5194/soil-6-453-2020>
- CBD. (2018). *Long-Term Strategic Directions to the 2050 Vision for Biodiversity, Approaches to Living Harmony with Nature and Preparation for the Post-2020 Global Biodiversity Framework* CBD/COP/14/9. Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/doc/c/0b54/1750/607267ea9109b52b750314a0/cop-14-09-en.pdf>
- CBD. (2022). *Kunming-Montreal Global biodiversity framework* (CBD/COP/15/L.25). Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/article/cop15-final-text-kunming-montreal-gbf-221222>
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C., R., Renaud, F., G., Welling, R. & Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, 98, 20 – 29. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>

COM(2002) 179 final. *Towards a thematic strategy for soil protection*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0179:FIN:EN:PDF>

COM(2010) 2020 final. *EUROPE 2020 A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52010DC2020>

COM(2011) 571 final. *Roadmap to a Resource Efficient Europe*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0571>

COM(2016) 501 final. *A European Strategy for Low-Emission Mobility*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52016DC0501>

COM(2019) 640 final. *The European Green Deal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>

COM(2020) 380 final. *EU Biodiversity Strategy for 2030*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380>

COM(2020) 381 final. *Farm to fork for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0381>

COM(2021) 82 final. *Forging a climate-resilient Europe - the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2021:82:FIN>

COM(2021) 400 final. *EU Action plan: Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM%3A2021%3A400%3AFIN>

COM(2021) 554 final. *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulations (EU) 2018/841 as regards the scope, simplifying the compliance rules, setting out the targets of the Member States for 2030 and committing to the collective achievement of climate neutrality by 2035 in the land use, forestry and agriculture sector, and (EU) 2018/1999 as regards improvement in monitoring, reporting, tracking of progress and review*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0554>

COM(2021) 556 final. *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/631 as regards strengthening the CO2 emission performance standards for new passenger cars and new light commercial vehicles in line with the Union's increased climate ambition*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0556>

COM(2021) 572 final. *New EU Forest Strategy for 2030*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sk/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0572>

COM(2022)230final.REPowerEU.<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0230-&from=EN>

COM(2022) 304 final. *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on nature restoration*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:304:FIN>

COM(2022) 586 final. *Proposal for a Regulation on type-approval of motor vehicles and engines and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles, with respect to their emissions and battery durability (Euro 7) and repealing Regulations (EC) No 715/2007 and (EC) No 595/2009*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0586>

COM(2022) 673 final. *The Third Clean Air Outlook*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A673%3AFIN&qid=1670510444610>

Čurlík, J., & Šefčík, P. (1999). *Geochemický atlas Slovenskej republiky. Časť V: Pôdy*. MŽP SR Bratislava.

Deloitte. (2022). *The Turning Point Report. A Global Summary*. Deloitte Center for Sustainable Progress. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/climate/global-turning-point.html>

Demo et al., (1998). *Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine*. Slovenská poľnohospodárska univerzita.

Dercová, K., Barančíková, G., Makovníková, J., Sejáková, Z., & Žuffa J. (2005). *Bioremediation of Soil and Wastewater Contaminated with Toxic Metals*. *Chemické Listy*, 99(10), 682 – 693.

Dominati, E., Patterson, M., & Mackay, A. (2010). *A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils*. *Ecological Economics*, 69, 1858 – 1868. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.05.002>



- Döll, P., Kaspar, F., & Lehner, B. (2003). A global hydrological model for deriving water availability indicators: model tuning and validation. *Journal of Hydrology*, 270(1-2), 105–134. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00283-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00283-4)
- Đurža, O. (2008). Vplyv ťažby a spracovania magnezitu na životné prostredie Slovenska. *Životné prostredie*, 42(1), 48 – 52.
- EC. (2000). *The Water Framework Directive* (2000/60/EC). [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en)
- EC. (2013). *Science for Environment Policy: Thematic issue Flooding*. [https://wayback.archive-it.org/12090-/20220804145347/https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/specialissue\\_en.htm](https://wayback.archive-it.org/12090-/20220804145347/https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/specialissue_en.htm)
- EC. (2021). *EU Soil Strategy for 2030* (SWD(2021) 323 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52021SC0323>
- EC. (2022). *Reducing emissions from aviation*. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation_en)
- Toreti, A., Bavera, D., Acosta Navarro, J., Cammalleri, C., de Jager, A., Di Ciollo, C., Hrast Essenfelder, A., Maetens, W., Magni, D., Masante, D., Mazzeschi, M., Niemeyer, S., & Spinoni, J. (2022). *Drought in Europe August 2022* (Analytical report). Global Drought Observatory. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, JRC130493. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/264241>
- Ecologic Institute. (2017). *Updated Inventory and Assessment of Soil Protection Policy Instruments in EU Member States*. Berlin, Germany. <https://www.ecologic.eu/13090>
- EEA. (2010). *The European environment. State and outlook 2010: Assessment of Global Megatrends*. <https://www.eea.europa.eu/soer/2010/europe-and-the-world/megatrends>
- EEA. (2015a). *The European environment – state and outlook 2015. Assessment of Global Megatrends*. <https://www.eea.europa.eu/soer/2015>
- EEA. (2015b). *The European environment – state and outlook 2015. Synthesis report*. <https://www.eea.europa.eu/soer/2015>
- EEA. (2019). *The European environment – state and outlook 2020: knowledge for transition to a sustainable Europe*. <https://www.eea.europa.eu/soer/2020>
- EEA. (2020). *Drivers of change of relevance for Europe's environment and sustainability* (Report No. 25/2019). <https://www.eea.europa.eu/publications/drivers-of-change>
- EEA. (2021). *Scenarios for sustainable Europe in 2050* (Web report No. 16/2021). <https://www.eea.europa.eu/publications/scenarios-for-a-sustainable-europe-2050/the-scenarios>
- EEA. (2022a). *Total greenhouse gas emission trends and projections in Europe (8th EAP)*. <https://www.eea.europa.eu/ims/total-greenhouse-gas-emission-trends>
- EEA. (2022b). *Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases* (EEA report No.7/2022). <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-on-health>
- EEA. (2022c). *Greenhouse gas emission intensity of fuels and biofuels for road transport in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of>
- EEA. (2022d). *Sources and emissions of air pollutants in Europe* (Web report). <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/sources-and-emissions-of-air>
- EEA. (2022e). *Health Impacts of Air Pollution* (Web report). <https://www.eea.europa.eu/themes/air/health-impacts-of-air-pollution>
- EEA. (2023). *Europe's air quality status 2023* (Web report). <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2023>
- EP. (2021). *Ludské právo na pitnú vodu: vplyv rozsiahleho poľnohospodárstva a priemyslu* (2021/2187(INI)). [https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?lang=en&reference=2021/2187\(INI\)](https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?lang=en&reference=2021/2187(INI))
- EU. (2002). *General Union Environment Action Programme to 2020: 6th environmental action plan*. <http://data.europa.eu/eli/dec/2002/1600/oj>
- EU. (2013). *General Union Environment Action Programme to 2020: 'Living well, within the limits of our planet' (7th environmental action plan)*. <http://data.europa.eu/eli/dec/2013/1386/oj>

- EU. (2022). *General Union Environment Action Programme to 2030*. <http://data.europa.eu/eli/dec/2022/591/oj>
- FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture*. (Web report, Chapter 1). <https://www.fao.org/3/cb1447en/online/cb1447en.html#>
- Faško, P., Markovič, L., Bochníček, O. (2023): Changes in snow accumulation and snow depth in Slovakia in the 1921 – 2021 period. *EGU General Assembly 2023*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-5554>
- Faško, P., Markovič, L., and Bochníček, O. (2022): Evolution of the long-term average values of air temperature and atmospheric precipitation in Slovakia. *Meteorologický časopis*, 25(2), 79 – 88.
- Frelif-Larsen, A., Bowyer, C., Albrecht, S., Keenleyside, C., Kemper, M., Nanni, S., Naumann, S., Mottershead, R., D., Landgrebe, R., Andersen, E., Banfi, P., Bell, S., Brémere, I., Cools, J., Herbert, S., Iles, A., Kampa, E., Kettunen, M., Lukacova, Z., ... Vidaurre, R. (2016). 'Updated Inventory and Assessment of Soil Protection Policy Instruments in EU Member States.' Final Report to DG Environment. Berlin: Ecologic Institute. <https://www.ecologic.eu/13090>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quéré, C., Luijckx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., ... Zheng, B. (2022). Global Carbon Budget 2022. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811–4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>
- Frostegård, A., Tunlid, A., & Bååth, E. (1993). Phospholipid Fatty Acid Composition, Biomass, and Activity of Microbial Communities from Two Soil Types Experimentally Exposed to Different Heavy Metals. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(11), 3605 – 3617. <https://doi.org/10.1128/aem.59.11.3605-3617.1993>
- Frostegård, Å., Tunlid, A., & Bååth, E. (2011). Use and misuse of PLFA measurements in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(8), 1621 – 1625. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.11.021>
- Fulajtár, E., & Janský, L. (2001). *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. VÚPOP Bratislava.
- Gallopin, G.C. (2012). *Five Stylized Scenarios*. Global Water Futures, 2050 (1[2]). UNESCO World Water Assessment Programme. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215380>
- Greenslade, P. (2007). The potencial of Collembolla to act as indicators of landscape stress in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(4), 424 – 434. <https://doi.org/10.1071/EA05264>
- Gräff, S., Berkus, M., Alberti, G., & Köhler, H.R. (1997). Metal accumulation strategies in saprophagous and phytophagous soil invertebrates: a quantitative comparison. *Biometals*, 10, 45 – 53. <https://doi.org/10.1023/A:1018366703974>
- Hansen, H. Ch. B., Kobza, J., Schmidt, R., Szakál, P., Borggaard, O.K., Holm, P., Kanianska, R., Bognárová, S., Makovníková, J., Matúšková, L., Mičuda, R., & Styk, J. (2001). *Environmentálna chémia pôdy*. Pedagogická spoločnosť J. A. Komenského.
- Hodkinson, I.D. & Jackson, J.K. (2005). Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environmental Management* 35, 649 – 666. <https://doi.org/10.1007/s00267-004-0211-x>
- Hooda, P.S. & Alloway, B.J. (1994). Sorption of Cd and Pb by selected temperate and semi-arid soils: effects of sludge application and ageing of the sludged soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 74, 235 – 250. <https://doi.org/10.1007/BF00479792>
- Hopkin, S.P. (1989). *Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates*. Springer.
- Hrtánek, B., & Kobza, J. (1980). Vegetačná dynamika prijateľného horčička pod porastom kukurice v ornici hnedozeme a illimerizovanej pôdy oglejenej. *Vedecké práce VÚPVR*, 10, 93 – 106.
- ICPDR (2023). Danube River Protection Convention. <https://www.icpdr.org/main/icpdr/danube-river-protection-convention>
- IDP. (2021). *Kým nie je neskoro – Emisie CO<sub>2</sub> z cestnej dopravy a možnosti ich mitigácie*. Inštitút dopravnej politiky, Ministerstvo dopravy a výstavby SR. <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/doprava-3/institut-dopravnej-politiky/publikacie/komentare/kym-nie-je-neskoro>
- IEA. (2022). *World Energy Outlook 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- IEP. (2020). *Ecological Threat Register 2020: Understanding Ecological Threats, Resilience and Peace*. Institute for Economics & Peace. <https://www.visionofhumanity.org/maps/ecological-threat-register/#/>

- IGBP. (2015). *Great Acceleration. International Geosphere-Biosphere Programme*. <http://www.igbp.net/globalchange/greatacceleration.4.1b8ae20512db692f2a680001630.html>
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6417333>
- IPCC. (1990). *First Assessment Report*. <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007*. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- IPCC. (2011). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/>
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- IUCN-WCPA. (2019). *Recognizing and reporting other effective area-based conservation measures (Protected Area Technical Report Series No. 3). Task Force on OECMs*. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PATRS.3.en>
- Jones, K.C., Stratford, J.A., Tidridge, P., Waterhouse, K.S., & Johnston, A.E. (1989). Organic contaminants in Welsh soils: Polynuclear aromatic hydrocarbons. *Environmental Science & Technology*, 23, 540 – 550. <https://doi.org/10.1021/es00063a005>
- Kanianska, R., Jaďudová, J., Makovníková, J., & Kizeková, M. (2016). Assessment of relationships between earthworms and soil abiotic and biotic factors as a tool in sustainable agricultural Sustainability, 8(9), 906. <https://doi.org/10.3390/su8090906>
- Kayser, A.T., Wilcke, W., Kaupenjohann, M., & Joslin, J.D. (1994). Small scale heterogeneity of soil chemical properties. I. A Technique for rapid aggregate fractionation. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 157(6), 453 – 458. <https://doi.org/10.1002/jpln.19941570610>
- Kobza, J. (1996). Obsah PAU v poľnohospodárskych pôdach SR. In *Zborník z medzinárod. Ved. Konf. „Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku“*. Sekcia C Environmentálne problémy súčasného poľnohospodárstva (pp. 92 – 95). VŠP Nitra.
- Kobza, J. (2000). *Magnesium from soil pollution point of view*. Vedecké práce VÚPOP Bratislava.
- Kobza, J., Barančíková, G., Dodok, R., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Pálka, B., Pavlenda, P., Schlosserová, J., Styk, J., & Širáň, M. (2014). *Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2000 – 2012)*. NPPC-VÚPOP Bratislava.
- Kobza, J., Barančíková, G., Dodok, R., Makovníková, J., Pálka, B., Styk, J., & Širáň, M. (2019). *Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalším využívaniam (2013 – 2017)*. NPPC-VÚPOP Bratislava.
- Kobza, J., Barančíková, G., Hrivňáková, K., Makovníková, J., Nováková, K., Pálka, B., Schlosserová, J., Styk, J., & Širáň, M. (2010). *Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitívnych území vplyvu magnezitových závodov (Jelšova – Lutínska Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení*. VÚPOP Bratislava.
- Kobza, J., & Gáborík, Š. (2008). *Súčasný stav a vývoj obsahu makro a mikroelementov v poľnohospodárskych pôdach Slovenska*. VÚPOP Bratislava.
- Kobza, J., Linkeš, V., Došeková, A., Makovníková, J., Kalúz, K., & Bulík, D. (1992). *Komplexný monitoring poľnohospodárskych pôd Slovenska – súčasný stav*. Správa VÚPU Bratislava.
- Lee, S.-H., Kim, M.-S., Kim, J.-G., & Kim, S.-O. (2020). Use of Soil Enzymes as Indicators for Contaminated Soil Monitoring and Sustainable Management. *Sustainability*, 12(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/su12198209>
- Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D., & Pozzer, A. (2015). *The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale*. *Nature*, 525(7569), Article 7569. <https://doi.org/10.1038/nature15371>
- Linkeš, V., Lehotský, M., & Stankoviansky, M. (1992). Príspevok k poznaniu vývoja vodnej erózie pôd na pahorkatinách Podunajskej nížiny s využitím <sup>137</sup>Cs. *Vedecké práce*, 17, 111 – 119.

- Lu, M., Yang, Y., Luo, Y., Fang, C., Zhou, X., Chen, J., Yang, X., & Li, B. (2011). Responses of ecosystem nitrogen cycle to nitrogen addition: A meta-analysis. *New Phytologist*, 189(4), 1040 – 1050. <https://doi.org/10/d3jm42>
- Lubyová, M., Filčák, R. (eds.), (2016). *Globálne megatrendy: hodnotenie a výzvy z pohľadu Slovenskej republiky*. Bratislava: Centrum spoločenských a psychologických vied SAV. <http://www.cspv.sav.sk/index.php?id=70>
- Macknick, J., Newmark, R., Heath, G., & Hallett, K. C. (2012). Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: A review of existing literature. *Environmental Research Letters*, 7(4), 045802. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/045802>
- Makovníkova, J. (2000a). Relations between some soil parameters and available contents of cadmium, lead, copper and zinc. *Rostlinná výroba*, 46(7), 289 – 296.
- Makovníková, J. (2000b). *Distribúcia kadmia, olova, medi a zinku v pôde a jej hodnotenie so zreteľom na potenciály a bariéry transportu kovov do rastlín*. Samostatná publikácia - PEDO - DISERTACIONES, VÚPOP.
- Makovníková, J., Barančíková, G., Dlapa, P., Dercová, K. (2006). Anorganické kontaminanty v pôdnom ekosystéme. *Chemické listy*, 100, 424 – 432.
- Makovníková, J., Barančíková, G., Pálka, B. (2007). Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. *Plant, Soil and Environment*, 53(8), 365 – 373. DOI: 10.17221/2215-PSE
- Makovníková J., Pálka B., Širáň, M., Kanianska R., Kizeková M., & Jaďudová, J. (2017). *Modeling and evaluation agroecosystem services*. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. MH SR. (2014). *Návrh energetickej politiky Slovenskej republiky*. <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/11327/1>
- Maréchal, A.; Jones, A.; Panagos, P. Be litrandi, D.; De Medici, D.; De Rosa, D.; Jiminez, J.M.; Koe ninger, J.; Labouyrie, M., Liakos, L.; Lugato, E.; Matthews, F.; Montanarella, L.; Muntwyle r, A.; Orgiazzi, A.; Scarpa, S.; Schillaci, C.; Wojda, P.; Van Liedekerke, M.; Vieira, D. (2022). *EU Soil Observatory 2021* (EUR 31152 EN). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/582573>
- MH SR. 2014. *Návrh energetickej politiky Slovenskej republiky – nové znenie*. Ministerstvo hospodárstva SR. <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/11327/1>
- MIRRI. (2020). *Vízia a stratégia rozvoja Slovenska do roku 2030 – dlhodobá stratégia udržateľného rozvoja Slovenskej republiky – Slovensko 2030*. <https://www.mirri.gov.sk/sekcie/vizia-a-strategia-rozvoja-slovenska-do-roku-2030/>
- Misik, M., Ma, T.-H., Nersesyan, A., Monarca, S., Kim, J.K., Knasmueller, S. (2011). Micronucleus assays with *Tradescantia* pollen tetrads: an update. *Mutagenesis*, 26(1), 215 – 221. <https://doi.org/10.1093/mutage/geq080>
- MP SR. (2022). *Strategický plán spoločnej poľnohospodárskej politiky na roky 2023 – 2027*. Ministerstvo pôdohospodárstva SR. <https://www.mpsr.sk/europska-komisija-schvalila-slovensky-strategicky-plan-spolocnej-polnohospodarskej-politiky-na-roky-2023-2027/462---18431/>
- MP SR & NLC SK. (2022). *Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2021 – Zelená správa*. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka, Národné lesnícke centrum. <https://www.mpsr.sk/zelena-sprava-2022/123---18463/>
- Murphy, R. (2021). *The Fossil-Fuelled Climate Crisis: Foresight or Discounting Danger?* Palgrave Macmillan. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-53325-0#about-this-book>
- MŽP SR. (2014). *Správa o priebehu a následkoch povodní na území Slovenskej republiky za 1. polrok 2014*. <https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/povodne-2002-2012-informacie/sprava-o-priebehu-a-nasledkoch-povodni-za-1-polrok-2014.pdf>
- MŽP SR. (2018). *Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy 2018*. Aktualizácia. <https://www.minzp.sk/klima/adaptacia-zmenu-klimy/>
- MŽP SR. (2019). *Envirostratégia 2030. Zelenšie Slovensko – Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030*. <https://www.minzp.sk/iep/strategicke-materialy/envirostrategia-2030.html>
- MŽP SR. (2020a). *Národný program znižovania emisií Slovenskej republiky*. <https://www.minzp.sk/ovzdušie/ochrana-ovzdušia/narodne-zavazky-znizovania-emisii/narodny-program-znizovania-emisii/>
- MŽP SR. (2020b). *Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050*. <https://www.minzp.sk/klima/nizkouhlikova-strategia/>

- MŽP SR. (2021a). Akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie SR na zmenu klímy 2021. <https://www.minzp.sk/klima/adaptacia-zmenu-klimy/>
- MŽP SR. (2021b). Plán rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií pre územie SR na roky 2021 – 2027. <https://www.minzp.sk/voda/verejne-vodovody-verejne-kanalizacie/>
- MŽP SR. (2022a). Koncepcia vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050. <https://www.minzp.sk/voda/koncepcne-dokumenty/koncepcia-vodnej-politiky-roky-2021-2030-vyhľadom-do-roku-2050.html>
- MŽP SR. (2022b). Vodný plán Slovenska. <https://www.minzp.sk/voda/vodny-plan-slovenska/>
- MŽP SR & SAŽP. (2021). Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2020. <https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/11203>
- MŽP SR & SHMÚ. (2017). 7th National Communication of the Slovak Republic on Climate Change. [https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/7nc\\_svk.pdf](https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/7nc_svk.pdf)
- MŽP SR & IEP. (2023). Lyžovačka na blate (Komentár 2023/1). Inštitút environmentálnej politiky. <https://www.minzp.sk/iep/publikacie/komentare/lyzovacka-na-blate.html>
- Nabuurs, G. J., Arets, E. J. M. M., & Schelhaas, M. J. (2017). European forests show no carbon debt, only a long parity effect. *Forest Policy and Economics*, 75, 120 – 125. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.10.009>
- Nabuurs, G.-J., Lindner, M., Verkerk, P. J., Gunia, K., Deda, P., Michalak, R., & Grassi, G. (2013). First signs of carbon sink saturation in European forest biomass. *Nature Climate Change*, 3(9), 792–796. <https://doi.org/10.1038/nclimate1853>
- Naidu, R. (1996). Contaminants and Soil Environment in the Australia – Pacific Region. In Naidu, R., Kookana, R. S., Oliver, D. P., Rogers, S., McLaughl, M. J. (Eds.), *Proceedings of the First Australia – Pacific Conference on Contaminants and Soil Environment in the Australia – Pacific Region, held in Adelaide, Australia, 18 – 23 February (1996)*. Kluwer Academic Publishers.
- NEHAP V. (2019). Akčný plán pre životné prostredie a zdravie pre obyvateľov Slovenskej republiky V. Úrad verejného zdravotníctva SR. [https://www.uvzsr.sk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3692:vlada-sr-zaiatkom-roka-2019-schvalila-novy-akny-plan-pre-ivotne-prostredie-anzdravie-obyvateov-slovenskej-republiky-tzv-nehap-v&catid=97:informacie-a-lanky](https://www.uvzsr.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=3692:vlada-sr-zaiatkom-roka-2019-schvalila-novy-akny-plan-pre-ivotne-prostredie-anzdravie-obyvateov-slovenskej-republiky-tzv-nehap-v&catid=97:informacie-a-lanky)
- OECD. (2001). *Environmental Strategy for the First Decade of the 21st Century*. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/oecdenvironmentalstrategy.htm>
- OECD. (2011). *Towards Green Growth*. <https://www.oecd.org/greengrowth/towards-green-growth-9789264111318-en.htm>
- OECD. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264122246-en>
- OECD. (2017). *Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264269064-en>
- O'Reilly, J. (2018). The Substance of Climate: Material Approaches to Nature under Environmental Change. *Climate Change* 9(6), e550. <https://doi.org/10.1002/wcc.550>
- OSN. (2015a). *Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- OSN. (2015b). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (No A/RES/70/1). <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- OSN. (2019a). *The UN Decade on ecosystem restoration 2021 – 2030*. <https://www.decadeonrestoration.org/strategy>
- OSN. (2019b). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision* (ST/ESA/SER.A/420). <https://population.un.org/wup/Publications/>
- OSN. (2021a). *The United Nations world water development report 2021: Valuing water; facts and figures*. UNESCO World Water Assessment Programme. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>
- OSN. (2021b). *Sustainable Development Report 2021: Goal 6*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/goal-06/>
- OSN. (2022a). *World Population Prospects 2022: Summary of Results* (UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3). <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>

- OSN. (2022b). *Sustainable Development Report 2022. From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond*. <https://www.sustainabledevelopment.report/reports/sustainable-development-report-2022/>
- Panagos, P., Liedekerke, M. V., Yigini, Y., & Montanarella, L. (2013). Contaminated sites in Europe: Review of the current situation based on data collected through a European Network. *Journal of Environmental and Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2013/158764>
- Payá Pérez, A., & Rodríguez Eugenio, N. (2018). *Status of local soil contamination in Europe: Revision of the indicator "Progress in the management contaminated sites in Europe"* (Report No. JRC107508). <https://doi.org/10.2760/093804>
- Peters, G., Minx, J., Weber, Ch., & Edenhoffer, O. (2011). Growth in emission transfer via international trade from 1990 to 2008. *PNAS*, 108(21), 8903 – 8908. <https://doi.org/10.1073/pnas.1006388108>
- Polláková, Š., Kubík, L., & Malý, S. (2011). *Monitoring zemědělských půd v České republice 1992-2007*. ÚKZUZ Brno.
- Považan, R., Filčák R., Chrenko, M., Mederly, P., Špulerová, J., Ivanegová, B., Kadlečík, J., Kapusta, P., Gusejnov, S., Švajda, J., Šťastný, P., Viestová, E., & Černecký, J. (2020). *Scenáře pre prírodu Slovenska. Príroda a biodiverzita Slovenska do roku 2050: Alternatívne scenáře a implikácie pre verejnú politiku* (Považan, R., & Filčák R. Eds.). Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia.
- Ramsar Convention. (2022a). *14th Meeting of the Conference of the Parties*. <https://www.ramsar.org/event/14th-meeting-of-the-conference-of-the-contracting-parties>
- Ramsar Convention (2022b). The 4th Strategic Plan 2016 – 2024, 2022 update. [https://www.ramsar.org/document-s?field\\_quick\\_search=2553](https://www.ramsar.org/document-s?field_quick_search=2553)
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., Wit, C. A. de, Hughes, T., Leeuw, S. van der, Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Rodrigues G. S. Ma T. H. Pimentel D. & Weinstein L. H. (1997). Tradescantia Bioassays as monitoring systems for environmental mutagenesis: a review. *Critical Reviews Science*, 16(4), 325 – 359. <https://doi.org/10.1080/07352689709701953>
- Rosegrant, M. W., Ringler, C., & Zhu, T. (2009). Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1), 205–222. <https://doi.org/10.1146/annurev.environment.030308.090351>
- Sabo, P., Urban, P., Malina, R., Švajda J., & Turisová I., (2020). *Úvod do systémovej ekológie I. Od environmentálnej krízy k princípom ekologickej zložitosti a organizácie ekologických systémov*. Belianum – Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.
- Sadiq, M., & Alam, I. (1996). Arsenic chemistry in groundwater aquifer from the Eastern province of Saudi Arabia. *Water, Air and Soil Pollution*, 89, 67 – 76. <https://doi.org/10.1007/BF00300422>
- Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8 – 27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718313636>
- Seebens, H., Blackburn, T., Dyer, E., ... Essl, F. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications* 8, 14435. <https://www.nature.com/articles/ncomms14435#citeas>
- SHMÚ. (2022). *Správa o emisiách 2022: Správa o emisiách skleníkových plynov za roky 1990 – 2020*. SHMÚ – OEaB. <https://oeab.shmu.sk/o-nas/dokumenty.html>
- SHMÚ & MŽP. (2021). *Report on Emission Projections – Slovak Republic 2021*. <https://oeab.shmu.sk/o-nas/dokumenty.html>
- Schipper, A. M., Hilbers, J. P., Meijer, J. R., Antão, L. H., Benítez-López, A., de Jonge, m. M. J., Leemans, L. H., Scheper, E., Alkemade, R., Doelman, J. C., Mylius, S., Stehfest, E., van Vuuren, D. P., van Zeist, W. J. & Huijbregts, M. A. J. (2019). Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4. *Global Change Biology*, 26(2), 760 – 771. <https://doi.org/10.1111/gcb.14848>
- Schulte-Uebbing, L. F., Ros, G. H., & de Vries, W. (2022). Experimental evidence shows minor contribution of nitrogen deposition to global forest carbon sequestration. *Global Change Biology*, 28(3), 899 – 917. <https://doi.org/10.1111/gcb.15960>
- Slávik, O., Den Besten, J. W., Cebecauer, T., Fulajtár, E., Hofierka, J., Horňák, M., Lehotský, M., Van der Perk, M., Wal-

ling, D. E., Wielinga, A., Zhang, Y. S. (2000). Radiocaesium redistribution in the Mochovce catchment, Slovakia. In Perk, M., et. al. (Eds.) *Spatial redistribution of radionuclides within catchments: Final Report* (pp 93 – 125). (Report No. IC15-CT98-0215). Utrecht University.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2003/2003 z 13. októbra 2003 o hnojivách. Regulations (EC) No 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 relating to fertilisers. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/2003/oj>

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 1907/2006 z 18. decembra 2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií (REACH). Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH). <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1907/2014-04-10>

Smernica Rady (EÚ) 92/43/EHS z 21. mája 1992 o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. <http://data.europa.eu/eli/dir/1992/43/oj>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2008/50/ES z 21. mája 2008 o kvalite okolitého ovzdušia a čistejšom ovzduší v Európe. Directive 2008/50/ES on ambient air quality and cleaner air for Europe. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/50/oj>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) (2008/56/EC). Directive (2008/56/EC). The EU Marine Strategy Framework [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/eu-marine-strategy-framework-directive\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/eu-marine-strategy-framework-directive_en)

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2010/75/EU z 24. novembra 2010 o priemyselných emisiách. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast). <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj>

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/2284 zo 14. decembra 2016 o znížení národných emisií určitých látok znečisťujúcich ovzdušie, ktorou sa mení smernica 2003/35/ES a zrušuje smernica 2001/81/ES. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32016L2284>

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>

Styk, J. (2007). Indication of erosive-accumulative processes intensity at using <sup>137</sup>Cs profile distribution on selected soil transect. *Journal for Agricultural Sciences*, 53(1), 23 – 30.

Šáro, Š., & Tölgýessy, J. (1985). *Rádioaktivita prírodného prostredia*. Alfa Bratislava.

ŠÚ SR. (2021). *Hlavné trendy vývoja úmrtnosti v SR*. Štatistický úrad SR.

ŠÚ SR. (2022). *Štatistická ročenka Slovenskej republiky 2022*. Štatistický úrad SR.

Tanneberger, F., Joosten, H., Moen, A., & Whinam, J. (2017). Mire and peatland conservation of Europe. In: Joosten, H., Tanneberger, F., & Moen, A. (Eds.). *Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation* (pp. 173 – 197). Schweizerbart Science Publisher.

Tessier A., Campbell P., & Bisson M. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, 51: 844 – 851. <https://doi.org/10.1021/ac50043a017>

Thurm, E., Hernández, L., Baltensweiler, A., Rasztovits, E., Bielik, K., Zlatanov, T., Hladnik, D., Balic, B., Freudenschuss, A., Büchsenmeister, R., & Falk, W. (2018). Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*, 430, 485 – 497. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.028>

Tóth, G., Hermann, T., Szatmári, G., & Pásztor, L. (2016). Maps of heavy metals in the soils of the European Union and proposed priority areas for detailed assessment. *Science of The Total Environment*, 565, 1054 – 1062. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.115>

ÚKSUP. (2023). *Aktuálne dávky živín v poľnohospodárskych pôdach* (Archív. Víglaš, 2023).

UNDESA. (2009). *International Migration Report 2009: A Global Assessment*. <https://doi.org/10.18356/09adfc9a-en>

- UNECE. (1979). *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l28162>
- UNECE. (1991). *Convention on Environmental Impact Assessment In a Transboundary Context*. <https://unece.org/more-convention>
- UNECE. (1992). *Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents*. <https://unece.org/environment-policy/industrial-accidents>
- UNEP. (1985). *The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer*. <https://ozone.unep.org/treaties/vienna-convention/vienna-convention-protection-ozone-layer>
- UNEP. (1989). *Basel Convention*. <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>
- UNEP. (2001). *The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. <http://www.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx>
- UNEP. (2013). *The Minamata Convention on Mercury*. <https://www.mercuryconvention.org/en/about>
- UNEP. (2019a). *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108627146.001>
- UNEP. (2019). Report of the conference of the parties to the convention on biological diversity on its fourteenth meeting (CBD/COP/14/14). <https://www.cbd.int/doc/c/1081/32db/e26e7d13794f5f011cc621ef/cop-14-14-en.pdf>
- UNEP. (2019b). *Global Mercury Assessment 2018*. <https://www.mercuryconvention.org/en/resources/global-mercury-assessment-2018>
- UNEP. (2021a). *Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- UNEP. (2021b). *Actions on Air Quality: A Global Summary of Policies and Programmes to Reduce Air Pollution*. <https://www.unep.org/resources/report/actions-air-quality-global-summary-policies-and-programmes-reduce-air-pollution>
- UNEP. (2022a). *Adaptation Gap Report 2022*. [https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2022?gclid=EAlaIqobChMImpifVzjx-wlV2QOLCh3dqQecEAAAYASAAEgJxpfD\\_BwE](https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2022?gclid=EAlaIqobChMImpifVzjx-wlV2QOLCh3dqQecEAAAYASAAEgJxpfD_BwE)
- UNEP. (2022b). *Pollution Action Note – Data you need to know*. [https://www.unep.org/interactive/air-pollution-note/?gclid=EAlaIqobChMIInbXJpvOq\\_AIVVZ3VCh1w2ALbEAAAYASAAEgIvLPD\\_BwE](https://www.unep.org/interactive/air-pollution-note/?gclid=EAlaIqobChMIInbXJpvOq_AIVVZ3VCh1w2ALbEAAAYASAAEgIvLPD_BwE)
- UNFCCC. (1997). *The Kyoto protocol*. [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol).
- UNFCCC. (2022). *National Inventory Report 2022 – Slovakia*. <https://unfccc.int/documents/461882>
- UNHCR. (2015). *Global Trends. Forced Displacement in 2014*. [https://www.unhcr.org/556725e69.html#\\_ga=2.61774629.803466425.1674642597-81876110.1674642597](https://www.unhcr.org/556725e69.html#_ga=2.61774629.803466425.1674642597-81876110.1674642597)
- Úrad vlády SR. (2021). *Plán obnovy – Udržateľná doprava (komponent 3)*. <https://www.planobnovy.sk/komplet-ny-plan-obnovy/zelena-ekonomika/>
- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A.-R., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Olazabal, C. & Selvaradjou, S.-K. (2004). *Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. Volume – IV. Contamination and Land Management*. Official Publications of the European Communities. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC28870>
- Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C., Biro, B., Bouma, J., Cienciala, E., Emmett, B., Frison, E., Grand, A., Hristov, L., Kriaučiūnienė, Z., Pogrzeba, M., Soussana, J., Vela, C., & Wittkowski, R. (2020). *Caring for soil is caring for life*. European Commission. <https://doi.org/10.2777/821504>
- Veltman K. Huijbregts M. A. J. Vijver M. G. Peijnenburg W. J. G. M. Hobbelen P. H. F. Koolhaas J. E. Van Gestel C. A. M. Van Vliet P. C. J., & Hendriks A. J. (2007). Metal accumulation in the earthworm *Lumbricus rubellus*. Model predictions compared to field data. *Environmental Pollution*, 146, 428 – 436. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.06.033>
- Vladár, M. (1991). Committed effective dose equivalent in Slovakia due to dietary intake of <sup>134,137</sup>Cs after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Jaderná energie* 37(2), 54 – 63.
- Vyhľadka č. 53/2004 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu palív a vedenie evidencie o palivách. <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2004/53/20040215.html>



Vyhláška č. 410/2012 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú a ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší. <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2012/410/>

Vyhláška MPRV SR č. 59/2013 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z. v znení neskorších predpisov.

Wada Y. et al. 2016. Modeling global water use for the 21st century: the water futures and solutions (WFaS) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development*, 9(1), 175-222. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016>

Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., Staal, A., Jaramillo, F., Dahlmann, H., Singh, C., Greve, P., Gerten, D., Keys, P. W., Gleeson, T., Cornell, S. E., Steffen, W., Bai, X., & Rockström, J. (2022). A planetary boundary for green water. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(6), Article 6. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>

WEF. (2016). *World Economic Forum. The New Plastics Economy*. <https://www.weforum.org/press/2016/01/more-plastic-than-fish-in-the-ocean-by-2050-report-offers-blueprint-for-change/>

WEF. (2022). *World Economic Forum. Global Risks Report 2022*. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022/>

Wilcke, W., Kobza, J., Nestroy, O., & Zech, W. (1995). *Microscale heterogeneity of heavy metals and PAHs in contaminated Slovak soils*. Vedecké práce VÚPÚ Bratislava.

Wilcke, W., Krauss, M., & Kobza, J. (2005). Concentrations and forms of heavy metals in Slovak soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(5), 676 – 686. <https://doi.org/10.1002/jpln.200521811>

Wilcke, W., Zech, W., & Kobza, J. (1996). PAH-pools in soils along a PAH-deposition gradient. *Environmental Pollution*, 92(3), 307 – 313. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(95\)00110-7](https://doi.org/10.1016/0269-7491(95)00110-7)

WWF. (2020). *Living Planet Report 2020 – Bending the curve of biodiversity loss*. WWF. <https://www.worldwildlife.org/publications/living-planet-report-2020>

Yong, R.N., Mohamed, A. M. O., & Warkentin, B. (1992). *Principles Contaminant Transport in soils*. Elsevier.

Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy.

Zeien, H., & Bruemmer, G.W. (1991). Ermittlung der Mobilität und Bindungsformen von Schwermetallen in Böden mittels sequentieller Extraktionen. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 66(1), 439–442.

Zlocha, J. (1997). *Územná štúdia Slovenska*. Slovenský hydrometeorologický ústav.

## Internetové zdroje

Bruyninckx, H. (2022.09.16). *Summer 2022: Living in a state of multiple crises*. EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/newsroom/editorial/summer-2022-living-in-a-state-of-multiple-crises>

Copernicus. (2023.09.08). *2022 saw record temperatures in Europe and across the world*. Global climate change highlights. <https://climate.copernicus.eu/copernicus-summer-2022-europes-hottest-record>

EC. (2023.03.28). *'Fit for 55': Council adopts regulation on CO<sub>2</sub> emissions for new cars and vans*. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/03/28/fit-for-55-council-adopts-regulation-on-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>

Enviroportal (2022.12.18). *Kľúčové indikátory životného prostredia*. <https://www.enviroportal.sk/indicator/101?langversion=sk>

Enviroportal (2023.01.20). *Priemerná spotreba vody v domácnostiach*. <https://www.enviroportal.sk/envidat/1602/priemerna-spotreba-vody-v-domacnostiach>

Euronews. (2023.05.12). *Europe's drought could be the worst in 500 years, warns researcher*. <https://www.euronews.com/my-europe/2022/08/10/europes-drought-could-be-the-worst-in-500-years-warns-researcher>

ESDAC (2023.04.17). *European Soil Data Centre*. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

Eurostat (2022.11.29). <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>

- Eurostat (2023.04.26). *Energy statistics – an overview*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_statistics\\_-\\_an\\_overview#Energy\\_intensity](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Energy_intensity)
- Lapin, M. (2015). *Meteorológia a klimatológia – Klimatologické grafy*. <http://www.milanlapin.estranky.sk/fotoalbum/klimatologicke-grafy/>
- Markovič, L. (2023.01.13). *Potvrdilo sa, že posledných osem rokov predstavuje osem globálne najteplejších rokov v histórii meraní*. SHMÚ. <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1301>
- MPRV SR. (2022.09.28). *Zvýšený dopyt občanov po palivovom dreve LESY SR, š. p., zvládajú naplňať*. <https://www.mpsr.sk/zvyseny-dopyt-obcanov-po-palivovom-dreve-lesy-sr-s-p-zvladaju-naplnat/52---18334/>
- NOAA. (2022.06.03). *Carbon dioxide now more than 50 higher than pre-industrial levels*. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>
- NOAA. (2023.05.10). *Carbon Cycle Greenhouse Gases*. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- NPPC-VÚPOP. (2023.04.17). *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy*. <https://www.vupop.sk/>
- OSN. (2023.01.20). *Millenium goals*. <https://www.un.org/millenniumgoals/envIRON.shtml>
- Otto, B., & Schleifer, L. (2020). *Domestic Water Use Grew 600% Over the Past 50 Years*. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/domestic-water-use-grew-600-over-past-50-years>
- Pecho J., Markovič L., Faško, P., Madara, M. (2018. 06. 08). *Výdatnosť atmosférických zrážok na Slovensku sa zvyšuje*. SHMÚ. <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=932i>
- Rada EÚ. (2023). *Fit for 55'*. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- Ritchie H., & Roser M., (2017). *Water use and stress*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- Roser M., & Ritchie H. (2021). *Population Boom: Charting How We Got to Nearly 8 Billion People*. Our World in Data. <https://www.visualcapitalist.com/cp/population-boom-charting-nearly-8-billion-people/>
- SHMÚ-OEaB. (2023.05.02). *Celkové emisie skleníkových plynov a znečisťujúcich látok na Slovensku*. SHMÚ– odbor emisií a biopalív. <https://oeab.shmu.sk/emisie/celkove/trendy.html>
- Svetová banka. (2023). *Annual freshwater withdrawals*. World Bank <https://datacatalog.worldbank.org/indicator/3e7b27df-bdce-eb11-bacc-000d3a596ff0/Annual-freshwater-withdrawals--total--billion-cubic-meters->
- Štokholmské centrum pre výskum odolnosti. (2023.05.10). *Planetary boundaries*. Stockholm Resilience Centre. Stockholm University. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- UNFCCC (2023.04.25). *The Rio conventions*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-rio-convention-s#The-Rio-Conventions-and-sustainable-development>
- Voda-portal. (2023.01.20). *Namiesto riešenia situácie na rieke Slaná robia nezmyselné personálne zmeny, kritizuje SaS vládu*. <https://www.voda-portal.sk/Dokument/personalne-zmeny-rudne-bane-rieka-slaná-znecistenie-101832.aspx>
- WMO. (2022.05.09). *World meteorological update: 50:50 chance of global temperature temporarily reaching 1.5°C threshold in next five years*. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-update-5050-chance-of-global-temperature-temporarily-reaching-15C-threshold>

# Zoznam použitých skratiek, tabuliek, obrázkov, grafov a rámčiek

## Skratky použité v dokumente

CBD – Dohovor o biologickej biodiverzite

CR – kriticky ohrozený

EEA – Európska environmentálna agentúra – European Environment Agency

EC – European Commission

EK – Európska komisia

EN – ohrozený

EŠIF – Európsky štrukturálny a investičný fond

EÚ – Európska únia, EU – European Union

GBF – Global Biodiversity Framework

GHG – greenhouse gases, skleníkové plyny

GMT – globálne megatrendy

IPBES – The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IUCN – International Union for Conservation of Nature

LULUCF – Land Use, Land-Use Change and Forestry

MH SR – Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky

MIRRI SR – Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a informatizácie Slovenskej republiky

MPRV SR – Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky

MŽP SR – Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky  
NAS – Národná adaptačná stratégia  
NAP – Národný adaptačný plán  
NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration  
NPPC-VÚPOP – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Národného potravinového a poľnohospodárskeho centra  
OSN – Organizácia Spojených národov  
OZE – obnoviteľné zdroje energie  
PAU – polycyklické aromatické uhľovodíky  
PHÚ – plán hlavných úloh  
RSV – Rámcová smernica o vode  
SAV – Slovenská akadémia vied  
SAŽP – Slovenská agentúra životného prostredia  
SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav  
SHMÚ-OEaB – Slovenský hydrometeorologický ústav – odbor emisie a biopalivá  
SR – Slovenská republika  
ÚKSUP – Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky  
UNEP – Environmentálny program OSN  
UNFCCC – Rámcový dohovor OSN o zmene klímy  
USA – Spojené štáty americké  
VU – zraniteľný  
WEF – Svetové ekonomické fórum  
WTO – Svetová obchodná organizácia  
WHO – Svetová zdravotnícka organizácia  
WMO – Svetové meteorologické observatórium  
WWF – World Wildlife Fund

## Tabuľky

**Tabuľka 1** Závazky znižovania emisií (%) podľa smernice NEC pre Slovenskú republiku v porovnaní s východiskovým rokom 2005.

**Tabuľka 2** Priemerné ( $\pm$  smerodajná odchýlka,  $n = 318$ ) koncentrácie rizikových prvkov v poľnohospodárskych pôdach SR.

**Tabuľka 3** Priemerný obsah rizikových prvkov (výluh lúčavky kráľovskej) v povrchovom horizonte podľa pôdných typov v rámci monitorovacej siete na Slovensku (*Obr. 9*).

**Tabuľka 4** Priemerné koncentrácie ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) v jednotlivých pôdných typoch poľnohospodárskych pôd v rámci monitorovacej siete na Slovenska (*Obr. 9*). Skratky LM + PG sú Luvizem a Pseudoglej, KMP + PZ Kambizem podzolová a Podzol.

**Tabuľka 5** Koncentrácie ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) PAU v ornici vybraných monitorovacích lokalít poľnohospodárskych pôd SR. Nadlimitné hodnoty sú vyznačené tučným písmom.

# Obrázky

Obr. 1 Jedenásť hlavných globálnych identifikovaných megatrendov a ich prepojenie s prírodnými zdrojmi (materiály, potraviny, voda, energia, ekosystémy) (EEA, 2015a).

Obr. 2 Klastre hnacích síl zmien (EEA, 2020).

Obr. 3 Koncept planetárnych hraníc (Rockström et al., 2009) predstavujúcich „bezpečný priestor“, v rámci ktorého vie ľudstvo naďalej pôsobiť bez toho, aby došlo k nezvratným zmenám. Spracoval Lokrantz/Azote ([Štokholmské centrum pre výskum odolnosti](#), 2023) na základe analýzy Steffen et al. (2015).

Obr. 4 Aktualizované planetárne hranice. Spracoval Azote ([Štokholmské centrum pre výskum odolnosti](#), 2023) na základe analýzy Wang-Erlandsson et al. (2022).

Obr. 5 Dosaiahnutie pozitívnej vízie v roku 2050 vo svetle súčasných negatívnych trendov znamená „ohnutie krivky“ straty biodiverzity (CBD, 2018).

Obr. 6 Porovnanie podielu mestského obyvateľstva EÚ vystaveného nadlimitným koncentráciám látok znečisťujúcich ovzdušie podľa normy EÚ (vľavo) a prísnejšieho usmernenia WHO (vpravo) v roku 2020 (EEA, 2023).

Obr. 7 Kľúčové hnacie sily a ich vzájomné väzby ovplyvňujúce prirodzený obeh vody (upravené podľa Gallopín, 2012).

Obr. 8 Model vzájomných väzieb faktorov zdrojov a dostupnosti vody (spracované podľa Döll et al., 2003).

Obr. 9 Monitorovacia sieť poľnohospodárskych pôd a pôd nad hornou hranicou lesa na Slovensku presne definovaná v súradnicovom systéme WGS 84.

Obr. 10 Hygienický stav poľnohospodárskych pôd Slovenska v roku 2007 v rámci 4. monitorovacieho cyklu (2007 – 2012, NPPC-VÚPOP).

Obr. 11 Potenciál imobilizácie Cd v pôdach Slovenska.

Obr. 12 Potenciál imobilizácie Pb v pôdach Slovenska.

Obr. 13 Spustnutá a nevyužívaná pôda v Žiarskej kotline, kde kontaminácia spôsobila deštrukciu pôdy. V tomto prípade je kontaminácia pozorovateľná vizuálne ako plochy bez vegetácie a na priloženom obrázku je znázornený pôdny profil Fluvizeme glejovej var. kontaminovanej, alkalickej.

Obr. 14 Aktivita  $^{137}\text{Cs}$  ( $\pm$  chyba merania, Bq kg<sup>-1</sup>) na vybraných lokalitách Slovenska v roku 1986 po výbuchu atómovej elektrárne v Černobyle.

# Grafy

Graf 1 Projekcia potrebných trendov pre splnenie cieľov EÚ do roku 2030 a 2050 (upravené podľa EEA, 2022a).

Graf 2 Percentuálna zmena v emisiách skleníkových plynov krajín EÚ v roku 2020 oproti základnému roku 1990 ([Eurostat, 2022](#)).

Graf 3 Podiel produkcie emisií skleníkových plynov na obyvateľa za rok 2020 (v tonách CO<sub>2</sub> ekvivalentu, všetky údaje z databáz [Eurostat](#)).

Graf 4 Porovnanie emisií CO<sub>2</sub> s HDP (ľavá y-ová os) a index uhlíkovej intenzity (emisie/HDP, pravá y-ová os) v rokoch 1995 – 2020 a tzv. „decoupling“ efekt na základe ročných národných účtov (základný rok 2015, údaje za rok 2020 sú predbežné, [UNFCCC, 2022](#)).

Graf 5 Percentuálny pokles emisií skleníkových plynov v Slovenskej republike za obdobie 1990 – 2020. Rok 1990 predstavuje hodnotu 100 % (údaje z databáz [Eurostat, 2022](#)).

Graf 6 Agregované celkové emisie skleníkových plynov za obdobie 1990 – 2020 v tisíckach ton CO<sub>2</sub> ekvivalentu (Gg) bez započítania záchytov v sektore LULUCF (Enviroportal, 2022; [SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

Graf 7 Agregované celkové emisie skleníkových plynov za obdobie 1990 – 2020 podľa sektorov, vrátane LULUCF, v tisíckach ton (Gg) CO<sub>2</sub> ekvivalentu ([Enviroportal, 2022; SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

**Graf 8** Trendy v emisiách do ovzdušia v porovnaní s GDP v rámci EÚ-27 vyjadrené ako percentuálne rozdiely v porovnaní s rokom 2005 (EEA, 2022d).

**Graf 9** Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách tuhých častíc PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v Slovenskej republike za rok 2020 (Enviroportal, 2022).

**Graf 10** Vývoj emisií prachových častíc PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> (kt) od roku 1990 v SR ([SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

**Graf 11** Vývoj celkových emisií SO<sub>2</sub> (kt) od roku 1990 v SR ([SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

**Graf 12** Vývoj celkových emisií NO<sub>x</sub> (kt) od roku 1990 v SR ([SHMÚ-OEaB, 2023](#)).

**Graf 13** [Podiel jednotlivých sektorov](#) na celkových emisiách NO<sub>x</sub> v Slovenskej republike za rok 2020 (Enviroportal, 2022).

**Graf 14** Vývoj a tempo rastu globálnej populácie (upravené podľa [Roser & Ritchie 2021](#)).

**Graf 15** Relatívne porovnanie napojenosti obyvateľstva európskych krajín na verejné vodovody ([Eurostat, 2022](#)).

**Graf 16** Vývoj globálnych ročných odberov vody (v miliardách m<sup>3</sup>, upravené podľa [Ritchie & Roser, 2017](#), Our World in Data).

**Graf 17** Odber vody podľa sektorov (v miliardách m<sup>3</sup>/rok, spracované podľa Otto & Schleifer, 2020, World Resources Institute, Aqueduct).

**Graf 18** Percentuálny nárast spotreby vody podľa sektorov (spracované podľa Otto & Schleifer, 2020, World Resources Institute, Aqueduct).

**Graf 19** Vývoj spotreby vody v domácnostiach na Slovensku od roku 1990 ([Enviroportal, 2023](#)).

**Graf 20** Počet nástrojov členských krajín EÚ a ich dopad na kontamináciu pôdy (upravené podľa Frelif-Larsen et al., 2016).

**Graf 21** Trendy vo vývoji emisií (t rok<sup>-1</sup>) a koncentrácií (vodorozpustného) fluóru v pôde (mg kg<sup>-1</sup>) v okolí hlinikárne v k. ú. Horné Opatovce v Žiarskej kotline. Limitná hodnota pre koncentrácie vo vode rozpustného fluóru 5 mg kg<sup>-1</sup> pôdy je zobrazená červenou farbou.

## Rámčeky

Rámček 1: Skleníkový efekt

Rámček 2: Čo je klimatická (uhlíková) neutralita?

Rámček 3: Bilancia skleníkových plynov

Rámček 4: Globálny vodný cyklus a jeho bilancia

Rámček 5: Koncepcia vodnej politiky do roku 2030 s výhľadom ro roku 2050

Rámček 6: Znečistenie podľa zdroja

Rámček 7: Rizikové prvky

Rámček 8: Kategórie kontaminantov najviac znečisťujúce pôdu v krajinách EÚ

Rámček 9: Využitie bioindikátorov a biomarkerov pri hodnotení pôdnej toxicity

Rámček 10: Sektory a aktivity najviac prispievajúce (%) ku kontaminácii pôdy v krajinách EÚ

Rámček 11: Potenciálne zdroje znečistenia

# Prílohy

## Príloha 1.

### Nepriame fyzické hnacie sily identifikované na národnej úrovni

Na národnej úrovni, autori Sabo et al. (2020), sa rozlišujú tieto nepriame fyzické hnacie sily:

- **Veľkosť a rast ľudskej populácie:** globálne populácia narastá, avšak v Európe fertilita klesla až na 1,5 dieťaťa na ženu, čo je silne pod prahom reprodukcie populácie (2,1). Toto je sprevádzané aj starnutím obyvateľstva so zvýšenými nárokmi na zdravotníctvo a dôchodkové systémy. Rozdielne demografické trendy a hlboké rozdiely v životnej úrovni obyvateľstva v kombinácii s postupujúcou zmenou klímy s vysokou pravdepodobnosťou povedú k vysokej migrácii z Afriky a Ázie do Európy.
- **Rýchla urbanizácia:** vo svete už v súčasnosti žije väčšina obyvateľstva v mestách na úkor vidieka a tento trend bude pokračovať aj v budúcnosti. K hlavným príčinám patrí migrácia ľudí z vidieka do miest s vidinou ekonomických príležitostí v meste. Týmto sa síce v mestách šetrí priestor krajiny (väčšia hustota obyvateľstva na jednotku plochy), avšak veľké urbánne aglomerácie sú náročné na spotrebu materiálov aj energie.
- **Rast spotreby materiálov a energie:** svetová ekonomika neustále (až exponenciálne) rastie, s čím súvisí roztáčajúca sa špirála rastúcej spotreby, čerpania prírodných zdrojov a environmentálnej záťaže krajiny. Dobrou správou je klesajúca intenzita ťažby materiálov na jednotku plochy, avšak rast ľudskej populácie a zvyšovanie životnej úrovne spôsobujú rast spotreby materiálov na globálnej úrovni.
- **Život na ekologický dlh:** ide o rozpor medzi biokapacitou prostredia a ekologickou stopou ľudstva. Ekologická stopa vyjadruje rozlohu krajiny v tzv. globálnych hektároch (gha), ktorú jedinec alebo spoločnosť (štát) potrebuje na získanie ňou spotrebúvaných prírodných zdrojov a na absorpciu všetkých ňou produkovaných odpadov. Biokapacita Zeme je v súčasnosti omnoho menšia ako globálna ekologická stopa. Tento rozdiel predstavuje tzv. ekologický dlh, ktorý budú musieť splatiť budúce generácie.
- **Rastúca príjmová a majetková asymetria:** majetkové aj príjmové rozdiely sa každoročne prehlbujú, čo vedie k strate dôvery a nádejí pre miliardy chudobných a nepriamo podporuje patologické javy spoločnosti ako rozvoj zločinnosti a nárast terorizmu.
- **Neadekvátne ekonomické idey a politiky:** z hľadiska obmedzených zdrojov je idea nekonečného ekonomického rastu nemožná. Ekonomický ideál aspoň 3 % ročného ekonomického rastu znamená, že HDP sa každých 26 rokov zdvojnásobí, čo sprevádza aj rast materiálovej spotreby a produkcie odpadov. Dobrou správou je, že v EÚ už viazanosť HDP na materiálovú spotrebu klesá (tzv. decoupling), úplne ho však nemožno odbúrať od spotreby.

- **Chýbajúce globálne environmentálne inštitúcie:** v kontexte globálnej environmentálnej krízy stále chýbajú environmentálne inštitúcie na globálnej úrovni vyvažujúce vplyv ekonomických globálnych inštitúcií ako Svetová obchodná organizácia alebo Svetová banka. Tie presadzujú aj také rozvojové projekty, ktoré idú na úkor ekologických a sociálnych limitov.
- **Dvojaká tvár technológií:** okrem nesporných výhod technologického pokroku existuje aj riziko vytvárania existenciálnych hrozieb obrovských síl, ktoré nemusíme zvládnuť (napr. umelá inteligencia, zbrane hromadného ničenia, niektoré nanomateriály, geneticky modifikované organizmy či syntetická biológia).
- **Nedostatočná reflexia ekologickej zložitosti:** vysoká zložitosť živých a život udržujúcich systémov spôsobuje, že správanie jedincov, populácií, spoločenstiev a ekosystémov je nelineárne, čo spôsobuje ťažkosti pri predpovedaní ďalšieho vývoja. Narušenia týchto systémov sa môžu vzájomne zosilňovať, napr. v prípade úbytku biodiverzity úbytok prírodných a poloprírodných biotopov súčasne znamená aj úbytok prirodzených absorbérov CO<sub>2</sub>.
- **Rast konzumu a nízka environmentálna etika:** konzumná orientácia spoločnosti redukuje hodnotu človeka a krajiny iba na nástroj tvorby zisku, čím rastie aj odcudzenie jednotlivca ku krajine. Rastie preto význam environmentálnej etiky ako súboru zásad, pravidiel a ašpirácií, ktoré by sme mali dodržiavať vo vzťahu k mimoludskému svetu.





## Príloha 2.

# Ciele Globálneho rámca pre biodiverzitu z Kchun-mingu a Montrealu

Rámec má 23 akčne orientovaných globálnych cieľov pre naliehavé opatrenia v priebehu desaťročia do roku 2030. Opatrenia stanovené v každom ciele musia byť iniciované okamžite a dokončené do roku 2030. Opatrenia na dosiahnutie týchto cieľov by sa mali vykonávať dôsledne a v súlade s Dohovorom o biologickej diverzite a jeho protokolmi a inými príslušnými medzinárodnými záväzkami, berúc do úvahy vnútroštátne okolnosti, priority a sociálno-ekonomické podmienky. Rozdelené sú do týchto kategórií:

1. *Zníženie hrozieb pre biodiverzitu,*
2. *Uspokojovanie potrieb človeka prostredníctvom udržateľného využívania a zdieľania prínosov,*
3. *Nástroje a riešenia na implementáciu a mainstreaming.*

### 1. Zníženie hrozieb pre biodiverzitu

**CIEL 1** Zabezpečiť, aby všetky oblasti podliehali participatívne integrovanému priestorovému plánovaniu vrátane biodiverzity a/alebo efektívnym procesom riadenia, ktoré riešia zmeny vo využívaní pevniny a morí, aby sa strata území s vysokým významom pre biodiverzitu vrátane ekosystémov s vysokou ekologickou integritou do roku 2030 priblížila k nule. Rešpektovanie práv pôvodného obyvateľstva a miestnych komunit.

**CIEL 2** Zabezpečiť, aby do roku 2030 prešlo účinnou obnovou aspoň 30 percent oblastí degradovaných suchozemských, vnútrozemských vodných a pobrežných a morských ekosystémov s cieľom posilniť biodiverzitu, ekosystémové funkcie a služby, ekologickú integritu a prepojenosť.

**CIEL 3** Zabezpečiť a umožniť, aby sa do roku 2030 aspoň 30 percent suchozemských, vnútrozemských vôd a pobrežných a morských území, najmä území mimoriadneho významu pre biodiverzitu a ekosystémové funkcie a služby, účinne chránilo a spravovalo prostredníctvom ekologicky reprezentatívnych, dobre prepojených a spravodlivo riadených systémov chránených území a iné účinné ochranné opatrenia založené na územiach, ktoré uznávajú pôvodné a tradičné územia, ak je to vhodné, a sú začlenené do širšej krajiny, morských území a oceánov a zároveň zabezpečujú, že akékoľvek udržateľné využívanie, ak je to vhodné, bude v takýchto územiach plne v súlade s výsledkami ochrany, uznávaním a rešpektovaním práv pôvodných obyvateľov a miestnych komunit, a to aj na ich tradičných územiach.

**CIEL 4** Zabezpečiť naliehavé riadiace opatrenia na zastavenie človekom spôsobeného vymierania ohrozených druhov a na obnovu a ochranu druhov, najmä ohrozených, s cieľom výrazne znížiť riziko vyhynutia, ako aj zachovať a obnoviť genetickú diverzitu v rámci pôvodných populácií a medzi nimi, voľne žijúcich a domestikovaných druhov, aby si zachovali svoj adaptačný potenciál, a to aj prostredníctvom ochrany in situ a ex situ a udržateľných riadiacich postupov, a účinne riadili interakcie medzi ľuďmi a voľne žijúcimi živočíchmi, aby sa minimalizoval konflikt medzi človekom a voľne žijúcimi živočíchmi v zmysle zabezpečenia ich koexistencie.

**CIEL 5** Zabezpečiť, aby využívanie, zber a obchodovanie s voľne žijúcimi druhmi bolo udržateľné, bezpečné a legálne, aby sa zabránilo nadmernému využívaniu, minimalizovali sa vplyvy na necieľové druhy a ekosystémy a znížilo sa riziko rozšírenia patogénov, a to uplatňovaním ekosystémového prístupu a zároveň rešpektovaním udržateľnej miery ich využívania domorodými obyvateľmi a miestnymi komunitami.

**CIEL 6** Eliminovať, minimalizovať, znižovať alebo zmierňovať vplyvy invázných druhov na biodiverzitu a ekosystémové služby identifikáciou a reguláciou dráh šírenia cudzích druhov, predchádzaním ich šírenia a etablovaním prioritných invázných druhov, znižovaním miery šírenia potenciálnych invázných druhov aspoň o 50 percent do roku 2030, eradikáciou alebo kontrolou invázných druhov, najmä v prioritných lokalitách, ako sú napr. ostrovy.

**CIEL 7** Znížiť riziká znečistenia a negatívny vplyv znečistenia zo všetkých zdrojov do roku 2030 na úrovne, ktoré nie sú škodlivé pre biodiverzitu a ekosystémové funkcie a služby, berúc do úvahy kumulatívne účinky vrátane zníženia nadbytočných živín do životného prostredia aspoň o polovicu, a to aj prostredníctvom efektívnejšieho kolobehu a využívania živín; zníženia celkového rizika vyplývajúceho z pesticídov a vysoko nebezpečných chemikálií aspoň o polovicu, a to aj prostredníctvom integrovanej ochrany proti škodcom na základe vedeckých poznatkov, pričom sa zohľadní potravinová bezpečnosť a živobytie a tiež prevencia, znižovanie a odstraňovanie plastového znečistenia.

**CIEL 8** Minimalizovať vplyv zmeny klímy a acidifikácie oceánov na biodiverzitu a zvýšiť jej odolnosť prostredníctvom opatrení na zmiernenie, prispôbenie a zníženie rizika katastrof, a to aj prostredníctvom riešení založených na prírode a/alebo prístupoch založených na ekosystémoch, a zároveň minimalizovať negatívne a podporiť pozitívne vplyvy opatrení v oblasti klímy o biodiverzite.

## **2. Uspokojovanie potrieb človeka prostredníctvom udržateľného využívania a zdieľania prínosov**

**CIEL 9** Zabezpečiť, aby manažment a využívanie voľne žijúcich druhov boli udržateľné, a tým poskytovali sociálne, ekonomické a environmentálne úžitky pre ľudí, najmä v zraniteľných situáciách a pre tých, ktorí sú najviac závislí od biodiverzity, prostredníctvom udržateľných činností, produktov a služieb zohľadňujúcich biodiverzitu, ktoré zvyšujú biodiverzitu, a ochranu a podporu tradičného udržateľného využívania pôvodnými obyvateľmi a miestnymi komunitami.

**CIEL 10** Zabezpečiť, aby sa územia v poľnohospodárstve, akvakultúre, rybnom hospodárstve a lesnom hospodárstve spravovali udržateľným spôsobom, najmä prostredníctvom udržateľného využívania biodiverzity, a to aj prostredníctvom výrazného zvýšenia uplatňovania postupov priaznivých pre biodiverzitu, ako je udržateľná intenzifikácia, agroekologické a iné inovatívne prístupy prispievajúce k odolnosti a dlhodobej efektívnosti a produktivite týchto výrobných systémov a potravinovej bezpečnosti, zachovaniu a obnove biodiverzity a zachovaniu prínosu prírody pre ľudí vrátane funkcií a služieb ekosystémov.

**CIEL 11** Obnoviť, udržať a posilniť prínos prírody pre ľudí, vrátane ekosystémových funkcií a služieb, ako je regulácia vzduchu, vody a klímy, zdravie pôdy, opelenie a zníženie rizika chorôb, ako aj ochrana pred prírodnými nebezpečenstvami a katastrofami. Riešenia a/alebo prístupy založené na ekosystémoch v prospech všetkých ľudí a prírody.

**CIEL 12** Udržateľným spôsobom zväčšiť výmeru, kvalitu a prepojenosť zelených a modrých plôch v mestských a husto obývaných oblastiach, ako aj ich prístup k nim a výhody z nich, a to začlenením ochrany a udržateľného využívania biodiverzity a zabezpečiť mestské plánovanie zahŕňajúce biodiverzitu, čím sa posilní prirodzená biodiverzita, ekologická prepojenosť a integrita a zlepšenie ľudského zdravia a kvality života, spojenie s prírodou a prispeje k inkluzívnej a udržateľnej urbanizácii a poskytovaniu funkcií a služieb ekosystému.

**CIEL 13** Prijatť podľa potreby účinné právne, politické, administratívne opatrenia a opatrenia na budovanie kapacít na všetkých úrovniach, aby sa zabezpečilo spravodlivé zdieľanie úžitkov, ktoré vyplývajú z využívania genetických zdrojov a z digitálnych sekvenčných informácií o genetických zdrojoch, ako aj z tradičných znalostí spojených s genetickými zdrojmi a uľahčenie vhodného prístupu ku genetickým zdrojom. Do roku 2030 docieľiť výrazné zvýšenie spoločných úžitkov v súlade s platnými medzinárodnými nástrojmi v zmysle prístupu a zdieľania prínosov.

## **3. Nástroje a riešenia na implementáciu a mainstreaming**

**CIEL 14** Zabezpečiť plnú integráciu biodiverzity a jej rozmanitých hodnôt do politík, predpisov, plánovacích a rozvojových procesov, stratégií odstraňovania chudoby, strategických environmentálnych hodnotení, hodnotení vplyvov na životné prostredie a podľa potreby národného účtovníctva na všetkých úrovniach riadenia a vo všetkých sektoroch, najmä tých, ktoré majú významný vplyv na biodiverzitu, pričom sa postupne zosúladujú všetky príslušné verejné a súkromné činnosti, fiškálne a finančné toky s cieľmi a zámermi tohto rámca.

**CIEL 15** Prijatť právne, administratívne alebo politické opatrenia na podporu a tvorbu podnikateľských príležitostí a najmä zabezpečiť, aby veľké a nadnárodné spoločnosti a finančné inštitúcie: a) pravidelne monitorovali, posudzovali a transparentne zverejňovali svoje riziká, závislosti a vplyvy na biodiverzitu, a to aj s požiadavkami pre všetky veľké, ako aj nadnárodné spoločnosti a finančné inštitúcie v rámci ich operácií, dodávateľských a hodnotových reťazcov a portfólií; (b) poskytovali spotrebiteľom informácie potrebné na podporu modelov udržateľnej spotreby; (c) podávali správy o dodržiavaní predpisov a opatrení týkajúcich sa prístupu a spoločného využívania úžitkov; s cieľom postupne znižovať negatívne vplyvy na biodiverzitu, zvyšovať pozitívne vplyvy, znižovať riziká súvisiace s biodiverzitou pre podniky a finančné inštitúcie a podporovať opatrenia na zabezpečenie udržateľných modelov výroby.

**CIEL 16** Zabezpečiť, aby ľudia boli povzbudzovaní a bolo im umožnené rozhodovať sa pre udržateľnú spotrebu, a to aj vytvorením podpornej politiky, legislatívnych alebo regulačných rámcov, zlepšením vzdelávania a prístupu k relevantným a presným informáciám a alternatívam, a do roku 2030 spravodlivým spôsobom znížiť celosvetovú stopu spotreby vrátane zníženia globálneho potravinového odpadu o polovicu, výrazného zníženia nadmernej spotreby a podstatného zníženia tvorby odpadu, aby sa všetkým ľuďom žilo dobre a v harmónii s Matkou Zem.

**CIEĽ 17** Zriadiť či posilniť kapacity a implementovať vo všetkých krajinách opatrenia biologickej bezpečnosti, ako je uvedené v článku 8 písm. g) Dohovoru o biologickej diverzite, a opatrenia na nakladanie s biotechnológiami a distribúciu ich prínosov, ako je stanovené v článku 19.

**CIEĽ 18** Identifikovať do roku 2025 a eliminovať, postupne zrušiť alebo reformovať stimuly vrátane dotácií, ktoré poškodzujú biodiverzitu, primeraným, spravodlivým a účinným spôsobom a zároveň ich podstatne a postupne znižovať o najmenej 500 miliárd USD ročne do 2030, počnúc najškodlivejšími stimulmi, a zvýšiť pozitívne stimuly na ochranu a udržateľné využívanie biodiverzity.

**CIEĽ 19** Podstatne a postupne zvyšovať úroveň finančných zdrojov účinným, včasným a ľahko dostupným spôsobom vrátane domácich, medzinárodných, verejných a súkromných zdrojov, v súlade s článkom 20 Dohovoru na implementáciu národných stratégií a akčných plánov v oblasti biodiverzity. Do roku 2030 mobilizovať najmenej 200 miliárd USD ročne vrátane:

- zvýšenia celkových medzinárodných finančných zdrojov súvisiacich s biodiverzitou od rozvinutých krajín vrátane oficiálnej rozvojovej pomoci a od krajín, ktoré dobrovoľne prevzmu záväzky zmluvných strán rozvinutých krajín voči rozvojovým krajinám, najmä najmenej rozvinutým krajinám a malým ostrovným rozvojovým štátom, ako aj v krajinách s transformujúcou sa ekonomikou na aspoň 20 miliárd USD ročne do roku 2025 a aspoň na 30 miliárd USD ročne do roku 2030;
- výrazného zvýšenia mobilizácie domácich zdrojov uľahčením prípravy a implementácie národných plánov financovania biodiverzity alebo podobných nástrojov podľa národných potrieb, priorít a okolností;
- využitia súkromných financií, podpory zmiešaného financovania, implementácie stratégií na získavanie nových a dodatočných zdrojov a podnecovanie súkromného sektora na investovanie do biodiverzity, a to aj prostredníctvom dopadových fondov a iných nástrojov;
- stimulácie inovačných schém, ako sú platby za ekosystémové služby, zelené dlhopisy, kompenzácie a kredity za biodiverzitu, mechanizmy zdieľania prínosov s environmentálnymi a sociálnymi zárukami;
- optimalizácie vedľajších prínosov a synergií financií zameraných na biodiverzitu a klimatickú krízu;
- posilnenia úlohy kolektívnych akcií, a to aj zo strany pôvodného obyvateľstva a miestnych komunít, akcií zameraných na Matku Zem a netrhovými prístupov vrátane komunitného riadenia prírodných zdrojov a spolupráce a solidarity občianskej spoločnosti zameranej na zachovanie biodiverzity;
- zvýšenia účinnosti, efektívnosti a transparentnosti poskytovania a využívania zdrojov.

**CIEĽ 20** Posilniť budovanie kapacít a rozvoj, prístup k technológiám a ich prenos a podporovať rozvoj a prístup k inováciám a technickej a vedeckej spolupráci, a to aj prostredníctvom spolupráce juh-juh, sever-juh a trojstrannej spolupráce, aby sa splnili potreby efektívnej implementácie, najmä v rozvojových krajinách, podporovaním spoločného technologického rozvoja a spoločných vedeckých výskumných programov na ochranu a udržateľné využívanie biodiverzity a posilňovaním vedeckých výskumných a monitorovacích kapacít, úmerne s ambíciami cieľov a zámerov rámca.

**CIEĽ 21** Zabezpečiť prístup k najlepším dostupným údajom, informáciám a znalostiam pre tých, ktorí prijímajú rozhodnutia odborníkov z praxe, a verejnosť, s cieľom viesť efektívne a spravodlivé riadenie, integrované a participatívne spravovanie biodiverzity a posilnenie komunikácie, zvyšovanie povedomia, vzdelávanie, monitorovanie, výskum a manažment znalostí, a tiež v tejto súvislosti aj k tradičným znalostiam, inováciám, postupom a technológiám pôvodných obyvateľov a miestnych komunít, a to len s ich slobodným, predchádzajúcim a informovaným súhlasom v súlade s vnútroštátnymi právnymi predpismi.

**CIEĽ 22** Zabezpečiť úplné, spravodlivé, inkluzívne, efektívne a rodovo zohľadňujúce zastúpenie a účasť na rozhodovaní a prístup k spravodlivosti a informáciám súvisiacim s biodiverzitou pre domorodé obyvateľstvo a miestne komunity, rešpektujúc ich kultúru a práva na územie, zdroje a tradičné vedomosti, ako aj žien a dievčat, detí a mládeže a osôb so zdravotným postihnutím a zabezpečiť plnú ochranu environmentálnych obhajcov ľudských práv.

**CIEĽ 23** Zabezpečiť rodovú rovnosť pri implementácii rámca prostredníctvom rodovo citlivého prístupu, v ktorom majú všetky ženy a dievčatá rovnakú príležitosť a schopnosť prispievať k trom cieľom dohovoru, a to aj uznaním ich rovnakých práv a prístupu k pôde a prírodným zdrojom, a ich plná, spravodlivá, zmysluplná a informovaná účasť a vedenie na všetkých úrovniach činnosti, angažovanosti, politiky a rozhodovania v súvislosti s biodiverzitou.



*Aktivita je realizovaná v rámci národného projektu*  
**Zlepšovania informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.**  
*Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.*



ISBN 978-80-8213-121-8

