



SPRÁVA O STAVE ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY V ROKU 2022

ZMENA KLÍMY A OCHRANA OVZDUŠIA



PREDCHÁDZANIE ZMENE KLÍMY A ZMIERŇOVANIE JEJ DOPADOV

KLÚČOVÉ OTÁZKY A KLÚČOVÉ ZISTENIA

Aký je vývoj emisií skleníkových plynov v SR?

Emisie skleníkových plynov v dlhodobejšom časovom horizonte (v období 1990– 2021) poklesli o takmer 44,1 %. Medziročne (2020 – 2021) emisie skleníkových plynov však zaznamenali nárast o 10,8 %.

Emisie skleníkových plynov v sektoroch, ktoré sú zahrnuté pod Európskou schémou obchodovania s emisnými kvótami (EU ETS) v období 2005 – 2021 poklesli o 17,2 % avšak medziročne bol zaznamenaný nárast o 15 %.

Emisie skleníkových plynov v sektoroch, ktoré nie sú zahrnuté pod EU ETS poklesli v období 2005 – 2021 o 12 %, medziročne vzrástli o 8 %.

Aký je pozorovateľný vývoj prejavov zmeny klímy?

Trend negatívnych prejavov zmeny klímy ako zvyšovanie priemernej ročnej teploty, narušenie pôvodného režimu zrážok, pokles počtu dní so snehovou pokrývkou, či nárast extrémnych prejavov počasia, s rôznym stupňom nepriaznivých dopadov na sociálno-ekonomické a prírodné systémy, je stále výraznejší a významnejší.

Ktorými strategickými a koncepcnými dokumentmi zahrňujúcimi aktivity na predchádzanie zmene klímy a zmierňovanie jej dopadov disponuje SR?

Vo väzbe na Stratégiu adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy - aktualizácia, bol v roku 2021 schválený Národný akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy, ktorý identifikuje 45 špecifických opatrení a v rámci nich 16g úloh. Prierezovým dokumentom týkajúcim sa všetkých sektorov hospodárstva v oblasti predchádzania zmene klímy je Nízkouhlíková stratégia rozvoja SR do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 prijatá v roku 2020.

VÝVOJ EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNOV

Základným zdrojom údajov o trendoch emisií skleníkových plynov je Národná inventarizačná správa SR za rok 2023, ktorá ako posledný hodnotený rok uvádza rok 2021.

Celkové emisie skleníkových plynov v CO₂ ekvivalentoch, ale aj po jednotlivých plynov, od roku 1990 významne poklesli a v roku 2021 boli na úrovni 41 226,49 Gg CO₂ ekvivalentov (bez LULUCF a bez nepriamych emisií). Oproti základnému roku 1990 to predstavuje zníženie o 44,1 %. V porovnaní s rokom 2020 sa emisie zvýšili o 10,8 %. Nárast

celkových emisií v roku 2021 v porovnaní s rokom 2020 bol spôsobený nárastom v sektoroch Energetika a Priemyselné procesy a použitie produktov (IPPU). Celkový pokles v roku 2021 bol na úrovni 44 %, keď klesli na 41 270,16 Gg CO₂ ekvivalentov. bez započítania záchytov z LULUCF a so započítaním nepriamych emisií skleníkových plynov. Príčinou historického poklesu je sprísňovanie národnej legislatívy, zmena štruktúry priemyslu, ako aj zmena spotrebiteľského správania.

Tabuľka 027 | Agregované antropogénne emisie skleníkových plynov v CO₂ ekvivalentoch (Gg)

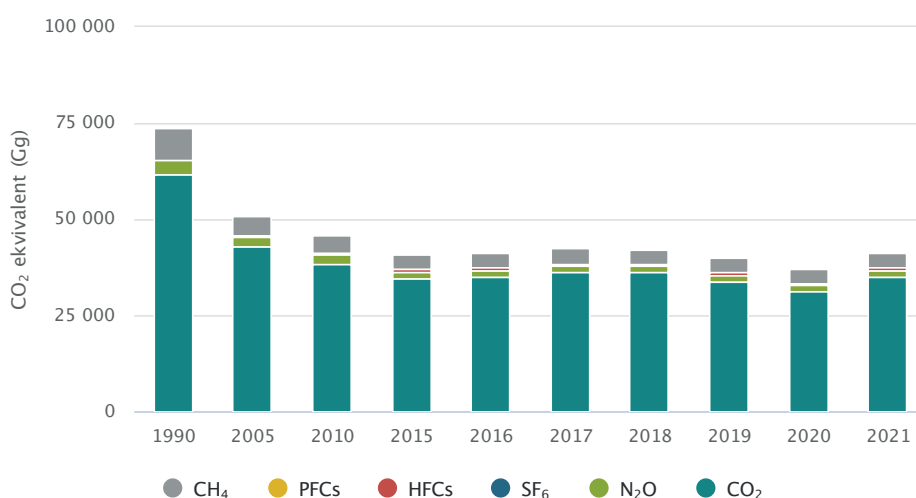
	1990	2005	2010	2017	2018	2019	2020	2021
CO₂ (bez LULUCF)	61 472,83	42 798,51	38 408,62	36 114,09	36 105,53	33 778,55	31 096,63	35 166,81
CO₂ (vrátane LULUCF)	52 009,32	37 973,34	33 140,74	30 324,38	31 289,82	28 193,25	23 336,49	27 457,13
CH₄ (bez LULUCF)	8 176,90	4 865,34	4 379,66	3 897,02	3 783,44	3 756,24	3 699,94	3 700,76
CH₄ (vrátane LULUCF)	8 189,34	4 894,79	4 402,09	3 923,15	3 809,23	3 786,46	3 727,27	3 720,56
N₂O (bez LULUCF)	3 805,83	2 686,76	2 366,42	1 682,92	1 695,16	1 718,44	1 721,91	1 663,74
N₂O (vrátane LULUCF)	3 924,09	2 732,46	2 399,11	1 721,82	1 733,65	1 758,72	1 759,37	1 695,79
HFCs	NO	277,09	569,22	710,19	675,62	688,69	646,65	672,37
PFCs	283,05	21,72	22,49	7,75	7,00	4,67	5,04	5,37
SF₆	0,06	16,89	20,23	7,30	9,68	9,14	17,73	17,44
NF₃	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total (bez LULUCF)	73 738,67	50 666,31	45 766,63	42 419,28	42 276,43	39 955,73	37 187,89	41 226,49
Total (vrátane LULUCF)	64 405,87	45 916,29	40 553,89	36 694,59	37 525,00	34 440,93	29 492,56	33 568,66

Emisie stanovené k 15. 4. 2023

NO = Nevyskytuje sa

Zdroj: SHMÚ

Graf 060 | Vývoj emisií skleníkových plynov



Poznámka: Emisie bez započítania záchytov v sektore LULUCF stanovené k 15.4.2023

Zdroj: SHMÚ

Emisie bez LULUCF boli v roku 2021 vyššie ako v roku 2020 v dôsledku nárastu v sektoroch Energetika a IPPU, najmä vo výrobnom priemysle, ťažbe nerastov, chemickom priemysle a kovopriemysle. Na celkových emisiách skleníkových plynov v roku 2021 sa najviac podieľal sektor energetiky (vrátane dopravy) s podielom 66,5 %. V rámci tohto sektora sa na množstve skleníkových plynov významnou mierou podieľa doprava s 27 % podielom na celkových emisiách.

V roku 2021 vzrástli emisie z dopravy v celkových emisiách o viac ako 6 % v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2020. Okrem spaľovania palív v stacionárnych zdrojoch znečisťovania sa podieľajú aj na znečisťovaní z malých zdrojov bytových vykurovacích systémov a fugitívnych emisiách metánu z dopravy, spracovanie a distribúcia ropy a zemného plynu významne prispievajú k celkovým emisiám skleníkových plynov. Rastúci trend sa očakáva aj v budúcom roku v dôsledku nárastu motorovej nafty.

Druhým významným sektorom v roku 2021 bol sektor Priemyselné procesy a používanie produktov s 23 % podielom na celkových emisiách skleníkových plynov. Produkoval najmä technologické emisie zo spracovania minerálnych produktov, chemickej výroby a výroby ocele a železa. Znižovanie emisií z technologických procesov je veľmi nákladné a existujú špecifické technické limity, preto sa emisie od referenčného roku nezmenili tak výrazne ako pri iných kategóriách. Ich úroveň ovplyvňuje najmä objem výroby v priemyselných procesoch. Najviac rastúcimi emisiami v sektore IPPU sú emisie HFC a SF₆ v dôsledku priemyselného dopytu a používania týchto látok v stavebníctve,

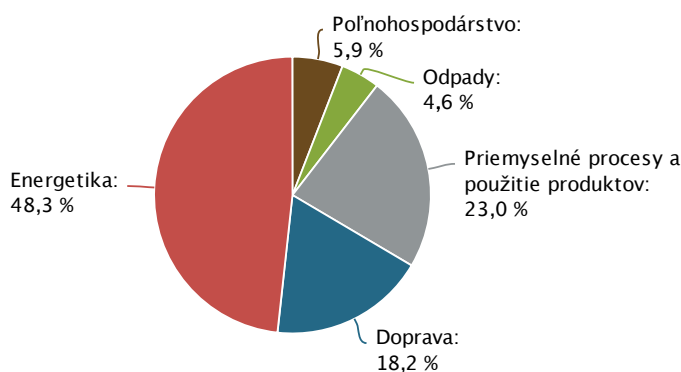
izolácii budov, elektrotechnickom a/alebo automobilovom priemysle.

V roku 2021 bol podiel rezortu Poľnohospodárstvo na celkových emisiách skleníkových plynov 5,9 % a trend emisií je od roku 1999 mierne klesajúci. Najvýraznejšie zníženie emisií z poľnohospodárstva bolo dosiahnuté začiatkom 90. rokov v dôsledku zníženia počtu chovaných zvierat, spolu s obmedzeným používaním hnojív.

Sektor Odpady sa na celkových emisiách skleníkových plynov v roku 2021 podieľal 4,6 %. Použitie presnejšej metodiky hodnotenia emisií metánu z ukladania tuhého odpadu na skládkach malo za následok kontinuálny nárast emisií o viac ako 100 % oproti roku 1990. Očakáva sa, že podobný trend zostane aj v budúcich rokoch, aj keď nárast by nemal byť taký výrazný ako doteraz. Objem emisií zo skládok odpadov do značnej miery závisí od použitej metodiky hodnotenia skládok odpadov a od rozsahu implementácie energetického zhodnocovania skládkových plynov prevádzkovateľmi skládok.

Podiely jednotlivých sektorov na celkových emisiách skleníkových plynov sa oproti východiskovému roku 1990 výrazne nezmenili. Napriek tomu je v trende od roku 1990 badateľný nárast emisií z dopravy a pokles podielu stacionárnych zdrojov znečistenia v sektore energetiky. Najvýznamnejším antropogénnym zdrojom emisií CO₂ je spaľovanie fosílnych palív, ktoré tvoria cca 75 % celkových emisií CO₂ v SR (bez LULUCF).

Graf 061 | Podiel jednotlivých sektorov na emisiách skleníkových plynov (2021)



Poznámka: Emisie stanovené k 15. 4. 2023
Zdroj: SHMÚ

Základnými medzinárodnými právnymi nástrojmi v riešení problematiky zmeny klímy sú Rámcový dohovor OSN o zmene klímy, jeho Kjótsky protokol a Parížska dohoda. Slovensko úspešne ukončilo prvé záväzné obdobie Kjótskeho protokolu splnením cieľa zníženia emisií skleníkových plynov v roku 2012 o 8 % oproti východiskovému roku 1990. Ďalším cieľom bolo zníženie emisií do roku 2020 o 20 % rovnako oproti roku 1990. SR tento cieľ splnila. Parížska dohoda s cieľom

obmedziť rast globálnej teploty stanovila cieľ do roku 2050 dosiahnuť uhlíkovú neutralitu, čo znamená dosiahnutie rovnováhy medzi emisiami skleníkových plynov a ich záchytmí. V roku 2019 sa k uvedeným medzinárodným nástrojom pridala Európska zelená dohoda, ktorá predstavila kroky EÚ a definovala jej postupy na dosiahnutie klimateckej neutrality v roku 2050. Európska komisia ňou prijala súbor návrhov na zníženie čistých emisií skleníkových plynov do roku 2030

aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990, a to prispôbením politik v oblasti klímy, energetiky, dopravy a zdaňovania. V roku 2021 bolo prijaté Nariadenie Európskeho parlamentu a rady č. 2021/1119, ktorým sa stanovuje rámec na dosiahnutie klimatickej neutrality, tzv. európsky právny predpis v oblasti klímy. Európskym právnym predpisom v oblasti klímy sa stanovuje cieľ stanovený v Európskej zelenej dohode, aby sa európske hospodárstvo a spoločnosť stali do roku 2050 klimaticky neutrálnymi. V právnom predpise sa stanovuje aj priebežný cieľ znížiť do roku 2030 čisté emisie skleníkových plynov aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990. Cieľom tohto právneho predpisu je zabezpečiť, aby všetky politiky EÚ prispievali k tomuto cieľu a aby všetky odvetvia hospodárstva a spoločnosti plnili svoju úlohu. Právny predpis v oblasti klímy zahŕňa opatrenia na sledovanie pokroku a zodpovedajúcu úpravu našich opatrení na základe existujúcich systémov, ako je proces riadenia integrovaných národných energetických a klimatických plánov členských štátov, pravidelné správy Európskej environmentálnej agentúry a najnovšie vedecké dôkazy o zmene klímy a jej vplyvoch. Slovensko je súčasťou týchto opatrení a dohodlo sa na klimatickej neutralite do roku 2050 medzi prvými krajinami EÚ (koniec roka 2019).

V júli 2021 bol predstavený balík Fit for 55. Ide o súbor návrhov na revíziu a aktualizáciu právnych predpisov EÚ a na zavedenie nových iniciatív, ktorými sa má zabezpečiť, aby politiky EÚ zodpovedali cieľom v oblasti klímy a to znížiť do roku 2030 čisté emisie skleníkových plynov aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990 a v roku 2050 dosiahne klimatickú neutralitu. V rámci balíka boli (doteraz) schválené nasledovné legislatívy:

- revízia smernice o ETS,
- zmena nariadenia o monitorovaní, nahlasovaní a overovaní v lodnej doprave,
- revízia smernice o ETS v leteckej doprave,
- revízia nariadenia o spoločnom úsilí (ESR),
- nariadenie, ktorým sa zriaďuje Sociálno-klimatický fond,
- nariadenie, ktorým sa zriaďuje mechanizmus uhlíkovej kompenzácie na hraniciach,
- revízia smernice o energetickej efektívnosti,
- nariadenie o zavádzaní infraštruktúry pre alternatívne palivá,

- revízia nariadenia (EÚ) 2019/631, ktorým sa stanovujú emisné normy CO₂ pre nové osobné automobily a ľahké úžitkové vozidlá.

Z týchto legislatív vyplývajú ciele na EÚ a národnej úrovni (SR):

Záväzné ciele pre emisie skleníkových plynov na úrovni EÚ

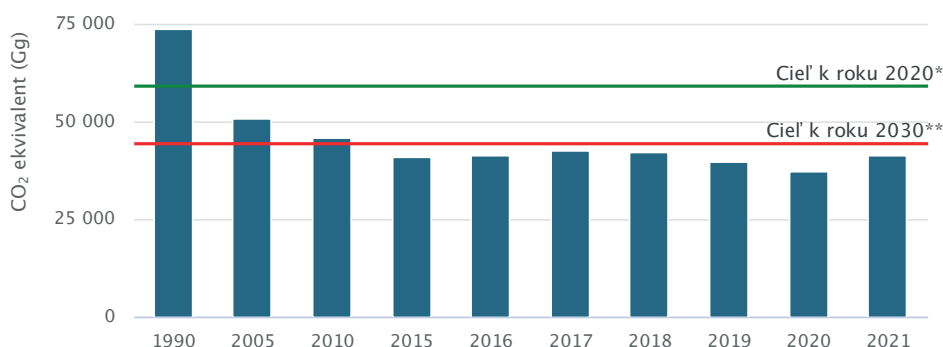
- znížiť emisie skleníkových plynov v porovnaní s rokom 1990 o 55 % do roku 2030,
- dosiahnuť klimatickú neutralitu v roku 2050,
- znížiť spotrebu energie o minimálne 11,7 % v roku 2030 v porovnaní s prognózami referenčného scenára EÚ z roku 2020. Povinnosť sa vzťahuje na EÚ ako celok. ČS budú musieť v období 2024 až 2030 každý rok dosiahnuť nové úspory v priemere vo výške 1,49 % konečnej spotreby energie. Do konca roka 2030 budú musieť postupne dosiahnuť 1,9 %.
- Cieľ pre zvýšenie podielu energie z obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe energie v EÚ na 42,5 % do roku 2030 s dodatočným orientačným navýšením o 2,5 %, ktoré by umožnilo dosiahnuť 45 % v zmysle návrhu revízie smernice o podpore energie z obnoviteľných zdrojov nebol schválený.

Záväzný cieľ pre SR pre ESR podľa revízie nariadenia (EÚ) 2018/842:

- znížiť emisie skleníkových plynov o 22,7 % v porovnaní s rokom 2005.

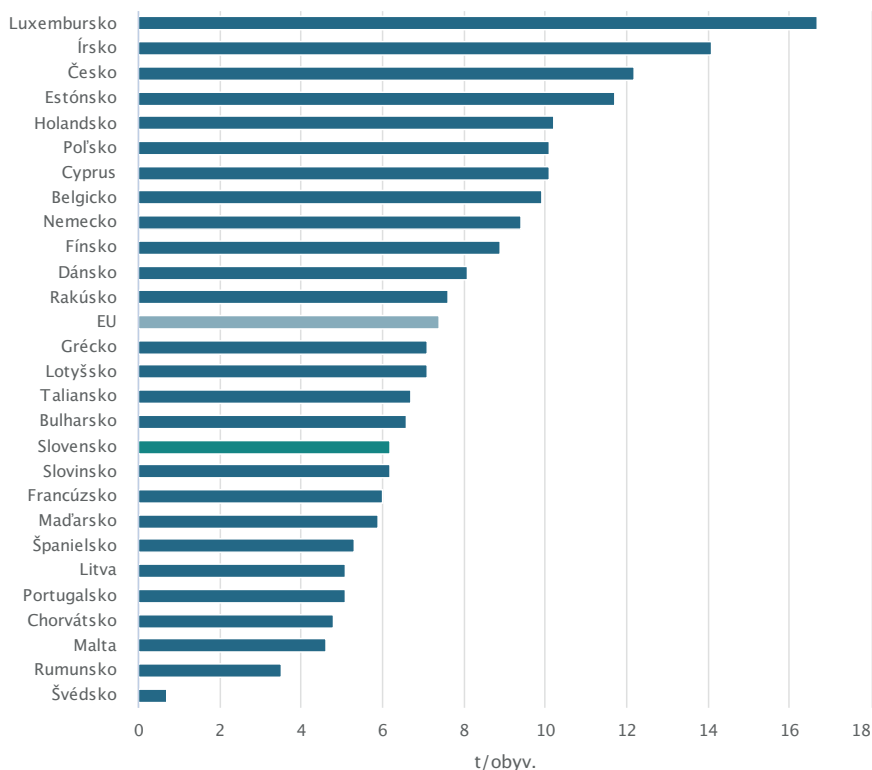
K najdôležitejším dokumentom v SR, okrem prijatia Envirostratégie 2030, ktorá definuje ciele zníženia emisií skleníkových plynov v SR do roku 2030, patrí Integrovaný národný energetický a klimatický plán na roky 2021 - 2030, schválený vládou v roku 2019, ako aj Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050 (NUS) schválená v roku 2020 vládou SR. Prísnejšie ciele znížovania emisií skleníkových plynov nestanovila, len potvrdila prísnejšie ciele prijaté v Envirostratégii 2030. Aktualizácie týchto strategických dokumentov boli začaté v roku 2023 a budú aktualizované v súlade nariadením EP a Rady (EÚ) 2018/1999 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy.

Graf 062 | Vývoj emisií skleníkových plynov v súvislosti s plnením cieľov Kjótskeho protokolu



Poznámka: Emisie bez LULUCF, stanovené k 15. 4. 2023 *Cieľ stanovený Kjótskym protokolom ** Národný cieľ SR (NUS)
Zdroj: SHMÚ

Graf 063 | Medzinárodné porovnanie emisií skleníkových plynov (CO₂ ekvivalent) na obyvateľa v roku (2021)



Zdroj: SHMÚ

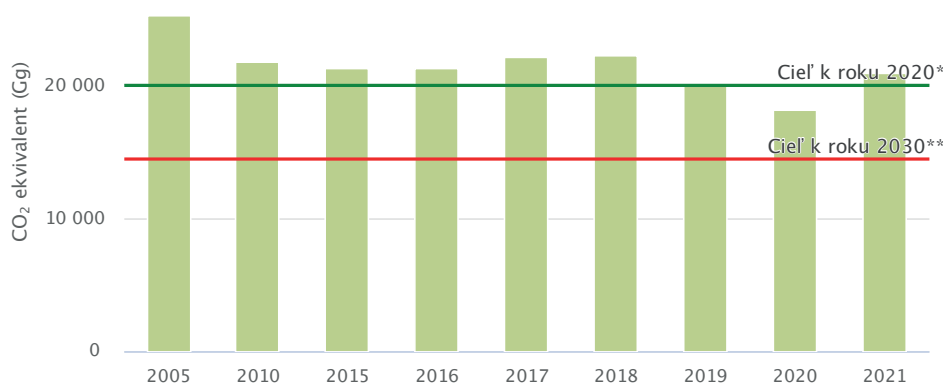
Emisie skleníkových plynov spadajúcich pod Európsku schému obchodovania s emisnými kvótami (EU ETS)

EU ETS je kľúčovým nástrojom EÚ na zníženie emisií skleníkových plynov z veľkých zariadení v odvetví energetiky a priemyslu, ako aj v leteckom sektore. EU ETS pokrýva približne 45 % emisií skleníkových plynov v EÚ. V roku 2020 bolo cieľom, aby emisie z týchto odvetví boli v rámci EÚ o 21 % nižšie ako v roku 2005. Základom EU ETS je smernica 2003/87/ES o vytvorení systému obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov, ktorá bola novelizovaná smernicou 2009/29/ES s cieľom zlepšiť a rozšíriť schému Spoločenstva na obchodovanie s emisnými kvótami skleníkových plynov. Národný cieľ SR k roku 2030 je znížiť emisie

v prevádzkach pod ETS o 43 % v porovnaní s východiskovým rokom 2005. V období rokov 2005 až 2021 sa emisie skleníkových plynov v sektoroch ETS znížili o 15 %.

V súvislosti s navýšením celoeurópskeho cieľa zníženia emisií skleníkových plynov o 55 % reforma systému obchodovania s emisiami (ETS) zvyšuje ambície v tejto oblasti, keďže emisie je potrebné znížiť o 62 % do roku 2030 v porovnaní s úrovňami z roku 2005. Navrhnutá reforma systému EU ETS ž postupne medzi rokmi 2026 až 2034 ruší bezodplatné emisné kvóty pre spoločnosti.

Graf 064 | Vývoj emisií skleníkových plynov v sektoroch ETS



Poznámka: Emisie stanovené k 15.4.2023 *Cieľ stanovený smernicou 2003/87/ES o vytvorení systé,u obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov ** Národný cieľ SR (Envirostratégia 2030, NUS)

Zdroj: SHMÚ

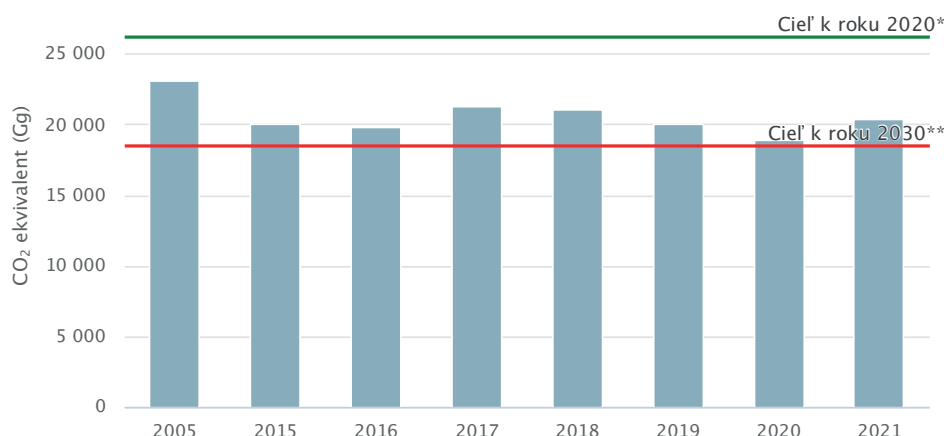
Emisie skleníkových plynov mimo schémy EU ETS

Emisie skleníkových plynov zo sektorov mimo EÚ ETS sú zahrnuté pod Nariadením 2018/842 o záväznom ročnom znižovaní emisií skleníkových plynov členskými štátmi v rokoch 2021 až 2030, ktorým sa prispieva k opatreniam v oblasti klímy zameraným na splnenie záväzkov podľa Parížskej dohody (nariadenie o spoločnom úsilí - ESR). ESR pokrýva emisie zo všetkých sektorov mimo EÚ ETS, okrem emisií z medzinárodnej námornej dopravy, domáceho a medzinárodného letectva (ktoré bolo začlenené pod EÚ ETS od 1. januára 2012) a emisií a záchytov z využívania pôdy, zmien vo využívaní pôdy a lesníctva (LULUCF). To zahŕňa širokú škálu malých zdrojov znečistenia v širokom spektre sektorov: doprava (automobily a kamióny), budovy (hlavne v súvislosti s vykurovaním), služby, malé priemyselné zariadenia, fúgitive emisie z energetického sektora, emisie fluorovaných plynov zo zariadení a iných zdrojov,

pôdohospodárstvo a odpady. Tieto zdroje tvoria približne 55 % celkových emisií skleníkových plynov EÚ.

V súvislosti s navýšením celoeurópskeho cieľa zníženia emisií skleníkových plynov o 55 % bolo však nariadenie 2018/842 revidované nariadením 2023/857, v ktorom jednou z hlavných zmien je zvýšenie národných redukčných cieľov. Aktuálny záväzok Slovenskej republiky predstavuje zníženie emisií o 22,7 % do roku 2030 v sektoroch patriacich do rozsahu pôsobnosti nariadenia. V súvislosti s obdobím rokov 2013 až 2020 Slovenská republika splnila všetky ročné limity a teda aj stanovený cieľ pre rok 2020. Tento záväzok sprísnil pôvodný cieľ SR stanovený v Envirostratégii, ktorý stanovil zníženie emisií skleníkových plynov mimo ETS do roku 2030 v porovnaní s rokom 2005. Slovensku sa v roku 2021 podarilo znížiť tieto emisie o 12 % oproti roku 2005.

Graf 065 | Vývoj emisií skleníkových plynov v sektoroch mimo ETS



Poznámka: Emisie stanovené k 15.4.2023 * Cieľ podľa z Rozhodnutia Európskeho parlamentu a Rady č. 406/2009/ES o spoločnom úsilí (ESD) ** Národný cieľ 2030 (Envirostratégia 2030, NUS)

Zdroj: SHMÚ

PROJEKcie EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNOV

Prognózy (projekcie) emisií skleníkových plynov a znečisťujúcich látok sa stanovujú do roku 2050 po 5-ročných intervaloch. Slúžia na určenie predpokladaných trendov vývoja emisnej oblasti pre správne nastavenie politik a opatrení. Dôležitým nástrojom efektívnej environmentálnej politiky v oblasti ochrany globálnej klímy a zabezpečenia kvality ovzdušia je aj správne nastavenie politik a opatrení. Podkladom pre ich nastavenie sú projekcie emisií. Slúžia na hodnotenie vplyvov navrhovaných politik a opatrení na národnú emisnú bilanciu. Projekcie emisií nie sú predpoveď, alebo prognóza toho čo sa stane, ale slúžia ako nástroj na odhad toho, čo by sa malo stať ak budú určité opatrenia aplikované, prípadne čo sa stane ak tieto opatrenia aplikované nebudú.

Pri výpočte projekcií emisií sa využíva predpoklad vývoja parametrov z ekonomickej, priemyselnej, socioeconomickej, alebo demografickej sféry.

Projekcie emisií sa modelujú podľa dvoch scenárov – Scenár s existujúcimi opatreniami (WEM) – tzn. aký by bol ďalší vývoj, keby sme nové opatrenia neprijímali a vo verzii WAM (s dodatočnými opatreniami). WEM scenár obsahuje schválenú legislatívu a opatrenia na znižovanie emisií. WAM scenár obsahuje navyše predpokladané ďalšie opatrenia, ktoré budú pravdepodobne potrebné pre dostatočné zníženie emisií a dosiahnutie cieľov.

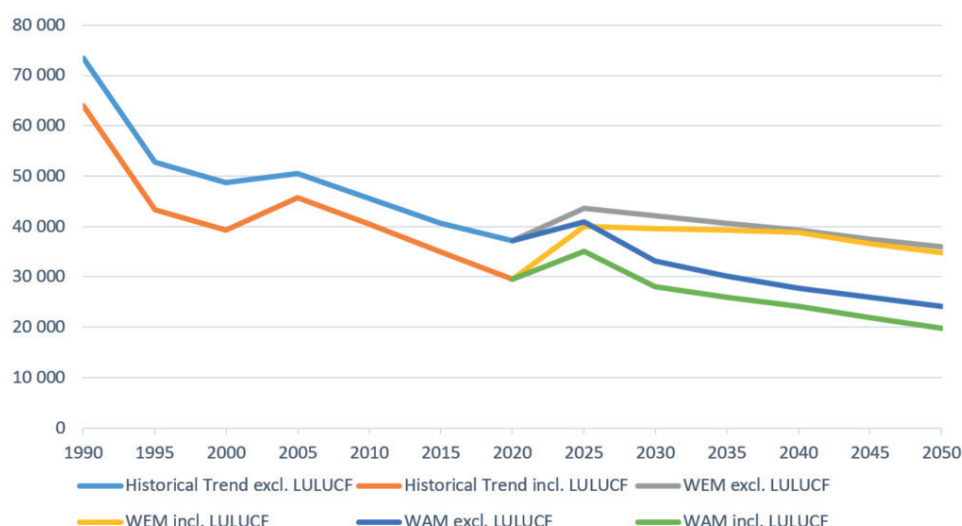
Projektovaný trend emisií skleníkových plynov do roku 2050 má v scenári WEM po roku 2020 iba mierne klesajúci trend a zníženie emisií podľa tohto scenáru je nedostatočné. V jednotlivých sektoroch budú potrebné ďalšie opatrenia, ktoré sú zahrnuté do scenáru WAM. V tomto scenári klesajú emisie výraznejšie, bude si to však vyžadovať veľké úsilie aby sme sa udržali v trajektórii požadovaného poklesu emisií.

Tabuľka 028 | Projekcie celkových emisií skleníkových plynov (Gg CO₂ ekvivalentov)

WEM	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Spolu bez LULUCF	39 957	37 179	43 643	42 065	40 563	39 329	37 473	35 934
Spolu vrátane LULUCF	34 438	29 580	40 092	39 592	39 225	38 861	36 662	34 731
WAM	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Spolu bez LULUCF	39 957	37 179	40 911	33 142	30 172	27 818	26 003	24 204
Spolu vrátane LULUCF	34 438	29 580	35 084	28 078	25 976	24 156	21 947	19 794

Zdroj: SHMÚ

Graf 066 | Trendy emisií skleníkových plynov a projekcie emisií (Gg CO₂ ekvivalentov)



Zdroj: SHMÚ

PREJAVY ZMENE KLÍMY

Teplotné pomery – vzduch a súvisiace javy

Priemerná ročná teplota má štatisticky významne rastúci trend (1981 – 2022). Nárast priemernej ročnej teploty vzduchu je 2 °C. Rok 2022 skončil ako 4. najteplejší aspoň od roku 1981 s odchýlkou +1,0 °C od normálu 1991 – 2020. V ročnom chode bola väčšina mesiacov v roku 2022 nad normálom (1991 – 2020). Priemer denných maximálnych hodnôt teploty vzduchu vykazuje štatisticky významne narastajúci trend aspoň od roku 1981 (v roku +2,2 °C, na jar +1,6 °C, v lete +3 °C, na jeseň, 2 °C a v zime 2,2 °C). Priemer denných minimálnych hodnôt teploty vzduchu vykazuje štatisticky významne narastajúci trend aspoň od roku 1981 (v roku +2,0 °C, na jar +0,6 °C, v lete +2,8 °C, na jeseň, 2 °C a v zime 2,4 °C). V priebehu obdobia 1981-2022 má počet letných dní na Slovensku

štatisticky významne stúpajúci trend pričom v jednotlivých lokalitách stúpol počet dní o 20 až 37 dní oproti začiatku 80-tých rokov.

Najvyšší počet letných dní v roku 2022 bol zaznamenaný v Hurbanove a to 101, čo je o 8,5 dňa viac ako je normálová hodnota z obdobia 1991 – 2020. V priebehu obdobia 1981 – 2022 má počet topických dní na Slovensku štatisticky významne stúpajúci trend pričom v jednotlivých lokalitách stúpol počet dní o 6 až 24 dní oproti začiatku 80-tých rokov. Najvyšší počet tropických dní bol zaznamenaný v Hurbanove a to 42 dni, čo je o 8,8 dňa viac ako je normálová hodnota 1991 – 2020.

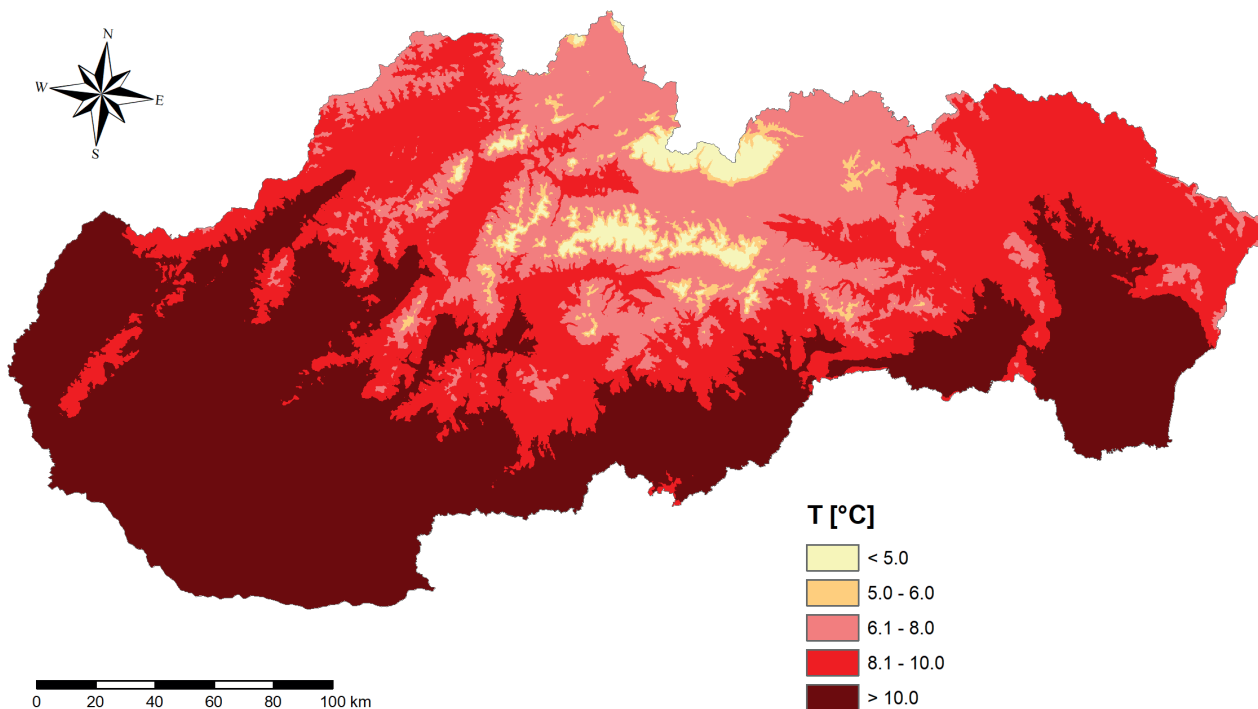
V roku 2022 bolo v Bratislave na letisku zaznamenaných niekoľko vln tepla: 3-dňová: 29.06. – 01.07., 5-dňová: 19.07. – 23.07. a 4-dňová: 15.08. – 18.08., pričom významne dlhá perióda sa vyskytla napr. 8-dňová: 28.07. – 03.08.1994, resp. najdlhšia v roku 2015 a to 10-dňová: 06.08. – 15.08.. V Hurbanove v roku 2022: 3-dňová: 29.06. – 01.07., 4-dňová: 20.07. – 23.07. a 5-dňová: 15.08. – 19.08., pričom najdlhšie trvajúca vlna horúčav sa tu vyskytla od 05.08. do 15.08.2015 v trvaní 11 dní po sebe. V Košiciach na letisku v roku 2022 bolo zaznamenaných niekoľko vln tepla a to 6 dňová: 26.06. – 01.07., 4-dňová: 20.07. – 23.07., 7-dňová: 14.08. – 20.08., 3-dňová: 25.08. – 27.08.. Najdlhšie trvajúca vlna horúčav bola zaznamenaná v Košiciach v roku 2015 a to 11-dňová od 06.08. – 16.08..

V priebehu obdobia 1981 – 2022 má počet mrazových dní na Slovensku štatisticky významne klesajúci trend pričom v jednotlivých lokalitách klesol počet dní o -17 (napr. Hurbanovo) až -38 dní (napr. Lomnický štít oproti začiatku 80-tych rokov. V priebehu obdobia 1981 – 2022 má počet

ľadových dní na Slovensku štatisticky významne klesajúci trend pričom v jednotlivých lokalitách klesol počet dní o -13 (napr. Hurbanovo alebo Sliač) až -25 dní (napr. Lomnický štít oproti začiatku 80-tych rokov. V období 1981 – 2022 bol na Lomnickom štíte zaznamenaný pokles v ročnom počte o 12 arktických dní. Od roku 1981 ročný počet vykurovacích dní vo všetkých reprezentovaných lokalitách predstavuje v lineárnom trende do roku 2022 štatisticky významne klesajúcu tendenciu. Od deväťdesiatych rokov je viditeľný čoraz častejšie sa opakujúci záporný rozdiel odchýlky ročnej početnosti vykurovacích dní.

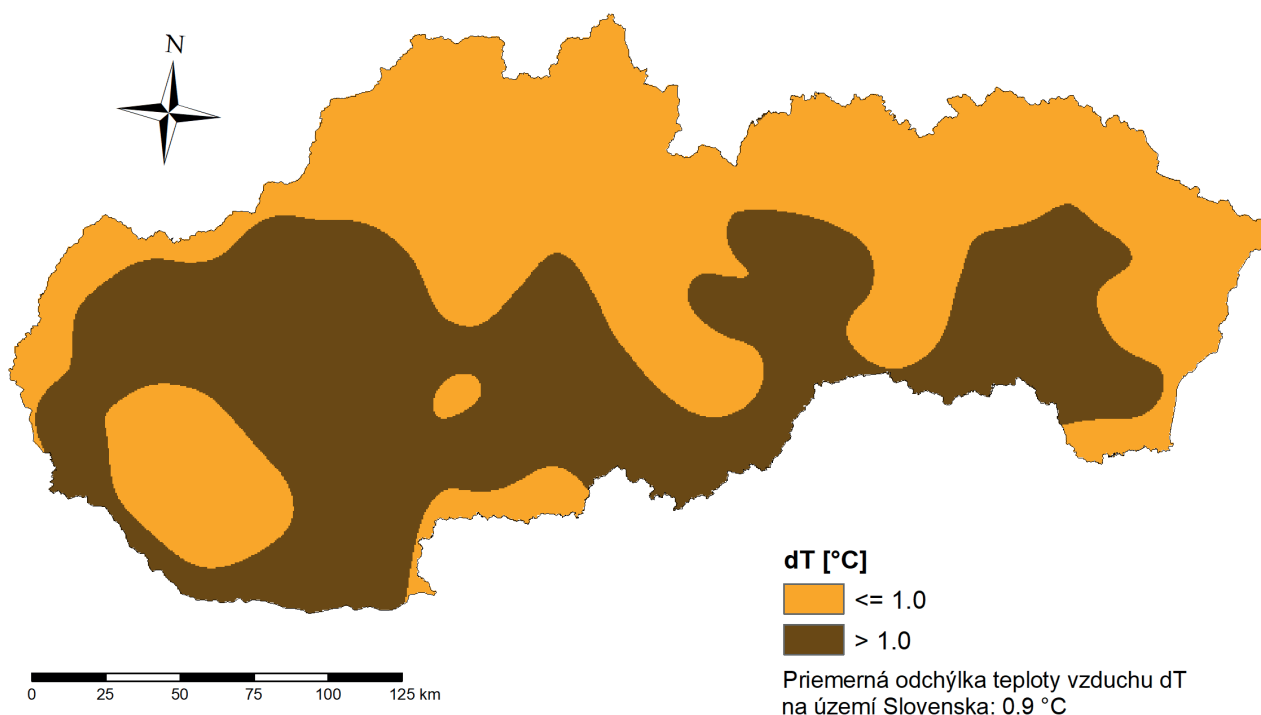
V dôsledku nárastu teploty vzduchu sa v dlhodobom sledovaní predlžuje obdobie vegetačného leta, nastáva jeho skorší nástup a neskoršie ukončenie. Vo všetkých hodnotených vodomerých staniách sa v období rokov 1991 – 2022 prejavoval stúpajúci trend priemerných ročných teplôt povrchovej vody. Od roku 2006 sa začali častejšie objavovať teploty vody vyššie ako je priemerná ročná hodnota z obdobia rokov 1991 – 2020.

Mapa 013 | Priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku za 2022



Zdroj: SHMÚ

Mapa 014 | Odchýlky priemernej ročnej teploty vzduchu za rok 2022 od normálu 1991 – 2020



Zdroj: SHMÚ

Snehová pokrývka

Za posledných približne 10 rokov hodnoty maximálnej výšky snehovej pokrývky výrazne zaostávajú za dlhodobými hodnotami alebo za extrémami. Napríklad na stanici v Hurbanove maximálna výška snehovej pokrývky dosiahnutá v roku 2022 bola druhou najnižšou v časovom rade od roku 1981. Trendy hodnôt maximálnej výšky snehovej pokrývky vykazujú úbytkový trend bez ohľadu na to, v ktorom regióne je meteorologická stanica umiestnená. Vývoj počtu dní so snehovou pokrývkou vyššou ako 1 cm vykazuje klesajúci trend bez ohľadu na to, v ktorom regióne je meteorologická stanica umiestnená. V roku 2022 počet dní so snehovou pokrývkou ≥ 1 cm bol, napríklad na nížinných meteorologických staniciach západného Slovenska alebo aj v niektorých

kotlinách v južnej polovici stredného Slovenska, podstatne nižší ako ich dlhodobé priemerné hodnoty. V roku 2022 nebol na staniciach - Bratislava - letisko, Hurbanovo a Sliač zaznamenaný ani jeden deň so snehovou pokrývkou ≥ 10 cm pričom podľa normálu 1991 - 2020 by sa takéto hodnoty mali vyskytovať na všetkých staniciach.

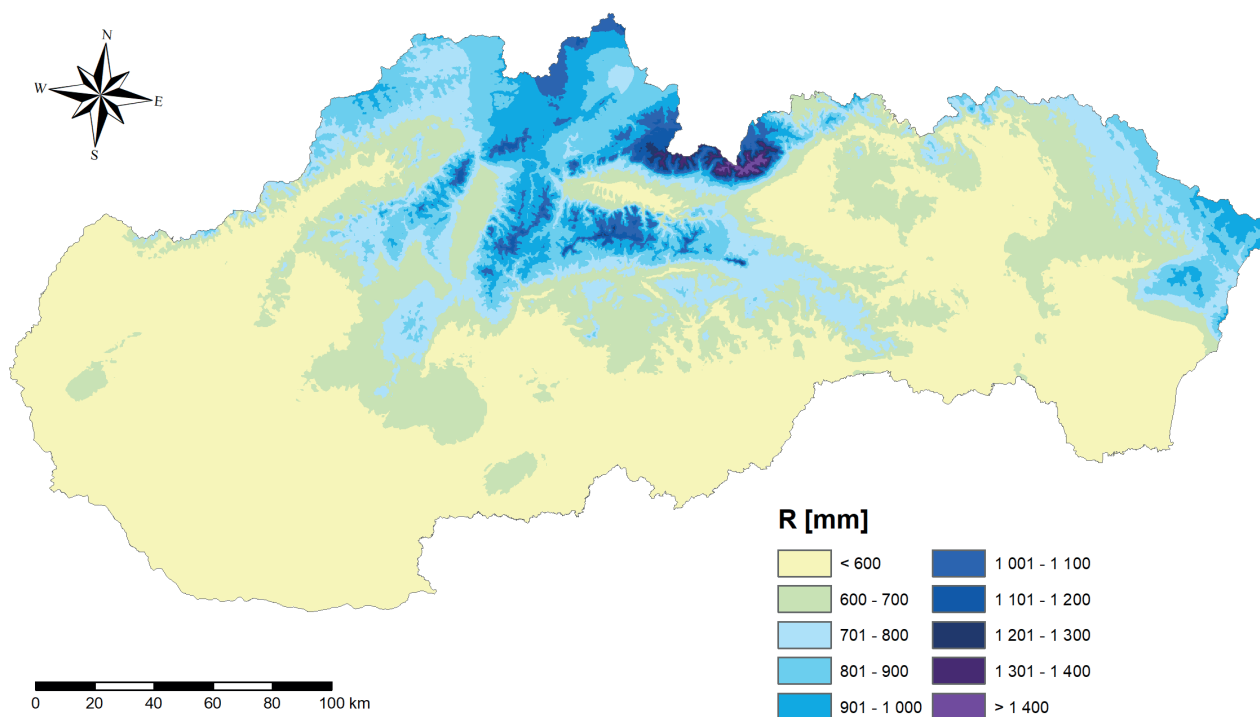
So skracovaním obdobia so snehovou pokrývkou a znižovaním maximálnej výšky snehovej pokrývky je spojený aj pokles vodnej hodnoty snehovej pokrývky. Pri analýze maximálnych točných hodnôt je pozorovaný na väčšine meracích staníc dlhodobý a výrazne klesajúci trend.

Atmosférické zrážky

Z dlhodobého hľadiska ročné úhrny zrážok vykazujú nevýrazný trend (ani výrazný pokles ani výrazný nárast). Ročný úhrn zrážok v roku 2022 bol na viacerých meteorologických staniciach mimoriadne nízky. V roku 2022 v porovnaní s normálom 1991 – 2020 prevládali v hodnotách mesačných úhrnov zrážok podpriemerné hodnoty a skôr výnimočne boli mesiace s nadpriemernými mesačnými úhrnmi zrážok.

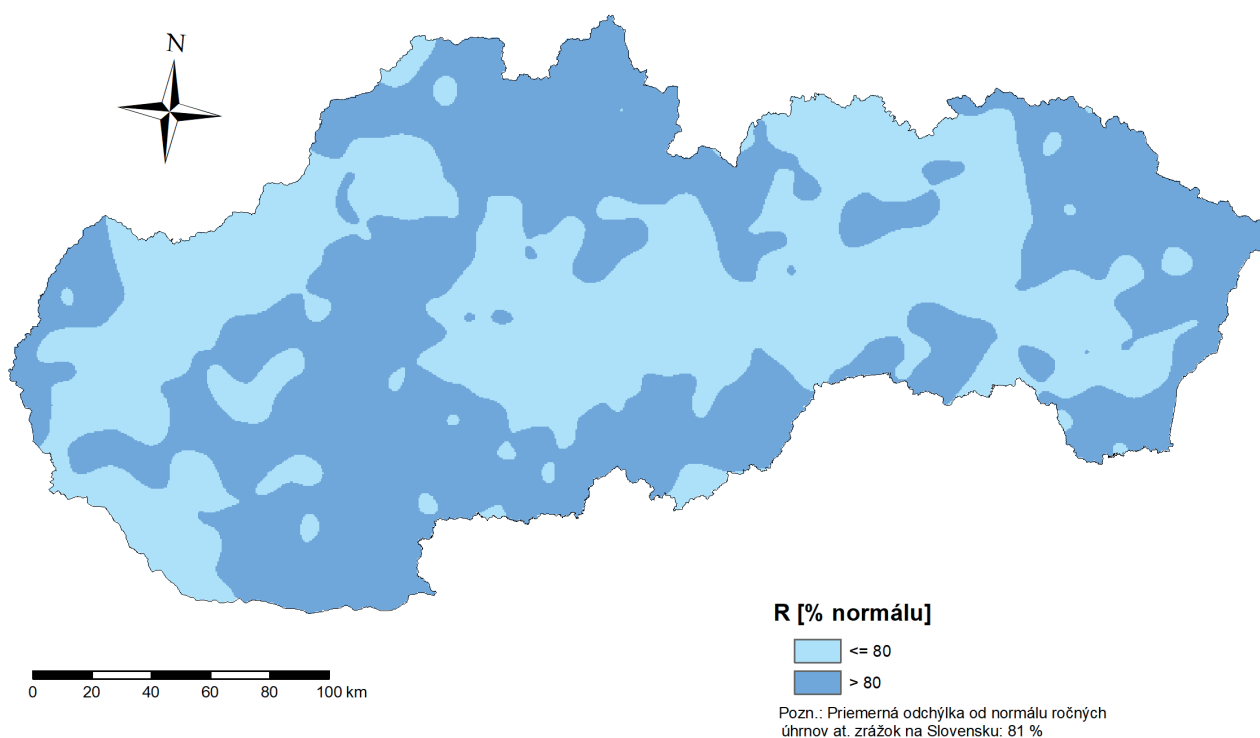
V období od roku 1981 do roku 2022 počet dní so zrážkami s úhrnom viac ako 1 mm bol v roku 2022 napríklad na letisku v Bratislave a v Košiciach rekordne nízky. V sledovanom období rokov 1981 – 2022 je pozorovaný na staniciach na strednom a východnom Slovensku vzostupný trend zrážok s úhrnom väčším ako 30 mm, čo môže indikovať nárast intenzity/výdatnosti zrážok.

Mapa 015 | Ročný úhrn atmosférických zrážok na Slovensku za rok 2022



Zdroj: SHMÚ

Mapa 016 | Percento normálu (1991 – 2020) ročných úhrnov zrážok za rok 2022



Zdroj: SHMÚ

Veterné pomery

Z hľadiska sledovaného doterajšieho vývoja najväčšia veternosť sa z priestorového hľadiska vyskytuje vo vysoko-horských polohách a v súvislosti s častejším výskytom konvektívnych javov spojených najmä s vlhkými nestabilnými vzduchovými hmotami a búrkami sa ukazuje rastúci trend

Evapotranspirácia

Štatisticky významne stúpajúca tendencia ročnej sumy potenciálnej evapotranspirácie. Na meteorologickej stanici Bratislava – Koliba priemerná ročná suma evapotranspirácie za obdobie 1991 – 2020 oproti obdobiu 1981 – 2010 bola vyššia o takmer 21 mm. Na meteorologickej stanici Tatranská Javorina priemerná ročná suma evapotranspirácie za obdo-

Povodne

Je ťažké porovnávať, či v súčasnosti sa vyskytuje viac povodní alebo menej. Z minulosti sú dostupné hlavne údaje o katastrofických povodniach. O povodniach menšieho významu sa vie málo. Neistotou hodnotenia frekvencie výskytu povodní sú postupne budované protipovodňové opatrenia, ktoré už znižujú potenciálne povodňové škody, ktoré by vznikli, keby tieto opatrenia neboli vybudované. Jednou z možností hodnotenia výskytu povodní je počet dní v roku s výskytom niektorého zo stupňov povodňovej aktivity. Takéto hodnotenie však nezachytáva významnosť

Sucho

Z hodnôt sledovaného štandardizovaného zrážkového a evapotranspiračného indexu (SPEI) v časovom horizonte od roku 1981 je zrejmé, že aj keď sa suché obdobia vyskytovali v priebehu celého sledovaného obdobia, ich frekvencia a intenzita (najmä z hľadiska dosiahnutého absolútneho minima) s postupujúcim časom narastá. Najnepriaznivejší vývoj je na území západného Slovenska. Dlhodobé trendy priemerných ročných prietokov na Slovensku (obdobie 1961 – 2020) sú vo väčšine vodomerných staníc (VS) klesajúce, s výnimkou oblasti hornej časti povodia Váhu, Hornádu a Bodrogu a povodia Popradu.

V období rokov 1991 – 2022 boli na základe priemeru vodnosti z hodnotených vodomerných staníc ako suché roky (40-70 % dlhodobého priemerného prietoku za roky 1961 – 2000 - Q_a) vyhodnotených roky 1993, 2003, 2012, 2022. Z toho ako najsušší rok vychádza rok 2022, kedy bol najnižší priemer vodnosti z hodnotených staníc (52,3 % Q_a). Trendy priemerných ročných hodnôt hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov za obdobie rokov 1991 – 2021 vo väčšine uvedených objektov vykazujú klesajúci trend. Hlavným zdrojom podzemných vôd na území Slovenska sú zrážky vyskytujúce sa hlavne v zimnom a v menšej miere aj jesennom období. Zatiaľ čo v minulosti boli hlavným zdrojom dopĺňania podzemných vôd jarné topenie sa snehu (apríl – máj), v posledných rokoch v dôsledku teplých zím dochádza k jeho skoršiemu topeniu (marec – apríl), ba dokonca až k absencii zrážok v tuhej forme hlavne v nižšie položených oblastiach Slovenska.

extrémnych rýchlostí vetra hlavne v horských oblastiach. V ročnom chode sa silné víchrice, mohutné víchrice i orkány vyskytujú najčastejšie v zimnom polroku. Najväčšia nárazová rýchlosť vetra 52,5 m/s, t. j. 189 km/hod bola za posledných 20 rokov na Chopku dňa 1. 2. 2007.

bie 1991 – 2020 oproti obdobiu 1981 – 2010 bola vyššia až o takmer 48 mm. Štatisticky významne stúpajúca tendencia evapotranspiračného deficitu poukazuje na postupne suchšie podmienky, keď potenciálna evapotranspirácia rastie rýchlejšie ako aktuálna evapotranspirácia.

povodne. Za sledované obdobie od roku 2009 je v priemere ročne 107 dní s povodňovou aktivitou (bez rozlišovania stupňov), čo je viac ako tretina z roka, kedy sa vyskytujú povodne. Vývoj počtu dní s povodňovou aktivitou v jednotlivých rokoch je nepravidelný, striedajú sa roky s počtom dní menším ako je priemer s počtom dní s povodňovou aktivitou vyššou ako je priemer. V súčasnosti je zaznamenávaný väčší počet lokálnych privalových povodní z búrok a menej regionálnych povodní zasahujúcich väčšie územia. Je možné, že takýto trend bude aj v ďalších rokoch.

Vysoká teplota vzduchu a s ňou spojená evapotranspirácia spolu s nerovnomernými zrážkami, prípadne ich absenciou spôsobujú poklesy na zdrojoch podzemných vôd aj v letnom období. Nepriaznivé klimatické podmienky spôsobili, že v dôsledku nedostatku zrážok na základe hodnotenia hladiny podzemnej vody a výdatností prameňov boli medzi suché roky zaradené roky 1993, 2003, 2012 a rok 2019. Porovnanie vypočítaných hodnôt Končekovho ukazovateľa zavlaženia I_z potvrdzuje zmeny klimatických pomerov a postupné vysušovanie územia. Kým v období 1961 – 1990 bolo zaradených do suchej a mierne suchej oblasti 37% územia Slovenskej republiky, v období 1991 – 2016 tieto dve oblasti pokrývali už 45 % územia. Výmera suchej oblasti pritom vzrástla o 10 % - z 24 % na 34 %, výmera mierne suchej oblasti poklesla o 2 %. Na druhej strane, plocha mierne vlhkej oblasti sa znížila z 31 % na 24 %. Výmera vlhkej a veľmi vlhkej oblasti ostala zachovaná, zväčšila sa len výmera veľmi vlhkej oblasti na úkor vlhkej oblasti. Od roku 1981 ročná hodnota Končekovho ukazovateľa zavlaženia (I_z) na hodnotených lokalitách predstavuje v lineárnom trende do roku 2022 štatisticky významne stúpajúcu tendenciu.

Detailnejšie zhodnotenie dopadov zmeny klímy zahŕňajú tiež kapitoly Riešenie sucha a nedostatku vody a Ochrana pred následkami povodní.

ADAPTÁCIA NA NEPRIAZNIVÉ DÔSLEDKY ZMENY KLÍMY

Adaptácia na zmenu klímy

Základným strategickým dokumentom v tejto oblasti je Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy – aktualizácia (Stratégia adaptácie) schválená uznesením vlády SR č. 478/2018. Hlavným cieľom aktualizovanej Stratégie adaptácie je zvýšenie odolnosti a zlepšenie pripravenosti SR čeliť nepriaznivým dôsledkom zmeny klímy, ustanovenie inštitucionálneho rámca a koordinačného mechanizmu na zabezpečenie účinnej implementácie adaptačných opatrení na všetkých úrovniach a vo všetkých oblastiach. Stratégia prepája scenáre a možné dôsledky zmeny klímy s návrhmi vhodných adaptačných opatrení, pričom za kľúčové oblasti a sektory z hľadiska adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy sa považujú: horninové prostredie a geológia, pôdne prostredie, prírodné prostredie a biodiverzita, vodný režim v krajine a vodné hospodárstvo, sídelné prostredie, zdravie obyvateľstva, poľnohospodárstvo, lesníctvo, doprava, cestovný ruch, priemysel, energetika a ďalšie oblasti podnikania a oblasť manažovania rizík.

V roku 2021 Rada EÚ schválila Stratégiu EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy. Načrtáva sa v nej dlhodobá viziya, na základe ktorej sa má EÚ do roku 2050 stať spoločnosťou, ktorá bude odolná proti zmene klímy a plne adaptovaná na jej nevyhnutné vplyvy. Stratégia vychádza z adaptačnej stratégie z roku 2013 a je jedným z kľúčových opatrení stanovených v Európskej zelenej dohode. Od prijatia prvej stratégie

zaviedli všetky členské štáty svoje národné adaptačné stratégie či plány.

V roku 2021 bol schválený Národný akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na zmenu klímy (NAP). Jeho štruktúra vychádza z hlavného cieľa, ktorý je založený na implementácii strategických priorit. Pre potreby dosiahnutia cieľa je identifikovaných 5 prierezových opatrení, ktoré sú zamerané na zlepšenie implementačného rámca, podporu vedy a výskumu v oblasti adaptácie na zmenu klímy, vytvorenie efektívneho systému krízového manažmentu a riešenia extrémnych udalostí ako sú povodne a požiare, podporu zelenej infraštruktúry, ako aj na podporu vzdelávania a informovanosti. NAP je postavený na 7 špecifických oblastiach: ochrana, manažment a využívanie vôd, udržateľné poľnohospodárstvo, adaptované lesné hospodárstvo, prírodné prostredie a biodiverzita, zdravie a zdravá populácia, sídelné prostredie a technické, ekonomické a sociálne opatrenia. Všetkých 7 oblastí má svoj špecifický cieľ, a z nich každý má definované svoje základné princípy a špecifické opatrenia, ktoré v danom segmente definujú úlohy. Spolu bolo identifikovaných 45 špecifických opatrení a v ich rámci 169 úloh pre obdobie platnosti NAP do roku 2027. Tieto opatrenia a na ne nadväzujúce úlohy vychádzajú z NAS.

Adaptácia miest a obcí na zmenu klímy

Vplyvy zmeny klímy majú hlavne lokálny charakter, ohrozujú konkrétne územia a ovplyvňujú život obyvateľov miest a obcí. Samosprávne orgány miest a obcí majú na presadzovanie svojich adaptačných cieľov a opatrení k dispozícii plánovacie, regulačné, rozhodovacie a finančné nástroje. Jedným z dôležitých predpokladov schopnosti miest a obcí adaptovať sa na zmenu klímy je začleňovanie adaptačných opatrení do strategických dokumentov a implementácia plánov pre adaptáciu na nepriaznivé dopady zmeny klímy, ktoré zabezpečia systematickosť a komplexnosť prijímaných opatrení. Takýto postup zabraňuje ad hoc reakciám na prejavy zmeny klímy a zabezpečuje rozhodovanie na základe priorit. Samostatné stratégie adaptácie a akčné plány na Slovensku už vypracovali viaceré samosprávy a mnohé ďalšie robia kroky k ich zabezpečeniu. Ich prehľad je možné nájsť na webstránke SAŽP (www.sazp.sk).

V rámci NAP je zahrnutý špecifický cieľ v oblasti v oblasti sídelného prostredia, ktorého podstatou je prispieť k vytvoreniu kvalitného legislatívneho, inštitucionálneho, odborného a finančného prostredia pre systematické a komplexné kroky samospráv v procese adaptácie na zmenu klímy v sídelnom prostredí (v mestách a obciach). Pre zlepšenie adaptácie sídelného prostredia bude potrebné:

- Pripraviť umožňujúce legislatívne prostredie pre dosiahnutie vhodného adaptačného prostredia v sídlach

- Zabezpečiť metodickú a konzultačnú podporu pre samosprávy v oblasti adaptácie sídiel
- Zabezpečiť finančné pokrytie na realizáciu adaptačných opatrení v sídelnom prostredí

Pre naplnenie hlavného cieľa NAP a špecifického cieľa v oblasti sídelného prostredia bude implementovaných 6 špecifických opatrení a 18 nadväzujúcich úloh.

Jedným z nástrojov pre efektívnejšiu koordináciu aktivít samospráv na plnenie cieľov v energetike a v boji proti zmene klímy je Národná platforma Dohovoru primátorov a starostov (ďalej len „Dohovor“). Je významnou iniciatívou európskych samospráv a Európskej komisie zameranej na naplnenie cieľov EÚ v oblasti energetiky a v boji proti zmene klímy. Platforma spája miestnu samosprávu, zástupcov štátnej správy a ďalšie subjekty verejného a podnikateľského sektora. Cieľom platformy je vytvorenie a šírenie spoločnej vize a presadzovanie spoločných cieľov v oblasti decentralizácie energie a územnej súdržnosti. Účasť na Platforme rozširuje prístup k inovačným finančným schémam a mechanizmom. Platforma umožňuje profitovať z praktických skúseností sieťovej spolupráce a vytvára synergiu medzi cieľmi „Dohovoru“ a prebiehajúcimi procesmi na Slovensku. V SR podpísalo členstvo 39 signatárov „Dohovoru“.

Zelená infraštruktúra v procese adaptácie na zmeny klímy

Zelená infraštruktúra je dôležitým prierezovým mitigačným a adaptačným opatrením na zmenu klímy pre všetky sektory. Ponúka veľké množstvo prínosov vo forme ekosystémových služieb. Medzi najvýznamnejšie prínosy môžeme zaradiť zabránenie strate biodiverzity, zlepšovanie kvality ovzdušia, zlepšovanie mikroklimy prostredia, sekvestráciu uhlíka, eliminovanie hluku a zachytávanie prachu, zabezpečenie odvádzania zrážkovej vody, udržiavanie integrity biotopov, poskytovanie životného priestoru, ale aj priestoru pre migráciu živočíchov a ďalšie.

Dodržovanie princípu uplatňovania prírode blízkyh riešení pri realizácii nových projektov a pri rekonštrukčných prácach, a to na základe využitia zelenej infraštruktúry, je tiež jedným z cieľov Envirostratégie 2030 v oblasti riešenia dopadov zmeny klímy. Príkladom takýchto projektov môže byť tvorba a rozširovanie mestských parkov, podpora biodiverzity v intravilánoch, obnova mokradí, zadržiavanie dažďovej vody (vytváranie dažďových záhrad, jazierok, poldrov, zelených striech), vysádzanie líniovej vegetácie pozdĺž ciest a podpora pešej a cyklistickej mobility s prvkami zelenej infraštruktúry.

V rámci rezortu MŽP SR poskytuje odbornú podporu pri vytváraní lokálnych adaptačných stratégií a akčných plánov na zmenu klímy miest a obcí webstránka SAŽP a jej podstránka s názvom Zelená infraštruktúra v procese adaptácie

na zmenu klímy, ktorá zároveň reflektuje aj na potrebu vzdelávania v oblasti zmeny klímy pre verejnú a štátnu správu. Sprístupňuje prehľady adaptačných a mitigačných opatrení, relevantných modelových štúdií a publikácií. V roku 2018 bol spracovaný a zverejnený Katalóg vybraných adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy vo vzťahu k využitiu krajiny.

K všeobecným cieľom európskej zelenej infraštruktúry patrí zachovanie biodiverzity Európy a zabezpečenie, ako aj obnovenie prírodných ekosystémov na úrovni širšej krajiny tak, aby mohli pokračovať v poskytovaní cenných služieb ľudstvu. Zelená infraštruktúra sa zaradila k novým politikám Európskej únie, čoho dôkazom je aj prijatá Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030 Európskou komisiou 20. mája 2020 „Prinavrátenie prírody do našich životov“. Konceptia zelenej infraštruktúry nadväzuje na Slovensku na Konceptiu ekologických sietí (NECONET) a koncepciu územných systémov ekologickej stability (ÚSES), ktoré sledujú jeden z jej cieľov – obnovenie a prepojenie (zabezpečenie konektivity) prírodných (zelených) prvkov v krajine a udržanie, resp. zlepšenie ekologickej stability územia. ÚSES predstavuje jeden z dôležitých podkladov pre tvorbu zelenej infraštruktúry.