

Klimatická neutralita 2050: Perspektívy zachytávania uhlíka a odporúčania pre zvyšovanie potenciálu Slovenska

Autor: Radoslav Považan



© Bratislava, Centrum spoločenských a psychologických vied, Slovenská akadémia vied.

Vychádza v rámci projektu podporeného Európskou klimatickou nadáciou (ECF). Názory vyjadrené v tejto správe a informácie sú výlučne názormi autorov a nemusia nevyhnutne predstavovať stanovisko ECF, nadácia nenesie zodpovednosť za použitie prezentovaných informácií.

Vychádza v rámci edície Research To Practise/Výskum pre prax

© Foto na obálke: FT a Walter Newton, <https://www.istockphoto.com/photo/poplar-trees-gm138203786-19140805>

Publikácia neprešla jazykovou úpravou.

Ochrana a obnova biodiverzity vo vzťahu k bilancii uhlíka

Problematike ochrany biodiverzity resp. jej obnovy vo vzťahu k bilancii uhlíka sa venuje množstvo štúdií. Koskimäki et al. (2021) si všíma vplyv chránených území Brazílie na odlesňovanie a emisie uhlíka. Územia s väčšou biodiverzitou sú často produktívnejšie a zabezpečujú vyššie zachytávanie uhlíka (Mori et al., 2021).

Ako upozorňuje nedávna správa UNESCO et al. (2021) za posledných 20 rokov stratili lokality svetového dedičstva 3,5 milióna hektárov lesa a lesy v 10 lokalitách svetového dedičstva emitovali viac uhlíka, ako absorbovali. Pokračujúce spoliehanie sa na zachytávanie a ukladanie uhlíka v týchto lesoch závisí od lepšej ochrany lesov.

Rozširovanie sústavy chránených území je v poslednom období odôvodňované nielen ochranou biodiverzity, ale aj celkových zásob uhlíka v morskom prostredí (Sala et al., 2021), ale aj v prípade terestrických ekosystémov (Jung et al., 2021).

Mnohé krajiny tiež vyvinuli rámec a prístup na identifikáciu území, ktoré synergicky chránia biodiverzitu a zásoby uhlíka (Zhu et al., 2021).

Adaptačné opatrenia na zmenu klímy sú jedným z ekosystémových prístupov, ktoré využívajú riešenia založené na prírode (Cohen-Shacham et al., 2019). Strassburg et al. (2020) zdôrazňuje, že obnova 15 % pozmenených ekosystémov v prioritných územiach môže zabrániť nielen očakávaným extinkciám, ale aj prispieť k sekvestrácii 30 % CO₂.

Viacerí autori (Keith et al., 2021) upozorňujú na potrebu zahrnutia zásob uhlíka (ako skladovania) aj tokov uhlíka (ako sekvestrácie), ktoré prispievajú k ekosystémovej službe globálnej klimateckej regulácie. Účtovanie založené len na tokoch podnietilo výsadbu a udržiavanie mladých lesov s vysokou mierou absorpcie uhlíka, a naopak neodhalenie väčšieho prínosu väčších, stabilnejších a odolnejších zásob uhlíka v prirodzených lesoch. Di Sacco et al. (2021) upozorňuje na hlavné environmentálne riziká veľkoplošnej výsadby stromov a uvádza 10 pravidiel vhodnej obnovy lesných ekosystémov s dôrazom na sekvestráciu uhlíka, biodiverzitu a zlepšenie životných podmienok. Najmä s ohľadom na väčšie riziko vzniku požiarov v niektorých regiónoch preto Hermoso et al. (2021) namiesto zalesňovania odporúča ako klimaticky inteligentnejšie riešenia obnovu mokradí alebo trávnatých plôch. Podobne existujú konzistentné dôkazy, že obnova rašelinísk zlepšuje ekosystémovú službu ukladania uhlíka (Rowland et al., 2021). Tu možno spomenúť aj rôzne ochranárske stratégie zamerané na mitigáciu klimateckej zmeny (Belote et al., 2017) vrátane REDD+ . Jedným z úspešných príkladov obnovy lesov vrátane ochrany biodiverzity a ukladania uhlíka je Čile (Heilmayr et al., 2020).

Ako uvádza Griscom et al. (2019) pre stabilizáciu klímy je potrebná nielen ochrana prirodzených ekosystémov, ale aj zlepšenie agrolesníckeho manažmentu a obnova narušených biotopov. Opatrenia na zmiernenie dopadov konverzie vo využívaní krajiny a ich prínos z hľadiska sekvestrácie uhlíka a biodiverzity ukazuje aj Nunez et al. (2020). Napr. zistenia Mildrexlera et al. (2020) o mimoriadnom význame stromov s priemerom nad 53 cm pre ukladanie uhlíka by sa mali prejavovať aj vo forme plánovania opatrení pre ich ochranu v lesných ekosystémoch.

Ďalším smerom je tzv. „disturbance-based silviculture“ s cieľom diverzifikácie biotopov s prihliadnutím na štruktúru lesa, dynamiku a ukladanie uhlíka, čo má implikácie aj pre ochranu

lesa (Thom & Keeton, 2020; Hilmers et al., 2018). Podobne Mikoláš et al. (2021) analyzuje prírodné disturbancie v lesných ekosystémoch a ich vplyv na biodiverzitu a ukladanie uhlíka. Na tomto mieste treba spomenúť aj opatrenia, ktoré spočívajú v ochrane ekosystémov pred konverziou, vzhľadom na obrovské zásoby neobnoviteľného uhlíka (napr. rašeliniská a pralesy) – Goldstein et al. (2020) alebo Bossio et al. (2020).

Rovnako zmena manažmentu travinných spoločenstiev vedie k vyššej emisii skleníkových plynov (Chang et al., 2021). Hong et al. (2021) upozorňuje nielen na regionálne rozdiely v emisiách skleníkových plynov, ale aj disproporcie v jednotlivých produktoch (napr. produkcia mäsa). Príkladom častokrát nepredvídateľných zmien je uvoľňovanie obrovských zásob uhlíka z pôdy následkom otepľovania (Varney et al., 2020). Ako upozorňuje aj Maia et al. (2020), niektoré lesy v Brazílii postihnuté suchom a teplom už nie sú zachytávačmi uhlíka, oblasť Amazónie sa tak následkom odlesňovania a zmenou klímy stáva zdrojom uhlíka (Gatti et al., 2021).

Podľa Harrisa et al. (2021) na globálnej úrovni zatiaľ ešte stále lesy absorbujú ročne dvakrát toľko uhlíka ako emitujú. Príklady z niektorých častí sveta ukazujú, že napr. ruské lesy (Schepaschenko et al., 2021) sekvestrujú podstatne viac uhlíka resp. zásoby uhlíka v afrických tropických horských lesoch (Cuni-Sanchez et al., 2021) sú podstatne vyššie ako sa predtým uvádzalo.

Na nesúlad v globálnych ročných emisiách krajín a výpočtami nezávislých posudzovateľov upozorňuje napr. Grassi et al. (2021), pričom zdôrazňuje potrebu zavedenia prísnejších a štandardizovaných účtovných systémov. Nové údaje z Kanady napr. upozorňujú na nadhodnotenie zásob uhlíka v neporušených lesoch a podhodnotenie emisií z ťažby dreva holorubným spôsobom (Skene & Polanyi, 2021).

Duffy et al. (2021) do budúcnosti navyše predpokladá a aj mierne klimatické projekcie očakávajú spomalenie ukladania uhlíka už v roku 2040.

V každom prípade, vzhľadom na veľkosť a závažnosť vplyvu je potrebné zahrnúť problém klimatickej zmeny do formulácie cieľov stratégie na ochranu biodiverzity po roku 2020 (Arneth et al., 2020) resp. integrovať tieto dve oblasti do jednej agendy na úrovni vedy a politiky (Pettorelli et al., 2021).

Do pozornosti dávame aj rôzne on-line interaktívne nástroje, ktoré umožňujú simuláciu a modelovanie riešení v oblasti klimatickej zmeny (<https://www.climateinteractive.org/tools/en-roads/>), progres jednotlivých krajín ku klimatickej neutralite (<https://zerotracker.net/>), kvantifikáciu uhlíka v chránených územiach ako súčasť ekosystémových služieb (https://dopa-explorer.jrc.ec.europa.eu/dopa_explorer) alebo prioritizáciu oblastí pre obnovu (<https://www.restor.eco/>). Ako upozorňuje viacero mapovacích nástrojov (<https://resourcewatch.org/data/explore>, <https://glad.umd.edu/dataset>) nožnice medzi potrebným nárastom plochy urbanizovaných území a poľnohospodárskej pôdy do roku 2050 (podľa scenára BAU) a pôdy, ktorú je potrebné chrániť resp. obnoviť (z dôvodu ochrany biodiverzity a klímy) do roku 2030 resp. 205 sa budú čoraz viac roztvárať.

Uhlíková neutralita a strategické dokumenty

Slovensko sa ku klimatickej neutralite prihlásilo v júni 2019. Hoci má schválenú stratégiu smerujúcu k uhlíkovej neutralite – [Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050](#) (ďalej len „nízkouhlíková stratégia“ alebo „stratégia“,

pravdepodobne ani realizácia jej opatrení (ako je poukázané aj v samotnej stratégii) neprivedie Slovensko bez dodatočného úsilia ku klimatickej neutralite. Stratégia obsahuje viac či menej ambiciózne scenáre redukcí emisií (a zvyšovania záchytovej kapacity): scenár s existujúcimi opatreniami (WEM – with existing measures) a scenár s dodatočnými opatreniami (WAM – with additional measures).

Určité prepojenie medzi mitigačnými a adaptačnými opatreniami na následky zmeny klímy založené na ekosystémoch možno nájsť aj v schválenom strategickom dokumente [Akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie SR na zmenu klímy](#) (ďalej len „akčný plán“). Ide napr. o špecifické opatrenia (ŠO) v rámci špecifických cieľov ŠO č. 4.3 Ochrana a adaptácia lesov v chránených územiach alebo ŠO č. 4.5 Podpora revitalizácie ekosystémov a prírodného vývoja biotopov využitím územného plánovania a pozemkových úprav.

Významné prepojenie na zmenu klímy podporou prírody blízkyh riešení obsahuje [Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030](#), ktorá má pomôcť obnoviť biodiverzitu Európy do roku 2030, čo bude prínosom pre ľudí, klímu i našu planétu. Podľa nej sa investície do prírodného kapitálu vrátane obnovy biotopov bohatých na uhlík a poľnohospodárstva šetrného ku klíme považujú za jednu z piatich najdôležitejších politík fiškálnej obnovy, ktoré ponúkajú vysoké ekonomické multiplikátory a pozitívny vplyv na klímu.

Kríza biodiverzity a kríza v oblasti klímy sú neoddeliteľne prepojené. Zmena klímy urýchľuje ničenie prírodného prostredia v dôsledku sucha, záplav a lesných požiarov a úbytok prírodných zdrojov a neudržateľné využívanie prírody sú zasa kľúčovými príčinami zmeny klímy. Ale rovnako ako sú prepojené krízy, sú prepojené aj riešenia. **Príroda je naším životne dôležitým spojencom v boji proti zmene klímy.** Príroda reguluje klímu a zásadný význam z hľadiska zníženia emisií a adaptácie na zmenu klímy budú mať riešenia inšpirované prírodou, ako sú ochrana a obnova mokradí alebo udržateľné obhospodarovanie pobrežných ekosystémov, lesov, trávnych porastov a poľnohospodárskej pôdy. Vysádzanie stromov a využívanie ekologických infraštruktúr nám pomôže schladiť mestské oblasti a znížiť vplyv prírodných katastrof. Keďže obnova prírody má potenciál významne prispieť k plneniu cieľov v oblasti klímy, značná časť z 25 % rozpočtu EÚ určeného na opatrenia v oblasti klímy sa bude investovať do biodiverzity a riešení inšpirovaných prírodou. Osobitná pozornosť sa bude venovať aj **udržateľnému hospodáreniu, obnove degradovanej pôdy a biologicky rozmanitých oblastí s vysokým potenciálom z hľadiska ekosystémových služieb a zmiernenia vplyvov zmeny klímy.**

Podstatnou časťou vízie nízkouhlíkovej stratégie je horizont najbližšej strategickej dekády, ktorý je kľúčový pre naplnenie klimaticko-energetických cieľov do roku 2030. Ďalej je pre SR kľúčovým faktom to, že ak sa neprijmú ďalšie dodatočné opatrenia nad rámec opatrení použitých v modeloch a scenároch WEM a WAM, v roku 2050 Slovensko nesplní cieľ klimatickej neutrality. Predpokladaný emisný zvyšok bude pravdepodobne vo výške 14 MtCO₂ekv, čo predstavuje 80 % zníženie emisií v porovnaní s rokom 1990 (bez započítania záchytovej kapacity v sektore využitia pôdy a lesov (land use, land-use change and forestry – [LULUCF](#)). Práve najťažšie a najdrahšie bude eliminovať tento zvyšok. Cieľový emisný zvyšok by mal byť vo výške 7 MtCO₂ekv. **Toto množstvo sa bude môcť pravdepodobne eliminovať prostredníctvom záchytovej kapacity. Záchyty vytvára najmä sektor využitia pôdy a lesov (LULUCF), ktorý predstavuje pri udržateľnom hospodárení veľký potenciál na redukciiu emisií CO₂.**

Slovensko má však najvyššie dekarbonizačné ciele. Tým sa predpokladá redukcia minimálne vo výške 90 % v porovnaní s rokom 1990 (bez započítania záchytovej kapacity) čo by znamenalo

dosiahnutie klimatickej neutrality v roku 2050. Preto aj náklady na najambicióznejšiu dekarbonizáciu by boli podstatne vyššie ako sú vyčíslené v stratégii. S týmto scenárom použité modely nepočítali a je to jedna z úloh pre aktualizáciu tejto stratégie v budúcnosti, ktorá zohľadní aj pripravovanú Stratégiu na dosiahnutie klimatickej neutrality na EÚ úrovni. Problémom je tiež, že v špecifickom sektore LULUCF je v dlhodobom meradle trend klesajúcich záchyto, ktorý je potrebné zvrátiť.

Cieľom tohto príspevku je na základe schválených strategických dokumentov a štúdií, príp. skúseností z iných inštitúcií (IPCC, UNEP) a krajín (napr. [Francúzsko](#), [Portugalsko](#)) **pozrieť sa na potenciál príspevku biodiverzity k riešeniu následkov zmeny klímy. Ide napr. o potenciál pre zachyt uhlíka prostredníctvom ekosystémov, najmä lesov a mokradí u nás.** V krajinách ako Portugalsko, nízkouhlíková stratégia počíta s ochranou biodiverzity, aby sa zaistilo dosiahnutie uhlíkovej neutrality. Vo Francúzsku sa podporuje udržateľné obhospodarovanie lesov, ktoré umožní zachovať efekt uhlíkovej pumpy a zároveň zlepšiť odolnosť lesných ekosystémov voči klimatickým rizikám a lepšie zachová biodiverzitu. Zvláštna pozornosť sa venuje mokradiam, ktoré považujú za najlepšie zásobárne uhlíka.

Rýchlosť hromadenia CO₂ v atmosfére je možné znížiť využitím skutočnosti, že atmosférický CO₂ sa môže hromadiť ako uhlík vo vegetácii a pôdach v suchozemských ekosystémoch (UNFCCC, 2021). Ľudské činnosti majú vplyv na globálny uhlíkový cyklus z atmosféry (pozitívny alebo negatívny), čím ovplyvňujú klímu. LULUCF bol predmetom dvoch veľkých správ Medzivládneho panelu pre zmenu klímy (IPCC) a má tiež zásadný význam pre biodiverzitu. Úloha aktivít LULUCF pri zmierňovaní zmeny klímy je uznávaná už dlho. Vplyv na zmenu klímy je možné dosiahnuť aj aktivitami v sektore LULUCF, ktoré zvyšujú odstraňovanie skleníkových plynov (GHG) z atmosféry alebo znižujú emisie zastavením straty zásob uhlíka.

IPCC identifikuje poľnohospodárstvo, lesné hospodárstvo a iné využitie pôdy (AFOLU) ako významný čistý zdroj emisií skleníkových plynov, ktorý prispieva k asi 23 % antropogénnych emisií oxidu uhličitého (CO₂), metánu (CH₄) a oxidu dusného (N₂O) kombinovaných ako CO₂ ekvivalenty v rokoch 2007 – 2016 (IPCC, 2019). **Lesy** predstavujú významnú globálnu zásobu uhlíka nahromadenú rastom stromov a zvýšením uhlíka v pôde. Premena prirodzených lesov a pralesov lesov na hospodárske lesy, nezákonná ťažba dreva a neudržateľné lesné hospodárstvo vedú k emisiám skleníkových plynov a môžu mať ďalšie účinky na regionálnu klímu vrátane účinkov vyplývajúcich z posunov albeda. Naopak, v oblastiach degradovaných lesov môže udržateľné lesné hospodárstvo zvýšiť zásoby uhlíka a biodiverzitu. Dôležitú úlohu zohrávajú aj iné suchozemské ekosystémy. Väčšina zásob uhlíka v ornej pôde a trávnatých porastoch sa nachádza v podzemnej rastlinnej organickej hmote a pôde. V dôsledku toho má sekvestrácia uhlíka v pôde v ekosystémoch lúk a trávnatých porastov podľa IPCC potenciál zmierňovania 0,4 – 8,6 ekv. CO₂/rok (IPCC, 2019)).

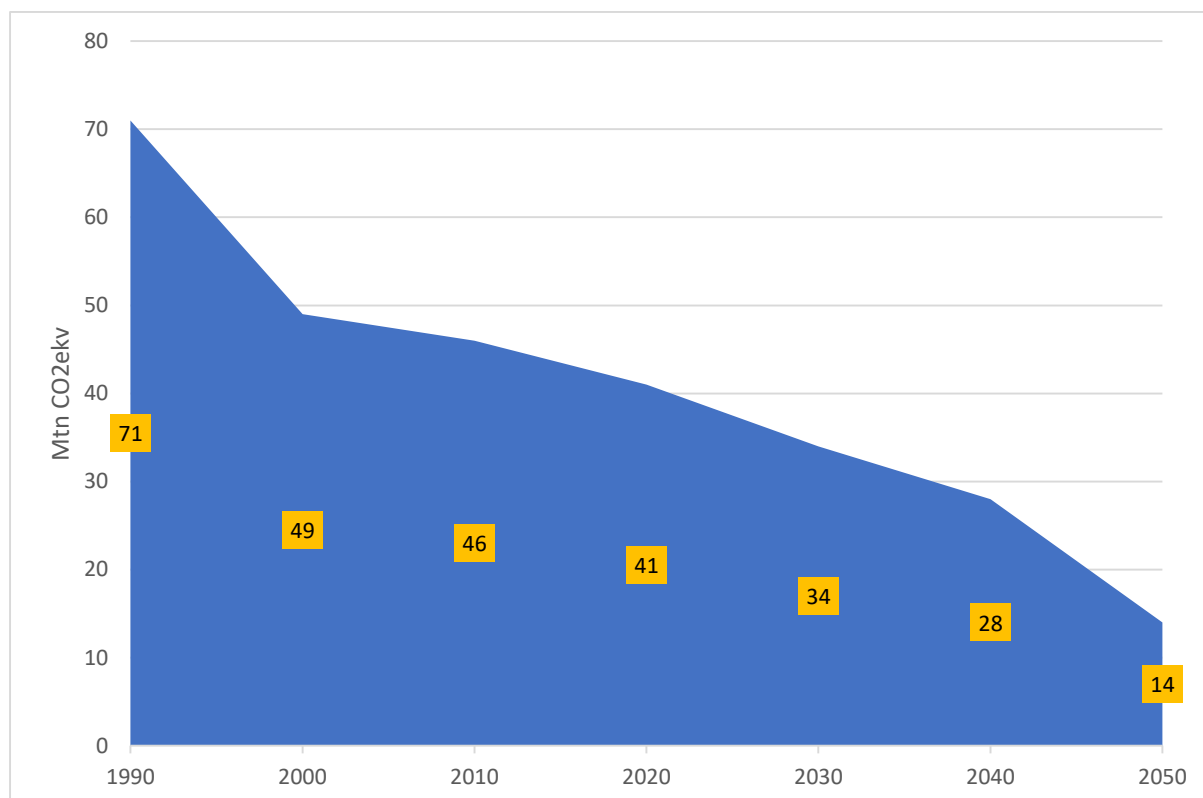
Podľa IPCC ([2019](#)) najväčší potenciál zníženia emisií je v dôsledku zníženého odlesňovania a degradácie lesov (0,4 – 5,8 GtCO₂ekv./rok) (vysoká spoľahlivosť), prechodu na rastlinnú potravu (0,7 – 8,0 GtCO₂ekv./rok) (vysoká spoľahlivosť) a zníženie odpadu z potravín a poľnohospodárstva (0,8 – 4,5 ekvivalentu CO₂/rok) (vysoká spoľahlivosť). Kombinované poľnohospodárske opatrenia by mohli priniesť 0,3 – 3,4 GtCO₂-ekv./rok (stredná spoľahlivosť). **Možnosti s najväčším potenciálom sú zalesňovanie** (0,5 – 10,1 ekvivalentov CO₂/rok) (stredná spoľahlivosť), **sekvestrácia uhlíka v ornej pôde a trávnatých porastoch** (0,4–8,6 ekvivalentu ekv./rok) (vysoká spoľahlivosť) a **biopalivá so zachytávaním a skladovaním uhlíka** (0,4 – 11,3 ekvivalentu CO₂/rok) (stredná spoľahlivosť).

Podľa IPCC je hlavnou nevýhodou aktivít LULUCF ich potenciálna reverzibilita a nestálosť zásob uhlíka v dôsledku ľudských činností, prírodných disturbancií alebo ich kombinácie so stratou zásob uhlíka a následným uvoľňovaním skleníkových plynov do atmosféry. Tiež sa predpokladá, že zmena klímy bude mať vplyv na rýchlosť rastu a rozpadu vrátane výskytu prírodných disturbancií s regionálnymi rozdielmi vo svete. **Rýchle zníženie antropogénnych emisií skleníkových plynov, ktoré obmedzujú otepľovanie na „hlboko pod“ 2 ° C, by podľa IPCC výrazne znížilo negatívne vplyvy zmeny klímy na suchozemské ekosystémy.**

Francúzska nízkouhlíková stratégia (ďalej len „FNUS“) z roku 2020 v rámci uhlíkového cyklu navrhuje zabrániť ďalšiemu zaberaniu pôdy, najmä pôd s najvyššími zásobami uhlíka (mokrade), uplatňovanie takých poľnohospodárskych postupov, ktoré vedú k posilneniu ukladania uhlíka (napr. agrolesníctvo) alebo zlepšenie lesného hospodárstva a posilnenie biohospodárstva. Z klimatického hľadiska by sa manažment lesného hospodárstva mal zamerať na prispôsobenie lesov zmene klímy, ako aj na optimalizáciu zmierňovania zmeny klímy tým, že sa čo najlepšie zohľadnia krátkodobé, strednodobé a dlhodobé vplyvy. Doplnené to má byť technológiami zachytávania, používania a skladovania uhlíka (CCUS), ktoré prispievajú k znižovaniu prostredníctvom antropogénneho zachytávania a sekvestrácie uhlíka.

Plán zníženia emisií v SR do roku 2050

Podľa nízkouhlíkovej stratégie na základe energetického a makroekonomického modelovania a na základe domácich projekcií a expertných odhadov možno usudzovať, že Slovensko by mohlo znížiť emisie v roku 2050 (v porovnaní s rokom 1990) o maximálne 80 % (bez záchytovej v sektore LULUCF) v prípade, že by sa implementovali všetky dodatočné modelované opatrenia. Ak by sa započítali aj maximálne možné záchyty zo sektora LULUCF, tak by sa mohlo počítať s najviac 90 % znížením emisií v porovnaní s rokom 1990, čo by stále nebolo dostačujúce na splnenie cieľa dosiahnuť klimatickú neutralitu. V roku 2050 by stále zostávalo minimálne 14 MtCO₂ekv bez započítania záchytovej v LULUCF (obrázok č. 1) a po započítaní záchytovej by to bolo minimálne 7 MtCO₂ekv.



Obr. č. 1: **Celkové emisie bez LULUCF.** Odhadovaná trajektória znižovania emisií do roku 2050, vrátane historických emisií, ktorá vychádza z domácich projekcií a historických emisií a z expertného odhadu MŽP SR

Zdroj: Projekcie SHMÚ (do roku 2040) a po roku 2040 expertný odhad MŽP SR, projekcie vychádzajú z údajov, ktoré boli použité v modeli Slovak-CGE a CPS. Pozn. Všetky emisie sú celkové emisie skleníkových plynov bez LULUCF v Mt CO₂ekv.

Toto zníženie o 80 resp. 90 % nie je automatické a bude si vyžadovať investície a zmeny v ekonomike a správaní obyvateľov. Bez dodatočných opatrení nám hrozí, že emisie zostanú v roku 2050 na porovnateľnej úrovni ako je v roku 2015.

Pre SR je kľúčovým faktom to, že ak sa neprijmú ďalšie dodatočné opatrenia nad rámec použitých v modeloch a scenároch WEM a WAM, do roku 2050 sa Slovensko bude musieť vysporiadať s emisným zvýškom (tzv. gapom), ktorý bude pravdepodobne vo výške **7 až 14 Mt CO₂ekv**. Práve najťažšie a najdrahšie bude eliminovať tento zvýšok. Cieľový emisný zvýšok by

mal byť vo výške **7 Mt CO₂ekv.**, keďže **toto je množstvo, ktoré sa bude môcť potenciálne eliminovať prostredníctvom záchytov** (sektor LULUCF).

Sektor využívania pôdy, zmeny vo využívaní pôdy a lesníctva (LULUCF)

Sektor LULUCF sa skladá z viacerých oblastí:

- A. Lesná pôda
- B. Orná pôda
- C. Trávne porasty
- D. Mokrade
- E. Sídelné plochy
- F. Ostatné plochy
- G. Výrobky z vyťaženého dreva
- H. Ostatné

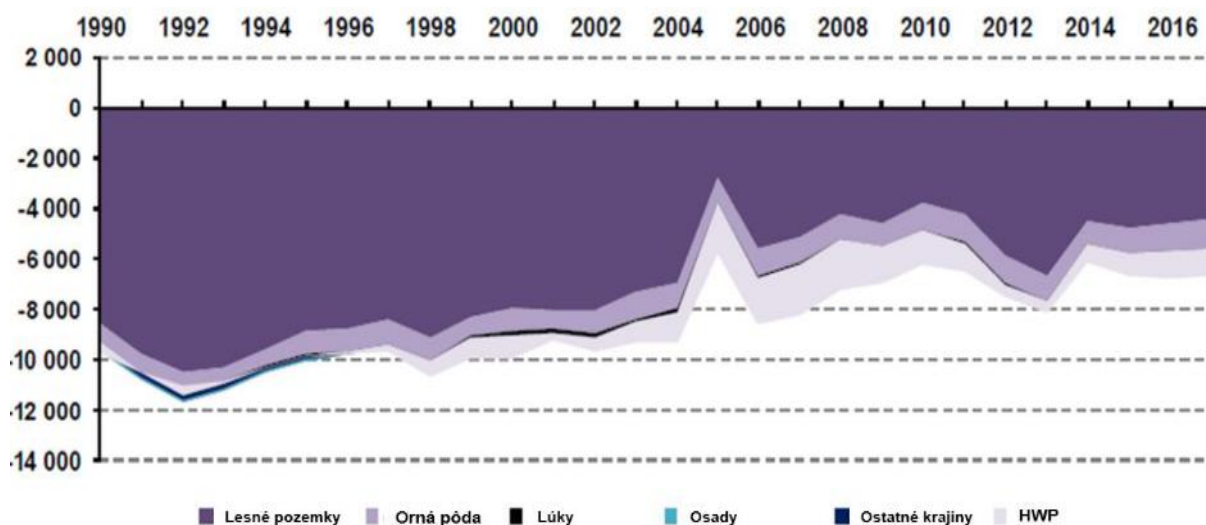
Podľa súčasných právnych predpisov EÚ musia členské štáty EÚ zabezpečiť, aby započítané emisie skleníkových plynov z využívania pôdy, zmien využívania pôdy alebo lesného hospodárstva boli v období rokov 2021 až 2030 vyvážené aspoň ekvivalentným započítaním odstráneného CO₂ z atmosféry. Nariadenie LULUCF (EÚ) 2018/841 (ďalej len „nariadenie“) implementuje dohodu medzi lídrami EÚ z októbra 2014, že všetky sektory by mali prispieť k cieľu zníženia emisií EÚ do roku 2030 vrátane sektora využívania pôdy. Komisia navrhuje ako súčasť legislatívneho balíka Fit for 55 na zvýšenie odstraňovania uhlíka na -310 miliónov ton ekvivalentu CO₂ do roku 2030 (zo súčasných 268 mil. t ekvivalentu CO₂) a na dosiahnutie klimateckej neutrality v kombinovanom využívaní pôdy, lesnom hospodárstve a poľnohospodárstve do roku 2035 na úrovni EÚ. To je v súlade s jeho ambicióznejším cieľom dosiahnuť do roku 2030 čisté zníženie emisií najmenej o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990.

Vzhľadom na integrovanejší politický prístup povedie navrhované nariadenie ku klimaticky neutrálnej produkcii potravín a biomasy, zlepši odolnosť lesov voči zmene klímy, uľahčí obnovu degradovaných ekosystémov a podporí biohospodárstvo využívaním trvanlivých bioproduktov pri plnom rešpektovaní ekologických zásad podporujúcich biodiverzitu. EÚ uznáva, že príroda je dôležitým spojencom v boji proti klimatickým zmenám (EU, 2021). Reguluje klímu, podporuje biodiverzitu, absorbuje a ukladá uhlík do lesov, rašelinísk a mokradí. Udržiateľný manažment prírody a prírodných zdrojov zlepšuje kvalitu života človeka, zachováva zdravé životné prostredie a vytvára pracovné miesta v oblasti udržiateľných potravín, bioproduktov a energie. Nové obchodné modely, ktoré odmeňujú obhospodarovanie pôdy šetrnejšie ku klíme („uhlíkové poľnohospodárstvo“), vytvárajú nové možnosti príjmu pre poľnohospodárov a lesníkov.

Realizácia uvedeného nariadenia má pomôcť zlepšiť odolnosť lesov voči zmene klímy, obnoviť degradované ekosystémy, podporovať biohospodárstvo pri zachovaní biodiverzity, zvýšiť záchyt uhlíka uloženého v pôde a lesoch, zvýšiť používanie dreva a biologických produktov s dlhou životnosťou a podporovať výrobu udržiateľných potravín.

Sektor LULUCF pokrýva širokú škálu biologických a technických procesov v krajine, ktoré majú vplyv aj na množstvo emisií/záchytov skleníkových plynov. Emisná inventúra v tomto sektore zahŕňa hlavné skleníkové plyny (CO₂, CH₄ a N₂O), ako aj základné znečisťujúce látky pochádzajúce z lesných požiarov (NO_x a CO). Sektor LULUCF predstavuje v celom časovom rade 1990 – 2017 čistý záchyt CO₂ v rozsahu od -10 987,61 (1992) do -5 719,15 (2005) Gg CO₂

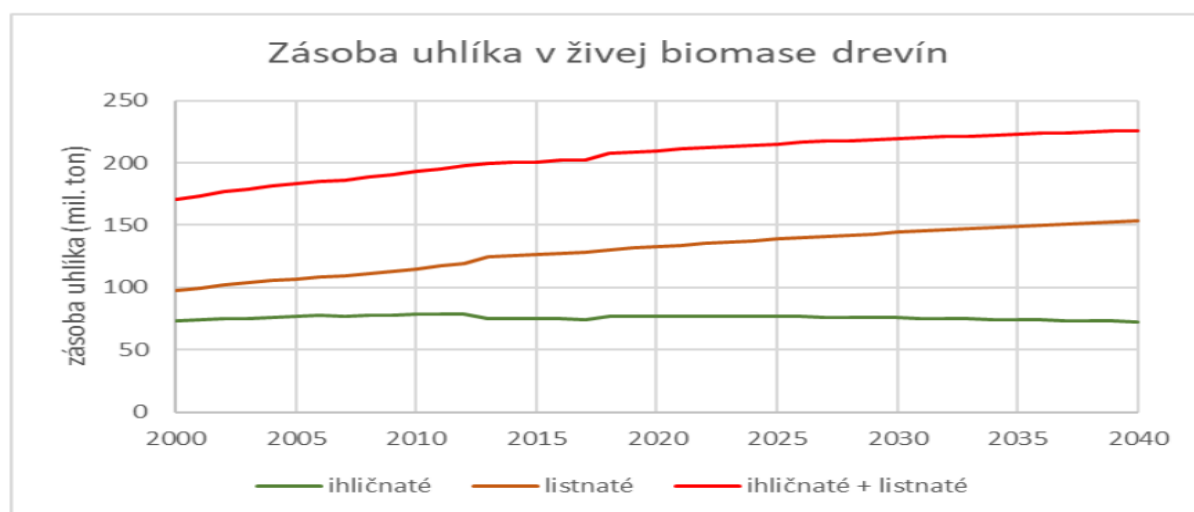
eq. a reprezentuje dôležité úložisko uhlíka. Vývoj emisií/záchytov skleníkových plynov v jednotlivých kategóriách využívania pôdy a vyťažené produkty z lesa sektora LULUCF je uvedený na obr. č. 2.



Obrázok č. 2: **Vývoj emisií/záchytov skleníkových plynov v sektore LULUCF (Gg CO₂ekv.) v rokoch 1990 – 2017 (Gg CO₂ekv.)**

Zdroj: SHMÚ (sekundárne prevzaté z nízkouhlíkovej stratégie). Poznámka: HWP sú vyťažené produkty z lesa

Čisté emisie/záchyty skleníkových plynov v sektore LULUCF sú výsledkom zmien v jednotlivých kategóriách využívania krajiny. V prípade kategórie FL (lesná pôda) bilancia zahŕňa zásoby uhlíka v živej (nadzemnej a podzemnej) biomase a vychádza z rozdielu medzi ročným prírastkom uhlíka (celkový bežný prírastok) v biomase a jeho úbytkom (ťažba dreva). Vzhľadom k skutočnosti, že na Slovensku stále viac biomasy prirastie, ako sa vyťaží, je bilancia priaznivá, zásoby uhlíka v živej biomase narastajú posledné roky a takisto sa to očakáva aj v najbližších dekádach (obrázok č. 3). Ako vidieť na obrázku, významnú podiel v rámci sektoru LULUCF predstavujú lesné pozemky. Inventarizáciu emisií skleníkových plynov pre lesy v rámci Slovenska zabezpečuje Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen.



Obrázok č. 3: **Prognóza vývoja zásob uhlíka v živej biomase (nadzemná + podzemná) v lesoch SR**

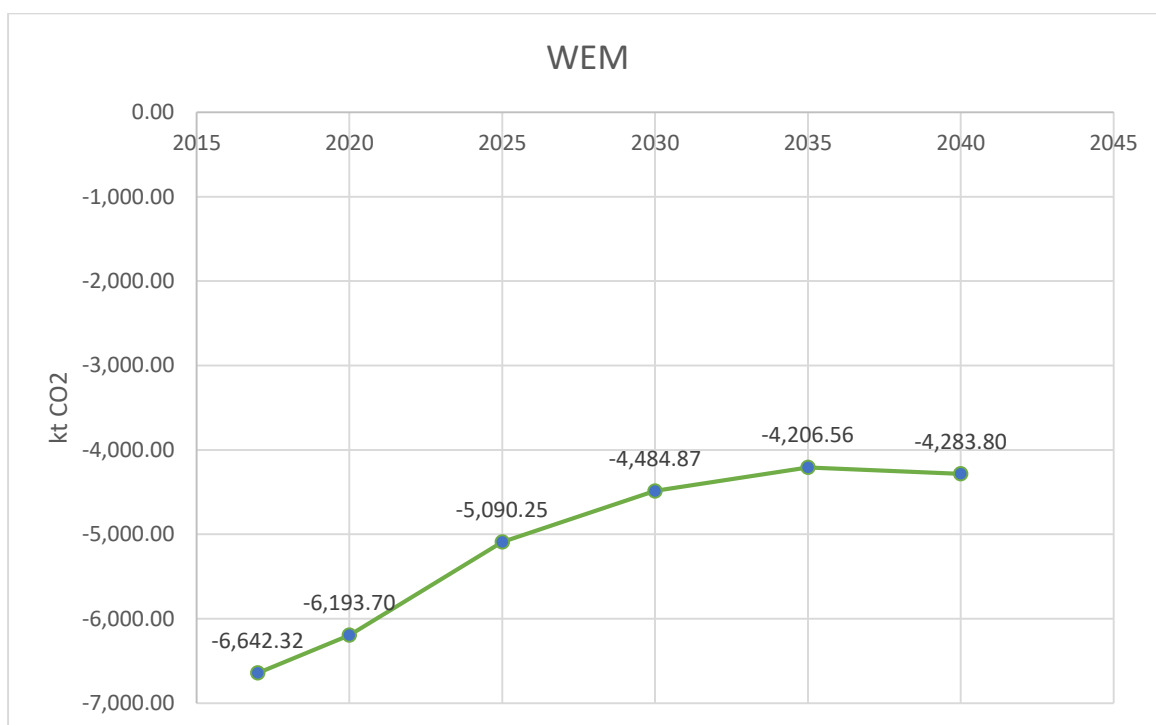
Zdroj: Národné lesnícke centrum (NLC). Sekundárne prevzaté z nízkouhlíkovej stratégie.

Dočasné zníženie záchytovej kapacity je spôsobené postupným zvyšovaním priemerného veku porastov a z neho vyplývajúcim nižším medziročným prírastkom drevnej hmoty. Zdravé lesné ekosystémy majú vysokú schopnosť ukladania uhlíka.

Projekcie emisií a záchytovej kapacity podľa referenčného scenára WEM

Projekcie emisií a záchytovej kapacity v sektore LULUCF vychádzajú zo sektorového strategického dokumentu Programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky pre obdobie 2007 – 2013 a 2014 – 2020 s prihliadnutím na prijatý Národný lesnícky program (NLP) Slovenskej republiky, ako aj NLP akčné plány na roky 2009 – 2013 a 2015 – 2020. Do projekcií emisií a záchytovej kapacity skleníkových plynov v sektore LULUCF boli započítané tieto opatrenia:

- zalesnenie 800 ha nízko produktívnej/málo bonitnej pôdy rýchlorastúcimi drevinami a prvé zalesnenie 600 ha poľnohospodárskej pôdy do roku 2017;
- zatravnenie 50 000 ha ornej pôdy do roku 2017;
- zníženie rizika lesných požiarov na 90 % v porovnaní s obdobím 2000 – 2003 (aplikácia Nariadenia 2152/2003/EK týkajúceho sa monitorovania lesov a lesných požiarov)



Obrázok č. 4: **Projekcie emisií/záchytovej kapacity CO₂ ekv (Gg) v sektore LULUCF podľa scenára WEM do roku 2040**

Zdroj: SHMÚ

Výsledky modelovania projekcií emisií/záchytovej kapacity CO₂ zo sektora LULUCF pre obdobie do roku 2040 sú uvedené na obr. č. 4. Ako je možné vidieť, očakáva sa, že celkové záchyty CO₂ sa v tomto sektore budú pohybovať od -6 642,32 (2017) do -4 206,56 (2035) Gg CO₂. Projekcie záchytovej kapacity CO₂ v období od roku 2017 do roku 2035 vykazujú klesajúci trend. Je to spôsobené hlavne poklesom záchytovej kapacity v kategóriách FL (lesná pôda), CL (orná pôda) a GL (pasienky) a nárastom emisií z SL (sídla) a OL (iná pôda). Po roku 2035 sa očakáva zvýšenie záchytovej kapacity v kategóriách FL (lesná pôda) a GL (pasienky). Tieto trendy je možné vidieť aj v nasledujúcej tabuľke:

Tabuľka č. 1: Projekcie emisií a záchyty CO₂ v sektore LULUCF (v Gg) podľa scenáru WEM do roku 2040

rok/kt CO ₂	2017	2020	2025	2030	2035	2040
LULUCF	-6 642,32	-6 193,70	-5 090,25	-4 484,87	-4 206,56	-4 283,80
Lesná pôda	-4 448,84	-4 437,77	-3 492,28	-2 974,27	-2 697,75	-2 857,00
Orná pôda	-1 142,66	-1 056,55	-1 050,67	-1 027,82	-1 005,59	-1 -985,34
Pasienky	-165,25	-108,85	-68,37	-92,83	-126,00	-132,68
Sídla	98,38	102,65	111,08	103,86	101,85	102,25
Ostatné	92,98	132,74	143,03	146,52	132,43	133,19
Výrobky z dreva	-1 076,92	-1 -825,92	-1 -733,04	-1 -666,88	-1 -611,49	-1 -544,22

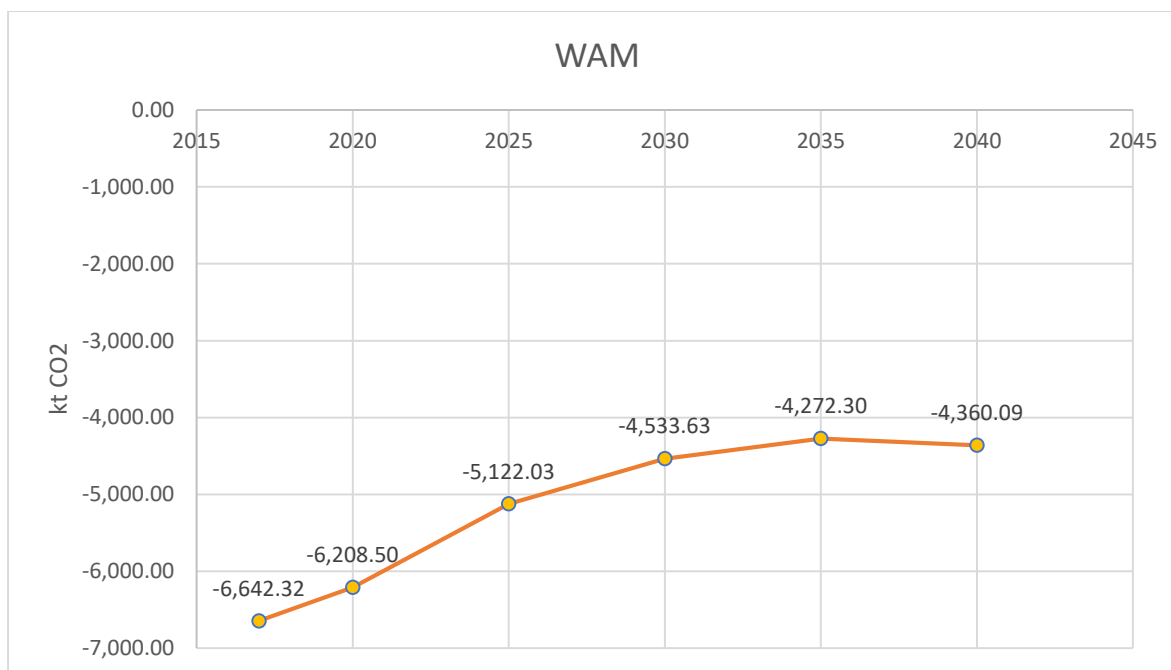
Zdroj: SHMÚ

Sektor LULUCF zohráva dôležitú úlohu, ktorá spočíva v záchytoch tých emisií, ktoré nie je možné eliminovať inak (emisie z priemyselných procesov, poľnohospodárskych činností a dopravy) a na druhej strane použitie dreva v materiállovej a energetickej oblasti nahradí používanie produktov a surovín na báze fosílnych palív. Sektor teda dáva možnosti na znížovanie emisií, ktoré sa nepodariť eliminovať inak a ktoré by mohli ohroziť dosiahnutie cieľa klimatickej neutrality v roku 2050. Doterajší vývoj od roku 1990, ako aj projekcie do budúcnosti však ukazujú vcelku opačný trend (znižovanie týchto záchyty). Preto bude potrebné kvantifikovať a zhodnotiť možnosti záchyty CO₂ v sektore LULUCF a ich prípadné uplatnenie na zníženie emisného zvyšku do roku 2050 cez dodatočné opatrenia. Na druhej strane je však sektor citlivý na škody spôsobené dôsledkami zmeny klímy (sucho, vyššie teploty, vietor, požiare, patogény a pod.), ktoré záchyty CO₂ znižujú.

Možnosti zvýšenia záchyty sektora LULUCF podľa scenára WAM

Scenár s ďalšími opatreniami (WAM) zobrazuje vývoj emisií po tom, čo sa implementujú dve ďalšie dodatočné opatrenia:

- Zalesnenie 23 000 ha trávnych porastov do roku 2040
- Zatrávnením 50 000 ha ornej pôdy po roku 2016.



Obrázok č. 4: **Projekcie emisií/záchytov CO₂ ekv (Gg) v sektore LULUCF podľa scenára WAM do roku 2040**

Zdroj: SHMÚ

Na základe tohto predpokladu projekcie záchytov CO₂ v období od roku 2017 do roku 2035 vykazujú klesajúci trend. Ako je možné vidieť, očakáva sa, že celkové záchyty CO₂ sa v tomto sektore budú pohybovať od -6 642,32 (2017) do -4 272,30 (2035) Gg CO₂. Je to spôsobené hlavne poklesom záchytov v kategóriách FL (lesná pôda), CL (orná pôda) a GL (pasienky) a nárastom emisií z SL a OL. Po roku 2035 sa očakáva zvýšenie záchytov v kategóriách FL a GL.

Tabuľka č. 2: **Projekcie emisií a záchytov CO₂ v sektore LULUCF (v Gg) podľa scenáru WAM do roku 2040**

rok/kt CO ₂	2017	2020	2025	2030	2035	2040
LULUCF	-6 642,32	-6 208,50	-5 122,03	-4 533,63	-4 272,30	-4 360,09
Lesná pôda	-4 448,84	-4 443,98	-3 508,66	-2 974,27	-2 734,49	-2 903,00
Orná pôda	-1 142,66	-1 056,47	-1 050,48	-1 027,52	-1 005,19	-984,83
Pasienky	-165,25	-117,53	-83,96	-115,33	-155,41	-163,48
Sídla	98,38	102,65	111,08	103,86	101,85	102,25
Ostatné	92,98	132,74	143,03	146,52	132,43	133,19
Výrobky z dreva	-1 076,92	-825,92	-733,04	-666,88	-611,49	-544,22

Zdroj: SHMÚ

Slovensko zatiaľ nekvantifikovalo emisie/záchyty z kategórie mokrade, nakoľko absentujú dostatočne presné vstupné údaje, na základe ktorých je možné modelovať projekcie emisií/záchytov v tejto kategórii.

ĎALŠIE DODATOČNÉ OPATRENIA (NEUTRAL) NA DOSIAHNUTIE CIEĽA KLIMATICKEJ NEUTRALITY DO ROKU 2050 V SEKTORE LULUCF

Scenáre poukázali na potrebu zvýšiť úsilie v sektore LULUCF prostredníctvom zavedení nových opatrení NEUTRAL a implementovaní už existujúcich opatrení vrátane tých použitých v scenári WAM, ktoré sú často prijaté v iných stratégiách (napr. adaptačná stratégia), avšak ich implementácia v praxi je stále nedostatočná z pohľadu zvyšovania záchyto. Okrem toho bude potrebné kvantifikovať a zhodnotiť možnosti záchyto CO_2 v sektore LULUCF a ich prípadné uplatnenie na zníženie emisného zvyšku do roku 2050 cez dodatočné opatrenia. Podpora zvyšovania záchyto sa v krátkodobom horizonte bude realizovať hlavne pomocou spoločnej poľnohospodárskej politiky a cez adaptačné opatrenia v rámci 2. programovej priority na Slovensku financovanej z EÚ rozpočtu. Pre dosiahnutie klimatickej neutrality však bude žiaduce efektívne nastaviť dlhodobý a predvídateľný rámec finančnej podpory.

- Zaviesť kritéria udržateľnosti v prípade lesnej biomasy v súlade so Smernicou o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov.
- Zvýšenie výmery lesov prostredníctvom zalesňovania poľnohospodárky nevyužívaných pôd pri zachovaní diverzity nelesných biotopov.
- Udržanie vitálnych lesov obmedzením negatívnych dopadov zmeny klímy na lesy prostredníctvom opatrení zameraných na adaptáciu lesov (podpora uplatnenia modelov hospodárenia nad rámec zákonných povinností, podpora využitia alternatívnych modelov hospodárenia za účelom úpravy drevinového zloženia, využitia vhodných proveniencií).
- Udržanie vitálnych lesov obmedzením negatívnych dopadov zmeny klímy na lesy realizáciou preventívnych a ochranných opatrení proti šíreniu škodlivých činiteľov.
- V rámci udržateľného hospodárenia v lese podporovať opatrenia zamerané na zvyšovanie záchyto uhlíka. Od tretieho stupňa ochrany prírody a vyššie uplatňovať prírode blízke hospodárenie.
- Implementácia opatrení na výrazné zníženie podielu náhodných ťažieb v lesoch SR.
- Zachovanie a zabezpečenie ochrany pralesov a prírodných lesov v kontexte celkovej realizácie konceptu udržateľného hospodárenia v lesoch.
- Využívanie agro-lesníckych systémov zameraných na sekvestráciu uhlíka prostredníctvom drevnej biomasy a pôdy.
- Evidencia, kvantifikácia a aktívny manažment biomasy na nelesných pozemkoch.
- Postupné zvýšenie výmery lesných pozemkov, alebo pozemkov agrolesníckeho obhospodarovania, riešením nesúladov druhu pozemkov cez projekty pozemkových úprav a čiastočné zmeny druhu nelesných pozemkov porastených lesnými drevinami.
- Zvyšovanie podielu výrobkov z dreva (HWP) s dlhou dobou životnosti vrátane tých na stavebné účely.
- Implementácia opatrení zameraných na zvýšenie sekvestrácie uhlíka v poľnohospodárskych pôdach a udržiavanie vysokej úrovne organického uhlíka v pôdach bohatých na uhlík.

- Zvýšenie obsahu organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach zabezpečením obhospodarovania pôdy s princípmi správnej poľnohospodárskej praxe ako aj plnením všeobecných požiadaviek podľa §8 Nariadenia vlády SR č. 342/2014 Z. z. od roku 2015, ktorým sa ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb (diverzifikácia plodín, zachovávanie existujúceho trvalého trávneho porastu, existencia oblasti ekologického záujmu).
- Údržba a obnova trávnych porastov.
- Ochrana a obnova rašelinísk a mokradí v povodiach.
- Potreba vzdelávania, zvyšovania informovanosti a povedomia pre širokú verejnosť o potrebe dodatočných opatrení v tomto sektore.
- **Vypracovať štúdiu, ktorou sa posúdia možnosti pre dosiahnutie záchyty 7 Mt CO₂ ekv. a viac do roku 2050 zo sektora LULUCF.**

Z hľadiska minimalizácie vplyvu na biodiverzitu (resp. v snahe o zlepšenie jej stavu) pri riešení zmeny klímy sa odporúča nasledovné (podľa [odporúčaní EÚ](#)):

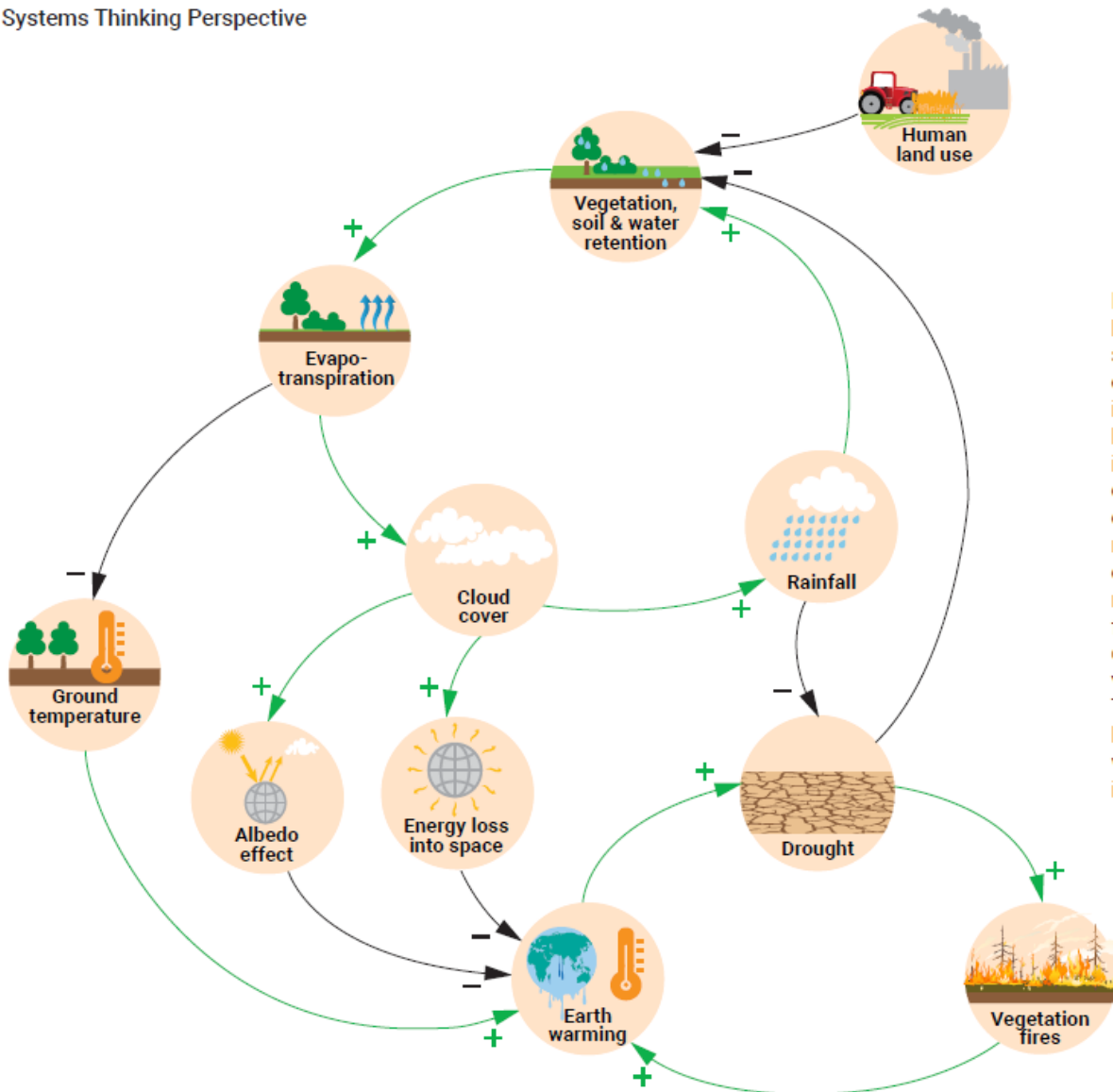
- zakázať získavanie biomasy na výrobu energie z prírody blízких lesov a pralesov a mokradí;
- od roku 2026 nepodporovať využívanie lesnej biomasy v zariadeniach na výrobu elektriny;
- zakázať vnútroštátne finančné stimuly na používanie pílových alebo dyhových kmeňov, pňov a koreňov na výrobu energie;
- vyžadovať, aby všetky tepelné a energetické zariadenia na báze biomasy dodržiavali minimálne prahy úspory skleníkových plynov;
- uplatňovať kritériá udržateľnosti EÚ na menšie zariadenia na výrobu tepla a elektrickej energie (najmenej 5 MW).

Význam lesov a vegetácie

V lete 2021 UNEP sprístupnil [dokument](#), v ktorom poukazuje na význam vegetácie, pôdy a vody pre ochladzovanie klímy a rehydratovanie krajiny a zdôrazňuje nevyhnutnosť ich ochrany a obnovy (UNEP, 2021).

Globálne pokračuje ničenie lesov, zhoršovanie pôd či zníženie zadržiavania vody v krajine, ktoré narúšajú pohyb vody v atmosfére a cez atmosféru. Toto narušenie spôsobuje zásadné zmeny v zrážkach, ktoré by mohli viesť k menšiemu počtu zrážok a väčšiemu počtu období sucha v mnohých oblastiach sveta, zvýšeniu regionálnych teplôt a zhoršeniu klimatických zmien. Tieto zmeny ovplyvňujú regionálnu klímu, ale môžu mať vplyv aj na vzdialené regióny. **Pochopenie prepojených vzťahov a následných tokov energie medzi rastlinami, pôdou a vodou na zemi, ako aj v atmosfére, môže pomôcť zmierniť zmenu klímy a vytvoriť odolnejšie ekosystémy.**

Vegetácia (ekosystémy) zohráva pri regulácii klímy dôležitú (a často zanedbávanú) úlohu. Je zrejmé, že premena napríklad lesov na ornú pôdu alebo zastavané územia prinášajú zásadné zmeny, ktoré môžu ovplyvniť klímu.



Obrázok č. 5: Systémové myslenie pri využívaní krajiny

Zdroj: UNEP, 2021

Kľúčové príčinné vplyvy v tomto systéme – zvýšené využívanie pôdy človekom viedlo k zníženiu vegetačného krytu, degradácii pôdy a zníženiu zadržiavania vody, čo priamo znižuje evapotranspiráciu, zvyšuje teplotu pôdy, a následne má vplyv na nárast globálnej teploty. Rastúca vegetácia na súši zvyšuje úrodnosť pôdy a dopĺňa zásoby podzemných vôd, zvyšuje evapotranspiráciu, čo následne povedie k zvýšeniu oblačnosti a zvýšeniu zrážok. Zvýšená oblačnosť spôsobuje zvýšenie atmosférického chladenia dodatočnou odrazivosťou prichádzajúceho slnečného žiarenia, ako aj zvýšenie prenosu energie späť do vesmíru, ktoré spoločne majú regulačné účinky na otepľovanie Zeme. Keď je táto rovnovážna spätná väzba oslabená, teplejšia Zem bude mať za následok viac sucha, ďalšie zhoršovanie znižovaním zrážok a viac požiarov vegetácie, ktoré zase Zem ešte viac zahrievajú. Tieto **cykly je možné zvrátiť prostredníctvom politik, ktoré podporujú využívanie pôdy, čím sa zvyšuje plocha vegetácie a zlepšuje zadržiavanie vody v pôde.** (+) Vplyv je v rovnakom smere, (-) vplyv je v opačnom smere.

V rokoch 1950 až 2000 sa povrchová teplota globálne zvýšila o 0,3 °C v dôsledku zmien krajinej pokrývky. Odchýlky v povrchovej energetickej bilancii generované zmenou vegetácie v rokoch 2000 až 2015 viedli k priemernému zvýšeniu miestnej povrchovej teploty o 0,23 °C, kde k týmto vegetačným zmenám došlo. Priemerné oteplenie v dôsledku zmeny krajinej pokrývky môže vysvetliť 18 – 40 % súčasného trendu globálneho otepľovania prostredníctvom zníženia evapotranspirácie a zmeny povrchového albeda.

Aké sú dôsledky pre politiky?

Len technokratické riešenia zmeny klímy v podobe redukcie CO₂ by mali byť doplnené riešeniami, ktoré prináša **správny manažment krajiny**. Vegetácia, úrodná pôda a zadržiavanie vody musia byť uznané ako hlavné regulátory vodného, energetického a uhlíkového cyklu. Niektoré z dôsledkov pre tvorbu environmentálnych politík sú:

- Treba brať do úvahy slučku **pozitívnej spätnej väzby**: Ako je vysvetlené vyššie, keď sú lesy vyrubované, povrchy pevniny a podnebie sa stávajú suchšími a teplejšími. To vedie k podmienkam, ktoré zhoršujú riziko lesných a vegetačných požiarov, ktoré ďalej emitujú CO₂ a spôsobujú ďalšie odlesňovanie, čím sa vytvára začarovaný kruh. Zmena klímy, odlesňovanie, sucho a lesné požiare tvoria trojitú slučku posilňujúcich sa spätých väzieb.
- Vzhľadom na úzke vzájomné prepojenie veľkých lesných ekosystémov by sa mali považovať za globálne statky.
- Zvlášť dôležité a citlivé lesné oblasti by mali byť chránené a zodpovedajúcim spôsobom spravované.
- Je nanajvýš dôležité zastaviť odlesňovanie a zvýšiť úsilie v oblasti obnovy lesov po celom svete.
- Poľnohospodárske postupy by sa mali zamerať na budovanie pôdy, celoročné pokrytie pôdy rastlinami a používanie agro-lesníckych postupov.

Účinnosť opatrení

Komplexné spracovanie účinnosti opatrení založených na manažmente krajiny a ich vplyve na zmenu klímy prináša správa IPCC o zmene klímy a krajine ([IPCC, 2019](#)), obr. č. 6. Z hľadiska maximalizácie mitigačného efektu sa v jednotlivých oblastiach odporúča nasledovné:

Poľnohospodárstvo – *zvýšenie produktivity potravín* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu a degradáciu pôdy) a *agrolesníctvo* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu a degradáciu pôdy)

Lesníctvo – *zníženie odlesňovania a degradácie lesov* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu a degradáciu pôdy)

Využívanie pôdy – *zvýšenie obsahu organického uhlíka v pôde* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu a degradáciu pôdy)

Iné ekosystémy – *manažment požiarov* (v našich podmienkach nemá väčší význam), *zachovávanie a obnova mokradí* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu, potenciálne negatívny vplyv na produkciu potravín)

Spotrebiteľské návyky/dopyt – *zníženie strát po zbere úrody* (pozitívny vplyv aj na adaptáciu a degradáciu pôdy), *zmena stravovacích návykov* (pozitívny vplyv aj na degradáciu pôdy), *zníženie odpadu z potravín* (pozitívny vplyv aj na degradáciu pôdy)

Response options based on land management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Agriculture	Increased food productivity	L	M	L	M	H	---
	Agro-forestry	M	M	M	M	L	●
	Improved cropland management	M	L	L	L	L	●●
	Improved livestock management	M	L	L	L	L	●●●
	Agricultural diversification	L	L	L	M	L	●
	Improved grazing land management	M	L	L	L	L	---
	Integrated water management	L	L	L	L	L	●●
	Reduced grassland conversion to cropland	L	---	L	L	-	●
Forests	Forest management	M	L	L	L	L	●●
	Reduced deforestation and forest degradation	H	L	L	L	L	●●
Soils	Increased soil organic carbon content	H	L	M	M	L	●●
	Reduced soil erosion	↔ L	L	M	M	L	●●
	Reduced soil salinization	---	L	L	L	L	●●
	Reduced soil compaction	---	L	---	L	L	●
Other ecosystems	Fire management	M	M	M	M	L	●
	Reduced landslides and natural hazards	L	L	L	L	L	---
	Reduced pollution including acidification	↔ M	M	L	L	L	---
	Restoration & reduced conversion of coastal wetlands	M	L	M	M	↔ L	---
	Restoration & reduced conversion of peatlands	M	---	na	M	-	●
Response options based on value chain management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Demand	Reduced post-harvest losses	H	M	L	L	H	---
	Dietary change	H	---	L	H	H	---
	Reduced food waste (consumer or retailer)	H	---	L	M	M	---
Supply	Sustainable sourcing	---	L	---	L	L	---
	Improved food processing and retailing	L	L	---	---	L	---
	Improved energy use in food systems	L	L	---	---	L	---
Response options based on risk management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Risk	Livelihood diversification	---	L	---	L	L	---
	Management of urban sprawl	---	L	L	M	L	---
	Risk sharing instruments	↔ L	L	---	↔ L	L	●●

Options shown are those for which data are available to assess global potential for three or more land challenges.
The magnitudes are assessed independently for each option and are not additive.

Key for criteria used to define magnitude of impact of each integrated response option						
		Mitigation Gt CO ₂ -eq yr ⁻¹	Adaptation Million people	Desertification Million km ²	Land Degradation Million km ²	Food Security Million people
Positive	Large	More than 3	Positive for more than 25	Positive for more than 3	Positive for more than 3	Positive for more than 100
	Moderate	0.3 to 3	1 to 25	0.5 to 3	0.5 to 3	1 to 100
	Small	Less than 0.3	Less than 1	Less than 0.5	Less than 0.5	Less than 1
	Negligible	No effect	No effect	No effect	No effect	No effect
Negative	Small	Less than -0.3	Less than 1	Less than 0.5	Less than 0.5	Less than 1
	Moderate	-0.3 to -3	1 to 25	0.5 to 3	0.5 to 3	1 to 100
	Large	More than -3	Negative for more than 25	Negative for more than 3	Negative for more than 3	Negative for more than 100
↔ Variable: Can be positive or negative		---	---	na	---	---
		---	---	---	---	---
		---	---	---	---	---

Confidence level
Indicates confidence in the estimate of magnitude category.

H High confidence
M Medium confidence
L Low confidence

Cost range
See technical caption for cost ranges in US\$ tCO₂e⁻¹ or US\$ ha⁻¹.

●●● High cost
●● Medium cost
● Low cost
--- no data

Obrázok č. 6: Možnosti opatření založených na manažmente krajiny a změnách spotřebitelských návyků
Zdroj: IPCC, 2019

Odporúčania pre tvorcov politík v kontexte uhlíkovej neutrality a zachovania (zlepšenia) stavu biodiverzity na Slovensku

Na základe vyššie uvedených príkladov možno konštatovať, že pri dosahovaní uhlíkovej neutrality Slovenska treba brať do úvahy aj potenciál ekosystémov k zachytávaniu uhlíka, ale zároveň je potrebné nezhoršovať stav biodiverzity resp. prispieť k jeho zlepšeniu.

Navrhujeme preto nasledovné:

1. **zmenu klímy a stratu biodiverzity riešiť integrovane (systémovo)**, pričom kľúčový je správny a **udržateľný manažment krajiny** (do úvahy treba brať slučky pozitívnej spätnej väzby, zabezpečiť ochranu a obnovu ekosystémov – najmä lesov a mokradí, chrániť pôdu a používať agro-lesnícke prístupy);
2. **v rámci pôdy a poľnohospodárstva** možno *zvýšiť produktivitu potravín, využívať agrolesnícke prístupy a zvyšovať obsah a udržiavanie organického uhlíka v pôde*;

Môže ísť o zatrávnenie 50 000 ha nízkobonitnej ornej pôdy.

Z ďalších opatrení je to: aktívny manažment biomasy na nelesných pozemkoch; obhospodarovať pôdu s princípmi správnej poľnohospodárskej praxe ako aj plnením všeobecných požiadaviek podľa §8 Nariadenia vlády SR č. 342/2014 Z. z. od roku 2015, ktorým sa ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb (diverzifikácia plodín, zachovávanie existujúceho trvalého trávneho porastu, existencia oblasti ekologického záujmu).

3. **v rámci lesníctva je potrebné znižovať riziko lesných požiarov; znižovať odlesňovanie a degradáciu lesov (vrátane zníženia náhodnej ťažby) resp. podporovať prírode blízke obhospodarovanie**;

Môže ísť o zalesnenie 800 ha nízko produktívnej/málo bonitnej pôdy (mimo chránených území a biokoridorov) rýchlorastúcimi drevinami a prvé zalesnenie 600 ha poľnohospodárskej pôdy; do roku 2040 až o zalesnenie 23 000 ha TTP vo vybraných lokalitách.

Z ďalších opatrení môže ísť o nasledovné: zaviesť kritéria udržateľnosti v prípade lesnej biomasy v súlade so Smernicou o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov; zakázať získavanie biomasy na výrobu energie z prírode blízkych lesov a pralesov a mokradí; zvyšovať výmeru lesov prostredníctvom zalesňovania poľnohospodárky nevyužívaných pôd (tzv. biele plochy) pri zachovaní diverzity nelesných biotopov; udržať vitalitu lesov obmedzením negatívnych dopadov zmeny klímy na lesy prostredníctvom opatrení zameraných na adaptáciu lesov a ochranných opatrení proti šíreniu škodlivých činiteľov (mimo bezzásahových území); v rámci udržateľného hospodárenia v lese podporovať opatrenia zamerané na zvyšovanie zachytov uhlíka (od 3. stupňa ochrany prírody a vyššie uplatňovať prírode blízke hospodárenie); zachovať a zabezpečiť ochranu pralesov a prírodných lesov v kontexte celkovej realizácie konceptu udržateľného hospodárenia v lesoch.

4. **v rámci nelesných biotopov zachovávať a obnovovať mokrade**;

Ďalej je to: údržba a obnova travinno-bylinných biotopov.

5. **v rámci spotrebiteľských návykov/dopytu** – *znižovať straty po zbere úrody, podporovať zmenu stravovacích návykov a znižovať odpad z potravín*.

Ďalej môže ísť o: zvyšovanie podielu výrobkov z dreva (HWP) s dlhou dobou životnosti vrátane tých na stavebné účely.

6. **iné:** potreba vzdelávania, zvyšovania informovanosti a povedomia pre širokú verejnosť o potrebe dodatočných opatrení v rámci prírody blízkyh riešení; vypracovať štúdiu, ktorou sa posúdia možnosti pre dosiahnutie záchyto 7 Mt CO₂ ekv. a viac do roku 2050 zo sektora LULUCF.

Literatúra:

- Arneth A. et al., 2020. Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change. *PNAS* 117 (49): 30882-30891.
- Belote R. T. et al., 2017. Mapping Conservation Strategies under a Changing Climate. *BioScience* 67 (6): 494-497.
- Bossio D. A. et al., 2020. The role of soil carbon in natural climate solutions. *Nature Sustainability* 3: 391-398.
- Cohen-Shacham E. et al., 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science&Policy* 98: 20-29.
- Cuni-Sanchez A. et al., 2021. High aboveground carbon stock of African tropical montane forests. *Nature* 596, 536–542.
- Di Saco A. et al., 2021. Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology* <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>
- Duffy K. A. et al., 2021. How close are we to the temperature tipping point of the terrestrial biosphere? *Science Advances* 7(3): eaay1052.
- EK, 2020. Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX%3A52020DC0380>
- EU, 2021. Making sustainable use of natural resources. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/93c08b45-00e6-11ec-8f47-01aa75ed71a1>
- Gatti L. V. et al., 2021. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* 595, 388–393.
- Goldstein A. et al., 2020. Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 10: 287-295.
- Grassi G. et al., 2021. Critical adjustment of land mitigation pathways for assessing countries' climate progress. *Nature Climate Change* 11, 425-434.
- Griscom B. W. et al., 2019. We need both natural and energy solutions to stabilize our climate. *Global Change Biology* 25 (6): 1889-1890.
- Harris N. L. et al., 2021. Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change* <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00976-6>
- Heilmayr R. et al., 2020. Impacts of Chilean forest subsidies on forest cover, carbon and biodiversity. *Nature Sustainability* 3: 701-709.
- Hermoso V. et al., 2021. Tree planting: A double-edged sword to fight climate change in an era of megafires. *Global Change Biology* 27 (13): 3001-3003.
- Hilmers T. et al., 2018. Biodiversity along temperate forest succession. *Journal of Applied Ecology* 55 (6): 2756-2766.
- Hong C. et al., 2021. Global and regional drivers of land-use emissions in 1961–2017. *Nature* 589: 554–561.
- Chang J. et al., 2021. Climate warming from managed grasslands cancels the cooling effect of carbon sinks in sparsely grazed and natural grasslands. *Nature Communications* 12: 118.
- IPCC, 2019. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 906 pp. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/07/210714-IPCCJ7230-SRCCL-Complete-BOOK-HRES.pdf>
- Jung M. et al., 2021. Areas of global importance for conserving terrestrial biodiversity, carbon and water. *Nature Ecology&Evolution* <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01528-7>

- Keith H. et al., 2021. Evaluating nature-based solutions for climate mitigation and conservation requires comprehensive carbon accounting. *Science of The Total Environment* 769: 144341.
- Koskimäki T. et al., 2021. Impact of individual protected areas on deforestation and carbon emissions in Acre, Brazil. *Environmental Conservation* 48 (3): 217-224.
- Maia V. A. et al., 2020. The carbon sink of tropical seasonal forests in southeastern Brazil can be under threat. *Science Advances* 6 (51): eabd4548.
- Mikoláš M. et al., 2021. Natural disturbance impacts on trade-offs and co-benefits of forest biodiversity and carbon. *Proceedings of the Royal Society B*: 28820211631
- Mildrexler D. J. et al., 2020. Large Trees Dominate Carbon Storage in Forests East of the Cascade Crest in the United States Pacific Northwest. *Frontiers in Forests and Global Change* <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.594274>
- MoE, 2019. Roadmap for carbon neutrality 2050. Long-term strategy for carbon neutrality of the Portugese economy by 2050. 102 pp. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RNC2050_EN_PT%20Long%20Term%20Strategy.pdf
- Mori A. S. et al., 2021. Biodiversity–productivity relationships are key to nature-based climate solutions. *Nature Climate Change* 11, 543-550.
- MŽP SR, 2020. Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050. 89 pp. <https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/nus-sr-do-roku-2030-finalna-verzia.pdf>
- MŽP SR, 2021. Akčný plán pre implementáciu Stratégie adaptácie SR na zmenu klímy. 90 pp. <https://www.minzp.sk/files/odbor-politiky-zmeny-klimy/akcny-plan-implementaciu-nas.pdf>
- Nunez S. et al., 2020. Assessing land-based mitigation implications for biodiversity. *Environmental Science&Policy* 106: 68-76.
- Pettorelli N. et al., 2021. Time to integrate global climate change and biodiversity science-policy agendas. *Journal of Applied Ecology* <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13985>
- Rowland et al., 2021. Effectiveness of conservation interventions globally for degraded peatlands in cool-climate regions. *Biological conservation* 263: 109327.
- Sala E. et al., 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>
- Schepaschenko D. et al., 2021. Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported. *Scientific Reports* 11: 12825.
- Skene J. & Polanyi M., 2021. Missing the forest: How carbon loopholes for logging hinder Canada's climate leadership. NRDC report <https://naturecanada.ca/wp-content/uploads/2021/10/Missing-the-Forest.pdf>
- Strassburg B. B. N. et al., 2020. Global priority areas for ecosystem restoration. *Nature* 586: 724-729.
- Thom D. & Keeton W. S., 2020. Disturbance-based silviculture for habitat diversification: Effects on forest structure, dynamics, and carbon storage. *Forest Ecology and Management* 469: 118132.
- UNESCO, WRI, IUCN, 2021. World Heritage forests: Carbon sinks under pressure, Paris, UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379527.locale=en>
- UNEP, 2021. Foresight brief - Working with plants, soils and water to cool the climate and rehydrate Earth's landscapes. <https://unepgrid.ch/en/resource/983op0>

- UNFCCC, 2021. Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF). <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf>
- Varney R. M. et al., 2020. A spatial emergent constraint on the sensitivity of soil carbon turnover to global warming. *Nature Communications* 11: 5544.
- Zhu L. et al., 2021. Regional scalable priorities for national biodiversity and carbon conservation planning in Asia. *Science Advances* 7 (35) <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe4261>