



Proaktívne opatrenia na zmiernenie negatívnych dopadov zmeny klímy v lesných porastoch

Pavel Pavlenda

NLC-LVÚ Zvolen, Odbor ekológie lesa

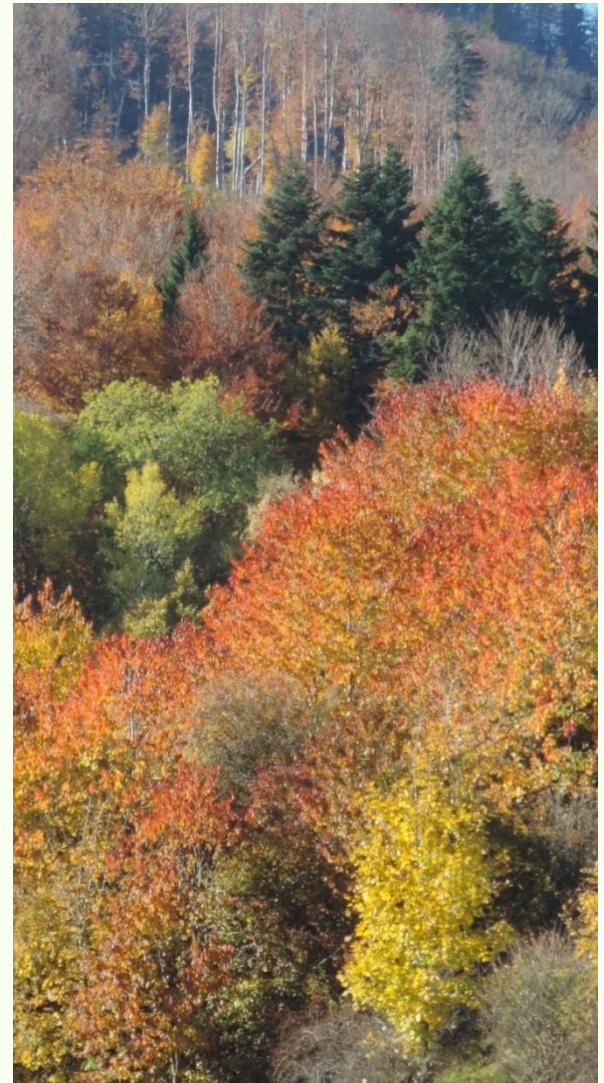
Nepriaznivé dôsledky zmeny klímy a možnosti proaktívnej adaptácie - riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody
17. – 18. októbra 2022, Zvolen

Pre **lesy** sú vo vzťahu ku klimatickej zmene mimoriadne dôležité dva aspekty:

- **mitigácia** (zmierňovanie, spomaľovanie príčin klimatickej zmeny)
- **adaptácia** (zmierňovanie dopadov klimatickej zmeny)

Mitigácia a adaptácia lesov veľmi tesne súvisia.

Primeraná adaptácia je predpokladom úspešnej mitigácie.



Mitigačný potenciál lesov Slovenska

Vo všeobecnosti – napriek výraznému zníženiu od roku 1990 - je hlavným zdrojom emisií CO₂ energetika (vrátane spotreby energií pri doprave) a priemysel.

Cieľ: uhlíková neutralita? Treba chápať, že ak chceme emisie bilančne nulové a nie je možné reálne znížiť emisie na nulu, dané množstvo tzv. zvyškových emisií je nutné zachytiť – a tu majú **klúčovú úlohu lesy**.



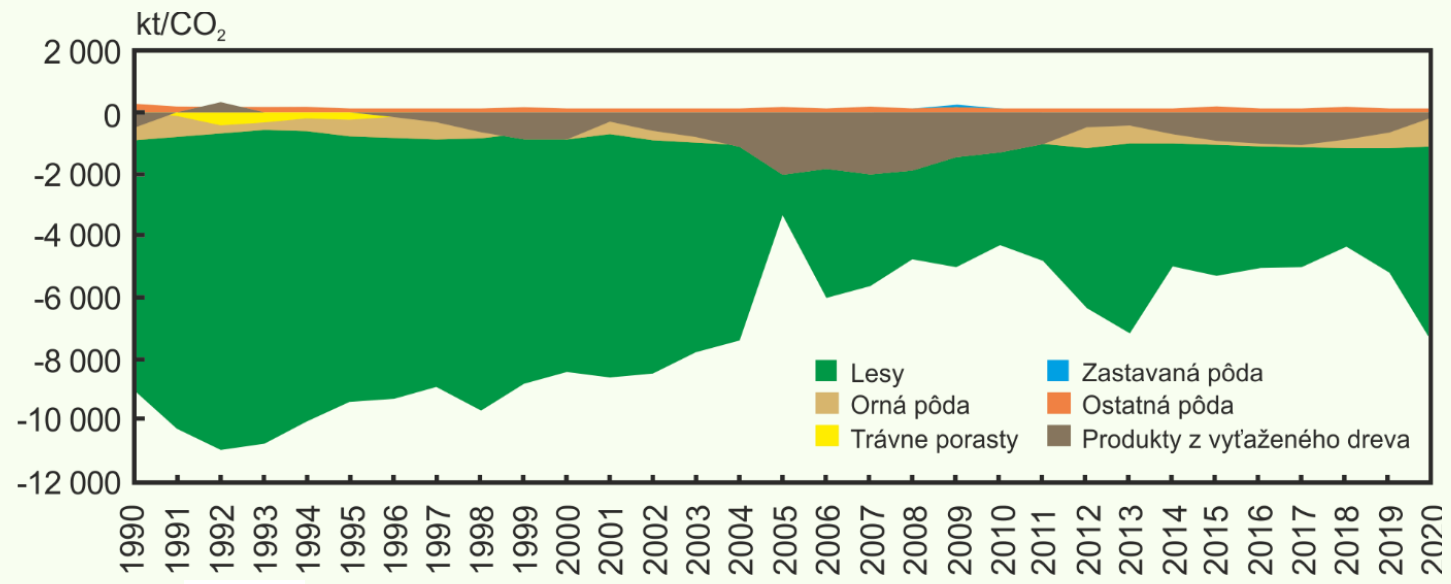
Je niekoľko dôvodov pre kľúčovú úlohu lesov (a drevín v krajine):

- Biologická podstata drevín ako autotrofných organizmov - **fotosyntetická asimilácia** – záchyt CO₂ z ovzdušia a zabudovanie uhlíka do vlastných tkanív (najmä dreva)
- Stromy sú dlhoveké organizmy (a teda zabezpečujú svojim prírastkom **dlhodobé uskladnenie uhlíka** vo svojich pletivách)
- Vysoký podiel lesov v krajine (lesy – vrátane lesov mimo lesnej pôdy – tzv. bielych plôch a vrátane kosodreviny tvoria **až 45,5 % rozlohy Slovenska**)
- V podmienkach mierneho i chladného klimatického pásma je zvlášť významné aj ukladanie **uhlíka do pôdy**

Aktuálne ročné emisie **CO₂ ekv.** na Slovensku:

- Energetika a doprava: 24 500 kt
- Priemysel: 8 100 kt
- Poľnohospodárstvo: 2 600 kt

- Záchyt v LULUCF: kolíše okolo 6 až 7 000 kt



Vývoj záchytov CO₂ v sektore LULUCF v Slovenskej republike

Žijeme v období, keď od lesov (lesníctva) sa očakáva:

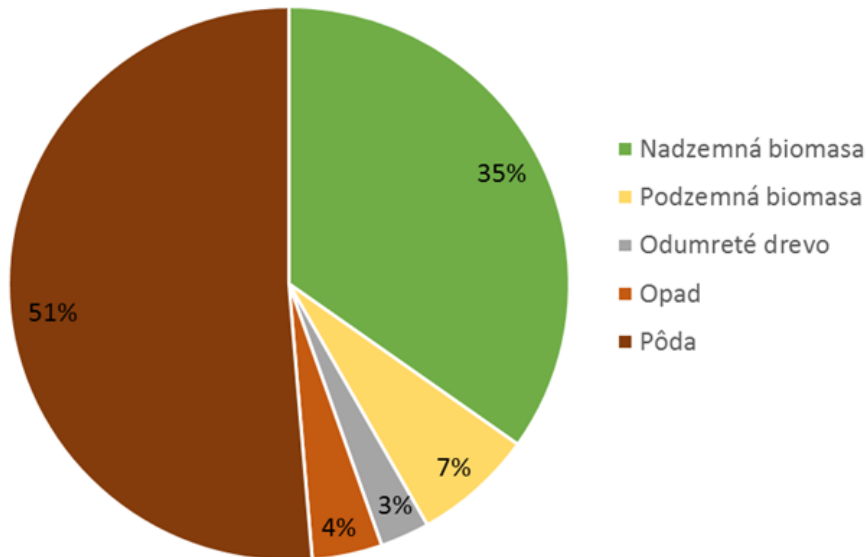
- Zásadný vplyv na záchyt a uskladňovanie **uhlíka**
- Zásadné zlepšenie vplyvov na vodnú bilanciu a **vodný režim** v krajine
- Zásadné zlepšenie z hľadiska vplyvov manažmentu lesa na **biodiverzitu**
- Priaznivejší pozitívny efekt z hľadiska možností **turizmu, estetických, zdravotných a kultúrnych funkcií**
- Výrazný podiel na využívaní **obnoviteľných zdrojov energie (lesná štiepka...)**
- Využívanie dreva ako obnoviteľnej **suroviny pre obhovou ekonomiku a bioekonomiku**



Zásoba uhlíka v lesoch Slovenska:

spolu **vyše 500 mil. ton** uhlíka, teda vyše 1,8 mld ton ekv. CO₂

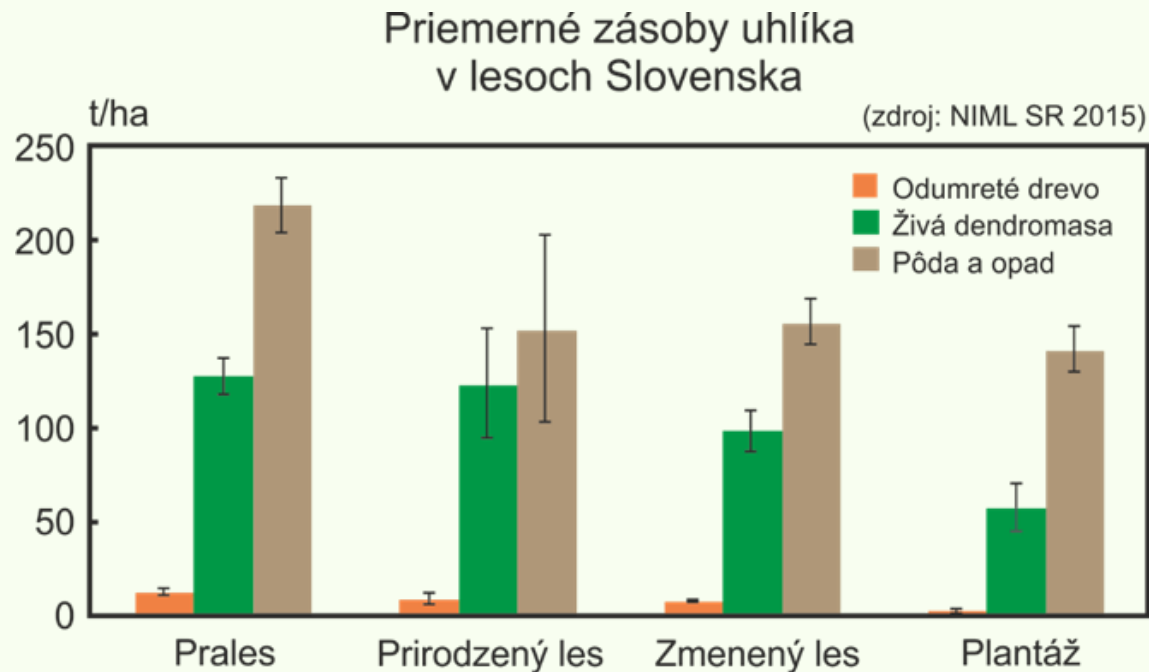
Priemerná štruktúra zásoby uhlíka v lesných ekosystémoch



Zdroj: databázy NLC z NIML a ČMC Lesy

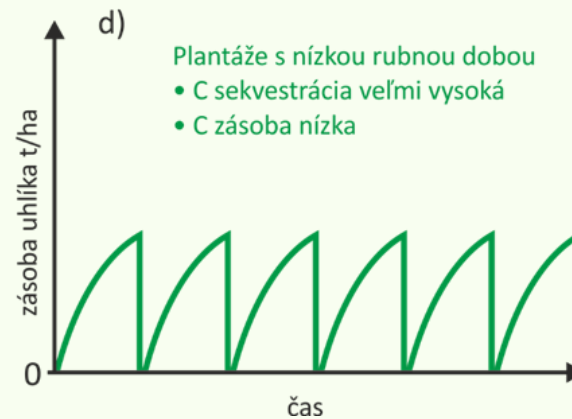
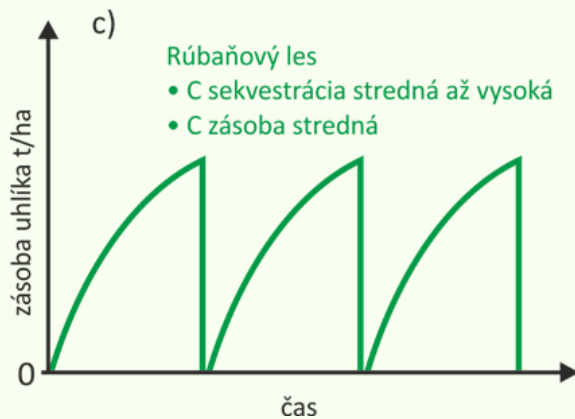
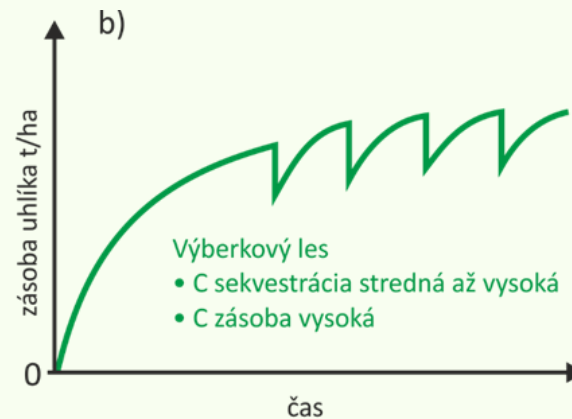
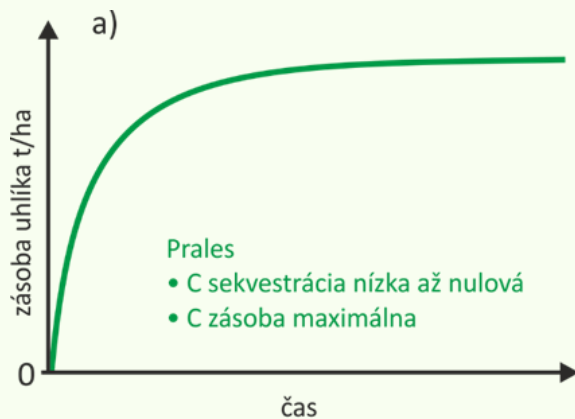
- Zásoba v **biomase**: priamo najviac ovplyvniteľná (vek; bilancia ťažba/prírastok)
- **Mŕtve drevo** (odumreté drevo): SR má najviac v Európe – až 42,4 m³.ha⁻¹ (príčiny: ponechávanie odumretých stromov po lykožrútových kalamitách, ale aj prísny zákon o lesoch: nesmie sa bez súhlasu vlastníka vybrať žiadna drevná hmota z porastu – ani raždie)
- **Opad**: závisí od dreviny, klímy a štruktúry porastu
- **Pôda**: najstabilnejšia zásoba, určujúca je klíma a stanovište (ich dlhodobý vývoj – a dlhodobý spôsob využívania pôdy)

Možnosti ovplyvnenia sekvestrácie uhlíka v lesoch manažmentom

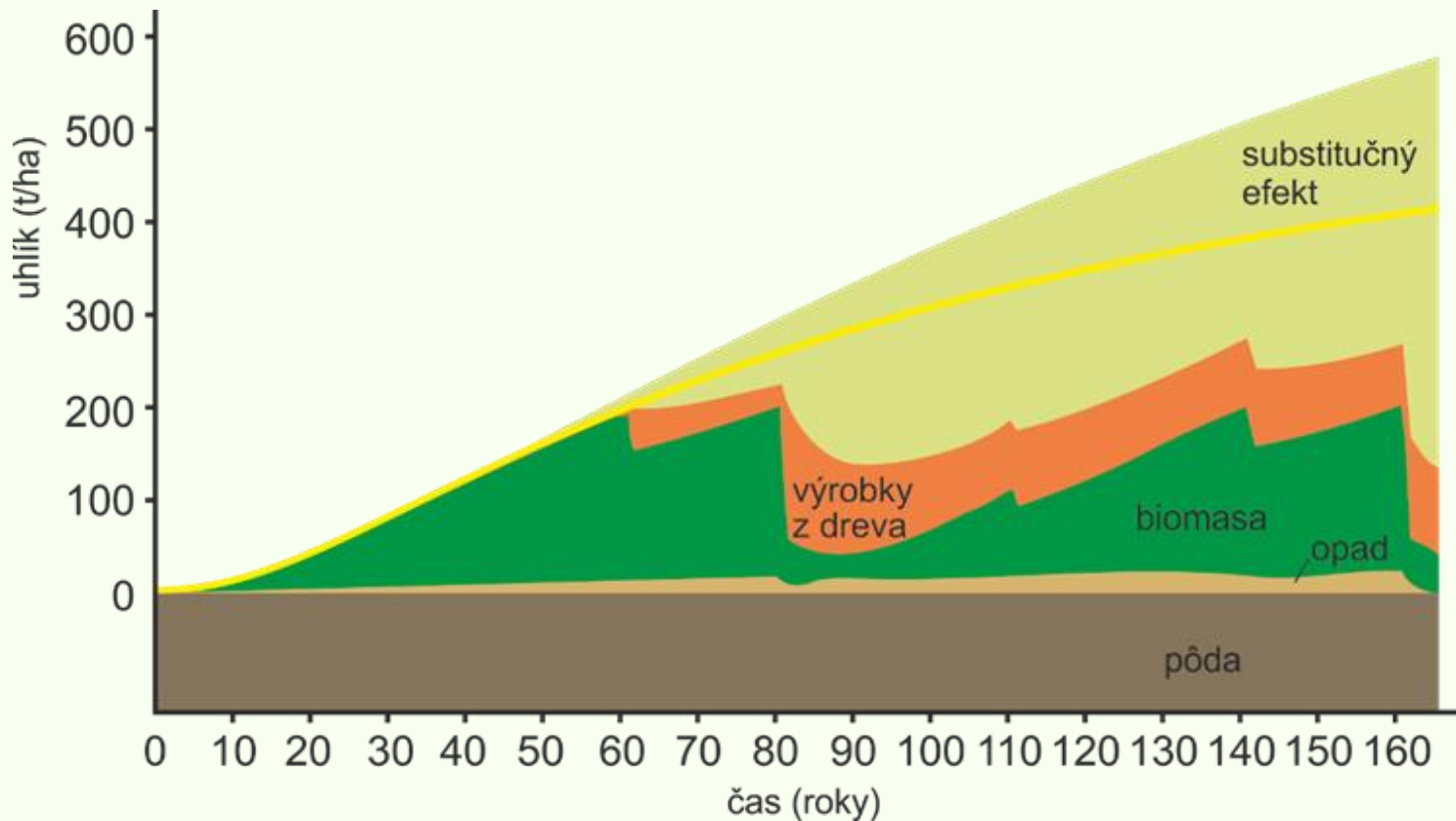


- Zásoba uhlíka v živej dendromase (priemerná) stúpa od plantáží po prales (faktor veku)
- Zásoba uhlíka v mŕtvom dreve stúpa od plantáží po prales
- Zásoba v pôde a opade (spolu) je podobná pri všetky stupne prirodzenosti lesa, vyššia je v pralesoch (čo ale súvisí s tým, že pralesy sa zachovali najmä vo vyšších polohách, kde je klimaticky podmienená vyššia zásoba organického pôdneho uhlíka)

Vysoká zásoba uhlíka a/alebo vysoký záchyt?

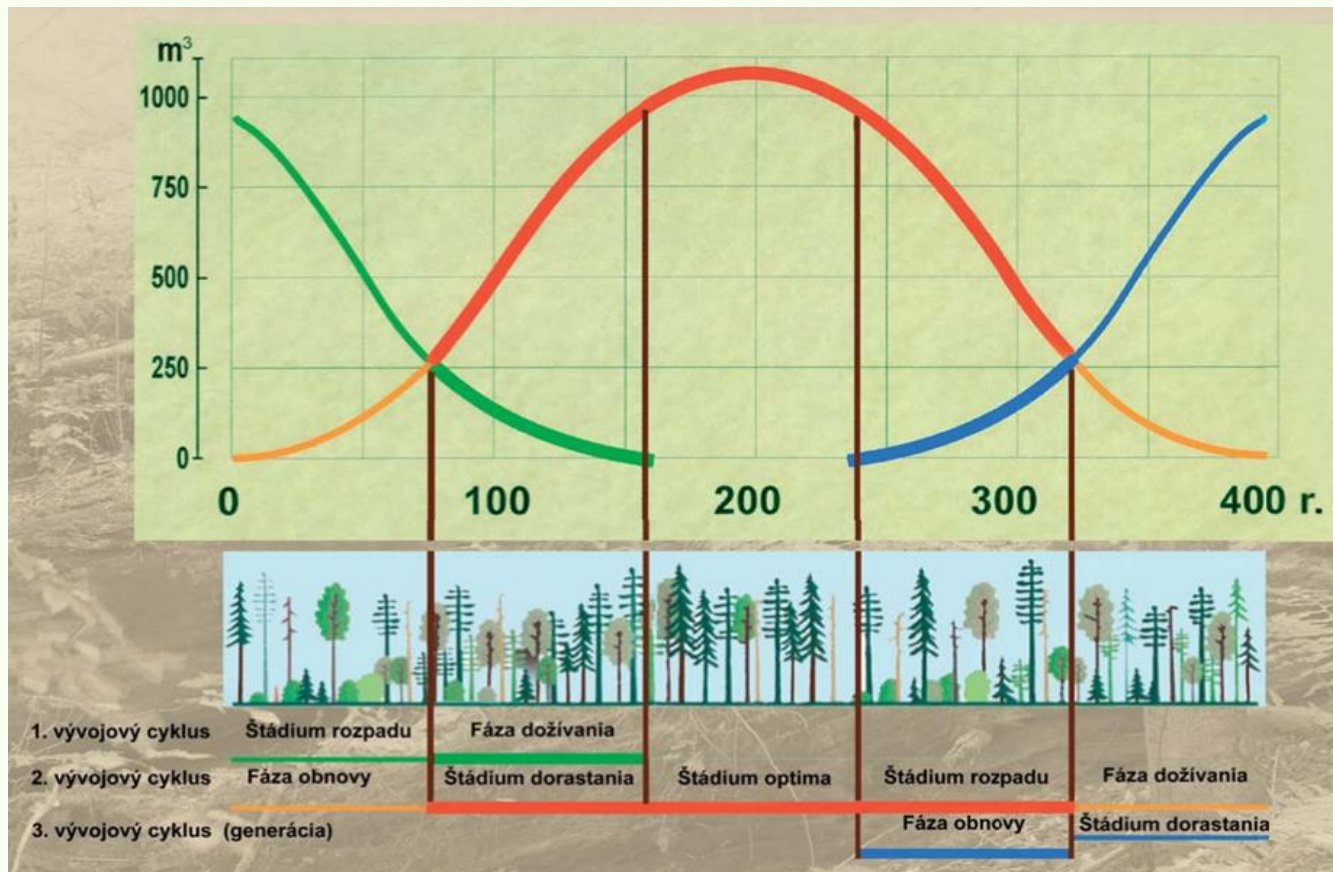


Schematické porovnanie vývoja zásob uhlíka v biomase drevín pri rôznych spôsoboch obhospodarovania lesov (podľa WBGU 1998, upravené)



Znázornenie vývoja zásob uhlíka v zložkách lesa pri rúbaňovom hospodárení so zahrnutím **výrobkov z vyt'áženého dreva** a odhadovaného **substitučného efektu**

Prales: vývoj štruktúry porastu, rastu drevín a vývoj zásob dreva (mozaika rôznych štádií a fáz)



Vývojové štádiá a fázy na príklade zmiešaného pralesa smrekovo-bukovo-jedľového vegetačného stupňa (podľa Korpeľa, upravené)

Adaptácia lesov na klimatickú zmenu

Dôsledky zmeny klímy na lesníctvo

- znížená **dostupnosť vlahy** hlavne v nižších vegetačných stupňoch
- nárast frekvencie a intenzity **víchríc a poškodzovania porastov vetrom**
- nárast frekvencie výrazne suchých a teplých období, ktoré môžu vyvolať **fyziologické oslabenie stromov** a následne zvýšiť ich náchylnosť na napadnutie škodcami alebo infekciu patogénmi
- intenzívnejšie biotických **škodcov** – reagujú na zmenené podmienky takmer bezprostredne, resp. v priebehu niekoľkých rokov môžu vytvoriť veľké populácie a rozšíriť sa mimo hraníc ich prirodzeného (dlhodobého) výskytu



Dôsledky zmeny klímy na lesníctvo

- nárast areálov **premnoženia**, vytvorenie väčšieho počtu generácií: v prípade lykožrúta smrekového môže dôjsť na rozsiahlych územiach k vývoju tretej generácie škodcu a posunu dvojgeneračného režimu do horských oblastí
- zvýšené riziko **požiarov** spojenej s degradáciou pôdy (strata humusu, erózia, zníženie vodozadržnej schopnosti)





Dôsledky zmeny klímy na lesníctvo

Obzvlášť nepriaznivé dopady zmeny klímy je potrebné očakávať v lesoch, ktoré sú dlhodobo vystavené **aj ostatným negatívnym vplyvom** neklimatických faktorov. Z tohto dôvodu je potrebné venovať v kontexte zmeny klímy zvýšenú pozornosť oblastiam dlhodobo vystaveným **znečisteniu ovzdušia**, oblastiam so zmeneným pôdnym prostredím alebo s **nepriaznivým drevinovým zložením**. V podmienkach Slovenska ide najmä o územia Spiša, Kysúc, Oravy, ako aj o ďalšie územia s výskytom nepôvodných smrekových porastov mimo areálu ich prirodzeného výskytu, resp. s podielom ich výskytu nad rámec pôvodného výskytu.

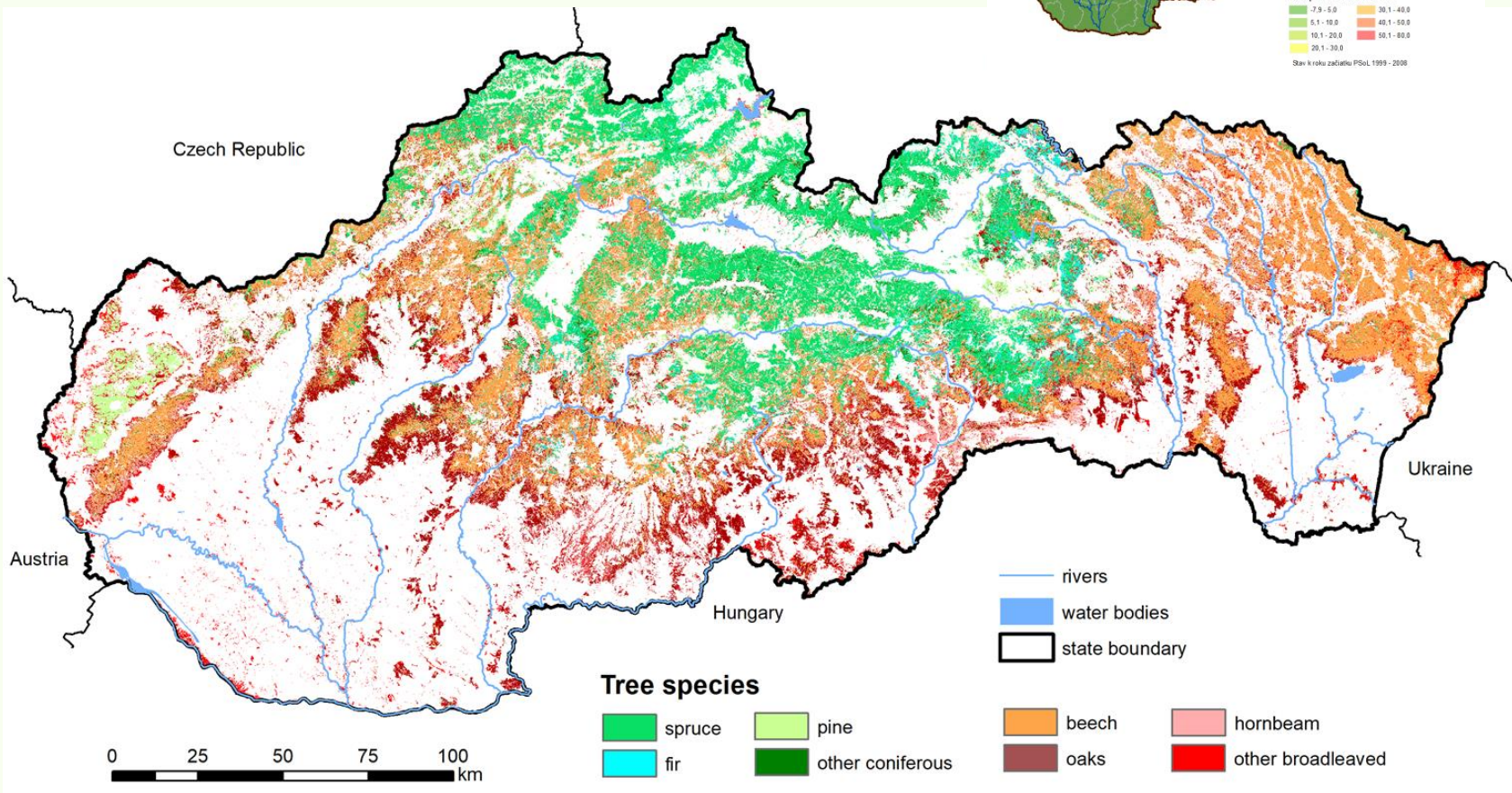
V týchto prípadoch môže aj menší klimatický stres vyústiť do rozpadu lesa na rozsiahlych územiach a dopady zmeny klímy môžu byť obzvlášť nepriaznivé.

VEGETAČNÉ LESNÉ STUPNE s krátkou klimatickou charakteristikou

Tabuľka 1

Vegetačný lesný stupeň	Klimatická charakteristika vls (podľa Atlasu podnebia ČSR — 1956)	Nadmorská výška v metroch	Priem. roč. tepl. v °C	Suma roč- ných zrážok v mm	Vegetačné obdobie v dňoch	Trvanie sneh. pokryvky v dňoch
1. dubový	pod vplyvom klímy teplej oblasti, suchej až mierne suchej, s mier- nou až chladnou zimou	300 a menej	8,5 a viac	600 a menej	180	50 a menej
2. bukovo — dubový	pod vplyvom klímy teplej až mierne teplej oblasti, mierne vlh- kej, s miernou zimou	200—500	6—8,5	600—700	165—180	40—60
3. dubovo — bukový	— , , —	300—700	5,5—7,5	700—800	150—165	60—80
4. bukový	pod vplyvom klímy mierne tep- lej oblasti, vlhkej až veľmi vlh- kej	400—800	5—7	800—900	130—160	80—100
5. jedľovo — bukový	pod vplyvom klímy mierne chlad- nej horskej oblasti	500—1000	4,5—6,5	900—1050	110—130	100—120
6. smrekovo — buko- vo — jedľový	pod vplyvom klímy chladnej hor- skej oblasti	900—1300	3,5—5	1000—1300	90—120	120—150
7. smrekový	— , , —	1250—1550	2—4	1100—1600	70—100	150—180
8. kosodrevinový	pod vplyvom klímy chladnej až studenej horskej oblasti	1500 a viac	2,5 a menej	1500 a viac	60 a menej	180 a viac

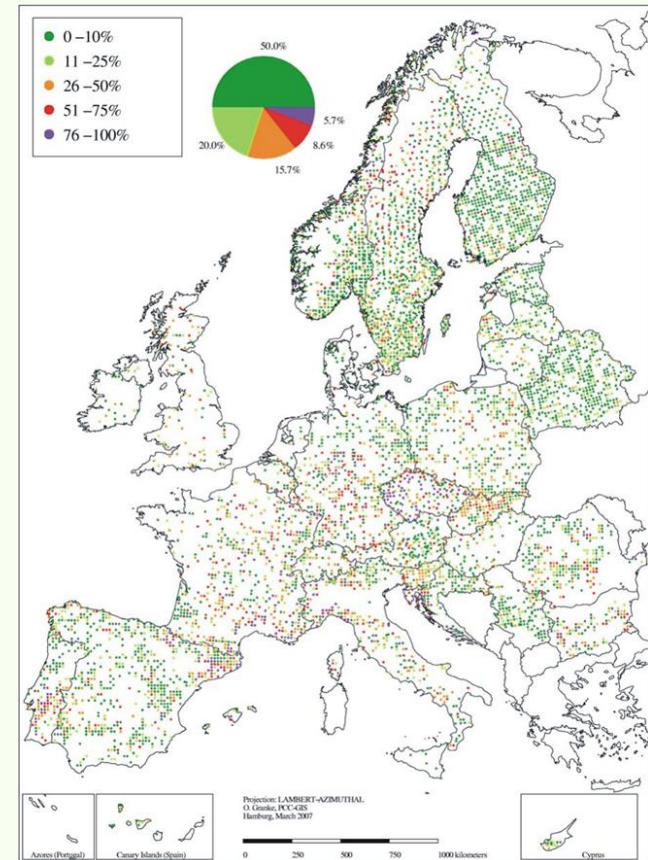
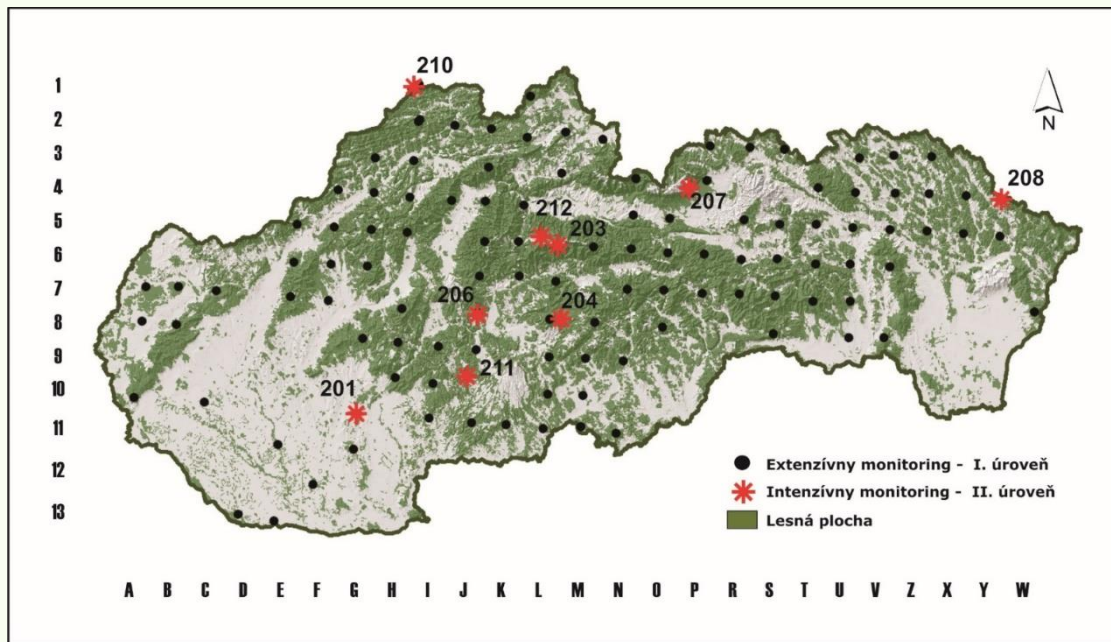
Zdroj: Hančinský, L., 1972: Lesné typy Slovenska. Príroda.



Drevinové zloženie lesov Slovenska

Zdroje údajov o vývoji lesov a meniacej sa klíme:

- súhrnné informácie o stave lesov (IS LH)
- NIML
- ČMS Lesy / ICP Forests

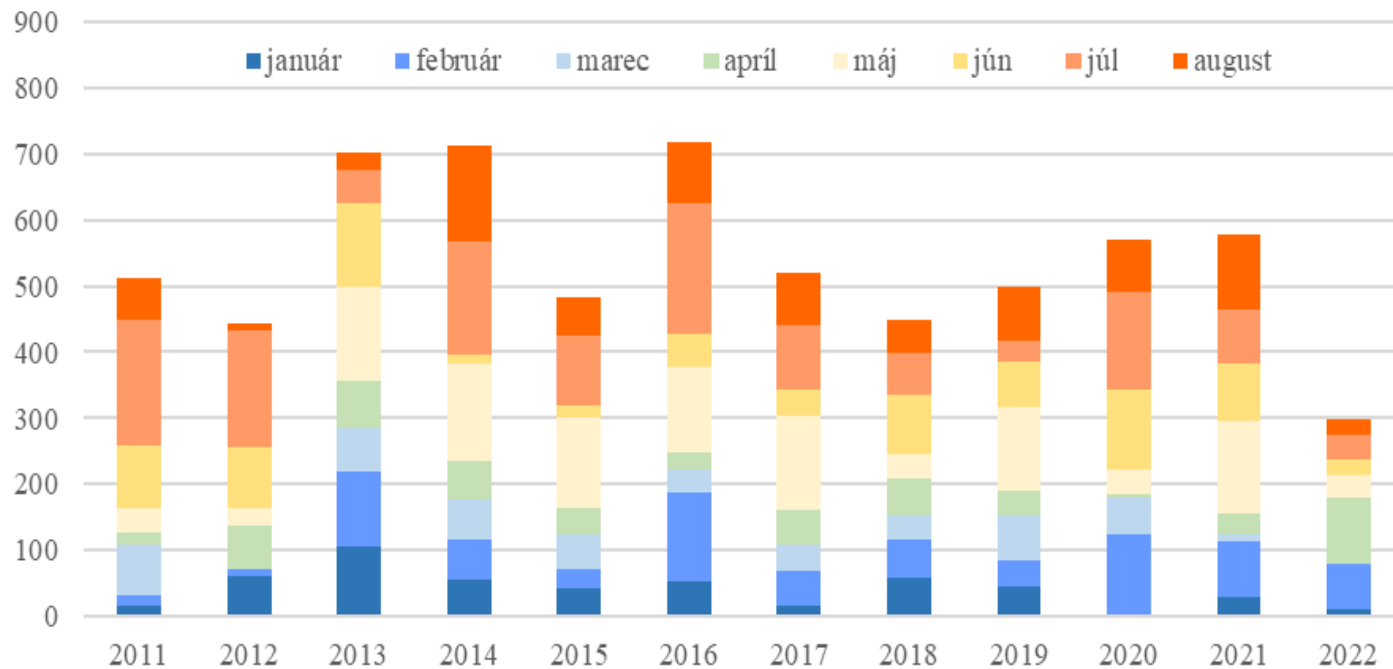


Zmena klímy: nielen posun „priemerných teplôt a zrážok“, dôležité sú kratšie trvajúce výrazné odchýlky a extrémny

	% z priemeru rokov 2011 až 2021 za príslušné obdobie		
	január až júl	január až apríl	máj až júl
Čifáre	54	59	50
Žibritov	41	66	22
Turová	42	69	19
Poľana	56	92	32
Jasenie	52	77	32
Železnô	59	81	45
Svetlice	36	56	20

Relatívne vyjadrené úhrny zrážok v roku 2022 z priemeru rokov 2011 až 2021 za definované obdobia (%)

Mesačné úhrny zrážok (mm) na TMP Poľana-Hukavský grúň



Mesačné úhrny zrážok na monitorovacej ploche Poľana-Hukavský grúň v rokoch 2011 až 2022 za mesiace január až august



Severozápadne orientované svahy Malých Karpát s bukovými porastmi (oblasť Brezovej pod Bradlom) – stav na prelome júla a augusta 2022



Typický stav buka koniec na prelome júla a augusta 2022 so silnou defoliáciou – príklad na monitorovacej ploche v Malých Karpatoch



Pohľad na koruny hraba a buka na monitorovacej ploche v Považskom Inovci
(prelom júla a augusta 2022)

Trendy vývoja **výmery lesov** (porastovej plochy)

Rok	1920	1950	1970	1990	2010	2020
Výmera (mil. ha)	1,66	1,77	1,83	1,93	1,94	1,95

V súčasnosti činí plocha porastená lesom (v zmysle definície lesa), teda porastová plocha na lesných pozemkoch a aj tzv. biele plochy, až 2,21 mil. ha.





Trendy vývoja **drevinového zloženia** 2005 až 2015

Na základe údajov z NIML sa za 10 rokov:

Podľa tzv. **stromových plôch** najviac zmenilo zastúpenie smreka - pokles o 2 % (z 21,7 na 19,7 %) a buka – vzostup o 3,1 % (z 30,4 % na 33,5%)

Podľa **zásoby** dreva najviac zmenilo zastúpenie **smreka - pokles o takmer 4%** z 28,1 na 24,4 %). Pri buke je pri takomto vyjadrení nárast podielu menší, najviac sa zvýšil podiel na zásobe dreva pri cenných listnáčoch (JV, JS, LP) – vzostup zo 4,4 na 5,2 % a ostatných listnáčoch (BR, JB....) – vzostup zo 6,4 na 7,2 %).

Zdroj: Šebeň, V., 2017: Národná inventarizácia a monitoring lesov SR 2015-2015.



Hlavné adaptačné opatrenia

- a) Upraviť **drevinové zloženie** s cieľom zvyšovania odolnosti porastov voči suchu a znižovania zraniteľnosti biotickými a abiotickými činiteľmi.
- b) Podporiť druhovú a **genetickú diverzitu porastov** pre zlepšenie prirodzených adaptačných mechanizmov a schopnosti plniť požadované funkcie aj po disturbančných udalostiach.
- c) Upraviť **rubné doby zraniteľných drevín** s cieľom zníženia výmery rizikových vekových štádií a urýchlenia zmeny drevinového zloženia. Opatrenie sa uplatňuje v súlade so schválenými programami starostlivosti o lesy a programami starostlivosti o chránené územia.
- d) Vhodne integrovať adaptačné opatrenia do koncepcie **rekonštrukcie porastov** a manažmentu kalamitných situácií v oblastiach so zhoršeným stavom lesa a pretrvávajúcimi kalamitami škodcov (Orava, Kysuce, Spiš).
- e) Vypracovať **alternatívne modely hospodárenia** v lesoch (ciele, základné rámce a zásady) s ohľadom na potrebu zvyšovania adaptačnej kapacity lesných porastov a podporovať ich využívanie pri obhospodarovaní lesa.



Príklad: Borská
nížina
odolné alebo
pôvodné dreviny...?





Podpora listnatých drevín, založenie následného porastu už
pod ochranou rubného porastu



Hlavné adaptačné opatrenia (pokračovanie)

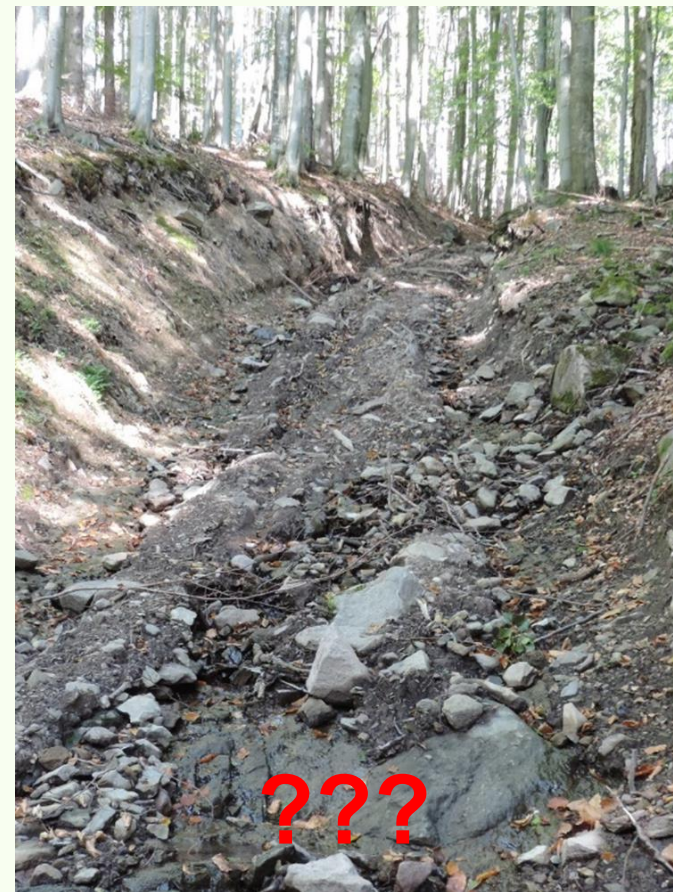
- f) Zabezpečiť **ochranu pralesov a prírodných lesov** v kontexte celkovej realizácie konceptu udržateľného hospodárenia v lesoch. Cielene znižovať fragmentáciu a zvyšovať konektivitu krajiny.
- g) Kontrolovať a **redukovať invázne druhy** v lesoch v súlade s príslušnými právnymi predpismi.
- h) Podporovať **ex situ opatrenia** na zachovanie a udržateľné využívanie **genetických zdrojov** lesných drevín akútne ohrozených zmenou klímy, s dôrazom na zakladanie semenných sadov a reprodukčných výsadiieb.
- i) Hodnotiť a testovať možnosti **asistovanej migrácie drevín**
- j) Optimalizovať **postupy výskumu a monitoringu lesov** s ohľadom na riziká súvisiace so zmenou klímy a ďalšie priority lesného hospodárstva a **prispôbovať plánovanie a manažment lesov** podľa potreby a výsledkov výskumu a monitoringu.

Hlavné adaptačné opatrenia (pokračovanie)

k) Zvážiť **zalesňovanie nových plôch** prednostne na plochách s nízkou hodnotou z hľadiska biodiverzity, **predovšetkým na degradovaných plochách.**

l) Zabezpečiť primeranú dopravnú prístupnosť lesov v súlade s princípmi ich udržateľného obhospodarovania a adekvátne sfunkčnenie vodných objektov používaných **lesných ciest (odrážky)** a zlepšiť zasakovacej schopnosti líniových objektov.

m) Vybudovať demonštračné objekty adaptácie lesných porastov na zmenu klímy.



Veľká časť opatrení súvisí s trendom k PBHL

Prírode blízke hospodárenie v lesoch (PBHL)

pestovné postupy pre prebudovu lesa na lesy **vekovo, druhovo, priestorovo a geneticky diferencované** v maximálnej možnej miere sa približujúce prirodzeným lesov v podmienkach danej lokality.

Tieto postupy v maximálnej možnej miere **využívajú prírodné procesy, hlavne prirodzenú obnovu lesov**, individuálny výškový a hrúbkový rast a tvarovú **premenlivosť lesných drevín**, t.j. výberkový hospodársky spôsob alebo podrastový hospodársky spôsob maloplošnou formou.



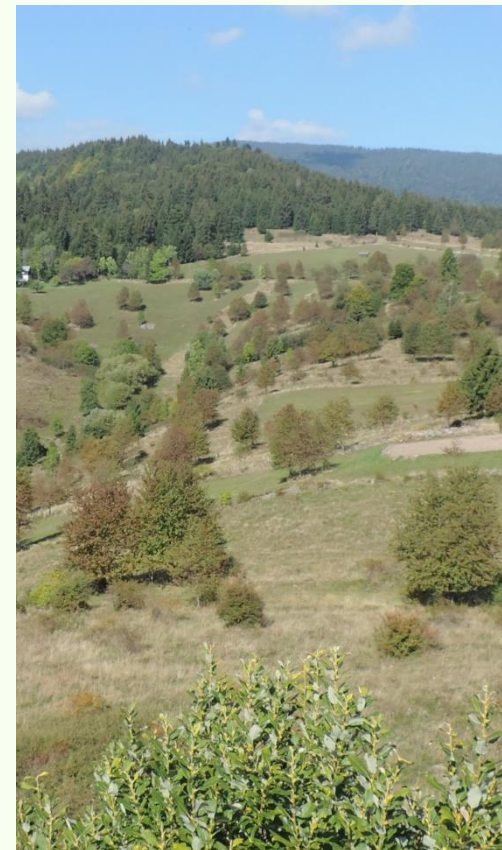
Apfel, E. (ed.), 2016: Príručka pre prírode blízke obhospodarovanie lesov Natura 2000)

Z hľadiska **odolnosti lesa, adaptácie na zmenu klímy a sekvestrácie uhlíka** sa nevyhnutným javí **odklon od systému lesa vekových tried**, ktorý bol zavedený s cieľom optimalizovať čistý výnos a zaviesť prehľadný priestorový poriadok, vhodný pre koncentráciu prác i kontrolu lesnej výroby. Jeho slabou stránkou je **nižšia odolnosť lesov** a ich častejšie poškodzovanie rôznymi škodlivými činiteľmi, čo vedie k viacerým zásadným problémom pri starostlivosti o les.



Ďalšie opatrenia – súvisiace s **lesom a lesnými drevinami** - ale **mimo kompetencií lesného hospodárstva:**

- **Agrolesnícke systémy** (produkčné systémy hospodárenia na v súčasnosti poľnohospodárskej pôde)
- Dreviny ako súčasť **zelenej infraštruktúry** v poľnohospodárskej krajine
- **Zníženie stavu raticovej zveri** (jej vplyv na prirodzenú i umelú obnovu drevín sa zatiaľ podceňuje!)
- Riešenie problému „bielych plôch“ cca 280 tis. ha lesov na pozemkoch, ktoré sú v katastri vedené ako TTP alebo dokonca orná pôda (časť – prevod do lesa, časť – prevod na silvopastorálne systémy...., časť prípadne aj obnovenie lúčnych spoločenstiev kosením)





Les a voda: priaznivý účinok lesa je zrejmy, žiadnymi opatreniami manažmentu lesa ho nemožno zásadne zvýšiť; problémom zostáva podpora starostlivosti o **bystriny** a nevhodné líniové zásahy (stav **lesných ciest** a vyťahovanie / približovanie dreva....



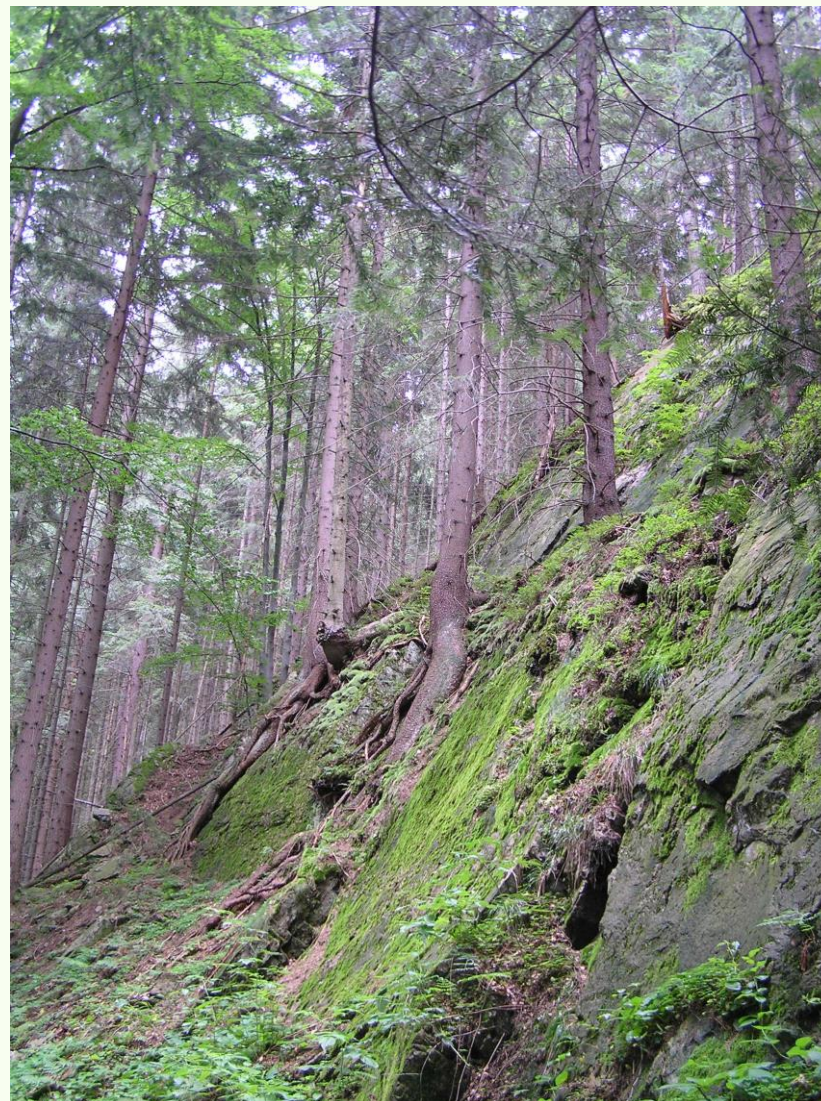


Pod'akovanie

Táto prezentácia vznikla vďaka projektu TreeAdapt, financovaného z rozpočtovej kapitoly **MPRV SR** (prvok 08V0301),

podpore v rámci **Operačného programu Integrovaná infraštruktúra** pre projekt: Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva (kód ITMS: 313011S735), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Táto práca bola podporovaná **Agentúrou na podporu výskumu a vývoja** na základe zmluvy APVV–18–0223 Vyhodnotenie kľúčových vlastností lesných pôd Slovenska: aktuálny stav, priestorové väzby a vzťahy k stavu lesa.



Ďakujem za pozornosť