

# PROGNÓZA VÝVOJA LESNÝCH EKOSYSTÉMOV S OHĽADOM NA GLOBÁLNU KLIMATICKÚ ZMENU A PREDPOKLAD JEJ DOPADU NA ZDRAVOTNÝ STAV LESOV

VLADIMÍR ČABOUN, TOMÁŠ HLÁSNÝ, PETER BALÁŽ

## Úvod – významnosť riešenia problematiky

V súčasnosti ešte viac ako v uplynulých rokoch púta čoraz väčšiu pozornosť odbornej i laickej verejnosti otázka budúcnosti biosféry nachádzajúcej sa pod ohromným tlakom rastúcej populácie ľudstva. Napriek mediálnej popularite problému „globálne otepľovanie“, asi málokto očakával, že Nobelovú cenu za mier dostanú v roku 2007 spolu Al Gore a Medzivládny panel pre klimatickú zmenu (IPCC). V roku 1988 Svetová meteorologická organizácia (World Meteorological Organization – WMO) a Environmentálny program OSN (United Nations Environment Programme – UNEP) založili Medzivládny panel o klimatickej zmene (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). IPCC publikuje od roku 1990 hodnotiace správy o zmene klímy, posledná, štvrtá bola predložená v roku 2007. Na základe publikovanej vedeckej a technickej literatúry sa snaží objektívne a transparentne odhadnúť klimatickú zmenu, jej potenciálne dopady a voľbu na jej adaptáciu a zmiernenie jej dôsledkov.

V správe Medzinárodného panelu pre zmenu klímy, z novembra 2007, vedci uviedli, že globálne otepľovanie je nespochybniteľné. Niektoré dopady zmeny klímy sú podľa správy nezvratiteľné. Zmierňovanie jeho dôsledkov je úzko spojené s ekonomickým vývojom, teda nie každá krajina sa so zmenami vyrovná rovnako dobre. Globálne otepľovanie spôsobuje celosvetový nárast teploty vzduchu a oceánov a neustále topenie snehu a ľadu. Podľa pôvodne tajnej správy amerického Pentagónu o zmene klímy na Zemi z februára 2004, sa Zem v dôsledku predpokladaných klimatických zmien dostane až na pokraj anarchie, pretože jednotlivé štáty si začnú chrániť svoje miznúce zásoby potravín, vody a energie jadrovými zbraňami. Táto hrozba pre globálnu stabilitu je omnoho vážnejšia, než hrozba terorizmu, konštatuje správa. Katastrofy a konflikty budú charakteristickými rysmi života, píše sa v závere analýzy Pentagonu.

Zameranie výskumnej úlohy na klimatické zmeny a ich vplyv na lesné ekosystémy s dopadom na ich obhospodarovanie je v súčasnosti veľmi aktuálne, ako z vedeckého hľadiska, tak aj z hľadiska socio-ekonomického a politického. Doteraz sa predmetnej problematike v lesníctve u nás venovala nedostatočná pozornosť, v extrémnych prípadoch sa uvedená problematika často bagatelizovala pričom sa v mnohých prípadoch laicky zamieňala problematika počasia s problematikou klímy. Pod pojmom počasiie rozumieme aktuálny stav a prognózu do 10 dní, pod pojmom klimatické podmienky rozumieme dlhodobý režim počasia najmenej za 30 rokov.

Problematika možných impaktov klimatickej zmeny sa dotýka prakticky všetkých prírodných aj socioekonomických sfér. Táto skutočnosť našla svoje vyjadrenie aj v aktivitách v oblasti lesníctva, keď na konferencii ministrov o ochrane lesov Európy v r. 1993 v Helsinkách bola prijatá aj rezolúcia H4 „Stratégia dlhodobej adaptácie lesov Európy na klimatickú zmenu“, ktorá bola podpísaná aj slovenskou stranou. Štvrtá ministerská konferencia v apríli roku 2003 prijala ďalšiu rezolúciu zameranú na problematiku klimatickej zmeny V5 „Klimatická zmena a trvalo udržateľné obhospodarovanie lesov v Európe“, ktorá rozšírila rámec rezolúcie H4 o aspekty Kjótskeho protokolu, monitorovacích aktivít, podpory výskumu a zakomponovanie tejto problematiky do národných lesníckych plánov.

Prvé úvahy o vplyve narastania koncentrácií skleníkových plynov a možných zmien klímy na lesné ekosystémy sa v slovenskom lesníckom výskume objavili koncom 80. rokov. Ale až riešenie projektu Národného klimatického programu Slovenskej republiky (NKP SR), ktorý začal v roku 1993 (ako pokračovanie NKP ČSFR) prinieslo v tomto smere výrazný posun dopredu.

Pod pojmom „zmena klímy“ (klimatická zmena) rozumieme iba tie zmeny v klimatických pomeroch, ktoré súvisia s antropogénne podmieneným rastom skleníkového efektu atmosféry od začiatku priemyselnej revolúcie (asi od 1750 r. n. l.), ak ich vieme odlíšiť od zmien prirodzených. Pri riešení projektu „Vplyv klimatickej zmeny na lesy Slovenska“ sme riešili problematiku vplyvu zmeny klímy spolu s prirodzenými vplyvmi klimatických zmien na lesné dreviny a ich spoločenstvá.

Z doterajšieho stavu tejto problematiky jednoznačne vyplýva potreba cieleného široko koncipovaného výskumu dôsledkov zmien klímy na lesné ekosystémy a úlohu lesov v uhlíkovom cykle a bilanciách emisií skleníkových plynov. Iba fundované odborné vedecké poznatky umožnia prijímať adekvátne opatrenia na úrovni decisnej sféry s cieľom minimalizovania negatívnych dôsledkov na lesy Slovenska.

## Ciele riešenia

Riešení projektu „Vplyv klimatickej zmeny na lesy Slovenska“ prebiehalo v štyroch čiastkových úlohách:

- ČÚ 01 Dôsledky klimatickej zmeny na lesné ekosystémy
- ČÚ 02 Monitorovanie bilančných zmien uhlíka v lesných ekosystémoch
- ČÚ 03 Stratégia ochrany lesa proti komplexu škodlivých činiteľov v podmienkach klimatickej zmeny
- ČÚ 04 Rozpracovanie opatrení vyplývajúcich z podpisu Kjótskeho protokolu pre odvetvie lesného hospodárstva.

Cieľom prvej čiastkovej úlohy bolo rozšíriť vedecké poznatky o vplyvoch globálnej klimatickej zmeny na lesné ekosystémy, spresniť prognózy vývoja lesných ekosystémov v podmienkach klimatickej zmeny a na ich základe vypracovať návrh systému adaptačných a mitigačných opatrení pre ich trvalo udržateľné obhospodarovanie a plnenie všetkých požadovaných funkcií a pre potreby strategických rozhodnutí rezortu.

Cieľom tretej čiastkovej úlohy bolo konkretizovať metódy ochrany lesa proti škodlivým faktorom, denovať preventívne opatrenia a vytvoriť stratégiu integrovanej ochrany lesa v podmienkach klimatickej zmeny.

## Výsledky výskumu

Využitím modelu drevinového zloženia Slovenska odvodeného zo satelitných snímok boli učené reálne teplotné a vlhkostné amplitúdy jednotlivých drevín. V rámci sledovania klimatickej zmeny sa spracovali klimatické modely vzťahujúce sa k jednotlivým rokom, od roku 1961 do roku 2005.

**Analýza zmeny bioklimatických areálov jednotlivých drevín v dôsledky zmeny klímy bola realizovaná klasifikáciou klimatických modelov podľa amplitúd pôvodného, v zmysle potenciálneho a reálneho výskytu jednotlivých drevín na území SR a bol vyhodnocovaný ich posun smerom na sever. Táto analýza bola vykonaná pre buk, dub,**

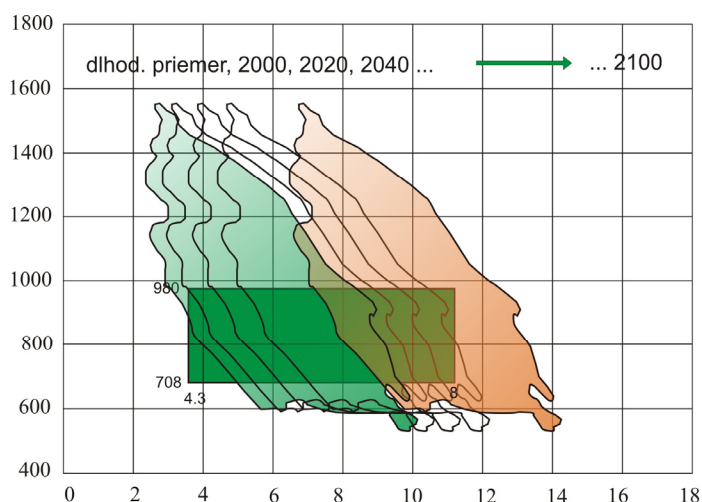
smrek, smrekovec, jedľu a borovicu. V nasledujúcej tabuľke (tabuľka 1) sú uvedené teplotné a zrážkové amplitúdy pôvodného (potenciálneho) / súčasného rozšírenia uvedených drevín v SR.

Tabuľka 1 Teplotné a zrážkové amplitúdy pôvodného a súčasného rozšírenia buka, duba, smreka, smrekovca, jedle a borovice v SR

Drevina	Pôvodné rozšírenie v SR		Súčasný rozšírenie v SR	
	Zrážková ampl.	Teplotná ampl.	Zrážková ampl.	Teplotná ampl.
Smrek	1 070 – 1 180 mm	3,6 – 5 °C	590 – 1 520 mm	1,2 – 9,2 °C
Dub	650 – 835 mm	6,1 – 10 °C	520 – 1 060 mm	4,8 – 10,2 °C
Buk	708 – 980 mm	4,3 – 8 °C	580 – 1 440 mm	2,4 – 9,5 °C
Jedľa	890 – 1 010 mm	4,6 – 6,5 °C	590 – 1 380 mm	2,8 – 8,3 °C
Smrekovec	900 – 930 mm	2,2 – 6,4 °C	540 – 1 420 mm	2,9 – 10,2 °C*
Borovica	730 – 1 280 mm	4 – 6,8 °C	545 – 1 130 mm	3,9 – 9,9 °C

\* Distribúcia teplôt v rámci súčasného rozšírenia smrekovca má výrazne dvojvrcholové rozdelenie. V tabuľke je uvedená celková amplitúda, teplotné rozpätie dvoch vrcholov je 2,8–7,2 °C a 7,2–10,2 °C.

Riešenie úlohy bolo založené na vypracovaní klimatických modelov SR vo forme rastrových máp a ich ďalšej analýze. Modely boli využité pre určenie klimatických amplitúd pôvodného rozšírenia jednotlivých drevín na území SR (zrekonštruované podľa práce BLATTNÝ a ŠTASTNÝ, 1959 a MINDÁŠ, 1999) a amplitúd ich reálneho rozšírenia, ktoré bolo odvodené

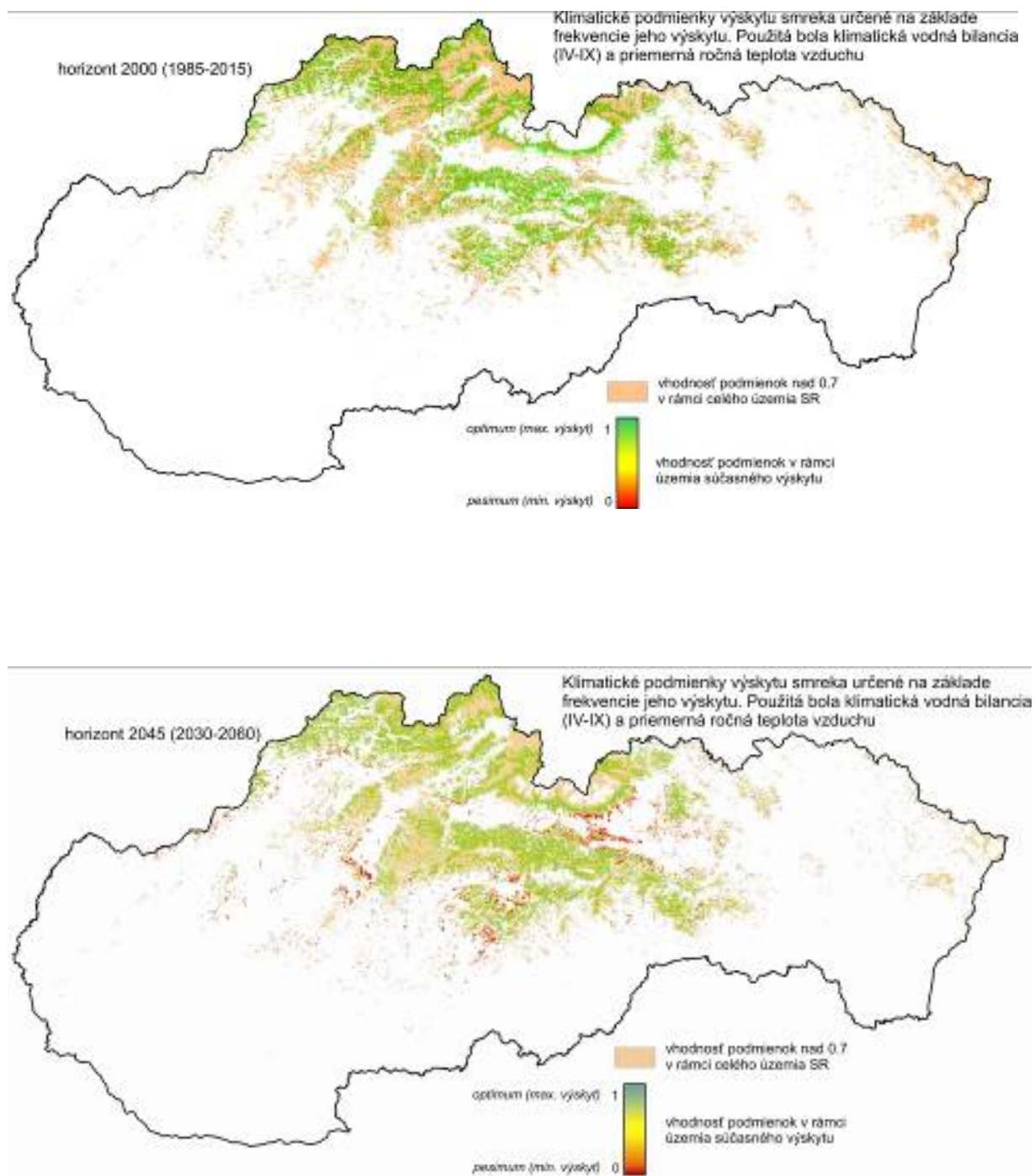


Buk

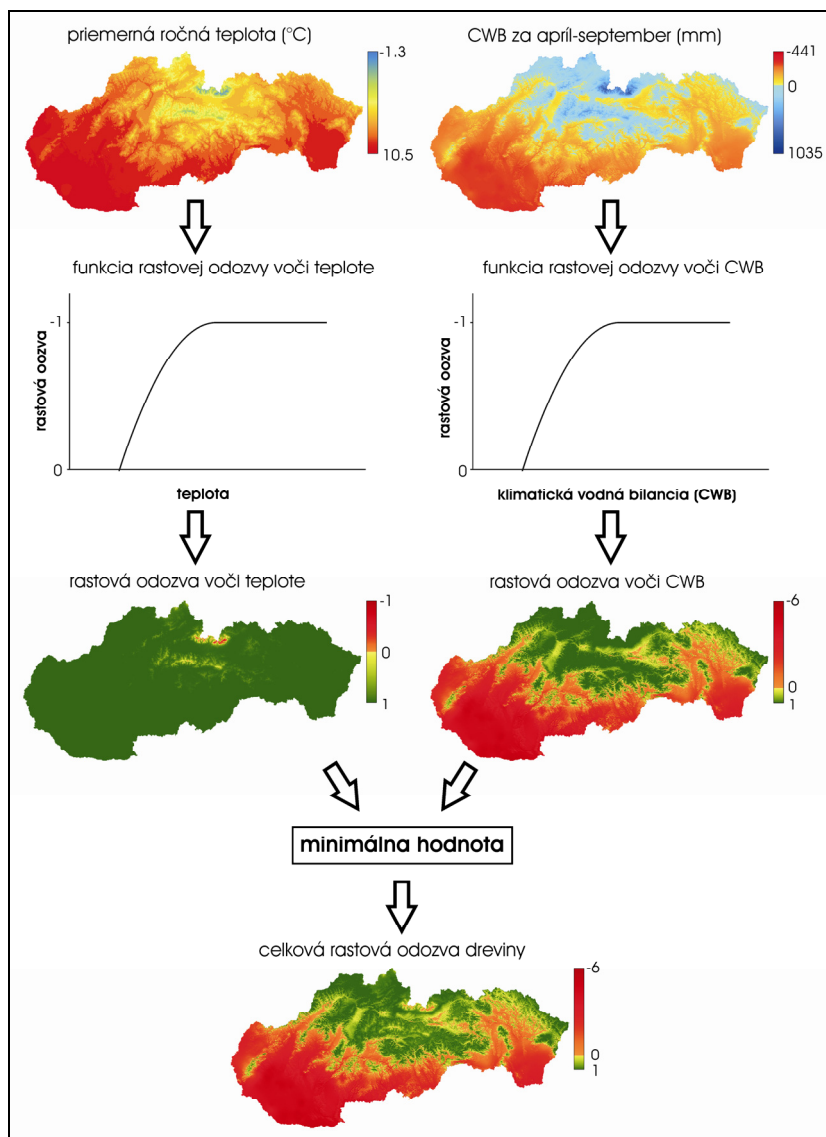
z klasifikovaných satelitných záznamov LANDSAT (BUCHA, 1999). Uvedené amplitúdy boli projektované do budúcnosti v zmysle regionálnych scenárov zmeny klímy vypracovaných LAPINOM a kol. (2001). Konfrontáciou uvedených údajov bol hodnotený priestorový posun areálov zodpovedajúcich klimatickými charakteristikami pôvodnému a súčasnému rozšíreniu jednotlivých drevín (obrázok 1).

Obrázok 1 Grafy posunu reálneho rozšírenia buka smreka a duba v zmysle regionálnych scenárov zmeny klímy vypracovaných LAPINOM a kol. (2001)

Lokality súčasného rozšírenia dreviny pre smrek sú zobrazené izogradačnou kartografickou metódou, pomocou ktorej je vyjadrená miera vhodnosti klimatických podmienok na danej lokalite pre danú drevinu (obrázok 2). Takto boli spracované podklady pre buk, smrek, dub, jedľu, borovicu a smrekovec v časových horizontoch 2000 (1985–2015), 2045 (2030–2060) a 2075 (2060–2090) v porovnaní s obdobím 1951–1980.



Obrázok 2 Areál súčasného rozšírenia smreka a zmena vhodnosti klimatických podmienok územia SR v časových horizontoch 2000 (1985–2015), 2045 (2030–2060)



Obrázok 3 Postup pri stanovení celkovej rastovej odozvy dreviny voči klimatickým podmienkam

Aplikáciou funkcií rastovej odozvy na mapy klimatických faktorov bola určená hodnota rastovej odozvy (RO) dreviny voči teplote a vodnej bilancii na celom území Slovenska. Schematické znázornenie postupu pri hodnotení celkovej rastovej odozvy dreviny (vhodnosti klimatických podmienok pre rast dreviny) je na obrázku 3.

Podrobnejšie výsledky boli publikované v záverečnej správe projektu ČABOUN *a kol.*, 2008 a v prácach HLÁSNY a BALÁŽ (2007) a HLÁSNY (2007).

Návrh stratégie, adaptačných a mitigačných opatrení z hľadiska dopadov klimatických zmien na lesné ekosystémy Slovenska tvorí samostatný realizačný výstup.

V tomto realizačnom výstupe, ktorý pokladáme za súčasť záverečnej správy sú tabuľkovou formou uvedené plošné dopady globálnej klimateckej zmeny a z toho vyplývajúci návrh opatrení pre dreviny buk, dub, smrek, jedľa, smrekovec a borovica rastúce v jednotlivých lesných vegetačných stupňoch. Syntéza výsledkov vychádza z analýzy tried vhodnosti podmienok, ktoré boli pre jednotlivé dreviny určené na základe frekvencie súčasného výskytu a rastových odoziev jednotlivých druhov drevín v jednotlivých lesných vegetačných stupňoch, na základe výsledkov rastovej simulácie pomocou rastového simulácia SIBILA, analýzy dopadov klima-

tických zmien na produkciu, ekologickú stabilitu, vitalitu drevín a štruktúru porastov pri použití modelov zmeny klímy pre vybrané dreviny.

Prognóza vývoja zmeny klímy a jej dopad na hlavné druhy drevín vychádza zo súčasného stavu výskytu drevín vzhľadom k súčasným klimatickým podmienkam (2007) pre hlavné dreviny (BK, DB, SM, JD, SMC, BO), z krátkodobej prognózy zmeny klimatických podmienok k roku 2045 pre uvedené hlavné dreviny a z dlhodobej prognózy zmien klimatických podmienok k roku 2075 pre tieto dreviny). Ako príklad uvádzame tabuľkovú syntézu výsledkov (tabuľky 2–4) o očakávanom vývoji duba, buka a smreka – najviac atakovanej dreviny, rastúcich v jednotlivých vegetačných stupňoch podľa rastovej odozvy, klimatickej vodnej bilancie (CWB), frekvencie výskytu a rastových simulácií.

*Tabuľka 2 Syntéza výsledkov o očakávanom vývoji dubov rastúcich v jednotlivých vegetačných stupňoch podľa rastovej odozvy, klimatickej vodnej bilancie (CWB), frekvencie výskytu a rastových simulácií*

### Duby

LVS	Rastová odozva	CWB	Zmena areálu	Rastové simulácie
1.	Vhodné podmienky pre rast suchomilných dubov Podmienky pre lesné spoločenstvá „balkánskeho typu“	Mierne obmedzené podmienky pre rast našich dubov Nástup dubových xerothermných lesov	Nepočíta sa so zmenou areálu vzhľadom ku GKZ	Produkcia duba sa signifikantne znižuje
2.	Vhodné resp. podstatne nezmenené podmienky pre rast dubov	Vhodné podmienky pre rast dubov	Mierne zväčšenie areálu vzhľadom ku GKZ	Produkcia dubín sa mierne, nevýznamne znižuje
3.	Vhodné podmienky pre rast dubov	Vhodné a zlepšujúce sa podmienky pre rast dubov	Expanzia duba na 20 % plochy LVS	Nezmenená produkcia
4.	Zlepšujúce sa podmienky pre rast dubov	Zlepšujúce sa podmienky pre rast dubov	Vytváranie podmienok pre dubové spoločenstvá	Netestované
5.	Vytváranie podmienok pre rast dubov	Vytváranie podmienok pre rast dubov	Minimálne zmeny	
6.	V súčasnosti nevhodné podmienky	Zlepšujúce sa podmienky pre rast dubov	Minimálne, takmer žiadne zmeny súčasného stavu	
7.	Nevhodné podmienky		Bez zmeny	
8.			Bez výskytu	

*Tabuľka 3 Syntéza výsledkov o očakávanom vývoji buka rastúceho v jednotlivých vegetačných stupňoch podľa rastovej odozvy, klimatickej vodnej bilancie (CWB), frekvencie výskytu a rastových simulácií*

### Buk

LVS	Rastová odozva	CWB	Zmena areálu	Rastové simulácie
1.	Negatívne sa prejavujúca odozva na raste 56 % bukov	Rýchlo sa zhoršujúce podmienky pre rast buka	Ohrozený výskyt buka na 90 % areálu	Netestované
2.	Zhoršujúce sa podmienky pre buk, ale nie dramaticky	Zhoršujúce sa podmienky pre rast buka	Zhoršené podmienky pre buk na takmer 60 % výskytu	Signifikantné zníženie prírastku
3.	Mierne zhoršené podmienky	Mierne zhoršené podmienky vzhľadom na nedostatok vlhky	Mierne zníženie rozlohy	Signifikantné zníženie prírastku buka o 20 %
4.	Podmienky vhodné, ale zhoršujúce sa pre rast buka	Zhoršujúce sa podmienky vhodné pre rozvoj zmiešaných spoločenstiev buka s účasťou cenných listnáčov	Zhoršenie podmienok pre buk na 35 % plochy LVS	Signifikantné zníženie prírastku buka o 17 %

LVS	Rastová odozva	CWB	Zmena areálu	Rastové simulácie
5.	Podmienky vhodné a zlepšujúce sa pre rast buka	Podmienky vhodné pre buk	Expanzia buka na úkor smreka	Nezmenená produkcia a zastúpenie buka
6.	Výrazne sa zlepšujúce podmienky pre buk	Podmienky vhodné pre buk	Mierna expanzia buka	Štatisticky nevýznamné zmeny
7.	Vytváranie podmienok pre rast buka	Postupne rýchle vytváranie podmienok pre buk	Šírenie buka do 7 LVS	Netestované
8.	Podmienky nevhodné pre buk	Podmienky nevhodné pre buk	Nezmenené	

Tabuľka 4 Syntéza výsledkov o očakávanom vývoji smreka rastúceho v jednotlivých vegetačných stupňoch podľa rastovej odozvy, klimateckej vodnej bilancie (CWB), frekvencie výskytu a rastových simulácií

### Smrek

LVS	Rastová odozva	CWB	Zmena areálu	Rastové simulácie
1.	Absencia podmienok pre výskyt SM	Zánik spoločenstiev s účasťou smreka	Zánik podmienok pre výskyt smreka	Netestované
2.	Absencia podmienok pre výskyt SM	Nevhodné podmienky pre výskyt SM	Zánik podmienok pre výskyt smreka	
3.	Absencia podmienok pre výskyt SM	Absencia podmienok pre výskyt SM	Nevhodné podmienky pre výskyt SM	
4.	Obmedzené podmienky pre SM, prejavujúce sa na jeho zdravotnom stave a vitalite	Obmedzené podmienky pre nedostatok vlhky	Zhoršenie podmienok pre smrek až na 80 % LVS	
5.	Narastajúce problémy pri pestovaní SM	Zhoršujúce sa podmienky pre SM Konkurenčný tlak buka a jedle	Zhoršenie podmienok pre sm na 50 % územia LVS	Signifikantný pokles produkcie
6.	Podmienky len mierne meniace sa pre SM	Podmienky zlepšujúce sa pre smrek	Nepredpokladané veľké zmeny	Signifikantný pokles produkcie v monokultúrach o 22 % v zmesiach bez problémov
7.	Podstatné zlepšenie podmienok pre rast smreka	Dostatok zrážok pre existenciu SM	Expanzia smreka, vylepšenie podmienok v celom LVS	Signifikantný nárast produkcie smreka o 7 %
8.	Vytváranie podmienok pre rast smreka	Vytváranie podmienok pre rast smreka	Posun hornej hranice lesa	Netestované

Pre duby sa predpokladá zlepšovanie rastových podmienok postupne až do 6. vegetačného stupňa. Naše duby budú mať v budúcnosti značné problémy v 1., neskôr aj v 2. vs. Pre buk bude negatívny vplyv klimatických zmien pre jeho rast klesať od 1. po 4. vs. Naopak, v 5. – 7. vs. Očakávame expanziu buka.

### Závery

Na základe množstva získaných výsledkov je možné urobiť niektoré všeobecné závery:

- Vodná bilancia sa vyznačuje výraznou výškovou zonálnosťou. Dochádza však k značnému prekrytu území s pozitívnou a negatívnou bilanciou. Najvyššie položené oblasti s negatívnou bilanciou dosahujú výšku až 1 100 m n. m.
- Lesy v nížinách a pahorkatinách (najmä 1.–3. vs.) bude ohrozovať hlavne sucho. Lesy vo vyšších polohách ovplyvní najmä nedostatok zrážok vzhľadom na ich neprirodzenú distribúciu vo vegetačnom období.

- Je možné predpokladať, že druhy špecializované na určité stanovištné podmienky, podobne ako druhy rozšírené mimo svoj areál, alebo na jeho okraji a ekotypy s úzkou ekologickou amplitúdou, budú silno ohrozené a v dlhodobej perspektíve pravdepodobne úplne vylúčené z druhovej skladby súčasných lesov.
- Zvýšenie priemernej teploty teda zrejme spôsobí všeobecný ústupu smreka a rozšírenie listnáčov a borovice až do stredných nadmorských výšok. Hlavnou drevinou vyšších horských polôh by mal byť buk.
- Predpokladá sa zvýšená expanzia buka na úkor smrečín, ktorých zdravotný stav sa rapídne zhoršuje.
- Ohrozenosť zmiešaných porastov dôsledkami zmeny klímy je nižšia ako ohrozenosť monokultúr.
- Horské lesy budú mať lepšie podmienky pre produkciu v dôsledku zmeny klímy a horná hranica lesa sa posunie do vyšších nadmorských výšok.
- V rámci všeobecných prejavov globálnej klimatickej zmeny sa predpokladá zvýšená frekvencia a intenzita pôsobenia extrémov počasia (najmä víchríc). S ohľadom na túto skutočnosť je nutné podstatne zvýšiť statické stabilitu osobitne ihličnatých porastov s prevahou smreka prostredníctvom pestovných opatrení (včasná a intenzívna výchova porastov, úprava štruktúry najmä drevinového zloženia).

Stupeň entropia vývoja klímy v dlhších časových horizontoch ako 100 rokov, ako aj schopnosti adaptácie a migrácie jednotlivých drevín a spoločenstiev, nás núti k opatrnejšiemu prístupu pri interpretácii dosiaľ získaných parciálnych poznatkov, ako aj k opatreniam, ktoré z uvedeného výskumu vyplývajú. Základným princípom, ktorý sme zvolili je riešenie najpálčivejších problémov, teda problém drevín, ktoré sa už v súčasnosti negatívne prejavuje, nakoľko tieto dreviny rastú na pokraji pre ne vhodných podmienok – tu ide o návrh aktuálnych opatrení (2007–2010). V pomerne krátkom čase 10–40 rokov očakávame také zmeny klímy, ktoré sa výrazne prejaví aj na ďalšie dreviny a ich spoločenstvá, ktoré sa dostanú mimo areál pre ne vhodných klimatických podmienok – tu ide o návrh krátkodobých opatrení (2007–2045), Opatrenia týkajúce sa obdobia 40–100 rokov označujeme ako dlhodobé a v budúcnosti ich bude potrebné aktualizovať a korigovať na základe novo získaných poznatkov o vývoji a dopadoch klímy na dreviny a ich spoločenstvá.

Zatiaľ sa javí najperspektívnejšia cesta nie radikálnych zmien celých spoločenstiev, ale cesta zvyšovania biodiverzity – najmä základnej, určujúcej zložky lesného ekosystému – lesných drevín. Pritom máme na mysli najmä druhovú, vekovú a priestorovú diverzitu drevín. Rovnako významná je však aj genetická diverzita, celková biodiverzita spoločenstiev, ako aj diverzita na úrovni ekosystémov, ktorú je potrebné riešiť v budúcnosti s cieľom zvyšovania ekologickej stability krajiny. Ekologická amplitúda vysádzovaných drevín musí byť tak široká, aby vyhovovala súčasným, ale aj budúcimi stanovištným podmienkam. Táto požiadavka zrejme bude najľahšie splniteľná u pionierskych drevín so širokou ekologickou valenciou (brezy, topol, osika), ako aj u drevín s kontinentálnym rozšírením (duby, hrab, javory, lipy, jaseň štíhly). Obstať by mohol aj smrekovec a z naturalizovaných drevín agát, dub červený a orechy. Použitie ihličnatých exot bude zrejme problematické, ekologickú rezervu má duglaska a jedľa obrovská.

Doterajšie riešenie problematiky globálnych zmien klímy naznačuje potrebu ďalších projektov zameraných na parciálne problémy ktoré môže klimatická zmena vyvolať. Zvýšený medzinárodný záujem o problematiku globálnej klimatickej zmeny, priniesol aj nové prístupy k riešeniu predikcie globálnej klimatickej zmeny najmä v oblasti extrémít počasia.

## Literatúra

- BLATTNÝ, T.; ŠŤASTNÝ, T., 1959: Prirodzené rozšírenie lesných drevín na Slovensku. Bratislava: SVPL, 402 s.
- BUCHA, T., 1999: Classification of tree species composition in Slovakia from satellite images as a part of monitoring forest ecosystems biodiversity. LVÚ Zvolen, Acta Instituti Forestalis Zvolen, 65–84.
- ČABOUN, V., MINĎÁŠ, J., PRIWITZER, T., ZÚBRIK, M., MORAVČÍK M., 2008: Vplyv globálnej klimateckej zmeny na lesy Slovenska. Správa pre záverečnú oponentúru úlohy výskumu a vývoja, NLC – LVÚ vo Zvolene, 305 s.
- HLÁSNY, T., 2007: Modelling selected climate parameters in the ISATIS environment. In HORÁK, J., DĚRGEL, P. KAPIAS, A. (eds.): *GIS Ostrava 2007, Conference proceedings*, CD-ROM, ISSN 1213-239X.
- HLÁSNY, T., BALÁŽ, P., 2007: Climatic water balance of Slovakia based on FAO Penman Monteith potential evapotranspiration. *Geografický časopis*, 2007, 4, v tlači.
- LAPIN, M., DAMBORSKÁ, I., MELO, M., 2001: Scenáre časových radov mesačných klimateckých údajov pre Slovensko v období 2001–2090. In *Zborník z medzinárodnej konferencie „Extrémy prostredia (počasie) – limitujúce faktory bioklimateckých procesov“*, Račková dolina 10. –12. 9. 2001, SPU Nitra, 9 s. CD ISBN 80-7137-910-7.
- MINĎÁŠ, J., 1999: Vertical climate ranges of forest trees in Western Carpatian Region, Acta Instituti Forestalis 9, p. 29–41.

Prof. Ing. Vladimír ČABOUN, CSc.

RNDr. Tomáš HLÁSNY, PhD.

Ing. Peter BALÁŽ

*NLC - Lesnícky výskumný ústav Zvolen*

*T. G. Masaryka 22*

*960 92 Zvolen*

*caboun@nlcsk.org, hlasny@nlcsk.org, balaz@nlcsk.org*