

RÁMCOVÉ PLÁNOVANIE A ADAPTÁCIA LESNÝCH PORASTOV NA KLIMATICKÚ ZMENU

MATEJ SCHWARZ, MARTIN MORAVČÍK

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22,
SK – 960 92 Zvolen, schwarz@nlcsk.org; moravcik@nlcsk.org

SCHWARZ M., MORAVČÍK M.: Framework planning and adaptation of forest stands to climate change. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **55**(3): 273 – 286, 2009, 1 fig., tab. 2, ref. 5. Original paper. ISSN 0323 – 10468

Framework planning will be the most important tool for transfer of the most of forestry mitigation and adaptation measures into forestry practice. In the article, there is presented the proposal of procedures for incorporation of assumed impacts of climate change into management models, which are the most important part of the framework planning. Targets, basic frameworks and principles of management will be the first direct instructions for establishment and management of forest stands being already growing in both alternating and changed climatic conditions. On the basis of reviewing of the climate change, its prognosis and impacts on forest ecology there will be defined the urgency of the adaptation of forest stand, as a new identifier of the management models. According to social order on required forest functions, there will be both adjusted further identifiers and decided on procedures of forest adaptation concerning climate change. Proposed procedures of working out of management models are listed in this article at an example of Norway spruce stands with significant health and recreational forest functions, with low and high urgency.

Key words: *frameworking planning, management models, targets of management, basic frameworks of management, principles of management, identifier of management models*

Najvýznamnejším nástrojom pre prenos lesníckych adaptačných a mitigačných opatrení týkajúcich sa klimatických zmien do lesníckej praxe bude rámcové plánovanie. Článok predkladá návrh procesu zapracovania predpokladaných dopadov klimatickej zmeny do modelov hospodárenia ako najvýznamnejšej súčasť rámcového plánovania. Základné rozhodnutia, ciele a zásady obhospodarovania budú prvým priamym pokynom pre zakladanie nových, resp. obhospodarovanie už existujúcich, porastov v meniacich sa aj zmenených klimatických podmienkach. Na základe posúdenia klimatických zmien, ich prognózy a dopadov na ekologické podmienky porastov sa zdefiniuje nový identifikátor modelov hospodárenia: „naliehavosť adaptácie porastov na klimatickú zmenu“. Na základe celospoločenskej objednávky mimoprodukčných funkcií lesa budú tieto modely ďalej spresnené. Navrhnuté postupy vypracovania modelov hospodárenia sú ilustrované na príklade modelov pre smrekové porasty s významnou funkciou zdravotnou a rekreačnou, pre nízku aj vysokú naliehavosť adaptácie.

1. Úvod a problematika

Globálnou klimatickou zmenou a potrebou lesného hospodárstva (LH) vyrovnáť sa s ňou pomocou vhodných opatrení sa výskum zaoberá už viacero rokov. Na Slovensku to bolo najmä riešenie rezortnej úlohy výskumu a vývoja „Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska“ v rokoch 2003 – 2007. Vďaka tomu sa postupne konkretizuje predstava o rozsahu a vplyve klimatickej zmeny, hoci stále ostáva množstvo nedoriešených otázok. Pravdepodobne najväčším problémom je nedostatok relevantných poznatkov o ekológii drevín. Väčšina z nich sa opiera o charakteristiky súčasných areálov drevín, najmä relatívne najzachovalejších spoločenstiev v prírodných rezerváciách (BLATTNÝ, ŠŤASTNÝ 1959). Tieto areály sú však popri klimatických faktoroch aj výslednicou pôsobenia ďalších, ktoré sú na klíme závislé len nepriamo, alebo dokonca vôbec. Mnohé faktory prostredia (napr. pôdy) sa budú meniť neskôr ako klíma, pričom niektoré zmeny je ťažko predvídať (napr. zmenu kompetičných vzťahov medzi drevinami).

Na Slovensku donedávna chýbala predstava praktickej realizácie a organizačného zabezpečenia opatrení na zmiernenie dopadov klimatickej zmeny (mitigačných a adaptačných opatrení). Preto sme sa v rámci riešenia výskumnej úlohy „Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska“ zaoberali viacerými otázkami premietnutia výsledkov výskumu do praxe, najmä:

- otázkou doby začatia realizácie adaptačných opatrení; klimatická zmena bude prebiehať postupne a predčasná reakcia na ňu môže byť rovnako kontraproduktívna ako reakcia neskorá; v súčasnosti zakladané porasty musia vyhovovať nielen budúcej očakávanej klíme, ale aj klíme súčasnej (BRODMEADOW, RAY 2005),
- či opatrenia majú mať charakter postupných pomalých krokov alebo náhlej zmeny,
- či lesnícke adaptačné opatrenia, ako reakcia na klimatickú zmenu, majú mať formu preventívnych alebo sanačných opatrení, priamych zásahov do porastov alebo využívania prírodných procesov,
- či cieľom hospodárenia má byť vysoká odolnosť budúcich porastov voči predpokladaným škodlivým činiteľom (MOORE, ALLARD 2008), alebo ich vysoká pružnosť (t. j. schopnosť vyrovnáť sa s čo najširšou škálou podmienok – pružnosť na úrovni genetickej diverzity odporúčajú napr. KOSKELA, BUCK, TEISSIER du CROS 2007); s týmto súvisí vysoká miera neurčitosti dopadov klimatickej zmeny – na porasty nebude mať vplyv len klíma, ale najmä počasie, u ktorého je ťažké predpovedať jeho extrémny, napr. intenzita extrémnych mrazov sa pravdepodobne nezmierni úmerne otepleniu (výška slnka nad obzorom a dĺžka zimných nocí sa nezmení) (BRODAMEADOW, RAY 2005),
- aká má byť miera kompromisu medzi adaptačnými opatreniami a požiadavkami spoločnosti; nestačí iba zabezpečenie existencie lesov – nové lesy by mali byť schopné plniť aj svoje súčasné funkcie (produkcia dreva, verejnoprospešné funkcie, ochrana biodiverzity a pod.).

Na Slovensku je jedným z najdôležitejších nástrojov na prenášanie lesníckej politiky do praxe rámcové plánovanie. Je to druh hospodársko-úpravničského plánovania, ktoré sa zaoberá vytváraním rámcových pokynov na postupné dosiahnutie cieľového stavu lesov, s ohľadom na ich ekologické, ekonomické a sociálne funkcie. Rámcové pokyny pre jednotlivé typy porastov nazývame *modelmi hospodárenia*. Tieto majú podobu základných číselných rámcov hospodárenia (napr. rubná a obnovná doba, cieľové drevinové zloženie). Jednotlivým lesným porastom sa priradujú pomocou tzv. *identifikátorov*, čiže rôznych charakteristík porastov, najmä charakteristík stanovišťa, súčasného porastu, kategorizácie funkcií lesa. Vlastné modely obsahujú jednotlivé *modelové veličiny*, ktoré charakterizujú cieľový stav lesa a základné parametre postupov, ktorými sa má tento stav dosiahnuť. Sú to najmä rubná a obnovná doba, hospodársky spôsob, cieľové drevinové zloženie.

2. Materiál a metodika

Rámcové plánovanie bude jedným z rozhodujúcich nástrojov na riešenie dopadov klimatickej zmeny na lesy. Aby tomu tak skutočne bolo, bude treba existujúce modely hospodárenia čiastočne upraviť. Vypracovanie návrhu týchto úprav vychádza z analýzy súčasného rámcového plánovania, metodík na stanovovanie jeho jednotlivých veličín a vplyvu na lesnú prevádzku. Ako východiskový materiál sa použila platná databáza modelov hospodárenia z informačnej banky LH pri Ústave lesných zdrojov a informatiky (NLC – ÚLZI Zvolen) so štruktúrou modelov hospodárenia (identifikátorov aj modelových veličín) v zmysle platnej metodiky rámcového plánovania využíwanej v rámci komplexného zisťovania stavu lesa. Zohľadňovala sa však aj skutočnosť, že aktuálne rámcové plánovanie je zložité a priebežne sa pracuje na zjednodušení jeho štruktúry.

Analyzoval sa vzťah jednotlivých *identifikátorov* modelov hospodárenia k potrebám plánovania počas klimatickej zmeny, t. j. nakoľko sú jednotlivé identifikátory schopné odrážať zmeny lesných porastov a ich prostredia v dôsledku pôsobenia klimatickej zmeny, ako aj nakoľko umožňujú riešiť praktickú stránku implementácie opatrení vynútených klimatickou zmenou do praxe. Hlavnou otázkou je, či sa zmeny návrhu modelových veličín, ktoré si vynúti klimatická zmena, premietnu rovnomerne do všetkých porastov, alebo či budú porasty rôzneho typu reagovať na klimatickú zmenu rôzne. V prvom prípade by nebolo treba vykonať žiadne zmeny identifikátorov, v druhom treba analyzovať:

- či sú súčasné identifikátory schopné vystihnúť variabilitu pôsobenia klimatických zmien na lesné porasty, a ak nie sú,
- či je možné situáciu riešiť:
 - zmenou rozsahu (prípustných hodnôt) jednotlivých už existujúcich identifikátorov,
 - vytvorením jedného alebo viacerých nových identifikátorov.

Popri tom sa analyzovalo, či jednotlivé identifikátory indikujú určité vlastnosti porastov, ktoré majú vzťah ku klimatickej zmene, napr. vyššiu citlivosť porastov, možné rozpory súčasných požiadaviek na funkcie lesných porastov s požiadavkami na adaptačné opatrenia, a nakoľko sú identifikátory využiteľné pre diferencované uplatňovanie opatrení. Súčasne sa zvažovala potreba úprav už existujúcich identifikátorov alebo zavedenia nových.

U *vlastných modelových veličín* sa analyzovalo, aký bude dopad klimatickej zmeny na ich plánovanie, akým spôsobom a nakoľko bude tieto dopady možno vyjadriť pomocou identifikátorov a nakoľko klimatická zmena ovplyvní vzťahy medzi modelovými veličinami navzájom. Pokúsili sme sa odhadnúť očakávaný význam modelových veličín v budúcnosti. Klimatická zmena (najmä z nej vyplývajúca neistota) zmení význam niektorých veličín. Analyzovali sa aj očakávané alternatívy možných reakcií lesného hospodára na klimatickú zmenu a spôsoby, akým sa tieto alternatívy budú dať premietnuť do rámcového plánovania. Keďže prognózy dopadu zmien klímy na jednotlivé zložky lesných ekosystémov, na fyziológiu a vitalitu drevín a na kompetičné vzťahy medzi nimi sú zatiaľ zaťažené vysokou mierou

neurčitosti, analyzovala sa najmä schopnosť rámcového plánovania vysporiadať sa s čo najširšou škálou možných scenárov vývoja.

Na základe uvedených analýz sa navrhla nová štruktúra modelu hospodárenia a otestovala sa na vzorovom príklade celej škály modelov pre dva vybrané prevádzkové súbory. Vybrali sa dva „smrekové“ prevádzkové súbory, a to: nepôvodné smrečiny na živných stanovištiach 5. vegetačného stupňa (PS 511-15) a pôvodné vysokohorské smrečiny (PS 719-15). Dôvodom tohto výberu bola možnosť na jednej problémovej drevine (smreku) otestovať možné riešenia dopadov klimatickej zmeny v rôznych podmienkach. Prvý prevádzkový súbor predstavuje hospodárske lesy blízko pri spodnej hranici prirodzeného areálu tejto dreviny, druhý zahŕňa ochranné lesy na hornom okraji prirodzeného rozšírenia smreka. Oba tieto prevádzkové súbory plnia rozmanité funkcie, takže poskytovali možnosť otestovania celej škály identifikátorov.

Ako základ sa pre navrhované modely použili aktuálne modely hospodárenia vypracované Národným lesnickým centrom – Ústavom hospodárskej úpravy lesov (NLC-ÚHÚL), Zvolen. Rovnako aj ich štruktúra vychádza z aktuálnej štruktúry používanej pri komplexnom zisťovaní stavu lesa. V súčasnosti NLC-ÚHÚL pracuje na novej štruktúre modelov hospodárenia, pričom do úvahy prichádzajú viaceré koncepcie, od podrobných číselných modelov slúžiacich ako nástroj kontroly a ďalšieho plánovania, až po voľnejšie modely v textovej forme, ktoré predstavujú najmä nástroj propagácie najvhodnejších spôsobov hospodárenia. To, aká koncepcia modelov hospodárenia nakoniec prevládne, bude závisieť najmä od právnej záväznosti rámcového plánovania a od poslania, ktoré budú modely hospodárenia plniť.

3. Výsledky

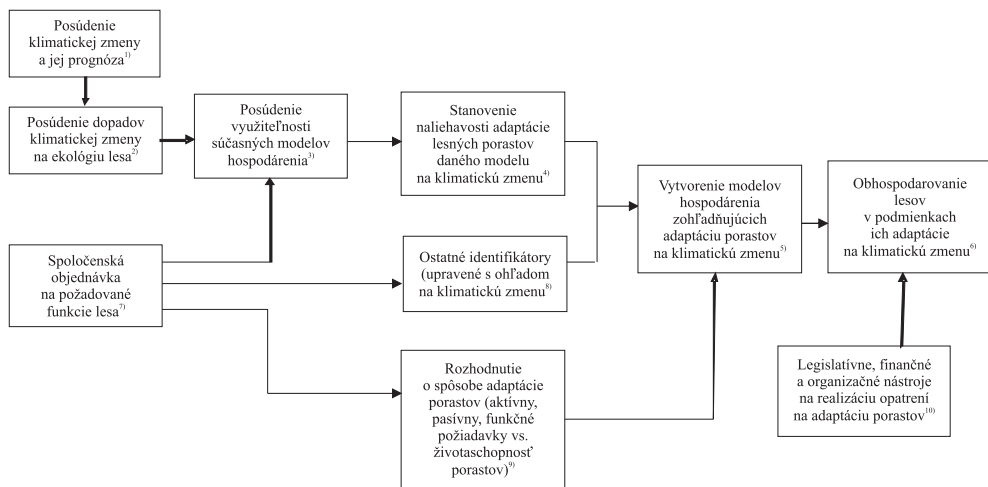
3.1. Identifikátory rámcového plánovania

Na základe vykonaných analýz uvedených v kapitole Materiál a metodika sme došli k záveru, že zohľadnenie faktora klimatickej zmeny v modeloch hospodárenia si vyžaduje pridanie jedného identifikátora, nazvaného „*naliehavosť adaptácie porastov na klimatickú zmenu*“. Tento identifikátor v podstate nahrádza v súčasnosti používaný „stupeň ohrozenia porastu“. Na rozdiel od neho však menej závisí od okamžitého zdravotného stavu porastu (a tým aj od veku, rozpracovanosti obnovou a ďalších, pre plánovanie menej významných ukazovateľov). Toto umožňuje odlišiť porasty, v ktorých skutočne treba reagovať na ich zhoršený stav, od porastov, ktorých zhoršenie stavu je prirodzenou súčasťou hospodárskeho cyklu.

Adaptácia porastov na klimatickú zmenu bude zmenou doterajšieho hospodárenia, a teda prechodom na nové modely hospodárenia, odlišné od doterajších. Zatiaľ nebolo jednoznačne stanovené *kedy* by malo k tejto zmene hospodárenia dôjsť. Aj keď našou snahou je vytvárať modely, ktoré vyhovujú terajšej aj budúcej klíme (BRODMEADOW, RAY 2005), prechod na nové modely nesmie byť predčasný. Toto sa týka najmä ekonomicky, ekologicky a sociálne nie príliš vhodných opatrení (napr. predčasné obnovy). Adaptačné opatrenia by sa nemali vykonávať vo všetkých porastoch naraz. Našou snahou je však predchádzať náhodným ťažbám a porasty obnovovať cieľavedome a plánovito. Preto treba, aby rozhodovanie o zavedení nových modelov do praxe, alebo o výbere medzi alternatívnymi modelmi, bolo odborne podložené. Naše znalosti o priebehu klimatickej zmeny a jej dopadoch na lesné ekosystémy sa aj naďalej budú meniť, preto nemožno vytvoriť definitívny harmonogram opatrení. Treba však, aby riešenie bolo dostatočne operatívne a schopné včas reagovať na zmeny klímy, aj na zmeny poznania.

Preto sa navrhuje:

- vytvorí legislatívne, organizačné a finančné nástroje na presadzovanie opatrení na adaptáciu porastov na klimatickú zmenu a ich následnú kontrolu,
- vytvorí funkčný mechanizmus získavania a implementácie nových poznatkov týkajúcich sa klimatickej zmeny do procesu tvorby modelov hospodárenia a praxe,
- zaviesť nový identifikátor „naliehavosť adaptácie na klimatickú zmenu“ s hodnotami:
 1. **vysoká naliehavosť**, ktorá si vyžaduje skrátenie rubnej doby, prípadne aj úpravu obnovnej doby v základných rozhodnutiach a výraznejšiu úpravu cieľov hospodárenia,
 2. **normálna naliehavosť**, pri ktorej sa umožní ponechanie porastov na normálnu obnovu, ale ktorá si súčasne vyžaduje menšiu zmenu cieľov hospodárenia, v porovnaní so súčasným spôsobom hospodársko-úpravnickeho plánovania.
- vytvorí metodický postup na syntézu aktuálnych poznatkov o priebehu klimatickej zmeny s výsledkami prieskumu stavu jednotlivých porastov a typov porastov s vy-



Obr. 1. Postup úpravy rámcového plánovania v dôsledku pôsobenia dopadov klimatickej zmeny na lesné ekosystémy

Fig. 1. Procedure of framework planning modification due to climate change impact on forest ecosystems.

¹⁾Reviewing climate change and its prognosis, ²⁾Reviewing climate change impacts on forest ecology, ³⁾Reviewing usability of current models of management, ⁴⁾Determination of the urgency of adaptation of forest stands of given model to climatic change, ⁵⁾Construction of models of management considering adaptation of stands to climatic change, ⁶⁾Management of forests under conditions of their adaptation to climatic change, ⁷⁾Public demand for required forest functions, ⁸⁾Other identifiers (modified with regard to climate change), ⁹⁾Decision on the way of adaptation of stands (activities, passive, functional requirements or vitality of stands), ¹⁰⁾Legislative, financial and organizational tools for the implementation of measures of stands adaptation

ústením do určenia naliehavosti adaptácie. Toto umožní priradenie správneho modelu danému porastu. Naliehavosť adaptačných zásahov bude závisieť na viacerých vopred nepredvídateľných faktoroch, napr. rýchlosť klimatickej zmeny, reakcia biotických škodcov na ňu, úroveň dodržiavania zásad ochrany lesa jednotlivými subjektmi a pod.

Postup úpravy rámcového plánovania v dôsledku pôsobenia dopadov klimatickej zmeny na lesné ekosystémy možno graficky znázorniť na obrázku 1.

3.2. Štruktúra vlastného modelu hospodárenia

Na zvýšenie zrozumiteľnosti modelov hospodárenia bude treba jasnejšie oddeliť základné rozhodnutia od cieľov hospodárenia. Vždy existovali určité nejasnosti, ktorá časť modelu sa vzťahuje k existujúcemu porastu, a ktorá sa týka až doby po jeho obnove. **Základné rozhodnutia** charakterizujú spôsob obnovy **súčasného (existujúceho) porastu**, zatiaľ čo **ciele hospodárenia** popisujú **budúci stav**, ktorý sa má dosiahnuť po obnove. Iba v prípade porastov nie príliš vzdialených od cieľového stavu sa vzťahuje aj na súčasné porasty (cieľ sa dosiahne výchovou). Toto chápanie je v zhode napr. s „typmi vývoja lesa“ (Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, 2004), ktoré delia segmenty typov porastov na *cieľové*, v ktorých sa hlavné charakteristiky porastu pri obnove nemajú meniť, *prechodné*, v ktorých je možné dosiahnutie cieľa výchovou a *vzdialené*, v ktorých je dosiahnutie cieľa možné až po úplnej obnove, často umelej.

Počas adaptácie lesných porastov na klimatickú zmenu sú tieto súvislosti ešte významnejšie, pretože sa očakávajú väčšie rozdiely medzi súčasnými a budúcimi porastmi, než boli obvyklé doteraz. V súvislosti s uvedeným navrhujeme doplniť základné rozhodnutia o:

- **cieľovú rubnú dobu**, určenú pre obnovené porasty, ktoré vznikli rekonštrukciou, premenou alebo prevodom súčasných,
- **cieľový hospodársky spôsob**, na udržiavanie obnovených porastov, ktoré vznikli rekonštrukciou, premenou alebo prevodom súčasných.

V súčasnom rámcovom plánovaní určuje dĺžku a načasovanie obnovy len obnovná doba, ktorá sa začína vo veku rovnom rubnej dobe zníženom o polovicu obnovnej doby. Posledné zvyšky materského porastu by sa mali doťažiť vo veku rovnajúcom sa rubnej dobe predĺženej o polovicu obnovnej doby. V prípade dlhších obnovných dôb sa rozdiel medzi rubnou dobou a vekom, v ktorom by sa mali doťažiť posledné zvyšky materského porastu narastá a pri plánovaní treba zväziť, či stromy budú schopné dožiť sa takéhoto veku. Z dôvodu podpory osobitných funkcií sa často predlžuje rubná doba, čím sa obnova odďaľuje natoľko, že vzniká riziko samovoľného rozpadu rovnovekých porastov ešte pred začatím ich obnovy. Na zachovanie rovnakého veku začiatku obnovy by sa na každých 10 rokov rubnej doby malo pridať aspoň 20 rokov obnovnej, v záujme zvýšenia vekovej a priestorovej diferenciácie porastov aj viac.

Aby sa tieto vzťahy stali zrejmejšími a ľahšie pochopiteľnými, odporúča sa do modelov hospodárenia pridať tieto dve modelové veličiny:

- **vek začiatku obnovy** – uľahčí posúdenie, či pri danej kombinácii rubnej a obnovnej doby budú stromy už dostatočne zrele, resp. či porast nebude v tomto veku už prestárly a možnosti obnovy premeškané,
- **vek ukončenia obnovy porastu (potrebná doba životnosti)** – uľahčí posúdenie reálnosti modelov a ukáže, akého veku by sa porasty mali dožiť, aby sa porast obnovil spôsobom, ustanoveným modelom; modely budú navrhované tak, aby bolo reálne ukončiť obnovu porastov v plánovanom termíne aj v prípade ich slabšej vitality.

Z analýzy ďalej vyplynulo, že v modeloch nebude potrebné naďalej uvádzať obnovné aj cieľové drevinové zloženie. Vzťahy medzi nimi sú totiž príliš nejednoznačné. Jedinou podmienkou, ktorú by malo obnovné drevinové zloženie spĺňať je, aby umožňovalo dosiahnutie cieľového drevinového zloženia do doby, v ktorej to bude potrebné z hľadiska funkcií lesného porastu. Malo by stačiť uvádzať iba cieľové drevinové zloženie a stanovenie obnovného by sa malo ponechať na odborného lesného hospodára.

Tradičný interval zastúpenia danej dreviny sa v navrhovaných modeloch nahradil trojicou čísel, z ktorých je najdôležitejšia *stredová hodnota*. Nejedná sa tu o matematický stred, ale o stred odporúčaný. Maximálne a minimálne hodnoty pre jednotlivé dreviny znamenajú krajné modelom tolerované hodnoty. Cieľom tejto úpravy je jednoznačnejšie deklarovať skutočný cieľ hospodárenia, ktorý sa v minulosti v dôsledku príliš širokých intervalov často strácal.

Okrem toho sa navrhuje cieľové dreviny rozdeliť do viacerých skupín podľa ich vzťahu ku klimatickej zmene na:

- **pôvodné klimaxové dreviny**,
- **budúce klimaxové dreviny**, t. j. dreviny, o ktorých sa predpokladá, že budú základom budúcich klimaxových spoločenstiev po ustálení novej klímy,
- **polyzonálne dreviny**, t. j. dreviny so širokou ekologickou amplitúdou (sensu SCHMIDT ex ZLATNÍK 1976),
- **pionierske dreviny**,
- **ekonomická prímes**, t. j. dreviny, ktoré prinášajú zlepšenie ekonomického výsledku hospodárenia za cenu zvýšeného rizika alebo nákladov na ochranu lesných porastov týchto drevín, resp. za cenu ich nižšej „prirodzenosti“.

Na rozdiel od doterajšej praxe zakladania prírode blízkych lesných porastov, v ktorých sa uprednostňovalo jednotlivé až hlúčikovité zmiešanie, sa pri vytváraní nových porastov uplatnia aj jeho veľkoplošnejšie formy, najmä ostrovčekovité zmiešanie, a to prevažne ako súčasť dvojstupňového zmiešania. Pri tejto forme zmiešania sú ekologicky príbuzné dreviny rozmiestnené jednotlivito až hlúčikovito a spoločne vytvárajú skupiny až ostrovčeky. Táto potreba vyplýva najmä z neistoty prognóz vývoja drevinového zloženia v dôsledku pôsobenia klimatickej zmeny. Umožní sa tým vytváranie porastov z väčšieho počtu drevín, než doteraz, a napriek tomu vyvažovanie sa ich príliš chaotickému zmiešaniu, uplatnenie rozdielných rubných dôb pre jednotlivé skupiny v prípade potreby, ako aj vylúčenie vzájomnej kompetície drevín s príliš rozdielnymi nárokmi.

Zásady spevnenia porastov ⁴³⁾	najmä vhodnou výchovou a obnovou (diferenciácia porastov, zvyšovanie statickej stability stromov), vytváranie spevňovacích rebier z odolnejších drevin ⁴⁴⁾
Funkčné požiadavky ⁴⁵⁾	<p>hlavné funkcie: produkčná a zdravotno-liečebná.</p> <p>V porastoch je potrebné:</p> <ul style="list-style-type: none"> • udržiavať zdravotno-liečebné funkcie (vysoký podiel vŕždy zelených ihličnatých drevin, nízky podiel alergénnych drevin) • zabezpečiť statickú stabilitu porastov spolu s odolnosťou voči škodlivým činiteľom. • udržať trvalú funkčnosť porastov na čo najmenšej ploche (maloplošné hospodárenie, priestorová úprava lesa), • minimalizovať vyrušovanie návštevníkov ťažbovými zásahmi (dlhšie rubné doby, šetrné technológie) • udržiavať alebo zvyšovať estetické pôsobenie porastov (citlivé rozdeľovanie porastov, maloplošné hospodárenie) • znižovať prašnosť (údržba ctest, maloplošné hospodárenie⁴⁶⁾).

Pd – pionierske drevíny – pioneer tree species, cl – cenné listnáče – noble hardwoods

¹⁾Basic decisions, ²⁾Rotation period, ³⁾Age of the beginning of regeneration, ⁴⁾Regeneration period, ⁵⁾Forest stand lifetime, ⁶⁾Recurrence period, ⁷⁾Establishment deadline, ⁸⁾Silvicultural system, ⁹⁾Small-scale shelterwood, ¹⁰⁾Management goals, ¹¹⁾Target rotation, ¹²⁾Target silvicultural system, ¹³⁾Target vertical structure, ¹⁴⁾Differentiated one-layered/uneven-aged groups, ¹⁵⁾Target tree species composition, ¹⁶⁾Future climax tree species, ¹⁷⁾Native climax tree species, ¹⁸⁾Mixture type, ¹⁹⁾Norway spruce, ²⁰⁾Silver fir, ²¹⁾Beech, ²²⁾Sheet, ²³⁾Polyzonal tree species with broad amplitude, ²⁴⁾Pioneer tree species, ²⁵⁾After disturbance, ²⁶⁾Noble hardwoods, ²⁷⁾Clumps, ²⁸⁾European rowan, ²⁹⁾Economic admixture, ³⁰⁾Pine, Larch, ³¹⁾Douglas fir, ³²⁾Group, ³³⁾Notes: *pine and larch also fulfil health-curative function satisfactorily here, noble hardwoods (cl) = JH/sycamore, JM/norway maple, LP/lime, JS/ash, BH/vych elm; pioneer tree species (pd) = BR/common birch, OS/aspens, VR/willow, JL/black alder, JX/grey alder, whereas European rowan is, as the only pioneer tree species being suitable for spa and health-curative forests, presented separately, total proportion of broadleaved tree species should not exceed 15%, ³⁴⁾Management principles, ³⁵⁾Tending principles, ³⁶⁾Improvement of static stability of stand (support of long crowns, support of height and diameter differentiation) careful health selection and keeping of the principles of stands hygiene, support of fir, pine and larch, support of broadleaved tree species to the extent of target proportion, in second half of the regeneration period support of promising groups of natural regeneration, ³⁷⁾Principles of reforestation, ³⁸⁾Partial reconstruction of tree species introduced to extensive spruce monocultures require efficient protection against game in case of insufficient regeneration, bring tree species by planting and underplanting on places where regeneration has failed, we put European rowan artificially only in case of high flexibility of future stands distributed around the "centre" with pioneer tree species is maximum acceptable only for a short time in case of calamities, ³⁹⁾Principles of afforestation, ⁴⁰⁾Fir and conifers do not tolerate the conditions of cleared area quite bad, therefore for reforestation of extensive clearings use following alternatives: Alternative 1: we plant as first preparatory tree species (spruce, pine, larch), target tree species plant out below their protection at the age 20–40 years; Alternative 2: reforestation of area by preparatory tree species with appropriately placed groups of trees or individual trees; firs and broadleaved tree species in the number that will be sufficient with suitable tending for strengthening of future stands, ⁴¹⁾Principles of stand dividing, ⁴²⁾Maintenance of wind mantles on the borders of stands; dividing lines in the distance of about 50 m (no artificial regeneration), to take into account their aesthetic side, ⁴³⁾Principles of stands stability improvement, ⁴⁴⁾Mainly by appropriate tending and regeneration (stands differentiation, increasing static stability of trees), Forming strengthening ribs from more resistant tree species, ⁴⁵⁾Function requirements, ⁴⁶⁾Major functions: wood producing and health-curative; It is necessary in stand to: Maintain health-curative functions (high proportion of evergreen coniferous tree species, low proportion of allergenic tree species); Secure static stability of stands together with resistance against injurious agents; Maintain permanent functionality of stands on the smallest possible area (small-scale management, spatial forest arrangement); Minimise disturbing of visitors by logging activities (longer rotations, ecological technologies); Maintain or increase aesthetic effect of stands (sensible dividing of stands, small-scale management). Reduce dustiness (roads maintenance, small-scale management)

Zásady rozčleňovania porastov ⁽⁴¹⁾	udržiavanie zapláštených okrajov porastov, rozčleňovacie linky vo vzdialenosti asi 50 m (umelo nezalesňovať), prihliadať na ich estetickú stránku ⁽⁴²⁾
Zásady spevnenia porastov ⁽⁴³⁾	najmä vhodnou výchovou a obnovou (diferenciácia porastov, zvyšovanie statickej stability stromov), vytváranie spevňovacích rebrí z odolnejších drevín ⁽⁴⁴⁾
Funkčné požiadavky ⁽⁴⁵⁾	<p>hlavné funkcie: produkčná a zdravotno-liečebná, V porastoch je potrebné:</p> <ul style="list-style-type: none"> • udržiavať zdravotno-liečebné funkcie (vysoký podiel vzdýzelených ihličnatých drevín, nízky podiel alergénnych drevín) • zabezpečiť statickú stabilitu porastov spolu s odolnosťou voči škodlivým činiteľom, • udržať trvalú funkčnosť porastov na čo najmenšej ploche (maloplošné hospodárenie, priestorová úprava lesa), • minimalizovať vyrušovanie návštevníkov ťažbovými zásahmi (dlhšie rubné doby, šetrné technológie) • udržiavať alebo zvyšovať estetické pôsobenie porastov (citlivé rozčleňovanie porastov, maloplošné hospodárenie) • znižovať prašnosť (údržba ciest, maloplošné hospodárenie)⁽⁴⁶⁾

³⁶⁾Improvement of static stability of stand (support of long crowns, support of height and diameter differentiation) consistent health selection and observance of the principles of stands hygiene, support of fir, pine and larch, support of broadleaved tree species to the level of total target proportion, support of promising groups of natural regeneration (also early regeneration of selected parts of stands, ³⁸⁾Partial reconstruction of stands to more differentiated structure via prolonged regeneration period, not regenerated tree species will be introduced on free places, fir also by planting in advance, tree species introduced to extensive spruce monocultures require careful protection against game, bring tree species by planting and underplanting on places where regeneration has failed, we put European rowan artificially only in case of high flexibility of future stands distributed around the "centre" with pioneer tree species is maximum acceptable only for a short time in case of calamities

3.3. Príklad modelu hospodárenia

Výsledok riešenia, t. j. navrhovaná forma modelu hospodárenia sa uvádza na príklade HSLT 511-15 v lesoch s významnou funkciou zdravotnou a rekreačnou. V príklade je zahrnutý identifikátor „naliehavosť adaptácie na klimatickú zmenu“. V ukážke sa uvádzajú príklady s nízkou i vysokou naliehavosťou. Jedná sa o hospodárske lesy s významnou mimoprodukčnou funkciou. Tieto ukážky dobre ilustrujú možné rozpory medzi požadovanými funkciami lesov a potrebou ich adaptácie na novú klímu. Smrečiny, aj keď sú nepôvodné, sú pre tento funkčný typ mimoriadne vhodné a ťažko nahraditeľné, takže klimatická zmena tu spôsobí značné problémy. Peľ väčšiny drevín, ktoré by mohli nahradiť smrek, je alergénny. Rovnako aj fytoncídy produkované smrekom a mikroklima smrekových porastov sú pre kúpeľné a zdravotné lesy vhodnejšie, než je tomu v prípade väčšiny ostatných drevín. Dôležitá je aj skutočnosť, že listnaté dreviny a smrekovec sú počas zimy neolistečné, a teda plnia svoju funkciu horšie než ihličnany. Možno teda povedať, že zachovanie smreka v lesoch v okolí kúpeľov a zdravotných zariadení je vysoko žiaduce.

Prezentovaný model vychádza z týchto predpokladov:

- zachovanie smreka je v lesných porastoch tohto funkčného typu dôležitejšie než ich odolnosť,
- za predpokladu dôslednej ochrany a uplatňovania zásad porastovej hygieny je možné smrek udržať ako životaschopnú súčasť porastov ešte viacero decínií,

- zvýšený tlak škodlivých činiteľov si vyžiada skrátenie rubnej doby,
- pre tieto lesy je vhodná čo najdiferencovanejšia vertikálna a horizontálna štruktúra, preto sa aj v prípade predpokladu umelej obnovy volí dlhšia obnovná doba (prirodzená obnova smreka bude často možná),
- v prípade, že sa udržanie smreka stane problematickejším, zostáva jedinou možnosťou postupné zvyšovanie podielu ďalších ihličnanov, najmä borovice lesnej, prípadne introdukovaných ihličnanov (duglaska); možnosti ich uplatnenia sa však zatiaľ príliš neoverili.

4. Diskusia

Modely hospodárenia môžu mať rôznu podobu. Na Slovensku sa vyvinuli do podoby základných číselných rámcov hospodárenia, ktoré sa jednotlivým lesným porastom priradujú pomocou tzv. *identifikátorov*. Závaznosť rámcového plánovania bola v minulosti vysoká a jeho dodržiavanie sa kontrolovalo štátnou správou LH. Preto bolo nevyhnutné, aby jednotlivé modely čo najviac zohľadňovali špecifiká lesných porastov. Z uvedených dôvodov sa postupne zvyšoval počet identifikátorov, čo vyústilo do existencie veľkého množstva navzájom podobných modelov pre jednotlivé typy porastov. Vzhľadom na ich počet nebolo zvládnuť detailne pre ne rozpracovať textové „zásady hospodárenia“, hoci príslušné všeobecne záväzné právne predpisy to vyžadovali. Týmto sa zvyšovala zložitosť rámcového plánovania.

Súčasný význam rámcového plánovania v porovnaní s obdobím pred rokom 1989 je značne nižší. V nových spoločensko-ekonomických podmienkach, ktoré sa odrazili aj v príslušných všeobecne záväzných predpisoch poklesla právna záväznosť lesných hospodárskych plánov, a tým aj záväznosť modelov hospodárenia. V takejto situácii sa stala veľká zložitosť a podrobnosť rámcového plánovania nadbytočnou. Otvorila sa dokonca otázka potreby rámcového plánovania.

Ak však vezmeme do úvahy základnú funkciu „modelov hospodárenia“ v iných krajinách, zistíme, že ich cieľom nie je stanovenie nejakých „limitujúcich“ rámcov, ako skôr poskytnutie ucelenej predstavy o spoločenských požiadavkách na obhospodarovanie určitého typu porastov alebo stanovišťa. V mnohých krajinách majú charakter určitých doporučení pre hospodára, pričom ich hlavnou funkciou je poučiť hospodára o hlavných zásadách takéhoto hospodárenia, pokiaľ sa preň tento dobrovoľne rozhodne.

V súvislosti s klimatickou zmenou začína byť aj na Slovensku práve táto „edukatívna funkcia“ modelov veľmi významná. Na rozdiel od doterajšieho rámcového plánovania, ktoré je v súlade so zásadami prírody blízkeho hospodárenia, už desaťročia vyučovanými v lesníckom školstve, budú totiž opatrenia reagujúce na zmenu klímy relatívne nové a pre mnohých odborných lesných hospodárov menej známe. Preto budú potrebné vhodné nástroje na šírenie príslušných informácií. Rovnako modely hospodárenia (po nami navrhovanej úprave) pomôžu aj pri časovom a priestorovom koordinovaní adaptačných opatrení. Tu by však už bolo vhodné zabezpečiť určitú vynútiteľnosť ich dodržiavania alebo vytvoriť vhodné motivačné schémy na jeho podporu.

5. Záver

Analýza preukázala, že súčasná štruktúra modelov hospodárenia je viac-menej vhodná pre plánovanie opatrení súvisiacich s adaptáciou porastov na klimatickú zmenu. V prípade identifikátorov sa ukázala potreba zavedenia jedného nového s pomenovaním „*naliehavosť adaptácie porastov na klimatickú zmenu*“, ktorý bude nadobúdať hodnoty: „*vysoká naliehavosť*“ s potrebou skrátenia rubnej doby a výraznejšej úpravy cieľov hospodárenia, „*normálna naliehavosť*“, pri ktorej sa umožní ponechanie porastov na normálnu obnovu s menšou zmenou cieľov hospodárenia.

Súčasná štruktúra modelov hospodárenia je viac-menej vyhovujúca. Treba však zlepšiť ich zrozumiteľnosť a zvýšiť úroveň poznania riešení následkov klimatickej u odborných lesných hospodárov. Z tohto dôvodu sa navrhuje návrat k textovej forme modelov, obsahujúcej aj v súčasnosti zanedbávané „*zásady hospodárenia*“. Modely sa navrhujú upraviť do podoby vhodnej na publikovanie vo forme propagačných brožúr a vzdelávacích materiálov, vrátane potrebných komentárov a zdôvodnení.

Hoci sa nenavrhuje zrušenie súčasnej štruktúry identifikátorov (len ich mierna úprava), ani zrušenie poskytovania modelov v podrobnej databázovej forme zariadením, ťažisko rámcového plánovania by sa malo preniesť do jeho edukatívnej funkcie. To, či sa súčasné zložité rámcové plánovanie pre všetky kombinácie identifikátorov zachová, bude závisieť od celkového právneho riešenia záväznosti modelov pre zariadenie a obhospodarovateľa lesa.

Na edukačné účely sa navrhuje prezentovať len zjednodušená väzba modelov na identifikátory. Ako najdôležitejšie sa ukazujú hlavná funkcia lesa (v databáze vyjadrená viacerými identifikátormi) a naliehavosť adaptácie na klimatickú zmenu. Pokiaľ sa v niektorej lesnej oblasti, či regióne vyskytne súbeh dopytu po viacerých funkciách, vytvorí sa kompromisný model pre tieto funkcie a zverejní sa v materiáloch pre dotknutú oblasť ako hlavný model, s tým, že prípadné špecifické, územne obmedzené, požiadavky na ďalšie funkcie sa zverejnia ako alternatívy, prípadne sa len zmienia v doplňujúcom texte. Cieľom tejto úpravy je vytvoriť priestor pre čo najnázornejšie prezentovanie záujmov štátu v oblasti lesného hospodárstva v meniacich sa prírodných podmienkach.

Literatúra

1. BLATTNÝ T., ŠŤASTNÝ T., 1959: Prírodné rozšírenie lesných drevín na Slovensku. Bratislava: SVLP, 402 s. – 2. BROADMEADOW M., RAY D., 2005: Climate Change and British Woodland, Information Note, Forestry Commission, Edinburgh, June 2005. – 3. MOORE B., ALLARD G., 2008: Climate change impacts on forest health, Working Paper FBS/34E FAO, Rome, Italy. – 4. KOSKELA J., BUCK A. and TEISSIER DU CROS E. (eds.), 2007: Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe. Bioersity International, Rome, Italy. 111 pp. – 5. ZLATNÍK A., 1976: Lesnícká fytoecologie. Praha, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 495 pp.

Summary

The article is focused on the issue of the implementation of knowledge about the impact of climate change on forests into the forestry practice, including organisational framework of this process. In Slovakia, there is a tradition of legally binding framework planning that used to serve as a main tool for implementation of forest policy to the practice. Therefore, the first step in the process of adjusting

Slovak forestry to changing climate should be the adjustment of our framework planning, particularly its main part – management models.

This article lists main problems and uncertainties related to adaptation of forest stands to climate change: when to start measures, the size of particular steps of adaptation, prevention vs. sanative measures, resistance of forest stands vs. their resilience, and the issue of forest functions in cases, when new tree species are not able to fulfil function required.

Prescriptions of particular management models are linked to real forest stands via set of so-called identifiers, i.e. selected characteristics of the site, tree layer of existing stand and required forest functions (described through various zones and categories). Therefore, the first step was to analyse whether these identifiers are sufficient for the description of entire variety of possible impacts of changed climate, or if not, and in that case, whether the problem is solvable via introduction of new accepted values of existing identifiers, or via introduction of completely new identifiers. In addition, the usability of identifiers for differentiation of measures implied was tested. As for model prescriptions, the analyses were focused on their importance in the management planning under new climate conditions, as well as on the issue of practical implementation of knowledge into particular prescriptions (for instance: how to adjust rotation, tree species composition, etc). There was also requirement for flexibility of framework planning from the viewpoint of uncertain weather patterns in the changed climate, possible changes in scenarios, etc.

The most important results of analyses are as follows:

- to create institutional, legislative and financial tools for the implementation of required measures,
- to create mechanism for monitoring of new research on climate change and its incorporation into framework planning,
- to introduce new identifier “urgency of adaptation to climate change”, in which “high urgency” means need of immediate action, while “normal urgency” allows to continue with originally planned management until harvest and to establish adjusted forest stands after normal end of production cycle,
- to slightly improve the structure of management models to make clearer whether given prescription figure is intended for existing forest stand, or for its future generation (after regeneration).

These improvements were tested on several types of forest stands, which means on several combinations of identifiers. In this article, there are only two models presented, both for forests with important recreation and human-health functions on mesotrophic soils of lower mountains, one example for high urgency of adaptation, one for normal urgency. The main function of these forest is the production of wood, but their public-beneficial functions are also important. These examples illustrate some possible conflicts between the need to adjust forest to new climate and the need to keep their current species composition as unchanged as possible. Sprucewoods (or conifer stands in general), though unnatural at this site, are very desirable for recreational and healing purposes. Therefore, we suggested to keep the proportion of Norway spruce rather high and to make the stands more stable and resistant via other measures: shortening the rotation period, gradual conversion of even-aged forest stands to uneven-aged ones and stricter protection against pests. These measures should be sufficient for at least one rotation cycle. Later on, if inevitable, it may be necessary to introduce new conifer species, such as Scots Pine or some exotic species. The conversion to broadleaved stands should be avoided, despite the fact, that it would be more natural.

*Translated by: authors
Revised by: Z. AL-ATTASOVÁ*