



Referáty – Discussion paper

REKONŠTRUKCIE NEZMIEŠANÝCH SMREKOVÝCH PORASTOV – VÝZNAMNÝ NÁSTROJ ICH OBHOSPODAROVANIA

IGOR ŠTEFANČÍK

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, SK – 960 92 Zvolen,
e-mail: stefancik@nlcsk.org

ŠTEFANČÍK, I., 2012: Conversion of pure spruce stands – an important tool of its management. Lesn. Čas. – Forestry Journal, 58(1): 56-68, 3 fig., ref. 56. Discussion paper. ISSN 0323 – 1046

The paper provides an overview about problem of conversion of pure spruce stands affected by widespread declining especially during the last years. It is emphasized that synergistic effect of complex factors should be considered as assumed cause of this phenomenon. It also takes into account the significant fact that a lot of spruce stands are located on sites naturally dominated by broadleaved tree species. An overview of numerous papers concerning research results of conversion from various aspects is presented.

Keywords: spruce, conversion, literature retrieval

Príspevok podáva prehľad o problematike rekonštrukcií nezmiešaných smrekových porastov, ktoré sú najmä v ostatných rokoch postihnuté rozsiahlym odumieraním. Zdôrazňuje sa, že predpokladanou príčinou tohto fenoménu je spolupôsobenie komplexu škodlivých abiotických a biotických škodlivých činiteľov. Za významnú sa považuje aj skutočnosť, že značná časť smrekových porastov rastie na nepôvodných stanovištiach. Prezentuje sa prehľad početných prác, ktoré sa zaoberali výskumom rekonštrukcií z rôznych aspektov.

Kľúčové slová: smrek, rekonštrukcie porastov, literárna rešerš

1. Úvod

Na území Slovenska došlo v dôsledku hospodárskej činnosti v lesoch v ostatných približne 200 rokoch k značným zmenám v ich drevinovom zložení. Zvýšilo sa zastúpenie smreka z pôvodných 5,72 % na súčasných 25,5 %, borovice z 0,7 % na 7,0 % a naopak znížilo sa zastúpenie buka zo 48,0 % na 31,6 %, dubov z 19,9 % na 13,2 % (VLADOVIČ *et al.*, 1998; ZELENÁ SPRÁVA, 2010). Prakticky od 70. rokov minulého storočia možno pozorovať takmer v celej Európe hynutie, resp. veľkoplošné odumieranie smrečín, ktoré je aj v súčasnosti nepochybne najväčším problémom lesníctva nielen na Slovensku, ale aj v Čechách. Prevažuje názor, že jeho príčinou je synergické pôsobenie komplexu abiotických (vietor, sneh, námraza, teplotné a vlhové extrémny), biotických (hmyz, huby) a fyziologicky pôsobiach (stres zo sucha, vlhový deficit) škodlivých činiteľov, nevynímajúc ani

následky pôsobenia antropogénnych faktorov (imisií), najmä v minulosti a zmenených podmienok prostredia. Okrem uvedených možných príčin nepriaznivého zdravotného stavu smrekových porastov sa považuje za dôležitý aj ich výskyt na nepôvodných stanovištiach, pričom významná úloha sa pripisuje tiež vplyvu prebiehajúcej klimateckej zmeny.

Potvrdzujú to najmä príklady z Nemecka a Čiech, kde nepôvodné smrečiny značne oslabené abiotickými škodlivými činiteľmi a hlavne v minulosti aj imisiami, sú vystavené silnému tlaku biotických škodlivých činiteľov. Ide o postupné, rôzne rýchle odumieranie oslabených jedincov a porastov, pri ktorom sú posledným škodlivým činiteľom väčšinou huby. Okrem toho je tiež viac ako pravdepodobné, že došlo k zavlečeniu cudzích proveniencií a nedodržiavali sa v súčasnosti všeobecne uznávané zásady vertikálneho a horizontálneho preno-

su reprodukčného materiálu lesných drevín. Toto môže byť jednou z príčin zhoršujúceho sa zdravotného stavu najmä nepôvodných smrekových porastov (TURČÁNI *et al.*, 2005).

2. Pohľad do histórie

Z historických záznamov je známe, že k nahrádzaniu pôvodných hlavne listnatých, resp. zmiešaných porastov ihličnatými drevinami dochádzalo už na konci 18. storočia, ale hlavne v 19. storočí pri „nástupe“ ekonomického myslenia aj do lesného hospodárstva. Po počiatočnom nadšení a momentálnych výhodách spočívajúcich v jednoduchom zakladaní i obhospodarovaní smrekových (borovicových) monokultúr sa neskôr začali prejavovať aj prvé negatívne dôsledky. Išlo najmä o zvýšený rozsah kalamít (vetrových, snehových) a tiež o vplyvy na pôdu (tvorba humusu, zmena fyzikálnych vlastností a hydrologických pomerov). Po týchto skúsenostiach si niektorí lesníci začali uvedomovať, že takýto spôsob hospodárenia môže najmä v budúcnosti priniesť so sebou viacej problémov, ktoré v konečnom dôsledku „znehodnotia“ momentálny, resp. dočasný ekonomický efekt. Preto už v 19. storočí sa napr. v Čechách objavujú snahy o zmenu myslenia, ktorá by znamenala smerovanie od schematicky zakladaných ihličnatých monokultúr k porastom zmiešaným, s lepšou štruktúrou (výstavbou) a systémom obhospodarovania približujúcim sa k „prírode blízkemu“ v dnešnom ponímaní. Prvým krokom k naplneniu tohto cieľa bolo uskutočnenie premien (konverzií) ako prostriedku na dosiahnutie požadovanej zmeny drevinového zloženia a štruktúry existujúcich jednovrstvových monokultúr smreka (borovice). Napr. v Čechách sa prvé konverzie začali takýmto spôsobom uskutočňovať už od začiatku 20. storočia (KONIAS, 1950). Pokračovali takmer až do polovice storočia, keď sa v dôsledku najmä ekonomických tlakov, ale tiež celkovej stratégie lesného hospodárstva (rúbaňový hospodársky spôsob, rozsiahle využívanie holorubov a pod.) prakticky prestali aplikovať.

Na Slovensku sa tiež uskutočnili takéto premeny, ale v ďaleko menšom rozsahu v porovnaní, napr. s Českom, Nemeckom a Poľskom. Išlo o regióny Spiša, Oravy, ale najmä o oblasť Kysúc v 50. rokoch minulého storočia (ŠÁLEK, 1969; ŠTEFANČÍK, 2007), a tiež Vysokých Tatier (STRNKA, 1962). V súvislosti s rozsiahlym chradnutím a odumieraním smrekových porastov, ktoré začalo postihovať európske lesy osobitne výrazne v 70. a 80. rokoch minulého storočia sa čoraz viac začala dostávať do povedomia lesníkov „oprášená“ myšlienka zakladania a pestovania lesov s prírode blízkou štruktúrou a drevinovým zložením odpovedajúcim danému stano- vištiu a prírodným (tiež už však rôznou mierou zmene- ným) podmienkam. V dôsledku toho možno v ostatných dvoch-troch desaťročiach pozorovať nielen v krajinách strednej Európy, ale aj v severnej Amerike snahy o pre- meny rovnovekých nezmiešaných smrekových alebo bo-

rovicových porastov na porasty zmiešané s diferencova- nejšou štruktúrou.

3. Rekonštrukcie porastov z medzinárodného hľadiska

Naliehavý spoločný problém viacerých európskych krajín týkajúci sa nutnosti uskutočnenia premien smrekových monokultúr zjednotil vedeckovýskumných pracovníkov v Európe a tak vzniklo Projektové centrum Európskeho lesníckeho ústavu (EFI Project Centre) s názvom „ConForest“, ktoré bolo založené v roku 2000 v Ústave rastu lesa Univerzity vo Freiburgu (Nemecko) a ktorého obsahovou náplňou boli „Premeny nepôvodných ihličnatých lesov na prirodzených stanovištiach listnatých drevín pre trvalo udržateľné plnenie ich spoločenských funkcií“. Zámerom tohto Projektového centra bolo skúmanie možností a dôsledkov konverzie (premeny, prebudovy, prevody, transformácie, prestavby) ihličnatých porastov v krajinách celej Európy. Spočiatku sa pozornosť sústredila na smrek, ale neskôr sa záujem rozšíril aj na borovicu a ďalšie dreviny rastúce na nepôvodných stanovištiach.

Prvé funkčné obdobie „ConForestu“ trvalo do roku 2003 a bolo zavŕšené vydaním publikácie SPIECKER *et al.* (2004) „Konverzie smrečín: Možnosti a dôsledky“. Druhé funkčné obdobie plynulo od roku 2004 a skončilo sa v roku 2009. Kým na začiatku svojej činnosti združoval „ConForest“ 32 výskumníkov z 19 výskumných organizácií, 10 európskych krajín, v jeho závere mal celkovo 80 aktívnych účastníkov z 30 členských inštitúcií z 20 krajín Európy vrátane Slovenska, ktoré bolo zastúpené NLC – LVÚ Zvolen.

„ConForest“ sa skladal z 10 pracovných skupín, ktoré boli vytvorené so snahou o špecializáciu v rámci veľmi širokej problematiky konverzií. Boli to nasledujúce pracovné skupiny: Zber údajov/Údaje z inventarizácie, Metódy inventarizácie, Pracovné metódy konverzií, Porastová štruktúra, Pôda a voda, Biodiverzita, Kolobeh uhlíka, Riziká konverzií, Ekonomika obhospodarovania, Environmentálna ekonomika. Medzi jednotlivými pracovnými skupinami bola vzájomná previazanosť, resp. uplatňoval sa interdisciplinárny prístup, ktorým sa zabezpečila komplexnosť riešenia danej problematiky.

4. Metódy, spôsoby a pestovné postupy rekonštrukcií porastov

Zákon o lesoch č. 326/2005 v § 19 definuje rekonštrukciu lesa ako osobitný obnovný postup, ktorý sa uplatňuje v lesných porastoch zdravotne poškodených, s výrazným poklesom skutočného prírastku, preriedených a zaburinených a v lesných porastoch, v ktorých zanikli podmienky na ich prirodzenú obnovu pri prevodoch a premenách. Pri rekonštrukcii lesa sa použijú obnovné ruby a formy hospodárskych spôsobov podľa § 18 ods. 1 písm. a) až c) a odsekov 3 a 4 a ich kombinácie so zámerom dosiahnutia štruktúry lesného porastu zodpovedajúcej

stanovištným podmienkam a cieľom hospodárenia. Postup rekonštrukcie lesa, ak nebol určený lesným hospodárskym plánom, schvaľuje na návrh odborného lesného hospodára (§ 48) orgán štátnej správy lesného hospodárstva. Na schválenie takéhoto postupu sa vyžaduje stanovisko orgánu štátnej správy ochrany prírody a krajiny.

Podľa vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 453/2006 o hospodárskej úprave lesov a ochrane lesa, § 25, ods. 2, ak ide o rekonštrukciu lesa, hospodárske spôsoby a ich formy sa uplatňujú primerane. Avšak podľa ods. 5, rekonštrukcia lesa ako obnovný postup sa neuplatňuje v lesných porastoch podľa odseku 1 písm. b) vyhlásených za ochranné lesy, t. z. v lesných porastoch, v ktorých skutočný prírastok výrazne poklesol pod možný prírastok stanovišťa.

Rekonštrukcie lesa predstavujú systém hospodárskych opatrení v oblasti pestovania lesa, hospodárskej úpravy lesa, plánovania, ochrany a ťažby, ktoré sú zamerané na zmenu štruktúry porastov a prinavrátanie ich funkčnej účinnosti (KORPEL, 1988; SANIGA, 2007). Ide o dlhodobé opatrenia, preto pri ich plánovaní treba zohľadňovať časovú naliehavosť, aby nevznikli veľké produkčné straty. Pri návrhu obnovnej a výchovnej ťažby treba brať do úvahy prírastok porastov, stanovištnú vhodnosť drevín, ich kvalitatívnu štruktúru, produkčnú schopnosť stanovišťa, zdravotný stav a ohrozenosť porastu škodlivými činiteľmi. Čím horší alebo ohrozenejší je porast na dobrom stanovišti, tým vyššia je naliehavosť rekonštrukcie.

Premeny sa môžu uskutočňovať dvoma základnými spôsobmi a to ako priame alebo ako nepriame. **Priama premena** spočíva v jednorazovom odstránení pôvodného porastu použitím holorubu, pričom nový, druhovo zmenený porast sa vytvára v podmienkach holej rúbane. Podľa BEZAČINSKÉHO (1964) má takto realizovaná premena hlavne biologické nevýhody vo vzťahu k drevinám, ktoré sa vnášajú na plochu po holorube. Pri tomto spôsobe premeny nie je vhodné vnášať dreviny, ktoré neznášajú ekologické podmienky holej plochy ako sú jedľa a buk. V praxi však dochádza pomerne často k situácii, že dôjde ku kalamitnému rozpadu smrekovej monokultúry skôr, ako sa začne s nepriamou premenou, čím je nutná priama premena so všetkými negatívami veľkých holín. Pri takejto premene, resp. výsadbe na odkrytú plochu (holinu) sa za veľmi dôležité považuje okrem správneho obnovného zloženia zvoliť aj vhodnú formu zmiešania (hlúčikové, skupinové, prípadne ostrovčekové zmiešanie), ktorá by umožnila v budúcnosti prípadné korekcie vo voľbe cieľového zloženia podľa aktuálneho zdravotného stavu smreka v rekonštruovaných porastoch a tiež priestorové usporiadanie (rozčlenenie) rekonštruovaných porastov. Ďalším možným riešením v takýchto prípadoch je aj uplatnenie prípravných drevín pri obnove kalamitných holín (obr. 1). Tieto potom poskytujú v mladosti pomalšie rastúcim cieľovým drevinám ekologický kryt.



Obr. 1. Premena nezmiešaného smrekového porastu s využitím prípravných drevín (brezy) /Foto: Igor Štefančík/
Fig. 1. Conversion of pure spruce stand with utilization of pioneer tree species (birch) /Photo: Igor Štefančík/

Nepriama premena je spôsob zameraný na postupnú zmenu druhovej skladby, pričom „nový“ porast vzniká pod ochranou existujúceho porastu. Pri nepriamych premenách sa s drevinou, ktorá sa nachádza v premieňanom poraste počíta ako so sprievodnou alebo hospodárskou drevinou v novovzniknutom poraste. Vhodnými opatreniami na realizáciu nepriamych premien sú *podsadby*, *prípadne predsadby* (*predstižné podsadby*), pri aplikácii ktorých je veľmi dôležitou otázkou ich realizácie z hľadiska veku materského porastu, resp. určenia doby začiatku premien. Táto úzko súvisí s časovým náskokom, ktorý potrebujú vnášané (podsádzané) dreviny, aby neboli konkurenčne znevýhodnené pred smrekom, ktorý sa prirodzene obnoví po zámernom alebo náhodnou ťažbou spôsobenom znížení zakmenenia rekonštruovaného porastu. Nepriame premeny sú spravidla viazané na maloplošnú formu podrastového hospodárskeho spôsobu s uplatnením kombinovanej obnovy. Podľa SANIGU (2007) sa takáto premena spravidla uskutočňuje kombináciou skupinovo clonného rubu, resp. skupinového holorubu s okrajovým rubom odrubným, ktorý postupuje od západnej časti porastu. Do takto odclo-nených skupín alebo skupín vytvorených holorubom sa vnášajú sadenice jedle a buka, smrek sa obnoví okrajovým rubom odrubným.

Z literatúry je zrejmé, že v minulosti sa uskutočnili vo viacerých krajinách (najmä v Česku a Nemecku) premeny a prevody nepôvodných smrekových porastov (konverzie) na lesy zmiešané (listnaté). Hľadali sa rôzne pestovateľské postupy (podsejby, podsadby, umelá obnova, vnášanie listnatých, resp. melioračných drevín atď.) ako dosiahnuť premenu nezmiešaných smrekových porastov na zmiešané (napr. GOMMEL, 1994; KUSSNER, WICKEL, 1998; KUSSNER *et al.*, 2000). Z pohľadu stanovenia optimálnych metód premien sú veľmi cenné práce, ktoré

sa zaoberajú zhodnotením vývoja a stavu porastov, kde sa v minulosti uskutočnili premeny smrekových monokultúr (napr. RITTER, 1994; LÜPKE, SPELLMANN, 1997; GRALLA *et al.*, 1997; TESAŘ, KRAUS, 2004).

4.1. Výsevy semien

AMMER *et al.* (2002) skúmali výsev semien listnatých drevín pod zápoj ihličnatých porastov ako veľmi ekonomicky efektívnu metódu konverzie nezmiešaných porastov na zmiešané. Autori testovali tri varianty: 1) výsev bez ďalších opatrení (kontrola), 2) výsev s vápnením pôdy, 3) výsev zakrytý bukovou listovou opadankou. Pokus sa uskutočnil vo dvoch porastoch, resp. na 6 plochách pre každý variant a porast. Každá plocha zahŕňovala 81 skusných plôšok s výmerou 0,5 m² pre každú, kde sa vysialo 15 g semena. Klíčivosť semien dosahovala 68 %. Zistil sa významný rozdiel v početnosti semenáčikov medzi oboma porastmi. Počet semenáčikov sa nezvyšoval vápnením. Naopak, pokrytie semien buka opadankou spôsobilo pozoruhodné a významné zvýšenie počtu vyklíčených semien. Modely zahrňujúce stupeň korunového zápoja alebo odhadovanú biomasu jemných korieňkov stromov hornej etáže vysvetlili iba 72 % a 52 % variability v priemernom počte semenáčikov na ploche. Pretože stupeň korunového zápoja ako aj odhadnutá biomasa jemných korieňkov určujú obsah vody v pôde, možno predpokladať, že klíčenie bukových semien pochádzajúcich z výsevu do nezmiešaného smrekového porastu závisí vo väčšom rozsahu na pôdnej vlhkosti v čase, keď sa výsev uskutočňuje, ako aj v týždňoch nasledujúcich po výseve. Z tohto dôvodu autori neodporúčajú výsevy vo veľmi hustých porastoch.

Podobne AMMER, MOSANDL (2007) porovnávali výsadbu a výsev bukového semena v smrekových porastoch. Na základe podrobnej analýzy (9 vysiatych a 9 vysadených semenáčikov buka) zistili, že rast vysiatych aj vysadených bukových semenáčikov ako podsadby do smrekových porastov nie je uvedenými rôznymi spôsobmi ovplyvnený, ale rozdiely boli pozorované v priebehu rastu. Vysiate semenáčiky potrebujú viac času, aby sa vyrovnali semenáčikom z výsadby. Výsadba bukových sadeníc je výhodnejšia ako ich výsev, ale napriek tomu možno oba typy výsadby odporučiť ako podsadbu do smrekového porastu.

KUSSNER, WICKEL (1998) skúmali premenu smrekového porastu (*Picea abies* L. Karst.) na zmiešaný prostredníctvom sejby buka (*Fagus sylvatica* L.) v medzernatom, dospelom poraste v Krušných horách. Hustota 1-ročných bukových semenáčikov bola najúspešnejšie podporovaná prípravou pôdy a vápnením. Príprava pôdy zvýšila prežívanie bukových semenáčikov a koreňovú výkonnosť pravdepodobne kvôli redukcii pôdneho rastlinného krytu a zvýšeného prístupu svetla. Výkonnosť biomasy 3-ročných bukových semenáčikov pozitívne korelovala s prístupnosťou svetla. Zdá sa, že s ohľadom na výškový rast a produkciu biomasy, slabé svetelné podmienky

môžu byť kompenzované cez vyššiu zásobu živín z vápnenia. Autori konštatujú, že výsev (v kombinácii s prípravou pôdy a vápnením) sa zdá byť najúspešnejšou metódou premeny porastu. Avšak, tiež možno uvažovať s integráciou sejby do procesu prirodzenej obnovy.

GOMMEL (1994) podáva informáciu o technologickom postupe používanom pri konverzii nezmiešaných smrekových porastov na nevhodných stanovištiach prostredníctvom sejby bukových semien. V smrekovom poraste sa vykonala silná prebierka 4 – 5 rokov pred sejbou, ktorá sa uskutočnila využitím lokálneho semena 3-členným tímom: jeden pracovník odhrňal nabok ťažbové zvyšky, druhý obsluhoval záhradný kultivátor so šírkou 20 cm, a tretí vysieval bukové semeno do rýh (120 – 150 kg na hektár), ktoré boli vzdialené 50 – 150 cm od seba.

4.2. Výsadby na holine a podsadby v poraste

REMEŠ *et al.* (2004) porovnávali rast výsadiel buka na holine a v podsadbe (50%-né zatienenie merané luxmetrom). Okrem vplyvu porastového krytu tiež testovali účinok rôznych hnojív. Výsledky potvrdili úplne odlišný vývoj výsadiel na holine a v podsadbe. Na holine už po výsadbe na kontrolnej ploche odumrelo 39 % jedincov a bolo nutné vylepšovanie kultúr. Naproti tomu v podsadbe boli škody (neskorým mrazom a suchom) i mortalita bezvýznamné, resp. prakticky sa nezaznamenali. Clonné postavenie buka spôsobilo prudké zvýšenie rastovej intenzity v prvých desiatich rokoch od výsadby, čo malo za následok takmer dvojnásobnú výšku bukovej mladiny v porovnaní s výsadbou na holine, ktorá mala stále charakter kultúry. Buk tak vykazoval vyššiu primárnu produkciu v čiastočnom zatienení. V zápoji dosahovali bukové jedince výrazne lepšie kvalitatívne znaky (priebežný kmienok, jemnejšie vetvenie). Avšak hnojenie tu malo výrazne nižší efekt na rozdiel od holiny, kde čiastočne kompenzuje nevhodné prostredie pre rast sadeníc buka. Možno zhrnúť, že clonné postavenie buka sa rozhodne prejavilo ako vhodnejšie z hľadiska rastu a kvality výsadiel, v clonnom postavení možno predpokladať aj menšie poškodenie biotickými faktormi (burina, hlodavce). Autori jednoznačne odporúčajú v 4. až 6. lesnom vegetačnom stupni (Ivs) podsadby pri vnášaní buka do druhovej skladby porastov.

ŠPULÁK *et al.* (2010) sledovali rast podsadiel buka a javora horského v mladých porastoch (vek 22 – 24 rokov) smreka obyčajného (SM) a pichľavého (SP) v oblasti Jizerských hôr na lokalite Paličník, v nadmorskej výške 940 m. Výsledky ukázali, že presvetlenie mladiny výchovným zásahom vo veku približne 18 rokov a poškodenie vrcholovými zlomami malo na výškový rast SM malý vplyv, ale priaznivo sa prejavilo na výškovom raste buka. Výškový rast javora bol dlhodobo ovplyvnený vysokou mortalitou. Autori konštatujú, že v ich pokuse sa pozitívne prejavilo začať s uvoľňovaním už pri priemernej výške buka 1 m. Ďalšími zásahmi je nutné udržiavať trvale prerušený až medzernatý zápoj prípravné-

ho porastu smreka, pričom tieto zásahy musia byť silnejšie a skôr začaté v intenzívnejšie rastúcom poraste SM.

KRIEGEL (2001) porovnával ujatosť a rast bukových kultúr zakladaných na holine a vysadených v smrekovej mladine v nadmorskej výške 510 – 520 m, s úhrom zrážok 780 mm. Výsledky ukázali, že ujatosť bukových kultúr bola ovplyvnená nielen kvalitou použitého sadbového materiálu, ale aj spôsobom ich zakladania. Na holube boli straty do značnej miery závislé na dimenziách sadeníc použitých pri výsadbe a kvalite koreňových systémov. Straty činili až 42 %, pričom sadenice vyžadovali ešte intenzívnu starostlivosť. Ich postupný úhyn sa pozoroval dokonca 4 roky po výsadbe. Vyspelejší sadbový materiál (2 až 3-ročné škôlkované sadenice) s koncentrovaným a bohatším systémom jemných koreňov mali nižšiu mortalitu (do 19 %), resp. odrastky 24 %. Naproti tomu pri výsadbe sadbového materiálu do bočného tieňa smrekových mladín sa jednoznačne ukázala jeho nižšia mortalita v porovnaní s výsadbou na holine. Straty nedosiahli ani 10 %, a v prípade obalených bukových odrastkov iba 4 %. Výškový rast závisel od parametrov sadeníc, lebo čím boli väčšie, silnejšie a vyššie tým aj ich rast bol lepší a to aj na holine i v smrekovej mladine. Aj poloodrastky a odrastky si v 1. vekovom stupni zachovali svoju výškovú prevahu.

GRALLA *et al.* (1997) uskutočnili štúdiu na zhodnotenie rastu a vývoja buka v početných porastoch smreka s rozdielnou intenzitou svetla (hodnotenou metódou rybieho oka). Svetelné spektrum varíovalo medzi priemernými hodnotami 5 až 28 % z osvetlenia na voľnej ploche. Výsledky ukázali, že dokonca pri priemernej hodnote iba 5 % difúzneho svetla voľnej plochy neboli bukove predsady ohrozené. Avšak, pri tak veľkom zatienení dominoval plagiotropický rast bukových jedincov, ktorý by pri pokračovaní tejto úrovne zatienenia spôsobil zníženie ich kvality. Pre porovnanie, pokus merať intenzitu osvetlenia porastu cez korunový zápoj (z leteckých snímok) neprineslo uspokojivé výsledky.

LÖF *et al.* (2007) zisťovali stupeň priepustnosti svetla a jeho účinky na rast vysadených drevín na prežívanie rôznych druhov podsadiet vo Švédsku v 40-ročnom poraste s prevahou smreka, v ktorom sa vykonala prebierka a ťažba tak, aby vznikli plochy so štyrmi rôznymi typmi hornej etáže. Na oplotených plochách boli jaseň, buk, lipa, javor, smrek, dub a čerešňa. Výsledky výskumu ukázali podstatnú medzidruhovou variabilitu medzi jednotlivými podsadbami. Na všetkých plochách bol zjavný prírastok výšky a hrúbky všetkých drevín okrem jaseňa a javora, ktorých mortalita bola vysoká. Rast duba a smreka bol priamoúmerný stupňu zápoja a obe dreviny dobre prežívali na všetkých pokusných plochách. Výškový a hrúbkový rast buka, lipy a čerešne bol na vzostupe vo všetkých stupňoch zápoja okrem uvoľneného. Aplikácia insekticídov počas prvých troch rokov neovplyvnila rast alebo prežitie žiadneho semenáčika vysadených drevín. Vysadené dreviny autori rozčlenili podľa ich tolerancie

na svetlo: buk je najmenej citlivý na dostupnosť svetla, dub, smrek a lipa vykazujú strednú toleranciu a najmenej tolerantné sú čerešňa, javor a jaseň. Pri porovnávaní drevín podľa ich rastu pri dobrých svetelných podmienkach tak javor a jaseň prirastali najmenej, čerešňa, lipa a smrek stredne, resp. buk a dub najlepšie. Pokus ukázal, že buk a lipu možno využiť pre podsadby do smrekového porastu i v hustom zápoji.

MAGNUSKI *et al.* (2001) hodnotili biometrické charakteristiky 40-ročného jedľového porastu umelo založeného pod zápojom rekonštruovaného (po prebierke) smrekového porastu v Poľsku. Tri varianty zápoja sa sledovali v roku 1961 pred vykonaním podsadby. Prebierkou sa upravil korunový zápoj na hodnotu 0,8; 0,6 a 0,4 z pôvodného zápoja. O 10 rokov neskôr (v r. 1971) variant s 0,8 a 0,6 boli ďalej znížené na hodnoty 0,4 a 0,3, zatiaľ čo pri variante s 0,4 sa všetky staré smrekové odstránili. Hodnotili sa $d_{1,3}$, výška a relatívne výškové postavenie podľa Krafca. Zistili sa významné zmeny parametrov pri troch variantoch. Na začiatku jedľa z variantu 0,4 ukázala silný rast a neskoršie merania tiež potvrdili výraznú (zreteľnú) dominanciu jedle z tohto variantu aj u ostatných dvoch variant. Jedľa z variantu 0,6 rástla lepšie ako jedľa z variantu 0,8. Možno zhrnúť, že najlepšie podmienky pre rast a vývoj jedle umelo vysadenej pod zápojom smrekového porastu boli vo variante 0,4, uskutočnenom na začiatku a s neskoršou prečistkou vykonanou o 10 rokov.

Jednou z možností rekonštrukcie porastov (aj keď trochu netradičnou) je vnášanie značne vyspelých bukových **odrastkov** v spone 10 × 10 m, t. z. 100 ks na 1 ha do smrekových (borovicových) kultúr (HRDÝ, KORDAČ, 1996; KANTOR, PEKLO, 2001) alebo v relatívne veľkej hustote približne 800 – 1 600 ks.ha⁻¹ (KUNEŠ *et al.*, 2010). V uvedených pokusoch sa výšková výška odrastkov pohybovala 2,5 až 3 m, aby sa zabezpečil predstih rastu buka pred smrekom. Na dvoch holiňách (výmera 0,6 ha a 1,7 ha) bol vysadený smrek a jedľa (v oplotených skupinách) a súbežne boli do smreka vnášané bukove odrastky v uvedenom množstve a spone. Výsledkom bola zapojená smreková žrdkovina vo veku 16 rokov s jednotlivou primiešaným bukom a skupinovou prímiesou jedle. Smrek predrástol buk o 2 m a výškovo dostihol odrastky buka 10 až 12 rokov po výsadbe. Veľmi zaujímavé však bolo, že viac ako 50 % bukovo malo výborné kvalitatívne vlastnosti. Pre ďalší vývoj odrastkov sú rozhodujúce vždy prvé výchovné zásahy v mladinách, najmä v období, keď smrek výškovo dostihne buk, t. z. asi 10 až 12 rokov po výsadbe (KANTOR, PEKLO, 2001).

BALÁŠ, KUNEŠ (2010) zhodnotili výsadby buka, jarabiny vtáčej a brezy karpatskej v 8. lesnom vegetačnom stupni (Ivs) v nadmorskej výške 850 – 950 m. Všetky výsadby boli chránené proti zveri oplôtkom. Po dvoch vegetačných sezónach vykazovala jarabina vtáčia lepšiu vitalitu oproti buku lesnému, ktorý bol v daných podmienkach poškodzovaný klimatickými vplyvmi a naj-

mä myšovitými hlodavcami. Autori odporúčajú výsadbu buku situovať do nižších lvs (najviac do 7. lvs) a vyhýbať sa vodou ovplyvneným stanovištiar. Myšovitými hlodavcami boli najviac poškodené odrastky buka a javora horského a minimálne jarabina a breza. Väčšie poškodenie hlodavcami sa zaznamenalo v blízkosti hromád ťažbových zvyškov a pňov. Využitie tejto metódy je najmä v podsadbách ihličnatých porastov, na extrémnych stanovištiar a na stanovištiar so silným tlakom buriny.

DIACI (2002) skúmal vplyv kombinácie stanovištných faktorov (difúzneho slnečného žiarenia a priameho slnečného žiarenia, pokryvnosti povrchu lesnou vegetáciou, hrúbku humusových horizontov a ohryzu zverou) na vývoj zmladenia v porastových medzerách rozdielnej veľkosti a veku umiestnených v smrekovej monokultúre na stanovištiar jedle a buka. Objektom výskumu bolo 15 oplotených a 15 neoplotených porastových medzier (na každej 9 plôch) situovaných na severných svahoch v horskej oblasti Slovinska na vápencoch, kde autor skúmal semenáčiky počas 5 rokov. Úspešný vývoj smreka, javora horského a ostatných často semeniacich listnatých stromov sa zistil už v prvom roku. Ďalší vývoj semenáčikov bol sťažený hustou bylennou vegetáciou a odhryzom. Obnova buka a jedle bola nedostatočná kvôli nedostatku semeniacich stromov. Na základe priameho a difúzneho slnečného žiarenia sa vyseparovali 4 skupiny mikrostanovišť. Toto dostatočne vysvetlilo rozdiely v charakteristike obnovy medzi jednotlivými drevinami. Smrekové semenáčiky boli najčastejšie v skupine s vysokou úrovňou difúzneho a nízkou úrovňou priameho slnečného žiarenia, kým javor horský bol najčastejší v skupine s vysokou úrovňou oboch zložiek žiarenia. Získané výsledky naznačujú, že úspešnosť a zloženie prirodzeného zmladenia môžu byť vhodne ovplyvnené regulovaním „nastavenia“ (výskytu) žiarenia v kontexte s tvarom, veľkosťou a orientáciou porastovej medzery.

Významnosť stanovištných faktorov potvrdili aj LÜPKE, SPELLMANN (1997), ktorí na základe analýzy poškodenia smrekového porastu po víchrici v r. 1990 konštatujú, že stanovište zohráva väčšiu úlohu ako porastový typ. Malé poškodenie smrekového porastu víchricou zvyšhodňuje zmladenie buka kvôli relatívne nízkej úrovni slnečného žiarenia na nadložný humus. Smrek by mohol dominovať iba pri poškodení vyskytujúcom sa na väčšej ploche. Zmes smreka v bukových porastoch by mohla v malom rozsahu znížiť riziko poškodenia víchricou. Preto autori odporúčajú zakladať porasty s relatívne malým podielom buka (10 až 30 %). Aby sa zabezpečila jeho bezkonkurenčnosť, pričom buk by sa mal vnášať do porastov s predstihom 10 – 30 rokov.

BALCAR, KACÁLEK (2008) sledovali rast buka v podsadbách smreka pichľavého a smreka obyčajného v Jizerských horách. Zistilo sa, že vo vyšších polohách mal kryt smreka pozitívny účinok na rast a vývoj olistenia podsadeného buka, kým na nižších lokalitách v miernej-

ších klimatických podmienkach buku rástli lepšie v medzerách ako pod krytom smreka.

4.3. Pestovné postupy rekonštrukcií (konverzií)

SKRZYSZEWSKI, SKRZYSZEWSKA (2004) konštatujú, že ak je konverziu potrebné uskutočniť na veľkej rozlohe, je nevyhnutné vykonať predbežnú klasifikáciu územia, aby sa určila jej naliehavosť. Autori vypracovali na príklade smrekových semenných porastov návrh konverzií pre oblasť Sliezskeho Beskyd spolu s určitou kategorizáciou porastov. Klasifikácia je založená na kritériách podľa (LEIBUNDGUTA, 1967), a to stupeň vystavenia biotickým a abiotickým faktorom, vek, produktivnosť a kvalita monokultúr a špecifikácia stanovištných podmienok. Autori rozlišujú 4 kategórie trvalých semenných smrekových porastov z hľadiska obhospodarovania.

Počas konverzie je nevyhnutné venovať osobitnú pozornosť nasledujúcemu:

- vhodný výber drevinového zloženia; oddeliť časti z jednotlivito primiešanými drevinami od zmiešaných porastov,
- zachovanie dostatočne dlhej čiastkovej obnovnej doby, najmä pre jedľu,
- založenie vhodného rozstupu pri výsadbe daných drevín,
- zachovanie formy malých skupín zmiešania porastu a rovnomerné rozdelenie, osobitne pre druhy, ktoré reprezentujú malý podiel drevinového zloženia (avšak forma zmiešania by mala zabezpečiť, že sa získajú sortimenty úžitkového dreva),
- aplikácia výchovných metód, ktoré zvýšia odolnosť smreka voči abiotickým škodám,
- pravdepodobnosť, že zdravotný stav a stabilita tých porastov, ktoré sú silne riedke sa počas konverzie môže znížiť,
- nevyhnutnosť prevencie škodám zverou,
- aplikácia vhodných opatrení na zvýšenie biodiverzity a ochrany krajiny ako aj zachovania kultúrnej úlohy porastov.

Autori na záver zdôrazňujú, že pri výbere sadbového materiálu je potrebné brať do úvahy výsledky provenienčných pokusov a ostatných výskumov variability introdukovaných drevín a charakteristiky semena.

Ideálnymi objektmi pre štúdium metód a postupov premien (konverzií, transformácií) sú porasty, kde sa takéto opatrenia vykonali v minulosti a tieto porasty existujú aj v súčasnosti. Jednou z takých je aj oblasť Kysúc, kde sa v 50. rokoch minulého storočia vykonali konverzie smrečín (ŠÁLEK, 1969). S odstupom času (po polstoročí) ich podrobne vyhodnotil ŠTEFANČÍK (2007). Ako kritérium pre toto vyhodnotenie sa zvolilo porovnanie drevinového zloženia na začiatku premien so súčasným drevinovým zložením, resp. s dosiahnuteľným drevinovým zložením v prevádzkovom obnovnom ciele podľa ŠÁLEKA (1969).

Výsledky ukázali, že z celkovo analyzovaných 13 súčasných JPRL, v ktorých sa v minulosti (asi pred 50 rok-

mi) vykonali premeny alebo sa začalo s ich uskutočňovaním sa za sledované obdobie na 4 JPRL znížilo zastúpenie smreka, resp. zvýšilo sa zastúpenie buka, smrekovca a mierne aj ostatných listnatých drevín (jaseň, brest horský, javor horský, breza, lipa malolistá, jarabina vtáčia), čo možno hodnotiť priaznivo z hľadiska úspešnosti vykonania premien (obr. 2). Na 6 JPRL sa viac-menej prejavili opačné tendencie vývoja porastov podľa drevinového zloženia, t. z. podiel smreka sa zvýšil a naopak zastúpenie buka a uvedených listnatých drevín sa znížilo. Na troch JPRL došlo k minimálnym zmenám ich drevinového zloženia takže výsledok premien možno považovať za indiferentný.

REMEŠ (2006) hodnotil premenu 119-ročného rovnovekého smrekového porastu (s malým zastúpením jedle, borovice a smrekovca) na zmiešaný a rôznoveký porast na príklade ŠLP v Kostelci nad Černými lesy, kde sa rubná ťažba realizovala odstraňovaním jednotlivých stromov v dobe kulminácie ich priemerného objemového prírastku, prípadne priemerného prírastku na kruhovej základni. K tejto kulminácii dochádza práve vtedy, keď sa oba základné prírastky (bežný a priemerný) rovnajú. Výsledky potvrdili veľkú variabilitu v rastovom potenciáli jednotlivých stromov, ktorá bola dôsledkom rôzneho cenotického postavenia stromu v poraste, druhu dreviny a tiež zakmenenia, resp. uvoľnenia korún s následným „svetlostným prírastkom“. Najhrubšie stromy (nadúrovňové, úrovňové) mali najvyšší bežný objemový prírastok (BOP). Závislosť medzi hrúbkou $d_{1,3}$ a BOP bola trvale rastúca. Efektivita tvorby dreva sa skúmala prostredníctvom BOP prepočítaného na 1 m² plochy korunovej projekcie. Tu už závislosť nebola taká tesná a pozitívny trend bol iba do hrúbky 60 cm. Výsledky naznačujú, že skúmaný spôsob obnovy porastu povedie k veľmi dlhej obnovnej dobe (viac ako 30 rokov), čo sa prejaví vo výrazne vekovo, priestorovo a druhovo diferencovanom následnom poraste.

SOUČEK (2003) hodnotil prestavbu zmiešaného ihličnatého porastu na nerovnoveký porast na lokalite Opučky, v nadmorskej výške 380 m nad morom, ročným úhrnom zrážok 644 mm, priemernou ročnou teplotou 7,6 °C (13,8 °C vo vegetačnom období). Na tejto lokalite začal s premenami ešte v roku 1933 Hugo Konias, pričom výskumné plochy boli založené v r. 1958. Na jednej ploche (A) hlavný porast tvorili smrek a borovica, zastúpenie ostatných druhov bolo veľmi nízke. Spodnú vrstvu tvorili smrek, jedľa a listnáče. Na druhej ploche (B) bolo priaznivejšie drevinové zloženie. Smrekovec sa vyskytoval v nadúrovni, kým zmes smreka a borovice bola reprezentovaná úrovňovými stromami. Smrek, jedľa a listnáče sa vyskytovali ako podúrovňové a medziúrovňové stromy. Stanovište bolo chudobné, absolútna výšková bonita pre ihličnany dosahovala hodnoty 24 – 26, pre listnáče 22 – 24. Súčasný vek úrovňových stromov sa pohyboval od 136 do 153 rokov, vek spodnej vrstvy bol v rozpätí 65 – 130 rokov. Porast bol trochu rozdiel-



Obr. 2. Príklad úspešnej konverzie so skupinovitou obnovou listnatých drevín (buk, brest) a zvyškom materského porastu smreka (Foto: Igor Štefančík)

Fig. 2. An example of successful conversion by group regeneration of broadleaved tree species (beech, elm) with residual spruce parent stand (Photo: Igor Štefančík)

rencovaný náhodnými ťažbami, resp. medzerami, ktoré boli vysadené listnatými drevinami. Cieľová hrúbková dimenzia bola s ohľadom na klimatické a stanovištné podmienky stanovená na 51 cm. Autor tu porovnával zmeny za 40 rokov od prvého merania, pričom zistil, že na ploche A došlo k zvýšeniu zastúpenia listnáčov (najmä buka) zo 7,5 % na 40,8 %, resp. k zníženiu ihličnanov (najmä borovice) z 92,5 % na 60,2 % (podľa počtu stromov). Výsledky potvrdili, že hrúbková a výšková diferenciácia je pozoruhodne dlhodobá záležitosť. Aby sa dosiahla vhodná porastová konverzia, najdôležitejším faktorom je dostatočná veková diferenciácia a dlhodobé obhospodarovanie podľa zásad výberkového systému. Pre väčšinu parametrov skúmané porasty dosiahli modelové hodnoty výberkových lesov, avšak s ohľadom na cieľovú hrúbku 51 cm bol počet stromov nedostatočný, na druhej strane však zásoba bola príliš vysoká. V tomto poraste nebude možné uskutočniť rýchle zníženie zásoby v budúcnosti, kvôli riziku polomov. Nárast ešte úplne nenahradil vyrúbané stromy aj napriek tomu, že je početný. Zastúpenie listnáčov na oboch plochách sa postupne zvyšovalo. Autor konštatoval, že pravidelné a trvalé obhospodarovanie je najdôležitejšou podmienkou pre úspech konverzie.

Miš, RACZKA (2004) zhodnotili výsledky konverzií borovicových a smrekových porastov rastúcich na dubových, bukových a jedľových stanovištiach na rozdielnych experimentálnych plochách v Poľsku, ktoré sa uskutočnili v rokoch 1953 – 2003. Závety z týchto sledovaní možno zhrnúť:

Najlepšie výsledky konverzií smrekových porastov rastúcich na dubových, bukových a jedľových stano-

vištiach sa zistili, keď stupeň zakmenenia hlavného porastu sa znížil na 0,4 a následne sa vykonali podsadby.

Najlepšie podmienky pre rast mladej generácie duba v dubovo-bukovom poraste sa získali použitím holorubu alebo skupinovitého rubu. Podrastový spôsob a skupinový rub sú najlepšie pre mladý porast jedle a holorub je najlepším spôsobom pre mladú generáciu smreka.

KOŠULIČ (2010) podáva zaujímavý návrh o urýchlení procesu prestavby smrečín, ktorá by sa uplatnila už v súčasnej generácii porastov a mohla by predísť ich kalamitnému koncu, bez toho, aby utrpela jej kvalita. Autor navrhuje začiatok prestavby oveľa skôr, než je bežnou praxou v súčasnosti (t. z. vo veku 70 až 80 rokov). Podstatou je začať už v 3. vekovom stupni, pričom hlavným ukazovateľom začatia prestavby je zdravotný stav porastov a prirodzený vznik medzier po odumierajúcich stromoch. Ak smrek začína hromadne odumierať už v mladinách až žrdkovinách tak je správny čas a miesto pre začiatok prestavby. Ale tiež vtedy, keď to takto nevzniká a treba to navodiť umele, t. z. vyťažením obnovných miest (kotlíkov). Uvedený postup znamená, že časť smrekového porastu sa od začiatku považuje za prípravný porast s cieľom zavedenia vekom odlišných skupín melioračných a spevňujúcich drevín (MZD) v ich viac-menej plnom cieľovom zastúpení do konca rubnej doby tohto porastu, a to niekoľkými časovo oddelenými zásahmi. Najskôr sa vyhľadajú prirodzené medzery po vývratoch, podkôrníkovi a pod., ktoré sa postupne doplňujú umelými kotlíkmi celkom 3 – 4 zásahmi súčasne s podsadbami MZD, t. z. kotlíkmi priradenými na zakmenenie 0,3 – 0,5 s veľkosťou okolo 5 árov do celkových 30 – 40 % plochy celého porastu. Ak to bude v štádiu žrdkoviny až žrdoviny vyťaží sa časť smreka na pahýle asi 1 m vysoké, aby vytvorili aspoň čiastočne ochranné zástity pre podsadbu listnáčov a jedle. To znamená, že ide o proces prestavby postupnými čiastkovými ťažbovo-obnovnými krokmi počas jednej rubnej doby smrečiny. Výsledkom by malo byť jednak zastúpenie celého podielu listnáčov a jedle s vekovými rozdielmi 20 – 30 rokov, a tiež základné textúrne rozvrstvenie porastu približne 6 – 8 skupinami nových MZD. Po ich obvode budú smrekové zachované zelenými vetvami na väčšej časti kmeňa, a tým s hlbokou korunou. Tieto stromy (s hlbokou korunou) je potrebné v poraste ponechať čo najdlhšie a vetvy odstraňujeme iba dovnútra kotlíku. Týmto sa porast aj značne spevní po statickej stránke. Problémom môže byť zver, preto treba uvažovať s oplôtikom aspoň niektorých kotlíkov, resp. kombináciu s individuálnou ochranou. Vznikne tak zmiešaný porast najmenej s tromi drevinami s odpovedajúcimi vekovými rozdielmi. Z hľadiska produkčného autor konštatuje rozdiel v prospech začatia prestavby vo veku 70 rokov (v porovnaní s vekom 25 rokov), ktorý však nie je veľký. Najdôležitejším prínosom opísaného postupu je prerušenie „nekonečnej“ rovnovekosti lesa vekových tried a nastoľuje sa princíp rôznovekosti.

Podobný názor o skoršej prestavbe lesa vekových tried vyslovili aj TESAŘ *et al.* (2005), ktorí podrobne analyzovali obhospodarovanie smrekových porastov na majetku Dr. R. Kinského. Na danom majetku sa začalo s prestavbou už v minulosti a to vo veku nad 50 rokov, na výmere s rozlohou 5 612 ha porastovej plochy, z ktorej 4 740 ha zaberá smrek, z veľkej časti v monokultúrach založených po rozsiahlych veľkoplošných polomoch na prelome 20. a 30. rokov minulého storočia v nadmorskej výške 700 – 800 m. Na tejto rozlohe sa aplikovalo viacero spôsobov, resp. postupov prestavby smrekových monokultúr, pričom niektoré z nich sú uvedené v práci KMÍNKOVEJ (2005).

HERING, IRRGANG (2005) uvádzajú výsledky a závery zo skúmania komplexu pokusných plôch zameraných na premeny porastov v Krušných horách, v oblasti s nadmorskou výškou 700 – 1 200 m, priemernou ročnou teplotou 4 až 6 °C, ročným úhrnom zrážok 700 – 1 200 mm.

V horách je teplota hlavným faktorom rastu so stúpajúcim vplyvom vo vyšších nadmorských výškach. Preto, konverzie cez obnovu veľmi závisia od dĺžky tepelných a svetelných požiadaviek, resp. ako sa berú do úvahy. Znižujúci sa stupeň zakmenenia porastu je následne dôležitým prostriedkom regulovania. Sledovania autorov, napr. ukázali silne zvyšujúce sa požiadavky na svetlo pri bukovom zmladení od nadmorskej výšky 500 m. Na druhej strane, požiadavky na svetlo smrekového zmladzovania malo iba slabý vzostup. Z toho vyplýva, že smrekový porast potom musí byť pri konverzii viac otvorený vo vyšších nadmorských výškach ako pri nižších nadmorských výškach. Pre podsadbu duglaskou, smrekový porast v stredných nadmorských výškach (450 – 700 m) by mal byť otvorený so zakmenením 0,2 až 0,3; v nižších nadmorských výškach (300 – 500 m) sa odporúča zakmenenie 0,3 až 0,5. Jedľa vyžaduje zakmenenie 0,5 až 0,7 pre jej pomalší vývoj. Pre duby je potrebné úplne odstrániť hornú vrstvu porastu na miestach s malou plochou. Kvôli silnej acidifikácii v Krušných horách je potrebné každú výsadbu spojiť s vápnením. Každá drevina musí byť do porastu vnesená do skupín alebo hniezd. Jednotlivé zmiešanie bolo nepriaznivé. Ak je to možné, konverzia by mala začať tieňomilnými drevinami ako jedľa a buk. V závislosti od nadmorskej výšky, expozície a porastových podmienok by obnovné prvky mali mať veľkosť od 0,04 do 0,20 ha. Zakmenenie by sa malo znížiť len nad obnovnými prvkami. Javor horský, brest, jaseň a duglaska sú vhodné pre konverziu smrekových porastov, v nižších polohách aj duby, hrab a lipa srdcovitá. Celkovo nie viac ako 60 % porastu by sa malo obnovovať. Kvôli stabilizácii porastu medzi obnovnými prvkami by mal byť 20 – 40 m rozstup porastu (časti) s plným zakmenením. Neskôr tieto časti môžu byť východiskom pre prirodzenú obnovu smreka v stredných horských polohách. Vhodné podmienky pre konverziu sa dosiahnu vhodnými zásahmi v hornej porastovej vrstve a prípravou pôdy. Výsledkom konverzie má byť stabilný, mul-

tifunkčný lesný ekosystém, diverzifikovaný podľa veku a priestorovej štruktúry, obsahujúci niekoľko stanovišť vyhovujúcich (vhodných) drevín. Podstatou úspechu prestavby je regulácia počtu zveri.

V rámci rekonštrukcií smrekových porastov sa niekoľko rokov overuje zatiaľ v malom rozsahu u nás doteraz nepraktizovaná tzv. neceloplošná obnova lesa (KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍK, 2010a, b), pri ktorej sa vysádza iba časť plochy a na ostatnej ploche sa ponechá priestor pre uplatnenie prirodzených reprodukčných procesov. Ide teda o formu umelej obnovy s prvkami prírody blízkeho pestovania lesa, ktorá smeruje k dosiahnutiu a neskôr aj k udržiavaniu diferencovanej druhovej, vekovej, hrúbkovej a výškovkej štruktúry, ktorá rámcovo odpovedá štruktúre prírodných lesov na daných stanovištiach v takom štádiu vývoja, v ktorom sa vyznačuje vysokou ekologickou stabilitou. Táto metóda má viacero predností v porovnaní s celoplošnou formou umelej obnovy lesa, ktorá viac-menej vytvára predpoklady pre vytvorenie rovnovekých, štruktúrne málo diferencovaných porastov a len v minimálnej miere dáva priestor pre využitie prirodzených reprodukčných procesov, čím vytvára predpoklady pre zúženie biodiverzity.

4.4. Konverzie s využitím modelov a rastových simulátorov

Na štúdium konverzií sa využívajú nielen porasty, kde sa v minulosti uskutočnili premeny (transformácie) nepôvodných smrečín, ale tiež rastové simulátory pomocou ktorých sa simuluje priebeh konverzií, resp. následný vývoj porastu. Výsledkom týchto štúdií sú zvyčajne modely konverzií podľa ktorých by malo obhospodarovanie porastov dospieť k požadovanému stavu aj v skutočnosti, teda v predmetných porastoch.

Z pohľadu vypracovania modelov hospodárenia pre rekonštrukcie nepôvodných smrečín, najmä cieľov a zásad hospodárenia sú veľmi cenné tieto práce: NILSSON (1997); LÜPKE, SPELLMANN (1999); STERBA, ZINGG (2001); SVERDRUP, STJERNQUIST (2002).

WIKSTRÖM (2000) pomocou rastového simulátora modeloval riešenie problému dosiahnutia nerovnovekých porastov v smrekových porastoch z rozdielnej východiskovej štruktúry.

HANEWINKEL, PRETZSCH (2000) modelovali na rastovom simulátore SILVA 2.1 režim konverzie z rovnovekého na nerovnoveký porast smreka obyčajného (*Picea abies* L. Karst.). Vstupné dáta pre simuláciu a predpokladaná produktivita stanovišta boli odvodené využitím dát inventarizácie na severe Schwarzwald. Režim konverzie sa porovnával s typickým systémom vekových tried. V dôsledku toho sa vytvorili 4 varianty režimu konverzie odlišujúce sa v počte a priemere medzier v zápoji porastu, ktoré sa vytvorili počas „obnovných fáz“ a ktoré boli porovnávané so systémom vekových tried orientovaných na kruhovú základňu. Analýza spustenej simulácie ukázala, že možnosti dosiahnu-

tia nerovnovakej štruktúry v jednovrstvových, rovnovekých porastoch prostredníctvom „štrukturujujúcich opatrení“ počas prebierok alebo ťažbou cieľových hrúbok bola veľmi obmedzená. Úspech konverzie závisel hlavne od úspechu obnovy počas konverzie. Skoré vytvorenie „porastových medzier“ bolo spojené s väčšími stratami na prírastku a zásobe. V skutočnosti sa rovnovážny stav dosiahol iba dočasne vo variante s najväčšími medzerami v zápoji.

Ako vhodný spôsob pre opis týchto štruktúr sa použilo rozdelenie hrúbkových početností. Podstata tkvie v správnom načasovaní ťažbových zásahov, pričom odlišné prístupy riešenia tohto problému sa prijali so zámerom maximalizácie čistej súčasnej hodnotovej produkcie vyťažených stromov s alebo bez obmedzení rovnovážneho stavu. Konečným bodom je dosiahnutie opačnej J – krivky hrúbkového rozdelenia početností s cieľom napodobenia štruktúry pralesov. Zároveň sa vykonala aj ekonomická účinnosť, produkčná a riadiaca analýza. Súčasne sa určila aj stratégia konverzie, dĺžka konverzie a rozdelenie hrúbkovej početnosti pre rovnovážny stav.

4.5. Výchova ako dôležitá súčasť konverzií

Kľúčovou otázkou nezmiešaných smrekových porastov je ich stabilita. Preto je nevyhnutné ju zabezpečiť, resp. neustále posilňovať a to prostredníctvom výchovy, ktorá musí byť v prvom rade včasná a dostatočne intenzívna (obr. 3), na čo upozornilo v súvislosti s premenami viacero autorov (STRNKA, 1962; ŠÁLEK, 1969; ŠINDELÁŘ, 1996; ŠTEFANČÍK, KAMENSKÝ, 2011). Ide o regulovanie hustoty (počet stromov) a formovanie požadovaných rastových parametrov jedincov.



Obr. 3. Včasne a intenzívne vychovávané smrekové mladiny sú zárukou ich statickej stability v neskoršom veku (Foto: Igor Štefančík)

Fig. 3. Early and intensively tended spruce thickets are guaranty of its favourable static stability over the subsequent period (Photo: Igor Štefančík)

SLODIČÁK, NOVÁK (2004) zhodnotili účinok dvoch rozdielnych prebierkových režimov a kontrolnej plochy (bez zásahov) na stabilitu porastu voči hlavným rizikovým faktorom (sneh, vietor) s ktorými treba uvažovať počas konverzie. Výsledky sú z pokusu založenom v 8-ročnej nezmiešanej smrekovej mladine. Prvý prebierkový režim zahrňoval silný zásah v mladom veku (pri hornej výške 10 m, 12,5 m a 15 m) a druhý prebierkový režim spočíval v prvej silnej prebierke pri hornej výške 10 m a oneskorenom druhom a treťom zásahu pri hornej výške 20 m a 22,5 m. Výsledky ukázali, že skúmané prebierkové varianty signifikantne ovplyvnili stabilitu porastov na experimentálnych plochách. Obidva režimy podporili hrúbkový prírastok a tak pomer h/d preberaných porastov dosiahol nižšie hodnoty (okolo 80). Prvý režim mal za následok stabilizáciu pomeru h/d počas intenzívnych zásahov, t. z. bol najvhodnejší z hľadiska odolnosti voči kmeňovým zlomom. Druhý režim nezastavil zvyšovanie h/d pomeru, ale spomalil ho v porovnaní s kontrolou (bez zásahov). Následné zásahy pri hornej výške 20 m, ale najmä 22,5 m zastavili zvyšovanie pomeru h/d a udržovali jeho hodnotu pod kritickou (90).

ŠINDELÁŘ (1996) tiež zdôrazňuje význam intenzívnej výchovy porastov pri premenách. Zvyšuje sa tým nielen stabilita, ale aj objemový a hodnotový prírastok cieľových stromov. Pre úpravu druhového zloženia v súvislosti s obnovami alebo predčasnými premenami smrekových porastov autor uvádza nasledujúce postupy:

- Kombinácia úzkych holorubov s obnovou od porastových okrajov.
- Kombinácia skupinového postupu z vnútra porastov a od okrajov.
- Skupinovitý spôsob obnovy.
- Priestorovo neusporiadaný postup charakterizovaný podsadbou na presvetlených miestach porastu.
- Plošná obnova na menších a väčších holinách.

Autor tiež vyzdvihol mimoriadnu funkciu podsadiet pri rekonštrukciách porastov a to aj v mladších a stredne starých porastoch. Taktiež zdôraznil význam pomocných (prípravných) pionierskych drevín.

KENK, GUEHNE (2001) popisujú históriu manažmentových postupov, rastu a výnosových aspektov transformácie (prestavby) umelých ihličnatých porastov v strednej Európe. Konštatujú, že obhospodarovanie v minulosti zredukovalo podiel prirodzených listnatých lesov z 66 % na 33 % z plochy lesov. V tomto príspevku sa načrtávajú výsledky troch prípadových štúdií a niektoré výsledky výskumu zameraného na prestavbu ihličnatých porastov na JZ Nemecka, ktoré sú porovnateľné s ostatnými časťami strednej Európy. Prvá prípadová štúdia sa zaoberá prestavbou z rovnovekého porastu na zmiešaný porast JD-SM-BK s nerovnovekou štruktúrou nižších polôh horských lesov. Druhá prípadová štúdia popisuje prestavbu nezmiešaného smrekového porastu. Konštatuje, že na stabilných miestach sa nerovnoveká mozai-

ková štruktúra s 20 – 40 % podielom buka dá dosiahnuť úrovňovými prebierkami metódou cieľových stromov, ťažbou stromov cieľových hrúbok, prirodzenou obnovou a podsadbami buka, ak je potrebné. Na miestach nestabilných sa prestavba realizuje aj holorubom a sejbou, premenou na dub výsadbou alebo podsadbou jedle a ťažbou jednotlivých stromov. Autori konštatujú, že pomer h/d pri mladých porastoch závisí od dĺžky obnovnej doby s dlhšou obnovnou dobou podporujúci priaznivejší pomer, ktorý by mohol pozitívne ovplyvniť stabilitu budúcich porastov.

4.6. Konverzie a vplyv na pôdu

Už v dávnejšej minulosti sa poukazovalo na nepriaznivé dopady smrekových monokultúr na vlastnosti stanovišťa a niektoré faktory prostredia (napr. SIKORSKA, 1987; MACIASZEK, 1996). V tejto súvislosti, napr. POLENO (2001) konštatuje, že už 1. generácia smreka vyvoláva zhoršený stav humusu aj povrchových vrstiev pôdy, a to tak po stránke fyzikálnej (pórovitosť pôdy), ako aj po stránke chemickej. Autor sledoval vplyv premeny smrekovej monokultúry na stav a vývoj lesnej pôdy a bylinnej vegetácie v nadmorskej výške 300 m, v 45-ročnom zmiešanom poraste (javor horský, lipa, dub), ktorý bol pôvodne prakticky nezmiešaným porastom smreka s niekoľkými vtrúsenými dubmi a javorom horským. Autor konštatuje kladný vplyv listnatých porastov na stav humusových foriem, teda na tvorbu a transformáciu organických látok v pôde. Priaznivý vplyv bol dokázaný aj v dynamike živín. Smrek sa prejavil ako drevina degradujúca pôdny zvršok kvôli vytváraniu veľkého množstva ťažko rozložiteľného kyslého opadu a fixácii živín vo svojej biomase – a tým spomaleniu ich kolobehu. Lipa sa prejavila ako drevina s priaznivým, ľahko rozložiteľným opadom. Najpriaznivejší stav pôdneho zvršku bol v sledovanom prípade v skupine zloženej zo zmesi duba, javoru horského a lipy, ktorý spájal značne bohatý opad s jeho priaznivým rozkladom a humifikáciou.

NIHLGARD (1971) skúmal pôdne vlastnosti v južnom Švédsku na lokalitách, kde rástli vedľa seba buk a prvá generácia smreka. Ak je buk nahradený smrekom, fyzikálne vlastnosti vrchného pôdneho horizontu sa menia, dochádza k akumulácii organickej hmoty a morovej formy humusu na povrchu pôdy. Množstvo prístupnej vody pokleslo, a menej dažďovej vody dopĺňalo podpovrchovú vodu. Zistilo sa tiež menej výmenného draslíka a vápnika vo vrchnom horizonte v pôde smrekového lesa, ale viac železa a PO_4 a kyslých látok majúcich za následok zníženie pH hodnôt do hĺbky 50 cm a viac. Nižšia nitrifikácia a väčšia mobilizácia mineralizovaného NH_4 sa vyskytovala v pôde pod smrekovým porastom v porovnaní s pôdou pod bukovým porastom. Autor zhrnul, že pôdy stredne dobrého minerálneho zloženia neovplyvnené nedostatkom podzemnej vody sú viac poškodené podzolizáciou ak ich vysadíme smrekom.

4.7. Konverzie z hľadiska ekonomiky

Okrem metód a postupov rekonštrukcií z aspektu pestovania lesa je významnou aj otázka finančnej stránky tohto opatrenia. V tejto súvislosti HANEWINKEL (2001) prezentoval štúdiu zaoberajúcu sa problematikou kvantifikácie ekonomických účinkov spojených s prestavbou rovnovekých nezmiešaných smrekových porastov na zmiešané nerovnoveké porasty smreka a buka. Skúmanie bolo založené na simulácii experimentu s rastovým simulátorom SILVA 2.1. Výsledky štúdie ukázali, že náklady na prestavbu (transformáciu) boli vysoko závislé od vybranej úrokovej sadzby. Pri 1 %-nej úrokovej miere čistá súčasná hodnota transformačného režimu bola o 27 % menšia ako čistá súčasná hodnota tradičného režimu vekových tried. Diskontná sadzba 3 % znížila tieto náklady transformácie na 13 %. Zmiešaný nerovnoveký porast by mal prinajmenšom výnos 347 € za rok.ha⁻¹ (pri 1 %-nej úrokovej miere). Táto hodnota je blízka čistým tržbám, ktoré sa dosiahli v nezmiešaných nerovnovekých porastoch v rovnakých cenovo-nákladových vzťahoch.

RITTER (1994) podáva skúsenosti s predsadbami buka a jedle v 90-ročnom smrekovom poraste silne poškodenom mníškou obyčajnou (*Lymantria monacha*) v JV Nemecku. Cieľom bola premena starého smrekového porastu na prírode blízky smrekovo-bukový a smrekovo-jedľovo-bukový porast, pričom smrek by pochádzal z prirodzeného zmladenia. Náklady sa odhadli na vtedajších 11 000 DM na 1 ha.

V súvislosti s ekonomikou uskutočnených konverzií, resp. speňaním drevnej hmoty publikoval zaujímavú prácu SEELING (2001), ktorý sa zaoberal problematikou transformácie rovnovekých smrekových porastov z hľadiska kvality vyťaženej hmoty pre drevársky priemysel. Totiž piliarsky priemysel, ako najdôležitejší odberateľ ihličnatého dreva je veľmi kritický k novým pestovateľským stratégiám a má obavy o kvalitu dreva. Sledovanie sa zameralo na prvý krok transformácie – obdobie stabilizácie porastu – ktoré bude pravdepodobne charakterizované lepšími priestorovými podmienkami pre rast smreka. Cieľom tohto sledovania bolo odhadnúť v tomto období stabilizácie porastu následky na kvalitu guľatiny a tiež vlastnosti reziva. Výskumným materiálom pre toto sledovanie boli vyťažené úrovňové stromy počas prebierok, ktoré začali pred 23 rokmi v dovtedy 27-ročnom nezasahovanom smrekovom poraste. Výsledky ukázali tendenciu, že s rastúcim priestorom (rozstupom) stromov bola horšia kvalita guľatiny spôsobená širšími letokruhmi, vyššou zbiehavosťou, väčším priemerom pahýľov po vetvách a vyšším percentom tlakového dreva. Okrem toho sa zhoršil hlavne priebeh sušenia reziva, ktoré pochádzalo z porastov so zväčšeným rastovým priestorom stromov.

5. Záver

Z výsledkov početných a dlhodobých výskumov problematiky konverzií nezmiešaných smrekových po-

rastov, ktoré rastú na nepôvodných stanovištiach vyplývajú nasledujúce skutočnosti:

Ich úspešná realizácia závisí od viacerých faktorov, pričom medzi najvýznamnejšie patria prírodné, stanovištné a ekologické podmienky, ktoré ovplyvňujú najmä drevinové zloženie obnovovaných porastov.

Zásadnou otázkou je určenie správnej metódy (pestovného postupu), ktorým sa zabezpečí predovšetkým zmena drevinového zloženia na stanovišti odpovedajúce dreviny.

Veľmi dôležitou skutočnosťou, ktorá významne ovplyvní úspešnosť konverzií je aj dôsledná ochrana kultúr (podsadiet) proti zveri.

Záverom možno zhrnúť, že aj keď existuje viacero technológií, resp. overených pestovných postupov, ktorými možno dosiahnuť požadovaný stav porastu po stránke drevinového zloženia, či porastovej štruktúry treba konštatovať, že ku každému porastu treba pristupovať individuálne a po dôkladnej analýze zahrňujúcej nielen prírodné podmienky, ale aj finančnú efektívnosť navrhnutých opatrení a na základe toho stanoviť optimálne postupy tak, aby sa dosiahol požadovaný stav pri súčasnom plnení určených funkcií lesa.

Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu ITMS 26220220026 „Demonštračný objekt premeny odumierajúcich smrekových lesov na ekologicky stabilnejšie multifunkčné ekosystémy“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja. „Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ“.

Literatúra

- AMMER, CH., MOSANDL, R., EL KATEB, H., 2002: Direct seeding of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Norway spruce (*Picea Abies* [L.] Karst.) stands – effects of canopy density and fine root biomass on seed germination. *Forest Ecology and Management*, 159(1-2): 59-72.
- AMMER, CH., MOSANDL, R., 2007: Which grow better under the canopy of Norway spruce – planted or sown seedlings of European beech? *Forestry*, 80(4): 385-395.
- BALÁŠ, M., KUNEŠ, I., 2010: Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, 89(11): 716-718.
- BALCAR, V., KACÁLEK, D., 2008: European beech planted into spruce stands exposed to climatic stresses in mountain areas. *Centralblatt für Forstwesen*, 125(1): 27-38.
- BEZAČINSKÝ, H., 1964: Pestovanie lesa II. (skriptum). Zvolen: VŠLD, 234 s.
- DIACI, J., 2002: Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*, 161(1-3): 27-38.
- GOMMEL, H. J., 1994: Conversion of spruce stands by sowing beech. *AFZ*, 49(10): 516-518.
- GRALLA, T., MÜLLER-USING, B., UNDEN, T., WAGNER, S., 1997: Über die Lichtbedürfnisse von Buchenvoranbauten in Fichtenbaumholzern des Westharzes. *Forstarchiv*, 68(2): 51-58.
- HANEWINKEL, M., PRETZSCH, H., 2000: Modelling the conversion from even-aged to uneven-aged stands of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) with a distance-dependent growth simulator. *Forest Ecology and Management*, 134(1-3): 55-70.

- HANEWINKEL, M., 2001: Economic aspects of the transformation from even-aged pure stands of Norway spruce to uneven-aged mixed stands of Norway spruce and beech. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3): 181-193.
- HERING, S., IRRGANG, S., 2005: Conversion of substitute tree species stands and pure spruce stands in the Ore Mountains in Saxony. *J. FOR. SCI.*, 51(11): 519-525.
- HRDÝ, D., KORDAČ, R., 1996: Zhodnocení výsadeb bukových odrostků na Lesní správě Vyšší Brod. *Lesnická práce*, 75(10): 361-362.
- KAMENSKÝ, M., ŠTEFANČÍK, I., 2010a: Neceloplošné výsadby – přírode blízka metoda rekonstrukcí dřeviny nevhodných porostov. In: SUŠKOVÁ, M., DEBNÁROVÁ, G. (eds.): *Aktuálne problémy lesného škôľkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa*. Zvolen: NLC, s. 104-110.
- KAMENSKÝ, M., ŠTEFANČÍK, I., 2010b: Neceloplošné podsadby – prírode blízka metoda rekonstrukcí dřeviny nevhodných porostov. In: SUŠKOVÁ, M., DEBNÁROVÁ, G. (eds.): *Aktuálne problémy lesného škôľkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa*. Zvolen: NLC, s. 111-116.
- KANTOR, P., PEKLO, Z., 2001: Hodnocení výsadeb odrostků buku na školním polesí Hůrky. *Lesnická práce*, 80(10): 444-446.
- KENK, G., GUEHNE, S., 2001: Management of transformation in central Europe. In: CAMERON, A.D., MASON, W.L., MALCOLM, D.C. (eds.): *Transformation of plantation forests. Selected and edited papers from a IUFRO conference held in Edinburgh, Scotland 29 August to 3 September 1999*. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3): 107-119.
- KMÍNKOVÁ, V., 2005: Přestavba smrkových monokultur na polesí Cikháj. *Lesnická práce*, 84(11): 592-594.
- KONIAS, H., 1950: Lesní hospodářství. Zvyšování dřevní produkce a ozdravění lesů na Opočensku. Praha: Brázda, 140 s.
- KORPEL, Š., 1988: Pestovanie lesa. (Skriptá). Zvolen: VŠLD, 406 s.
- KOŠULIČ, M., 2010: Zahájení přestavby smrčín v mladém věku. *Lesnická práce*, 89(4): 236-237.
- KRIEGEL, H., 2001: Růst bukových kultur zakládaných na holé seči a ve smrkové mlazině. *Zprávy lesnického výzkumu*, 46(1): 11-13.
- KUNEŠ, I., BALÁŠ, M., BURDA, P., 2010: Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. *Lesnická práce*, 89(10): 656-658.
- KUSSNER, R., WICKEL, A., 1998: Entwicklung einer Buchensaat (*Fagus sylvatica* L.) unter Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) im Osterzgebirge. *Forstarchiv*, 69(5): 191-198.
- KUSSNER, R. *et al.*, 2000: Silvicultural aspects of the conversion of spruce forests of the Ore Mountains into mixed stands. In: *Spruce monocultures in Central Europe – problems and prospects*. *EFI-Proceedings*, no. 33, p. 135-143.
- LEIBUNDGUT, H., 1967: Umwandlung von Fichtenreinbeständen. *Allg. Forstzeitschrift*, 22, p. 507-510.
- LÖF, M., KARLSSON, M., SONESSON, K., WELANDER, T.N., COLLET, C., 2007: Growth and mortality in underplanted tree seedlings in response to variations in canopy closure of Norway spruce. *Forestry*, 80(4): 371-384.
- LÜPKE, B., SPELLMANN, H., 1997: Aspekte der Stabilität und des Wachstums von Mischbeständen aus Fichte und Buche als Grundlage für waldbauliche Entscheidungen. *Forstarchiv*, 68(5): 167-179.
- LÜPKE, B., SPELLMANN, H., 1999: Aspects of stability, growth and natural regeneration in mixed Norway spruce-beech stands as a basis of silvicultural decisions. In: OLSTHOORN, A.F.M., *et al.* *Management of mixed species forests: silviculture and economics*. *IBN Scientific contributions*, 15, p. 245-267.
- MACIASZEK, W., 1996: Wpływ sposobu zagospodarowania lasu na wybrane właściwości gleb Karpat fliszowych. *Sylvan*, 140(7): 69-76.
- MAGNUSKI, K., JASZCZAK, R., MALYS, L., 2001: Struktura cech biometrycznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) pochodzącej z posadzenia w przebudowywanym drzewostanie świerkowym (*Picea abies* [L.] Karst.) o rozpnyim stopniu przerzedzenia. *Sylvan*, 145(3): 5-13.
- Miś, R., RACZKA, G., 2004: Conversion of Lowland Forests in Poland. *Sylvan*, 148(1): 19-32.
- NIHLGARD, B., 1971: Pedological influence of spruce planted on former beech forest soils in Scania, South Sweden. *Oikos*, 22 (3): 302-314.
- NILSSON, S.G., 1997: Forests in the temperate-boreal transition: natural and man-made features. *Ecol. Bull.* 46, p. 117-139.
- POLENO, Z., 2001: Vliv přeměny smrkové monokultury na stav a vývoj lesní půdy a bylinné vegetace. *Zprávy lesnického výzkumu*, 46(1): 1-10.
- REMEŠ, J., ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V., 2004: Využití podsadeb a meliorace půdy při umělé obnově. *Lesnická práce*, 83(9): 352-356.
- REMEŠ, J., 2006: Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. *Journal of Forest Science*, 52(4): 158-171.
- RITTER, A., 1994: 10 Jahre Buchen-Vorbau in den Nonnen-Beständen Oberschwabens. *Allgemeine-Forst-Zeitschrift*, 49(10): 538-539.
- SANIGA, M., 2007: Pestovanie lesa. Zvolen: TU, 311 s.
- SEELING, U., 2001: Transformation of plantation forests – expected wood properties of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) within the period of stand stabilisation. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3): 195-210.
- SIKORSKA, E., 1987: Formy zniekształcen lasów karpaccich. *Zeszyty Naukowe AR Krakow, series Sesja Naukowa 17*: 245-260.
- SKRZYSZEWSKI, J., SKRZYSZEWSKA, K., 2004: Species conversion of spruce stands in the Wisla Forest District. *Dendrobiology*, vol. 51, Supplement: 95-99.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., 2004: Silvicultural measures minimizing disturbance risks in pure secondary Norway spruce stand before conversion. In: *Transformation to continuous cover forestry in a changing environment. Consequences, methods, scenarios, analyses. Programme and abstract*. September 4–6, 2004. B.m.n., 21 p.
- SOUČEK, J., 2003: The stand development in the forest transformed to mixed and uneven-aged one. In: *Deutscher Verband forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Ertragskunde. Jahrestagung 2003. Torgau, 2.–4. Juni 2003*. Hrsg. G. Kenk. Freiburg, p. 331-336.
- SPIECKER, H. *et al.* (ed.), 2004: Norway spruce conversion – options and consequences. *EFI Research Report 18*. Leiden, Boston, Brill Academic Publishers, 269 pp.
- ŠTERBA, H., ZINGG, A., 2001: Target diameter harvesting – a strategy to convert even-aged forests. *Forest Ecology and Management*, 151(1-3): 95-105.
- STRNKA, M., 1962: K problematike prevodov a premien ihličnatých monokultúr vo vysokohorských polohách. *Lesnícky časopis*, 8(4): 304-309.
- SVERDRUP, H., STJERNQUIST, I., 2002: Developing principles and models for sustainable forestry in Sweden. *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands*, 480 p.
- ŠÁLEK, C., 1969: Premeny a prevody smrekových monokultúr na Kysuciach. Bratislava: MLVH SSR, 80 s.
- ŠINDELÁŘ, J., 1996: Přehled některých základních postupů při přeměnách nesmíšených smrkových porostů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 41(2): 12-16.
- ŠPULÁK, O., SOUČEK, J., BARTOŠ, J., 2010: Růst a prosperita prosadeb buku a kleny v mladých porostech smreku ztepilého a smrku pichlavého. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55(3): 171-179.

- ŠTEFANČÍK, I., 2007: Premeny a prevody smrekových monokultúr na Kysuciach po polstoročí. *Les – Slovenské letokruhy*, 63(6), /3–4/: 13-15.
- ŠTEFANČÍK, I., KAMENSKÝ, M., 2011: Vychovávame smrekové porasty dostatočne intenzívne? *Les & Slovenské letokruhy*, 67(10)/7-8: 12-15.
- TESAŘ, V., KRAUS, M., 2004: Přestavba smrkových monokultur na příkladových objektech u nás. *Lesnická práce*, 83(6): 296-298.
- TESAŘ, V., SOUČEK, J., ŠTEIDL, J., 2005: Smrkové hospodářství na majetku R. Kinského. *Lesnická práce*, 84 (11): 590-592.
- WIKSTRÖM, P., 2000: A solution Method for Uneven-Aged Management Applied to Norway Spruce. *Forest Science*, 46(3): 452-463.
- ZELENÁ SPRÁVA, 2010: Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2009. Bratislava: MPa RV SR, Zvolen: NLC, 102 s.