

GDK: 24:176.1 *Fagus sylvatica* (497.4)=163.6

Prispelo / Received: 28. 10. 2008

Sprejeto / Accepted: 16. 11. 2008

Pregledni znanstveni članek  
Scientific review paper

## SODOBNO GOJENJE BUKOVIH GOZDOV

Dušan ROŽENBERGAR<sup>1</sup>, Andrej FICKO<sup>2</sup> in Jurij DIACI<sup>3</sup>

### Izvleček

Pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi se doma in v tujini srečujemo z visokimi stroški nege in zmanjšano vrednostjo bukovega lesa zaradi napak v rasti bukovih dreves ali pojavljanjem rdečega srca. Predstavljamo pregled sodobnejših tujih konceptov nege bukovih gozdov s podrobnejšim opisom modelov, ki so se razvili na območju srednje Evrope. To so švicarski negovalni model z okoli 150 izbranci / ha, nemški model z okrog 100 izbranci / ha ter nemško-francoski model z največ 80 izbranci / ha. Zaradi primerljivih gospodarskih razmer so nekateri izsledki iz tujine uporabni tudi v naših razmerah. Predlagamo zgodnje zmerno pospeševanje manjšega števila izbrancev z manj pogostim ukrepanjem v prvi polovici proizvodne dobe, pravočasno oblikovanje in ohranjanje krošenj, skrajševanje proizvodnih dob (okvirno 120 let) in uporabo raznolikih obnovitvenih tehnik in zvrsti gojenja gozdov.

Ključne besede: nega gozda, negovalni modeli, bukovi gozdovi, bukev, gojenje gozdov

## CONTEMPORARY SILVICULTURE OF BEECH FORESTS

### Abstract

*In beech forest management, we are confronted with high labour costs and low value of beech timber due to red heart formation and other wood defects. An overview of modern concepts in beech tending is presented, describing the models, developed in Central Europe; i.e. Swiss tending model with around 150 crop trees per ha, German tending model with around 100 crop trees per ha, and German and French tending models with maximum number of 80 crop trees per ha. Due to similar management conditions, some of the described concepts are applicable to situation in Slovenia. We suggest earlier selection of lower number of crop trees with moderate thinning in the first part of the production period, timely formation and maintenance of the crown, the reduction of the production period (cca. 120 years) and usage of versatile regeneration and silvicultural techniques.*

*Key words: forest tending, tending models, beech forests, beech, silviculture*

## UVOD INTRODUCTION

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) je vrsta, ki je naravno razširjena od nižin do zgornje gozdne meje. Talne in podnebne razmere, v katerih lahko uspeva, obenem pa tudi gojitveni ukrepi v teh gozdovih se, glede na rastišče, močno razlikujejo. Izhodišča, ki jih navajamo, veljajo za pretežno čiste bukove gozdove v optimumu areala, predvsem v submontanskem in montanskem pasu. Zaključki ne veljajo za altimontanske in subalpinske bukove gozdove ter varovalne gozdove.

V preteklosti je imela bukev v slovenskih gozdovih in gozdarstvu zelo različne vloge. Ob začetkih načrtnega gospodarjenja z gozdovi je bila nezaželena vrsta v gospodarskem gozdu, zato so jo sistematično odstranjevali. Primernih tehnologij za obdelavo bukovega lesa ni bilo, obenem pa je bukov les v primerjavi z lesom iglavcev bolj dimenzijsko nestabilen in zato manj uporaben v tehnične in pohištvene namene. Po-

sledica naštetih dejstev je bila bistveno nižja cena bukovega lesa. V času industrijske revolucije in velikih potreb po energiji je bukev postala pomemben vir energije in začelo se je izkoriščanje bukovih gozdov, predvsem z uporabo golosečnje (HAHN / FANTA 2001), v nekaterih primerih pa tudi zastornega gospodarjenja (HARTIG 1791). Zanimanje za bukov les je s prihodom premoga upadlo in bukev je postala za lastnike gozdov spet manj zaželena. Po odkritju postopka za krivljenje lesa parjene bukve v prvi polovici 19. stoletja se je uporabnost bukovega lesa povečala, vendar je njegov delež na trgu lesa do druge svetovne vojne sestavljal komaj nekaj odstotkov (CIMPERŠEK 2002). Z nadaljnjim razvojem novih tehnologij obdelave in impregnacije lesa je bukev pridobivala na pomenu. Z uporabo v celulozni in pohištveni industriji v petdesetih letih prejšnjega stoletja je postala tudi ekonomsko zanimiva, tako da je dobila status gospodarsko zanimive vrste. V slovenskih gozdovih se pomen bukve povečuje predvsem zaradi: njenega pozitivnega vpliva na biološko in mehansko

<sup>1</sup> mag. D. R., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> A. F., univ.dipl.inž. gozd., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup> prof.dr. J. D., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija

stabilnost gozdnih ekosistemov, dobrega naravnega pomlajevanja, ohranjenega genofonda, ugodnega vpliva na revitalizacijo degradiranih rastišč in ekonomske vrednosti.

Zaradi opustošenih gozdov in pomanjkanja lesa so okoli leta 1800 pričeli načrtneje gospodariti z bukovimi gozdovi z glavnim namenom zagotoviti trajnost donosov. V nemških deželah se je gospodarjenje razvijalo v dveh smereh. Prva, manj zastopana, je bila ideja trajnega gozda, v sklopu katere se je razvilo prebiralno, zastorno in skupinsko postopno gospodarjenje. Na drugi strani pa je bil kot izrazito enostavna zvrst, ki prinaša zgodnejše donose, zelo razširjen golosečni sistem (HAHN / FANTA 2001). Na bukovih rastiščih je bukev zamenjala smreka, ki hitreje daje večje količine bolj kakovostnega lesa.

V nekaterih delih Evrope se je načrtno gospodarjenje, ki ni vključevalo golosečnje, v bukovih gozdovih uveljavilo že razmeroma zgodaj. Tako so v osrednji Nemčiji (Languila, Thüringen) po letu 1569 z bukovimi gozdovi gospodarili na način srednjega gozda, po letu 1872 pa prebiralno (MORSING *et al.* 1999). V tem predelu je danes okrog 5000 ha čistih prebiralnih bukovih gozdov (SCHÜTZ 2006). Nekaj manjših površin leži v švicarski Juri in francoski regiji Franche-Comte. Tudi ideja zastornega gospodarjenja se je razvijala v tem času. Največ posnemovalcev je imela v nemških deželah, predvsem po prvih objavah HARTIGA (1791), ki velja za utemeljitelja zastornega gospodarjenja.

Kljub pritiskom trga in koristim, ki so jih lastniki gozdov imeli v primeru sajenja smreke, je v Sloveniji bukev ponekod ostala prevladujoča vrsta, s katero so načrtno gospodarili. V večini primerov so gozdove obnavljali v dveh korakih s pomočjo zastornih sečenj, nadaljnja nega pa je vključevala več nizkih redčenj (PIRC 1997). Glavno načelo je bilo opravljanje negativne selekcije in odstranjevanje nevitarnih osebkov v spodnji ali srednji drevesni plasti, predvsem z namenom pridobivanja lesa za oglje (FERLIN 1985). Posledica tovrstnega gospodarjenja so bili izrazito enomerni in sorazmerno enodobni gozdovi bukve na večjih površinah. Zaradi kasnejše uveljavitve sodobnega izbiralnega redčenja v Sloveniji (po letu 1965; MLINŠEK 1968) povzročajo tovrstni gozdovi težave marsikje v državi: so razvojno prestari, slabe kakovosti

in slabo izkoriščajo rastiščne potencialne. Omenjene težave silijo upravljavce k velikopovršinski obnovi.

## AKTUALNI PROBLEMI PRI GOSPODARJENJU Z BUKOVIMI GOZDOVI

### CURRENT MANAGEMENT PROBLEMS IN BEECH FORESTS

Dva prevladujoča problema, s katerima se srečujemo pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi pri nas in v tujini, so veliki stroški nege in majhna vrednost bukovnega lesa zaradi napak v rasti bukovih dreves ali pojavljanja rdečega srca. V preteklosti sta bili cena lesa in njegova poraba razmeroma veliki. Ponudba delovne sile je bila velika, cena delovne ure pa majhna (SCHÜTZ 1996, 2000a, 2000b). Danes so razmere drugačne in v strukturi cene sortimenta je nega vedno večji strošek. Posledica je opuščanje nege v bukovih gozdovih in slabša kakovost bukovnega lesa. Vejnatos ali napake v rasti debela nastajajo zaradi pomanjkanja nege v mlajših razvojnih fazah, medtem ko se premalo nege v kasnejših fazah razvoja kaže v večjem deležu nekakovostnih osebkov s krajšo in utesneno krošnjo, manjšo vitalnostjo in srednjim premerom ter posledično večjim dimenzijskim razmerjem (H/D).

Normalno rdeče srce zaradi svoje nepriljubljenosti na trgu lesa (v večini primerov gre za estetsko napako) povzroča manjšo vrednost bukovnega lesa (TARP *et al.* 2000, KNOKE 2003) in izgubo dobršnega dela dohodka, kot to kažejo primeri iz nekaterih nemških dežel (RICHTER 2001). Na pojavljanje rdečega srca pri bukvi vplivajo različni dejavniki. Majhne ali izrazito velike, silaške krošnje pospešujejo razvoj rdečega srca. Verjetnost, da se bo pojavilo rdeče srce, je do devetdesetega leta starosti za drevo brez poškodb majhna, povečuje pa se s številom poškodb, rogovilavostjo in starostjo drevesa (TARP in sod. 2000, KNOKE 2003). Kljub temu HOWECKE s sodelavci (1991) navaja, da je vrednostni prirastek v bukovih sestojih, starih med 100-180 leti, večji kot izguba zaradi pojava rdečega srca, če ta ne presega 30 % premera.

Oba problema nas vodita v spremembe že uveljavljenih modelov nege bukovih gozdov in v razvoj novih. Slednji gojivno obravnavajo le del populacije dreves v sestoju. Njihovi

Preglednica 1: Število izbrancev bukve glede na zgornjo višino sestoja (Leibundgut 1982)

Table 1: Number of beech crop trees for top height of the stand (Leibundgut 1982)

Zg. višina (m) / Top height (m)	10	20	25	30	35
Št. izbr. / ha / No. of crop trees / ha	1210	445	320	220	140
Sr. razdalja (m) / Mean distance (m)		5,1	6,0	7,2	9,1

cilji so: povečati krošnje, negovati manjše število izbrancev in skrajšati čas proizvodne dobe. Hitrejša rast, ki jo tako dosežemo, in večja širina letnic v lesu nimata neugodnih tehnoloških posledic (FERRAND 1982) in sta na nekaterih trgih celo zaželeni. Napetosti v lesu so manj izrazite pri velikih krošnjah (FERRAND 1982, POLGE 1981). Prav tako je verjetnost pojavljanja rdečega srca manjša, če so drevesa mlajša in imajo večjo krošnjo (KNOKE 2003).

Namen prispevka je osvetliti novejša problema pri negi bukovih gozdov in predstaviti pregled literature ter rešitve, ki jih pri gospodarjenju z bukovimi gozdovi uporabljajo v tujini.

## **RAZLIČNI PRISTOPI PRI GOJENJU ENOMERNIH BUKOVIH GOZDOV** *DIFFERENT APPROACHES IN MANAGEMENT OF SINGLE-LAYERED BEECH FORESTS*

### **VEČKRATNO POSTOPNO DOLOČANJE IZBRANCEV – TRADICIONALNO IZBIRALNO REDČENJE** *MULTI-STEP SELECTION OF CROP TREES – CONVENTIONAL POSITIVE HIGH THINNING*

Ideja izbiralnega redčenja se je intenzivno razvijala v Švici, kjer se je, v nasprotju z do tedaj uveljavljeno tehniko nizkega redčenja, uveljavilo visoko redčenje po zgledih iz Francije. Namesto puščanja velikega števila dreves so se gozdarski strokovnjaki osredotočili na pospeševanje določenega števila dreves z odstranjevanjem njihovih konkurentov (LEIBUNDGUT 1982). Redčenja v takem primeru pomenijo tudi nego. V mlajših razvojnih fazah so takšni negovalni ukrepi glede donosov negativni, v starejših fazah pa finančno vse bolj ugodni. Ekonomsko smiselnost takšnih ukrepov večinoma opravičuje končni posek kakovostnih sestojev.

Pri razvoju ideje visokih redčenj do današnjih izbiralnih visokih redčenj so imeli največjo vlogo profesorji visoke šole ETH v Zürichu; Engler, Schädelin in LEIBUNDGUT s sod. (1971). Zadnji je na podlagi rezultatov s poskusnih ploskev z bukvijo predlagal smernice za nego bukovih sestojev. Pomembna sta predvsem debelinski prirastek in kakovost drevja. Ko v drugi polovici razvoja sestoja začnemo s svetlitvenimi redčenji, želimo ohraniti prirastek in doseči ciljni premer izbrancev (70 do 80 cm v starosti 120 let). Pri bukvih v spodnjih 25 % višine drevesa dosežemo 75 % njegove vre-

dnosti in vprašanje je, ali je intenzivno ukrepanje v starejših fazah razvoja sestoja smiselno, saj imajo poškodbe koreninika in debla v tem obdobju izrazito neugodne posledice. LEIBUNDGUT (1982) je za različne drevesne vrste (tudi bukev) prikazal število izbrancev na hektar glede na zgornjo višino sestoja (preglednica 1).

Število izbranih dreves in njihova medsebojna razdalja predstavljajo največje možne vrednosti in izhajajo iz praktičnih izkušenj pri redčenjih za določeno razmerje med ceno in stroški. Podatki veljajo za idealno porazdelitev in izkoriščenost prostora. V praksi zaradi drugačne kakovosti in rastnih značilnosti posameznih dreves računamo z 20 % manjšimi vrednostmi.

Ideja izbiralnega redčenja se je po drugi svetovni vojni intenzivno razvijala tudi pri nas (MLINŠEK 1968) in je danes izhodišče za negovalno ukrepanje v naših gozdovih. Z izbiralnim redčenjem začnemo, ko so vidne pozitivne lastnosti in kakovost dreves, pred tem pa večkrat opravljamo nego mladega gozda. Število izbrancev se pri izbiralnem redčenju spreminja glede na razvojno fazo sestoja. V bukovem letvenjaku se pri prvem redčenju giblje število izbrancev nekje med 1000 in 2000 dreves na hektar (FERLIN 1985), pri drugem redčenju in povprečnem prsnem premeru okoli 10 cm pa se zmanjša na približno 500 – 600 dreves na hektar (KOTAR 1997, FERLIN 2002a). V fazi drogovnjaka in povprečnem prsnem premeru okrog 20 cm in zmerni jakosti redčenja (20 – 35 % lesne zaloge) se število izbrancev giblje okoli 250 (FERLIN 1985, 1988, KOTAR 1997) na hektar. Redčenja se nadaljujejo v starejših razvojnih fazah sestoja (debeljaki), vendar so redkejša in imajo manjšo jakost. Končno število izbrancev doseže vrednosti med 150 in 170, v nekaterih primerih tudi do 250 osebkov na hektar (PIRC 1997). Navedene vrednosti števila izbrancev v posamezni fazi razvoja sestoja so okvirne in se lahko od primera do primera tudi znatno razlikujejo. Pri večkratnem postopnem določanju izbrancev je izbor odvisen od vitalnosti, kakovosti, drevesne vrste in položaja drevesa v sestoju, predvsem pa od rastišča, ciljev gospodarjenja in preteklega razvoja sestoja.

### **ENKRATNO DOLOČANJE IZBRANCEV** *ONCE IN TIME SELECTION OF CROP TREES*

Omejene možnosti, ki jih imamo pri racionalizaciji tradicionalne nege, in pojav rdečega srca so vodili do razvoja novih konceptov nege. Ti gostijo ukrepe le v potencialno najbolj kakovostnem delu populacije, drugje pa predvidevajo le najnujnejše ukrepe za zagotavljanje stabilnosti sestoja. V tujini

so nekateri podobni modeli nege uveljavljeni že precej časa (SCHÜTZ 1996, ABETZ / KLÄDTKE 2002, CIMPERŠEK 2002), preizkušali pa so jih tudi v Sloveniji (KRAJČIČ / KOLAR 2000, KOTAR 1997). V nadaljevanju obravnavamo tri novejšje načine nege bukovih sestojev: švicarskega (SCHÜTZ 1996), nemškega (območje jugozahodne in južne Nemčije) (FREIST 1962, ALTHERR 1981) in francosko nemškega (WILHELM *et al.* 1999, KLÄDTKE 2001, KLÄDTKE / ABETZ 2004, HEIN *et al.* 2007, ONF 2008).

### Švicarski negovalni model

#### *Swiss tending model*

Zaradi velike prilagodljivosti bukve švicarski gozdarji opozarjajo na možnosti uporabe zelo raznolikih gozdno-gojitvenih modelov, tako pri obnovi kot pri negi sestojev (SCHÜTZ 1998). Predstavljeni negovalni model je prilagoditev na zaostrene ekonomske razmere ter na nezadostno kakovost sortimentov (rastne napetosti, rdeče srce). Del odgovorov na probleme pri negi bukve lahko ponudi princip biološke racionalizacije. Njegovo bistvo sta načeli koncentracije in naravnega avtomatizma (SCHÜTZ 1996, 2003). Prvo načelo osredotoča nego le na tista izbrana drevesa, kjer lahko pričakujemo ugoden ekonomski učinek gojenja in sečnje. Drugo načelo pa predpostavlja, da naravi prepustimo vse, kar je skladno z našimi cilji.

Švicarji poudarjajo pomen pravočasne izbire v mladosti, saj vplivajo rastne nepravilnosti na kasnejše pojavljanje rdečega srca. Zaradi ekonomskih razlogov zagovarjajo dokončno izbiro od 100 do 150 dreves na hektar že pri prvih redčenjih. V zgodnjih fazah sproščamo izbrance zmerno, le toliko, da ohranjajo prednost pred konkurenti, saj poteka v tem obdobju čiščenje debel in je zato zaželena večja gostota. Močnejše oblikovanje krošenj je pomaknjeno v kasnejša obdobja (močnejši drogovnjak). Dopuščajo tudi možnosti poznega oblikovanja krošenj v debeljaku (ALTHERR 1971), saj dolžina očiščenega debela vpliva na pričakovano končno kakovost sortimentov. Poudarja se pravočasno pomlajevanje pred okvirno starostjo 120 let, ki ga opravimo v kratkih (zastor odstranimo, ko je višina mladja od »kolen« do »bokov« – nem. *Lichterziehung*) ali daljših pomladitvenih obdobjih (nem. *Schattenerziehung*), pa tudi zaviralni vpliv primesi drugih drevesnih vrst na pojavljanje rdečega srca (von BÜREN 2002). Hkrati dopuščajo možnost prebiralnega gospodarjenja, vendar dajejo prednost horizontalni mešanosti (gnezda, sestoji) pred vertikalno.

### Nemški negovalni model (okoli 100 izbrancev / ha)

#### *German tending model (around 100 crop trees per ha)*

Pri nemškem pristopu je število izbranih dreves v sestoji manjše kot pri tradicionalnem izbiralnem redčenju. Drevesa naj bi bila čimbolj enakomerno razporejena po prostoru. V mlajših razvojnih fazah (do 10 m višine) negujejo le tam, kjer je nujno. Če imamo v teh fazah dovolj tako imenovanih "supervitalnih" vladajočih dreves, ki ne potrebujejo dodatne nege, ukrepov ni. Ko sestoj doseže višino čistega debela med 8 in 10 m (60-70 let), izberejo končno število izbrancev (okrog 110), ki jih negujejo do konca proizvodne dobe (ALTHERR 1971, ALTHERR 1981). V prvem obdobju oblikovanja krošenj izbrancev temeljnica ne preseže 20 m<sup>2</sup>/ha.

Tudi Freistov pristop (FREIST 1962) izhaja iz vnaprej določenega števila ciljnih dreves in poseganja v skupino konkurentov. Razlika med Altherrjevim in Freistovim pristopom je v določanju jakosti redčenj. Po Freistu določajo jakost redčenj s trajno sestojno temeljnico (približno 23 m<sup>2</sup>/ha). Prvi ukrep redčenja se opravi, ko ciljna drevesa dosežejo 10 m čistega debela. Sovladajoče drevo lahko kasneje prevzame vlogo izbranca le, če prvi izbranec odmre ali ne ustreza več kriterijem za izbranca. Pri postavljanju mreže ciljnih dreves v zgodnjem obdobju razvoja sestoja omogočijo prostor izbrancem; sledi uporaba načela naravnega avtomatizma v čim večji možni meri. Pri odpiranju sklepa se ponavadi pojavi vprašanje stabilnosti, ki je neposredno povezano s sklenjenostjo krošenj. Nevarnost izgube stabilnosti je največja pri enakomernem redčenju po celotni površini, kjer v vsaki negovalni celici odpiramo sklep krošenj. Pri sproščanju majhnega števila vladajočih izbranih dreves ali celo socialno močnejših in razvitejših je jakost posega v sklep manjša, stabilnost pa posledično večja. Po izbiri večkrat v času razvoja sestoja opravljajo redčenje in sproščajo izbrana drevesa. Z redčenji prekinajo, ko njihov učinek ni več ekonomsko in biološko utemeljen.

### Nemško-francoski negovalni model (največ 80 izbrancev / ha)

#### *German-French tending models (maximum number of 80 crop trees per ha)*

Sistem gospodarjenja, ki ga je v Baden-Württembergu začel ALTHERR (1971, 1981), so nekateri avtorji razvijali naprej, predvsem v smeri zmanjševanja vložkov nege, manjšega števila izbranih dreves in nege krošenj tudi v starejši fazi razvoja bukovih sestojev (KLÄDTKE 2001, KLÄDTKE /

ABETZ 2004, HEIN *et al.* 2006). HEIN s sodelavci (2006) je zbral in analiziral rezultate 35 let raziskav redčenj v bukovih gozdovih v Schwarzwald. Ugotovili so, da je predlagano končno število 110 dreves na hektar po Altherju preveliko, zato so predlagali, da se število zmanjša na 60-80 dreves na hektar. Poudarili so, da je treba tudi v visoki starosti pospeševati razvoj krošenj ciljnih dreves. HEIN s sodelavci (2007) je opozoril, da moramo proizvodni cilj v gozdovih opredeliti s ciljnim premerom, proizvodnim obdobjem, številom dreves v končnem sestoji in dolžino čistega debla glede na hitrost priraščanja. Iz korelacij med širino krošenj, prsnim premerom in starostjo je mogoče podati končno število ciljnih dreves, ki še omogočajo doseganje zastavljenih proizvodnih ciljev. Pri večjem številu izbrancev cilja ne bomo dosegli, pri manjšem številu (močnejše redčenje) pa je izguba volumskega prirastka prevelika. Manjša bo tudi dolžina čistega debla ob koncu proizvodnega obdobja.

WILHELM s sodelavci (1999) je na podlagi zgledov iz francoskih bukovih srednjih gozdov v osnovi potrdil Altherjev koncept, vendar je predlagal model z manjšim številom ciljnih dreves, višjimi ciljnimi premeri in krajšo proizvodno dobo. Kot izbrance je predlagal največ 50 izjemno vitalnih nadvladujočih dreves z velikimi in simetričnimi krošnjami, ki jih izberemo, ko dolžina čistega debla znaša 25 % končne višine drevesa. Z redčenji ukrepamo tako, da preprečimo odmiranje debelejših spodnjih vej in krajšanje krošnje. Odmiranje debelejših vej naj bi bilo po njihovih ugotovitvah eden izmed glavnih razlogov za tvorbo rdečega srca. KLÄDTKE (1997,

2001) je na podlagi orisa krošenj in dendrometrijske analize 70 bukev prsnih premerov od 20 do 115 cm in z upoštevanjem 20 % prekrivanja krošenj izračunal, da bi znašalo število izbrancev med 90 (pri ciljnim premeru 50 cm) in 33 (pri ciljnim premeru 90 cm) drevesi na hektar. Pri takem številu izbrancev bi se njihova temeljnica gibala med 18 in 21 m<sup>2</sup>/ha, kar pa je precej manj, kot navajajo tablice donosnosti (SCHOBER 1972) in kot kažejo rezultati s poskusnih ploskev v Nemčiji, kjer z dobro redčenimi sestoji pri starosti 100 let dosežejo temeljnico izbrancev 25 m<sup>2</sup>/ha (KOTAR 1989). Tako lahko računamo z okrog 90 drevesi na hektar pri ciljnim prsnem premeru 60 cm in 50 drevesi na hektar pri ciljnim prsnem premeru 80 cm. Krošnje bodo ob takem številu dreves manjše, dolžina čistega debla večja, večje pa bo tudi območje odmiranja vej. Izbor več kot 100 izbrancev na hektar po raziskavi KLÄDTKEJA (2001) ni smiseln, saj je zaradi daljšega proizvodnega obdobja verjetnost pojava rdečega srca bistveno večja.

Francoska javna gozdarska služba (ONF, 2008) je za javne gozdove izdala navodila za opravljanje nege v bukovih sestojih: izberejo 50-90 končnih dreves na hektar, ko le ta dosežejo 6-10 m čistega debla (odvisno od rastišča). Za Lotringijo, ki je bliže Baden-Württembergu, priporočajo okrog 60 dreves na hektar s ciljnim premerom 60-65 cm in sestojno temeljnico 18-19 m<sup>2</sup>/ha za drugo raven donosnosti. V severneje ležečih pokrajinah (Normandija, Pikardija) računajo z nekoliko večjimi vrednostmi: 70 dreves na hektar pri ciljnim premeru 70 cm in temeljnico 26 m<sup>2</sup>/ha (de TURCKHEIM / BRUCIAMACCHIE 2005, de TURCKHEIM 2008).

Preglednica 2: Osnovni parametri različnih modelov redčenj

Table 2: Basic characteristics of different stand tending models

Model / The Model	Vir / Reference	Končno št. izbrancev / No. of crop trees	Trenutek izbora števila izbrancev / Time of selection of crop trees	Proizvodna doba / Production period	Ciljni premer d <sub>1,3</sub> / Targeted dbh
Tradicionalno izbiralno redčenje / Classical high thinning	SCHÄDELIN 1942 LEIBUNDGUT 1982	150-250 140 (h <sub>ze</sub> =35 m)	Prvič v letvenjaku Prvič v letvenjaku		70-80 cm
Novejši švicarski modeli / Modern Swiss models	SCHÜTZ in BARNOLA 1996; SCHÜTZ 1998	100 (≤150)	Doseženo čisto deblo okrog 10 m		
Nemški modeli (100 izbrancev/ha) / German model (100 crop trees per ha)	ALTHERR 1971; 1981	110	Doseženo čisto deblo 8-10 m	~ 120 let	50 cm
	KLÄDTKE 2001; KLÄDTKE in ABETZ 2004	90 (≤100)	Doseženo čisto deblo 8-10 m	<120 let	60-70 cm
Nemško-francoski modeli (največ 80 izbrancev/ha) / German-French tending models (maximum 80 crop trees per ha)	HEIN 2007	60-80		75-130 let	60 cm
	WILHELM <i>et al.</i> 1999	≤50	Dolžina čist. debla enaka 25 % višine drevesa	~ 100 let	80 cm
	ONF, 2008	50-90	Doseženo čisto deblo 6-10 m	90-120 let	60-65 cm

Preglednica 3: Osnovni ukrepi pri posameznem pristopu k negi bukovih sestojev  
 Table 3: Basic steps in different approaches in beech forest tending

	Tradicionalno izbiralno redčenje / <i>Classical high thinning</i> (SCHÄDELIN 1942)	Novejši švicarski modeli / <i>Modern Swiss models</i> (SCHÜTZ in BARNOLA 1996; SCHÜTZ 1998)	Nemški modeli (100 izbrancev/ha) / <i>German model</i> (100 crop trees per ha) (ALTHERR 1971)	Nemško-francoski modeli (največ 80 izbrancev/ha) / <i>German-French tending models</i> (maximum 80 crop trees per ha)
Ukrepi v mladostni fazi razvoja sestoj, vključno z nekomercialnimi redčenji / <i>Silvicultural measures in young phases of stand development including pre-commercial thinning</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nega mladja in nega gošče vsaj vsakih 10 let</li> <li>- v letvenjaku 1000-2000 izbrancev na hektar</li> <li>- prva redčenja pri višini 7-10 m in starosti 40 let</li> <li>- odstranimo 1/3 števila dreves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zgodnja izbira izbrancev posebno lepe vzrasti že v fazi gošče (100-150 izbrancev/ha), sproščanje zmerno in še to le, če je nujno (obdobje čiščenja spodnjega dela debla)</li> <li>- zaradi ekonomskih razlogov se osredotočimo na minimum, izraba naravne diferenciacije, nega le potencialnih izbrancev, pomoč le v primeru slabo razvitih krošenj &lt; 40% višine drevesa)</li> <li>- uporaba tehnike obročkanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- do 40 leta starosti ne ukrepamo</li> <li>- uporabimo princip samonege v goščah</li> <li>- intervenciramo samo, če gre za podpopovprečno kvaliteto v zgornjem sloju ali neprimerno drevesno sestavo</li> <li>- vložimo maks. 5-10 ur dela na ha</li> <li>- odstranimo maks. 500 dreves na ha</li> </ul>	
Ukrepi v fazi intenzivnega višinskega prirastka – pridobivanje prvih sortimentov / <i>Silvicultural measures in phase of intensive stand height growth – first commercial thinnings</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- število izbrancev v drogovnjaku je med 500 in 600 na hektar</li> <li>- vsakih 10 let oz. na vsakih 4 m višinskega prirastka se redčenja ponovijo</li> <li>- število izbrancev se zmanjšuje z razvojem sestoj (povečanje povprečne višine in premera)</li> <li>- vsakič pri redčenju izbrancev ponovno določimo</li> <li>- pri redčenju odstranimo med 20 – 35 % lesne zaloge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oblikovanje krošenj v fazi starejšega drogovnjaka ali tanjšega debelejaka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pri dolžini čistega debla 8 – 10 m (60-70 let) izberemo okoli 110 do 120 najboljših dreves na hektar</li> <li>- izbrancev močno sprostimo</li> <li>- zmanjšamo temeljnico (npr. s ca. 24 na 20 m<sup>2</sup>/ha)</li> <li>- vsa podstojna drevesa in grmovnice ohranimo</li> <li>- na površini med izbranci ne ukrepamo</li> <li>- v letih 55-65 močno 2 do 3 –krat redčimo (ca. 50-80 m<sup>2</sup>/ha) – temeljnico zadržimo na 20 m<sup>2</sup>/ha</li> <li>- redčimo do 85 leta starosti</li> <li>- iz redčenj pričakujemo 140 m<sup>3</sup>/ha vsakih 10 let</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- med letom 40 in 50 (ca. 17 m višine) izberemo 60 do 80 dreves/ha</li> </ul>
Ukrepi po končani višinski rasti – intenzivna debelinska rast / <i>Silvicultural measures after the stand height culmination</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- enkrat do dvakrat opravljamo svetlitveno redčenje</li> <li>- število izbrancev se ustali na vrednosti med 150 in 250 na hektar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dopuščajo tudi možnosti kasnejšega poseganja v smislu ALTHERRA (1971), vendar svarijo pred premočnimi ukrepi in opozarjajo na pomen polnolesnosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- v letih 85-100 zmanjšamo jakost redčenja in odstranjujemo 2/3 volumenskega prirastka</li> <li>- temeljnico povečamo na 25 m<sup>2</sup>/ha</li> <li>- v letih 100-120 sečenj ne opravljamo</li> <li>- temeljnica naraste na 31 m<sup>2</sup>/ha</li> <li>- po WILHELMU s sod. (1999) močna redčenja, ki preprečujejo odmiranje debelejših vej in krajšanje krošenj tudi v starosti</li> </ul>	
Končni posek in obnova / <i>Final cut and stand rejuvenation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- več sečenj v nekajletnih razmikih</li> <li>- najprej razprišeno po celotni površini sestoj, kasneje vrzeli</li> <li>- naravno pomlajevanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- manjši poudarek na pomlajevanju v daljših časovnih razdobjih zaradi rdečega srca; vendar lahko tudi dolge pomladitvene dobe (30-40 let)</li> <li>- minimalna gostota mladja: 5000/ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ciljni premer je vsaj 60 cm (vsaj 80 cm pri WILHELMU s sod., 1999)</li> <li>- končni posek v več korakih</li> <li>- vrzeli do 60 m premera</li> <li>- če ni rdečega srca do 140 let, sicer manj (cca. 100 let)</li> </ul>	
Pomanjkljivosti / <i>Disadvantages</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- intenzivna redčenja niso vedno upravljiva, poleg tega so ekonomsko težko izvedljiva</li> <li>- pogosto preveliko število izbrancev z majhnimi krošnjami</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- izguba prirastka</li> <li>- močne veje, rogovile in druge napake</li> <li>- pod 90 izbrancev/ha upadanje vrednostne proizvodnje</li> <li>- večje tveganje za pojav jatovih celic</li> </ul>

## OBNAVLJANJE BUKOVIH GOZDOV IN GOZDNOGOJITVENE ZVRSTI REGENERATION OF BEECH FORESTS AND SILVICULTURAL SYSTEMS

V prejšnjih poglavjih smo govorili o različnih negovalnih modelih pretežno enomernih skupin in sestojev bukovih gozdov. Omenjena izhodišča v grobem veljajo za različne gozdno-gojitvene zvrsti, čeprav sta negovalni in obnovitveni model gozda povezana in vzajemno vplivata na potrebno intenzivnost nege. Zaradi svoje prilagodljivosti in vzgojivosti bukev reagira na gojitvene ukrepe tudi v visoki starosti. Bukovi sestoji zato omogočajo uporabo veliko različnih načinov nege in obnavljanja. Zvrsti obnavljanja bukovih sestojev lahko razdelimo v štiri skupine: (1) tradicionalno gospodarjenje z zastornimi, robnimi in skupinskimi sečnjami; (2) spopolnjeno skupinsko postopno gospodarjenje, (3) prebiralno gospodarjenje in (4) sproščena tehnika gojenja gozdov. Zvrsti se medsebojno razlikujejo po horizontalni in vertikalni strukturi sestojev.

V Evropi tradicionalne zvrsti gojenja bukovih gozdov še vedno prevladujejo, vendar je v zadnjem času opazen premik v smeri sonaravnih zvrsti (WOBST, 2006). Za tradicionalne zvrsti je značilno oddelčno gospodarjenje s kratkimi obnovitvenimi dobami. Zgradba gozda med različnimi skupinami tradicionalnih zvrsti se razlikuje v času obnove, ko posegamo v gozd z različnimi vrstami sečenj. Tako nastajajo veliki, več deset hektarski enomerni oz. enodobni sestoji. Zastorne in skupinske sečnje uporabljajo na lažjih terenih, medtem ko je na strmeh terenih primernejša kombinacija zastornih in robnih sečenj. Pri vseh tradicionalnih oblikah obnove prevladuje načelo obnavljanja bukve pod zastorom z več sečnjami. Razlika v zunanjem videzu gozda je zato izrazitejša šele po nasemenilni sečnji.

Spopolnjeno skupinsko postopno gospodarjenje (SSPG) v bukovih gozdovih je v času obnavljanja primerljivo s postopno sečnjo skupin, vendar so pomladitvene dobe manj natančno določene; v poprečju so daljše, vrzeli pa se medsebojno spajajo le do določenih velikosti, ki so prilagojene rastiščnim in sestojnim razmeram. Prvih nekaj desetletij od začetka obnove tako nastaja v sklopu oddelkov mozaik sestojev različnih razvojnih faz, ki so lahko tudi različnih velikosti. Omenjenemu načinu gospodarjenja je blizu načelo gospodarjenja z izkoriščanjem ciljnih debelin (nem. *Zielstärkenutzung*).

Z bukvijo je mogoče gospodariti tudi prebiralno. V Sloveniji ni veliko načrtno nastalih bukovih prebiralnih gozdov.

Največ jih najdemo v zasebnih gozdovih na bukovih rastiščih, posebno če so primešani iglavci (na primer na rastiščih *Blechno* ali *Castaneo-Fagetum*). Takšne zgradbe gozdov so lahko trajnega značaja, če je gospodarjenje redno in spodbuja mehanizme prebiralnega gozda. V tujini najdemo več primerov ekonomsko in ekološko uspešnega prebiralnega gospodarjenja z bukovimi gozdovi: veliko jih je v Franciji - Burgundija (Franche-Comté), nekaj pa tudi v francosko govorečem delu Švice in Nemčiji (SCHÜTZ 2001, de TURCKHEIM / BRUCIAMACCHIE 2005). Zaradi strokovno enostavnejšega gospodarjenja in nekoliko boljše kakovosti sortimentov prevladuje skupinsko prebiralno gospodarjenje. Tako oblikovani gozdovi se po zunanjem videzu le malo razlikujejo od skupinsko postopnega gospodarjenja. Razlika je v doslednejšem upoštevanju prostorskega reda (transportna meja) in večjih zaplatah enomernih gozdov pri SSPG ter v večjem poudarku na horizontalni v primerjavi z vertikalno raznomernostjo.

Tudi pri sproščeni tehniki gojenja gozdov je poudarjeno postopno pomlajevanje bukve pod zastorom, vendar zvrst dopušča vse vrste sečenj. Tako se lahko najbolje prilagajamo sestojnim, rastiščnim, tehnološkim in naravovarstvenim posebnostim. V bolj strmih predelih gozda lahko uporabimo na primer žičniško spravilo in temu prilagojene vrste sečenj, v ugodnejših razmerah SSPG, v naravovarstveno ali rekreacijsko pomembnejših območjih pa skupinsko prebiranje. Velikost obnovitvenih površin in hitrost pomlajevanja sta lahko zelo raznolika.

Različne zvrsti obnavljanja se lahko izmenjujejo na ravni oddelka, zato jih ni smiselno uvrščati v posamezne gozdno-gojitvene zvrsti, temveč uvrstimo celoten oddelek ali skupino oddelkov v zvrst sproščene tehnike gojenja gozdov. Na ravni oddelka ali skupin oddelkov tako nastaja mozaik večjih, srednjih in manjših skupin enomernih in raznomernih gozdov.

Pri različnih zvrsteh gojenja gozdov velja poudariti, da je časovno prehajanje iz ene v drugo zvrst gojenja zahtevno, če se zvrsti zelo razlikujeta v horizontalni teksturi gozda, to je v velikostih skupin in sestojev. Zato je nujna dolgoročna naravnost ukrepov za spremembo zvrsti. Po drugi strani pa nasilno usmerjanje gozdov v določeno zvrst ni smiselno. V primeru ponavljajočih se neugodnih odzivov gozda na naše ukrepe je treba razmisliti o zamenjavi zvrsti. Tedaj prehajamo na področje premene gozdov, kjer so temeljna izhodišča pravočasnost, postopnost in pogostost ukrepanja.

V Sloveniji je nastalo veliko bukovih gozdov po zastornih sečnjah pred petdeset in več leti. Celotni oddelki ali skupine

Preglednica 4: Primerjava prednosti in pomanjkljivosti malopovršinskih in velikopovršinskih zvrsti gojenja bukovih gozdov

Table 4: *The comparison of advantages and disadvantages of small scale and large scale silvicultural systems for beech forests*

Prebiralno gospodarjenje / <i>The Selection system</i>	Tradicionalno zastorno gospodarjenje in kombinacije z robnimi in skupinskimi sečnjami / <i>Traditional shelterwood systems and combinations with edge and group cutting</i>
posnemanje malopovršinskih motenj; svetloljubne vrste se težje uveljavljajo	delno posnemanje večjepovršinskih motenj (vetrolomov); naravne motnje puščajo skupine dreves in odmrle drevesne ostanke
zahtevnejša sečnja in spravilo; večja nevarnost poškodb mladja in sortimentov; večji delež močnejših sortimentov v sečnji	lažja sečnja in spravilo, preprostejše uveljavljanje prostorskega reda; relativno veliko tankih sortimentov iz redčenj
več notranjih robov – neugoden vpliv na kakovost, senčenje najverjetneje ne vpliva izrazito na kakovost	velikopovršinski drogovnjaki – tveganje in intenzivna redčenja; podobne strukture so redke v naravnih gozdovih
uporaba naravne selekcije in predrastkov	velika izbira, dobro čiščenje vej zaradi skupinske vzgoje
individualizacija rasti lahko vodi do sekundarnih poganjkov, opeklin, neprimerne oblike debel (SCHÜTZ 1992; DITTMAR 2003); mladovja pod zastorom so redkejša (manj nege), bolj kakovostna; vendar zahtevajo neprestane intervencije v plasti krošenj; optimalen zastor za mladja in gošče med 0,5 in 0,7 (KURTH 1946)	velik dotok svetlobe lahko sproža rogovilasto in metlasto razrast; število dobro oblikovanih dreves v nekaterih raziskavah narašča z osvetlitvijo (SAGHEB-TALEBI 1996, SCHÜTZ in BARNOLA 1996); velike gostote mladja, slabša stabilnost, več nege
prevladuje posredna nega	prevladuje neposredna nega
domnevno slabša končna kakovost	domnevno boljša končna kakovost
večja stabilnost - manj sanitarnih sečenj	slabša mehanska stabilnost
ohranjanje gozdnega podnebja	kontinentalnost gozdnega podnebja
manjše, a pogoste spremembe zgradbe gozda	izrazitejše spremembe zgradbe gozda, v debeljkih lahko redko poseganje

oddelkov so zato podobne starosti. Spreminjanje velikopovršinskih sestojev je uspešno le, če ga izpeljemo v več generacijah gozda, sicer preveč izgubljam na vrednosti sortimentov (BRUNNER 2004). Ekonomsko izgubo lahko omilimo s pravočasnim začetkom, tako da podaljšamo oddelčno pomladitveno dobo in jo razporedimo na obdobje pred in po kulminaciji poprečnega vrednostnega prirastka. Če z obnovo že zamujamo, so možnosti spreminja zvrsti in horizontalne strukture gozda bistveno manjše, ekonomske izgube pa večje.

## RAZPRAVA DISCUSSION

Pri negi bukovih gozdov iščemo srednjo pot, ki omogoča izkoriščanje potenciala bukovih rastišč in hkratio doseganje zadostne količine kakovostnega bukovega lesa. Z zmanjševanjem obsega nege v zgodnjih fazah razvoja sestoja se lahko izognemo vlaganjem brez ekonomskega učinka. Posvetimo se le najperspektivnejšim osebkom z izrazito vitalnostjo in kakovostno razrastjo. Tudi BONČINA in sodelavci (2007) ugotavljajo, da pomeni nega velikega števila izbrancev v mlajših razvojnih fazah velik strošek, zato predlagajo manjše število izbrancev, kot je v navadi pri tradicionalnem izbiralnem red-

čenju. Jakosti redčenj v mlajših fazah bi lahko zmanjšali in jih povečali v starejših fazah, ko drevesa, ki jih odstranimo, dosežejo boljšo tržno vrednost.

NEUMANN in RÖSLER (2006) ugotavljata, da so modeli z zelo majhnim številom izbrancev (pod 100/ha) uporabni le na zelo dobrih rastiščih in tam, kjer ni velikih tveganj zaradi naravnih dejavnikov. Ekonomsko je takšno gospodarjenje upravičeno le ob pričakovani visoki kakovosti lesa. Če v bukovih gozdovih nista problematična stabilnost in zdravstveno stanje, sta za uspeh ključnega pomena dosledno upoštevanje začrtanega koncepta in negovanje, da bi lahko ob koncu proizvodnega obdobja uresničili večji donos kljub manjšemu številu izbrancev.

Glede na naše razmere ter usmeritve, zapisane v programu razvoja gozdov in zakonskih aktih, so glavni problemi pri uporabi modelov z enkratnim določanjem izbrancev (KOTAR 1997, FERLIN 2002b): i) upoštevanje izključno lesnoproizvodnih ciljev, ii) večje tveganje, saj na začetku razvoja sestoja določimo končna drevesa, nadomestnih dreves pa načrtno ne vzgajamo, iii) oteženo prilagajanje ciljev med razvojem sestoja in iv) v povprečju manjši delež debelih sortimentov kot posledica neukrepanja v delih sestoja.



## ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Izbiralno redčenje in tradicionalni model nege v bukovih gozdovih lahko vodijo k rešitvam problemov na področju ekonomike nege in kakovosti sortimentov v primeru, če so redčenja finančno smotrna (npr. biomasa kot dodatni vir dohodka), vendar je potrebno dosledno uresničevanje ukrepov. Možne izboljšave tradicionalnih modelov nege bukovih gozdov, ki jih uporabljamo v Sloveniji, so: (1) zgodnje zmerno pospeševanje manjšega števila izbrancev, (2) manj pogosto ukrepanje v prvi polovici in povsem ob koncu proizvodne dobe, (3) pravočasno oblikovanje in ohranjanje krošenj - od debelejšega drogovnjaka ali mlajšega debeljaka naprej, (4) skrajševanje proizvodnih dob (okvirno 120 let), (5) uporaba raznolikih obnovitvenih tehnik in zvrsti gojenja gozdov od prebiranja do večjepovršinske obnove v krajših pomladitvenih dobah, (6) večji poudarek na horizontalni raznomernosti sestojev v primerjavi z vertikalno, (7) v primeru spremembe gozdnogojitvene zvrsti ali horizontalne strukture gozda je smiselno pričeti zgodaj, vsaj v tanjših debeljakih, precej pred nastopom ekonomsko optimalnega časa obnove sestojev.

Opisane izboljšave lahko pomagajo reševati nekatere probleme gospodarjenja z bukovimi gozdovi: i) zaradi manjše intenzivnosti dela v starejših fazah razvoja sestojev in hitre rasti izbranih dreves v času intenzivnih redčenj omogočajo pridelavo visokokakovostnega lesa in zmanjšajo tveganje za nastanek rdečega srca; ii) manjši obseg nege v prvi tretjini proizvodne dobe zmanjšuje stroške in iii) pri redčenjih odstranjujemo razmeroma debela drevesa, zato omogočajo vmesne donose.

Menimo, da so predstavljeni načini nege v bukovih gozdov, ki so jih razvili v tujini, deloma uporabni tudi v naših razmerah. Šablonsko prenašanje modelov iz tujine v naše razmere ni primerno, vendar pa je v interesu stroke, da v prihodnje z načrtnim raziskovalnim delom in konkretnim dolgoročnim preverjanjem v praksi ugotovi, kakšna je njihova učinkovitost pri nas.

## SUMMARY POVZETEK

In the central part of its natural distribution (south-central and southeast Europe), European beech is, by nature, present in forests of lowland, up to the timberline. It is capable of growing in very diverse ecological conditions, which implies the use of many different silvicultural approaches in beech

forest. This paper is targeting generally pure beech forests in optimal conditions for beech growth and no beech forests in altimontane, subalpine vegetation belt and forests growing in extreme site conditions. Two main problems that we are facing when managing beech forests are: high costs for tending operations and low quality of beech timber due to red heart and defects in stem growth. To address these problems, new tending models for beech were developed with a decreased labour intensity, smaller number of crop trees per ha and shorter production periods.

The aim of this paper is to discuss recent problems that managers meet in beech forest, to present the review of literature on that topic and to suggest some possible improvements in existing silvicultural models in beech forests. Four silvicultural models developed in Central Europe are presented: conventional tending model developed by Leibundgut and adapted in Slovenia; Swiss tending model; German model of stand's tending with around 100 crop trees per hectare (ha), and German and French tending models with a maximum number of 80 crop trees per ha. According to the conventional tending model, several thinnings are performed during the production period and the number of crop trees is decreasing with stand age. In stands with average diameter at breast height (dbh) between 5 and 10 cm, the number of crop trees per ha is between 1000 and 2000, which decreases to 500 – 600 at average stand diameter around 10 cm. The number is decreasing with the development of the stand and it amounts to between 150 – 250 per ha in the mature stand. At every thinning, the selection of crop trees is repeated according to different criteria, e.g. health status, log quality, location, crown size, site conditions and management aims. Swiss tending model is addressing the problem of costs by using principles of biological rationalization, e.g. concentration and natural automation. According to the first one, tending activities are only concentrated to future crop trees, which are selected at the time of first tending. 100 to 150 crop trees per ha are selected and, according to the second principle, only minor measures are carried out to keep the crop trees in dominant position. The stand is left to its natural development until reaching late pole stage, when intensive thinnings are performed to keep the crowns of crop trees large enough. In case of German tending model, less crop trees are selected. There is almost no tending applied until the stand is developed in a way that there are dominant trees with 8-10 m high branch free boles. After that, approximately 100 crop trees per ha are selected and the basal area is reduced to around 20 m<sup>2</sup>/ha. Such status

is maintained until 20 to 40 years before harvest, when the intensity of thinning is again reduced to avoid trunk damages. According to German and French tending models, the number of crop trees is reduced to 60-80 per ha. During the second half of the production period, the growing space for the crop trees is assured and the basal area of the stand is kept between 18 and 26 m<sup>2</sup>/ha.

In case of economically sound thinnings, e.g. biomass production as an additional value, the solutions to presented problems can be achieved inside the traditional tending model, presently used in beech forest in Slovenia. There are several adaptations we suggest to improve the traditional silvicultural model, to be more effective as far as costs and production of high quality beech timber is concerned: (1) early selection and moderate tending of smaller number of crop trees; (2) less intensive management in the first half and at the end of a production period; (3) maintenance of appropriate size of crowns of crop trees, which should start at the latest in pole developmental stage; (4) shorter production periods (~120 years); (5) application of diverse regeneration approaches ranging from small scale selective to evenaged larger scale with short regeneration periods; (6) increased structural diversity of stands, especially in horizontal direction; (7) in case of silvicultural system change (conversion) the activities to do that should start early, before the normal time of stand replacement. These adaptations will; i) favour fewer, but qualitatively superior crop trees and decrease the probability of red heart occurrence, due to faster growth and no intervention at the end of production period, ii) reduce the overall costs by reducing labour input in younger stages of stand development; iii) increase the value of wood cut during the thinnings due to larger diameters reached in shorter time.

According to this preview, we can state that approaches and models for beech forest management developed in Central European countries could also be useful in Slovenia. It is up to forestry experts and managers to test them with research and practical work and find out how effective they are in our conditions.

## LITERATURA LITERATURE

- ABETZ, P. / KLÄDTKE, J., 2002. The target tree management system.- Forstwissenschaftliches Centralblatt 121: 73-82.
- ALTHERR, E., 1971. Wege zur Buchenstarkholzproduktion. Bericht zur 15.- Hauptversammlung des Baden- Württembergischen Forstvereins: 123-127.
- ALTHERR, E., 1981. Erfahrungen bei der Anwendung quantifizierter Durchforstungshilfen in Buchenbeständen.- Allgemeine forst und Jagdzeitung - Der Wald 36: 552-554.
- BONČINA, A. / KADUNC, A. / ROBIČ, D. 2007. Effects of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stands in south-eastern Slovenia. Annals of forest science 64, 1: 47-57.
- BRUNNER, A. / BUTLER MANNING, D. / HUSS, J. / ROZENBERGAR, D. / DIACI, J. / SCHOUSBOE, F. / HANSEN, L.W. 2004. Scenarios of regeneration and stand production of beech under different silvicultural regimes with Regenerator. EU-project Nat-Man "Nature-based management of beech in Europe", Deliverable 18, 34 & 35. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, KVL. 90 s.
- BÜREN, S.v., 2002. Der Farbkern der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in der Schweiz nördlich der Alpen. Untersuchungen über die Verbreitung, die Erkennung am stehenden Baum und die ökonomischen Auswirkungen. Beih. Schweiz. Z. Forstwes. 86, Zürich, 132 s.
- CIMPERŠEK, 2002. Z drugačnimi negovalnimi modeli do boljšega lesa.- Gozdarski vestnik 60: 246-258.
- DE TURCKHEIM, B., 2008. Nega v bukovih gozdovih - ustni vir.
- DE TURCKHEIM, B. / BRUCIAMACCHIE, M., 2005. La Futaie irrégulière.- 282 s.
- DITTMAR, C. / ZECH, W. / ELLING, W., 2003. Growth variations of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) under different climatic and environmental conditions in Europe - a dendroecological study. Forest Ecology and Management 173, 63-78.
- FERLIN, F., 1985. Kvantificiranje uspešnosti redčenj v bukovih gozdovih.- Ljubljana, BF, VTOZD za gozdarstvo, 26 s.
- FERLIN, F., 1988. Učinki izbiralnih redčenj v starejših bukovih sestojih.- Gozdarski vestnik 5: 214-223.
- FERLIN, F., 2002a. Učinek redčenj v bukovih sestojih v Brezovi rebri.- Gozdarski vestnik 60: 163-164.
- FERLIN, F., 2002b. Ali potrebujemo drugačne, tuje negovalne modele za pridobivanje boljše kakovosti (bukovega) lesa?- Gozdarski vestnik 60: 407-411.
- FERRAND, J. C., 1982. Study of Growth Stress. 2. Variations in the Forest of Growth Stresses of Beech (*Fagus sylvatica* L.).- Annales Des Sciences Forestieres 39: 187-218.
- FREIST, H., 1962. Untersuchungen über den Lichtungszuwachs der Rotbuche und seine Ausnutzung im Forstbetrieb.- Forstwissenschaftliche Forschungen Beiheft zum Forstwiss. Cbl. Nr. 17.
- HAHN, K. / FANTA, J. 2001. Contemporary beech forest management in Europe - Nat-Man working report 1.
- HARTIG, G. L., 1791. Anweisung zur Holzzucht für Förster.- Marburg.
- HEIN, S. / LENK, E. / KLÄDTKE, J. / KOHNLE, U., 2006. Z-Baum orientierte Auslesedurchforstung in Buche (*Fagus sylvatica* L.): Auswirkungen auf Qualität, Sortenstruktur und Wertleistung. Allg. Forst. Und J.-Ztg, 178: 8-20.
- HEIN, S. 2007. Wertholzproduktion mit Buche, Eiche, Esche und Ahorn, FVA-einblick 2/2007.
- HOWECKE, B. / MAHLER, G. / VOSS, A. / BRANDL, H., 1991. Untersuchungen zur Farbverkernung bei der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg.- Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 106, 57 s.
- KLÄDTKE, J., 1997. Buchen-Lichtwuchsdurchforstung.- Abteilung Waldwachstum der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 19: 1019-1023.
- KLÄDTKE, J., 2001. Konzepte zur Buchen-Lichtwuchsdurchforstung.- AFZ - Der Wald 56: 1047-1050.
- KLÄDTKE, J. / ABETZ, P., 2004. Durchforstungshilfe 2004.- Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft - Uni Freiburg, 18 s.
- KNOKE, T., 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.).- Ecological Modelling 169: 295-312.
- KOTAR, M. 1989. Prirastoslorni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 33: 59-80 + 16 priloge.

- KOTAR, M., 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načela nege gozda spremeniti? 55:130-163.- *Gozdarski vestnik* 55: 130-163.
- KRAJČIČ, D. / KOLAR, I., 2000. Vpliv spremenjenega načina nege letvenjaka na zmanjševanje stroškov.- *Gozdarski vestnik* 58: 75-84.
- KURTH, J., 1946. Untersuchungen über Aufbau und Qualität von Buchendickungen.- *Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen*.
- LEIBUNDGUT, H., 1982. Ueber die Anzahl Auslesebaume bei der Auslesedurchforstung.- *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 133: 115-119.
- LEIBUNDGUT, H., 1984. Die Waldpflege: unter Mitverwendung von "Auslese-durchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung" von Walter Schädelin, 3 Edition. Verlag Paul Haupt Berne, Stuttgart.- 216 s.
- LEIBUNDGUT, H. / AUER, C. / WIELAND, C., 1971. Ergebnisse von Durchforstungsversuchen 1930-1965 im Sihlwald.- *Mitteilungen* 47: 257-389.
- MLINŠEK, D., 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege.- Ljubljana, Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij v Ljubljani, 117 s.
- MORSING, M., / DRAGSTED, J. / SKOVSGAARD, J.P., 1999. Plukhugst i bøg. *Skoven* 5: 234-236.
- NEUMANN, M. / RÖSSLER, G., 2006. Qualität und Bewirtschaftung von Buche.- *BFW-Praxisinformation* 12: 15-17.
- ONF, 2008. Gestion des hêtres dans les Forêts Publiques françaises.- 112 s.
- PIRC, S., 1997. Vpliv izbiralnih redčenj na rast, razvoj in kakovost sestojev v GGE Brezova Reber.- *Višješolska diplomska naloga BTF, Oddelek za gozdarstvo, Univerza v Ljubljani*, 72 s.
- POLGE, H., 1981. Influence of the Thinning Regime of the Growth Stresses in Beech.- *Annales Des Sciences Forestieres* 38: 407-423.
- RICHTER, J., 2001. Buchenrotkern: Vermeiden oder Verwerten? - *Forst und Holz* 56: 662-664.
- SCHÄDELIN, W., 1942. Die Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung.- *Bern/Leipzig*, 147 s.
- SCHOBER, R. 1972. Die Rotbuche. J.D. Sauerlaende's Verlag, Frankfurt am Main, 332 s.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 1996. Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb.- *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 147: 315-349.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 1992. Die waldbaulichen Formen und die Grenzen der Plenterung mit Laubbaumarten. *Schweiz. Z. Forstwes.* 143, 442-460.
- SCHÜTZ, J.-Ph. / BARNOLA, P., 1996. Importance de la qualite et de sa determination precoce dans un concept d education du hetre.- *Rev. For. Fr.* 48: 417 - 430.
- SCHÜTZ J.-Ph. 1998. Behandlungskonzepte der Buche aus heutiger Sicht. *Schweiz. Z. Forstwes.* 149, 1005-1030.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 2000a. Kosteneffiziente Waldpflege; Grundsätzliche Überlegungen.- *Wald und Holz* 47-50.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 2000b. Kosteneffiziente Waldpflege; Praktisches Vorgehen.- *Wald und Holz* 23-25.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests.- *Forest Ecology and Management* 151: 87-94.
- SCHÜTZ, J.-Ph., 2003. Die situative Durchforstung; Ein an der Extensivierung der Kosten orientiertes Durchforstungskonzept. V: *Biologische Rationalisierung im Waldbau. Tagungsband der Sektion Waldbau. Verb. Forst. Forschungsanst. (P. Brang ed.), Birmensdorf: 4-14*
- SCHÜTZ, J.-Ph., 2006. Modelling the demographic sustainability of pure beech plenter forests in Eastern Germany.- *Annals of Forest Science* 63: 93-100.
- TARP, P. / HELLES, F. / HOLTEN-ANDERSEN, P. / LARSEN, J. B. / STRANGE, N., 2000. Modelling near-natural silvicultural regimes for beech - an economic sensitivity analysis.- *Forest Ecology and Management* 130: 187-198.
- SAGHEB-TALEBI, K. 1996. Quantitative und qualitative Merkmale von Buchenjüngwüchsen (*Fagus sylvatica* L.) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standortsfaktoren, *Beih. Schweiz. Z. Forstwes.* 78, Schweizerischer Forstverein, Zürich, 219 s.
- WILHELM, G.J. / LETTER, H.-A. / EDER, W. 1999. Konzeption einer naturnahen Erzeugung von starken Wertholz. -*AFZ/Der Wald*, 54, 5: 232-240.
- WOBST, H. (2006) In "Nature-based forestry in Central Europe: alternatives to industrial forestry and strict preservation" (Ed., Diaci, J.) *Biotechnical faculty, Ljubljana*, 79-90.