

Миливој Вучковић<sup>1</sup>

UDK 630\*2:504.062

Бранко Стајић<sup>2</sup>

Прегледни рад

## **ЗАДАЦИ И ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА РАСТА И ПРОИЗВОДНОСТИ ШУМА ЗА ЕКОЛОГИЈУ И ШУМАРСТВО**

**Извод:** Изражена промена услова средине на планетарном и локалном нивоу има значајан утицај на стварне и потенцијалне, привредне и еколошке ефекте продукције биомасе. Савремена планирања у шумарству, индустрији за прераду дрвета, пољопривреди, туризму и многим другим привредним гранама које се директно или индиректно ослањају на различите функције шумских екосистема, морају почивати на реалним информацијама о тренутном стању и карактеру продукције, трендовима раста, виталности и стабилности шумских екосистема. У раду су презентовани неки од најзначајнијих аспеката истраживања раста и производности, која шумарству и друштву уопште, обезбеђују актуелне и конкретне параметре за решавање бројних проблема и недоумица везаних за одрживо коришћење шумских екосистема.

**Кључне речи:** шумарство, раст и продукција шума, екологија

## **TASKS AND IMPORTANCE OF FOREST GROWTH AND PRODUCTION FOR ECOLOGY AND FORESTRY**

**Abstract:** A distinctive change of environment condition on both, global and local level, affects real and potential, economy and ecological effects of biomass production. Contemporary planning in forestry, wood process industry, agriculture, tourism and in many other commercial branches, which are directly dependent on various functions of forest ecosystems, has to rely on real information on current condition and the character of production, tendency of growth, vitality and stability of forest ecosystems. This paper presents some of the most significant research

---

<sup>1,2</sup> Миливој Вучковић, Бранко Стајић, Шумарски факултет у Београду

aspects relating to growth and production, which provide forestry and society with relevant and concrete parameters for solving numerous problems and perplexities referring to the use of forest ecosystems.

**Keywords:** forestry, forest growth and production, ecology

## 1. УВОД

Основне функције шумских екосистема проистичу из процеса асимилације, односно продукције органске материје и због свог значаја у потпуности оправдавају став да је опстанак шума услов опстанка живота на нашој планети. Биомаса наше планете процењује се на 1,8 билиона тона у сувом стању. Од тога, биомаса биљака износи 97%, а биомаса шума 84%. То значи да шуме чине чак четири петине биомасе наше планете (Vyskot 1982). Због сталног и све већег интересовања људи за коришћење, по карактеру веома различитих функција шума, разумљива је потреба за квалитетном базом актуелних података о трендовима раста и виталности шума, нивоу и квалитету актуелне и потенцијалне продукције.

Сагледавање последица утицаја антропогено условљених промена средине на шумске екосистеме има данас планетарни значај. Отуда, савремено гајење и коришћење шума и планирање газдовања шумама морају бити засновани на поузданим, детаљним информацијама о трендовима раста, виталности и продукције шума, које омогућавају станишно адекватне узгојне варијанте и реална планирања на принципима одрживог развоја. Наведене информације пуну применљивост проналазе и у креирању шумарске политике (Панковић 1996, Spiecker et al. 1996, Kellomäki et al. 2000, Gadow 2002...). Оваквим приступом, границе између класичног шумарства и примењене екологије постају све мање уочљиве.

## 2. НАСТАНАК И РАЗВОЈ ИСТРАЖИВАЊА РАСТА И ПРОИЗВОДНОСТИ

### СТАБАЛА И САСТОЈИНА

Од самог почетка планског и регулисаног шумарског привређивања растао је значај одређивања приноса и истраживања законитости раста и производности стабала и састојина. Потреба да се захтеви према шуми ограниче, како се не би угрозио њен опстанак, довела је до развоја шумарства као привредне гране и научне области, у оквиру које је у почетку одређивање (процена) прираста имало за циљ утврђивање продукције у квантитативном смислу, како би се утврдио могући ниво коришћења дрвета. Данас шумарски стручњаци имају веома одговоран задатак успостављања и трајног одржавања равнотеже између све ширих захтева друштва према шумским екосистемима и очувању њихове стабилности. При том се прираст више не сматра само економском категоријом, већ и изузетно значајним биоиндикатором виталности стабала и састојина и њихове зависности од бројних еколошких и антропогених фактора (Стаменковић В, Вучковић М. 1992).

Значајније коришћење прираста шума почиње се применом одговарајућих метода уређивања шума. Пионир оваквог приступа био је Beckmann (1759). За зачетника истраживања прираста и производности шума може се сматрати и J. Ch. Paulsen-a (1748-1825), који је још 1795. године урадио таблице прираста и приноса за неке од најзначајнијих дрвенастих врста (Assmann 1961).

Развој капиталистичког друштвеног система, у коме капитал (новац) и профит заузимају централно место, продире и у шумарство, те се и на шуму није више гледало само са становишта натуралне потрајности коришћења шума, већ и са становишта профита. Као најистакнутији идеолог капиталистичког преображаја шумарства половином 19. века јавља се Rressler (теорија чистог земљишног приноса), који је дао велики допринос у развијању метода одређивања прираста и у конструкцији инструментата за одређивање прираста (Преслерово сврдло).

Основу савременог истраживања раста и продукције шума поставили су почетком двадесетог века истраживачи Eichhorn, Guttenberg, Burger, Flury, Badoux, Jarošenko, Korf, Korsun, Backman, Vanselow, Prodan, Wiedemann,

Mitscherlich и други. У другој половини прошлог века још више је интензивирао рад на истраживању и тумачењу прираста шума, а носиоци овога су у Европи и свету: Assmann, Tretjakov, Weck, Erteld, Hengst, Mitscherlich, Sterba, Carbonier, Young, Johnston, Castellani, Abetz, Franz, Kramer, Pretzsch, Gadow, Röhle, Недјалков и други.

Са свеобухватнијим истраживањима и тумачењима прираста шума долази у многим европским земљама до формирања нове наставно-научне дисциплине "Науке о прирасту" (прираст и производност шума). Прва књига (учбеник) која целовито обухвата материју раста и производности шума "Einführung in die Forstliche Zuwachs und Ertragslehre" објављена је 1941. године (Vanselow), а већ 1948. године излази и треће допуњено издање. Потом, Weck (1947. и 1955) објављује I и II издање своје књиге "Forstliche Zuwachs und Ertragskunde". Познату књигу "Waldetragskunde" објављује Assmann 1961. године. Науку о приносу - "Waldetragslehre" Erteld и Hengst су објавили 1966. године. Mitscherlich (1970-1975) објављује дело од три књиге "Wald, Wachstum und Umwelt", које је темељ једне нове интегрисане дисциплине која се може назвати Наука о расту шума. Шебик 1985. године приређује учбеник под насловом "Наука о продукцији" за потребе студената шумарства у тадашњој Чехословачкој. Изузетно значајна дела су и учбеници које објављују Kramer 1988. (Waldwachstumslehre), Wenk, Šmelko и Antanaitis 1990. (Waldetragslehre), Pretzsch-a 2001. (Modellierung des Waldwachstums) и др.

На подручју бивше Југославије после II светског рата јавља се запажен број истраживача који се успешно прикључују бројним истраживачима прираста и продукције шума у свету (Годоровић, први професор на предмету Наука о прирасту шума на Шумарском факултету у Београду, Милетић, Матић, Милојковић, Милин, Мирковић, Трифуновић, Клепац, Косоногов, Стојановић, Дринић, Павлич, Панић, Стаменковић, Котар, Цестар и др. Допринос развоју ове дисциплине, универзитетским учбеницима, дали су Клерас (1965), Стаменковић (1974), Kotar (1979), Матић (1980), Стаменковић и Вучковић (1988) и Ивановски (1991).

### 3. САВРЕМЕНИ АСПЕКТИ ИСТРАЖИВАЊА РАСТА И ПРОИЗВОДНОСТИ

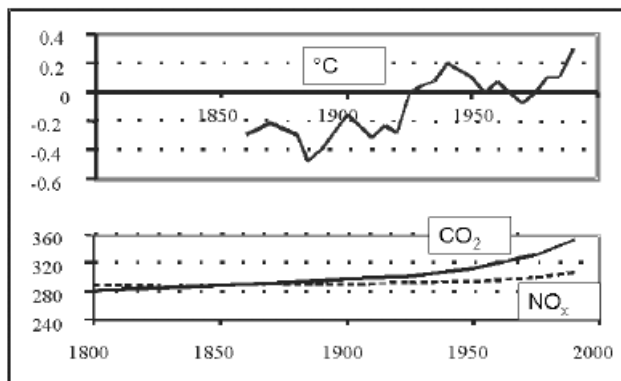
#### Еколошки аспект

Шума је од људи изучавани, уобличавани и коришћени (до саме деградације и уништења) природни феномен. Данас се у шумарству тежиште ставља на изучавање деловања екзогених фактора на шумске екосистеме (климатске промене, уништавање шума - пожарима и другим непогодама), али и на привредну улогу шума и изналажење могућности шумарства да одговарајућим системима газдовања позитивно делује на ублажавање погубних трендова угрожавања животне средине (Vučković M. 1997, Вучковић М. et al. 1998).

Савремено изучавање шума подразумева детаљно утврђивање многоструких узajамних односа између живих организама и њихове анорганске околине. С обзиром да је раст шумских стабала и састојина комплексна реакција на дејство различитих екстерних и интерних утицаја, истраживање карактеристика раста представља важан део екосистемских истраживања (Gadow 2002). Стога је Leibundgut још 1959. године истицао истраживања раста и прираста шума, која третирају "душу" шумских екосистема и при том су део "најважније незваничне шумарске дисциплине" - Науке о шуми (Waldkunde).

Нарочито велики значај истраживању раста шума поклања се последњих деценија, у светлу интегралног посматрања привредних и еколошких функција шуме и наглих глобалних промена основних фактора раста шумских екосистема и вегетације уопште. Важни фактори, који утичу на распрострањеност, развој, продукцију и стабилност шумских заједница су климатски фактори (Berninger 1997). На ширем подручју клима одређује распрострањеност и врсту шума, док на ужем подручју утиче на виталност, продукцију и специфичан развој састојина и појединачних стабала. Зато се може рећи да је прираст стабала у знатној мери огледало климе (Вучковић М., Стаменковић В. 1991).

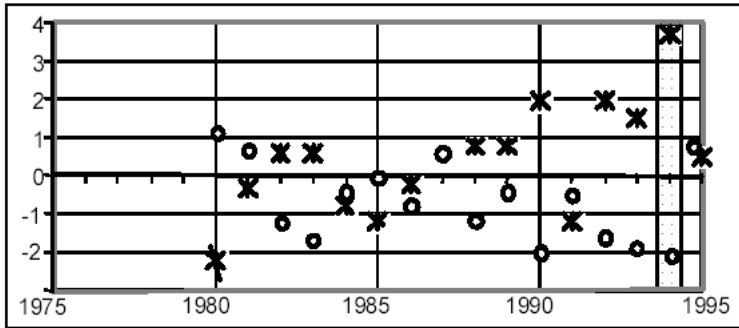
Климу Земље у последњих стотинак година карактерише повећање температуре ваздуха и смањење количине падавина. За последњих 120 година на северној полулопти температура ваздуха изнад копна повећана је за  $0,7^{\circ}\text{C}$ , а изнад мора за око  $0,3^{\circ}\text{C}$  (Röhle 1995). Промене у атмосфери које се огледају у сталном повећању концентрације  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$ , повећању температуре ваздуха (графикон 1), слабљењу озонског омотача и повећању ефекта стаклене баште указују на будуће промене услова за раст и опстанак шумских врста дрвећа. На основу садашњег нивоа повећања концентрације  $\text{CO}_2$  може се израчунати да ће концентрација угљен диоксида половином овог века износити око  $0,055\%$ . За задржавање концентрације  $\text{CO}_2$  на садашњем нивоу било би неопходно одмах смањити антропогено условљену емисију за  $60\text{-}80\%$ . Наставак садашњих тенденција довео би до снажних климатских промена са несагледивим последицама на шумске екосистеме. Претпостављено удвостручење концентрације  $\text{CO}_2$  у периоду од наредних 100 година допринело би померању изотерми чак за  $500\text{ km}$ . Према Фабиану (Röhle 1995) повећање температуре ваздуха за  $1^{\circ}\text{C}$  изазива померање климатских зона ка половима за најмање  $100\text{ km}$ .



Граф. 1. Промена температуре ваздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) у односу на просек 1951.-1980. год. (глобални просек) и концентрације  $\text{CO}_2$  (ppm) и  $\text{NO}_x$  (ppb) (ppm=parts per million, ppb=parts per billion)

Fig.1. Changes of air temperature in  $^{\circ}\text{C}$  compared to average 1951-1980 (globale average) and increase  $\text{CO}_2$  and  $\text{NO}_x$  concentration

Такође, утврђен је на подручју наше земље, према подацима Савезног хидрометеоролошког завода, веома неповољан тренд повећања температуре ваздуха и смањења количине падавина (графикон 2).



Граф. 2. Нормализовано одскупљање температуре ваздуха (\*) и падавина (o) на подручју СР Југославије у односу на просек 1951.-1995. године

Fig. 2. Normalized deviation of air temperature (\*) and rainfall (o) compared to average 1951-1995 in FR Yugoslavia

Детаљна истраживања еколошких фактора су од великог значаја, али је примена резултата истраживања оптерећена великим потешкоћама, условљеним пре свега компликованим и снажно израженим међусобним везама појединих фактора. Тако, нпр. повећање концентрације  $\text{CO}_2$  у ваздуху, изазива тзв. ефекат стаклене баште, али може до одређене границе повећати фотосинтетичку способност стабала и увећати продукцију. Истовремено, повећана концентрација  $\text{CO}_2$  може да утиче и на опадање броја стома у лишћу, чиме се првобитно стимулативно дејство неутралише. Исто тако, повећање температуре до горње границе оптимума ( $25^\circ\text{C}$ ), изазива снажно повећање нето асимилације (Kriebitzsch 1991, Kramer 1988). Ипак, позитиван ефекат се може очекивати само ако су остали фактори раста (светлост, релативна влага ваздуха и др.) повољни. У супротном долази до умањења нето асимилације, јер се са повећањем температуре респирација линерано повећава. Ова законитост је еколошки изузетно значајна с обзиром на тренд повећања температуре и смањење количине падавина. Зимске температуре такође утичу на прираст биомасе. Више температуре у зимским месецима,

доприносе већим респираторним губицима, нарочито код зимзелених четинара, који имају знатно већу активну површину за дисање од лишћарских врста. На овај начин повећани губици услед увећаног дисања, без истовременог дотока хранљивих материја, умањују акумулацију резервних материја потребних за раст у наредном вегетационом периоду. Ранији почетак вегетационог периода, као последица блажих зима, повећава могућност штета од касних мразева и то посебно у случају повећања концентрације  $\text{CO}_2$ , који умањује резистентност биљака на дејство мраза (Margolis, Vezina 1990).

Дакле, изузетно је тешко установити доње и горње прагове толеранције појединих врста дрвећа или поуздано предвидети ефекте комплексних интеракција између појединих фактора на виталност шума. Зато су и прогнозе будућих збивања, само на основу истраживања еколошких фактора, доста проблематичне и непоуздане. Стога, сталан мониторинг прираста шумских врста дрвећа, као биоиндикатора њихове реакције на деловање еколошких фактора, представља незаобилазно средство за реалну процену актуелног стања шума и прогнозу њихове виталности и производности.

Промене климе и климатски екстреми, већ сада у нашим шумама изазивају велике штете у виду смањења прираста дендромасе (и преко 70% на годишњем нивоу - Вучковић М, Стаменковић В. 1991) и појаве девитализације и сушења стабала. Док губици у пољопривреди, изазвани неповољним климатским факторима, изазивају велику бригу друштва, у шумарству врло често остају непримећени иако изазвију крупне последице са привредног и еколошког аспекта (Вучковић М., Стаменковић В. 1991., 1995).

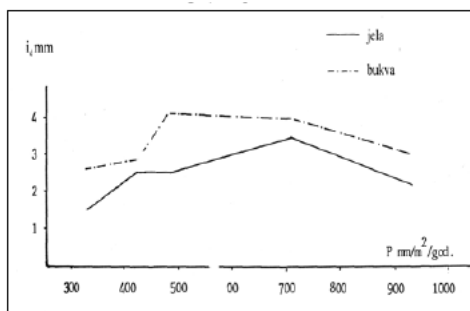
Процењујући могући утицај измена климатских услова на шуме Европе, Kellomäki et al. (2000) наводе да шуме наших простора припадају медитеранском типу за који је у будућности могућ следећи сценарио:

- повећање температуре ваздуха,
- појачан сезонски распоред падавина, са већом количином падавина у току зиме и екстремним летњим сушама.

Спонтано прилагођавање шума оваквим наглим климатским променама тешко би било остварљиво. Сматра се да је могуће да промене природних услова могу бити знатно брже од спонтане миграције врста шумског дрвећа (100 до 300 m годишње) што би



онемогућило природну сукцесију у корист термофилнијих врста и угрозило опстанак шума (Вучковић М., Раткнић М. 1997). Способност појединих врста дрвећа да се прилагоде повећању аридности није једнака. На основу европских (Pretzsch Н. 2002) и наших истраживања (графикон 3), може се закључити да буква, најзаступљенија врста дрвећа у нас, има већу толеранцију на смањење падавина у односу на смрчу и јелу са којима често гради мешовите састојине. С обзиром на изражене назнаке климатских промена, неопходно је обезбедити услове за обимнија истраживања ове врсте, јер је могући одговор шумарства на промену услова средине пропорционалан квантуму и квалитету информација о еколошким факторима и токовима раста и производности шумских састојина. Ово потврђује и став Котара који наводи да глобалне и локалне промене услова за раст условљавају промене у функционисању шумских екосистема, што се одражава и на производњу биомасе, па је "рад" екосистема могуће "проверавати" и на основу његове производне способности (Kotar 1996).



Граф. 3. Дебљински прираст јеле и букве ( $i_d$ ) у зависности од количине падавина ( $P$ )

Fig. 3. Fir and beech diameter increment ( $i_d$ ) subordinately of precipitation

### Узгојни и газдински аспект

Иако шумарски стручњаци имају обавезу да указују на велику опасност од погоршања услова средине, подручје на коме могу непосредно, стручно и независно да делују је подручје успостављања оптималних односа на релацији: услови средине - стање састојина (Вучковић М. 1994). Могућност минимизирања утицаја штетних фактора

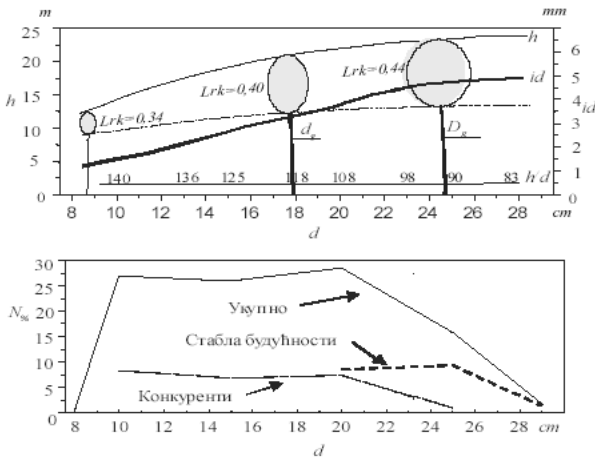
егзогене и ендегене природе је пре свега заснована на превентиви, односно на интензивирању стручних активности на подизању виталности, стабилности и отпорности шума.

Данас је сасвим извесно да се више не могу примењивати статични-шематски модели газдовања који не подлежу перманентном усавршавању и верификацији. Залагање за недовољно дефинисану оријентацију ка приближавању тзв. природној шуми са што мањим антропогеним утицајем, које се јавља као противтежа привредној функцији шума, такође није засновано на реалним друштвеним и биолошким претпоставкама. Стога је будућност савременог шумарства у изради параметаризованих модела газдовања (јасно дефинисаних и проводљивих), који ће у пуној мери уважавати услове и карактеристике раста шумског дрвећа. Данас је присутна диспропорција између интензитета истраживања услова станишта и интензитета истраживања појединих елемената раста привредно значајних врста дрвећа, коју карактерише велики број детаљно истражених фактора станишта и мали број показатеља прираста и приноса (Franz 1971, Вучковић 1993). Типизација шумских станишта треба да је усмерена ка дефинисању потенцијалне продукције. Поред осталог то подразумева израду "*Каталога типова расита*" најзначајнијих врста дрвећа на различитим стаништима, у циљу добијања неопходних информација са еколошког, узгојног и газдинског аспекта.

Важно средство за решавање различитих узгојних и газдинских питања-таблице прираста и приноса, имају ограничену примену пре свега због неусклађености са условима станишта и системима газдовања. Израда таквих таблица за локалне услове, због обимности и сложености истраживања, на нашим просторима је нажалост веома ретка. Новије таблице, које би могле наћи извесну примену у Србији су таблице за вештачки подигнуте састојине смрче које је за подручје БиХ израдио Маунага (Маунага З. 1999).

Као озбиљна алтернатива класичном гајењу шума, заснованом на Schädelin-овим и Leibundgut-овим постулатима, настало је газдовање (гајење) засновано на стаблима будућности (Abetz 1975, 1979, 1990, Johann 1983, Schütz 1996.). Овај концепт подразумева да се стручне активности планирају на бази дефинисаних модела раста и прираста за одговарајућу врсту дрвећа и станиште (Вучковић М. 1991) и мод-

ела оптималне изграђености састојина (Вучковић М., Стаменковић В. 1990, Вучковић М. 1994а, Вучковић et al. 2003, Вучковић М., Стајић Б. 2003а). При том је у процесу одлучивања потребно користити већи број параметара (изграђеност крошњи, степен виткости, карактер и тренд дебљинског прираста, дебљинску и висинску структуру и др.) у циљу реалног сагледавања стања састојине и њених узгојних потреба (графикон 4). Циљ оваквог приступа је са једне стране повећање квалитета и квантитета продукције, а са друге стране рационализација газдовања и смањење ризика у продукцијом процесу.



Граф.4. Висине (h), релативна дужина крошње ( $L_{rk}$ ), степен виткости ( $h/d$ ) и дебљински прираст ( $i_d$ ) различитих категорија стабала и њихово учешће у дебљинској структури састојине  
 Fig. 4. Height (h), relative crown length ( $L_{rk}$ ),  $h/d$  ratio and diameter increment ( $i_d$ ) of different tree categories and their participation in the stand diameter structure

Савремена оријентација европског шумарства ка мешовитим састојинама (изнуђена процесом дестабиловања чистих једнодобних састојина) отвара бројне нове непознанице о карактеристикама раста врста дрвећа које граде смешу и њиховим међусобним односима. Решавање питања интра и интерконкурентности, у циљу избегавања конфликтних ситуација у састојинама, захтева детаљно познавање висинског раста и раста крошњи у зависности од карактера мешовитости и нивоа толеранције појединих врста према различитим ограничењима у процесу раста.

Специфичности раста, продукције и виталности изданаких састојина захтевају значајан одклон од устаљених стереотипа у процесу дефинисања планова газдовања. Зато је неопходно дати одговор на основна питања: шта је биолошки могуће, а шта са привредног и еколошког аспекта целисходно? Одговори на ова питања значајно би променили концепцију газдовања, пре свега планове који се односе на негу састојина и дужину опходњи. Непознавање или недовољно уважавање карактеристика раста стабала и састојина, доприноси да се престареле састојине умањене ефикасности у испуњавању општекорисних функција недовољно јасно "идентификују". Као последица тога, мере неге и заштите оваквих састојина често неоправдано имају приоритет над мерама њихове обнове или превођења у високи узгојни облик. Последице које из тога проистичу огледају се у нерационалном коришћењу потенцијала станишта за продукцију дрвета, смањивању стабилности и еколошке ефикасности састојина, slabим ефектима улагања у мере неге и заштите, спонтаном подмлађивању углавном "агресивним", економски мало вредним врстама дрвећа и др. (Вучковић et al. 2000).

### **Остали привредни и друштвени аспекти**

На основу великог броја радова водећих истраживача раста и прираста европских шума и различитих метода истраживања (Spiecker et al. 1996, Preuhsler 1979, Abetz 1988, Pretzsch 1985, 1992; Eriksson, Johansson 1993, Schöpfer 1993, Spelsberg 1994, Becker et al 1994, Röhle 1995, Spiecker 1987, 1995, 1996, Unthelm 1996, Kauppi et al. 1992, Kuusela 1994) забележено је значајно повећање дрвне запремине као и убрзан раст шума на нашем континенту. То указује да се циљне димензије стабала достижу раније и на директну супростављеност захтевима за дужим опходњама, насталим у оквиру развоја концепције природе блиског шумарства. У случају убрзаног раста, како то наводе поменути истраживачи, доћи ће и до промена у физичким, механичким и технолошким својствима дрвета. Овакве промене утичу негативно на дрво неких дрвенастих врста као што су храст, смрча и бор (Grammel 1990), док с друге стране, предвиђено увећање ширине година доноси белом јасену различите технолошке предности (Spiecker 1999). Могуће миграције и промене у композицији дрвенастих врста на европском простору, у правцу повећања доминације тврдих

лишћара и удела тврдог дрвета, могу утицати на технике обраде дрвета, што у плановима будућих инвестиција у индустрији за прераду дрвета мора бити укалкулисано (Kellomäki et al. 2000). Исто тако, специфичне организације и установе ("Градско зеленило", Заводи за заштиту природе и др.) за одређена еколошка, привредна и техничка одлучивања требају информације о виталности и расту уличних и парковских стабала различитих дрвенастих врста и њиховом односу према нетипичним или снажно промењеним условима станишта.

Настави ли се даљи тренд наглих измена климатских услова на планети, дефинисање могућих сценарија реакције шума на тако измењене услове за њихов раст и опстанак имаће врло велики значај за шумарску политику. Тако, нпр. може доћи до повећане конкуренције између пољопривреде и шумарства, што пољопривредној и шумарској политици намеће потребу за успостављањем равнотеже у распоређивању заједничких ресурса за различите сврхе. С друге стране, промена нивоа продуктивности, тражи доношење релевантних политичких одлука, сагласно новонасталој измењеној тржишној, економској, привредној и еколошкој ситуацији. Са аспекта шумарске политике, изгледа сасвим рационално, указати на значај употребе дрвета као енергента и градивног материјала, сагласно прирасту и резервама дрвне масе. Изражене промене природних услова, динамике раста и укупних резерви дрвета указују на потребну адаптивност у политици газдовања шумским ресурсима и потребу правовремених корекција еколошког и економског вредновања шума.

## ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Ниво друштвених потреба за дрветом као сировином и енергентом и истовремено за шумом као ослоњем животне средине, одређује основне задатке и правце деловања савременог шумарства. Значај познавања раста стабала и састојина као индикатора њихове еколошке и привредне ефикасности, проистиче из чињенице да су сви позитивни ефекти шумских екосистема (пре свега, основна претпоставка опстанка живог света: апсорбовање  $\text{CO}_2$  и ослобађање кисеоника) везани за образовање органске материје у оквиру које доминира дендромаса. Жива дендромаса, али и бројни производи од дрвета са вишедеценијским периодом трајања, представљају огромно складиште

CO<sub>2</sub>, што доприноси ублажавању погубних последица масовне употребе фосилних органских материја, односно ублажавању последица ефекта стаклене баште. Према томе основна привредничка тежња шумарства за што већим и трајним прирастом дендромасе је у складу са обезбеђењем еколошке ефикасности шума. То значи да прираст дендромасе није само економски показатељ, већ и биоиндикатор испуњавања општекорисних функција шума. Шуме са малим прирастом дендромасе и присутним процесима разградње уместо апсорбера CO<sub>2</sub> и других штетних материја постају емитери CO<sub>2</sub> и азотних оксида и тако постају тзв. "зелене лажи" које више деценија пре појаве видљивих симптома пропадања не испуњавају своје основне функције. Стога је продукциони век стабала, односно састојина, неопходно ускладити са кретањем њихове производне и еколошке ефикасности, при чему коришћење елемената раста стабала и састојина као аргумента за дефинисање објективних критеријума може да допринесе избегавању бројних непотребних неспоразума на релацији привреда-животна средина.

Савремено шумарство има задатак да осигура реалну подлогу и програме газдовања шумама који повећавају ефикасност и стабилност шумских екосистема, односно њихову способност да трајно испуњавају бројне функције. Стога, истраживања раста и производности шума пре свега треба да су оријентисана на:

- организовање поуздане базе података о условима и карактеристикама прираста привредно значајних врста шумског дрвећа,
- израду модела раста најзначајнијих врста дрвећа у зависности од услова станишта, карактера смеше, порекла састојина,
- дијагнозу стања и прогнозу будућег прираста, посебно у угроженим деловима шумског фонда,
- дефинисање оптималног стања шумских састојина, засновано на познавању законитости раста стабала и састојина и фактора средине и
- истраживање карактеристика раста и нивоа толеранције врста дрвећа у мешовитим састојинама.

Испуњавање наведених приоритета је неопходна претпоставка решавања низа задатака:

- производно диференцирање и типизација шумских станишта у моделима раста налази поуздан ослонац,
- планирање мера неге, посебно интензивних поступака (нпр. селективне прореде) треба да се заснива на моделима раста стабала који су за ову сврху знатно погоднији од састојинских просека,
- утврђивање и квантифицирање међусобног деловања између структуре састојина и прираста стабала у чистим и мешовитим састојинама,
- утврђивање интензитета деловања стимулативних и ометајућих фактора, односно коришћење прираста као биоиндикатора деловања ових фактора.

Динамичне промене услова средине захтевају сазнања о начину и јачини деловања појединих фактора који те услове мењају. Данас, код нас постоји парадокс да се у шумарској стручној и научној јавности много пажње посвећује мониторингу бројних делујућих фактора, а да се знатно мање ради на стварању услова (кадрови, опрема) за опажање промена прираста као последице деловања тих фактора. Овакав приступ није у складу са суштином проблема и могућим начином његовог решавања, као и доминирајућим прилазима овом проблему у савременом европском шумарству. Анализа карактеристика и трендова прираста на низу објеката показује да се процеси девитализације (смањење функционалне способности) могу уочити и предвидети знатно раније од појаве окуларно видљивих симптома на стаблима. Стога се мора напустити став да сушење шума почиње у фази њиховог видљивог пропадања. Уместо тога потребно је применити методе детекције, које ће ову алармантну појаву откривати много раније, чиме ће се створити могућност спречавања или бар знатног смањења потенцијалних штета.

Да би бројни и сложени задаци модерног шумарства били успешно и ефикасно реализовани неопходно је потпуно дефинисати и сагледати природу везе између великог броја егзогених и ендогених фактора и раста и продукције шума, а затим ова знања искористити за управљање шумским екосистемима, њиховим фрагментима или чак појединачним стаблима.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Abetz P. (1988): Untersuchungen zum Wachstum von Buchen auf der Schwäbischen Alb. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung Jg. 159, 11/12, S.215-223.
- Abetz P. (1990): Müssen wir in der waldbaulichen Behandlung der Fichte wieder umdenken. Forstwissenschaftliches Centralblatt 109, S. 79-85.
- Abetz P. (1975): Die Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. AFZ 30, S. 666-667.
- Abetz P. (1979): Brauchen wir "Durchforstungshilfen"?. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 130, 11, S. 945-963.
- Altherr E. (1981): Erfahrungen bei der Anwendung quantifizierter Durchforstungshilfen in Buchenbeständen. AFZ 36, 22, S.552-554.
- Assmann E. (1961): Waldertragskunde. München. S. 490.
- Becker M, Nieminen T. M., Geremia F. (1994): Short-term variations and long-term changes in oak productivity in northeastern France. The role of climate and atmospheric CO<sub>2</sub>. Annales des Sciences forestieres 51, 5, P. 477-492.
- Berninger F. (1997): Effects of drought and phenology on GPP in *Pinus sylvestris*. A simulation study along a geographical gradient. Functional Ecology 11 (1), S. 33-42.
- Eriksson H, Johansson U. (1993): Yield of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in two consecutive rotations in southwestern Sweden. Plant and Soil 154, S. 239-247.
- Erteld W., Hengst E. (1966): Waldertragslehre. Neumann Verlag.
- Gadow, V. K. (2002): Waldwachstum. Beilage zur Vorlesung für das Sommer-semester. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie Georg-August-Universität, Göttingen, S.225.
- Grammel R. (1990): Zusammenhänge zwischen Wachstumsbedingungen und holztechnologischen Eigenschaften der Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt 109, S.119-129.
- Johann K. (1983): Ertragskundliche Auswirkungen der Auslezedurchforstung in Fichtenbeständen-ein Prognosemodell. Centralblatt ges. Forstwesen 100, 4, S. 226-246.
- Kauppy P. E., Mielikäinen K., Kuusela K. (1992): Biomass and carbon budget of European forests 1971 to 1990. Science 256: P. 70-74.



- Kellomäki S, Karjalainen T, Mohren F, Lapveteläinen T. (eds.) (2000): Expert Assessments on the Likely Impacts of Climate Change on Forests and Forestry in Europe. EFI Proceedings No. 34, P.120.
- Klepac D. (1961): Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Kotar M. (1979): Prirastoslovje. Biotehniška fakulteta. Ljubljana.
- Kotar M. (1996): Poznavanje lesoproizvodne sposobnosti gozdnih rastišë kot pogoj za kakovostne odloèiteve pri ravanju z gozdovi. Zbornik gozdarstva in lesarstva 50, s. 221-231.
- Kramer H. (1988): Waldwachstumslehre. Paul Parey. Hamburg-Berlin. 374. S
- Kriebitzsch W. U. (1991): Der Treibhauseffekt: Ursachen, Wirkungen und Folgen für den Wald. Forstarchiv, 62. Jahrgang, Heft 5, S. 179-182.
- Kuusela K. (1994): Forest Resources in Europe 1950-1990. European Forest Institute Research Report 1. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.; New York USA, P. 154.
- Leibundgut H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 110 Jg, Num. 3, S. 111- 124.
- Mitscherlich G. (1970): Wald, Wachstum und Umwelt, I. Bd.: Form und Wachstum von Baum und Bestand. Frankfurt a. M., 2. Aufl., 1978.
- Mitscherlich G. (1971): Wald, Wachstum und Umwelt, II. Bd.: Waldklima und Wasserhaushalt. Frankfurt a. M.: 2. Aufl., 1981.
- Mitscherlich G. (1975): Wald, Wachstum und Umwelt, III. Bd.: Boden, Luft und Produktion. Frankfurt a. M.
- Margolis H. A, Vezina L. P. (1990): Atmospheric CO<sub>2</sub>-enrichment and the development of frost hardiness in containerized black spruce seedlings. Can.J.For.Res. 20, P. 1392-1398.
- Pressler M.R. (1866): Der forstliche Zuwachs-borer und dessen Anwendung. Dresden.
- Pretzsch H. (1985): Wachstumsmerkmale süddeutscher Kiefernbestände in den letzten 25 jahren. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 65.
- Pretzsch H.. (1992): Zunehmende Unstimmigkeiten zwischen erwartetem und wirklichem Wachstum unserer Waldbestände. Forstwissenschaftliche Centralblatt 111, S. 366-382.
- Pretzsch H. (2001): Modellierung des Waldwachstums. Parey Buchverlag Berlin.

- Pretzsch H. (2002): Growth Reaction of Norway Spruce (*Picea Abies* (L.) Karst.) and European Beech (*Fagus silvatica* L.) to Possible Climatic Changes in Germany. A Sensitivity Study. Forstw. Cbl. 121, Supplement 1, 145-154
- Preuhlsler T. (1979): Ertragskundliche Merkmale oberbayerischer Bergmischwaldverjüngungsbestände auf kalkalpinen Standorten im Kreuth. Forstliche Forschungsberichte München 45.
- Röhle H. (1995): Zum Wachstum der Fichte auf Hochleistungsstandorten in Südbayern. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns. München. S. 272.
- Schöpfer W. (1993): Eine Schätzung des Nutzungspotentials der Wälder Baden-Württembergs. Forst und Holz 48, S. 148-155.
- Schütz J. P. (1996): Bedeutung und Möglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 147, 5, 315-349.
- Spelsberg G. (1994): Zum Höhenwachstum der Fichte in Nordrhein-Westfalen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 165, 4, S. 77-80.
- Spiecker H. (1987): Düngung, Niederschlag und der jährliche Volumenzuwachs einiger Fichtenbestände Südwestdeutschlands. Ergebnisse einer neuen methode der Zuwachsermittlung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 158, 4, S. 70-76.
- Spiecker H. (1999): Veränderungen des Wachstums der Wälder in Europa. Materialien zum Vertiefungsblock LB II, Institut für Waldwachstum, Universität Freiburg.
- Spiecker H., Mielikäinen K, Köhl M, Skovsgaard, J. (1996): Growth Trends in European Forests. Studies from 12 Countries. European Forst Institute Research Report No. 5, Springer, P.372.
- Spiecker H.. (1995): Growth dynamics in a changing environment - long-term observations. Plant and Soil 168-169, P. 555-561.
- Šebik L.(1985):Nauka o produkcii. Vysoka škola lesnicka a drevarska. Zvolen.
- Unthelm H. (1996): Has site productivity changed? A case study in the Eastern Swabian Alb, Germany. In: Spiecker H., Mielikäinen K, Köhl M., Skovsgaard, J. (1996): Growth Trends in European Forests. Studies from 12 Countries. European Forst Institute Research Report No. 5, Springer, S. 133-148.
- Vanselow K. (1948): Einführung in die Zuwachs und Ertragslehre. 3.verbesserte Auflage. Verlag Hermann Kayser, Inh. Fritz u. Carl Hildebrand. Keiserslautern.
- Vučković M. (1997): Conservation of economic and ecological role of forests on mt. Stara planina. Ekoman manageren geneering & Balcan eco federation. Ekoman, magazine of the international association for urban ecology I. P.85-87. Niš.

- Vyskot M. (1982): Mezinardni vyzkum produktivity, struktury a funkci lesnich ekosystemu. Les v krajine.
- Weck J.(1955):Forstliche Zuwachs und Ertragskunde. 2. Aufl. Radebeul und Berlin.
- Wenk G, Antanaitis V, Šmelko Š. (1990): Waldertragslehre. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.1. Auflage. Berlin. S. 448.
- Вучковић М., Стаменковић В. (1991): Утицај климатских екстремума на прираст и виталност стабала и шумских састојина. Гласник Шумарског факултета бр. 73 (страна 439-448). Београд.
- Вучковић М. (1994): Проблем девитализације шума са аспекта истраживања прираста стабала и састојина. Гласник Шумарског факултета бр.75-76. Београд. С.101-110
- Вучковић М. (1994): Регулисање простора за растење - услов правилног развоја, стабилности и високе продукције састојина. "Узгојно-биолошки и економски значај прореда у шумским културама и младим шумама", Ј.П: "Србијашуме", С.61-70, Београд.
- Вучковић М., Стаменковић В. (1995): Утицај егзогенних фактора на виталност јеле у једнодобним и разнодобним састојинама. Дрварски гласник 12-14. С.9-15
- Вучковић М., Раткнић М. (1997): Еколошки аспект привредне функције шума. Заштита животне средине градова и приградских насеља. Нови Сад, С. 241-246.
- Вучковић М., Раткнић М., Стаменковић В. (1998): Прираст шумског дрвећа као биоиндикатор деловања неких еколошких фактора. Пети конгрес еколога Југославије (1996). Екологија 33, С. 203-208
- Вучковић М. (2000): Задаци у области истраживања услова за повећање прираста и коришћења дендромасе са становишта савременог шумарства. Гласник Шумарског факултета бр.82, Београд. С.51-58
- Вучковић М., Стајић Б. (2001) : Истраживања прираста дендромасе као дела еколошког мониторинга. Заштита животне средине градова и приградских насеља И, 351-355, Нови Сад.
- Вучковић М., Стајић Б. (2003 б): Оцена стања састојина букве на бази основних елемената раста. Гласник Шумарског факултета бр. 87, С. 95-102, Београд.
- Вучковић М., Стајић Б. (2003а): Утицај промена климе на раст и виталност шума. "Заштита животне средине градова и приградских насеља." Нови Сад, 227-232.
- Вучковић М., Стајић Б., Стаменковић В. (2003) : Карактеристике раста и оптимална изграђеност вештачки подигнутих састојина дуглазије. Зборник радова са научног скупа "Перспективе развоја шумарства" Бања Лука. С. 9-15.

- Вучковић М., Стаменковић В. (2000): Задачи у области истраживања услова за повећање прираста и коришћења дендромасе са становишта савременог шумарства -сколошки аспект привредне функције шума. Гласник Шумарског факултета 82, 51-58, Београд.
- Вучковић М., Стаменковић В., Стајић Б. (2000): Елементи изграђености и раста изданаčkih састојина-неопходни параметри за дефинисање привредних и еколошких циљева. Шумарство 4-5, С.39-48.
- Ивановски Ц. (1991): Растеж и прираст на шумите. Универзитет "Кирил и Методиј". Скопје.
- Матић В. (1980): Прираст и принос шума. Сарајево.
- Ранковић Н. (1966): Економика шумарства. Шумарски факултет, Београд.
- Стаменковић В. (1974): Прираст и производност стабала и шумских састојина. Уџбеник. Београд.
- Стаменковић В., Вучковић М. (1988): Прираст и производност стабала и шумских састојина. Уџбеник. Београд.
- Стаменковић В., Вучковић М. (1992): Развој метода одређивања и примене прираста стабала и шумских састојина у газдовању шумама. Шумарство и прерада дрвета у Србији кроз вковсе. СИТ шумарства и индустрије за прераду дрвета Србије.

### Summary

The level of social demands for wood as raw material and energent and simultaneously the demand for forests as the environmental support, determines the major tasks and directions of modern life activities. The significance of the study of tree and stand growth, as the indicators of their ecological and economic efficiency, comes from the fact that the positive effect of forest ecosystem (primarily CO<sub>2</sub> absorption and oxygen release) is related to the formation of organic matter. The living wood volume, but also the numerous wood products with the several-decade long life, represents an immense store of CO<sub>2</sub>, which mitigates the hazardous consequences of the mass use of fossil organic matter, mitigation of greenhouse effect. Consequently, the basic aspiration for the higher and more constant wood volume increment is in harmony with the forest ecological efficiency. This means that wood volume increment is not only an ecological indicator, but also a bioindicator of the achievement of the forest multiple functions.

Forests with a low wood volume increment and an increased decomposition of organic matter, instead of CO<sub>2</sub> sinks become the emitters of CO<sub>2</sub> and nitrogen oxides. Such forests do not fulfil their main functions several decades before the visible symptoms of devitalisation. Consequently, the production life of trees, i.e. stands, should be harmonised with the range of their productive and ecological efficiency, in which the use of tree and stand growth elements, as the arguments for defining the objective criteria, can contribute to avoiding numerous unnecessary misunderstandings in the relation economy-environment.

The dynamic changes of environmental conditions require the study of the method and intensity of individual factors affecting these conditions. The analysis of the increment characteristics and trends in a series of forests shows that the devitalisation processes (reduction of functional capacity) can be detected (predicted) considerably before the occurrence of the ocularly visible symptoms on trees. Therefore, the attitude that forest dying begins with the phase of their visible degradation must be abandoned. Instead, it is necessary to apply the detection methods which will detect this alarming phenomenon much earlier and thus enable the prevention or at least a considerable decrease of potential damage.

To be able to realise the numerous complex tasks of modern forestry successfully and efficiently, it is necessary to define completely and to analyse the nature of the relation between numerous exogenous and endogenous factors of both forest growth and forest production and to implement this knowledge in the management of forest ecosystems, their fragments or even individual trees.