

Војислав Бајић
Милорад Даниловић

UDK: 630*242
Оригинални научни рад

ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОГИЈЕ ПРОРЕДНИХ СЕЧА У ИЗДАНАЧКИМ САСТОЈИНАМА БУКВЕ НА ПОДРУЧЈУ ЦРНОГ ВРХА

Извод: У раду су приказани резултати истраживања примене рационализоване технологије проредних сеча у изданачким састојинама букве. Истраживане су три основне технике проређивања: шематска, селективна и комбинована. У оквиру сваке од ових техника проредних сеча пројектоване су различите варијанте проређивања, које су се међусобно разликовале по степену израде, ширини сабирних линија и њиховом међусобном растојању. Примењени метод сече и израде је метод дебала или метод делова дебала, а организациона форма рада (1М+1Р). Сечу и израду карактерисале су две кључне радне операције: усмерено обарање и ручно прикупљање посеченог дрвног материјала. Правилним избором смера пада стабла значајно је олакшано ручно прикупљање, што је у значајној мери утицало на рационализацију целокупног процеса проређивања.

Кључне речи: техника проређивања, сеча и израда, технолошка шема, транспортна шема, рационализација

OPTIMISATION OF THINNING TECHNOLOGY IN BEECH COPPICE STANDS IN CRNI VRH REGION

Abstract: The application of rationalised thinning technology in beech coppice stands was studied. Three basic methods of thinning: schematic, selection and combined method were analysed. In the framework of each of the above thinning methods, different thinning varieties were designed, differing by the degree of crosscutting, width of gathering lines and their distance. The applied method of felling and crosscutting is the whole tree method or log method, and the form of work organisation (1M+1R). The felling and crosscutting are characterised by two key work operations: directed felling and manual collection of the felled wood material. Manual collection is made significantly easier by the correct selection of tree felling direction, which in turn affects significantly the rationalisation of the entire thinning process.

*др Војислав Бајић, ред. професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
др Милорад Даниловић, асистент, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд*

Key words: thinning method, felling and crosscutting, technological scheme, transport scheme, rationalisation

1. УВОД

У оквиру истраживања ширег обима која су вршена на подручју ШГ „Бољевац“, а нека су још у току, истраживане су и мере неге младих букових састојина, а међу њима прореде, као најделикатније мере узгојне природе. Један од аспеката проређивања који је истраживан имао је за циљ валоризацију технолошких метода проређивања.

Поменути непосредни задатак је проистекао из чињенице да су букове шуме најзаступљеније на овом подручју, како по површини, тако и по запремини и продукцији дрвета. Велики део ових састојина се налази у фази развоја у коме је нужно узгојним мерама утицати на даљи ток њиховог развоја.

Како су проредне сече под хипотеком тзв. „правила масе комада“, потребно је технолошке методе извођења проредних сеча прилагодити конкретним условима, тако да се истовремено задовоље више међусобно супротстављених захтева - биолошко-еколошки, са једне стране, и техничко-технолошки и економски захтеви, са друге.

Биолошко-еколошки аспект проређивања је у великој мери истражен и даје ефекте при апликацији. Међутим, проблем једновременог задовољења поменутих захтева и техничко технолошких и економских захтева је још увек недовољно истражен. Наведени разлози су у основи истраживања чији се део резултата саопштава у овом раду.

2. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је рационализација технологије и технике извођења проредних сеча, уз уважавање најбитнијих биолошко еколошких захтева који се пред реализаторе ових узгојних мера постављају. Технолошка и транспортна шема која ће бити предложена мора уважити у пуној мери могућности и ниво техничке опремљености шумарских организација. Овде се мисли на механизме за сечу и израду, као и за прву фазу транспорта, која се оцењује као кључна у технолошком процесу.

Поред основног циља, истраживања су створила услове и за сагледавање још неких значајних аспеката проређивања, а то су:

- степен и величина оштећења на преосталим стаблима, као последица извођења проредних сеча;
- утицај ширине и растојања сабирних линија на продуктивност рада;
- број стабала будућности која се при просецању сабирних линија уклањају из састојине, степен хуманизације рада и сл.

У овом раду ће се изнети само резултати који се односе на сечу и израду, с обзиром на могућности које су ауторима, са аспекта прописаног обима рада, дате.

3. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Примењени метод у истраживањима је производни експеримент. На издвојеним огледним пољима организовано је и изведено експериментално проређивање, у потпуности као у редовној производној пракси. Издвојено је укупно осам огледних површина, просечне површине око 0,25 *ha*.

У тренутку припреме производног експеримента, на свим огледним површинама извршено је трасирање сабирних линија различитих ширина (1, 1,5 и 2 *m*), на различитим међусобним растојањима, по којима ће се у првој фази транспорта привлачити проредни материјал. Површине између сабирних линија биле ширине 6, 10 и 14 *m*. Сва стабла на сабирним линијама су дозначена за сечу и посечена, како се то иначе ради при шематском проређивању, а на површинама између сабирних линија извршена је дознака стабала по селективном методу. При овако постављеној експерименталној производњи, адекватним укрштањем резултата добијених снимањем, омогућена је квантификација ефеката проређивања по све три технике проређивања - селективна, шематска и комбинована.

Сечу и израду обављала су два радника, у организационој форми (1М+1Р).

Примењени технолошки метод у експерименталном проређивању се у фази сече и израде карактерисао донекле измењеним поступком у односу на уобичајени. Наиме, радна операција „обарање стабла“ обављана је доследно у складу са унапред одређеним општим смером пада стабала. Поред тога, у фазу сече и израде уведена је нова радна операција „ручно прикупљање дебала“. У оквиру ове радне операције, секач и његов помоћник су израђена дебла или делове дебала, ручно приносили и слагали у снопове на сабирној линији. На овај начин су сакупљани израђени сортименти са сабирних линија и са површина између њих. Ова радна операција је стварала улове за ефикасно механизовано привлачење проредног материјала. Сеча и израда дрвних сортимената је, дакле, обухватала следеће радне операције:

- прелаз од стабла до стабла;
- припрема радног места;
- сеча стабала;
- усмерено обарање стабала;
- кресање грана и евентуално пререзивање дебла;
- чишћење и уклањање дрвног материјала са влака;
- ручно прикупљање дебала.

У току извођења експерименталне производње, извршена су потребна снимања и мерења производних и других параметара од значаја за истраживање. Подаци снимања, као и други релевантни подаци, били су основа за даља истраживања.

3.1 Метод прикупљања података

Снимање елемената фазе рада „сеча и израда“ вршено је засебно за свако огледно поље. Примењени метод нормирања био је метод фотохронометраже, а мерење трајања радних операција обављано је проточном методом. Трајање радних операција (са тачношћу читавања до на једну секунду) уношено је у унапред припремљене снимачке листове за ову прилику.

3.2 Метод обраде података

Метод обраде података састојао се у:

- обрачуну снимачких листова;
- разврставању стабала по дебљинским степенима;
- израчунавању трајања радних операција (прелаз од стабла до стабла, припреме, сече, обарања, кресања грана, ручног прикупљања);
- провери статистичке значајности разлика времена трајања радних операција, између две различите технике проређивања;
- провери статистичке значајности разлика времена израде, између две различите технике проређивања;
- провери статистичке значајности разлика времена ручног прикупљања проредног материјала са простора различитих ширина сабирних линија;
- установљењу зависности времена времена трајања радних операција од пречника стабла;
- установљењу зависности времена израде од пречника стабла.

4. РЕЗУЛТАТИ РАДА И ЊИХОВА АНАЛИЗА

Подаци из обрачунатих снимачких листова били су предмет математичко-статистичких анализа. Обрачун снимачког листа подразумевао је израчунавање трајања радних операција, као и времена застоја у току рада за оба метода проређивања, као и установљење количине израђених сортимената.

Уважавајући специфичности рада при различитим техникама прореда, испитана је статистичка значајност разлика између времена израде за сечу на сабирним линијама (шематске прореде) и на површинама између њих (селективне прореде), као и значајност разлика у времену приношења и слагања проредног материјала на различитим ширинама сабирних линија у оквиру шематске прореде.

На основу резултата анализе варијансе произлази, да између времена израде (без времена прелаза и успоставе шумског реда) за шематску и селективну технику проређивања не постоје статистички значајне разлике. Разлике, такође, не постоје ни између времена приношења и слагања проредног материјала на сабирним линијама различитих ширина у оквиру шематске прореде (табела 1).

Табела 1. Резултати статистичког теста (LSD-test)

Table 1. Results of the statistical test (LSD-test)

Техника проређивања Thinning method	F	Средња вредност Mean value	Хомогена група Homogeneous group
Шематска	0,06	28,01	x
Селективна		29,76	x
Ширина сабирних линија	F	Средња вредност	Хомогена група
2 m	0,51	7,51	x
1,5 m		10,07	x
1 m		10,68	x

Легенда:

t_i - време сече и израде (без времена прелаза и успоставе шумског реда) ($min \cdot m^{-3}$)
 $d_{1,3}$ - пречник стабла (cm)

Табела 2. Резултати регресионе анализе

Table 2. Results of regression analysis

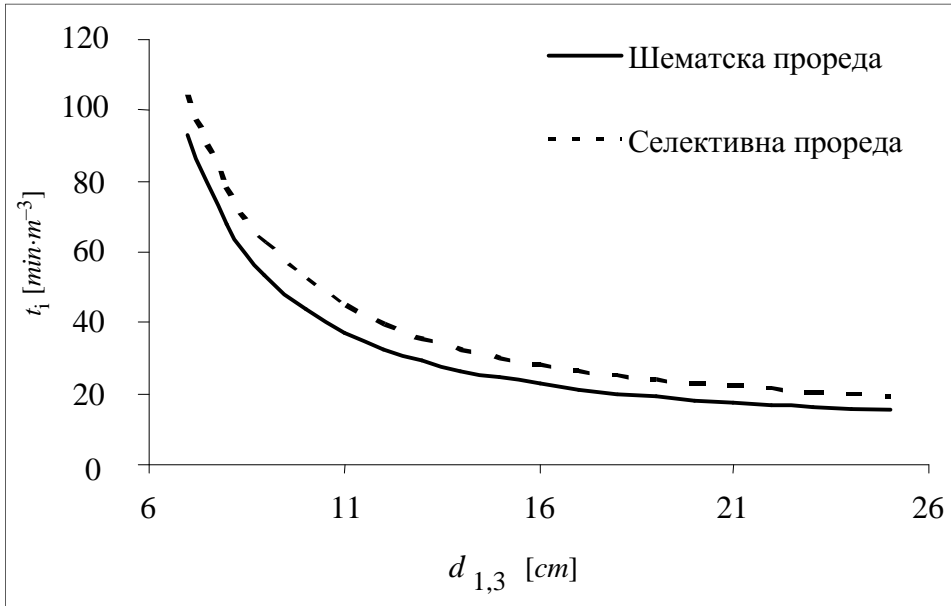
Радне операције Work operations	Техника проређивања Thinning method	F	Средња вредност Mean value	Хомогена група Homogeneous group
Време ручног прикупљања	$t_i = e^{2,07 + \frac{18,14}{d_{1,3}}}$	1,52	8,68	x
	Селективна		11,72	x
Време кресања грана	1	2,86	10,96	x
	$t_i = e^{2,07 + \frac{18,14}{d_{1,3}}}$		14,18	x
Време сече	1	0,1	3,89	x
	$t_i = e^{2,07 + \frac{18,14}{d_{1,3}}}$		4,04	x

Просечно утрошено време за приношење и слагање проредног материјала је нешто мање на ширим сабирним линијама, што се и очекивало, с обзиром на повољније услове за манипулацију проредним материјалом. Подаци извршених мерења су обједињени и као такви коришћени су за установљење законитости.

На основу елемената извршених статистичких анализа (зависности времена израде при различитим техникама проредних сеча од пречника стабла), може се закључити да време израде јединице производа значајно опада са повећањем пречника стабла. Параметри функције у свим случајевима су прецизно оцењени, што показује t -тест. Такође, коефицијент корелације је сигнификантан и показује веома чврсту повезаност променљивих (табела 2).

На графикону 1 приказан је графички облик зависности времена израде од пречника стабла за шематску и селективну технику проређивања.

Време израде шумских сортимената по дебљинским степенима приказано је у табели 3.



Графикон 1. Зависност времена израде (без времена прелаза и успоставе шумског реда) од пречника стабла за шематску и селективну технику проређивања

Diagram 1. Dependence of the time of crosscutting (without the time of transition and forest order establishment) on tree diameter for schematic and selection thinning

Табела 3. Време израде
Table 3. Time of cross-cutting

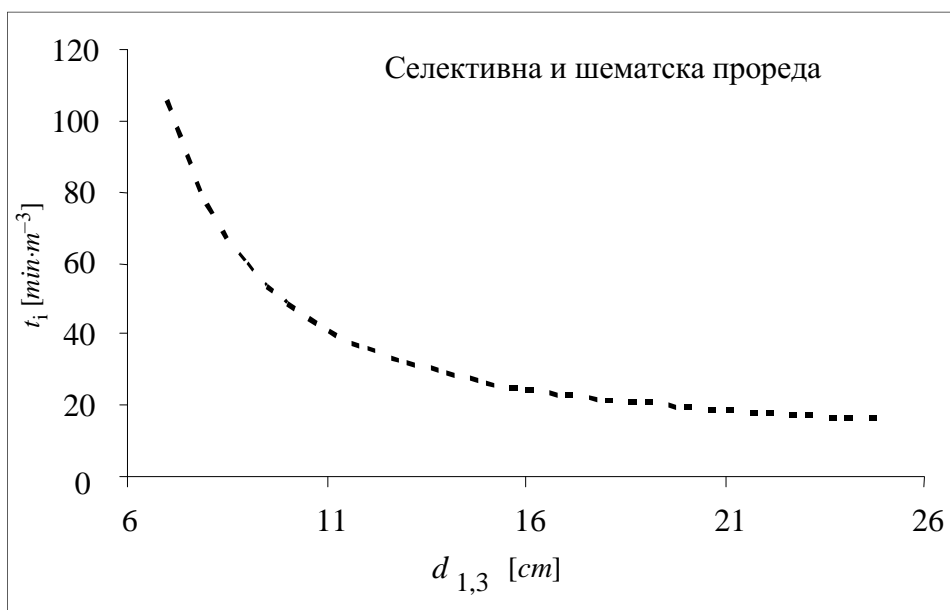
Радне операције Work operations	Техника проређив Thinning metho
Време ручног прикупљања	Шематска
	Селективна
Време кресања грана	Шематска
	Селективна
Време сече	Шематска
	Селективна
Време припреме	Шематска
	Селективна

На основу резултата анализе варијансе, које је извршено на нивоу значајности 95%, произлази да између времена ручног прикупљања и слагања проредног материјала, времена сече, времена обарања, времена кресања грана за шематску и селективну технику проређивања не постоје статистички значајне разлике. Између времена припреме у оквиру истраживаних техника проређивања, статистички значајне разлике постоје (табела 4).

Функције зависности времена трајања радних операција од пречника стабла, добијене су на основу обједињених података за

оба метода проређивања, с обзиром на резултате анализе варијансе. Време радних операција: ручно прикупљање проредног материјала, кресање грана, сеча припрема као и обарање, опада са повећањем пречника стабла (табела 5).

На графикону 4 приказани су графички облици зависности трајања радних операција од пречника стабла.



Графикон 2. Зависност времена израде (без времена прелаза и успоставе шумског реда) од пречника стабла

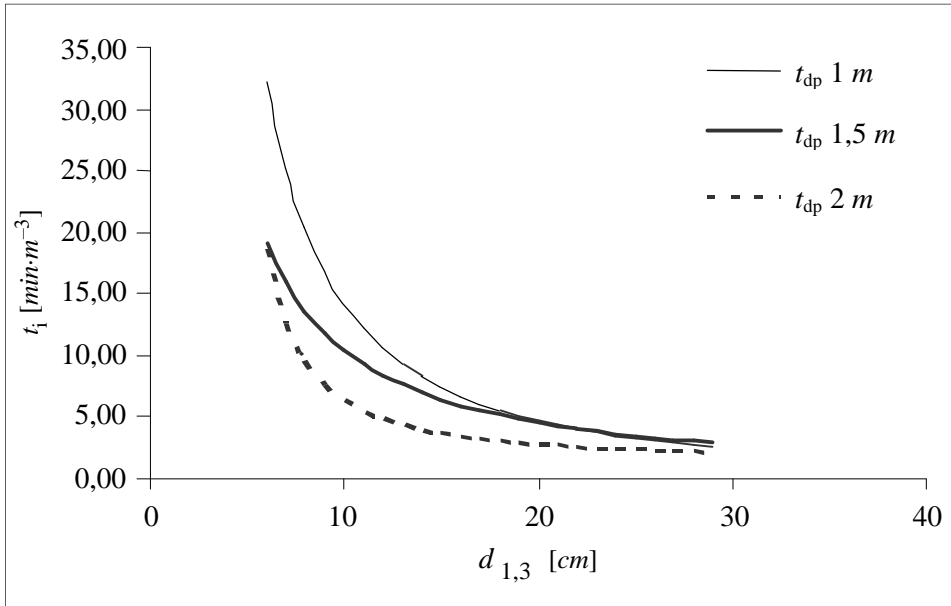
Diagram 2. Dependence of the time of crosscutting (without the time of transition and forest order establishment) on tree diameter

Табела 4. Резултати статистичког теста (LSD-test)

Table 4. Results of statistical test (LSD-test)

Радне операције Work operations	Техника проређивања Thinning method	F	Средња вредност Mean value	Хомогена група Homogeneous group
Време ручног прикупљања	Шематска	1,52	8,68	x
	Селективна		11,72	x
Време кресања грана	Шематска	2,86	10,96	x
	Селективна		14,18	x
Време сече	Шематска	0,1	3,89	x
	Селективна		4,04	x
Време припреме	Шематска	4,87	3,12	x
	Селективна		6,40	x
Време обарања	Шематска	0,24	10,90	x
	Селективна		8,92	x

Један број добијених резултата је у извесној мери неочекиван. Могло се очекивати да ће шематска техника проређивања као резултат дати најкраће, а селективна техника најдуже време израде по јединици производа. Сагласно том очекивању, комбинована техника би се по трајању налазила негде између та два времена израде.



Графикон 3. Зависност времена ручног прикупљања и слагања проредног материјала од пречника стабла на сабирне линије различитих ширина

Diagram 3. Dependence of the time of manual gathering and piling the thinning material on gathering lines of different width, on tree diameter

Резултати истраживања, међутим, показују да снимљени подаци за све радне операције, изузев радне операције „припрема“, припадају истом статистичком скупу.

Наведене околности могу довести до извесних недоумица, па је с тога потребно је дати прецизно тумачење добијених резултата.

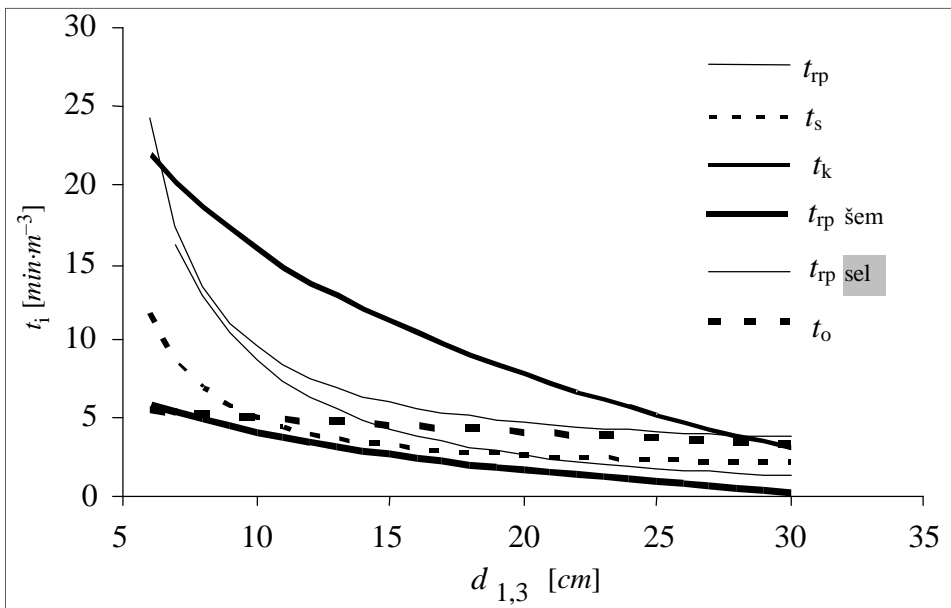
При сечи и изради на сабирним линијама (шематско проређивање) у условима експерименталне производње, поред осталог, стварани су услови за несметано механизовано привлачење проредног материјала. Из тог разлога, водило се рачуна да се приликом сече стабала она одсеку што ниже, практично до земље, да пањ не би био сметња при привлачењу. Такође, све гране које су остале после кресања, склањане су са сабирне линије, из истих разлога. То је у основи разлог за повећање трајања времена израде, у односу на оно без извођења додатних радова.

Селективно проређивање, само по себи, није могуће ефикасно извести без механизованог привлачења проредног материјала. Селективним проређивањем у оквиру ових истраживања названа је сеча и израда проредног материјала на површинама између сабирних линија, тако да су ови проредни захвати били изведени ефикасније него што би то било могуће при класичном селективном проређивању.

Табела 5. Резултати регресионе анализе

Table 5. Results of regression analysis

Радне операције Work operations	Техника проређивања Thinning method	F	Средња вредност Mean value	Хомогена група Homogeneous group
Време ручног прикупљања	Шематска	1,52	8,68	x
	Селективна		11,72	x
Време кресања грана	Шематска	2,86	10,96	x
	Селективна		14,18	x
Време сече	Шематска	0,1	3,89	x
	Селективна		4,04	x
Време припреме	Шематска	4,87	3,12	x
	Селективна		6,40	x
Време обарања	Шематска	0,24	10,90	x
	Селективна		8,92	x



Графикон 4. Зависност трајања радних операција од пречника стабла

Diagram 4. Dependence of the time of work operations on tree diameter

Легенда:

- t_{rp} - време ручног прикупљања материјала
- t_s - време сече
- t_k - време кресања грана

Коначно, с обзиром на резултате истраживања који су довели до обједињавања података снимања при рачунању времена израде, афирмише се у пуној мери комбинована техника проређивања, као техника компромиса. Ова техника обједињује предности шематске и селективне технике, а у истој мери избегава њихове недостатке. Овом техником се у највећој мери задовољавају захтеви који су постављени пред ова истраживања.

5. ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених истраживања ефикасности примењених техника проређивања у младим буковим састојинама на подручју ШГ „Бољевац“, могу се извести следећи закључци:

- између времена израде за шематску и селективну технику проређивања не постоје статистички значајне разлике;
- између времена приношења и слагања проредног материјала на сабирне линије различитих ширина у оквиру шематске прореди не постоје статистички значајне разлике. Из тих разлога, подаци извршених мерења су обједињени и као такви коришћени за установљење законитости;
- на основу извршених статистичких анализа и одговарајућих тестова, може се закључити да време израде јединице производа значајно опада са повећањем пречника стабла;
- на основу резултата анализе варијансе произлази, да између времена ручног прикупљања проредног материјала, времена сече, времена обарања, времена кресања грана за шематску и селективну технику проређивања не постоје статистички значајне разлике;
- између времена припреме у оквиру истраживаних техника проређивања, постоје статистички значајне разлике;
- резултати истраживања недвосмислено указују да комбинована техника проређивања у потпуности испуњава захтеве постављене пред овако спроведена истраживања.

ЛИТЕРАТУРА

- Бајић В. (1993) : *Важнији фактори који утичу на избор технолошког метода проређивања*, „Узгојно-биолошки и економски значај прореди у шумским културама и младим шумама“, Београд (71-76)
- Бајић В. (2003): *Техника и технологија извођења сеча при различитим узјоним захватима у буковим шумама*, Шумарство 1-2, СИТШИПДС, Београд (187-196)
- Бајић В., Даниловић М. (1999): *Истраживање зависности времена сече и израде дрвних сортимената од пречника на јрсној висини и старости стабала у храсиовој рабовим састојинама*, Шумарство 3-4, СИТШИПДС, Београд

- Бајић В., Даниловић М.(2003): *Advancemen of thinning technology on the basis of mechanisation*, Международна научна конференција „50 година лесотехнически универзитет“, Сборник, Софија (161-166)
- Bucking M. (1994): *Reducing the amount of industrial-grade wood with mechanized thinning of spruce*, Forsttechnische-Informationen № 12 (142-144)
- Gornowicz R. (1990): *Effect of technology used on the labour consumption of wood harvesting during tending fellings in young Scots pine stands*, Lesnic twor. 3-15, Poznan
- Николић С. (1993): *Искоришћавање шума*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд
- Николић С., Бајић В., Ђоковић П. (1995): *Технолошко економски аспекти сеча неће у буковим шумама*, Шумарство 1-2, СИТШИПДС, Београд (37-45)
- Стефановић Б., Бајић В.(1998): *Утицај растојања сабирних линија на продуктивност рада при проредивању у равничарским шумама*, Шумарство 5-6, СИТШИПДС, Београд (9-19)

Vojislav Bajić
Milorad Danilović

OPTIMISATION OF THINNING TECHNOLOGY IN BEECH COPPICE STANDS IN CRNI VRH REGION

Summary

In Serbia the most represented forests are beech, both by area, and by volume. A significant percentage of these stands are in the growth stage when their further development should be directed by silvicultural measures. The results of this study should contribute to the rationalisation of thinning technology and method, with simultaneous meeting of several conflicting requirements – biological-ecological on the one hand and technical-technological and economic requirements on the other hand. The study was based on the application of two different thinning methods (schematic and combined).

The results of the analysis of variance show that there is no statistically significant difference between the times of crosscutting (without the time of transition and forest order establishment) in schematic and selection thinnings. Also, there is no difference between the time of gathering and piling of the thinning material on gathering lines of different widths within the schematic thinning.

The duration of work operations: manual gathering of thinning material, debranching, as well as felling, increases with the increase of tree diameter.

In the felling and processing on the gathering lines (schematic thinning), the conditions are provided for mechanised skidding of thinning material. For this reason, it is necessary to cut the trees for felling as low as possible, so that the stump is not an obstacle in skidding. Also for the same reason, all branches remaining after trimming are removed from the gathering line. This is the main reason of the prolonged time of crosscutting, compared to that without the performing of additional operations.

Selection thinning performed in this study denotes the felling and crosscutting of the thinning material on the areas between the gathering lines, so that these thinning operations are performed more efficiently than it is possible in the classical selection thinning.

Finally, based on the study results in which the monitoring data were unified in the computation of the time of crosscutting, the combined method of thinning is fully affirmed as the compromise method. This method unifies the advantages of the schematic and selection methods, and avoids their disadvantages to the same extent. It can be concluded that the duration of crosscutting of unit product increases significantly with the increase of tree diameter.