

Радован АКИМОВСКИ
Драган НАСТЕСКИ

ПРИДОНЕС КОН РЕШАВАЊЕ НА ПРОБЛЕМОТ ЗА ОТВОРАЊЕ НА ШУМИТЕ СО ПРИМАРНА ПАТНА МРЕЖА

1. ВОВЕД

Поимот „современо стопанисување со шумите“ неразделно е поврзан со начинот и степенот на отвореност на шумата, која треба да обезбеди трајно подобрување на нејзините производствени и експлоатациони можности. На оваа вонредно значајна улога, која отворањето на шумите ја има во современото шумско стопанство, несомнено ќе може комплетно да одговори само една добро испланирана и проектирана мрежа на шумски патишта. Според својата функција што ја врши во отворањето на шумата, патната мрежа се дели на примарна и секундарна.

Примарната патна мрежа има задача да обезбеди оптимални услови за превоз на дрвото од времените склади во шумата до консумационите центри на шумските сортименти. Оваа мрежа на шумски патишта е позната и под името „основна“, односно „главна“, а ја сочинуваат сите шумски патишта по кои се врши камионски превоз на шумските сортименти.

Појдовна основа во планирањето за отворање на шумите со примарна патна мрежа, односно со мрежа на шумско-камионски патишта, е утврдување на густината на патната мрежа со која шумата треба да се отвори. Како што е познато, густината на патната мрежа се изразува со бројот на должни метри шумски патишта на шумска површина од еден хектар (m/ha). Меѓутоа, една шума може да биде отворена со најразлични густини на патната мрежа, па уште пред да се почне со планирањето се поставува прашањето: која е таа густина што треба да се уважи како меродавна? Генералниот одговор на ова прашање гласи: „Тоа е онаа густина која ќе обезбеди вкупните трошоци на сите работи во комплексната шумско-стопанска дејност да бидат минимални“. Оваа густина е наречена „оптимална густина“. Според тоа, основен проблем во планирањето и проектирањето на примарната патна мрежа е определувањето на нејзината оптимална

густина. Се разбира, тука е и проблемот за правилен просторен распоред на патната мрежа по шумската површина, а успешното решавање на овој проблем директно зависи од способноста и искуството на проектантот.

2. ОПТИМАЛНА ГУСТИНА НА ПРИМАРНАТА ПАТНА МРЕЖА

Во практичното решавање на проблемот за оптимална густина на примарната патна мрежа во еден шумски комплекс, во чиј состав влегуваат една или повеќе шумско-стопански единици, доминантна улога имаат оние фактори кои директно влијаат врз трошоците во транспортниот процес, изразени по единица производ, односно во динари по еден кубен метар ($\text{дин}/\text{m}^3$). Тоа се следните фактори: прирастот на дрвната маса на хектар, карактеристиките на теренот, трошоците за дотур на дрвото до камионскиот пат и трошоците за градење и одржување на шумските патишта. Покрај наведените фактори врз оптималната густина определено влијание има и начинот на кој е организиран дотурот. Тој може да биде организиран на два начина:

а) Од целата шумска површина што се наоѓа меѓу два камионски пата дрвото се дотура надолу кон едниот камионски пат, односно само од горната страна на патот;

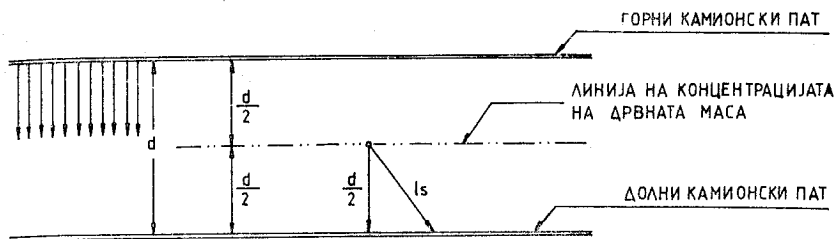
б) Од целата шумска површина што се наоѓа меѓу два камионски пата дрвото се дотура делумно надолу кон едниот и делумно нагоре кон другиот камионски пат, односно и од горната и од долната страна на патот.

При анализирањето на проблемот условно е земено дека патиштата во состав на мрежата се партлелни, а нивното меѓусебно растојание константно.

2.1. Анализа на случајот за организирање на дотурот надолу

Во овој случај се тргнува од претпоставката дека целокупната дрвна маса што се дотура надолу, до камионскиот пат, е концентрирана на тежишната линија која оди точно по средината меѓу камионските патишта (сл. 1). растојанието меѓу патиштата оди по линијата на најголемиот наклон на теренот, односно управно на изохипсите (d на сл. 1). Од тежишната линија или линијата на концентрацијата на дрвната маса, дрвото се дотура со трактори по тракторски патишта (влеки) надолу, до камионскиот пат. Средната должина на тракторскиот пат (средната далечина на дотурот l_s на сл. 1) може да има најразлични вредности што зависи од конфигурацијата и стрмината на теренот, како и од просечниот наклон на тракторскиот пат. При еднолични и релативно благи терени (до 20%), средната далечина на дотурот може да добие вредност која е еднаква на половината од растојанието меѓу камионските патишта ($s_s = d/2$), односно вредност која претставува апсолутна минимална средна далечина на дотурот.

Во наши услови тоа може да се појави само како исклучок, бидејќи нашите шуми се расположени на прилично стрми и испресечени планински терени.



СЛ. 1

Растојанието меѓу камионските патишта зависи од густината на патната мрежа, а оваа зависност е искажана со следната хиперболична равенка:

$$d = \frac{10\,000}{x} [m] \quad (1)$$

d = растојание меѓу камионските патишта во m ;
 x = густина на патната мрежа во m/ha .

Средната далечина на дотурот l_s може да се определи по равенката:

$$l_s = \varphi \cdot \frac{d}{2} [m] \quad (2)$$

φ = коефициент на развивање на тракторскиот пат.

Коефициентот на развивање на тракторскиот пат, како што е нагласено, зависи од стрмината на теренот мерена управно на изохипсите и од просечниот наклон на тракторскиот пат. Овој коефициент практично секогаш е поголем од единица, а може да се определи по равенката:

$$\varphi = \frac{i_r}{i_n} \quad (3)$$

во која симболите го имаат следново значење:

- = наклон на теренот мерен управно на изохипсите во %;
- = просечен наклон на тракторскиот пат во %.

Ако во равенката за средната далечина на дотурот (2) се замени растојанието меѓу камионските патишта со својата вредност искажана во равенката (1), ќе се добие нова равенка во која средната далечина на дотурот се појавува како функција на густината на патната мрежа. Таа равенка гласи:

$$I_s = \frac{\varphi \cdot 10\,000}{2x} \quad (4)$$

Сумароните трошоци што го товарат 1 m^3 дрвна маса до-турена до камионскиот пат, а кои се во функција на густината на камионската патна мрежа, се состојат од трошоците за камионските патишта и трошоците за дотур на дрвото, односно

$$T_x = T_{\text{пх}} + T_{\text{дт}} \text{ (дин/м}^3\text{)} \quad (5)$$

$T_{\text{пх}}$ = трошоци за шумски патишта од примарната патна мрежа во дин/ m^3 ;

$T_{\text{дх}}$ = трошоци за дотур на дрвото во дин/ m^3 .

Трошоците за шумски патишта од примарната патна мрежа во дин/ m^3 се определуваат по следнава равенка:

$$T_{\text{пх}} = \frac{T_{\text{п}} \cdot x}{p} \quad (6)$$

$T_{\text{п}}$ = просечни огдишни трошоци кои произлегуваат од изградбата (амортизација) и редовното и инвестиционото одржување на патот во дин/ m ;

x = густина на патната мрежа во m/ha ;

p = годишен прираст во m^3/ha .

Трошоците за дотур на дрвото во функција на густината на патната мрежа може да се определат по следната општа равенка:

$$T_{\text{дх}} = t \cdot T_{\text{сд}} \text{ (дин/м}^3\text{)} \quad (7)$$

t — време за дотур на 1 m^3 со средството кое се примеува во дотурот (обично универзален или зглобен трактор) во часови;

$T_{\text{сд}}$ — трошоци кои резултираат од рботата на применуваното средство за дотур во динари по еден погонски час (дин/час).

Времето за дотур на дрвото изразено во часови по 1 m^3 мотурено дрво (час/ m^3) се состои од времето за собирање на дрвото до тракторскиот пат и влечењето на формираниот товар по тракторскиот пат надолу што е искажано со следнава равенка:

$$t = t_{\text{с}} + t_{\text{в}} \text{ (час/м}^3\text{)} \quad (8)$$

$t_{\text{с}}$ = време за собирање на дрвото до тракторскиот пат во час/ m^3 (собирањето се врши од горната и долната страна на тракторскиот пат со челично јаже кое се намотува и одмотува на чекрк монтиран на тракторот);

$t_{\text{в}}$ = време за влечење на дрвото по тракторскиот пат во час/ m^3 .

Според бројните истражувања вршени од разни автори, а и според своите сопствени истражувања, и едното и другото време

се дефинираат со линеарна зависност од должината на собирањето, односно влечењето. Таа зависност е искажана со линеарни равенки од типот:

а) за собирање: $t_c = c \cdot l_c + d$

б) за влечење: $t_b = m \cdot l_s + n$

Бидејќи должината на челичното јаже со кое се собира дрвото до тракторскиот пат е фиксна, средната должина за собирање практично претставува константна големина во износ $1/2$ од должината на јажето. На пример, ако должината на јажето изнесува 70 m (случајот со јажиња монтирани на зглобните трактори ЛКТ—80) тогаш средната должина за собирање се изнесува 35 m. Според тоа, за едно конкретно механичко средство кое се применува за собирање и влечење на дрвото, времето за собирање ќе претставува фиксна вредност, се разбира, за определени теренски услови.

Согласно на напред изнесеното, вкупното време за дотур на дрвото ќе може да се изрази само како функција на средната далечина на дотурот (влечењето по тракторскиот пат) по линеарната равенка која гласи:

$$t = a l_s + b \quad (\text{час/м}^3) \cdot (q)$$

a = параметар кој зависи од потрошувачката на време за возење на тракторот без товар и со товар во процесот на правеењето на една тура: (за трактор ЛКТ—80 и дотур надолу $a=0,00039$);

b = параметар кој зависи од потрошувачката на време за собирање на дрвото, за товариње и растоварување на тракторот. (за работа со трактор ЛКТ—80 $b=0,19$).

Ако во равенката (9) се замени средната далечина на дотурот l_s со својот вредносен израз, искажан како функција на густината на патната мрежа (4), тогаш вкупното време за дотур на дрвото ќе се дефинира со следнава равенка:

$$t = \frac{a \cdot \varphi \cdot 10\,000}{2x} + b \quad (\text{час/м}^3) \quad (10)$$

Со замена на ова време во равенката (7) ќе се добие азвиена равенка за определување на трошоците за дотур на дрвото во функција на густината на патната мрежа која гласи:

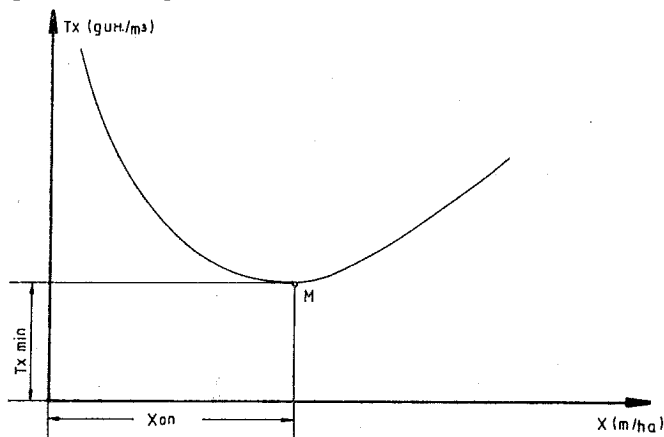
$$T_{dx} = \frac{a \cdot \varphi \cdot 10\,000}{2x} + b \cdot T_{cd} \quad (\text{дин/м}^3) \quad (11)$$

Со сумируњето на трошоците за шумски патишта и трошоците за дотур на дрвото изразени со равенки (6 и 11), ќе се добие конечната практично употреблива равенка за определување на

трошоците што го товарат 1 m^3 дрвна маса дотурена до камионскиот пат, а кои се во функција на густината на камионската патна мрежа. Таа равенка гласи:

$$T_x = \frac{T_n \cdot x}{p} + \left(\frac{a \cdot \varphi \cdot 10\,000}{2x} + b \right) \cdot T_{cd} \quad (\text{мин/м}^3) \quad (12)$$

Грфички е претставена оваа функција на сл. 2.



Сл. 2

Од равенката (12), односно од нејзиниот графички приказ, (сл. 2), произлегува дека трошките за дотур на дрво до камионскиот пат во дин/м^3 , кои се само во функција на густината на патната мрежа, се однесуваат по следнава закономерност: со порастот на густината, почнувајќи од нулата, тие опаѓаат, но, само до една определена густина, а потоа почнуваат да растат. Густината која одговара на најниската вредност на функцијата, односно на минималните трошоци, ја претставува оптималната густина на патната мрежа ($x_{оп}$). Конкретниот аналитички израз (формула) за определување на оптималната густина на патната прежа ќе се добие со примена на теоријата за екстремни вредности на функции. За оваа цел функцијата (12) ќе ја прикажеме во следниов облик:

$$T_x = \frac{T_n}{p} \cdot x + \frac{a \cdot \varphi \cdot 10\,000}{2x} \cdot T_{cd} + b \cdot T_{cd} \quad (\text{мин/м}^3)$$

Првиот извод на оваа функција, која за екстремната вредност на функцијата е еднаков на нула, гласи:

$$\frac{dT_x}{dx} = \frac{T_n}{p} - \frac{a \cdot \varphi \cdot 10\,000 \cdot T_{cd}}{2x^2} = 0 \quad (13)$$

Со решавањето на оваа равенка (13) по независно променливата големина x ќе се добие бараната формула за определу-

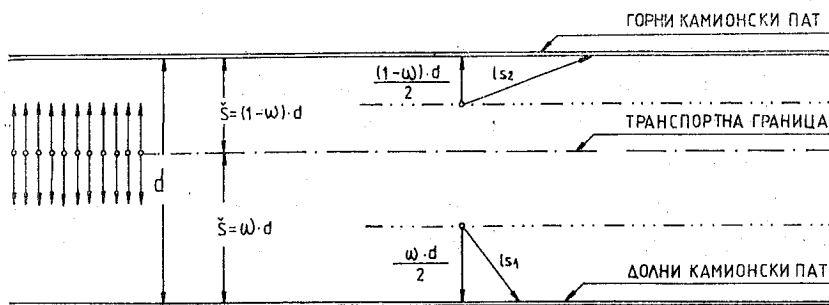
вање на оптималната густина на примарната шумска патна мрежа (Хоп). Таа формула гласи:

$$x_{оп} = 100 \sqrt{\frac{a \cdot \varphi \cdot T_{сд} \cdot p}{2 \cdot T_{п}}} \quad (\text{м/ха}) \quad (14)$$

- Хоп — оптимална густина на примарната патна мрежа во м/ха;
 а — параметар кој зависи од потрошувачката на време за возење на тракторот без товар и со товар во процесот на правењето на една тура;
 γ — коефициент на развивање на тракторскиот пат;
 Т_{сд} — трошоци на средството за дотур (трактор со послугата) по еден погонски час (дин/час);
 Т_п — просечни годишни трошоци за камионскиот пат во дин/м.
 р — годишен прираст на дрвната маса во м³/ха.

2.2. Анализа на случаот за организирање на дотурот делумно надолу кон едниот и делумно нагоре кон другиот камионски пат

Во овој случај шумскиот појас помеѓу двата камионски пата кои се наоѓаат на растојание „d“ се дели на два дела. Границата на овие два дела е наречена транспортна граница, бидејќи таа ја претставува онаа линија од која дотурот на дрво ќе се врши во две насоки, односно во насока надолу, кон долниот, и насока нагоре, кон горниот камионски пат (сл. 3). Ширината на



сл. 3

секој од овие два дела (ξ_1 и ξ_2), како што е прикажано на сл. 2, е претставена како дел од растојанието помеѓу камионските патишта и тоа:

- за долниот појас: $\xi_1 = \omega \cdot d$
- за горниот појас: $\xi_2 = (1 - \omega) \cdot d$

под претпоставка дека дрвната маса помеѓу камионските патишта е рамномерно распоредена, тежишните линии, односно линиите на концентрацијата на дрвната маса, ќе одат точно по средината на долниот и горниот појас. Во сообразност со оваа

претпоставка, средната далечина на дотурот може да се определи по следниве равенки:

$$\text{— за дотур надолу: } l_{s1} = \frac{\omega \cdot d}{2} \cdot \varphi_1 \quad (15)$$

$$\text{— за дотур нагоре: } l_{s2} = \frac{(1 - \omega) \cdot d}{2} \cdot \varphi_2 \quad (16)$$

За понатамошна анализа на проблемот од посебно значење е да се определи коефициентот на сразмерата ω со кој практично се искажува учеството на долниот и горниот појас во вкупното растојание помеѓу горниот и долниот камионски пат „d“.

Коефициентите на развивањето на тракторските патишта за дотур на дрво надолу (1) и нагоре (2) се определуваат на начин како што е објаснето за претходниот случај, односно по равенката (3). Овие два коефициента обично се различни, бидејќи просечниот наклон на тракторскиот пат за дотур нагоре е значително помал од наклонот на патот за дотур надолу.

Вредноста на коефициентот на сразмерата „ ω “, кој потоа ќе се искористи за определување на положбата на транспортната граница, односно на ширината на долниот и горниот појас ($\bar{s}_1$ и $\bar{s}_2$), може да се определи преку изедначување на трошоците за дотур надолу и нагоре, т.е. по следнава општа равенка:

$$T_{dx1} = T_{dx2} \quad (17)$$

T_{dx1} = трошоци за дотур на дрво надолу, во функција на густината на патната мрежа во $\text{дин}/\text{м}^3$;

T_{dx2} = трошоци за дотур на дрвото нагоре, во функција на густината на патната мрежа во $\text{дин}/\text{м}^3$.

Овие трошоци се определуваат на начин како што е објаснето во претходниот случај, односно по следниве равенки:

Ако во оваа равенка средната далечина на дотурот надолу (l_{s1}) се замени со својт вредносен израз (15), тогаш таа ќе го добие следниов облик:

$$T_{dx1} = \left(a_1 \cdot \frac{\omega \cdot d}{2} \cdot \varphi_1 + b_1 \right) \cdot T_{cd1} \quad (18)$$

Симболите во оваа равенка го имаат истото значење како и во равенките во претходниот случај, со тоа што се однесуваат за дотур на дрво надолу.

По иста постапка ќе се дојде и до равенката за определување на трошоците за дотур на дрво нагоре која ќе гласи:

$$T_{дх2} = \left[a_2 \cdot \frac{(1-\omega) \cdot d}{2} \cdot \varphi_2 + B_2 \right] \cdot T_{сд2} \quad (19)$$

Равенката (17) сега може да се напише и во следниов развиен облик:

$$\left(a_1 \cdot \frac{\omega \cdot d}{2} \cdot \varphi_1 = B_1 \right) \cdot T_{сд1} = \left[a_2 \cdot \frac{(1-\omega) \cdot d}{2} \cdot \varphi_2 + B_2 \right] \cdot T_{сд2} \quad (20)$$

Коефициентот на сразмерата „ ω “ ќе се добие со решавањето на оваа равенка (20). Меѓутоа, овде треба да се разликуваат два случаја:

— кога се употребува исто средство (исти трактор) и за дотур надолу и за дотур нагоре, при што трошоците на средствата за дотур ќе бидат еднакви ($T_{сд1} = T_{сд2} = T_{сд}$);

— кога се употребуваат различни средства за дотур надолу и дотур нагоре, при што и нивните трошоци ќе бидат различни ($T_{сд1} \neq T_{сд2}$).

За првиот случај ($T_{сд1} = T_{сд2} = T_{сд}$) преку равенката (20) ќе се добие следната формула за определување на коефициентот на сразмерата:

$$\omega = \frac{a_2 \cdot \varphi_2}{a_1 \cdot \varphi_1 = a_2 \cdot \varphi_2} \quad (21)$$

За вториот случај ($T_{сд1} \neq T_{сд2}$) формулата за определување на коефициентот на сразмерата, добиена со решавањето на равенката (20), гласи:

$$\omega = \frac{a_2 \cdot \varphi_2 \cdot T_{сд2}}{a_1 \cdot \varphi_1 \cdot T_{сд1} + a_2 \cdot \varphi_2 \cdot T_{сд2}} + \frac{2(B_2 \cdot T_{сд2} - B_1 \cdot T_{сд1})}{d \cdot (a_1 \cdot \varphi_2 \cdot T_{сд1} + a_2 \varphi_2 \cdot T_{сд2})} \quad (22)$$

Во овој случај точната вредност на коефициентот на сразмерата не може веднаш да се определи по формулата (22), бидејќи во неа се појавува растојанието помеѓу патиштата „ d “ како непозната големина (оваа големина ќе се знае дури по определувањето на оптималната густина на патната мрежа). Затоа овде ќе се примени методата на постапно приближување кон точната вредност. За оваа цел коефициентот на сразмерата, во почетното испитување, ќе се определи само преку првиот член во формулата (22), а вториот член, како незначителен, ќе се занемари. Со вака утврдениот коефициент на сразмерата ќе се пристапи кон определување на оптималната густина на патната мрежа по постапка како и во претходниот случај.

Сумарните трошоци што го товарат 1 м³ дрвна маса дотурена до долниот и горниот камионски пат, а кои се во функција

на густината на патната мрежа, во овој случај се дефинираат со следнава општа равенка:

$$T_x = T_{пх} + \omega \cdot T_{\Delta x_1} + (1 - \omega) \cdot T \cdot \Delta x_2 \quad (23)$$

Ако трошоците $T_{пх}$, $T_{\Delta x_1}$ и $T_{\Delta x_2}$ се заменат со своите вредности искажани со равенките (6), (18) и (19), предната општа равенка ќе го добие следниов облик:

$$T_x = \frac{T_{п} \cdot x}{p} + \omega \left(a_1 \cdot \frac{\omega \cdot d}{2} \cdot \varphi_1 + B_1 \right) T_{сд1} + (1 - \omega) \left[a_2 \cdot \frac{(1 - \omega) \cdot d}{2} \cdot \varphi_2 + B_2 \right] T_{сд2}$$

Растојанието помеѓу патиштата кое се појавува во оваа равенка (d) треба да се изрази како функција на густината на патната мрежа, односно со равенката (1). Со оваа промена предната равенка ќе гласи:

$$T_x = \frac{T_{п} \cdot x}{p} + \frac{10\,000 \cdot a_1 \cdot \omega^2 \cdot \varphi_1 T_{сд1}}{2x} + \omega \cdot B_1 T_{сд1} + \frac{10\,000 \cdot a_2 \cdot \varphi_2 (1 - \omega)^2 \cdot \varphi_1 \cdot T_{сд2}}{2x} + (1 - \omega) \cdot B_2 \cdot T_{сд2} \quad (24)$$

При оптимална густина на патната мрежа ($X_{оп}$) оваа функција ќе има минимална вредност (види сл. 2), што значи дека за доаѓање до равенката за определување на оптималната густина на патната мрежа и овде ќе треба да ја користиме теоријата за екстремни вредности на функциите.

$$\frac{dT_x}{dx} = \frac{T_{п}}{p} - \frac{10\,000 \cdot a_1 \cdot \varphi_1 \cdot \omega^2 \cdot T_{сд1}}{2x_{оп}^2} - \frac{10\,000 \cdot a_2 \cdot \varphi_2 (1 - \omega)^2 T_{сд2}}{2x_{оп}^2} = 0$$

Со решавањето на оваа равенка по Хоп ќе се добие конечната формула за определување на оптималната густина на патната мрежа која гласи:

$$x_{оп} = 100 \sqrt{\frac{p \cdot a_1 \cdot \varphi_1 \cdot \omega^2 \cdot T_{сд1} + p \cdot a_2 \cdot \varphi_2 (1 - \omega)^2 \cdot T_{сд2}}{2 T_{п}}} \quad (24)$$

По определувањето на оптималната густина на патната мрежа по оваа формула (24), може да се пристапи кон утврдување на поточната вредност на коефициентот на сразмерата „ ω “. За оваа цел треба првин да се определи растојанието помеѓу патиштата (по равенката 1), а потоа да се користи комплетната равенка (22) за добивање на коефициентот на сразмерата. Со новодобиената вредност на коефициентот на сразмерата се повторува сметањето за определување на оптималната густина на патната мрежа по формулата (24). Понатамошно повторување на пресметувањето, поради уште поголемо приближување кон точната

вредност на коефициентот на сразмерата, се оценува дека е не-
потребно, бидејќи се работи за мошне мали и незначителни про-
мени како на коефициентот на сразмерата, така и на оптимал-
ната густина на патната мрежа.

Параметрите a_1 и a_2 кои се појавуваат во формулата (25), а
според истражувањата на група автори на Шумарскиот факултет
во Скопје вршени со примена на трактор ЛКТ-80, изнесуваат:

$$a_1 = 0,00039 \quad (\text{за дотур надолу})$$

$$a_2 = 0,000485 \quad (\text{за дотур нагоре})$$

7. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на бројните пресметувања на оптималната гус-
тина на примарната шумска патна мрежа по формулите дадени
во трудов под бр. 14 и бр. 25 може да се заклучи следново:

1. Наведените формули даваат апсолутно добри резултати
под услов претходно правилно и точно да се утврдени елементи-
те кои се појавуваат во нив;

2. Во напорите за точно утврдување на елементите во фор-
мулите, посебен проблем претставуваат параметрите a , a_1 и a_2 , би-
дејќи тие зависат од бројни фактори, а пред сè од средството
што се применува во дотурот, теренските прилики и **увежбаноста**
на екипата за работа со трактор. Овој факт ја наметнува пот-
ребата од комплексни истражувања на дотурот со разни тракто-
ри и на различни и систематично диференцирани терени.

3. Посебно внимание да се посвети и на проблемот за ут-
врдување на просечните трошоци за камионскиот пат (T_p), би-
дејќи во една патна мрежа се појавуваат шумски патишта со раз-
личен квалитет, односно со различни трошоци за градење, за
редовно и инвестиционо одржување.

ЛИТЕРАТУРА

1. АКИМОВСКИ, Р.: Отворањето на шумите како проблем на совре-
меното шумарство. Шумарски преглед бр. 5, Скопје, 1961.
2. АКИМОВСКИ, Р.: Осврт на некои проблеми во врска со отвора-
њето на шумите во Франција. Шумарски преглед бр. 5—6, Скопје, 1965.
3. АКИМОВСКИ, Р.: Истражувања врз проблемот за отворање на
шумите во СР Македонија. Годишен Зборник на ЗШФ, книга 19, Скопје
1966.
4. JELIČIĆ, V.: Mreže šumarskih puteva — planiranje i odredjivanje
gustoće. Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar, Beograd, 1971.
5. LOVRIC, N.: Primjena logistike kod otvaranja šumskih predjela
cestovnim promjetnicama. Zagreb, 1983.
6. NIKOLIĆ, S.: Teorijska osnova ustanovljavanja optimalne gustine
mreže šumskih komunikacija. Šumarstvo 5—6/72, Beograd.
7. NIKOLIĆ, S.: Ustanovljavanje optimalne gustine mreže šumskih
komunikacija u planinskim uslovima. Glasnik Šumarskog fakulteta 52/77,
Beograd.

8. NIKOLIĆ, S.: Metodološki pristup i poimanje optimalne gustine mreže šumskih komunikacija. Glasnik Šumskog fakulteta, br. 64, Beograd 1985.

9. ПЕТРОВИЋ, Л.: Оптимална густина шумских транспортних средстава. Гласник Шумарског факултета бр. 22, Београд 1961.

10. ПОПОВИЋ, В.: Оптимална густина мреже камионских путева. Саобраћај бр. 9, Београд 1970.

RÉSUMÉ

CONTRIBUTION SUR LA DECISION DU PROBLÈME D'OUVERTURE

DES FORÊTS AVEC LE RÉSEAU ROUTIÈRE PRIMAIRE

R. AKIMOVSKI — D. NASTESKI

Dans cet article les auteurs présentent, en base d'une analyse théorique, deux formules pour la détermination de la densité optimale du réseau routier primaire forestier. Ces formules se réfèrent à deux cas différentes de l'organisation du glissement des produits du bois comme suit:

a) de la surface forestière qui se trouve parmi deux routes des camions, conditionnellement imagine comme parallèles et les produits du bois se glissent en bas vers la route du camion inférieur;

b) de la surface forestière qui se trouve parmi deux routes des camions mais les produits du bois se glissent partiellement en bas vers la route du camion inférieur et partiellement en haut vers la route du camion supérieur.

Les formules sont:

a)

$$x_{оп} = 100 \sqrt{\frac{a \cdot \varphi \cdot T_{сд} \cdot p}{2T_{п}}} \quad (m/xa) \quad (14)$$

b)

$$x_{оп} = 100 \sqrt{\frac{p_1 \cdot a_1 \cdot \varphi_1 \cdot \omega^2 \cdot T_{сд1} + p \cdot a_2 \cdot \varphi_2 \cdot (1-\omega)^2 \cdot T_{сд2}}{2T_{п}}} \quad (25)$$

La signification des symboles qui sont utilisées dans les formules est bien expliqué dans l'exposé.