

## ЗАВИСНОСТ НА ОПТИМАЛНА ГУСТИНА НА ПАТНАТА МРЕЖА ОД ИСКОРИСТЕНАТА ДРВНА ЗАФАТНИНА ПРИ ДОТУР СО КОЊ

Здравко ТРАЈАНОВ, Љупчо НЕСТОРОВСКИ<sup>1)</sup>

### АПСТРАКТ

Главна цел на овој научен труд е да понуди модел за пресметување на оптималната густина на камionsката патна мрежа во зависност од искористената дрвна зафатнина, при дотур на дрвните сортименти со коњ. Притоа оптималната густина на патната мрежа не зависи само од искористената дрвна зафатнина напротив на решението влијаат и многу други фактори кои би требало да се земаат во предвид при решавањето на ваков сложен проблем. Во овој труд покрај зависноста на оптималната патна мрежа од количината на дрвната зафатнина која се искористува при стопанисувањето со шумите се обработува и влијанието на квалитетната структура на искористената дрвна зафатнина.

**Клучни зборови:** дотур, коњ, оптимална густинана, патна мрежа, стопанисување со шумите и дрвна зафатнина.

### 1. ВОВЕД

Дотурот со анималии датира од многу стари времиња. Со самото одгледување на анималии човекот истите ги прилагодува да извршуваат и определени работи со што си ја олеснувал својата работа. Една од тие работи каде анималиите до ден денес извршуваат тешки работи, преставува дотурот на дрвни сортименти. Во Република Македонија дотурот со коњи е широко распространет и има голема традиција во минатото. Во пракса дел од дотурот на трупци и денес се дотураат со коњи (влекачи) а дотурот на огревно дрво во најголем процент се извршува со коњи (самарица).

Во пракса транспортот на дрвни сортименти преставува најскапа фаза во директниот процес на производство. Од тука се наметнува потребата да се најде решение за пресметување на минималните трошоци за транспорт во случај кога сите планирани работи со стопанисување на шумите ќе бидат успешно завршени. Односно да се најде оптимално решение на шумската патна мрежа. Притоа мрежата на шумски патишта треба рамномерно да го отвори целото подрачје, при што рамномерноста не се однесува на растојанието помеѓу патиштата, туку рамномерноста се однесува на стопанските барања и економското значење на поедини делови на шумата.

За таа цел извршени се истражувања на Планината Плачковица во месноста Лева Река. Рељефот на микролокациите е средно развиен испресечен со повеќе помали или поголеми водотеци. Наклонот на теренот просечно изнесува 40%. Геолошката подлога е силикатна и над неа се образовани темно кафеави шумски почви – дистричен камбисол. Климата е континентална. Во вакви услови е развиена

---

<sup>1)</sup> Д-р Здравко Трајанов, Шумарски факултет, Скопје, Македонија, e-mail: [ztrajanov@sf.ukim.edu.mk](mailto:ztrajanov@sf.ukim.edu.mk)

Д-р Љупчо Несторовски, Шумарски факултет, Скопје, Македонија, e-mail: [nestorovski@sf.ukim.edu.mk](mailto:nestorovski@sf.ukim.edu.mk)

заедницата на букови шуми ass. *Fagetum montanum* каде доминантен дрвен вид е буката. Анализираниот период изнесува 100 години односно се поклопува со турнусот кај оплодната сеча. Така со помош на турнусот се дефинира дрвната маса која ќе биде искористена на определен простор, времето за кое ќе бидат изградени сите патишта со цел да се завршат сечите во секој дел од просторот, како и навремено и правилно извршување на заштитните и одгледувачките работи во шумата.

При овие истражувања дотурот се врши во четири операции и тоа: дотур во успон на техничко дрво, дотур во пад на техничко дрво, дотур на огревно дрво во успон и дотур на огревно дрво во пад.

Дотурот со коњи се извршува по стандардна технологија на работа.

## 2. МЕТОД НА РАБОТА

### 2.1. Оптимизација на патната мрежа

Оптималната густина на патната мрежа се пресметува со помош на диференцијални пресметки од вкупните трошоци за транспорт. Постапката детално е обработена од З. Трајанов [3].

Равенка (1) се користи за пресметување на оптимална густина кај примарната патна мрежа.

$$\frac{DT_{sum}}{DGkp} = 0 \quad (1)$$

Вкупните трошоци за дотур со коњ –  $T_{suma}$ , се пресметуваат по равенката (2).

$$T_{suma} = T_a + T_{kp} + T_{av} \quad (2)$$

$T_{kp}$  - трошоци за камионски патишта

$T_{av}$  - трошоци за анимални влаки

$T_a$  - трошоци за дотур со коњ

### 2.2. Шумски патишта

Шумските патишта се класифицирани според Акимовски [1] во класите: А класа, В класа и С класа. Во истиот труд авторот ги утврдува техничките карактеристики на класите како и процентуалната застапеност на класите во зависност од густината на шумско камионските патишта.

Трошоците за камионски патишта  $T_{kp}$ , се добиваат како збир од трошоците за градење на камионските патишта и трошоците за одржување на истите при што истите се пресметани по класи на шумски патишта во зависност од густината на камионската патна мрежа. Трошоците за камионски патишта по метар кубен се пресметани по формулата (3).

$$T_{kp} = T_{gkp} + T_{okp} \quad (3)$$

$T_{gkp}$  - трошоци за изградба на камионските патишта по метар кубен

$T_{okp}$  - трошоци за одржување на камионските патишта по метар кубен

### 2.3. Анимални влаки

Трошоците за анимални влаки  $T_{avm}^3$  се пресметуваат по равенката (4), притоа  $w_{av}$  означува оддалеченост на анималните влаки една од друга,  $Q$  - дрвна маса за

дотур во текот на турнусот,  $Cav1$  трошоци за изградба на единица должина анимални влаки.

$$Tavm^3 = \frac{Gkp \cdot 10000 \cdot Cav1}{wav \cdot Gkp} \cdot Q \quad (4)$$

#### 2.4. Трошоци за дотур со коњ

Податоци за времето на дотурот со коњ се добиени со теренски проучувања, притоа е користена хронометриска метода. Добиените податоци се математички обработени по пат на регресивна анализа. Истите се прикажани во облик на функција (5) за движење со товар или полн ход и функција (6) за движење без товар или празен ход.

$$ftode = a \cdot dd + b \quad (5)$$

$$ftvra = c \cdot dd + d \quad (6)$$

$dd$  - должина на дотур

Влезните параметри  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$  се пресметани по пат на регресивна анализа, времињата  $tr$  и  $tu$  се пресметани како средни времиња од проучувањата на терен, товарот кај тракторот  $q$  е пресметан како среден товар од проучувањата на терен, истите се прикажани во таблата 1.

Со оваа истражување се опфатени четири операции кои во понатамошниот текст се опишани со следните индекси:

- $op$  - огрев во пад
- $ou$  - огрев во успон
- $tp$  - трупци во пад
- $tu$  - трупци во успон

Табела 1. Влезни параметри за дотур со коњ  
Table 1. Input parameters for horse skidding

	$a$	$b$	$c$	$D$	$tu$	$tr$	$q$	$dkor$
$op$	0,73	49,24	1,05	30,59	570	160	0,25	2.10
$ou$	1,15	28,91	1,08	-4,69	570	160	0,22	3.44
$tp$	0,95	10,37	1,21	-1,20	94	126	0,50	2.10
$tu$	2,59	-52,60	1,23	-15,19	94	126	0,35	3.44

Со цел идеалниот модел да се прилагоди на реалните ситуации се обработува факторот коригирана средна далечина на дотурот. Коригираната средна далечина на дотурот е добиена според методологијата од Трајанов З. [3]. Средната далечина при дотур со тракторот е истражувана при наклон на теренот 40%, односно наклон на дотурните влеки во успон 10,85% и наклон на дотурните влаки во пад 18%. Притоа средната коригирана должина за дотур се добива како производ од должината за дотур и факторот 3,44 за дотур во успон и факторот 2,10 за дотур во пад. Податоците за коригираната средна должина на дотурот се дадени во табелата 1. По истата методологија добиена е идеалната фракција од раздалеченоста на камионските патишта која би требало да се дотура во успон да изнесува 0,24 додека во пад би требало да се дотура фракција од 0,76.

Трошоци за дотур согласно методологијата од Трајанов 3. [3] се пресметуваат по равенката (7):

$$T_a = \frac{Tden_{atp} \cdot (1 - xa)}{n_{atp}} \cdot (1 - ogr) + \frac{Tden_{atu} \cdot xa}{n_{atu}} \cdot (1 - ogr) + \frac{Tden_{aop} \cdot (1 - xa)}{n_{aop}} \cdot ogr + \frac{Tden_{aou} \cdot xa}{n_{aou}} \cdot ogr \quad (7)$$

$Tden$  - трошоци за еден ден дотур

$n_{atp}$  - норма за еден ден за дотур со коњ на трупци во пад

$n_{atu}$  - норма за еден ден за дотур со коњ на трупци во успон

$n_{aop}$  - норма за еден ден за дотур со коњ на огрев во пад

$n_{aou}$  - норма за еден ден за дотур со коњ на огрев во успон

Нормата е пресметана како однос од ефективното работно време во текот на денот и времето потребно за една тура помножено со големината на средниот товарот при дадена операција.

Во сегашната пракса директните трошоци за дотур на трупци изнесуваат 1245 денари на ден, односно 607 денари на ден при дотур на огревно дрво. Добивката на дотурачот се добива како разлика помеѓу вкупните приходи и директните трошоци за производство. Ефективното работно време во текот на денот изнесува 18900 секунди.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО

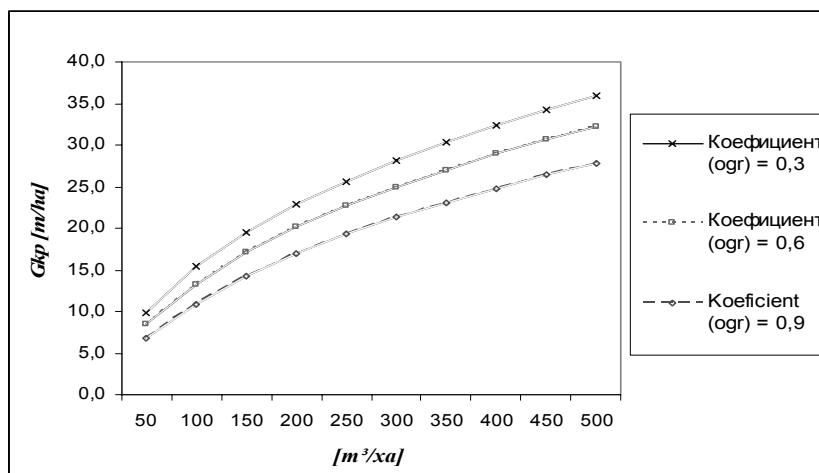
Врз база на поставената методологија може да се воспостави врска помеѓу густината на патната мрежа во однос на дрвната зафатнина која се искористува при стопанисување со шумите во текот на анализираниот период од сто години. Притоа оптималната густина е разрешена во три ситуации на различно учество на огревно дрво (0.3, 0.6 и 0.9) во однос на вкупната дрвна зафатнина која се искористува за време на анализираниот период. Податоци за оптималната густина на патната мрежа во зависност од дрвната зафатнина се дадени во табелата 2.

Табела 2. Оптимална густина на патната мрежа во зависност од количината на дрвна зафатнина и учеството на огревно дрво

Table 2. Optimal road network density from the horse skid quantity and quality of used fuel wood

$Q[m^3/ha]$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
коефициент	$Gkp [m/ha]$									
$Ogr (0,3)$	9,8	15,4	19,5	22,8	26,6	28,1	30,3	32,3	34,2	36,0
$Ogr (0,6)$	8,4	13,3	17,1	20,1	22,7	25,0	27,0	28,9	30,6	32,3
$Ogr (0,9)$	6,8	10,9	14,2	16,9	19,3	21,3	23,1	24,8	26,4	27,8

Добиените резултати за оптималната густина на камионската патна мрежа графички се прикажани во графиконот бр. 1.



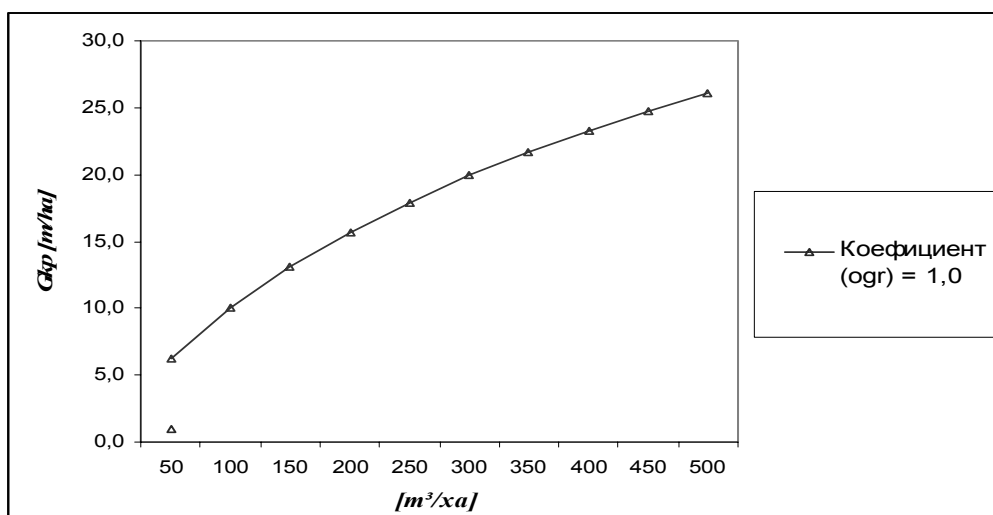
Графикон 1. Оптимална густина на патната мрежа во зависност од количината на дрвна зафатнина и учеството на огревно дрво  
Graph 1. Optimal road network density from the horse skid quantity and quality of used fuel wood

Во табелата 3 се дадени резултатите за оптималната густина на камионската патна мрежа во зависност од искористената дрвна зафатнина во текот на анализираниот период во случај кога се дотура само огревно дрво.

Табела 3. Оптимална густина на патната мрежа во зависност од количината на дрвна зафатнина при учеството само на огревно дрво  
Table 3. Optimal road network density from the horse skid quantity and quality of used just fuel wood

$Q[m^3/ha]$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
коефициент	$G_{кр} [m/ha]$									
$Ogr (1,0)$	6,3	10,0	13,1	15,7	17,9	19,9	21,7	23,3	24,7	26,1

Во графиконот 2 се прикажани графички резултатите за оптималната густина на патната мрежа во зависност од искористената дрвна зафатнина во текот на анализираниот период при дотур само на огревно дрво.



Графикон 2. Оптимална густина на патната мрежа во зависност од количината на дрвна зафатнина при учеството само на огревно дрво  
Graph 2. Optimal road network density from the horse skid quantity and quality of used just fuel wood

#### 4. ЗАКЛУЧОК

- Нема универзално решение на проблемот со оптималната густина на патната мрежа. Причина за тоа е многубројните параметри кои имаат променлив карактер а влијаат на оптимизацијата на трошоците за транспорт.
- Со цел приближување на идеалниот модел до реалниот во овие истражувања коригирана е средната дотурна далжина. Притоа во успон факторот изнесува 3,44 додека за корекција во пад факторот изнесува 2,10.
- Идеалната фракција од раздалеченоста на камионските патишта која би требало да се дотура во успон изнесува 0,24 додека во пад би требало да се дотура фракција од 0,76.
- Со зголемување на дрвната зафатнина која би се искористила при анализираниот период се зголемува густината на патната мрежа.
- Со зголемување на учеството на огревното дрво во дрвната зафатнина која би се искористила во текот на анализираниот период се намалува оптималната густина на патната мрежа. Така при  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  искористена дрвна зафатнина при индекс 0,3 учество на огревното дрво оптималната густина изнесува  $28,1 \text{ m/ha}$  при индекс 0,6 оптималната густина изнесува  $25,0 \text{ m/ha}$  и при индекс 0,9 оптималната густина изнесува  $21,3 \text{ m/ha}$ .
- Во ситуација кога искористената дрвна зафатнина е само огревно дрво односно индексот изнесува 1, со зголемување на дрвната зафатнина која би се искористила при производството се зголемува густината на патната мрежа. Од  $6,3 \text{ m/ha}$  при користење на  $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,  $19,9 \text{ m/ha}$  при користење на  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,  $26,1 \text{ m/ha}$  при користење на  $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

#### 5. РЕФЕРЕНЦИ

- [1] Радован Аќимовски, Страшо Тодоровски, Станојко Ангелов, "Истражувања на дотурот на букови трупци со трактори точкаши во СР Македонија", Годишен зборник на Земјоделско Шумарскиот Факултет – Скопје, 1968, Скопје.
- [2] Радован Аќимовски, "Истражувања врз проблемот за отворање на шумите во СР Македонија", годишен зборник на ЗШФ, 1966, Скопје.
- [3] Трајанов Здравко, "Модели на оптимални решенија на шумскиот транспорт во зависност од видот на сечата при стопанисување со шумите", докторска дисертација, Универзитет св. Кирил и Методиј, 2008, Скопје.

#### SUMMARY

##### DEPENDENCE OF THE OPTIMAL ROAD NETWORK DENSITY FROM THE HORSE SKID QUANTITY AND QUALITY OF USED WOOD PRODUCTS

Zdravko TRAJANOV, Ljupcho NESTOROVSKI<sup>\*)</sup>

The main goal of this paper is to establish a model for computing the optimal road network density depending of the quantity of used wood products. The classical technology is implemented, where the skidding was done by horse power.

The results show that increased quantity of used volume, increases the road density demand. When  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  are used, and the part of fire wood is 0,3, the optimal road density is  $25 \text{ m/ha}$ , but when the ratio of fire wood is 0,9, the optimal road density is  $21,3 \text{ m/ha}$ .

**Key words:** skidding, horse, optimal density, forest road network.

---

<sup>\*)</sup> Zdravko Trajanov, Ph.D., Assistant, Faculty of forestry, Skopje, Macedonia, e-mail: [ztrajanov@sf.ukim.edu.mk](mailto:ztrajanov@sf.ukim.edu.mk)

Ljupcho Nestorovski, Ph.D., Assoc prof., Faculty of forestry, Skopje, Macedonia, e-mail: [nestorovski@sf.ukim.edu.mk](mailto:nestorovski@sf.ukim.edu.mk)