

GDK: 59 + 236 __ 015

Prispelo/Received: 15.7.2001
Sprejeto/Accepted: 10.9.2001

Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper

OCENJEVANJE NUJNOSTI NEGOVALNIH DEL V MLAJŠIH RAZVOJNIH FAZAH GOZDA Z METODO VEČKRITERIALNEGA VREDNOTENJA

Janez KRČ*, Jurij DIACI**

Izvleček:

Prispevek predstavlja računalniško podprto, nepristransko metodo ocenjevanja nujnosti negovalnih del za mladovja in drogovnjake po osnovnih sestojno in rastiščno homogenih enotah gozdarskega načrtovanja. Nujnost nege smo določili po metodi vrednotenja več dejavnikov, ki vplivajo na racionalnost vloženih sredstev v negovalna dela. Pri metodi je ključna izbira in določitev pomembnosti vplivnega dejavnika, zato smo uporabili metodo parnih primerjav. Metoda določanja nujnosti nege mladega gozda je prilagojena uporabi sodobnih geografskih informacijskih orodij, ki omogočajo hitre in konsistentne obdelave na večjih kompleksih gozdnih površin. Ocene nujnosti smo izdelali na ravni odsekov, ki vsebujejo mlade razvojne faze gozda. Rezultati so predstavljeni v obliki preglednic in kart. Metoda daje boljše rezultate v primerih, ko razpolagamo s kakovostnimi in predvsem konsistentnimi viri vhodnih podatkov. Primer ocenjevanja po opisani metodi in preverjanje rezultatov smo izvedli v kompleksu državnih gozdov gozdnogospodarske enote Nazarje.

Ključne besede: mladi gozd, nega gozda, ocena nujnosti, geografski informacijski sistem, model, gozdno gojitveno načrtovanje

PRIORITY ESTIMATION FOR TENDING OF YOUNG FOREST STANDS USING THE MULTY CREITERIA EVALUATION METHOD

Abstract:

The paper describes a computer-supported, impartial method of priority determination for young forest stand tending in homogenous units of forest planning process. The priority of tending activity was determined by a method of influential factor evaluation. Influential factors are related to rational management of using founnds. One of the method's most important processes is determining the significance of influential factors, which are made by pairwise comparisons. The priority determination of young forest tending activity is adapted to modern Geographic Information System tools, which enable quick and consistence data processing for large areas of forest stands. The basic unit of priority determination was the forest section, which comprises young forest, stands. The results are shown in tabular and map form. The method is more accurate in cases of consistent input data sources. The case study and model testing was carried out in the Nazarje forest unit in the Nazarje forest region unit.

Key words: young forest, forest tending, priority evaluation, Geographic Information System, model, Forest planning

* doc.dr., BF-Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

** doc.dr., BF-Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA**CONTENTS**

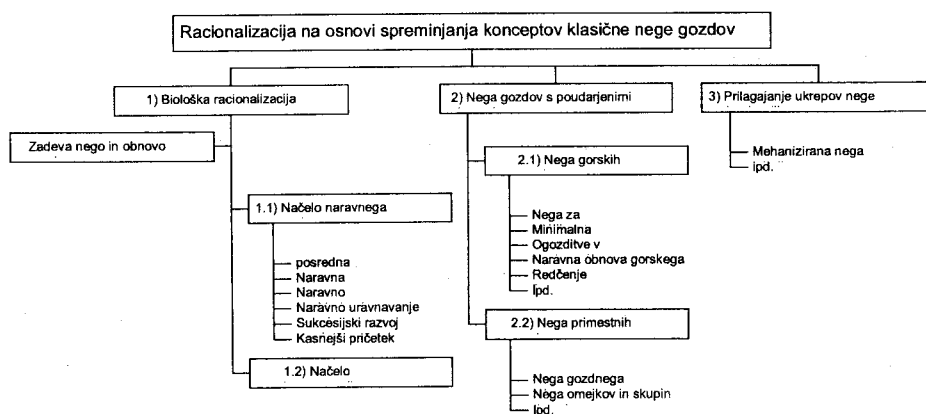
1	UVOD	
	INTRODUCTION.....	61
2	METODA	
	METHOD.....	63
3	PRIMER GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE NAZARJE	
	FOREST UNIT NAZARJE CASE STUDY	67
4	REZULTATI	
	RESULTS.....	69
5	DISKUSIJA	77
6	SUMMARY	78
7	ZAHVALA	
	ACKNOWLEDGEMENT	80
8	VIRI	
	REFERNCES	80

1 UVOD

INTRODUCTION

V Zahodni Evropi smo zadnji dve desetletji priča krizi gozdarstva, ki jo povzroča naraščajoče neskladje med rastjo cene dela in stagnirajočo ceno lesnih sortimentov. Izhodišča nege gozdov, kot jih poznamo danes, so bila razvita v času relativno nizkih stroškov delovne sile in visokih stroškov transporta (SCHÄDELIN 1928, LEIBUNDGUT 1948, MLINŠEK 1968). Danes se tržišča odpirajo, priča smo globalizaciji. Stroški transporta so nizki, saj ne upoštevajo eksternih stroškov, nastalih zaradi onesnaževanja okolja. Še bolj kot v preteklosti pritiskajo z nizkimi cenami na tržišče države z velikopovršinskim golosečnim gospodarjenjem. Poleg tega je evropski trg zaradi pogostih naravnih ujm prezaložen z nekaterimi sortimenti. Tudi preusmeritev gospodarjenja v smeri sonaravnosti in sanacije nasadov iz preteklosti so pripomogli k ekonomsko zaostrenim razmeram v Zahodni Evropi.

Veliko gozdnih uprav po Evropi je zaradi omenjenih razlogov v rdečih številkah. Razvite države z visoko ceno dela že desetletje iščejo preusmeritve v gojenju gozdov. Rešitve za racionalizacijo vlaganj v gozdove se ponujajo tako za klasično nego, še bolj pa na področju spreminjanja izhodišč klasične nege gozdov (SCHÜTZ 1996, 1999). Racionalizacija nege gozdov brez spreminjanja osnovnih izhodišč je mogoča na področjih organizacije, načrtovanja in izvedbe nege gozdov, možni so gozdarsko-politični ukrepi (prim. subvencije) in osveščanje javnosti (SCHÜTZ 1999, DIACI et al. 2001). Razčlenitev možnosti racionalizacije nege s spreminjanjem ustaljenih konceptov nege je razvidna iz slike 1. V Sloveniji je načelo naravnega avtomatizma vsebovano v sonaravnem konceptu gojenja gozdov. Obstajajo pa še velike rezerve kot npr. pri naravni obnovi sestojev in uveljavljanju prebiralnega gospodarjenja. Manj se ukvarjamo z racionalizacijo nege na osnovi koncentracije (SCHÜTZ 1996, KRAJČIČ / KOLAR 2000). Tudi pri preusmeritvah nege v gozdovih s poudarjenimi vlogami zaostajamo za sosednjimi zahodnimi državami. Prilagajanje ukrepov nege mehanizaciji je razširjeno na severozahodu Evrope, še najbolj v Skandinaviji, s širjenjem mehanizacije ideja postopoma prodira v Srednjo Evropo. Pri nas podobnih poskusov še ni zaslediti, saj se močno oddaljujejo od sonaravnega ravnanja z gozdovi.



Slika 1: Nekateri možnosti racionalizacije nege s spreminjanjem ustaljenih konceptov nege
 Picture 1: Some rationalization of possibilities of forest tending by changing tending concepts

V Sloveniji zaenkrat razmerja med ceno dela in ceno lesnih sortimentov še niso tako neugodna kot v nekaterih razvitejših državah (KOTAR 1997), vendar se hitro spreminjajo. Analize vlaganj v gozdove kažejo, da je količina negovalnih del po dolgoletni stabilni ravni v devetdesetih izrazito zanihala in upadla (KRAJČIČ 1999). Bistveni vzroki za nizko realizacijo gojitvenih del v zadnjem desetletju v Sloveniji so drugačni kot v Zahodni Evropi, saj so povezani z reorganizacijo gozdarstva in s spremembo virov financiranja oziroma s prenosom odgovornosti za nego na lastnika gozda.

Vlaganja v klasično nego gozdov se v Sloveniji še obrestujejo, zato je zaenkrat smiselno iskati izboljšave predvsem na področju dviga realizacije načrtovane nege gozdov brez spreminjanja osnovnih izhodišč nege. Po drugi strani pa je smiselno zastaviti tudi mrežo trajnih raziskovalnih ploskev, kjer bomo še naprej proučevali npr. racionalizacijo nege po načelu koncentracije (KRAJČIČ / KOLAR 2000), saj nas kmalu čaka podobna usoda kot razvitejše sosede (DIACI 1997). Vse pogosteje se kljub ustreznemu načrtovanju pri realizaciji nege znajdemo v finančnih stiskah, zato je smiselno razvijati nepristranske metode ocenjevanja nujnosti negovalnih del. V ta tematski sklop spada tudi pričujoč članek.

V prispevku predstavljamo metodo razvrščanja sestojev po nujnosti negovalnih del, ki je uporabna za višje ravni gozdarskega načrtovanja (prim. načrt gospodarske enote) oziroma operativnega dela (prim. priprava letnega plana gojitvenih del). V prvem delu članka predstavljamo teoretično ozadje metode, postopek izračuna in potrebne vhodne podatke. V nadaljevanju predstavljamo gozdnogospodarsko enoto Nazarje, v kateri smo metodo preverjali, sledijo rezultati ter diskusija, kjer predstavljamo izkušnje in opozarjamo na dileme, na katere smo naleteli pri uporabi metode.

2 METODA METHOD

Gozdarji razpolagamo s popolno in sorazmerno obsežno podatkovno zbirko o stanju in načrtovanih delih v gozdu. Zato smo se odločili, da uporabimo možnosti, ki jih nudi sodobna informacijska tehnologija za analizo ter obdelavo prostorskih podatkovnih zbirk. Veliko je primerov, kjer je bila metoda večkriterialnega vrednotenja vplivnih dejavnikov (MCE - Multiple Criteria Evaluation) preizkušena (PEREIRA 1993, KRČ 1995, KOŠIR 2000). Ocenili smo, da je primerna tudi za reševanje problemov določanja nujnosti nege mlajših razvojnih faz gozda. Gre za prvo uporabo metode MCE na primeru naših gozdarskih podatkovnih zbirk z namenom ocenjevanja nujnosti negovalnih del za mladovja in drogovnjake. Prednost metode je sorazmerna enostavnost in preglednost, hkrati pa je sestavni del nekaterih programskih orodij za prostorske informacijske sisteme (EASTMAN 1993). Postopek je povsem determinističen, rezultat pa podan v obliki datoteke primernosti, ki kaže medsebojne odnose posameznih študijskih enot (sestojev) glede vrednotenja določene ciljne funkcije. Ciljno funkcijo bi lahko v našem primeru opredelili kot največji učinek sredstev, ki so vložena v negovalna dela.

2.1 VHODNI PODATKI INPUT DATA

Uporaba računalniških orodij za geografske informacijske sisteme (GIS) zahteva razpoložljivost prostorskih zbirk podatkov v digitalni obliki. Problem določa vsebino in obseg vhodnih podatkov. V primeru določanja nujnosti nege je nabor v prvi vrsti odvisen od povezanosti med razpoložljivimi podatki in nujnostjo nege gozda. Število vplivnih dejavnikov ni omejeno s procesorskimi in spominskimi sposobnostim sodobnih računalnikov, zato moramo večino pozornosti nameniti razpoložljivosti in povezanosti med vplivnim dejavnikom in nujnostjo nege. Na voljo imamo nekatere algoritme, ki pomagajo določiti relativni pomen vplivnih dejavnikov glede na opredelitev ciljne funkcije (nujnost nege). V prispevku smo uporabili metodo parnih primerjav, ki jo je razvil T.L. Saaty kot del procesa odločanja, imenovanega analitični hierarhični proces (AHP) (SAATY 1977).

Metoda parnih primerjav je postopek dodeljevanja uteži vplivnim dejavnikom, ki so enake prvemu lastnemu vektorju kvadratne recipročne matrike parnih primerjav med njimi. Seštevek komponent prvega lastnega vektorja je enak ena. Vrednosti kvadratne recipročne matrike dobimo tako, da označimo z imeni vplivnih dejavnikov vrstice in stolpce kvadratne matrike ($n \times n$), kjer je n število vplivnih dejavnikov. Vplivni dejavniki, ki določajo primernost posameznim ciljem (v našem primeru nujnost nege) med seboj parno primerjamo tako, da določimo relativni pomen prvega vplivnega dejavnika (vrstica) glede na drugega (stolpec) glede na pomembnost za določanje primernosti cilja (nujnosti ukrepanja - nege). Relativno pomembnost parne primerjave določamo po devetstopenjski kontinuirani lestvici.

Kontinuirana lestvica za določitev pomembnosti parne primerjave vplivnih dejavnikov:

<i>1/9</i>	<i>1/7</i>	<i>1/5</i>	<i>1/3</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>
<i>Ekstremno</i>	<i>Zelo močno</i>	<i>Močno</i>	<i>Zmerno</i>	<i>Enako</i>	<i>Zmerno</i>	<i>Močno</i>	<i>Zelo močno</i>	<i>Ekstremno</i>

← MANJ POMEMBNO

BOLJ POMEMBNO →

Vrednosti primerjav med vplivnimi dejavniki vpisujemo v matriko in izpolnimo le polovico matrike pod diagonalo, saj je druga polovica zrcalno enaka prvi.

Izračunani lastni vektor je indikator povezave med vplivnim dejavnikom in ciljno funkcijo. Vplivni dejavniki z visokimi utežmi pomembnejše vplivajo na vrednost ciljne funkcije. Pri rabi metode večkriterialnega vrednotenja pa na splošno velja, da nižje vrednosti uteži vodijo v razmislek o smotnosti uporabe določenega vplivnega dejavnika, še posebej, če je pridobivanje podatkov zanj oteženo oziroma drago.

Metoda zagotavlja boljše rezultate v primerih, ko imamo na razpolago kakovostne vhodne podatke, ki so pridobljeni po enotnih merilih in po možnosti iz istih virov, saj je verjetno, da so vhodni podatki pod močnim vplivom subjektivnih merskih skal popisovalcev. Le-ti lahko nehote uporabljajo različne primerjalne osnove za klasifikacijo posameznih zajetih podatkov, ki jih nato pri izračunu uporabimo kot sliko terenskega stanja. Subjektivni del kriterijev za oceno npr. negovanosti sestoja, ki jo opredelimo kot odstotek nosilcev funkcij z zagotovljenimi pogoji za uresničitev postavljene vloge (so npr. sproščeni), se razlikuje med gozdarji glede na povprečno stopnjo negovanosti v njihovih (domicilnih) enotah. Možnost za kakovostno oceno nujnosti negovalnih del je zato večja v primerih, ko presojamo na osnovi podatkov, ki so bili pridobljeni po čim bolj konsistentnem postopku.

2.2 STANDARDIZACIJA PODATKOV DATA STANDARDIZATION

Standardizirane vrednosti za izbrane vplivne dejavnike je potrebno določiti tako, da vzpostavimo pozitivno odvisnost med standardizirano vrednostjo vplivnega dejavnika in primernostjo za posamezno alternativno odločitev (v našem primeru nujnost nege). Pozitivna odvisnost standardizirane vrednosti vplivnega dejavnika za nujnost nege pomeni, da morajo osnovne (vhodne) vrednosti vplivnih dejavnikov, ki kažejo na večjo nujnost nege imeti tudi višje standardizirane vrednosti od manj primernih osnovnih vrednosti vplivnih dejavnikov za nujnost nege. Ker izbrani vplivni dejavniki v večini primerov nimajo enakih zalog vrednosti, je potrebno njihove zaloge vrednosti standardizirati na izbran (enotni) interval. V primeru ocene osnovne vrednosti vplivnega

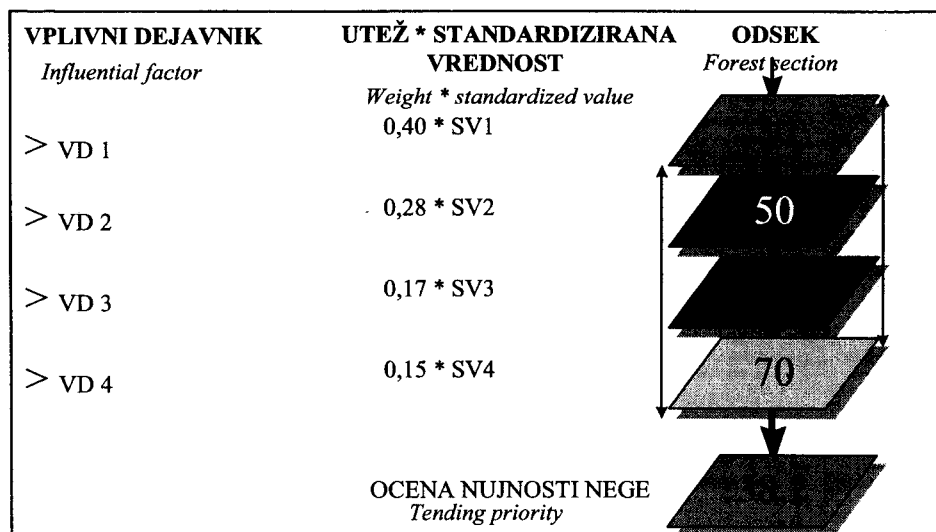
dejavnika negovanosti sestojata s 3 (nenegovan sestoj) (preglednica 5) in standardiziranega intervala od 0 do 100, bo standardizirana vrednost za negovanost sestojata znašala 100. Hkrati je upoštevana tudi že pozitivna odvisnost med podatkom o negovanosti sestojata ter nujnostjo nege sestojata.

$$SV_i = \frac{(R_i - R_{\min})}{(R_{\max} - R_{\min})} * X_{\max}$$

- SV_i = standardizirana vrednost
 R_i = osnovna vrednost
 R_{\min} = spodnja meja intervala osnovnih vrednosti
 R_{\max} = zgornja meja intervala osnovnih vrednosti
 X_{\max} = zgornja meja standardiziranega intervala.

2.3 IZDELAVA DATOTEKE PRIMERNOSTI DETERMINATION OF SUITABILITY FILE

Kombinirano informacijo o nujnosti nege dobimo tako, da standardizirane vrednosti vplivnih dejavnikov pomnožimo z njihovimi utežmi in zmnožke seštejemo (slika 2). Seštevek standardiziranih in ponderiranih vrednosti vplivnih dejavnikov, ki so hkrati v pozitivni korelaciji s ciljno funkcijo, predstavlja primerjalno osnovo (primerjalni indeks). Po metodi parnih primerjav smo določili uteži, katerih vsota je enaka ena. Seštevek ponderiranih standardiziranih vrednosti vplivnih dejavnikov ima torej zalogo vrednosti na enakem, standardiziranem intervalu. Večje vrednosti odsekov zato kažejo večjo nujnost nege, ki jo določa skupni vpliv izbranih vplivnih dejavnikov.



Slika 2: Prikaz linearne kombinacije standardiziranih vrednosti vplivnih dejavnikov za primer štirih vplivnih dejavnikov z utežmi 40, 28, 17 in 15%.

Picture 2: Linear combination of standardized input data for the case of four influential factors with weights of 40, 28, 17 and 15%.

3 PRIMER GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE NAZARJE FOREST UNIT NAZARJE CASE STUDY

3.1 OSNOVNI PODATKI O ENOTI IN VIRI VHODNIH PODATKOV BASIC DATA FOR FOREST MANAGEMENT UNIT AND SOURCE OF INPUT DATA

Za preizkus modela smo izbrali kompleks državnih gozdov v gozdnogospodarski enoti (GGE) Nazarje na nazarskem gozdnogospodarskem območju, ki obsega 1028 ha gozda (DIACI et al. 1993). Večina gozdov leži na platoju Krašice. Območje raziskave smo izbrali zaradi dobrega poznavanja gozdov ter zaradi obilne zastopanosti mlajših razvojnih faz - mladovja in drogovnjakov (preglednica 1). Še pomembnejše pri izbiri pa je bilo dejstvo, da so odseki glede razvojnih faz relativno homogeni. Heterogene odseke smo obravnavali ločeno po posameznih razvojnih fazah.

Preglednica 1: Struktura površin razvojnih faz gozda državnih gozdov GGE Nazarje
 Table 1: Share of forest development phases in state owned forests of the Nazarje management unit

Razvojna faza gozda <i>Forest development phase</i>	Delež površin [%] <i>Area share [%]</i>
Mladovje / <i>Young forest (saplings)</i>	8
Drogovnjak I / <i>Early pole stage</i>	13
Drogovnjak II / <i>Late pole stage</i>	22
Debeljak / <i>Timber tree stage</i>	48
Pomlajenec / <i>Stands in regeneration</i>	4
Prebiralni gozd / <i>Selection forest</i>	5

V enoti je največ rastišč jelovo-bukovih in bukovih gozdov (preglednica 2). Popisne enote (odseki) so sorazmerno homogene v pogledu zastopanosti gozdnih združb.

Preglednica 2: Gozdne združbe v državnih gozdovih GGE Nazarje
 Table 2: Forest association in state owned forests of the Nazarje management unit

Gozdna združba <i>Forest association</i>	Površinska zastopanost <i>Area share</i>
<i>Abieti-Fagetum praealpinum (Homogyne silvestris Fagetum)</i>	79,1%
<i>Fagetum submontanum praealpinum</i>	10,5%
<i>Ostryo – Fagetum</i>	5,0%
<i>Quercu-Luzulo-Fagetum</i>	5,1%
<i>Aceri – Fraxinetum</i>	0,3%

Po podatkih popisa gozdov je v enoti Nazarje triindvajset drevesnih vrst, med katerimi v lesni zalogi močno prevladuje smreka, sledi ji bukev (preglednica 3). Pomembnejši delež zavzema jelka, zato je razmerje med iglavci in listavci 70 : 30 v korist iglavcev. Zasmrečenost gozdov je posledica golosečnega gospodarjenja v prvi polovici dvajsetega stoletja (DIACI 1997).

Preglednica 3: Struktura lesne zaloge po drevesnih vrstah v državnih gozdovih GGE Nazarje
 Table 3: Forest funds structure by tree species in state owned forests of the Nazarje management unit

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Delež lesne zaloge [%] <i>Volume share [%]</i>
Smreka / <i>Norway spruce</i>	62,08
Jelka / <i>Silver fir</i>	7,26
Ostali iglavci / <i>Other Coniferous</i>	0,07
Bukev / <i>Beech</i>	19,27
Hrast / <i>Oak</i>	2,80
Plemeniti listavci / <i>Noble Broadleaves</i>	0,73
Ostali listavci / <i>Other Broadleaves</i>	7,79

4 REZULTATI RESULTS

Vplivne dejavnike, njihovo pomembnost (težo) ter smer vpliva na nujnost nege mladega gozda smo določili na posvetovanju izvedencev za gojenje gozdov v okviru projekta »Optimizacija nege mladega gozda«, in sicer po opisani metodi parnih primerjav (preglednici 4 in 5).

Tako se na primer s povečevanjem stopnje negovanosti sestojev manjša nujnost izvedbe negovalnih del. Obratno pa boljša sestojna zasnova pripomore k višji oceni za nujnost izvedbe negovalnih del.

Večino podatkov za vrednosti vplivnih dejavnikov smo neposredno pridobili iz Popisa gozdov. Podatki za negovanost, sestojne zasnove, velikost in poškodovanost so zajeti na ravni razvojnih faz gozda, spremenjenost, zmes in kakovost rastišča pa smo privzeli po podatkih, ki so določeni na ravni odseka. Šifranti za opis negovanosti, sestojne zasnove in poškodovanosti na ravni sestoja in odseka so podani v preglednici 6.

Preglednica 4: Tabela parnih primerjav vplivnih dejavnikov za določanje nujnosti nege mladega gozda na primeru GGE Nazarje

Table 4: Pairwise comparison table of influential factors for priority of tending determination (example of forest the Nazarje management unit)

Vplivni dejavnik <i>Influential factor</i>	Velikost površina <i>Area</i>	Spremenjen. <i>Alteration of tree species composition</i>	Zmes (št. drev. vrst) <i>Nu. of tree species present</i>	Kakovost rastišča (SI) <i>Site index</i>	Sestojne zasnovne <i>Presence of crop (elite) trees</i>	Negovanost <i>Tending status</i>	Poškodovanost <i>Damage</i>
Velikost (površina) <i>Area</i>	1						
Spremenjenost <i>Alteration of tree species composition</i>	1	1					
Zmes (št. drev. vrst) <i>Number of tree species present</i>	1/3	1/3	1				
Kakovost rast. (SI) <i>Site index</i>	1/5	1/5	1/3	1			
Sestojne zasnovne <i>Presence of crop (elite) trees</i>	3	3	5	5	1		
Negovanost <i>Tending status</i>	3	5	7	7	3	1	
Poškodovanost <i>Damage</i>	1/5	1/5	1/3	1/3	1/7	1/7	1

Preglednica 5: Seznam, pomembnost in smer vpliva dejavnikov na določanje nujnosti nege mladega gozda

Table 5: List, importance (weight) and direction of influence for influential factors used for priority of tending determination

Vplivni dejavnik <i>Influential factor</i>	Pomembnost [%] <i>Importance [%]</i>	Smer vpliva* <i>Direction*</i>
Negovanost / <i>Tending status</i>	39,23	-
Sestojne zasnovne / <i>Presence of crop (elite) trees</i>	23,64	+
Velikost (površina) / <i>Area</i>	12,73	+
Spremenjenost / <i>Alteration of tree species composition</i>	12,03	+
Zmes (število drevesnih vrst) / <i>Number of tree species present</i>	5,84	+
Kakovost rastišča (SI) / <i>Site index</i>	3,86	+
Poškodovanost / <i>Damage</i>	2,63	-

*.....plus (+) pomeni **premo**, minus (-) pa **obratno** sorazmerje med velikostjo vplivnega dejavnika in nujnostjo nege

V raziskavi smo obravnavali samo odseke, kjer sta bili prisotni razvojni fazi mladovje in drogovnjak I. Če sta bili v odseku prisotni obe razvojni fazi, potem smo izračunali ponderirano vrednost za negovanost, sestojne zasnove in poškodovanost sestojev, pri čemer smo za ponder uporabili površine razvojnih faz.

Preglednica 6: Šifrant za izpolnjevanje popisnih obrazcev (vir: ZGS)

Table 6: Code for forest inventory data acquisition (source: Forest Service)

Negovanost (sproščenost nosilcev funkcij) <i>Tending status</i>	Sestojne zasnove <i>Presence of crop (elite) trees</i>	Poškodovanost (obseg poškodb) <i>Damage</i>
1= Dobro negovan (nad 75%)	1= Bogata (nad 80%)	1= do 10%
2= Slabo negovan (nad 50%)	2= Dobra (61-80%)	2= 11- 30%
3= Nenegovan (do 50%)	3= Pomanjkljiva (41-60%)	3= 31 - 50%
	4= Slaba (do 40%)	4= nad 50%
		5= mrtvi sestoji

Spremenjenost sestojev za državne gozdove v GGE Nazarje smo povzeli po službi za načrtovanje območne enote (OE) Nazarje. Določena je na osnovi evklidske razdalje med modelno sestavo lesnih zalog po drevesnih vrstah (območni načrt l. 1990) in terenskimi podatki o lesnih zalogah, zbranimi za obnovo načrta enote v letu 1993.

Podatke o vplivu sestojne zmesi na nujnost nege smo pridobili s pomočjo zastopanosti števila različnih drevesnih vrst v odsekih. Za naš primer smo privzeli, da večje število različnih drevesnih vrst pomeni večje možnosti za uspeh negovalnih ukrepov v kompleksu zasmrečenih gozdov. Ocenili smo, da imajo taki odseki določeno prednost pri izvedbi negovalnih del pred odseki z manjšim številom prisotnih drevesnih vrst, seveda le v primeru izenačenosti glede preostalih vplivnih dejavnikov.

Za določanje kakovosti rastišča smo uporabili podatke o rastiščnih indeksih (SI=Site Index) za smreko po gozdnih združbah (podatki ZGS OE Nazarje). Zaradi homogenosti odsekov glede prisotnih gozdnih združb (preglednica 2) smo upoštevali samo prvo določeno gozdno združbo v odseku. Postopek, po katerem so določeni rastiščni indeksi, je opisan v strokovni literaturi (KOTAR 1989).

Uporaba računalniških orodij za GIS-e je omogočila hitro in enotno obdelavo za vse odseke. Podatke za standardizirane vrednosti vplivnih dejavnikov smo prevedli v prostorsko obliko (rastrske datoteke), ki smo jih pridobili z uporabo nekaterih modulov programskega paketa IDRISI (EASTMAN 1993). Pogoje je bila izdelava datoteke t.i. geografske definicije, v kateri se vrednosti rastrskih celic po odsekih ujemajo z identifikacijskimi številkami odsekov. Datoteko si lahko predstavljamo kot nekakšno predlogo, ki jo uporabimo za prostorsko prestavitev vrednosti vplivnih dejavnikov. Pogoje za pridobitev datoteke geografske definicije pa je bila digitalizacija mej odsekov oz. popisnih enot (sestojev).

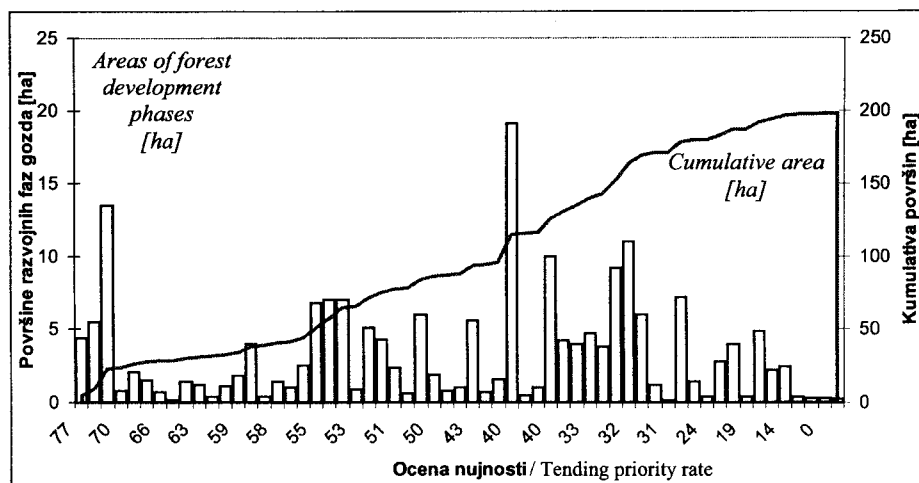
Oceno nujnosti smo pridobili za vsako rastrsko celico v datoteki odsekov. Primer izračuna za odsek 1A je prikazan v preglednici 7. Ocene so enotne za raven odseka, saj so bili odseki v bistvu osnovni nosilci informacije o vrednostih vplivnih dejavnikov (popisne enote) v našem primeru. Pri tem opozarjamo na sestojno homogenost odsekov na Krašici in dopolnitve, omenjene v poglavju 3.2.

Preglednica 7: Prikaz izračuna ocene nujnosti nege na primeru odseka 1A
Table 7: Priority of tending determination calculation on section 1A example

	Negova- nost <i>Tending status</i>	Sestojna zasnova <i>Presence of crop (elite) trees</i>	Površina mladih razv. faz <i>Area</i>	Spremen- jenost <i>Alteration of tree species composition</i>	Zmes (št. drev. vrst) <i>Number of tree species present</i>	Kakovost rastišča (SI za smreko) <i>Site index</i>	Obseg poškodov- anosti <i>Damage</i>
	39,29%	23,64%	12,73%	12,03%	5,84%	3,86%	2,63%
Osnovna vrednost <i>Basic value</i>	3	2	5,52	88	5	40	1
Standardizirana vrednost <i>Standardized value</i>	100	66,6	28,3	100	16,6	100	0
Zmnožek pomembnosti in stand. vrednosti <i>Weight multiplied by standardized value</i>	39	15	3	12	1	3	0
Nujnost negovalnih del <i>Tending priority</i>	73						

Postopek za pridobivanje informacije o stopnji nujnosti nege po odsekih smo naredili z uporabo datoteke geografske definicije. Z modulom EXTRACT (IDRISI) smo izdelali listo, na kateri so poleg identifikacijskih števil odsekov izpisane stopnje nujnosti nege.

Vrednosti z liste smo prenesli v datoteko, v kateri so poleg polja z identifikacijskimi številkami tudi druga polja (npr. površine razvojnih faz). Nadaljnja analiza pridobljenih podatkov je nato odvisna od konkretne naloge (npr. izločitev odsekov, v katerih je kumulativna površin po nujnosti nege manjša od obsega možne izvedbe nege, ki jo določajo razpoložljiva sredstva) (slika 3).



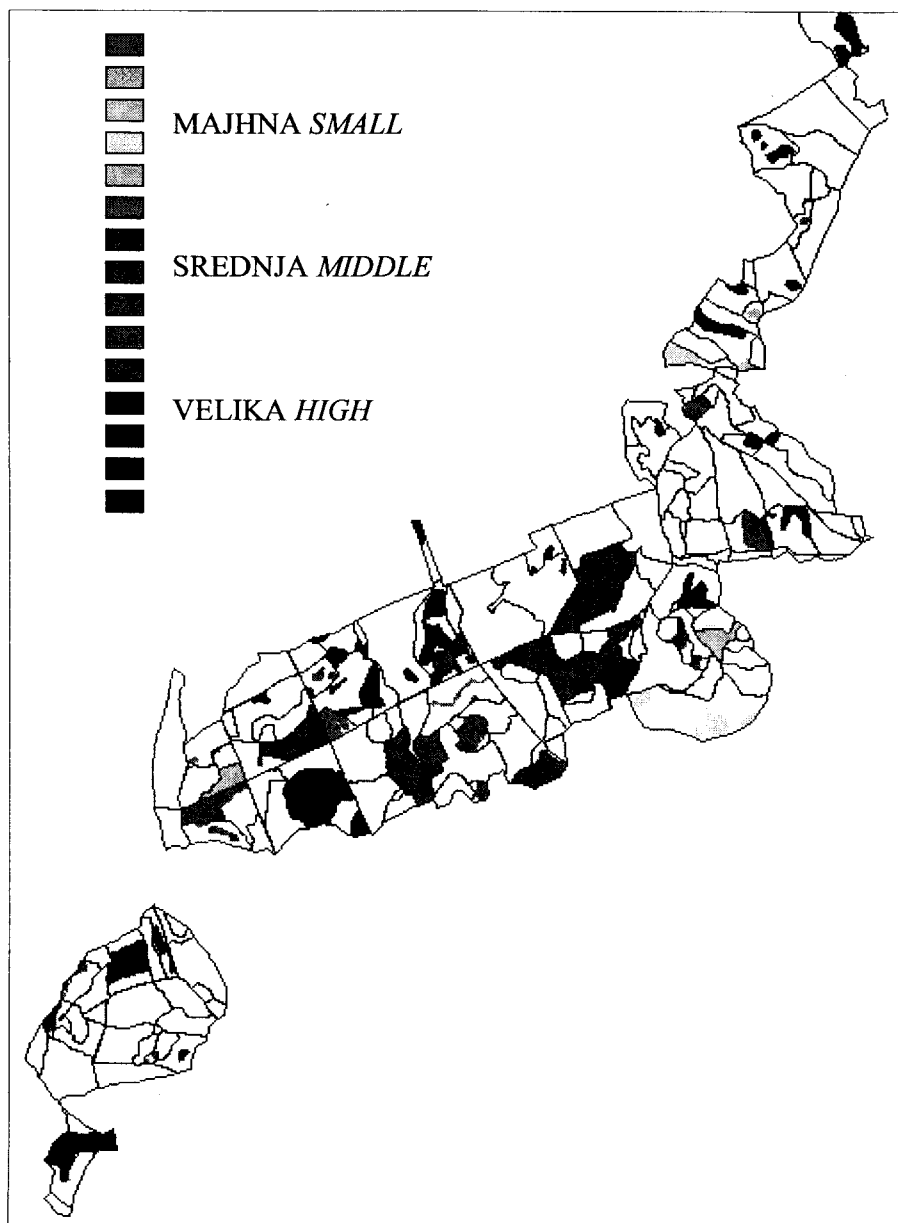
Slika 3: Frekvenčna in kumulativna porazdelitev površin mladih razvojnih faz gozda po oceni za nujnost izvedbe negovalnih del.

Picture 3: Frequency distribution of young forest stand areas by priority for tending activity

Preglednica 8: Seznam odsekov s pripadajočimi vhodnimi vrednostmi in pomeni vplivnih dejavnikov za izračun stopnje nujnosti negovalnih del za državne gozdove GGE Nazarje

Table 8: Priority list of forest sections with input influential factor values and their importance for tending priority evaluation in state owned forests of the Nazarje management unit

Odsek Section	Nujnost negov. del Tending priority	Negova- nost Tending status	Sestojna zasnova Presence of crop (elite) trees	Površina mladih razv. faz Area	Spreme- njenost Alteration of tree species composition	Zmes (št. drev. vrst) Number of tree species present	Kakov.ost rastišča (SI za smreko) Site index	Obseg poško- dovanosti Damage
		39,29%	23,64%	12,73%	12,03%	5,84%	3,86%	2,63%
26BI	77	3	2	4,4	77	4	36,5	3
1A	73	3	2	5,52	88	5	40	1
22B	73	3	2	13,5	72	8	34	2
16C	70	3	2	0,8	76	6	36,5	0
7C	69	3	2	2,09	86	9	36	2
22A	68	3	2	1,55	77	8	34	2
18C	66	3	2	0,7	75	5	34	1
33A	66	3	2	0,18	71	4	34	0
15A	65	3	2	1,4	61	4	36,5	1
6B	63	3	1	1,18	81	14	40	0
15B	62	2	3	0,4	74	9	34	0
...								
17D	22	1	2	2,82	26	7	34	0
28G	20	1	2	3,98	11	4	36,5	0
6D	19	1	1	0,42	72	8	40	0
19A	17	1	1	4,87	76	3	34	1
7E	14	1	1	2,2	32	15	36	0
28A	14	1	1	2,45	59	4	34	0
28D	13	1	1	0,4	63	4	34	0
7B	8	1	1	0,35	11	10	36	0



Slika 4: Prostorska predstavitev rezultatov modelnih stopenj nujnosti nege mladega gozda za GGE Nazarje

Picture 4: Spatial representation of tending priorities for young forest stands in the Nazarje forest unit

Zelo pomemben korak je preverjanje rezultatov modela s stanjem na terenu oziroma z rezultati (ocenami) strokovnjakov. Proučevanje neskladij med ocenami strokovnjakov in ocenami modela je lahko izjemno kreativno, saj omogoča po eni strani izboljšanje modela (spremembe vplivnih dejavnikov, uteži ...), po drugi pa razkrivanje lastnih napak in nedoslednosti – skratka, učenje tako za model kot za strokovnjaka.

V primeru državnih gozdov na Krašici je skupina gojiteljev preverila vse ocene modela v kabinetu, odseke z največjimi odstopanji rezultatov pa smo analizirali na terenu. Za pomoč pri soočanju rezultatov smo izdelali preglednico, v kateri smo razvrstili odseke (popisne enote) po vrstnem redu ocen za nujnost nege (preglednica 8), in karto (slika 4). Zgornji del preglednice zasedajo odseki, ki imajo ugodnejšo kombinacijo podatkov vrednosti vplivnih dejavnikov za določitev nujnosti negovalnih del. V konkretnem primeru so to odseki z nizko stopnjo negovanosti, bogatimi sestojnimi zasnovami, čim večjimi površinami mladih razvojnih faz gozda, visoko stopnjo spremenjenosti sestojev, velikim številom prisotnih drevesnih vrst, visoko kakovostjo rastišč in majhnim obsegom poškodb. Odseki z nasprotnimi vrednostmi vplivnih dejavnikov pa zavzemajo mesta v spodnjem delu preglednice. Ker na oceno vplivajo v veliki meri tudi razmerja pomenov (uteži) posameznih vplivnih dejavnikov (preglednica 5), je povezanost z oceno nujnosti nege pri bolj pomembnih vplivnih dejavnikih mnogo večja od povezanosti, ki jo imajo vplivni dejavniki z manjšim relativnim pomenom (preglednica 8).

Največ odstopanj smo ugotovili v odsekih, kjer so bili posamezni vplivni dejavniki slabo ocenjeni ali tam, kjer so bila gojitvena dela že izvedena. Večja odstopanja smo zabeležili tudi v odsekih, kjer so mlajše razvojne faze zavzemale le manjši del odseka. Ocene vplivnih dejavnikov smo popravili, nehomogene odseke razdelili na več popisnih enot in postopek izračuna ponovili. Ugotovili smo zadovoljivo ujemanje med izračunano nujnostjo negovalnih del in stanjem na terenu, končni rezultat pa je prikazan v preglednici 8 in na sliki 4.

5 DISKUSIJA

Naše izkušnje kažejo, da so sistematična neskladja rezultatov metode z dejanskim stanjem na terenu lahko posledica neustrezne izbire vplivnih dejavnikov in / ali neustreznega določanja pomembnosti (sistema uteži). Najbolj pogosta odstopanja pa nastanejo zaradi neažurnih ali nekakovostnih vhodnih podatkov. V našem primeru je kljub relativni homogenosti odsekov v pogledu razvojnih faz, prihajalo do večjih odstopanj v odsekih z več razvojnimi fazami, kar je glede na homogenost – zasmrečenost enote in ob upoštevanju algoritma metode razumljivo. Zaradi tega je bilo potrebno odseke z več razvojnimi fazami razdeliti in vplivne dejavnike ponovno oceniti. Z uveljavitvijo Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Uradni list RS št. 5/98) in s prehodom na zajemanje podatkov po sestojih, se omenjeni problem omili. Ovira za uporabo metode ostaja tako predvsem razvojna faza mladovje, ki združuje podatke o mladju, gošči in letvenjaku.

V proučevanem kompleksu gozdov v GGE Nazarje prevladujejo med mlajšimi razvojnimi fazami letvenjaki in drogovnjaki. Tako se opisani preizkus uspešnosti metode nanaša predvsem na mlajše razvojne faze s pozitivno izbiro. Pri postavljanju modela za proučevani kompleks gozdov smo tudi domnevali, da med razvojnimi fazami ni različnih nujnosti ukrepanja, torej da nega mladja nima prednosti pred nego drogovnjaka ob primerljivih preostalih vplivnih dejavnikih. Zaradi hitrejših razvojnih procesov je mlajšim razvojnim fazam pogosto potrebno zagotoviti prednost pred starejšimi. Predstavljeni model je glede tega vprašanja povsem odprt in dopušča nadgradnje, dopolnitve in prilagoditve na konkretne razmere – vse v okviru v prejšnjem odstavku omenjenih omejitev. V model je pač potrebno vgraditi algoritem, po katerem se odločamo sami in vplivne dejavnike, na katere se pri odločanju opiramo.

Predstavljena metoda se je izkazala kot primerna za določanje oziroma preverjanje nujnosti negovalnih del v okviru istega lastništva gozdov na ravni gozdnogospodarske enote. Uporaba metode bi bila smiselna ob obnovah gozdnogospodarskih načrtov enot, ko razpolagamo s svežimi podatki. Metodo bi lahko uporabili tudi za pripravo letnih planov negovalnih del, v kolikor bi bolj razgradili podatkovne baze (prim. mladovja),

letno dopolnjevali podatkovne zbirke s svežimi podatki in tako zagotavljali trajno ažurnost.

Uporaba metode za višje prostorske ravni, kot na primer za GGE ne glede na lastništvo ali za raven gozdnogospodarskega območja, je smiselna le v okviru primerljivih problemov in ciljev gospodarjenja. Problemi in cilji namreč značilno vplivajo na izbiro vplivnih dejavnikov in na razmerja med njimi (uteži). Zato je potrebno izbiro vplivnih dejavnikov in razmerja prilagoditi konkretni razmeram v obravnavanem gozdnem kompleksu. V primeru GGE Nazarje smo zaradi zasmrečenosti gozdov med izbrane vplivne dejavnike uvrstili tudi spremenjenost drevesne sestave in ji prisodili relativno veliko utež (preglednica 6). V kompleksih bolj ohranjenih gozdov pa bi lahko spremenjenost zanemarili.

Predstavljena metoda ne more nadomestiti treznega premisleka izkušenega gozdarja, lahko pa mu je v pomoč pri odločanju, saj omogoča konsistentno in hitro obdelavo velikih površin na osnovi podatkov iz gozdarskih zbirk. Smiselna uporaba metode lahko prepreči marsikatero napako mlajših neizkušenih gozdarjev, ki se (žal) pogosto najdejo v vlogi nosilcev obnove gozdnogospodarskih načrtov. Pri tem se je potrebno zavedati, da je kakovost rezultatov metode v prvi meri odvisna od določanja ustreznih dejavnikov vpliva in njihovih razmerij, zato morajo v tem koraku sodelovati izkušeni strokovnjaki. Posebno pozornost je potrebno posvetiti tudi kakovosti popisa sestojev, ki zagotavlja vhodne podatke.

6 SUMMARY

The system of central subvention distribution for forest tending requires objective criteric for the evaluation of priorities to achieve proper treatment of forest stands in broader areas. The system must be flexible, deterministic, relatively simple and transparent because the distribution of capacity and founds is always a sensitive task, which demand an objective system of priority and control determination. Only carefully and well prepared decisions lead to rational use of founds, which must be shared on a priorities

of-needs basis. Every decision requires an information base, which is needed for determination and evaluation of different decision variants. Modern techniques of data acquisition, transferring and processing of information offer a lot of optimization possibilities for evaluation of different variant choices. A lot of data which describes forests, especially forest stands, are available from the Slovenian Forest Service. We estimate that exploitation rate of this data is relatively low. Forest inventory data is mainly used in the forest planning process; part of which is also planning tending activity in young forest stands.

Forestry is a spatial activity and that is the reason for the relatively early application of the Geographic Information System (GIS) in Forestry. In this paper we present an algorithm for priority determination for tending of young forest stands. The algorithm applies both basic parts of the GIS: the Forest Inventory Database and Decision support software tools. The evaluation process of priorities was made using the Forest Inventory Data And Method Of MultiCriteria Evaluation (EASTMAN 1993). Influential factor determination for assessment of tending priorities was made using pairwise comparison method (SAATY 1977). The algorithm is flexible and enables adaptation of decision process for different types of forest stand and priorities actualization for young forest stand tending. The system of priorities determination is completely deterministic. Every evaluation of priority can be reevaluated and explained by combinations of input data values. The reason for every "strange, odd" result of priority evaluation can be detected. The mistakes are mostly caused by unsuitable selection of influential factors, their evaluation or incorrect (inconsistent) values in the forest inventory database.

The algorithm was tested on the the Nazarje Forest unit that comprises 1028 ha of forest stands. A large share of the forest unit represents young development forest stand stages. The result was priority determination for all forest sections, which contain young forest stands. Every forest section was ranged in the priority scale ranging from zero to one hundred. The list of most urgent forest stands to which founds have to be directed urgently was made.

7 ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Članek je nastal v okviru razvojno aplikativnega projekta Optimalizacija nege mladega gozda (MZT V4-0174-98), ki sta ga financirala Ministrstvo za znanost in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Določanje in rangiranje vplivnih dejavnikov je plod posvetovanja gozdarskih strokovnjakov v okviru projekta, zato se vsem sodelavcem zahvaljujeva. Za vhodne podatke, preverjanje rezultatov na terenu se zahvaljujeva gozdarjem iz Nazarij. Posebna zahvala velja trem recenzentom, ki so bistveno pripomogli k kakovosti in berljivosti članka.

8 VIRI REFERNCES

- DIACI, J. 1997. Experimentelle Felduntersuchungen zur Naturverjüngung künstlicher Fichtenwälder auf Tannen-Buchenwaldstandorten (*Homogyno sylvestris-Fagetum*) in den Savinja-Alpen (Slowenien) mit besonderer Berücksichtigung der Ansamlungsphase und unter dem Einfluß der Faktoren Licht, Vegetation, Humus und Kleinsäuger. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen, 80. Zürich, 197 s.
- DIACI, J., PRELOŽNIK, V., KLADNIK, A. 1993. Obnovitveni gozdnogospodarski načrt enote Nazarje 1993 - 2002. Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje, Območna gozdna uprava, Služba za gozdnogospodarsko načrtovanje, 163 s.
- DIACI, J. 1997. Nega gozdov in kakovost v prihodnosti. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, s. 121-131.
- DIACI, J. / BONČINA, A. / KRAJČIČ, D. / KRČ, J. 2001. Optimalizacija nege mladega gozda. - Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnih raziskovalnih programov (CRP). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2001. 6 str., 41 str., ilustr., 34 str. pril.
- EASTMAN, J.R., 1993. Idrisi update manual, Worcester, Massachusetts, USA, Clarc University, 209 s.
- KOŠIR, B., KRČ, J. 2000 Where to Place and Built Forest Roads - Experience From the Model. Journal of Forest Engineering, vol. 11 no. 1, s. 7-19.
- KOTAR, M. 1989. Določevanje lesne proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč. Gozd.vest. 47,5. Ljubljana. s. 208-217.
- KOTAR, M. 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načela nege gozda spremeniti? - GozdV, 55, 3, s. 130-163.
- KRAJČIČ, D. 1999. Obseg bioloških vlaganj v gozdove v Sloveniji. Zb. gozd. lesar., št. 59, s. 33-54.

- KRAJČIČ, D. / KOLAR, I. 2000. Vpliv spremenjenega načina nege letvenjaka na zmanjševanje stroškov. *Gozd. vestn.*, 58 (2), s. 75-84.
- KRČ, J., 1995. Model napovedovanja oblik spravila lesa. -Magistrsko delo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 114 s.
- LEIBUNDGUT, H. 1948. Grundzüge der schweizerischen Waldbaulehre.- *Schweiz. Z. Forstwes.*, 99, 9/10, s. 7.
- MLINŠEK, D. 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. - Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij v Ljubljani, Ljubljana, 117 s.
- PEREIRA, J./DUCKSTEIN, L., 1993. A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. - *Int. J. Geographical Information System*, Vol. 7, No. 5, s. 407 - 424.
- SAATY, T.L., 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J. Math. Psychology*, 15, s. 234-281.
- SCHÄDELIN, W. 1928. Stand und Ziele des Waldbaues in der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 79, 119-139.
- SCHÜTZ, J.-Ph. 1996. Bedeutung und Moeglichkeiten der biologischen Rationalisierung im Forstbetrieb.- *Schweiz. Z. Forstwes.*, 147, 5, 315-349.
- SCHÜTZ, J.-Ph. 1999. Neue Waldbehandlungskonzepte in Zeiten der Mittelknappheit: Prinzipien einer biologisch rationellen und kostenbewusten Waldpflege. - *Schweiz. Z. Forstwes.*, 150, 12, s. 451-459.

