

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Boštjan JEŽ

**MODEL GOSTITVE CESTNEGA OMREŽJA NA
PRIMERU GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE
SLIVNICA**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Boštjan JEŽ

**MODEL GOSTITVE CESTNEGA OMREŽJA NA PRIMERU
GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE SLIVNICA**

MAGISTRSKO DELO

**DENSER ROAD NETWORK MODEL IN THE CASE OF
THE SLIVNICA FOREST MANAGEMENT UNIT**

M.SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu senata Biotehniške fakultete, z dne 6.7.2015, je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za magistrski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja gozdarstva in obnovljivih virov. Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Igor POTOČNIK z Biotehniške fakultete, Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Janez KRČ, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. David HLADNIK, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: doc. dr. Hrvoje NEVEČEREL, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za šumarske tehnike i tehnologije

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Boštjan Jež

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Md
DK	GDK 383.6:383.4(043.2)=163.6
KG	gozdne ceste/gostitev cestnega omrežja/ekonomika gradenj gozdnih cest
KK	JEŽ, Boštjan, univ. dipl. inž. gozd.
AV	POTOČNIK, Igor (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje gozdarstvo
LI	2016
IN	MODEL GOSTITVE CESTNEGA OMREŽJA NA PRIMERU GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE SLIVNICA
TD	Magistrsko delo
OP	XII, 121 str., 41 preg., 21 sl., 1 pril., 97 vir.
IJ	sl
JI	sl/en

AI Model napovedovanja oblik spravila lesa na podlagi vhodnih podatkov omogoča zanesljivo in na večjih površinah konsistentno napoved oblike spravila lesa. Za določitev pomembnosti vplivnih dejavnikov (naklon terena, razdalja do kamionske ceste, razvojna faza sestojev, delež iglavcev v lesni zalogi) za izbiro oblike spravila lesa v gozdnogospodarski enoti Slivnica je bila uporabljena metoda primerjave parov.

Ekonomska utemeljitev gostitve cestnega omrežja temelji na večjem zmanjšanju stroškov spravila lesa, kot pa znašajo povečani stroški prevoza lesa.

Izložena pravilna polja, katerih stroški spravila lesa presegajo povprečne stroške spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa, so območja, kjer je načrtovanje gostitve omrežja gozdnih cest najbolj smiselno.

Pred umestitvijo tras načrtovanih gozdnih cest je bilo potrebno poiskati nezadostno odprta območja, ki so določena na podlagi sedanje gostote gozdnih cest, ki je enaka optimalni gostoti, ter na podlagi terenskih in ekoloških omejitev pri umestitvi gozdnih cest (naklon terena > 50 %, varovalni gozdovi in gozdovi s prvo stopnjo poudarjenosti ekoloških funkcij).

V ekonomsko utemeljenih območjih je bilo analiziranih sedem načrtovanih gozdnih cest, ki so se ob podrobni ekonomski analizi izkazale za ekonomsko utemeljene. Z variiranjem modelnih stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih cest je bila izračunana doba, v kateri se investicijski in obratovalni stroški povrnejo (amortizacijska doba znaša 40 let). Pri izračunu je bila upoštevana 3% letna obrestna mera na vloženi kapital in vrednosti so bile diskontirane na sedanji čas. Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest na podlagi razlik v gozdni taksi nakazuje ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md
DC GDK 383.6:383.4(043.2)=163.6
CX forest roads/denser road network/economics of the construction of forest roads
AU JEŽ, Boštjan
AA POTOČNIK, Igor (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PD University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field Forestry
PY 2016
TI DENSER ROAD NETWORK MODEL IN THE CASE OF THE SLIVNICA FOREST MANAGEMENT UNIT
DT M.Sc. Thesis
NO XII, 121 p., 41 tab., 21 fig., 1 ann., 97 ref.
LA sl
AL sl/en

AI The model of predicting wood skidding methods based on input data enables reliable and consistent prediction of a wood skidding method across larger areas. In order to determine the importance of influential factors (terrain slope, distance to logging road, development stage of stands, share of conifers in the growing stock) for choosing a wood skidding method, a method of paired comparisons was used.

The economic justification of a denser road network is that the costs of wood skidding would decrease more than the costs of wood transportation would increase.

The eliminated skidding fields, for which the wood skidding costs exceed the average wood skidding costs with regard to various types of wood skidding, are the areas where the planning of a denser forest road network is the most sensible.

Prior to delineating a route of the planned forest roads, insufficiently open areas had to be found, which were determined based on the current density of forest roads, which equals the optimal density, and based on the terrain and ecological restrictions for siting forest roads (terrain slope > 50 %, protection forests and forests with direct and indirect ecological functions).

Seven planned forest roads were analysed in economically justified areas; a thorough economic analysis established that they are economically justified.

By varying the model costs of the construction and maintenance of forest roads, the period in which the investment and operating costs would be reimbursed was calculated (the depreciation period amounts to 40 years). The calculation took into account an annual 3% interest rate on invested capital and the values were discounted to the present. A calculation of the yield of the planned forest roads based on differences in the forest tax indicates the economical sensibility and priority of constructing an individual planned forest road.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XI
Okrajšave in kratice	XII
1 UVOD.....	1
2 OPREDELITEV RAZISKOVALNEGA PROBLEMA.....	4
3 PREGLED OBJAV	6
4 CILJI RAZISKOVANJA	10
5 DELOVNE HIPOTEZE	11
6 PROGRAM IN METODE RAZISKOVANJA	12
6.1 RAČUNALNIŠKI MODEL NAPOVEDOVANJA OBLIK SPRAVILA LESA ...	14
6.1.1 Analitični hierarhični proces	16
6.1.1.1 Metoda primerjave parov.....	17
6.1.1.1.1 Usklajenost matrike primerjav.....	18
6.1.1.2 Izračun s pomočjo računalniške aplikacije Saaty©	19
6.1.1.2.1 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti naklonom terena za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa	20
6.1.1.2.2 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razdaljam od kamionske ceste za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa	21
6.1.1.2.3 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razvojnim fazam (po razširjenih debelinskih razredih) za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa.....	22
6.2 ODPRTOST GOZDOV S PRODUKTIVNIMI CESTAMI.....	24
6.3 POVPREČNA RAZDALJA POSAMEZNIH OBLIK SPRAVILA LESA	25
6.3.1 Smer spravila lesa.....	29
6.4 TRANSPORTNI STROŠKI	30
6.4.1 Stroški spravila lesa glede na obliko spravila lesa.....	30
6.4.1.1 Možni desetletni posek	30

6.4.1.2	Neposredni stroški spravila lesa	31
6.4.1.2.1	Spravilo lesa s traktorji	32
6.4.1.2.2	Spravilo lesa z žičnico	35
6.4.1.2.3	Spravilo lesa s forwarderjem	38
6.4.2	Stroški prevoza lesa	39
6.4.2.1	Stroški gradnje gozdnih cest.....	40
6.4.2.1.1	Stroški zaradi trajne izgube rastne površine	40
6.4.2.2	Stroški vožnje lesa	41
6.4.2.3	Stroški vzdrževanja gozdnih cest	42
6.5	EKONOMSKA UTEMELJITEV GOSTITVE OMREŽJA GOZDNIH CEST.....	43
6.5.1	Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.....	45
7	OPIS GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE SLIVNICA.....	49
7.1	SPLOŠNI OPIS GGE SLIVNICA	49
7.1.1	Obstoječe cestno omrežje	53
7.1.2	Možni desetletni posek	54
8	REZULTATI	56
8.1	STROŠKI SPRAVILA LESA	56
8.1.1	Površina terenov, primernih za posamezno obliko spravila lesa	56
8.1.2	Razdelitev možnega desetletnega poseka glede na oblike spravila lesa.....	57
8.1.3	Smer spravila lesa	58
8.1.4	Stroški spravila lesa glede na oblike spravila lesa	59
8.1.5	Povprečne razdalje spravila lesa glede na oblike spravila lesa	60
8.1.5.1	Primerjava razdalj spravila lesa posameznih oblik spravila lesa med podatki iz GGN GGE in modelnimi podatki	61
8.2	STROŠKI PREVOZA LESA	62
8.2.1	Stroški gradnje gozdnih cest.....	62
8.2.1.1	Stroški zaradi trajne izgube rastne površine	62
8.2.2	Stroški vožnje lesa	63
8.2.3	Stroški vzdrževanja gozdnih cest	63
8.3	NAČRT GOSTITVE OMREŽJA GOZDNIH CEST.....	66
8.3.1	Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest.....	66
8.3.1.1	Stroški spravila lesa po pravilnih poljih, ki so večji glede na povprečne stroške spravila lesa po posameznih oblikah spravila lesa	66
8.3.1.2	Nezadostno odprta območja	67
8.3.1.2.1	Varovalni gozdovi	69
8.3.1.2.2	Naklon terena.....	70
8.3.1.2.3	Prva stopnja poudarjenosti ekoloških funkcij.....	71
8.3.1.2.4	Ekonomska utemeljenost kot izločitveni dejavnik	74
8.3.2	Prikaz načrtovanih tras gozdnih cest v ekonomsko utemeljenih območjih.	75
8.3.3	Ekonomska presoja načrtovanih gozdnih cest.....	80

8.3.4	Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.....	83
9	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	88
9.1	RAZPRAVA.....	88
9.1.1	Računalniški model napovedovanja oblik spravila lesa	88
9.1.2	Ekonomski utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest.....	89
9.1.3	Spravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa.....	91
9.1.4	Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.....	92
9.2	SKLEPI.....	95
10	POVZETEK (SUMMARY)	98
10.1	POVZETEK	98
10.2	SUMMARY	104
11	VIRI	111
11.1	CITIRANI VIRI	111
11.2	DRUGI VIRI	116
	ZAHVALA	122
	PRILOGE	123

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Lestvica za rangiranje parne primerjave dejavnikov	16
Preglednica 2: Slučajni indeks.....	18
Preglednica 3: Matrika primerjave parov	19
Preglednica 4: Prvi lastni vektor kvadratne matrike.....	20
Preglednica 5: Standardizirane vrednosti naklona terena za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa	21
Preglednica 6: Standardizirane vrednosti razvojnih faz (po razširjenih debelinskih razredih) za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa	23
Preglednica 7: Standardizirane vrednosti drevesne sestave za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa	24
Preglednica 8: Intenzivnost gospodarjenja glede na gostoto produktivnih cest.....	25
Preglednica 9: Koeficienti razdalj spravila lesa k_s	28
Preglednica 10: Koeficienti razdalj spravila lesa k_s za forwarder	28
Preglednica 11: Cene delovnih ur koncesionarja za delo v državnih gozdovih	31
Preglednica 12: Faktorji (fg) za preračunavanje prostorninskih enot (m^3) v maso (t) pri zbiranju in rampanju lesa.....	34
Preglednica 13: Normativi zbiranja in rampanja lesa iglavcev (min/t)	34
Preglednica 14: Normativi zbiranja in rampanja lesa listavcev (min/t)	34
Preglednica 15: Normativi vlačanja lesa iglavcev (min/t).....	35
Preglednica 16: Normativi vlačanja lesa listavcev (min/t).....	35
Preglednica 17: Vrednosti koeficientov in eksponentov za izračunavanje osnovnega normativa (min/t).....	37
Preglednica 18: Stroški vožnje lesa (€/tkm)	42
Preglednica 19: Gozdnatost v GGE Slivnica.....	51
Preglednica 20: Površina gozdov po oblikah lastništev v GGE Slivnica	53
Preglednica 21: Odprtost gozdov s cestami.....	53
Preglednica 22: Možni desetletni posek po sektorjih lastništva	55
Preglednica 23: Delež (%) površin, primernih za posamezno obliko spravila lesa	56
Preglednica 24: Razdelitev možnega desetletnega poseka glede na oblike spravila lesa ...	58

Preglednica 25: Stroški spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa	60
Preglednica 26: Povprečne razdalje spravila lesa glede na oblike spravila lesa	60
Preglednica 27: Razdalje spravila lesa glede na potencialne oblike spravila lesa.....	61
Preglednica 28: Razdalje spravila lesa na podlagi izračuna oblik spravila lesa.....	61
Preglednica 29: Površina katastrskih razredov po katastrskih občinah v GGE Slivnica za leto 2010	62
Preglednica 30: Lestvice katastrskega dohodka gozda za leto 2010	62
Preglednica 31: Stroški vožnje lesa možnega desetletnega poseka.....	63
Preglednica 32: Vrsta ukrepa in obseg del tekočega vzdrževanja 1 km gozdne ceste	63
Preglednica 33: Vrsta ukrepa in obseg del periodičnega vzdrževanja 1 km gozdne ceste..	64
Preglednica 34: Stroški dejanskega vzdrževanja 1 km gozdne ceste v letih 2005 – 2014..	65
Preglednica 35: Dolžine načrtovanih ekonomsko utemeljenih gozdnih cest	76
Preglednica 36: Izračun dopustnih dolžin in ostalih kazalcev načrtovanih gozdnih cest v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih	81
Preglednica 37: Amortizacijska doba posameznih načrtovanih gozdnih cest v odvisnosti od variabilnih stroškov gradnje in stroškov vzdrževanja gozdnih cest	83
Preglednica 38: Stroški vožnje možnega desetletnega poseka pred in po umestitvi ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cest z upoštevanjem amortizacijske dobe	85
Preglednica 39: Povprečna razdalja spravila lesa pravih polj, ki gravitirajo na ekonomsko utemeljene načrtovane gozdne ceste z upoštevanjem amortizacijske dobe pred in po njihovi umestitvi.....	85
Preglednica 40: Spremembe deleža površin (%) za posamezne oblike spravila lesa pred in po gradnji posameznih načrtovanih gozdnih cest.....	86
Preglednica 41: Odprtost gozdov s cestami v GGE Slivnica po gradnji načrtovanih gozdnih cest	86

KAZALO SLIK

Slika 1: Program raziskovanja.....	13
Slika 2: Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razdaljam od kamionske ceste za vzpostavljane pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa.....	22
Slika 3: Postopek izračuna povprečne teoretične razdalje spravila lesa v programskem okolju Mapinfo 10.5	27
Slika 4: Lega GGE Slivnica znotraj GGO Postojna	49
Slika 5: Lega GGE Slivnica znotraj krajevnne enote Cerknica.....	50
Slika 6: Pregledna karta cestnega omrežja	54
Slika 7: Grafični prikaz površin, primernih za posamezno obliko spravila lesa	57
Slika 8: Smer spravila lesa.....	59
Slika 9: Karta nadpovprečnih stroškov spravila lesa (%) po spravilnih poljih glede na posamezne oblike spravila lesa	67
Slika 10: Širina pasu (vplivno območje $e = 560$ m), ki ga odpirajo produktivne ceste.....	68
Slika 11: Izločitev površine varovalnih gozdov na karti nezadostno odprtih območij	69
Slika 12: Izločitev površine (naklon terena > 50 %) na karti nezadostno odprtih območij.	70
Slika 13: Prikaz nezadostno odprtih območij po izločitvi varovalnih gozdov in površin, kjer naklon terena presega 50 %.....	71
Slika 14: Izločitev površine ekoloških funkcij gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti na kartu nezadostno odprtih območij	73
Slika 15: Prikaz nezadostno odprtih območij po izločitvi gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti ekoloških funkcij	74
Slika 16: Prikaz nezadostno odprtih ekonomsko utemeljenih območij.....	75
Slika 17: Načrtovane ekonomsko utemeljene gozdne ceste.....	76
Slika 18: Načrtovane gozdne ceste v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih	77
Slika 19: Načrtovane gozdne ceste v odvisnosti od nadpovprečnih stroškov spravila lesa različnih oblik spravila lesa	78
Slika 20: Umestitev načrtovanih gozdnih cest glede na razrede naklonov terena.....	79
Slika 21: Prioriteta gradenj načrtovanih gozdnih cest	84

KAZALO PRILOG

Priloga A: Kalkulacija stroškov delovne ure za Timberjack 1010 v €/delovno uro

OKRAJŠAVE IN KRATICE

AHP – Analitični hierarhični proces

DMV – Digitalni model višin

EPO – Ekološko pomembna območja

FORWARDER – Gozdarski zgibni prikoličar

GGE – Gozdnogospodarska enota

GGN GGE – Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto

GGO – Gozdnogospodarsko območje

GIS – Geografski informacijski sistem

IDRISI – Računalniški program

KD – Katastrski dohodek

MAPINFO 10.5 – Geografski informacijski sistem

RGR – Rastiščnogojitveni razred

ZGS – Zavod za gozdove Slovenije

1 UVOD

Slovenija spada med najbolj gozdnate države v Evropi, kar pomeni, da je gozd naše največje naravno bogastvo. Gozd predstavlja del naše naravne in kulturne dediščine ter identitete slovenske krajine. S svojo ohranjenostjo kaže na naš trajnostni odnos do narave in življenjskega okolja. Gozd je tudi gospodarski dejavnik, saj zagotavlja številna zelena delovna mesta in energijo (projekt 'Spodbujamo zelena delovna mesta', ki je ena izmed akcij partnerstva na področju komuniciranja evropskih vsebin med Evropsko komisijo, Vlado Republike Slovenije in Evropskim parlamentom) (Gozdarstvo ..., 2015).

Les je naša edina gospodarsko pomembna surovina in zaradi premajhne izkoriščenosti predstavlja veliko priložnost in primerjalno prednost za Slovenijo (Karba, 2010). Slovenska družba in gozdarska stroka sta se opredelili za intenziviranje pridobivanja in rabe lesa kot domačega obnovljivega naravnega vira. Le to je definirano v razvojnih dokumentih, kot so: Akcijski načrt za povečanje konkurenčnosti gozdno lesne verige v Sloveniji do leta 2020, Gozdarski ukrepi na področju Programa razvoja podeželja ter Zakonodaja s področja gozda in gozdarstva (Gozdarstvo ..., 2015).

Gozdni ekosistemi pomembno prispevajo k varovanju tal, voda in podnebja. So dom pestri paleti rastlinskih in živalskih vrst, nam pa prostor za oddih in rekreacijo. Sodobno gospodarjenje z gozdovi danes temelji na načelih trajnosti, sonaravnosti in večnamenskosti, ki upošteva proizvodne, ekološke in socialne funkcije gozda. To zagotavlja trajno ohranjanje gozdov in vseh njegovih funkcij (Gozdarstvo ..., 2015).

Za uspešno izpolnjevanje vseh funkcij gozda mora biti gozdna površina primerno odprta z gozdnimi prometnicami, ki so v sodobnem gospodarjenju z gozdovi pogoj za uspešno in učinkovito gospodarjenje. Brez njih ni mogoče osnovati, negovati oziroma vzdrževati ekološko zdravih, sestojno raznolikih in stabilnih gozdov. Gozdno gradbeništvo se je zmeraj trudilo in vključevalo v prizadevanja uresničiti cilje, ki jih je družba postavila pred gozdarstvo. S tem si je gozdno gradbeništvo pridobilo pomembno vlogo tako v strokovnem kot v operativnem pogledu v celotnem sklopu gospodarjenja z gozdovi. Težnja po racionalnem delu, pomanjkanje sredstev in velike potrebe po odpiranju gozdov so

narekovale, da je gozdno gradbeništvo sledilo razvoju tehnike in tehnologije in poizkušalo čimprej uvajati ta splošna spoznanja tudi pri gradnji gozdnih cest.

Relativna samostojnost odločanja, solidno finančno poslovanje takratnih gozdnih gospodarstev ter urejen sistem financiranja gradenj preko namenskih sredstev, ob nezahtevni gradbeni in okoljski zakonodaji, so v obdobju 1971-1980 rezultirali v pospešeno gradnjo cest, ki je doseglo višek v obdobju 1982-1984, ko so gradili preko 300 km cest letno (Robek in sod., 2006). Lesnoproizvodna vloga gozda je bila v preteklosti najpomembnejša, saj je bilo načrtovanje odpiranja gozdov namenjeno izključno potrebam pridobivanja lesa, v redkih primerih pa so bile gozdne ceste načrtovane zaradi povezovanja odmaknjenih vasi z dolino.

Glavni cilj odpiranja gozdov je bilo zmanjševanje stroškov spravila lesa, ki jih predstavljajo stroški zbiranja in vlačjenja lesa od panja do gozdne ceste (Dobre, 1990). V današnjih spremenjenih pogojih gospodarjenja je potrebno pri načrtovanju vsakega posega v gozd upoštevati vse vloge gozda hkrati, tako postaja tudi načrtovanje odpiranja gozdov vse zahtevnejše in zahteva poglobljen, večnamensko vrednoten pristop (Hribernik, 2013). Cilj načrtovanja odprtosti gozda je odpreti gozd s prometnicami tako, da bo možno z njim optimalno gospodariti pri minimalnih transportnih stroških ob hkratnem upoštevanju vseh drugih uporabnikov gozdnega prostora (Dobre, 1995). Tako mora biti vsaka gradnja gozdne ceste utemeljena na podlagi tehničnega, ekonomskega in ekološkega vidika (Dobre, 1995).

Sistem načrtovanja odpiranja gozdov z gozdnimi cestami sestavljata okvirno in podrobno načrtovanje odpiranja gozdov z gozdnimi cestami, ki ga izvaja Zavod za gozdove Slovenije (v nadaljevanju ZGS). Z okvirnim načrtovanjem odpiranja gozdov z gozdnimi cestami, ki se izvaja v okviru gozdnogospodarskega načrtovanja (v nadaljevanju GGN), se določijo prednostna območja za gradnjo gozdnih cest, ki pokažejo, kje bi bile potrebne novogradnje gozdnih cest (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009). Trase bodočih gozdnih cest se v GGN ne določajo, določajo le dejanske in ciljne gostote gozdnih cest, ki sicer prikazujejo stopnjo odprtosti gozdov z gozdnimi cestami, a ta podatek premalo natančno usmerja nadaljnja ukrepanja. Pri okvirnem načrtovanju ne moremo mimo ocene, koliko

gozdnih cest bi še potrebovali, da bi se z GGN postavljeni cilji tudi dosegli. S podrobnim načrtovanjem odpiranja gozdov z gozdnimi cestami, ki se izvaja v okviru izdelave elaborata ničelnic gozdne ceste in je obvezna podlaga za projektiranje gozdne ceste, se določijo bistveni elementi možnih tras gozdne ceste v predelu odpiranja (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009).

Projektiranje gozdne ceste zajema najmanj izdelovanje in uskladitev projektne dokumentacije za gradnjo gozdne ceste ter z njim povezano svetovanje ter se izvaja po pogojih, določenih v predpisih, ki urejajo graditev objektov ter predpisih, ki urejajo gozdove (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009).

2 OPREDELITEV RAZISKOVALNEGA PROBLEMA

Odpiranje gozdnega prostora postaja zmeraj bolj zahtevno zaradi ekonomskih, ekoloških in socialnih dejavnikov. Na področju ekonomskih dejavnikov je znano, da učinek cest na skrajševanje razdalje spravila lesa in dostopnost v gozdni prostor z zgoščevanjem cestnega omrežja hitro pada, posledično pa tudi gospodarnost vloženih sredstev (Robek in sod., 2004). Poleg tega pa je omrežje gozdnih cest do neke mere že vzpostavljeno in se nadaljnje odpiranje gozdov premika na težje, zahtevnejše terene, kar povzroča negativne ekološke posledice. Naravovarstvena osveščenost ljudi je dosegla takšno raven, da zelo kritično ocenjujejo vsak poseg v okolje. Intenzivnega gospodarjenja z gozdovi si ne moremo predstavljati brez ustrezne odprtosti gozdov z gozdnimi prometnicami in njihovo primerno vzdrževanostjo.

V preteklosti so gozdne ceste gradili le na podlagi minimalnih stroškov pri transportu lesa oziroma ugotovljenih potreb po gostitvi cestnega omrežja zaradi pridobivanja lesa. Pri spravilu lesa je vedno prisotna težnja po čim boljšem in čim krajšem načrtovanju oblik spravila lesa, poleg tega pa nove tehnologije transporta zahtevajo prilagoditve obstoječih tehničnih elementov gozdnih cest.

Ker je interes za vlaganja v prometno infrastrukturo zaradi dolge dobe vračanja investicije precej omejen, je zelo pomembno, da med načrtovanimi ekonomsko utemeljenimi gozdnimi cestami naredimo prioriteto po pričakovanih dobah vračanja osnovne investicije, ki jo predstavlja strošek gradnje in vzdrževanja gozdne ceste. To je tudi glede na obstoječi način financiranja vzdrževanja in rabe gozdnih cest, ki ne določa uporabnine gozdnih cest, razpoložljivi ekonomsko utemeljeni kriterij.

Pri iskanju primernosti gradnje načrtovane gozdne ceste z vidika ostalih vlog gozda je pomemben tudi režim in intenziteta njene rabe, saj se z režimom uporabe gozdne ceste usmerja oziroma določa njeno rabo tako, da se zagotavlja optimalno večnamensko gospodarjenje z gozdom. Gozdne ceste moramo uporabljati tako, da povzročajo čim manjše motnje v uresničevanju funkcij gozda kot ekosistema (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009).

V Sloveniji omrežje gozdnih cest še ni dovolj dograjeno, zato je potrebno opredeliti možnosti nadaljnje gostitve omrežja gozdnih cest v obsegu, ki zmanjšuje skupne stroške pridobivanja lesa in cestnega omrežja ter določiti območja, kjer je gradnja gozdnih cest možna oziroma določiti prioriteto gradenj načrtovanih gozdnih cest. Za ta problem bomo poskušali v magistrskem delu dobiti konkretne rešitve, ki bi vodile do bolj trajne ohranitve gozdov in njegovih vlog.

3 PREGLED OBJAV

Raziskav na temo optimiranja gostitve omrežja gozdnih cest je veliko.

Za prvo skupino raziskav je značilno, da obravnavajo problem gostitve omrežja gozdnih cest zgolj na podlagi ekonomske komponente.

Tako je Abegg (1988) izdelal raziskavo, ki je vključevala glavne parametre (naklon terena, matična podlaga, stroški gradnje ter največji možni posek), na podlagi katerih je določal gostoto gozdnih cest. Gozdne ceste so pri tem konstruirane za vožnjo s kamioni in hkrati predstavljajo smernice za izvedbo spravila s traktorjem ali žičnico.

Krč (1995) ugotavlja, da je spravilo lesa najintenzivnejša in hkrati najdražja faza pridobivanja lesa. Določevanje oblik spravila lesa je sestavni in izredni pomembni del operativnega načrtovanja gozdne proizvodnje (odvisno je od množice vplivnih dejavnikov). Sodobne možnosti računalniškega modeliranja in pomoči pri sprejemanju odločitev je uporabil za modelno napovedovanje oblik spravila lesa. Razvil je lastne algoritme, ki so prevedli razpoložljive podatke v potrebno obliko in hkrati zagotovil dodatno potrebne informacije za bolj natančno izbiro oblike spravila lesa. Model je dovolj široko zasnovan, da ga lahko uporabimo za različne razmere pridobivanja lesa.

Pičman in Pentek (1998) ugotavljata, da je optimalna gostota gozdnih cest glavni dejavnik, ki vpliva na učinkovito in ekonomično gospodarjenje z gozdovi. Gozdne ceste morajo biti ustrezno projektirane in ekonomsko utemeljene, saj so stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih cest visoki. Optimalna rešitev upošteva optimalno odprtost, pravilne pogoje ter minimalne stroške gradnje, vzdrževanja, transporta spravila ter vrednosti gozda in gozdne krajine.

Heinimann (1998) ugotavlja, da je odprtost z gozdnimi cestami glede na naklon odvisna od tehnologije pridobivanja in transporta lesa. Raziskovalni cilj je bil razviti optimalni model odprtosti za strme terene in to implementirati v model skupnih stroškov za koncept spravila z zgibnikom oz. žičnico.

Raziskava je analizirala transport in geometrijo cest zato, da je ugotovila odvisnost med gostoto cest, naklonom terena in umestitvijo cest v prostoru. Razlika med stroški v optimalni odprtosti je indikator odločitve za sistem spravila z zgibnikom oz. žičnico.

Matsumoto in Kitagawa (1999) sta preučevala izvedbo del v zasebnih gozdovih v odvisnosti od odprtosti gozda. Z večanjem razdalje od prometnice drastično upada obseg del, ki se izvajajo na razdalji do 300 m od ceste, v povprečju pa 210 m od ceste. Glede na povprečno razdaljo spravila lesa, ki znaša 275 m, ugotavljata potrebo po dograditvi omrežja gozdnih cest.

Krč (1999) je opisal modelni izračun vpliva gozdne ceste na vrednost gozdne rente. Analiziral je spremembo karte oblik spravila lesa in gozdno takso v odsekih, na katere je izbrana cesta neposredno vplivala. Izračun primerja stroške gradnje in vzdrževanja gozdne ceste z razliko v gozdni taksi, ki je posledica spremenjenih stroškov spravila lesa. Prispevek ceste na spremembo višine gozdne takse je obravnaval po treh različicah, ki so se razlikovale po oddaljenosti odsekov od cest v gozdovih, za katere je privzel, da so še odprti z vidika pridobivanja lesa.

V analizi je ugotovil, da se sredstva vložena v izgradnjo in vzdrževanje ceste, v primeru, da cesta ne odpira novih lesnoproizvodnih gozdov in z upoštevanjem samo nižjih stroškov spravila lesa, ne povrnejo.

Naslednja skupina raziskav upošteva pri določevanju optimalne gostote gozdnih cest tudi ostale kriterije. Tako Pičman (1994) v svoji raziskavi upošteva poleg ekonomskih razlogov pri izgradnji optimalnega omrežja gozdnih cest tudi topografske in hidrološke dejavnike. Optimalno gostoto gozdnih cest načrtuje za izbrano območje s pomočjo digitalnega modela reliefa.

O obstoječi, minimalno potrebni, planirani, ciljni in optimalni primarni odprtosti gozdov so se ukvarjali Pentek in dr. (2007b) ter Nevečerel (2010). Avtorji so izračunali optimalno primarno odprtost gozdov glede na reliefne posebnosti posameznih gozdnih področij ter skupno dolžino načrtovanih gozdnih cest, ki jih je potrebno zgraditi. Narejena je bila tudi stroškovna analiza za novo mrežo načrtovanih gozdnih cest.

Hruza in sod. (2012) ugotavljajo, da mora načrtovanje gozdnih cest temeljiti pretežno na tehničnih in ekonomskih kriterijih.

Vendar pa so dandanes pri načrtovanju cestnega omrežja pomembni tudi vplivi okolja in značilnosti gozdnih ekosistemov. Avtorji v študiji ugotavljajo, da vključitev ekoloških kriterijev pri optimizaciji cestnega omrežja statistično ne vodi nujno do povišanih stroškov gradnje in vzdrževanja cestnega omrežja.

Najafi in Richards (2011) ugotavljata, da so stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih prometnic visoki in da je zaradi tega zelo pomembno razviti metodo projektiranja mreže gozdnih prometnic, katere cilj je zmanjšati stroške gradnje in vzdrževanja gozdnih cest ter stroške, ki nastanejo pri primarnem in sekundarnem transportu lesa.

Zolfani in sod. (2011) v raziskavi ugotavljajo, da je izbira prostorske umestitve gozdne ceste zelo pomemben problem. Pri izbiri lokacij si pomagajo z metodo večkriterialnega odločanja (AHP) in metodo COPRAS-G (metoda evaluacije najboljše prostorske umestitve načrtovane gozdne prometnice).

Mohammadi in sod. (2010) ugotavljajo, da je gradnja gozdne ceste najbolj draga operacija v gozdarstvu. Projektiranje in gradnja gozdnih cest na neprimernih območjih lahko poveča stroške gradnje in vzdrževanja ter povzroči veliko okoljsko škodo. Rezultati te študije so pokazali, da bi z uporabo metode AHP in metod GIS istočasno lahko dosegli ustrezen in primeren način pri načrtovanju cestnega omrežja.

Hribernik (2013) v doktorski disertaciji ugotavlja, da sodoben pristop k načrtovanju odpiranja gozdov zahteva hkratno obravnavanje vseh vlog gozda. To je v raziskavi narejeno z določanjem relativnega pomena posamezne vloge gozda na podlagi večkriterijskega odločanja, ki določa težo posameznega dejavnika po metodi parov. Na podlagi standardiziranih vrednosti vlog gozda in njihovih izračunanih uteži je izdelana karta primernosti ureditvenih enot za gradnjo gozdnih cest. Primernost posameznih ekonomsko utemeljenih načrtovanih tras gozdnih cest je z vidika posameznih vlog gozda različna. To je prikazano s študijem primera in predstavlja kakovost novega pristopa pri načrtovanju odpiranja gozdov.

Krč in Beguš (2013) sta predstavila model, ki določi z gozdnimi cestami neodprte predele gozdov in temelji na analizah razdalj med obstoječim omrežjem javnih in gozdnih cest ter kakovostnim potencialom gozdov (boniteta rastišč) na neodprtih predelih. Model predvideva dva sklopa dograjevanj cestnega omrežja, in sicer izdelavo spojnih cest do neodprtih predelov gozdov in izgradnjo novih dolžin gozdnih cest z diferencirano gostoto na izločenih predelih neodprtih gozdov. Tako je predvidena minimalna površina neodprtega predela, ki je oddaljen vsaj 300 m od obstoječe ceste. Enotno je privzeta minimalna površina 40 ha kot modelno primerna za izgradnjo dovozne ceste. Nadaljnja gostitev z novogradnjami gozdnih cest pa je odvisna od gozdne združbe, pri kateri upoštevamo njen rastiščni koeficient kot kazalec potencialne bonitete neodprte površine gozda.

Dosedanje raziskave so se ukvarjale z dejavniki, ki vplivajo na gostoto gozdnih cest ločeno oziroma v medsebojni interakciji vseh vlog gozda hkrati.

Izbor najprimernejših oblik spravila lesa glede na določene vhodne vplivne dejavnike ter nato konkretni prikaz gostitve omrežja gozdnih cest v nezadostno odprtih območjih z določitvijo prioritete gradenj načrtovanih gozdnih cest pa ni bil upoštevan v nobeni od dosedanjih raziskav.

4 CILJI RAZISKOVANJA

Cilji, ki jih nameravamo z raziskavo doseči, so naslednji:

- Z računalniško podprtim modelom izdelave kart oblik spravila lesa na ravni gozdnogospodarske enote (v nadaljevanju GGE) na podlagi večkriterialnega ovrednotenja vrednosti vhodnih spremenljivk izdelati karto oblik spravila lesa ter izločiti pravilna polja. Izbira najbolj primerne oblike spravila lesa naj bi bila rezultat uporabe postopka določanja korelacije vplivnih dejavnikov s posameznimi primernostmi za variantne odločitve uporabe postopka. S tako izdelano karto oblik spravila lesa želimo pokazati na njeno uporabnost pri izračunavanju stroškov spravila in prevoza lesa za posamezno pravilno polje.
- Določiti najprimernejša mesta gostitve omrežja gozdnih cest na nezadostno odprtih območjih in to v pravih poljih, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa. V pravih poljih, ki bodo gravitirala na načrtovane gozdne ceste, naj bi bilo najbolj ugodno razmerje med prihrankom pri pravilu lesa in povečanimi stroški prevoza lesa.
- Določiti ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste glede na izračun donosa načrtovanih gozdnih cest na podlagi razlik v gozdni taksi. Pri tem razviti metodo presoje s spreminjanjem vloženih sredstev v izgradnjo in vzdrževanje posamezne načrtovane gozdne ceste, za katere predvidevamo, da se po metodi izračuna razlik v gozdni taksi ne bodo povrnili le v primeru nizkih koncentracij lesa, nizkega prirastka in manjših razlik v razdaljah spravila lesa pred in po gradnji načrtovane gozdne ceste.
- Končni cilj je praktična uporabnost izdelanega modela tudi na drugih prostorsko zaključenih enotah.

5 DELOVNE HIPOTEZE

Glede na pretekla raziskovanja, izkušnje in zastavljene cilje smo si zastavili naslednje raziskovalne hipoteze:

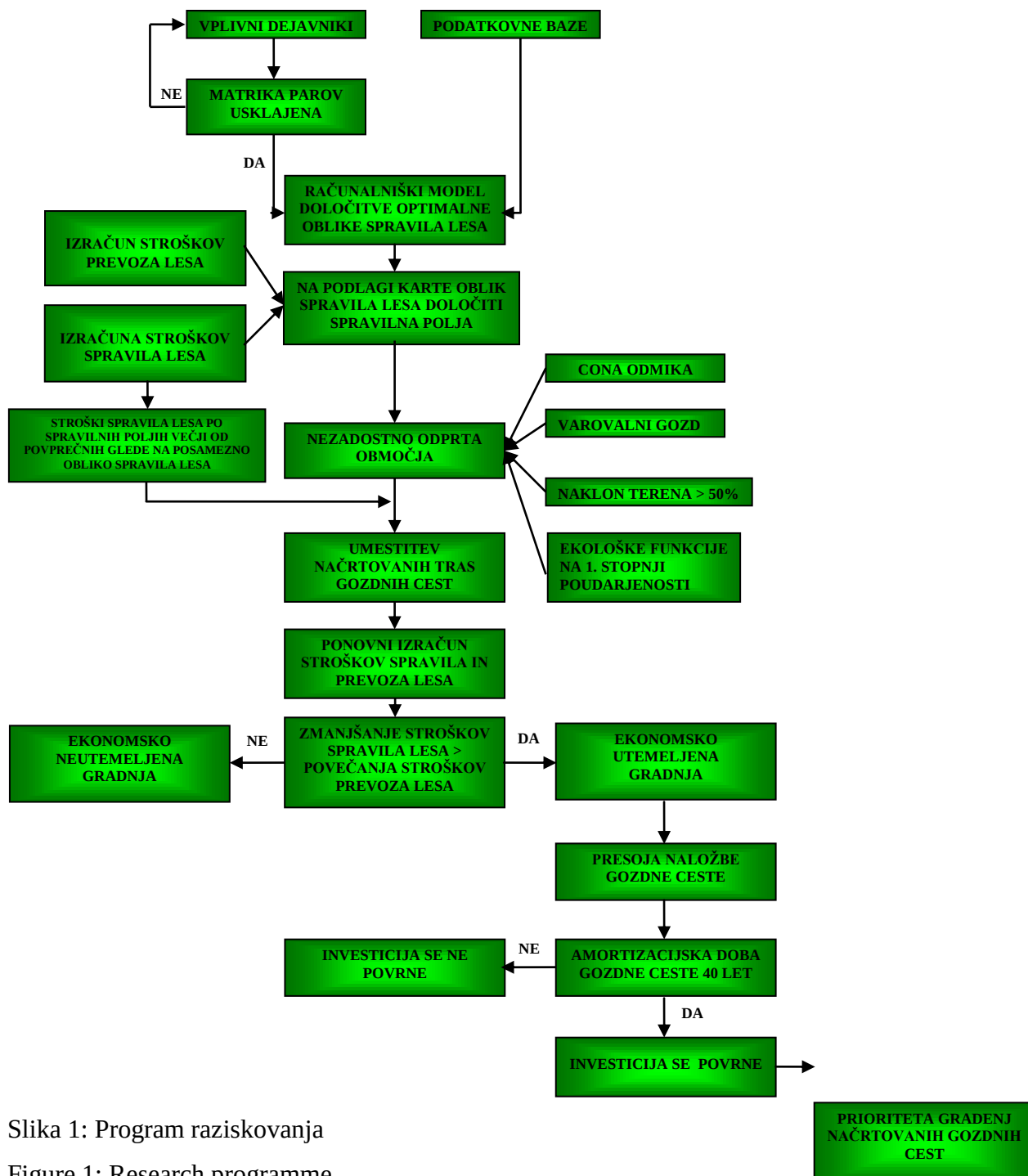
- Računalniško podprt model izdelave kart oblik spravila lesa na podlagi večkriterialnega ovrednotenja vrednosti vhodnih spremenljivk nam pomaga, da zanesljiveje ter na večjih površinah konsistentneje napovemo oblike spravila lesa.
- Spravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa, so na nezadostno odprtih območjih najprimernejša mesta gostitve omrežja gozdnih cest.
- Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest temelji na večjem zmanjšanju stroškov spravila lesa, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa.
- Modelni izračun donosa načrtovanih gozdnih cest na podlagi razlik v gozdni taksi nakazuje ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste v njeni amortizacijski dobi.

6 PROGRAM IN METODE RAZISKOVANJA

V magistrskem delu bomo preučevali ceste na področju GGE Slivnica, ker razpolagamo s podatki o katastru gozdnih in javnih cest, z GGN za GGE ter zapisih o dosedanjih oblikah spravila lesa.

V raziskavi bomo najprej:

- analizirali vplivne dejavnike (z metodo primerjave parov bomo določili pomembnost vplivnih dejavnikov za izbiro oblik spravila lesa),
- preizkusili računalniški model zanesljivega in na večjih površinah konsistentnega napovedovanja oblik spravila lesa,
- analizirali stroške spravila in prevoza lesa,
- definirali kriterije za opredelitev nezadostno s produktivnimi cestami odprtih območij,
- prostorsko umestili načrtovane gozdne ceste na območja, kjer je zmanjšanje stroškov spravila lesa večje, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa ter
- določili prioriteto gradenj načrtovanih gozdnih cest na podlagi izračuna donosa po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.



Slika 1: Program raziskovanja

Figure 1: Research programme

Vse karte v magistrski nalogi bodo izdelane s pomočjo geografskega informacijskega sistema Mapinfo 10.5 (v nadaljevanju MAPINFO 10.5).

6.1 RAČUNALNIŠKI MODEL NAPOVEDOVANJA OBLIK SPRAVILA LESA

Z namenom čimbolj zanesljivega in na večjih površinah konsistentnega načrtovanja oblik spravila lesa je Krč (1995) razvil računalniški model napovedovanja oblik spravila lesa, ki na podlagi vhodnih podatkov, zbranih v obstoječih gozdarskih zbirkah, določi modelno najprimernejšo obliko spravila lesa za vsako celico v rastrskem podatkovnem modelu. Primernost smo določili po postopku tehtane linearne kombinacije standardiziranih vrednosti vplivnih dejavnikov za sleherno varianto in sleherno enoto prostora (celica v rastrskem podatkovnem modelu). Rezultat je bil niz datotek primernosti, ki so vsebovale informacijo o primernosti površin za rabo posamezne oblike spravila lesa. Primernost je določena z vrednostjo na standardiziranem intervalu, ki je enak kot pri standardiziranih vrednostih vplivnih dejavnikov (seštevek uteži vplivnih dejavnikov za posamezno varianto je enak ena). Končna datoteka modelnih oblik spravila lesa je rezultat izbire najprimernejše oblike spravila lesa glede na vrednosti v datotekah primernosti. Za sleherno modelno površino (celica v rastrskem podatkovnem modelu) je model poiskal datoteko primernosti z največjo standardizirano vrednostjo. Model vsebuje izvirne rešitve in ideje (določanje smeri spravila lesa) kot tudi uporablja standardne rešitve (geografski informacijski sistemi – v nadaljevanju GIS, IDRISI (Eastman, 1997)).

Programski paket IDRISI omogoča vrsto operacij s podatki, za katere je poleg vrednosti znana tudi lokacija na terenu, je torej orodje za geografske analize in ekološko modeliranje (Krč, 1995).

Za model napovedovanja oblik spravila lesa smo uporabili tri glavne podatkovne baze:

- digitalni model reliefa (v nadaljevanju DMR) 12,5 x 12,5 generaliziran na 25 m x 25 m
- digitalizirano omrežje cest,
- podatke iz popisa gozdov in
- podatke o pomenu vplivnih dejavnikov oziroma omejitvah za oblike spravila lesa (naklon terena, razdalja do kamionske ceste, razvojna faza sestojev, delež iglavcev v lesni zalogi).

Uspeh modeliranja je odvisen od pravilne izbire najpomembnejših vplivnih dejavnikov, povezav med njimi, skratka model se mora obnašati podobno kot izvirnik – izhodiščni objekt, saj mora vsebovati vse tiste bistvene lastnosti in informacije kot izhodiščni objekt (Košir, 1995).

Med vplivne dejavnike smo uvrstili naslednje podatke:

- naklon terena,
- razdalja do kamionske ceste,
- razvojna faza sestojev,
- delež iglavcev v lesni zalogi.

Pri spravilu lesa je zelo pomembno določanje najprimernejše oblike spravila lesa, saj s tem zmanjšamo stroške pridobivanja lesa ter težavnost dela (Krč, 1995). V nalogi predpostavljamo, da je izbor najprimernejših oblik spravila lesa neodvisen od sektorja lastništva, saj terenske in sestojne razmere določajo najprimernejšo obliko spravila lesa. V nasprotnem primeru bi bilo, zaradi lastniške strukture (razdrobljenosti), uvajanje novih tehnologij precej onemogočeno. V zadnjih letih se tudi v analizirani GGE Slivnica intenzivno uvaja strojna sečnja, žičnično spravilo pa bi ob motivaciji in povezovanju lastnikov gozdov lahko tudi dandanes odigralo pomembno vlogo na strmejših terenih.

Dinamično analizo smo torej izvedli na podlagi modelne karte naslednjih oblik spravila lesa:

- gozdarski zgibni prikoličar (v nadaljevanju forwarder),
- traktor navgor,
- traktor navzdol,
- žičnica navzgor,
- žičnica navzdol.

Pri spravilu lesa s traktorjem smo predvidevali spravilo lesa navzdol in navzgor, pri spravilu lesa s forwarderjem pa spravila lesa glede na smer spravila nismo delili, ampak smo smer spravila lesa upoštevali le pri izračunu povprečne razdalje spravila lesa.

Pri spravilu lesa z žičnico smo upoštevali veliki večbobenski žični žerjav s stolpom in to Syncrofalke, ki omogoča poleg spravila navzgor tudi spuščanje lesa navzdol.

6.1.1 Analitični hierarhični proces

Za določitev pomembnosti vplivnih dejavnikov za izbiro oblike spravila lesa smo uporabili metodo primerjave parov. Metodo je v 70. letih 20. stoletja razvil Thomas L. Saaty in je na področju procesa sprejemanja odločitev znana kot analitični hierarhični proces (Analytic Hierarchy Process – v nadaljevanju AHP). Metoda AHP je razvila linearni aditivni model sistema kriterijev, pri katerem se uteži na vseh nivojih praviloma določijo na podlagi 'primerjave vseh parov' kriterijev (Saaty, 1980). Metoda AHP je dovolj močan in fleksibilen pristop k celovitemu odločanju. Posamezni dejavnik je lahko glede na druge enako, bolj ali manj pomemben. Razmerja med pari posameznih dejavnikov so ovrednotena z vrednostnimi na kontinuirani lestvici za rangiranje parne primerjave dejavnikov (Mrvar, 1992).

Preglednica 1: Lestvica za rangiranje parne primerjave dejavnikov

Table 1: The scale for evaluation of criteria pair comparisons

Manj pomembno				Enako	Bolj pomembno			
Ekstremno	Zelo močno	Močno	Zmerno	Enako	Zmerno	Močno	Zelo močno	Ekstremno
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9

(Vir: Saaty, 1980)

Vrednosti dobljenih primerjav se zapisujejo v kvadratno matriko, pri čemer velja, da so vrednosti pod diagonalo zrcalno enake vrednostim nad diagonalo. Kvadratno matriko smo transformirali v recipročno in z izračunom prvega lastnega vektorja te matrike dobili niz uteži, ki predstavljajo pomembnost posameznega vplivnega dejavnika. Odvisnosti med primernostjo za posamezno obliko spravila lesa in velikostjo dejavnikov so različne, kar smo uporabili za merilo pri izbihi najprimernejše oblike spravila lesa. Vsak vplivni dejavnik ima izbran poljuben interval standardiziranih vrednosti, v našem primeru med ena in dvajset. Vrednost ena predstavlja manj ugoden vpliv, vrednost dvajset pa najbolj ugoden vpliv določenega dejavnika na obliko spravila lesa. Vsota produkta uteži in

standardiziranih vrednosti dejavnikov na ravni osnovnih enot – v tem primeru celic v rastrskem podatkovnem modelu, kaže na večjo ali manjšo primernost izločenih polj za posamezno obliko spravila lesa. Na tej osnovi izdelana karta oblik spravila lesa nam je omogočala modelno izračunavanje stroškov spravila lesa za posamezno pravilno polje.

6.1.1.1 Metoda primerjave parov

Kvadratna matrika $A = a_{ij}$ ($i = 1..m, j = 1..m$) predstavlja vse parne primerjave m kriterijev.

Za primerjave uporabimo naslednjo lestvico:

- 1 – kriterija i in j sta enako pomembna
- 3 – kriterij i je malce pomembnejši od j
- 5 – kriterij i je opazno pomembnejši od j
- 7 – kriterij i je bistveno pomembnejši od j
- 9 – kriterij i je absolutno pomembnejši od j

Primerjavam lahko dodelimo tudi vmesne ocene 2, 4, 6, 8, če se ne moremo odločiti za vrednosti iz tabele. Primerjava mora biti izdelana na podlagi primerjave manjših delov podkriterijev med seboj in ne na podlagi primerjave dveh celot (Saaty in Vargas, 1994).

Obratna vrednost pomeni, da je kriterij j pomembnejši od i , npr. $a_{ij} = 1/5$ pomeni, da je j opazno pomembnejši od i .

Iz te matrike dobimo vektor koristnosti w z rešitvijo problema lastnih vrednosti matrike A (Saaty in Vargas, 1994):

$$Aw = \lambda w \quad \dots(1)$$

Kjer je λ največja lastna vrednost matrike A , w pa pripadajoči lastni vektor.

Lastno vrednost, ki pripada lastnemu vektorju, izračunamo po obrazcu (Saaty in Vargas, 1994):

$$\lambda = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad \dots(2)$$

6.1.1.1.1 Usklajenost matrike primerjav

Med ocenami v matriki A mora veljati tranzitivnost:

$$a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij} \quad \dots(3)$$

Za vsako matriko primerjav lahko izračunamo, kako so matrike usklajene med seboj. V primeru popolne usklajenosti je največja lastna vrednost enaka dimenziji matrike $A = (\lambda = m)$, sicer pa je največja lastna vrednost večja od m ($\lambda > m$). Na podlagi tega odstopanja je izgrajen indeks usklajenosti – I (Mrvar, 1992).

$$I = \frac{\lambda - m}{m - 1} \quad \dots(4)$$

$$\lambda = m \Rightarrow I = 0 \quad \dots(5)$$

AHP nam na podlagi tega indeksa izračuna usklajenostno razmerje CR (consistency ratio). Ta indeks moramo še primerjati z indeksom, ki ga dobimo pri slučajno generiranih pozitivnih recipročnih matrikah enakih dimenzij nad lestvico 1...9 - slučajni indeks – random indeks – I_R (Mrvar, 1992).

$$CR = \frac{I}{I_R} \quad \dots(6)$$

Preglednica 2: Slučajni indeks – I_R

Table 2: Random indeks – I_R

m	I_R
2	0,50
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24

(Vir: Winston, 1994)

Če je $CR < 0,1$ je matrika dovolj usklajena, sicer je treba matriko popraviti, ker je neuporabna – rezultati ne bodo pravi (neusklajene, nekonsistentne primerjave).

Preračunani indeks nekonsistentnosti omogoča odločevalcu locirati in izločiti nepravilnosti in odstopanja. Omenjeni indeks omogoča modeliranje odločitvenega problema do poljubne stopnje natančnosti (Mrvar, 1992).

6.1.1.2 Izračun s pomočjo računalniške aplikacije Saaty©

Razvoj aplikacije Saaty© je rezultat domačega dela, saj je avtor prvotnega programa Saaty© doc. dr. Andrej Mrvar. Osnova aplikacije je AHP, katerega avtor je Thomas L. Saaty. Od tod tudi ime aplikacije. Saaty© je dobil svoj prostor na svetovnem medmrežju (Mrvar, 2014). Izdelan je s pomočjo programskega paketa Delphi 6.0 in je prirejen za delo v okolju Windows. Aplikacija Saaty© omogoča podporo pri odločanju na različnih področjih.

Ob prevelikem številu kriterijev se porazgubi konsistentnost ovrednotenja kriterijev med seboj, pri premajhnem pa ne upoštevamo vseh relacij ter funkcionalne odvisnosti med njimi. Potrebna je torej zelo natančna ter smiselna določitev kriterijev. Po vseh usklajevanjih in odločitvah, ki so bistvenega pomena za elemente v hierarhiji ter po opravljenih izračunih, v katerih hierarhijo obravnavamo kot celoto, smo prišli do naslednje preglednice (Mrvar, 1992).

Preglednica 3: Matrika primerjave parov

Table 3: Matrix of paired comparisons

	Naklon	Razdalja do kamionske ceste	Razvojna faza	Drevesna sestava
Naklon	1	3:1	5:1	7:1
Razdalja do kam. ceste	1:3	1	5:1	7:1
Razvojna faza	1:5	1:5	1	2:1
Drevesna sestava	1:7	1:7	1:2	1

Za analizo tabele si lahko pomagamo z naslednjo razlago, npr: primerjamo kriterij 1 ter 2. Kriterij 1 predstavlja naklon, kriterij 2 pa razdaljo do kamionske ceste. Po primerjalni matriki je za izbor najprimernejše oblike spravila lesa naklon malce pomembnejši kot razdalja do kamionske ceste.

Z metodo izračuna prvega lastnega vektorja za kvadratno recipročno matriko smo dobili niz uteži, ki predstavljajo pomembnost za posamezne dejavnike.

Preglednica 4: Prvi lastni vektor kvadratne matrike

Table 4: First vector of a square matrix

Dejavnik	Naklon	Razdalja do kamionske ceste	Razvojna faza	Drevesna sestava
Utež	0,5486	0,3115	0,0874	0,0525

MATRIKA 4X4

$\lambda = 4,1705$

$I = 0,0568$

$I_R = 0,90$

$CR = 0,0631$

Usklajenostno razmerje CR je 0,0631 in zato ni potrebno popravljati primerjav. Odvisnosti med primernostjo za posamezno obliko spravila lesa in velikostjo dejavnikov so različne, kar smo uporabili za merilo pri izbiri najprimernejše oblike spravila lesa.

V nadaljevanju smo opisali funkcijske odvisnosti, ki smo jih v našem modelu upoštevali pri vzpostavljanju pozitivne korelacije med standardiziranimi vrednostmi dejavnikov in primernostmi za posamezne oblike spravila lesa (Krč, 1995).

6.1.1.2.1 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti naklonom terena za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Naklon terena je od vseh dejavnikov, ki izhajajo iz naravnih danosti, najmočnejši in ima tudi najbolj raznolik vpliv tako na način in smer spravila lesa, na polaganje primarnih in sekundarnih prometnic, na stroške gradnje, ter na povezanost prometnice z gozdnim prostorom.

Preglednica 5: Standardizirane vrednosti naklona terena za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

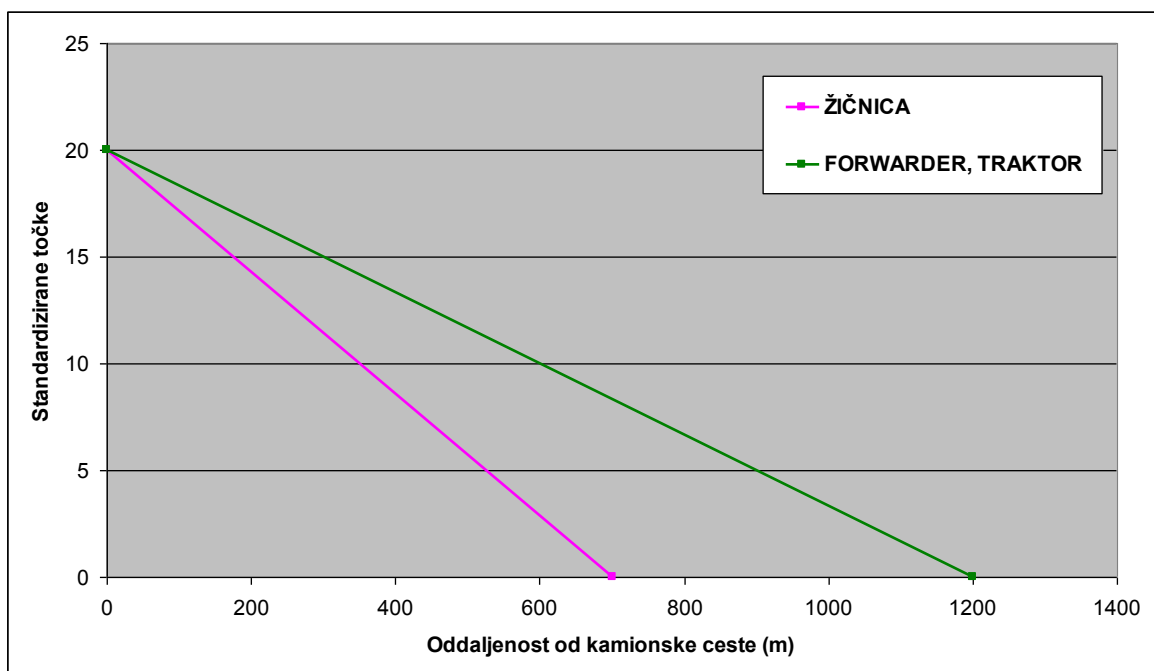
Table 5: Standardised values of terrain slope for establishing a positive correlation, suitable for individual wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Naklon terena (%)									
	0–5	5–15	15–20	20–30	30–40	40–45	45–50	50–60	60–80	>80
Forwarder	20	20	15	15	10	0	0	0	0	0
Traktor navzgor	20	15	10	0	0	0	0	0	0	0
Traktor navzdol	15	15	15	20	10	5	0	0	0	0
Žičnica navzgor	0	0	5	15	15	15	15	20	15	0
Žičnica navzdol	0	10	10	15	20	15	15	10	5	0

Najpomembnejši vplivni dejavnik pri določitvi optimalnih oblik spravila lesa je torej naklon terena (z metodo parnih primerjav je dobil utež 0,5486, kar pomeni, da 54,86 % teže odločitve nosi podatek o naklonu terena). Celice v rastrskem podatkovnem modelu, katerih naklon je bolj primeren za določeno obliko spravila lesa, so dobile vrednosti bližje zgornji meji standardiziranega intervala (20), celice z manj primernimi nakloni pa nižje vrednosti (bližje 0).

6.1.1.2.2 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razdaljam od kamionske ceste za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Drugi najpomembnejši vplivni dejavnik pri določitvi optimalnih oblik spravila lesa je oddaljenost od kamionske ceste (z metodo parnih primerjav je dobil utež 0,3115, kar pomeni, da 31,15 % teže odločitve nosi podatek o oddaljenosti od kamionske ceste). Podatke o najkrajši razdalji med vsako celico v rastrskem podatkovnem modelu in najbližjo kamionsko cesto pridobimo z uporabo modula DISTANCE, ki ga vsebuje programski paket IDRISI (Krč, 1995). Modul izmeri evklidsko razdaljo med vsako celico v rastrskem podatkovnem modelu in nizom ciljnih elementov. Poudariti je potrebno, da gre za teoretično najkrajšo povprečno razdaljo spravila lesa. Tako smo za spravilo lesa z žičnico upoštevali največjo razdaljo spravila lesa 700 m, za spravilo lesa s traktorjem in spravilo lesa s forwarderjem pa največjo razdaljo spravila lesa 1200 m (Krč, 1995).



Slika 2: Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razdaljam od kamionske ceste za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Figure 2: Assigning standardised values to distances from the logging road for establishing a positive correlation, suitable for individual wood skidding methods

6.1.1.2.3 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti razvojnim fazam (po razširjenih debelinskih razredih) za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Tretji najpomembnejši vplivni dejavnik pri določitvi optimalnih oblik spravila lesa je razvojna faza (z metodo parnih primerjav je dobil utež 0,0874, kar pomeni, da 8,74 % teže odločitve nosi podatek o razvojni fazi).

Preglednica 6: Standardizirane vrednosti razvojnih faz (po razširjenih debelinskih razredih) za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Table 6: Standardised values of development stages (by expanded diameter classes) for establishing a positive correlation, suitable for individual wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Razširjeni debelinski razredi		
	I: 10–29 cm	II: 30–49 cm	III: 50 in več cm
Forwarder	20	10	0
Traktor navzgor	20	15	10
Traktor navzdol	20	20	15
Žičnica navzgor	20	20	15
Žičnica navzdol	20	20	20

V GGE Slivnica pada obliki spravila lesa s forwarderjem primernost z naraščanjem dimenzije drevja zaradi prevladujočih umetno osnovanih sestojev smreke v razvojni fazi drogovnjaka. Ti sestoji so bili osnovani na terenih z naklonom pod 40 % in se torej nahajajo v prvem razširjenem debelinskem razredu. V drugem razširjenem debelinskem razredu (razvojna faza debeljak) prevladujejo mešani sestoji s posameznimi pomladitvenimi jedri in v tretjem razširjenem debelinskem razredu (razvojna faza debeljak oz. sestoj v obnovi) sestoji s pomladitvenimi jedri, ki so manj primerni za strojno sečnjo in spravilo lesa s forwarderji.

6.1.1.2.4 Dodeljevanje standardiziranih vrednosti drevesni sestavi (iglavcev v % od skupne lesne zaloge) za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Četrty najpomembnejši vplivni dejavnik pri določitvi optimalnih oblik spravila lesa je delež iglavcev v lesni zalogi (z metodo parnih primerjav je dobil utež 0,0525), kar pomeni, da 5,25 % teže odločitve nosi podatek o deležu iglavcev v lesni zalogi.

Preglednica 7: Standardizirane vrednosti drevesne sestave za vzpostavljanje pozitivne korelacije s primernostjo za posamezne oblike spravila lesa

Table 7: Standardised values of tree composition for establishing a positive correlation, suitable for individual wood skidding methods

Oblike spravila lesa	% iglavcev v lesni zalogi					
	0–10%	10–30%	30–50%	50–60%	60–70%	70–100%
Forwarder	0	0	0	0	10	20
Traktor navzgor	20	20	20	20	20	20
Traktor navzdol	20	20	20	20	20	20
Žičnica navzgor	20	20	20	20	20	20
Žičnica navzdol	20	20	20	20	20	20

Spravilo lesa s forwarderjem je vezano na strojno sečnjo, ki je v obravnavani GGE smiselna v bolj enomernih sestojih iglavcev, ki se nahajajo predvsem v prvem razširjenem debelinskem razredu.

6.2 ODPRTOST GOZDOV S PRODUKTIVNIMI CESTAMI

Po katastru, ki ga vodi ZGS, imamo podatke o gozdnih in javnih cestah. V raziskavo so bile vključene produktivne gozdne in javne ceste. Produktivne ceste so tiste ceste, na katere je možno spravljati les, spojne ceste pa omogočajo le transport lesa (Dobre, 1995). Pri analizi stanja smo izračunali gostoto produktivnih cest, ki je okvirni in v rabi najpogostejši kazalec odprtosti gozdov in je primeren za večje gozdne predele (od gozdnega revirja naprej) (Dobre, 1995). Izračunamo jo po obrazcu:

$$C = \frac{D}{P} \quad \dots(7)$$

C - gostota produktivnih cest (m/ha),

D - dolžina produktivnih cest (m) na površini (P),

P - površina gozda (ha), ki ga odpirajo ceste produktivne dolžine (D).

Glede na gostoto produktivnih cest govorimo o različnih intenzivnostih gospodarjenja. Slednje prikazuje Preglednica 8.

Preglednica 8: Intenzivnost gospodarjenja glede na gostoto produktivnih cest

Table 8: Management intensity with regard to the density of productive main roads

c (m/ha)	Kakovost – intenzivnost gospodarjenja
< 5	gozd ni odprt
6–15	gozd je odprt za ekstenzivno gospodarjenje
16–30	gozd je odprt za normalno gospodarjenje
> 30	gozd je odprt za intenzivno gospodarjenje na najboljših rastiščih

(Vir: Dobre, 1995: 43)

Na podlagi izračunane gostote produktivnih cest smo izračunali povprečno širino pasu, ki ga odpirajo produktivne ceste (e). Ta kazalec smo v nadaljevanju uporabili pri polaganju tras načrtovanih gozdnih cest.

$$e = \frac{P}{d} \quad \dots(8)$$

e - povprečna širina pasu gozda, ki ga cesta odpira (m),

P - površina gozda (m^2), ki ga ceste odpirajo,

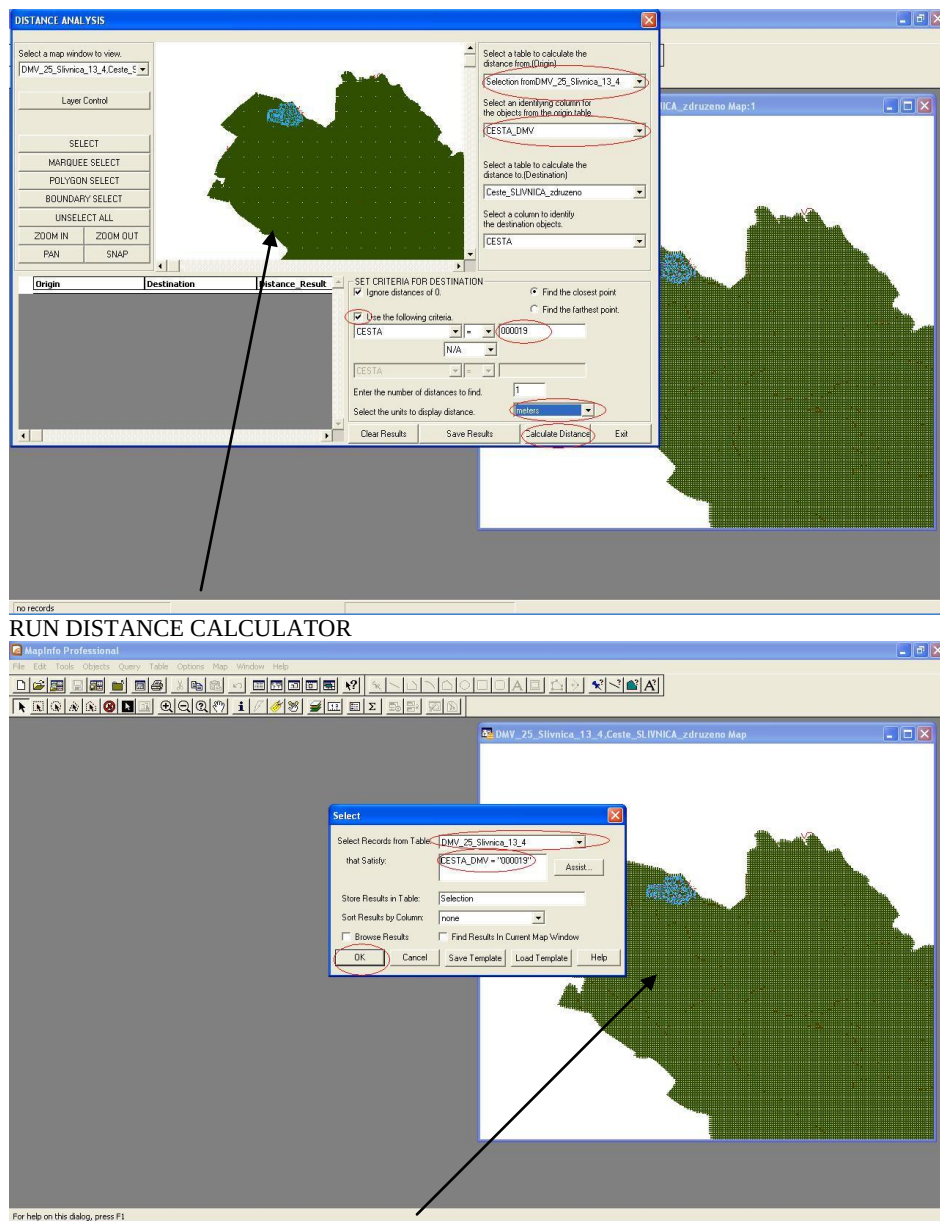
d - dolžina produktivnih cest (m).

6.3 POVPREČNA RAZDALJA POSAMEZNIH OBLIK SPRAVILA LESA

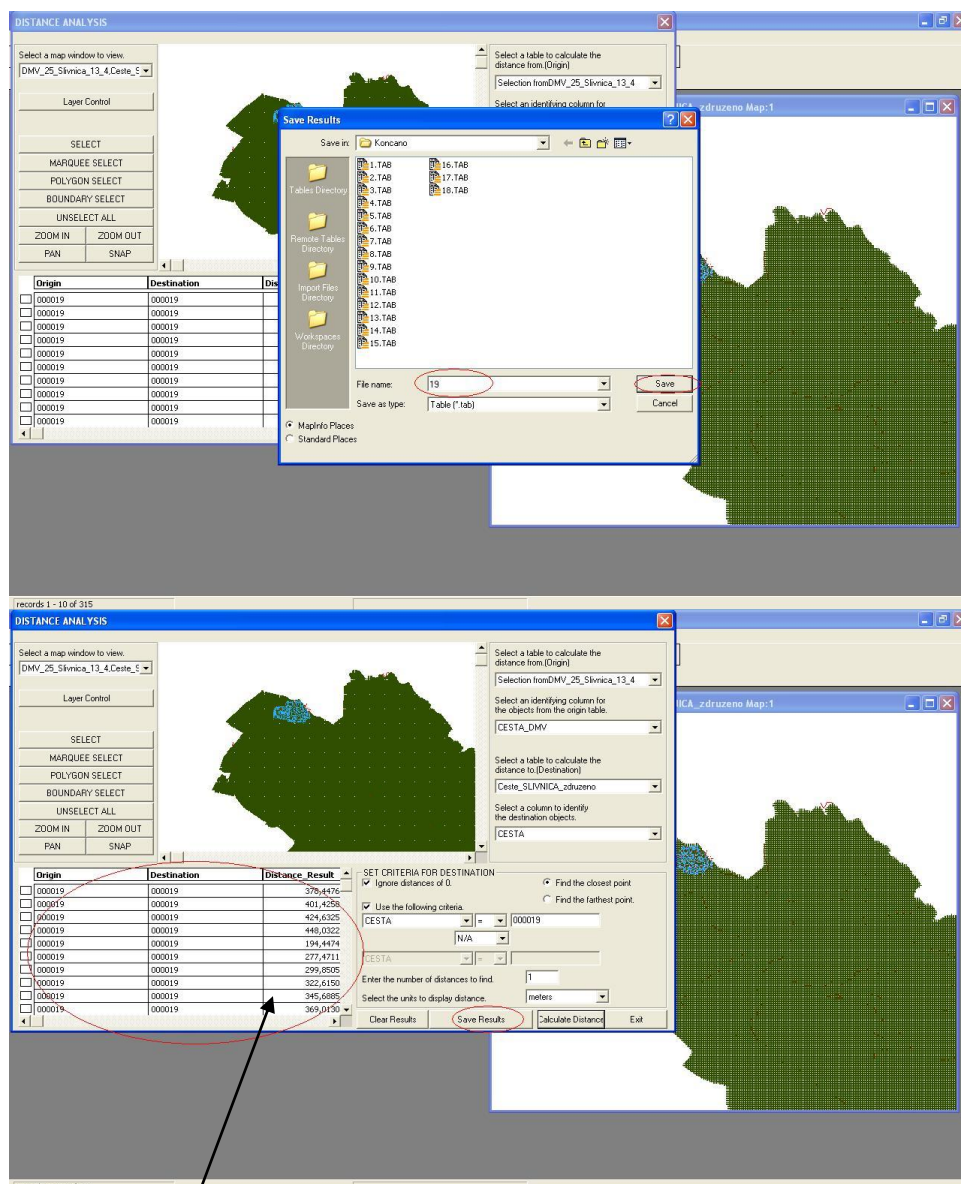
Razdalje spravila lesa potrebujemo za izračun stroškov spravila lesa iz pravih polj z modelnimi oblikami spravila lesa. Na podlagi normativov in kalkulacij stroškov gozdnega dela smo v nadaljevanju izračunali stroške spravila lesa. Za vsako izločeno pravilno polje (izločenih je bilo 418 pravih polj) smo izračunali lesno zalogo, prirastek ter možni desetletni posek ločeno za iglavce in listavce. Pri določanju pravih polj so bili odločilni kriteriji modelna oblika spravila lesa, smer spravila lesa ter poznavanje gravitacijsko zaključenih območij obravnavane GGE. Za vsako pravilno polje posameznih oblik spravila lesa smo v programskem okolju Mapinfo 10.5 s pomočjo digitalnega modela višin (v nadaljevanju DMV) in s pomočjo digitaliziranih produktivnih cest (določeno mesto, kamor se les iz pravih polj spravi) s pomočjo orodja DISTANCE CALCULATOR izračunali povprečno teoretično najkrajšo razdaljo spravila lesa. Pri spravilu lesa smo

predvideli, da je možno spravilo lesa na vse kategorije produktivnih cest (regionalne, lokalne in gozdne ceste).

Povprečna teoretična razdalja spravila lesa posameznega pravičnega polja je aritmetična sredina razdalj spravila lesa vseh točk DMV v posameznem pravičnem polju.



CESTA_DMV="000019" (številka v navednicah je številka odcepa ceste)



ZA VSAKO TOČKO DMV ZNOTRAJ SPRAVILNEGA POLJA IZRAČUNA TEORETIČNO RAZDALJO SPRAVILA LESA TER POVPREČNO TEORETIČNO RAZDALJO SPRAVILA LESA ZA DOLOČENO SPRAVILNO POLJE

Slika 3: Postopek izračuna povprečne teoretične razdalje spravila lesa v programskem okolju Mapinfo 10.5

Figure 3: Procedure for calculating an average theoretical distance for wood skidding in the Mapinfo 10.5 programming environment

Te teoretične razdalje spravila lesa smo glede na oblike spravila lesa, naklon terena in značilnosti reliefa pomnožili s koeficienti razdalj spravila lesa k_s (Dobre, 1990) ter tako dobili dejanske razdalje spravila lesa.

Koeficient razdalje spravila lesa pove, za koliko je dejanska razdalja spravila lesa daljša od teoretično najkrajše oz. omogoča izračun dejanske dolžine poti spravila lesa, ki naj bi jo opravil gozdni lesni sortiment od panja do ceste (Dobre, 1990). Vsakemu pravilnemu polju smo torej realno določili najugodnejše mesto spravila lesa na digitalizirani produktivni cesti.

Preglednica 9: Koeficienti razdalj spravila lesa k_s

Table 9: Coefficients of skidding distance k_s

Oblike spravila lesa	Naklon (%)	Smer spravila lesa	Koeficient razdalje spravila lesa (k_s)
Traktor	0–29,9	navzgor	1,78
Traktor	30,0–50,0	navzdol	1,84
Traktor	30,0–50,0	navzgor	2,31
Žičnica	> 50,0	navzgor	1,25
Žičnica	> 50,0	navzdol	1,25

(Vir: Dobre, 1990: 51)

Teoretične razdalje spravila lesa za forwarder smo prav tako korigirali s koeficientom razdalj spravila lesa k_s , saj nam računalniški model ponudi obe modelni smeri spravila lesa (navzgor, navzdol), pa čeprav ju ne obravnavamo ločeno. Koeficienti razdalj spravila lesa so za obliki spravila lesa traktor in forwarder identični.

Preglednica 10: Koeficienti razdalj spravila lesa k_s za forwarder

Table 10: Coefficients of skidding distance k_s for forwarder

Oblike spravila lesa	Naklon (%)	Smer spravila lesa	Koeficient razdalje spravila lesa (k_s)
Forwarder	0–29,9	navzgor	1,78
Forwarder	30,0–50,0	navzdol	1,84
Forwarder	30,0–50,0	navzgor	2,31

V nadaljevanju smo primerjali razdalje spravila lesa posameznih oblik spravila lesa med podatki iz GGN GGE in podatki računalniškega modela napovedovanja oblik spravila lesa.

6.3.1 Smer spravila lesa

Dejavnik smer spravila lesa smo spremenili v absolutni dejavnik, ki ima popolne omejitve. Krč (1995) je izdelal postopek, ki na podlagi DMV in digitaliziranega omrežja gozdnih prometnic določi smer spravila lesa v odvisnosti od lege gozdne prometnice na terenu oziroma pobočju. Za vsako obliko spravila lesa je torej potreben drugačen pristop pri iskanju najugodnejše lege produktivne ceste. Ko obravnavamo potek produktivne ceste glede na obliko spravila lesa, je treba poudariti, da moramo ločeno obravnavati nasipno in odkopno brežino ceste, ker vsaka izmed njih neodvisno druga od druge samostojno nastopata pri sprejemanju lesa iz površine, ki ga cesta s svojo brežino odpira.

Zaradi določevanja smeri spravila lesa je spoj sekundarnih gozdnih prometnic (traktorske vlake in žične linije) z nasipno ali odkopno brežino gozdne ceste (pomožno skladišče) razdeljen v dve kategoriji:

- sekundarna gozdna prometnica se z gozdno cesto spaja na strani odkopne brežine – spravilo lesa se izvaja navzdol,
- sekundarna gozdna prometnica se z gozdno cesto spaja na nasipni strani – spravilo lesa se opravlja navzgor.

Spravilo lesa po ravnem ni vključeno v model, ker je na razgibanem terenu zelo malo verjetno, da obstaja ta kategorija spravila lesa.

6.4 TRANSPORTNI STROŠKI

Temeljno izhodišče pri načrtovanju odprtosti gozda je uravnoteženost stroškov spravila lesa s stroški prevoza lesa oziroma gozd tako odpreti, da bo možno z njim optimalno gospodariti pri minimalnih transportnih stroških ob upoštevanju vseh ostalih deležnikov gozdnega prostora (Potočnik, 2004).

$$Tr = S + Pr \quad \dots(9)$$

Tr - skupni transportni stroški

S - stroški spravila lesa

Pr - stroški prevoza lesa

V nadaljevanju bomo razdelali stroške spravila lesa in stroške prevoza lesa.

6.4.1 Stroški spravila lesa glede na obliko spravila lesa

Spravilo lesa je tisti del transporta, ki poteka od mesta, kjer je bilo drevo posekano pa do prve produktivne ceste, včasih tudi gozdne železnice - ne glede na to ali je spravilo lesa opravljeno s človeško, animalno ali mehansko silo oziroma z njihovo kombinacijo, ali se tovor vleče po zemlji ali nosi in ne glede na vrsto sortimentov. Glede na razpoložljive podatke smo izračunali stroške spravila lesa ob upoštevanju z GGN načrtovanega desetletnega možnega poseka lesa, razdeljenega po spravilnih poljih. Stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih vlak nismo upoštevali, saj v GGE Slivnica nimamo v celoti izdelanega katastra gozdnih vlak. Posrednih stroškov (stroški zaradi poškodb tal, sestoja in sortimentov ter stroški hoje) prav tako nismo upoštevali, saj na temo omenjenih stroškov na obravnavanem območju ni raziskav.

6.4.1.1 Možni desetletni posek

Podatke o možnem desetletnem poseku smo povzeli iz GGN GGE Slivnica 2008 - 2017. Možni desetletni posek smo razdelili proporcionalno glede na površino posameznega spravilnega polja, ki jo zavzema v določenem odseku.

6.4.1.2 Neposredni stroški spravila lesa

Izračun stroškov spravila lesa je bil izdelan na podlagi modelnih oblik spravila lesa po pravih poljih, kar predstavlja računalniška karta, izdelana na podlagi večkriterialnega ovrednotenja. Poleg oblike spravila lesa določa strošek spravila lesa tudi povprečna razdalja spravila lesa, katere način izračunavanja smo prikazali v Poglavlju 6.3.

Neposredni stroški spravila lesa so bili izračunani na podlagi pogodbenih cen koncesionarja, ki jih dosega pri delu v državnih gozdovih na območju raziskovanja (Cenik delovnih ur ..., 2012) in potrebnega števila ur, izračunanih na podlagi normativov gozdnih del, ki so sestavni del Uredbe o koncesiji za izkoriščanje gozdov v lasti Republike Slovenije (2010). Bonifikacije spravila lesa pri osnovnem izračunu stroškov spravila lesa niso bile upoštevane, saj imamo le delno izdelan kataster gozdnih vlak, spravilo lesa na drobni posesti poteka prek celega leta, poleg tega pa je višina stroškov spravila lesa najbolj odvisna od povprečne razdalje spravila lesa.

Pri spravilu lesa s traktorjem smo upoštevali organizacijsko obliko I+0, pri spravilu lesa s žičnico pa organizacijsko obliko I+2.

Preglednica 11: Cene delovnih ur koncesionarja za delo v državnih gozdovih

Table 11: Concessionaire's working hour prices for state forests

Oblike spravila lesa	Organizacijska oblika	Cene
Traktor	I+0	270,93 (€/8 ur)
Žičnica - Syncrofalke	I+2	1037,73 (€/8 ur)

Normative pri spravilu lesa smo preračunali iz min/t v min/m³. Na podlagi izračunanih normativov smo izračunali norme za sečnjo in spravilo. Za izračun normativov zbiranja in rampanja lesa smo potrebovali podatek o povprečnem odkazanem drevesu na območju raziskovanja. Povprečno neto odkazano drevo (NTO v m³) za vsak odsek posebej smo dobili tako, da smo najprej količino odkazanih sortimentov (evidenca poseka po odsekih za obdobje od leta 1993 do 2011, bruto v m³) delili s številom odkazanih dreves v odseku.

V kolikor se je pravilno polje nahajalo v več odsekih, smo pri izračunu povprečnega neto odkazanega drevesa proporcionalno upoštevali površino posameznega odseka znotraj izločenega pravilnega polja. Pri izračunu povprečnega neto odkazanega drevesa smo uporabili faktor rednega odkazila med bruto in neto odkazano lesno maso pri iglavcih 0,85 in pri listavcih 0,88 (Uredba o določitvi ..., 1999).

Pri spravilu lesa s forwarderjem smo se naslonili na raziskavo, ki sta jo opravila Krč in Košir (2004) in pri kateri sta merila učinke forwarderjev ter izvedla kalkulacijo stroškov delovne ure forwarderja (Priloga A).

6.4.1.2.1 Spravilo lesa s traktorji

Normativi gozdnih del (Uredba o koncesiji ..., 2010) veljajo za spravilo lesa s traktorji od panja do kamionske ceste iz rednih sečenj (vsaj 30 m³ na 1 ha, pri redčenjih vsaj 15 m³ sortimentov na 1 ha). Pri debelejšem drevju veljajo za metodo sortimentov in metodo mnogokratnikov (8–10 m), pri drobnejšem lesu pa za poldebelno in debelno metodo.

V našem primeru smo se odločili za prilagojeni kolesni kmetijski traktor s pogonom na dve osi 4 x 4, vitel 2 x 5t (primer Torpedo TD-75A).

Normativi so izdelani ločeno za zbiranje in rampanje ter za vlačenje lesa.

$$NT = fb \cdot (NTsz \cdot fbz + NTsv \cdot fbv) \quad \dots(10)$$

NT - normativ spravila lesa (min/t),

NTsz - snovni normativ zbiranja in rampanja lesa (min/t),

NTsv - osnovni normativ vlačjenja lesa (min/t),

fb - popravek osnovnega normativa za celotno spravilo lesa – delo v snegu,

fbz - popravki osnovnega normativa za zbiranje in rampanje lesa,

fbv - popravki osnovnega normativa za vlačenje lesa.

Razdaljo zbiranja lesa smo izračunali tako, da smo za tiste površine znotraj z vlakami posnetih oddelkov, kjer je predvideno spravilo sredstvo traktor (površina teh oddelkov 35A01, 35B09, 35C01B, 35C07, 35C08, 35D02 je 291,01 ha, kar predstavlja 20,24 % površine izločene za spravilo lesa s traktorjem) s pomočjo orodja DISTANCE CALCULATOR v programu MAPINFO 10.5 za vsako celico v rastrskem podatkovnem modelu pravičnega polja (oblika spravila lesa je traktor) izračunali najkrajšo razdaljo od vsake celice v rastrskem podatkovnem modelu do produktivne prometnice, kar predstavlja razdaljo od panja do produktivne prometnice (javna cesta, gozdna cesta, gozdna vlaka). Povprečna razdalja zbiranja tako znaša 20,00 m.

Nato smo za vsako pravično polje na podlagi Normativov gozdnih del (Uredba o koncesiji ..., 2010) opredelili kategorije zbiranja lesa (podatke o kamnitosti in skalovitosti smo povzeli iz GGN GGE Slivnica 2008 – 2017):

1. Ugodno: površje je gladko do srednje kamnito (do 50 % površine) s posameznimi skalami in bloki, povprečni naklon terena je okoli 30 %, pretežno enomerni sestoji.
2. Srednje ugodno: Strma kamnita pobočja z majhno skalovitostjo in zelo strma pobočja 30–50 % naklona, mešani velikokrat dvoslojni sestoji, v sestojih drevje vseh debelin.
3. Neugodno: zelo strma pobočja z naklonom terena 50 % in več oziroma s kamnitostjo preko 50 % ali skalovitostjo preko 30 %, pretežno mešani sestoji z velikim deležem listavcev slabe kakovosti.

Normativi zbiranja lesa so podani v minutah na tono (min/t), zato je potrebno možni desetletni posek, ki je izražen v kubičnih metrih (m^3), preračunati na tone (t). Pri tem smo uporabili faktorje za preračunavanje prostorninskih enot v maso.

Preglednica 12: Faktorji (fg) za preračunavanje prostorninskih enot (m^3) v maso (t) pri zbiranju in rampanju lesa

Table 12: Factors (fg) for the conversion of the volumes (m^3) into mass (t) at the wood gathering and levelling

Enota	Vrsta sortimentov	Masa enote (t) Faktor Fg	Prostornina 1 t
m^3	Oblovina smreke in jelke v lubju	0,95	1t = 1,053 m^3
m^3	Oblovina listavcev razen hrasta	1,10	1t = 0,909 m^3

(Vir: Uredba o koncesiji ..., 2010)

Normativi zbiranja in rampanja lesa so izdelani posebej za iglavce in listavce.

Preglednica 13: Normativi zbiranja in rampanja lesa iglavcev (min/t)

Table 13: Norms of wood gathering and levelling conifers (min/t)

Kategorija zbiranja	Enačba
Ugodno	$NT\ sz = (0,912/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 0,528 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Srednje ugodno	$NT\ sz = (0,978/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 0,684 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Neugodno	$NT\ sz = (1,038/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 1,092 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Vrvne linije	$NT\ sz = (0,336/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 2,154 + 0,72 \cdot POD)/fg$

(Vir: Uredba o koncesiji ..., 2010)

Preglednica 14: Normativi zbiranja in rampanja lesa listavcev (min/t)

Table 14: Norms of wood gathering and levelling leaves (min/t)

Kategorija zbiranja	Enačba
Ugodno	$NT\ sz = (0,942/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 0,924 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Srednje ugodno	$NT\ sz = (1,122/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 1,116 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Neugodno	$NT\ sz = (1,296/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 1,542 + 0,72 \cdot POD)/fg$
Vrvne linije	$NT\ sz = (0,420/NTO + ZBI \cdot 0,072 + 3,132 + 0,72 \cdot POD)/fg$

(Vir: Uredba o koncesiji ..., 2010)

$NTsz$ - osnovni normativ zbiranja in rampanja lesa (min/t)

NTO - povprečno odkazano drevo (m^3)

ZBI - razdalja zbiranja lesa (m)

POD - podlaga: neapnenec (0), apnenec (1)

fg - faktor za preračunavanje prostorninskih enot (m^3) v maso (t)

Za izračun učinkov zbiranja lesa je pomembna matična podlaga, ki je opredeljena v GGN GGE Slivnica. Spravilna polja, ki imajo po površini več kot polovico karbonatne kamnine, dobijo vrednost 1, ostala pa vrednost 0.

Normativi vlačjenja lesa so izdelani za iglavce in listavce.

Preglednica 15: Normativi vlačjenja lesa iglavcev

Table 15: Norms of wood skidding conifers (min/t)

Smer vlačjenja	Enačba
Navzgor	$NT_{sv} = 1,92 \cdot VLA + 1,67$
Ravno	$NT_{sv} = 1,21 \cdot VLA + 2,03$
Navzdol	$NT_{sv} = 1,08 \cdot VLA + 1,67$

(Vir: Uredba o koncesiji ... , 2010)

Preglednica 16: Normativi vlačjenja lesa listavcev (min/t)

Table 16: Norms of wood skidding leaves (min/t)

Smer vlačjenja	Enačba
Navzgor	$NT_{sv} = 1,92 \cdot VLA + 1,67$
Ravno	$NT_{sv} = 1,21 \cdot VLA + 2,03$
Navzdol	$NT_{sv} = 1,08 \cdot VLA + 1,67$

(Vir: Uredba o koncesiji ... , 2010)

NT_{sv} - osnovni normativ vlačjenja lesa (min/t)

VLA - razdalja vlačjenja lesa (hm)

6.4.1.2.2 Spravilo lesa z žičnico

Pri spravilu lesa z žičnico smo upoštevali veliki večbobenski žični žerjav s stolpi Syncrofalke z dolžino linij do 800 m in nosilnostjo vozička do 3 t.

Normativi gozdnih del (Uredba o koncesiji ..., 2010) veljajo za spravilo osnovnih dolžin sortimentov ter za skupino treh delavcev pri večbobenskih žičnih žerjavih s stolpi. Normativ prestavljanja (postavljanje, razstavljanje in premiki znotraj delovnega polja) in premike naprave med delovišči pri spravilu lesa z žičnimi žerjavi je določen s faktorjem fmd (Uredba o koncesiji ..., 2010)

$$NT = NT_{sp} \cdot fmd \quad \dots(11)$$

NT - normativ spravila lesa

NT_{sp} - normativ za samo spravilo lesa (min/t)

fmd - faktor prestavljanja in premikov žičnice, ki zajema razmerje med vsoto porabljenega časa za postavljanje, razstavljanje, premike znotraj delovnega polja in med delovišči ter časom za spravilo lesa

Pri izračunu normativa spravila lesa smo uporabili faktor $fmd = 1,37$, ki se uporablja v primeru, ko ne poznamo značilnosti linij glede na koncentracijo lesne mase in horizontalno dolžino (Uredba o koncesiji ..., 2010). Glede na skupno dolžino nosilne vrvi žičnice Syncrofalke smo upoštevali, da je možno z 800 m vrvi ob upoštevanju koeficienta razdalje spravila lesa 1,25 (Dobre, 1990) na karti načrtovati spravilo lesa na razdalji do 640 m od ceste. Ročno predspravilo potemtakem ni potrebno.

Osnovni normativ za spravilo lesa (min/t) smo določili s pomočjo obrazca (Uredba o koncesiji ..., 2010):

$$NT_{ssp} = MAS_{NTO}^{(g)} \cdot (u \cdot VLA^{(b1)} \cdot ZBI^{(b2)} \cdot MAS_{NTO}^{(h)} + v \cdot TDC) \quad \dots(12)$$

MAS_{NTO} - neto masa povprečnega kosa v bremenu (t)

VLA - razdalja vlačjenja lesa (m)

ZBI - razdalja zbiranja lesa (m)

TDC - dodatna produktivna dela v ciklusu (min/breme)

$g1, b1, b2, h, u, v$ - koeficienti in eksponenti enačbe

Preglednica 17: Vrednosti koeficientov in eksponentov za izračunavanje osnovnega normativa (min/t)

Table 17: Value of coefficients and exponents for the calculation of basic norms (min/t)

Skupina naprav	Smer spravila lesa	Vrednost koeficientov in eksponentov					
		<i>g</i>	<i>u</i>	<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>h</i>	<i>V</i>
Veliki v.ž.ž. (1b)	Navzgor	-0,537	1,777	0,115	0,030	0,00	0,00
Veliki v.ž.ž. (1b)	Navzdol	-0,447	1,497	0,200	0,000	0,00	0,00

(Vir: Uredba o koncesiji ..., 2010)

Razdaljo vlačena lesa (VLA) definiramo kot povprečno razdaljo od težišča odkazane lesne mase (Uredba o koncesiji ..., 2010), zato smo uporabili povprečne teoretične razdalje spravila lesa po izločenih pravilnih poljih, ki smo jih določili s pomočjo celic v rastrskem podatkovnem modelu DMV. Razdalja vlačena lesa je bila izračunana s pomočjo orodja DISTANCE CALCULATOR v programu MAPINFO 10.5.

Izračun razdalje zbiranja lesa je bil narejen s pomočjo obrazca (Uredba o koncesiji ..., 2010):

$$ZBI = 4500 \cdot \frac{Pi}{\sum (LLi)} \quad \dots(13)$$

ZBI - razdalja zbiranja lesa (m)

Pi - površina, ki jo odpirajo linije (ha)

LLi - horizontalna dolžina posamezne linije (m)

Razdaljo zbiranja lesa smo ugotavljali le na delu površine, primerne za spravilo lesa z žičnico (oddelka 35E15 in 35E17), kjer je izdelan kataster linij žičnih naprav. Velikost tega območja znaša 29,77 ha in znaša 7,5 % celotne površine, primerne za spravilo lesa z žičnico. Povprečna razdalja zbiranja lesa na obravnavanem območju znaša tako 25,73 m.

Razdaljo zbiranja lesa smo izračunali še s pomočjo orodja DISTANCE CALCULATOR v programu MAPINFO 10.5, kjer smo s pomočjo celic v rastrskem podatkovnem modelu DMV izračunali razdaljo do najbližje linije žične naprave. Razdalja zbiranja lesa znaša v tem primeru 21,75 m.

Ker je površina, primerna za spravilo lesa z žičnico, premajhna in kataster linij žičnih naprav nepopolno izdelan smo za nadaljnjo raziskavo uporabili povprečno razdaljo zbiranja lesa 25,00 m. Velikost povprečnega kosa v bremenu (MAS_{NTO}) glede na metodo sečnje izračunamo na podlagi naslednje enačbe:

Sortimentna metoda:

$$MAS_{sortBTO} = \left(\frac{BTO}{4,516 \cdot BTO^{0,24}} \right) \cdot kt \quad \dots(14)$$

$$MAS_{NTO} = MAS_{sortBTO} \cdot kDV \quad \dots(15)$$

BTO - bruto prostornina srednjega za posek izbranega drevesa (m^3)

kt - prostorninska masa drevja (t/m^3): 1,10 listavci in 0,95 iglavci

kDV - povprečen faktor rednega odkazila med bruto in neto odkazano lesno maso:

0,85 za iglavce in 0,88 za listavce

Ker v večini primerov nimamo možnosti dodelave lesa na gozdni cesti, smo pri izračunih upoštevali sortimentno metodo. Popravkov osnovnih normativov zaradi nepoznavanja značilnosti posameznih linij nismo upoštevali.

6.4.1.2.3 Spravilo lesa s forwarderjem

Za spravilo lesa je predvidena uporaba forwarderja Timberjack 1010 D. Ker normativi gozdnih del (Uredba o koncesiji ..., 2010) ne obravnavajo spravila lesa s forwarderji smo uporabili izsledke raziskave, ki sta jo opravila Krč in Košir (2004).

Produktivni čas ciklusa smo izračunali s pomočjo regresijskih enačb (Krč in Košir 2004).

$$T_{pc} = T_g + T_p \quad \dots(16)$$

T_{pc} - produktivni čas ciklusa (min/m^3)

T_g - glavni produktivni čas (min/m^3)

T_p - pomožni produktivni čas (min/m^3)

$$Tg = 0,5189 \cdot e^{(0,0026 \cdot VLA)} \quad \dots(17)$$

Pomožni produktivni čas:

$$Tp = 6,8858 \cdot KON^{(-0,2305)} \quad \dots(18)$$

$$e = 2,71828$$

VLA - razdalja spravila lesa (m)

KON - količina lesa (m³/100m)

Koncentracijo lesa smo ugotavljali le na delu terena primerne za spravilo lesa s forwarderji, kjer smo v štirih oddelkih in sicer 35A01, 35B03, 35B07, 35B08 (površina teh terenov je 235,58 ha, kar predstavlja 12,53 % površine, izločene za spravilo lesa s forwarderjem) posneli vse vlake ter izračunali gostoto vlak, ki znaša za te tri oddelke 136,50 m/ha. Ta podatek smo uporabili pri izračunu koncentracije lesa (m³/100m). Faktor neproduktivnega časa za namene izračuna učinkov osemurnega delavnika strojnika je zaokrožen potemtakem na 25 % delovnega časa oziroma 1,25 (Krč in Košir 2004).

Podatek na delovno uro se ujema s kalkulacijami, ki jih je na Skladu kmetijskih zemljišč in gozdov RS leta 2012 opravil mag. Rovan Stojan (Rovan, 2012), saj je za primerljivi stroj (John Deere 1010 D) ugotovil vrednost delovne ure 81,31 € (Kalkulacijske cene ..., 2012).

6.4.2 Stroški prevoza lesa

Pri stroških prevoza lesa smo upoštevali stroške vzdrževanja gozdnih cest, stroške izgube rastne površine, ki nastane pri gradnji gozdnih cest zaradi izsekanega pasu na določeni širini, ter povečane stroške vožnje lesa, ki nastanejo pri gostitvi cestnega omrežja. Neposrednih stroškov gradnje gozdnih cest nismo izračunavali, saj so zelo spremenljivi, nanje vplivajo številni dejavniki. Posredno so se stroški gradnje gozdnih cest upoštevali pri ekonomskem utemeljevanju gradnje načrtovanih gozdnih cest, saj je osnovna zahteva zmanjšanje stroškov spravila lesa, ki presega povečanje stroškov prevoza lesa. Le na tak način je možno v določenem času povrniti stroške gradnje gozdne ceste.

6.4.2.1 Stroški gradnje gozdnih cest

Stroške gradnje gozdnih cest smo posredno uporabili pri računanju donosnosti posameznih načrtovanih gozdnih cest, saj je osnovna zahteva ekonomske utemeljitve gradnje gozdnih cest zmanjšanje stroškov spravila lesa, ki presega povečanje stroškov vzdrževanja gozdnih cest, stroškov vožnje lesa ter stroškov zaradi trajne izgube rastne površine. Pri stroških gradnje gozdnih cest moramo upoštevati tudi izgubo rastne površine, ki je nastala zaradi izsekanega pasu na določeni širini.

6.4.2.1.1 Stroški zaradi trajne izgube rastne površine

Ti stroški nastanejo zaradi izsekanega pasu na določeni širini. Na dobrih rastiščih in dobrih gozdovih računamo izgubo rastne površine, največkrat pa ta podatek zanemarimo (Dobre, 1990). V tej nalogi so stroški zaradi trajne izgube rastne površine upoštevani.

Širina izsekanega pasu je odvisna od širine cestnega telesa, naklona brežin in terena, odvodnjavanja ter od talne podlage. Če upoštevamo potrebno širino izsekanega pasu gozda 10 m zaradi umestitve cestnega telesa je izguba rastne površine na kilometer gozdne ceste 1 ha. Omenjeno vrednost smo upoštevali pri izračunu stroškov prevoza lesa na kilometer.

Na spletni strani Geodetske uprave Republike Slovenije (Lestvica katastrskega dohodka ..., 2010) je za vsak katastrski okraj določena lestvica katastrskega dohodka (v nadaljevanju KD), razčlenjena po razredih za vsako katastrsko kulturo. Uporabili smo podatke o KD za leto 2010 ter izračunali povprečni KD (€/ha) za analizirano GGE.

KD je denarna vrednost povprečnega pridelka oziroma povprečnega prirastka lesne mase, ki se doseže na 1 hektar zemljiške površine pri običajnem načinu gospodarjenja po odbitku povprečnih materialnih stroškov (Zakon o ugotavljanju katastrskega dohodka, 2005). Dohodek od rastlinskih pridelkov se ugotavlja od gozdov in gozdnih plantaž, po povprečnem prirastku lesne mase na 1 ha površine in po sestavi sortimentov po vrstah

drevja. V praksi se, še posebej v zasebnem sektorju, uporablja kot nadomestilo informacije o dejanskem dohodku v gozdarstvu in kmetijstvu.

6.4.2.2 Stroški vožnje lesa

Stroški vožnje lesa so poleg vrste gozdarske transportne kompozicije odvisni predvsem od dolžine vožnje lesa, kakovosti cest in podolžnega naklona cest. Na terenu se slednje tri postavke spreminjajo z vsakim skladiščenjem lesa ob produktivni cesti ter vsakim odjemalcem lesa oz. ciljem prevoza lesa (Krč, 2000). Pri našem izračunu smo upoštevali le dolžino vožnje lesa, saj drugi dejavniki stroškov vožnje lesa ne vplivajo na višino razlike stroškov vožnje lesa pred in po umestitvi načrtovanih gozdnih cest.

Za vsa pravilna polja smo glede na poznavanje terena in rampnih mest digitalizirali smiselno najkrajšo pot od polovice dolžine odcepa produktivne ceste, na katero je les spravljen, pa do v našem primeru železniškega terminala. Nato smo za celotni možni desetletni posek po pravilnih poljih izračunali stroške vožnje lesa (podlaga za izračun nam je bila kalkulacija stroškov vožnje lesa s kamioni (€/tkm) v odvisnosti od razdalje vožnje, ki jo uporablja območni koncesionar – Gozdno gospodarstvo Postojna d.d.

Kot je razvidno iz Preglednice 18, so stroški vožnje lesa (€/tkm) do razdalje 5 km enaki, potem pa z večanjem razdalje padajo.

Preglednica 18: Stroški vožnje lesa (€/tkm)

Table 18: Wood transport costs (€/km)

Razdalja vožnje (km)	Stroški vožnje lesa (€/tkm)
1	1,10
2	1,10
3	1,10
4	1,10
5	1,10
6	0,94
7	0,79
8	0,71
9	0,65
10	0,60
11	0,55
12	0,50
13	0,47
14	0,45
15	0,43
16	0,41
17	0,40
18	0,39
19	0,37
20	0,36

(Vir: Stroški vožnje lesa ..., 2010)

6.4.2.3 Stroški vzdrževanja gozdnih cest

Pri izračunu stroškov vzdrževanja gozdnih cest smo, ne glede na dejanske potrebe po vzdrževalnih sredstvih, po metodologiji (Uredba o pristojbini ..., 1994) upoštevali načrtovan obseg del za vzdrževanje enega kilometra gozdnih cest ter cene področnega izvajalca vzdrževanja gozdnih cest v občini Cerknica za leto 2012.

Vrsta ukrepa in obseg del tako tekočega kot tudi periodičnega vzdrževanja gozdnih cest sta načrtovani ob predpostavki, da je bila gradnja gozdnih cest ustrezno načrtovana in ustrezno zgrajena ter da se vzdrževanje gozdnih cest izvaja permanentno in v ustreznem obsegu del. V nadaljevanju smo želeli s prikazom razpoložljivih dejanskih sredstev za vzdrževanje 1 km gozdnih cest v analizirani GGE pokazati, da imajo viri financiranja (pristojbina za

vzdrževanje gozdnih cest, sredstva iz proračuna RS ter zakonsko nedoločena lastna sredstva občin) tendenco padanja oz. so prenizki za izvedbo vseh potrebnih planiranih del na gozdnih cestah. Pri izračunu teh dejanskih stroškov vzdrževanja gozdnih cest v GGE Slivnica za obdobje 2005–2014 so bila upoštevana porabljena sredstva takratnih izvajalcev vzdrževanja gozdnih cest v občini Cerknica.

6.5 EKONOMSKA UTEMELJITEV GOSTITVE OMREŽJA GOZDNIH CEST

Osnovni pogoj ekonomske utemeljenosti gostitve gozdnih cest znotraj zaokroženih nezadostno odprtih območjih je večje zmanjšanje letnih stroškov spravila lesa, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa (sem spadajo skupni letni stroški vzdrževanja gozdnih cest, stroški zaradi trajne izgube rastle površine na območju načrtovane gozdne ceste ter stroški vožnje lesa (Hribernik, 2013).

Trase bodočih gozdnih cest se v GGN ne določajo, zato je izredno težko predvideti, koliko gozdnih cest bi bilo potrebno še zgraditi, da bi bili transportni stroški minimalni. Predpostavili smo, da je dejanska gostota produktivnih gozdnih cest optimalna, kar pomeni, da so stroški prevoza lesa in spravila lesa najmanjši. V kolikor bodo omenjena prednostna območja oz. z raziskavo izločena druga nezadostno odprta območja, ekonomsko gledano, dopuščala gradnjo načrtovanih gozdnih cest, bomo novo gostoto gozdnih cest vzeli za optimalno.

Nato smo izločili nezadostno odprta območja oziroma območja, primerna za gostitev omrežja gozdnih cest. Ta območja smo dobili z izločitvijo površine cone odmika, površine varovalnega gozda, površine naklonov terena $> 50 \%$ ter površine, kjer so ekološke funkcije poudarjene na prvi stopnji.

Predvidevali smo, da so pravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa (nadpovprečni stroški spravila lesa), najprimernejša mesta za gostitev omrežja gozdnih cest na nezadostno odprtih območjih.

V ta namen smo te nadpovprečne stroške spravila lesa po deležu razvrstili v 6 razredov, in sicer:

- 0 % do 20 %,
- 21 % do 40 %,
- 41 % do 60 %,
- 61 % do 80 %,
- 81 % do 100 %
- nad 100 %.

Odstotki pomenijo vrednosti na že izbranih pravilnih poljih in jih diferencirajo glede na preseganje povprečnih stroškov spravila lesa (0 % do 20 % torej pomeni do 20 % presejanja povprečnih stroškov spravila lesa za posamezno obliko spravila lesa).

V nezadostno odprta območja smo s pomočjo DMV položili trase načrtovanih gozdnih cest. Pri tem smo upoštevali 12 % maksimalni dovoljeni vzdolžni naklon gozdne ceste (Pravilnik o gozdnih ..., 2009) ter jih zaradi zmanjševanja povprečnih teoretičnih razdalj spravila lesa pomikali čimbolj na sredino nezadostno odprtih območij. Trase računalniško načrtovanih gozdnih cest smo korigirali s terensko posnetimi ničelnicami teh načrtovanih gozdnih cest, ki smo jih tudi uporabili za nadaljnje raziskave. Ničelnice načrtovanih gozdnih cest smo posneli z GPS (globalni sistem pozicioniranja) z napravo GARMIN 76 CSx.

Za tako umeščene načrtovane gozdne ceste smo ponovno izdelali karto oblik spravila lesa, ponovno izračunali razdalje spravila lesa ter stroške spravila lesa in stroške prevoza lesa. Vsa nezadostno odprta območja, kjer so bili stroški spravila lesa po umestitvi načrtovanih gozdnih cest manjši od stroškov prevoza lesa, smo izločili.

Za tako načrtovane gozdne ceste smo na podlagi razlike med stroški spravila lesa in stroški prevoza lesa izračunali še dopustno dolžino načrtovanih gozdnih cest. Stroške spravila lesa za pravilna polja, ki gravitirajo na načrtovano gozdno cesto, smo izračunali kot razliko med obstoječimi in načrtovanimi stroški spravila lesa (pred in po umestitvi načrtovane gozdne ceste). Povečane stroške prevoza lesa pa smo izračunali glede na dolžino umeščene

načrtovane gozdne ceste in izračunanih letnih stroškov vzdrževanja gozdnih cest, stroškov zaradi trajne izgube rastle površine in stroškov vožnje lesa. V primeru, da je bila dopustna dolžina večja kot načrtovana, je gradnja načrtovane gozdne ceste ekonomsko utemeljena.

6.5.1 Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi

Z ekonomskega vidika je gozdna cesta gospodarski objekt in zanjo veljajo načela gospodarskega računa (Potočnik in sod., 1991). To pomeni, da je ekonomsko upravičena, če so koristi v njeni življenjski dobi večje kot stroški naložbe in vzdrževanja ter škodljivi vplivi zaradi ceste (Potočnik in sod., 1991).

Donos gozdne ceste je opredeljen z razliko med pozitivnimi in negativnimi gospodarskimi posledicami gozdne ceste (Potočnik in sod., 1991).

$$r = Pspr + Pstr - Svzdr - Spp \quad \dots(19)$$

r - donos ceste

Pspr - prihranek pri spravilu lesa

Pstr - prihranek pri strokovnem delu

Svzdr - stroški vzdrževanja gozdne ceste

Spp - povečani stroški vožnje lesa

Donos gozdne ceste naj bi v čim krajšem času povrnil naložbo oziroma mora določen čas dajati čim višje obresti na vloženi kapital. Z gozdarskega gledišča ima največji delež pri donosu gozdne ceste pridobivanje gozdno lesnih sortimentov. Gozdna cesta vpliva na izbiro oblike spravila lesa, saj se spremenijo razdalje spravila lesa in odprejo se gozdovi, ki so bili brez gozdne ceste nedostopni za pridobivanje lesa.

Obravnavali smo konkreten primer izračuna donosa gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi, pri čemer smo primerjali izračun prihranka pri spravilu lesa s

kombinacijami stroškov gradnje (pri stroških gradnje gozdnih cest smo upoštevali tudi izgubo rastne površine, ki je nastala zaradi izsekanega pasu na določeni širini) in vzdrževanja gozdnih cest ter stroškov vožnje lesa zaradi večje razdalje prevoza. Izračun je poenostavljen le v točki, da na pozitivni strani nismo upoštevali prihranka pri strokovnem delu (izdelava in izvajanje GGN GGE). Gozdno takso po spravilnih poljih smo izračunali dvakrat po identičnem postopku s to razliko, da smo enkrat upoštevali načrtovano gozdno cesto v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih, drugič pa ne (Krč, 1999).

Poleg modela, s katerim smo določili karto oblik spravila lesa in smo jo že uvodoma opisali, je za višino stroškov odločilnega pomena tudi količina lesa, ki ga spravimo na določeno gozdno cesto. Za presojo naložb v gozdne ceste smo vzeli za prvih deset let enakomerne donose, izračunane na podlagi možnega desetletnega poseka, določenega z GGN GGE, za obdobje po desetih letih pa enakomerne donose na podlagi letnega prirastka v spravilnih poljih, ki gravitirajo na posamezno načrtovano gozdno cesto. Prirastek je odvisen od rastne zmogljivosti sestojev. Za naše izračune smo upoštevali prirastek, povečan za 10 % (pričakovane večje načrtovane sečnje v bodoče). Poleg tega pa zaradi daljše vegetacijske dobe in gnojilnega učinka povečane koncentracije CO₂ v ozračju lahko pričakujemo hitrejšo rast dreves (Impact of climate ..., 2008).

Nato smo variirali modelne stroške gradnje in vzdrževanja gozdnih cest. Glede višine stroškov gradnje gozdnih cest smo vzeli tri vrednosti, in sicer:

- **majhni gradbeni stroški (25.000 €/km):** gradnja bo potekala na lahkem terenu ali pa je predvidena rekonstrukcija obstoječe prometnice, na trasi ni treba graditi objektov,
- **srednji gradbeni stroški (50.000 €/km):** trasa poteka po pobočju, predvidoma je manj kot 3 m³ izkopa po tekočem metru trase, potrebni so le manjši premostitveni objekti in
- **visoki gradbeni stroški (75.000 €/km):** trasa poteka po pobočju s kamnito podlago, izkopa je več kot 3 m³ po tekočem metru trase, potrebni so premostitveni in varovalni objekti.

V sedanjem času je večina del v zvezi z gozdnimi cestami omejena predvsem na njihovo vzdrževanje. Na splošno velja, da letni stroški vzdrževanja gozdnih cest predstavljajo približno 2 % vrednosti novogradnje (Potočnik, 2004). V našem primeru bomo pri

določanju prioritete gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste upoštevali modelne letne stroške vzdrževanja gozdne ceste, ki znašajo 1 %, 2 % in 3 % vrednosti stroškov novogradnje gozdne ceste.

Na gozdnih cestah v GGE Slivnica so spodnji ustroji gozdnih cest narejeni na trdni dolomitni podlagi, zato imamo na teh gozdnih cestah relativno nizke stroške vzdrževanja, saj so te gozdne ceste odporne na atmosferske in prometne vplive.

Dinamiko časovnih in vrednostnih donosov v amortizacijski dobi naložbe smo diskontirali in primerjali z vrednostjo naložbe:

$$V_d = \frac{r_1}{1,0p^{n1}} + \frac{r_2}{1,0p^{n2}} + \dots + \frac{r_n}{1,0p^n} \quad \dots(20)$$

V_d - dinamika vrednostnih donosov

r - letni donos ceste

p - obrestna mera

n - število let prihajanj letnih donosov

Amortizacijska doba in obrestna mera sta poleg donosov in stroškov najpomembnejša dejavnika, ki vplivata na izbiro naložb s pomočjo ekonomskih meril. Gozdne ceste so objekti, ki imajo ob rednem vzdrževanju dolgo amortizacijsko dobo, kar vpliva na interes lastnika za vlaganje kapitala (Potočnik in sod., 1991). Za najkrajšo amortizacijsko dobo si prizadeva zasebni lastnik gozdov, družba pa kot celota zaradi specifičnih interesov planira na daljši rok. Neenaka amortizacijska doba naložb v gozdne ceste in trajanje GGN otežuje boljše predvidevanje.

Zanimala nas je doba, v kateri bi se investicijski in obratovalni stroški povrnili. Pri izračunu smo upoštevali 3 % letno obrestno mero za vloženi kapital in vrednosti diskontirali na sedanji čas. Obrestno mero, ki smo jo uporabili v finančni analizi, praviloma upoštevamo pri gozdnih cenitvah (Winkler, 1996). Tudi Potočnik in sod., (1991) navajajo, da navodila za izračun rentabilnosti gozdnih cest predlagajo 3 % obrestno mero, ki naj bi veljala za projekte na dolgi rok.

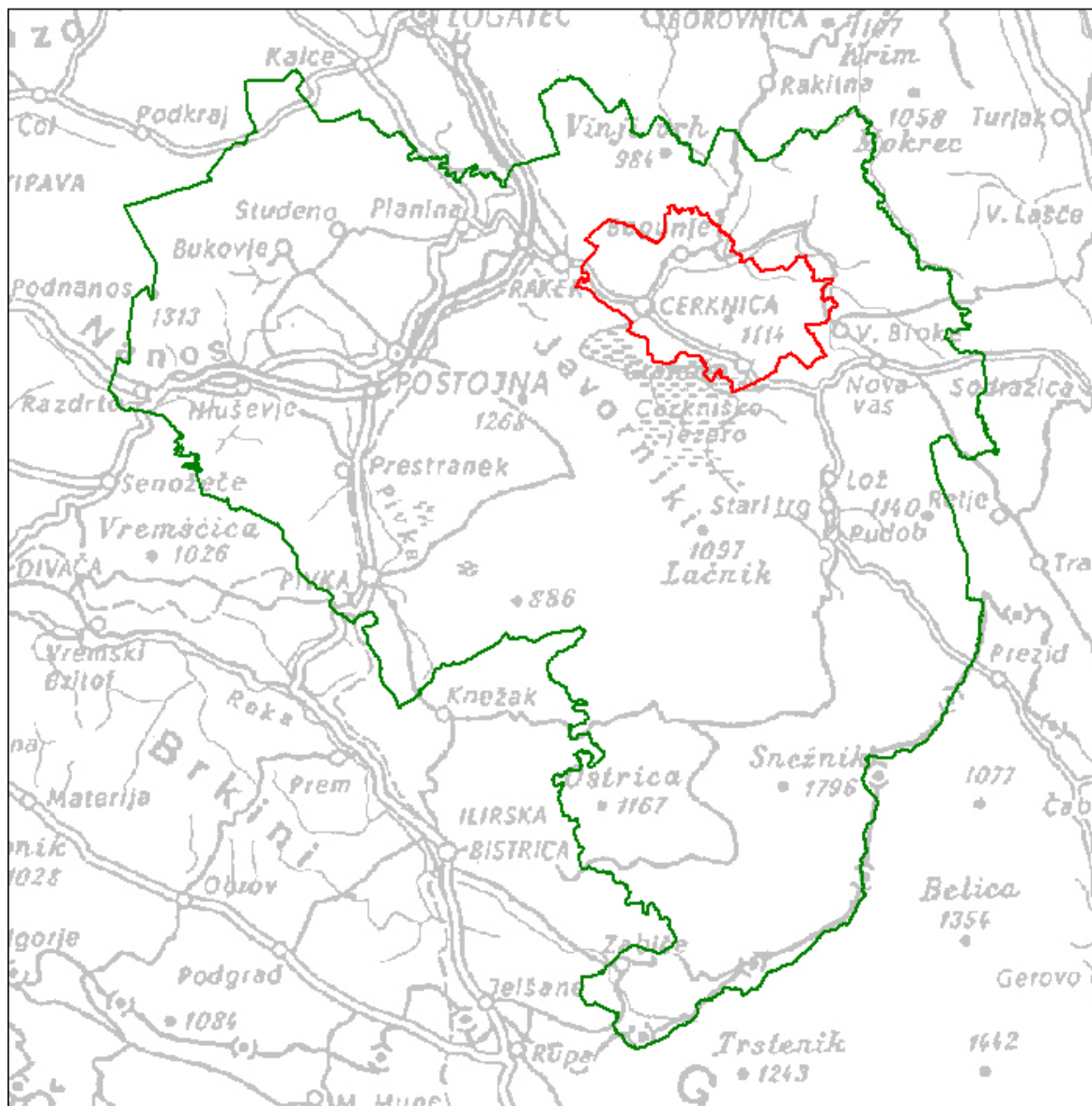
Prioriteto gradenj načrtovanih gozdnih cest smo določili na podlagi izračuna donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.

V kolikor so se investicijski in obratovalni stroški načrtovane gozdne ceste povrnili pred amortizacijsko dobo naložbe (v naslednjih 40 letih od časa končane gradnje) ne glede na vrsto kombinacije stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih cest, smo načrtovano gozdno cesto določili kot prioriteto.

7 OPIS GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE SLIVNICA

7.1 SPLOŠNI OPIS GGE SLIVNICA

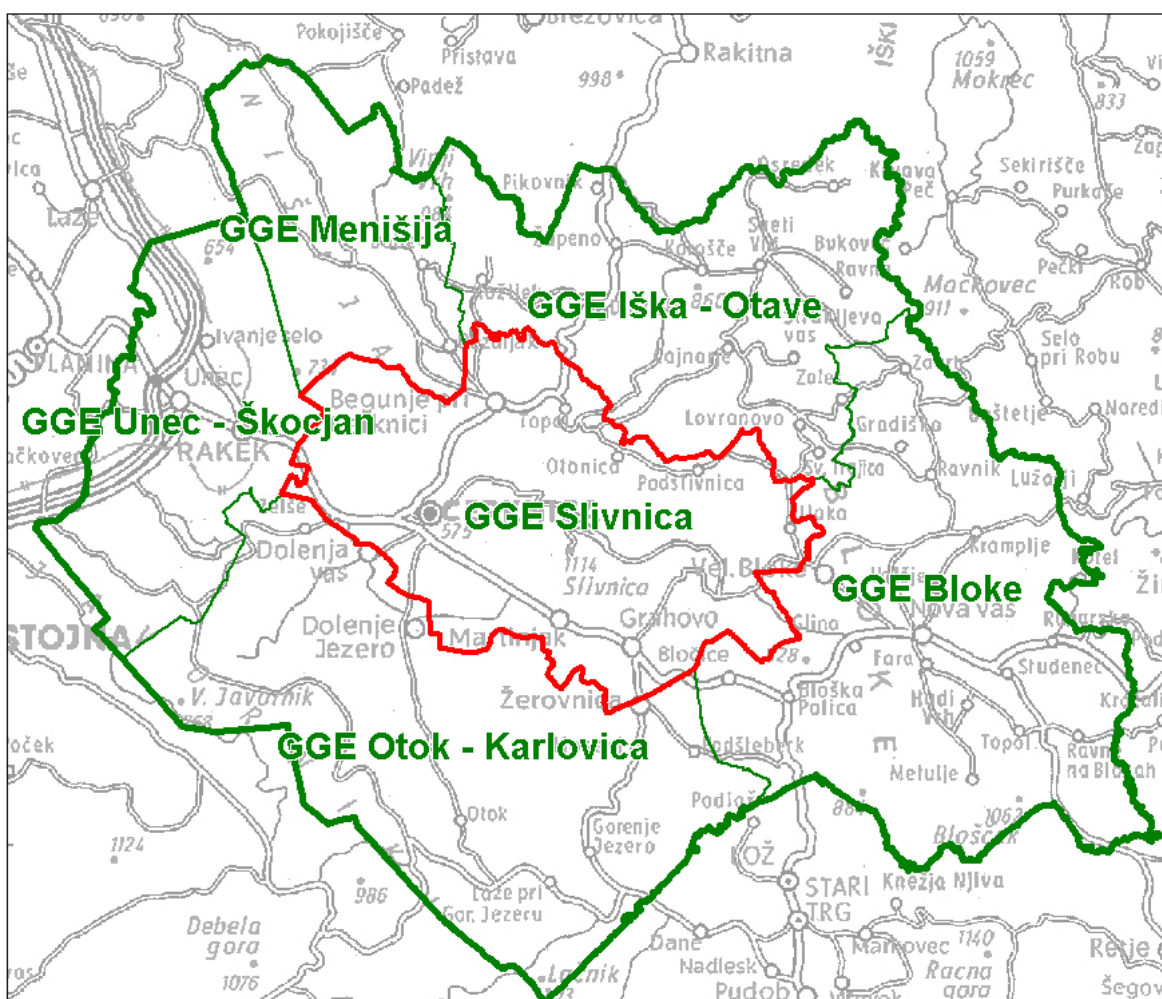
GGE Slivnica je ena od 28 GGE, ki ležijo znotraj gozdnogospodarskega območja (v nadaljevanju GGO) Postojna.



Slika 4: Lega GGE Slivnica znotraj GGO Postojna (ZGS, Geodetska uprava Republike Slovenije)

Figure 4: Location of the Slivnica forest management unit within the Postojna forest management area

GGE Slivnica sega na južni strani do Cerkniskega jezera, na severu do vrha Velike Špičke, na zahodu do naselja Rakek in na vzhodu do Blok. Gozdovi GGE Slivnica obsegajo pogorje Slivnice. Relief se naglo spreminja, saj gozdovi pokrivajo severna strma pobočja, ki se spuščajo proti dolini Cerknishčice in južna pobočja, ki segajo proti Cerkniskemu jezeru. V GGE Slivnica so vključeni tudi gozdovi južnega pobočja Velike Špičke ter gozdovi v ravninskem delu Pretržja (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske..., 2008).



Slika 5: Lega GGE Slivnica znotraj krajevne enote Cerknica (ZGS, Geodetska uprava Republike Slovenije)

Figure 5: Location of the Slivnica forest management unit within the Cerknica regional unit

Prevladujejo pobočja z zmernimi nakloni, ekstremni nakloni so na manjšem delu južnih in severnih pobočjih Slivnice. Gozdovi poraščajo vse višinske pasove, od Cerkniskega jezera (550 m nadm. višine) do vrha Slivnice (1114 m nadmorske višine).

Za podnebje je značilna izmenjava dveh podnebnih tipov. Toplejši vpliv s kraških polj se čuti v nižjih in južnih legah, vpliv kontinentalnega podnebja pa je občuten iz severozahodne strani. Značilni so vdori toplega zraka pozimi ter hladnega zraka spomladi in zgodaj jeseni. Negativni vpliv izmenjevanja toplih in hladnih zračnih mas se kaže v obliki žledolomov in snegolomov. Površinske vode se pojavljajo v severnem in severovzhodnem delu GGE.

V večjem delu enote prevladuje karbonatna matična podlaga (dolomiti, zanje je značilna majhna površinska skalovitost in kamnitost), na kateri so se razvila srednje globoka ali globoka rjava pokarbonatna tla. Takšna kakovostna in zelo rodovitna tla srečamo na ravninah, blagih nagibih, v jarkih in na dnu pobočij. Na večjih nagibih so na dolomitni matični podlagi rjave rendzine. Tla so plitva in močno podvržena eroziji. Rodovitnost teh tal je slabša. Apnenec se kot matična podlaga pojavlja predvsem v zahodnem delu enote (Pretržje). V tem delu je značilna večja skalovitost. V severovzhodnem in vzhodnem delu GGE Slivnica so skrilavci, laporji in peščenjaki, ki so ponekod vrinjeni med dolomitno podlago. To so za vode nepropustne kamnine, zato tu srečamo površinske vode in zamočvirjene doline (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske ..., 2008).

Preglednica 19: Gozdnatost v GGE Slivnica

Table 19: Forest cover in the Slivnica forest management unit

Vrsta površine	Površina (ha)	Delež (%)
Površina gozdnogospodarske enote	5.918,68	100,0
Gozd	3.758,88	63,51
Ostala gozdna zemljišča	23,61	0,40
- daljnovodi	17,13	0,29
- obore za divjad	6,48	0,11
Ostala zemljišča v gozdnem prostoru	267,51	4,52
- senožeti in lazi	256,09	4,33
- zaraščajoče površine	11,42	0,19
Gozdni prostor	4.050,00	68,43
Negozdni prostor	1.868,68	31,57
- negozdna zemljišča	1.845,71	31,18
- zaraščajoče površine	19,76	0,33
- drugo	3,21	0,06

(Vir: GGN GGE Slivnica 2008–2017: 17)

Skupna površina GGE Slivnica je 5.918,68 ha, od tega 3.758,88 ha gozda. Gozdovi prekrivajo 63 % celotne površine. Površina gozdnega prostora je 4.050,00 ha. Poleg gozda spadajo sem tudi negozdna zemljišča, ki so z gozdom ekološko oziroma funkcionalno povezana. Gozdni prostor zajema 68,43 % površine GGE Slivnica. Večji del GGE Slivnica spada v gozdnato krajino (88,60 %). Tu se gozd mozaično prepleta z drugimi rabami tal in pokriva od 40,00 % do 85,00 % površine. V tem tipu krajine imamo zaraščajoče površine v gozdnem prostoru, pa tudi izven njega. Gozdnatost v tem tipu krajine je 76,30 %. Gozdne krajine je v GGE Slivnica 6,40 %. Za ta tip krajine je značilno, da je gozdnatost 85,00 %. Predstavlja manjši del na zahodu GGE, ki se nadaljuje v strnjene gozdove Menišije. Gozdnatost v tem tipu krajine je 94,90 %. Kmetijska krajina predstavlja 5,00 % GGE Slivnica. Tukaj prevladujejo kmetijske površine, gozda pa je manj od 40,00 % celotne površine. To krajino srečamo v okolici vasi, prevladuje pa na vzhodnem delu GGE Slivnica. Gozdnatost v tem tipu krajine je 14,40 %.

Preglednica 20: Površina gozdov po oblikah lastništev v GGE Slivnica

Table 20: Surface area of forests by types of ownership in the Slivnica forest management unit

	Zasebni gozdovi	Državni gozdovi	Gozdovi lokalnih skupnosti	Skupaj
Površina gozda (ha)	3.676,84	78,72	3,32	3.758,88
Delež (%)	97,82	2,09	0,09	100,00

(Vir: GGN GGE Slivnica 2008–2017: 20)

Večino gozdov (99,40 %) GGE Slivnica uvrščamo v kategorijo večnamenskih gozdov, 0,60 % gozdov pa uvrščamo v kategorijo varovalnih gozdov. V GGE Slivnica je sedem rastiščno gojitvenih razredov (v nadaljevanju RGR), od katerih jih je šest v kategoriji gospodarski gozd, eden pa je v kategoriji varovalni gozdovi.

Lesna zaloga je 242,90 m³/ha, prirastek pa znaša 7,09 m³/ha/leto. V lesni zalogi prevladujejo iglavci. V drevesni sestavi je največ bukve (31,14 %), sledijo smreka (29,68 %), bori (19,44 %), jelka (5,77 %), plemeniti listavci (4,51 %), hrasti (3,60 %), drugi trdi listavci (4,82 %), mehki listavci (0,81 %) in macesen (0,23 %),

7.1.1 Obstoječe cestno omrežje

V GGE Slivnica prevladujejo javne ceste. Skupna dolžina javnih cest je 85,49 km. Od tega jih je 55,40 % produktivnih.

Preglednica 21: Odprtost gozdov s cestami

Table 21: Forests opened up by roads

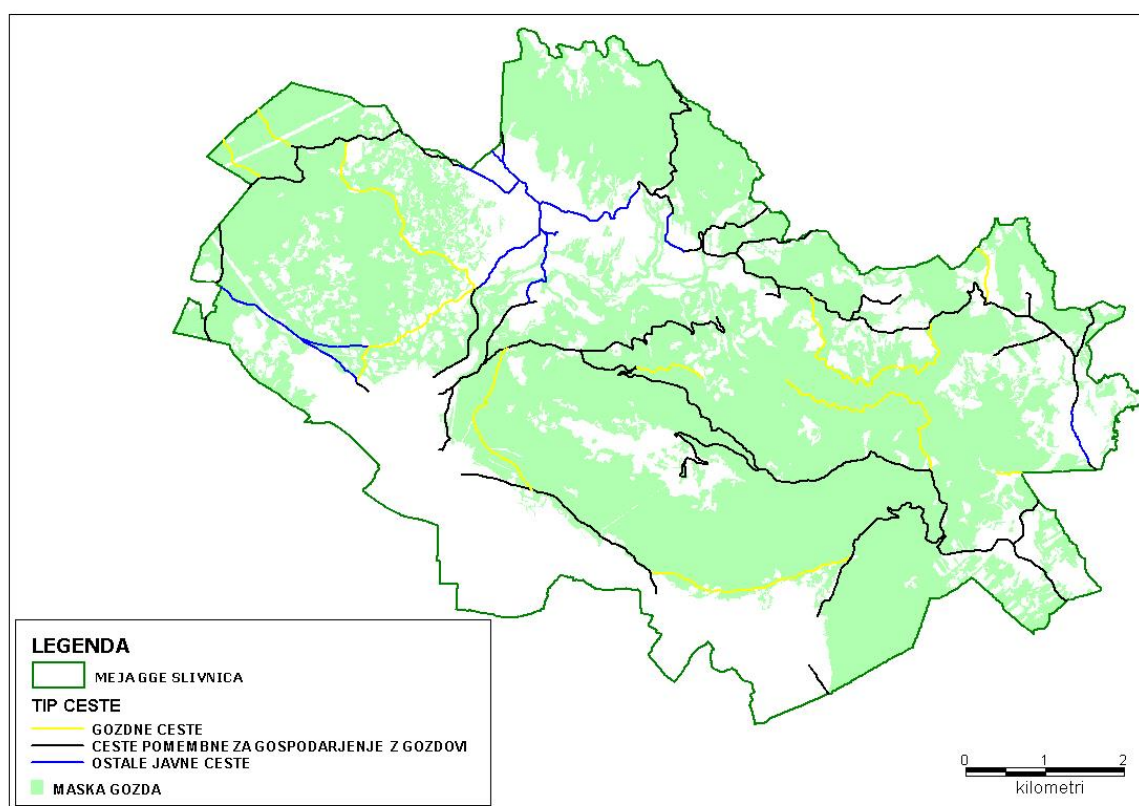
Vrsta ceste	Produktivne (km)	Povezovalne (km)	Skupaj (km)	Gostota cest (m/ha)
Gozdne ceste	19,75	1,08	20,83	5,25
Javne ceste	47,36		85,49	12,60
Skupaj	67,11		106,32	17,85

(Vir: GGN GGE Slivnica 2008–2017: 23)

Večina javnih cest povezuje zaselke, med javne ceste pa je uvrščena tudi cesta, ki vodi iz Cerknice preko Slivnice v Grahovo.

Po kategorijah prevladujejo glavne gozdne ceste, ki odpirajo več kot 1.000 ha gozda (62,30 %), manj je stranskih gozdnih cest, ki odpirajo manjši gozdni predel (37,70 %). V GGE Slivnica ni gozdnih cest s poudarjenim javnim značajem. Vse gozdne ceste so v zasebnih gozdovih. Večina gozdnih cest je v občini Cerknica (84,21 %), 15,79 % pa jih je v občini Bloke.

Skupna gostota produktivnih cest znaša 17,85 m/ha, kar pomeni, da so gozdovi odprti za normalno gospodarjenje.



Slika 6: Pregledna karta cestnega omrežja

Figure 6: Illustrative map of road network

7.1.2 Možni desetletni posek

Možni desetletni posek znaša 127.154 m³ oziroma 33,83 m³/ha in predstavlja 13,92 % lesne zaloge oziroma 47,72 % prirastka. V možnem desetletnem poseku prevladujejo iglavci (67,12 %). Predvideva se, da bo 51,72 % vsega možnega desetletnega poseka

realiziranega s pomladitveno sečnjo, redčenja naj bi predstavljala 37,86 % in prebiralna sečnja 1,97 %. Tako naj bi negovalni posek znašal 91,55 % od celotnega možnega desetletnega poseka. Preostanek možnega desetletnega poseka naj bi bil realiziran s posekom za obnovo s sadnjo 2,31 % in s posekom oslabelega drevja in sanitarnim posekom 6,14 %.

Preglednica 22: Možni desetletni posek po sektorjih lastništva

Table 22: Potential felling over a ten-year period by ownership sectors

	Zasebni gozdovi		Državni gozdovi		Občinski gozdovi		Skupaj GGE	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
Iglavci	83.022	66,72	2.273	85,52	54	85,71	85.349	67,12
Listavci	41.411	33,28	385	14,48	9	14,29	41.805	32,88
Skupaj	124.433	100,00	2.658	100,00	63	100,00	127.154	100,00

(Vir: GGN GGE Slivnica 2008–2017: 64)

8 REZULTATI

8.1 STROŠKI SPRAVILA LESA

8.1.1 Površina terenov, primernih za posamezno obliko spravila lesa

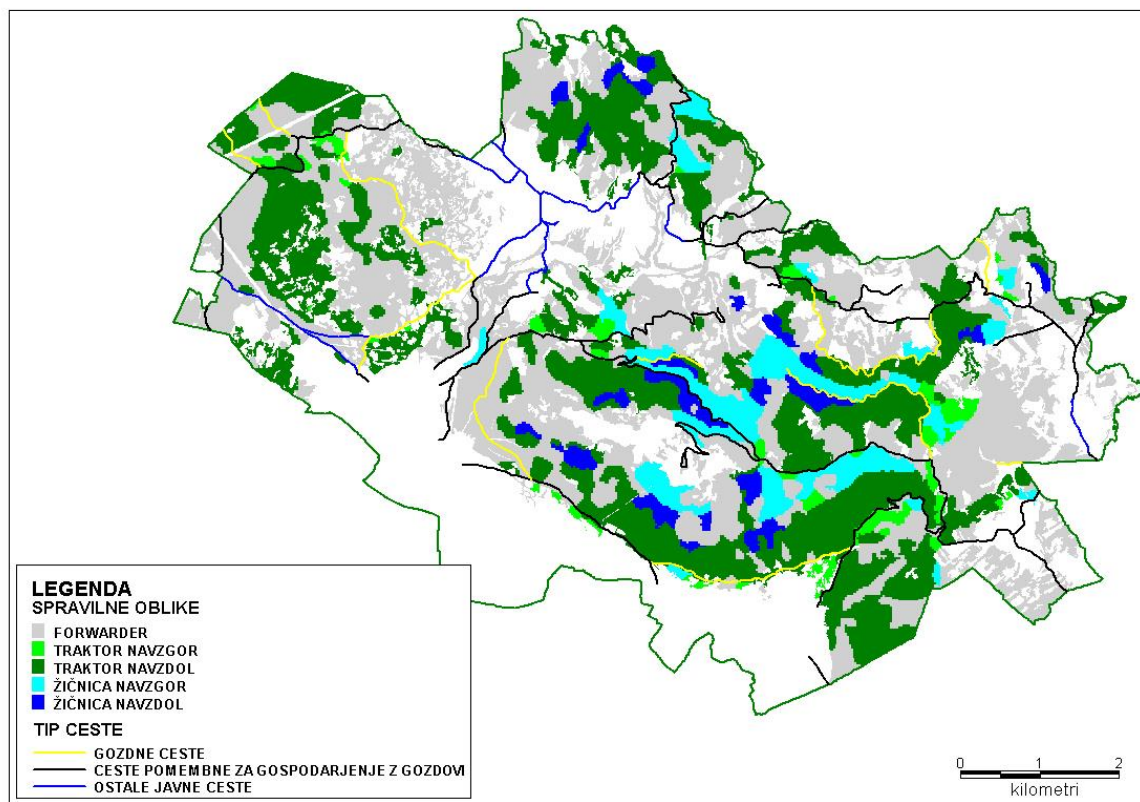
Po GGN GGE Slivnica je površina gozda 3.758,88 ha. Razlika med podatkom iz GGN GGE Slivnica (2008–2017) in računalniškega modela oblik spravila lesa znaša 12,20 ha. Vzrok temu so posamezni izločeni sestoji iz karte oblik spravila lesa, katerih površina je bila manjša od 0,50 ha.

Po modelu je, kot lahko vidimo iz Preglednice 23, največ površin primernih za spravilo lesa s forwarderji (50,20 %). Sledi spravilo lesa s traktorjem navzdol (35,47 %), spravilo lesa z žičnico navzgor (6,77 %), spravilo lesa z žičnico navzdol (3,87 %) ter spravilo lesa s traktorjem navzgor (2,90 %). Nedostopne je 0,79 % gozdne površine GGE Slivnica (to so strmi, od produktivne ceste oddaljeni tereni (varovalni gozd Kozje peči)), kjer ni možno uporabiti nobene oblike spravila lesa).

Preglednica 23: Delež (%) površin, primernih za posamezno obliko spravila lesa

Table 23: Share (%) of areas suitable for individual wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Površina (ha)	% od celote	Velikost spravilnih polj (ha)
Forwarder	1.880,76	50,20	0,50 – 62,79
Traktor navzgor	108,60	2,90	0,50 – 16,01
Traktor navzdol	1.329,01	35,47	0,50 – 78,49
Žičnica navzgor	253,58	6,77	0,58 – 52,75
Žičnica navzdol	145,13	3,87	2,23 – 17,37
Nedostopno	29,60	0,79	4,74 – 15,82
Skupaj	3.746,68	100,0	0,50 – 78,49



Slika 7: Grafični prikaz površin, primernih za posamezno obliko spravila lesa

Figure 7: Graph of areas, suitable for individual wood skidding methods

8.1.2 Razdelitev možnega desetletnega poseka glede na oblike spravila lesa

Glede na določene najprimernejše oblike spravila lesa bi največ možnega desetletnega poseka spravili s forwarderjem (44,11 %), sledi spravilo lesa s traktorjem navzdol (38,83 %), spravilo lesa z žičnico navzgor (8,53 %), spravilo lesa z žičnico navzdol (4,19 %) ter spravilo lesa s traktorjem navzgor (3,97 %). V gozdu bi ostalo 0,37 % možnega desetletnega poseka.

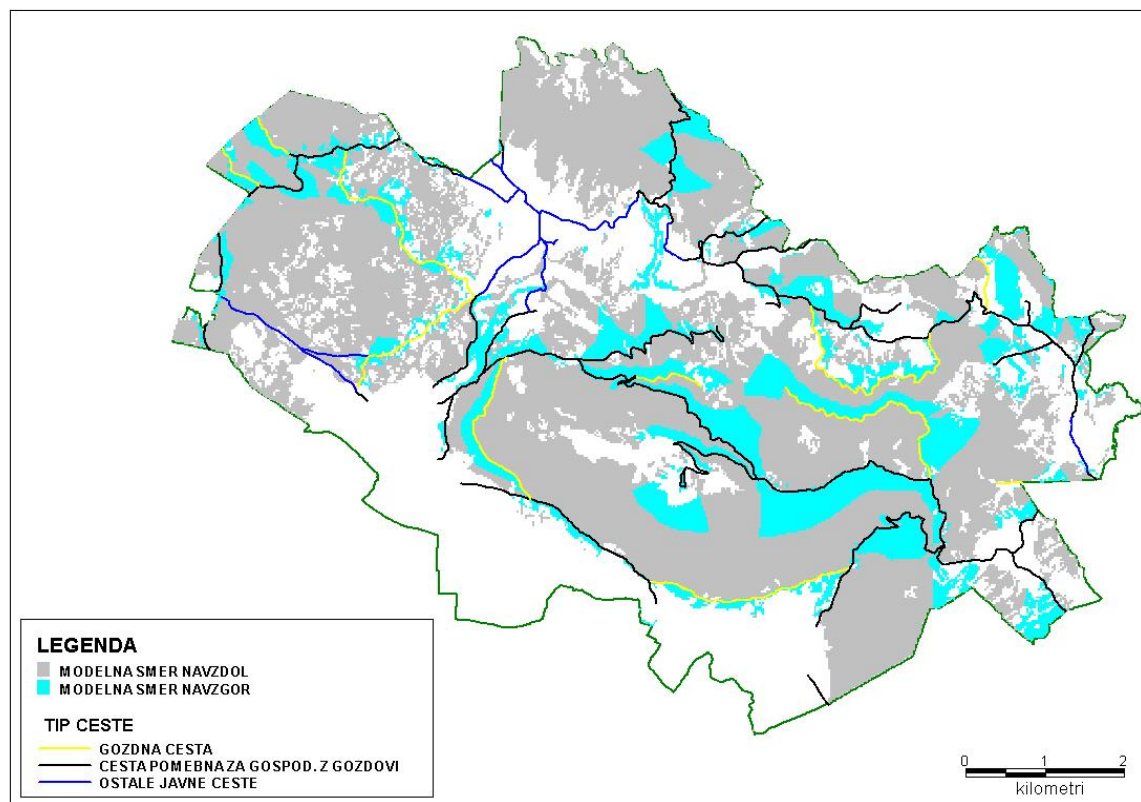
Preglednica 24: Razdelitev možnega desetletnega poseka glede na oblike spravila lesa

Table 24: Distribution of potential felling over a ten-year period with regard to the wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Možni desetletni posek			
	Iglavci (neto m ³)	Listavci (neto m ³)	Skupaj (neto m ³)	% od skupaj
Forwarder	36.173	12.054	48.227	44,11
Traktor navzgor	2.809	1.530	4.339	3,97
Traktor navzdol	27.601	14.856	42.457	38,83
Žičnica navzgor	3.812	5.511	9.323	8,53
Žičnica navzdol	1.909	2.676	4.585	4,19
Skupaj možni desetletni posek	72.304	36.627	108.931	99,63
Ostaja v gozdu	243	160	403	0,37
Skupaj	72.547	36.787	109.334	100,0

8.1.3 Smer spravila lesa

Kako se polja z različnim načinom spravila lesa hitro menjavajo vzdolž poteka produktivne ceste, kakor tudi na nasipni in odkopni brežini ceste, nam dobro ilustrira Slika 8, ki predstavlja dejanski prikaz smeri spravila lesa na površinah, ki jih odpirajo produktivne ceste na obravnavanem predelu.



Slika 8: Smer spravila lesa

Figure 8: Direction of wood skidding

Model je glede na definirane kriterije izračunal omenjene smeri spravila lesa. Smer spravila lesa navzgor predstavlja 22,70 %, smer spravila lesa navzdol pa 77,30 % vseh oblik spravila lesa.

8.1.4 Stroški spravila lesa glede na oblike spravila lesa

Kot lahko vidimo iz Preglednice 25, predstavlja največji strošek glede na spravljeno m^3 spravilo lesa s žičnico navzdol ($24,70 \text{ €/m}^3$). Sledi spravilo lesa s žičnico navzgor ($20,00 \text{ €/m}^3$), spravilo lesa s forwarderjem ($12,76 \text{ €/m}^3$). Najcenejše spravilno sredstvo je traktor, saj znašajo stroški $6,36 \text{ €/m}^3$ pri spravilu lesa navzdol in $6,08 \text{ €/m}^3$ pri spravilu lesa navzgor.

Preglednica 25: Stroški spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa

Table 25: Wood skidding costs with regard to various wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Iglavci		Listavci		Skupaj	
	€	€/m ³	€	€/m ³	€	€/m ³
Forwarder	442.290,37	12,23	173.120,16	14,36	615.410,53	12,76
Traktor navzgor	14.806,41	5,27	11.582,91	7,57	26.389,32	6,08
Traktor navzdol	162.353,87	5,88	107.534,27	7,24	269.888,14	6,36
Žičnica navzgor	67.967,42	17,83	118.495,32	21,50	186.462,74	20,00
Žičnica navzdol	46.004,96	24,10	67.245,43	25,12	113.250,39	24,70
Skupaj	733.423,03	10,14	477.978,09	13,05	1.211.401,12	11,12

8.1.5 Povprečne razdalje spravila lesa glede na oblike spravila lesa

Povprečna razdalja spravila lesa je največja pri spravilu lesa s traktorjem navzdol (590,30 m) in pri spravilu lesa s forwarderjem (509,00 m), sledi spravilo lesa z žičnico navzdol (481,70 m), spravilo lesa s traktorjem navzgor (272,80 m). Najkrajša razdalja spravila lesa je pri spravilu lesa z žičnico navzgor (248,40 m). Skupaj znaša povprečna razdalja spravila lesa 512,30 m (brez površin, kjer spravilo lesa ni možno).

Nižji stroški pri spravilu lesa s traktorjem navzgor so posledica krajše povprečne razdalje spravila lesa.

Razdalja spravila lesa neposredno vpliva na stroške spravila lesa ter na donosnost grajene gozdne ceste, saj se z novogradnjo povprečne razdalje spravila lesa zmanjšajo.

Preglednica 26: Povprečne razdalje spravila lesa glede na oblike spravila lesa

Table 26: Average wood skidding distances with regard to wood skidding methods

	Forwarder	Traktor navzgor	Traktor navzdol	Žičnica navzgor	Žičnica navzdol	Neodprto
Površina (ha)	1.880,76	108,60	1.329,01	253,58	145,13	29,60
Delež (%)	50,20	2,90	35,50	6,70	3,90	0,80
Povp. razdalja spravila lesa	509,00	272,80	590,30	248,40	481,70	523,90

8.1.5.1 Primerjava razdalj spravila lesa posameznih oblik spravila lesa med podatki iz GGN GGE in modelnimi podatki

Primer uporabe računalniških modelov se kaže na primeru natančnejšega prikaza razmer spravila lesa v primerjavi s podatki iz GGN GGE Slivnica. Čeprav je to le model, je podatek o razdalji spravila lesa realnejši, saj smo za vsako pravilno polje glede na poznavanje terena definirali mesto spravila lesa na produktivni cesti. Če primerjamo podatke Preglednic 27 in 28, vidimo, da je največje odstopanje pri razdalji spravila lesa v razredu do 200 m. Vsota pravih razredov razdalj spravila lesa do in nad 600 m razdalje spravila lesa je pri obeh virih približno enaka.

Preglednica 27: Razdalje spravila lesa glede na potencialne oblike spravila lesa

Table 27: Wood skidding distances with regard to potential wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Površina		Razdalja spravila lesa (m)–v %					
	ha	%	do 200	200–400	400–600	600–800	800–1200	nad 1200
Traktor	3.758,88	100	1,90	15,10	47,60	18,20	17,20	0

(Vir: GGN GGE Slivnica 2008–2017: 23)

Preglednica 28: Razdalje spravila lesa na podlagi izračuna oblik spravila lesa

Table 28: Wood skidding distances based on a calculation of wood skidding methods

Oblike spravila lesa	Površina		Razdalja spravila lesa (m)–v %					
	ha	%	do 200	200–400	400–600	600–800	800–1200	nad 1200
Traktor	1.437,61	38,37	12,90	27,40	25,20	17,50	6,50	10,50
Forwarder	1.880,76	50,20	21,20	24,30	20,80	18,30	9,00	6,40
Žičnica	398,71	10,64	23,70	56,00	10,00	3,50	6,80	0
Neodprto	29,60	0,79	-	-	-	-	-	-
Skupaj	3.746,68	100,00	18,30	28,90	21,30	16,40	7,80	7,30

8.2 STROŠKI PREVOZA LESA

8.2.1 Stroški gradnje gozdnih cest

8.2.1.1 Stroški zaradi trajne izgube rastne površine

Iz Preglednic 29 in 30 vidimo, da znaša povprečen KD gozda v GGE Slivnica 18,30 €/ha. Če upoštevamo potrebno širino izsekanega pasu gozda 10 m zaradi umestitve cestnega telesa, je izguba rastne površine na kilometer gozdne ceste 1 ha.

Omenjeno vrednost smo upoštevali pri izračunu stroškov prevoza lesa na kilometer.

Preglednica 29: Površina katastrskih razredov po katastrskih občinah v GGE Slivnica za leto 2010

Table 29: Area of cadastral classes by cadastral municipalities in GGE Slivnica for year 2010

Katastrska občina	Katastrski razred (ha)					
	2	3	4	5	6	Skupaj
Begunje pri Cerkl.	0	74,70	235,10	46,20	0	356,00
Selšček	0	239,70	352,30	72,30	10,60	674,90
Ulaka	0	339,80	174,30	7,20	0	521,30
Radlek	2,40	144,10	38,70	0	0	185,20
Grahovo	25,20	303,40	132,20	215,00	26,50	702,30
Cerknica	0	0	261,60	325,20	2,50	589,30
Skupaj	27,60	1.101,70	1.194,20	665,90	39,60	3.029,00

Preglednica 30: Lestvice katastrskega dohodka gozda za leto 2010

Table 30: Scale of forest cadastral income for year 2010

Katastrski razred	KD (€/ha)	Površina (ha)	Skupaj KD (€)
1	52,52	0,00	0,00
2	35,35	27,60	975,66
3	27,85	1.101,71	30.682,62
4	14,45	1.194,15	17.255,47
5	9,50	665,98	6.326,81
6	4,95	39,57	195,87
7	1,39	0,00	0,00
Skupaj	18,30	3.029,01	55.436,43

8.2.2 Stroški vožnje lesa

Preglednica 31: Stroški vožnje lesa možnega desetletnega poseka

Table 31: Costs of transporting wood of the potential felling over a ten-year period

	Obstoječe cestno omrežje		
	(€)	(€/m ³)	(€/km)
Stroški vožnje lesa	644.068	5,91	140,83

Stroški vožnje lesa za prevoz možnega desetletnega poseka znašajo 644.068 € oziroma 5,91 €/m³ oziroma 140,83 €/km (tekoči kilometer gozdne in javne ceste).

Po umestitvi ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cest pričakujemo kot posledico daljših razdalj prevoza lesa relativno majhno povečanje stroškov vožnje lesa.

8.2.3 Stroški vzdrževanja gozdnih cest

Kalkulacija za vzdrževanje gozdnih cest po metodologiji (Uredba o pristojbini ..., 1994) nakazuje, da znašajo skupni letni stroški tekočega in periodičnega vzdrževanja na območju GGE Slivnica 661,21 €/km (Preglednici 32, 33).

Preglednica 32: Vrsta ukrepa in obseg del tekočega vzdrževanja 1 km gozdne ceste

Table 32: Types and size of annual forest road maintenance works of 1 km forest road

Vrsta ukrepa	Enota	Obseg	Cena na enoto (€)	Strošek (€/km)
Profiliranje z grederjem brez navoza materiala	h	5,76	45,39	261,45
Ročno čiščenje dražnikov	h	1,20	10,69	12,83
Čiščenje brežin z motorno žago	h	0,20	13,43	2,69
Priprava ceste za zimsko vzdrževanje – delavec	h	0,40	10,69	4,28
Pluženje snega – kamion s plugom	h	0,06	40,32	2,42
Zimsko posip. vozišča – kamion s peskom	h	0,08	34,37	2,75
Skupaj				286,42

Preglednica 33: Vrsta ukrepa in obseg del periodičnega vzdrževanja 1 km gozdne ceste

Table 33: Types and size of periodical forest road maintenance works of 1 km forest road

Vrsta ukrepa	Enota	Obseg	Cena na enoto (€)	Strošek (€/km)
Nabava posipnega materiala	m ³	54,00	8,21	443,34
Nakladanje – bager	h	6,48	0,00*	0,00
Prevoz materiala – kamion	h	47,50	39,42	1.872,45
Razgrinjanje posip. mat. – greder	h	2,80	45,39	127,09
Profiliranje vozišča – greder	h	3,60	45,39	163,40
Komprimiranje vozišča - valjar	h	18,00	21,78	392,04
Skupaj				2.998,32

*V nabavni ceni posipnega materiala je poleg stroška gramoza všteti tudi strošek nakladanja

Periodično vzdrževanje gozdnih cest naj bi se po Uredbi o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest (1994) izvajalo vsakih 8 let. Letni strošek periodičnega vzdrževanja gozdnih cest znaša 374,79 €/km gozdne ceste. Stroški tekočega in periodičnega vzdrževanja gozdnih cest na območju GGE Slivnica znašajo 661,21 €/km in smo jih uporabili pri ekonomski presoji gostitve omrežja gozdnih cest.

V GGE Slivnica znašajo analizirani dejanski stroški vzdrževanja gozdnih cest 233,80 €/km/leto, računani za obdobje 2005–2014 (Preglednica 34) in so pogojeni z obsegom razpoložljivih sredstev namenjenih za vzdrževanje gozdnih cest.

Izvajalec vzdrževanja gozdnih cest v obdobju 2005–2012 je bilo Javno podjetje Komunala Cerknica d.o.o. in v obdobju 2013–2014 Štigrad d.o.o.

Preglednica 34: Stroški dejanskega vzdrževanja 1 km gozdne ceste v letih 2005–2014

Table 34: Costs of the actual maintenance of 1 km of forest road from 2005 to 2014

Šifra GC	Dolžina GC (km)	Leto vzdrževanja									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
3501	0,72	62,60	66,50	69,16	76,07	157,05	83,68	52,25	195,69	54,00	50,40
3506	1,04	90,44	96,05	196,92	109,88	120,87	226,84	75,47	248,98	78,00	72,80
3507	1,01	154,36	93,29	0	106,71	117,39	220,30	73,29	152,55	75,75	70,70
3510	0,87	0	0	0	0	0	0	0	1.064,13	0	0
3511	2,15	671,33	0	2.188,81	1.794,00	249,89	468,95	156,01	251,25	515,25	720,50
3512	3,22	1.417,23	940,56	851,59	2.365,70	1.387,63	1.059,54	233,66	343,90	241,50	225,40
3513	3,42	1.350,41	701,77	904,48	361,35	397,49	745,96	248,17	296,11	620,50	679,40
3515	0,87	1.356,98	78,78	199,18	85,76	149,32	149,34	967,33	2.621,02	0	0
3516	1,55	0	140,36	354,85	152,80	266,04	266,05	152,80	152,80	0	0
3517	1,55	269,57	286,33	148,89	163,77	180,15	338,08	112,47	134,20	116,25	108,50
3519	2,13	325,53	196,73	204,60	225,05	932,85	1.149,88	154,56	842,48	1.415,75	661,10
3521	2,30	200,00	1.560,40	608,28	243,01	952,61	1.186,96	1.384,84	469,48	172,50	161,00
SKUPAJ	20,83	5.898,45	4.160,77	5.726,76	5.684,10	4.911,29	5.895,58	3.610,85	6.772,59	3.289,50	2.749,80
Skupaj €/km GC	233,80	283,17	199,75	274,93	272,88	235,78	283,03	173,35	325,14	157,92	132,01

Večina sredstev je usmerjena v pogostejše minimalno obnavljanje obrabne plasti na najbolj obremenjenih odsekih gozdnih cest, kar ogroža njihovo trajnostno rabo.

8.3 NAČRT GOSTITVE OMREŽJA GOZDNIH CEST

8.3.1 Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest

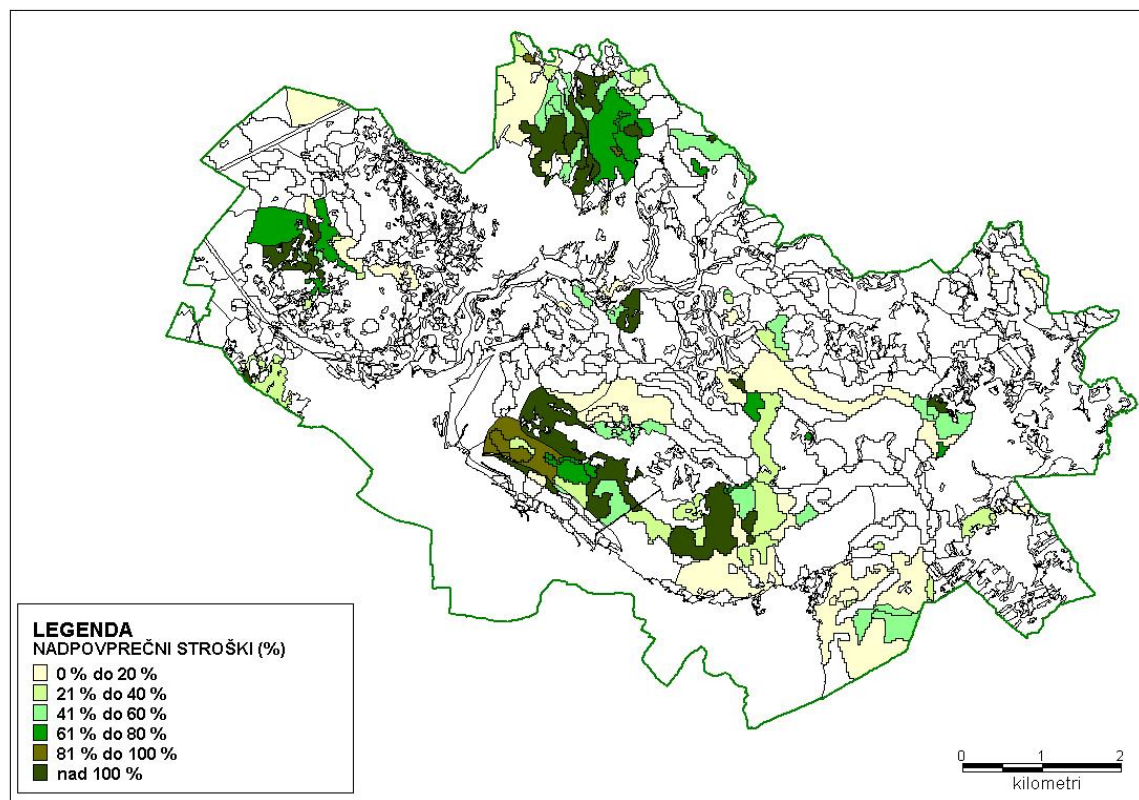
Pri sedanji gostoti produktivnih cest (dejanska odprtost enaka optimalni odprtosti), ki znaša 17,85 m/ha, je širina pasu gozda, ki ga ceste odpirajo 560 m.

Strošek prevoza lesa, ki smo ga v predhodnem poglavju izračunali, znaša 679,55 €/km/leto (vsota stroškov tekočega in periodičnega vzdrževanja gozdnih cest, stroškov vožnje lesa ter stroškov zaradi trajne izgube rastne površine). Občina Cerknica dobi iz državnega proračuna zaradi opredeljenega javnega značaja gozdnih cest (Zaključni račun proračuna ..., 2012) sredstva, ki znašajo 299,36 €/km gozdnih cest. Vrednostno je višina sofinanciranja opredeljena s Pravilnikom o spremembi in dopolnitvi pravilnika o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove (2010).

Razlika med izračunanimi stroški prevoza lesa in sredstvi zaradi opredeljenega značaja gozdnih cest znaša tako 380,19 €/km/leto. Predpostavili smo, da moramo z razliko v stroških spravila lesa, ki je posledica povečane odprtosti z izgradnjo načrtovanih gozdnih cest, pokriti stroške prevoza lesa, zmanjšane za proračunska sredstva.

8.3.1.1 Stroški spravila lesa po spravilnih poljih, ki so večji glede na povprečne stroške spravila lesa po posameznih oblikah spravila lesa

Po ugotovljenem stanju je sledilo iskanje spravilnih polj, katerih stroški spravila lesa presegajo povprečno izračunano vrednost spravila lesa za posamezne oblike spravila lesa (nadpovprečni stroški spravila lesa).



Slika 9: Karta nadpovprečnih stroškov spravila lesa (%) po pravilnih poljih glede na posamezne oblike spravila lesa

Figure 9: Map of above-average wood skidding costs (%) by skidding fields with regard to individual wood skidding methods

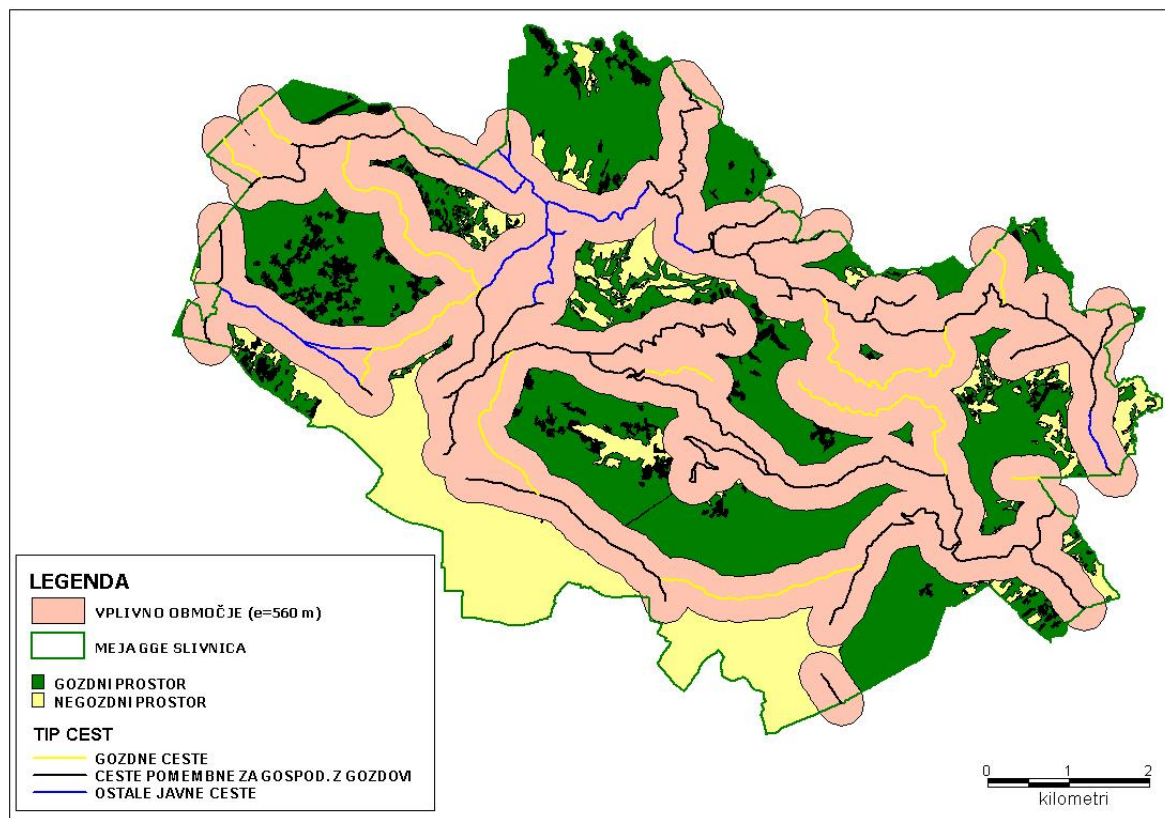
S Slike 9 so razvidna območja, kjer bi bila glede nadpovprečnih stroškov spravila lesa gradnja načrtovanih gozdnih cest najbolj smiselna. Na teh območjih lahko po prostorski umestitvi načrtovanih gozdnih cest upravičeno pričakujemo največje znižanje stroškov spravila lesa.

8.3.1.2 Nezadostno odprta območja

Pred umestitvijo načrtovanih gozdnih cest je bilo potrebno poiskati nezadostno odprta območja, ki so določena na podlagi optimalne gostote omrežja gozdnih cest pri minimalnih skupnih stroških spravila in prevoza lesa na območju raziskovanja (Hribernik, 2013).

Predpostavili smo, da je dejanska gostota produktivnih gozdnih cest optimalna in znaša 17,85 m/ha, kar pomeni, da spadajo predeli, ki so od obstoječega cestnega omrežja

oddaljeni več kot 280 m v skupino nezadostno odprtih območij, ki so potencialna mesta gostitve primarnega cestnega omrežja. Tako znaša površina zadosti odprtih območij 2.153,88 ha (57,30 %), površina nezadostno odprtih območij pa 1.605,00 ha (42,70 %).



Slika 10: Širina pasu (vplivno območje $e = 560$ m), ki ga odpirajo produktivne ceste

Figure 10: Width of buffer zone ($e = 560$ m), which is opened up by productive main roads

S Slike 10 so razvidna nezadostno odprta območja. Na ta območja bomo v nadaljevanju, glede na terenske razmere in glede na tehnične elemente, ki naj bi jih gozdna cesta imela, racionalno umestili načrtovane trase gozdnih cest.

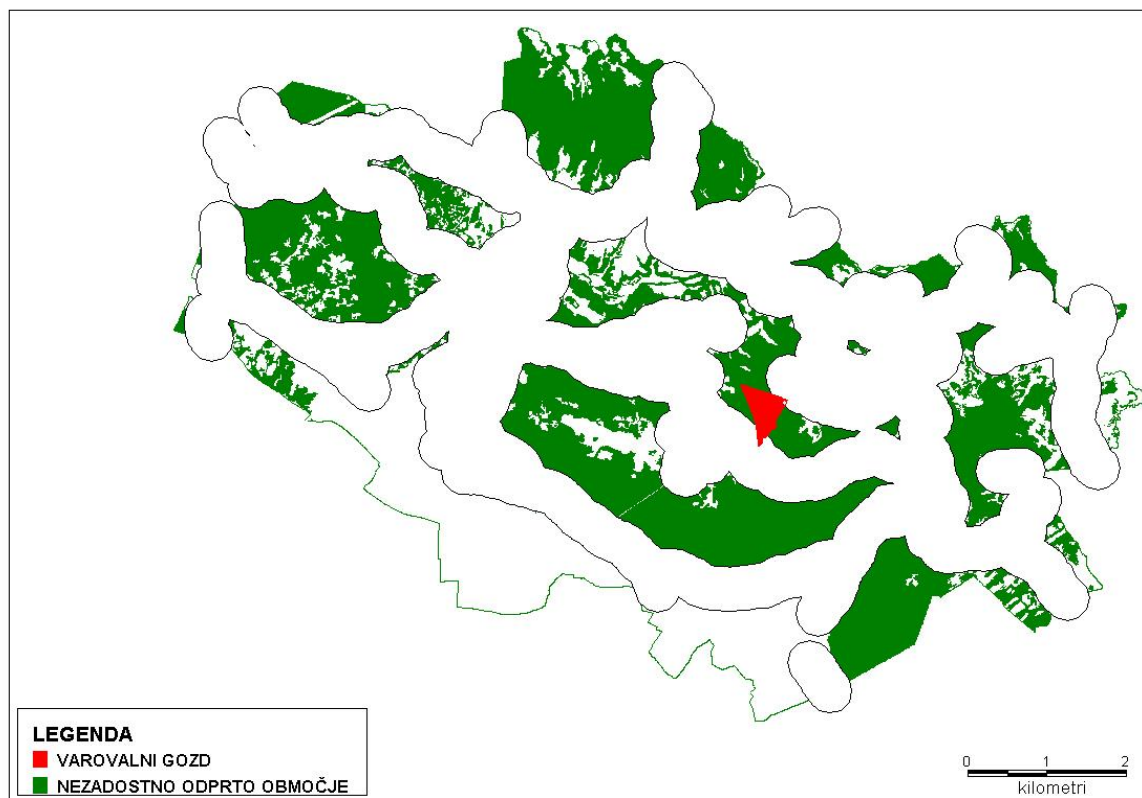
Osnovni kriterij ekonomske utemeljitve je večje zmanjšanje stroškov spravila lesa, kot je povečanje stroškov prevoza lesa (Hribernik, 2013). Le na tak način je mogoče povrniti sredstva, vložena v izgradnjo načrtovane gozdne ceste. Določena nezadostno odprta območja pa so tudi posledica reliefnih dejavnikov, ki onemogočajo gostitve cestnega omrežja oziroma neoptimalne gradnje cest v preteklih obdobjih.

V naslednji fazi je bilo potrebno ugotoviti in izločiti dejavnike za stanje nezadostno odprtih območij.

8.3.1.2.1 Varovalni gozdovi

V GGE Slivnica je 21,64 ha varovalnih gozdov (Kozje peči), v katerih je potrebno prvenstveno zagotoviti stalno pokrovnost tal z gozdom, zato je potrebno v njih pravočasno zagotoviti obnovo gozda, ki naj poteka izključno po naravni poti. Ti gozdovi so bili izločeni kot varovalni gozd z Uredbo o razglasitvi varovalnih gozdov in gozdov s posebnim namenom (2005). V varovalnih gozdovih gradnja gozdnih cest ni dovoljena, zato jih lahko izločimo iz karte nezadostno odprtih območij.

Možni desetletni posek v varovalnem gozdu znaša 302 m³ ali 6,50 % na lesno zalogo oz. 29,30 % na prirastek.



Slika 11: Izločitev površine varovalnih gozdov na karti nezadostno odprtih območij

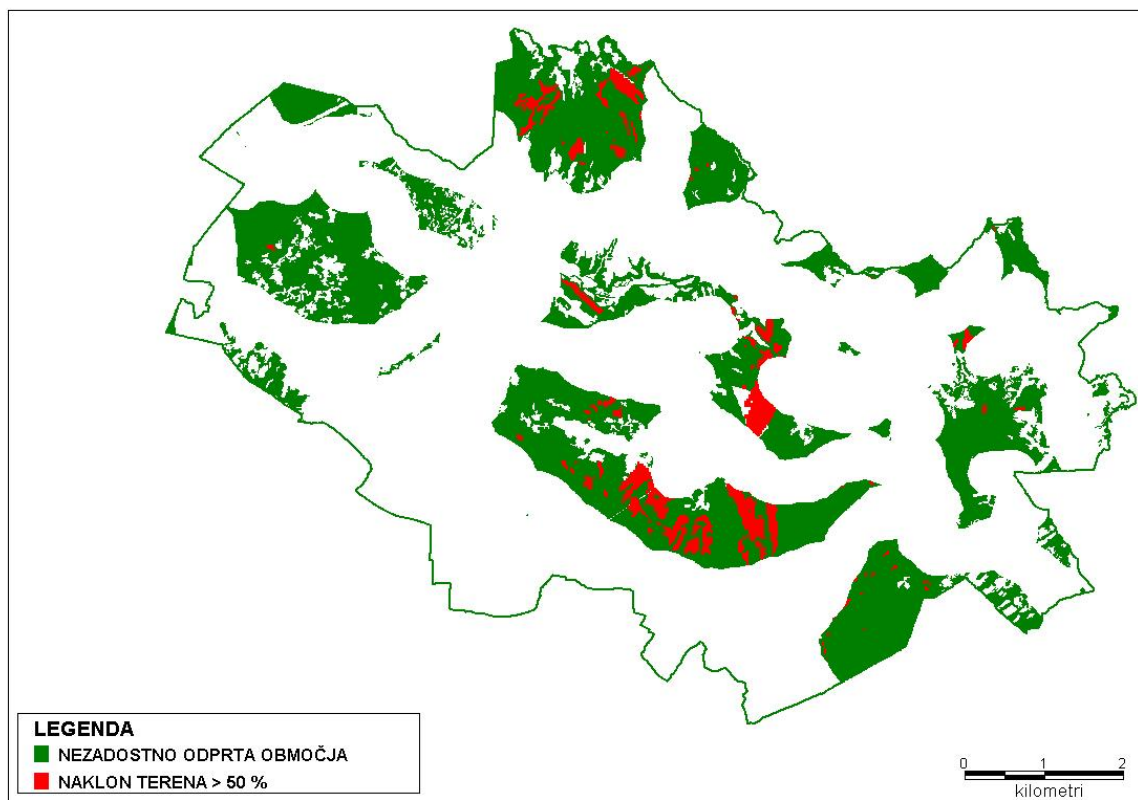
Figure 11: Elimination of the area of protection forests on a map of insufficiently open areas

Po izločitvi varovalnih gozdov nam ostane 1.586,32 ha nezadostno odprtih območjih oz 42,20 % mnogonamenskih gozdov.

8.3.1.2.2 Naklon terena

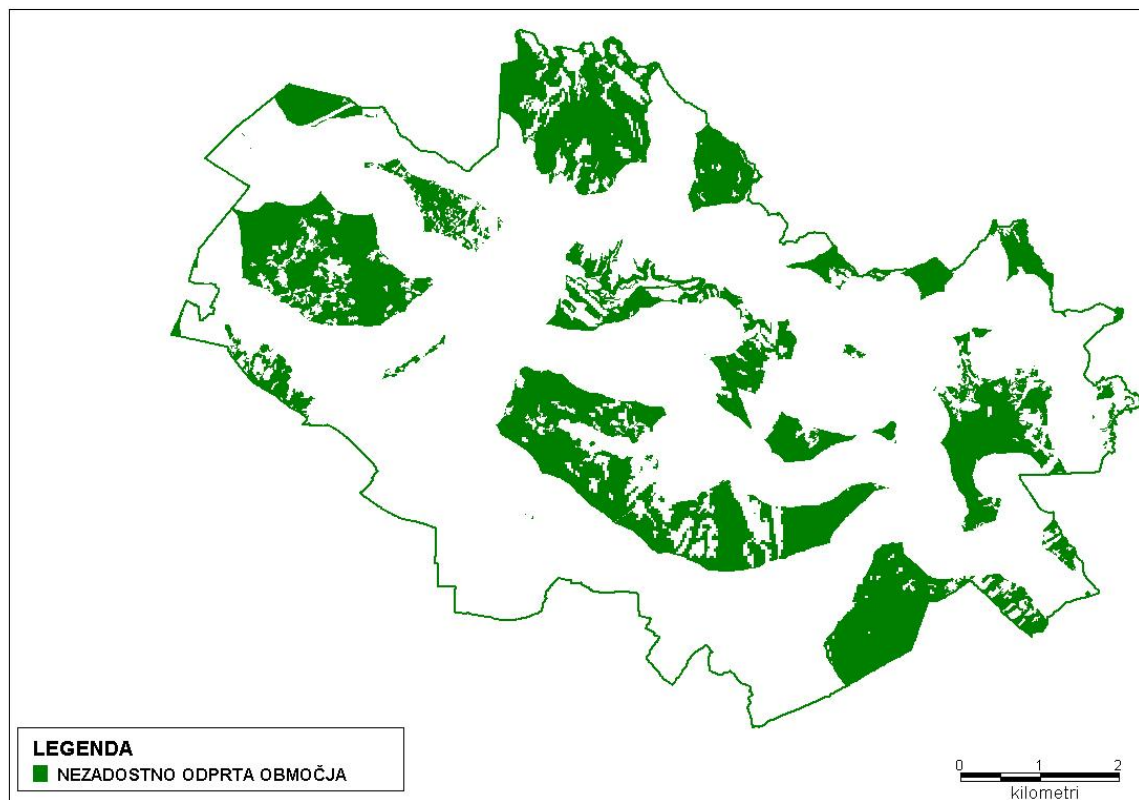
Trafela (1987) ugotavlja, da naj bi gradnja gozdnih prometnic potekala na terenih do 50 % naklona terena, v izjemnih primerih do naklona terena 70 %, odvisno seveda od sestave hribine.

V GGE Slivnica so to predvsem severna in južna pobočja Slivnice, ki so z vidika naklona najbolj problematična (nakloni > 50 %). Površina teh izločenih območij znaša 117,03 ha, kar predstavlja 3,11 % vseh mnogonamenskih gozdov.



Slika 12: Izločitev površine (naklon terena > 50 %) na karti nezadostno odprtih območij
Figure 12: Elimination of the area (terrain slope > 50 %) on a map of insufficiently open areas

Po izločitvi terenov, katerih naklon je večji kot 50 %, ostane še 1.469,29 ha nezadostno odprtih gozdnih površin.



Slika 13: Prikaz nezadostno odprtih območij po izločitvi varovalnih gozdov in površin, kjer naklon terena presega 50 %

Figure 13: Presentation of insufficiently open areas after eliminating protection forests and areas where the terrain slope exceeds 50 %

8.3.1.2.3 Prva stopnja poudarjenosti ekoloških funkcij

Ob nadaljnji natančni preučitvi nezadostno odprtih površin smo izločili še površine, kjer so ekološke funkcije poudarjene na prvi stopnji (GGN GGE Slivnica 2008–2017).

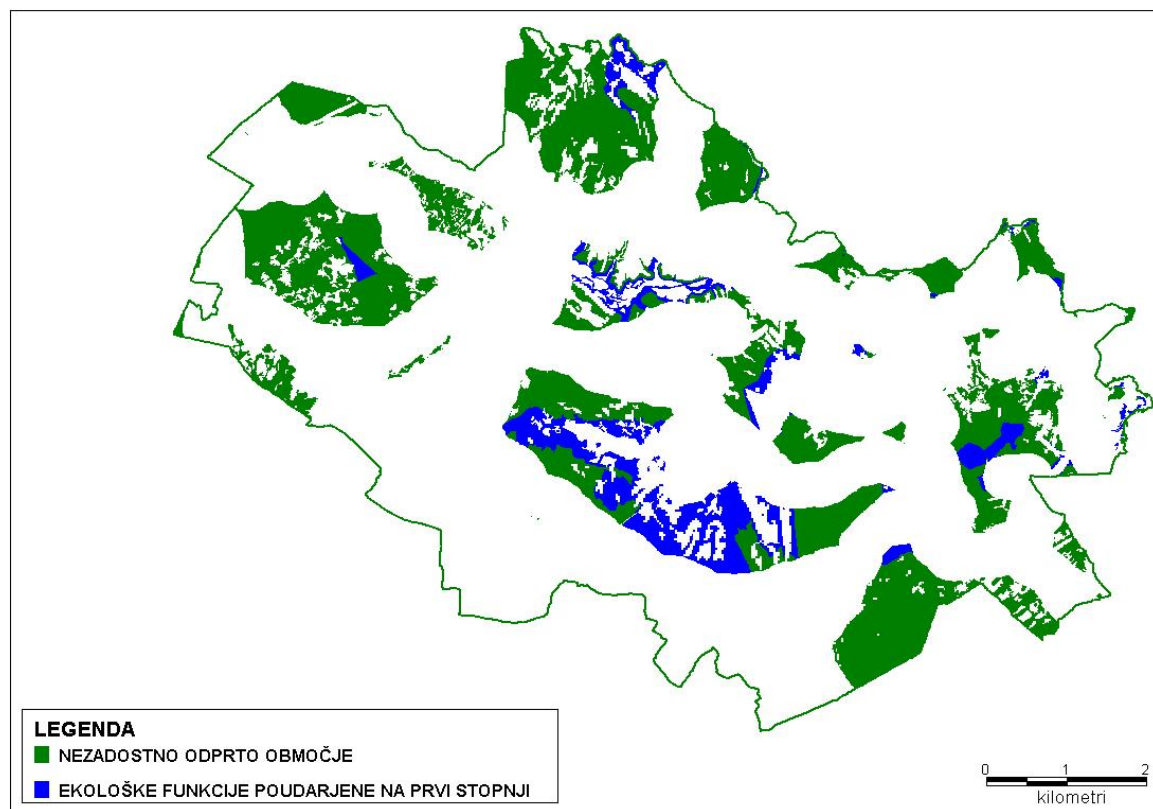
To so v GGE Slivnica predvsem območja, kjer gozdovi opravljajo sledeče funkcije:

- hidrološko funkcijo (gozdovi na ožjem območju vodnih zajetij ter gozdovi večjega vodnega zajetje na južnem pobočju Slivnice),

- funkcijo varovanja gozdnih zemljišč in sestojev (gozdovi na erodibilni matični podlagi z naklonom nad 45 %. To so gozdovi na strmih južnih in severnih pobočjih Slivnice ter na južnem pobočju Velike Špičke),
- biotopsko funkcijo (gozdovi v okolici medvedjih brlogov, ob kalužah, ob večjih vodotokih, na karbonatnih skalnatih pobočjih z vegetacijo skalnih razpok, ekocelice).

Poleg tega spadajo vsi gozdovi GGE Slivnica v območja Natura 2000 in ekološko pomembna območja (v nadaljevanju EPO), in iz veljavne slovenske zakonodaje nedvomno izhaja, da je za gradnjo gozdnih prometnic in za gradnjo protipožarnih presek znotraj območij potrebno izvesti presojo vplivov na naravo in pridobiti naravovarstveno soglasje (Pravilnik o presoji ..., 2004).

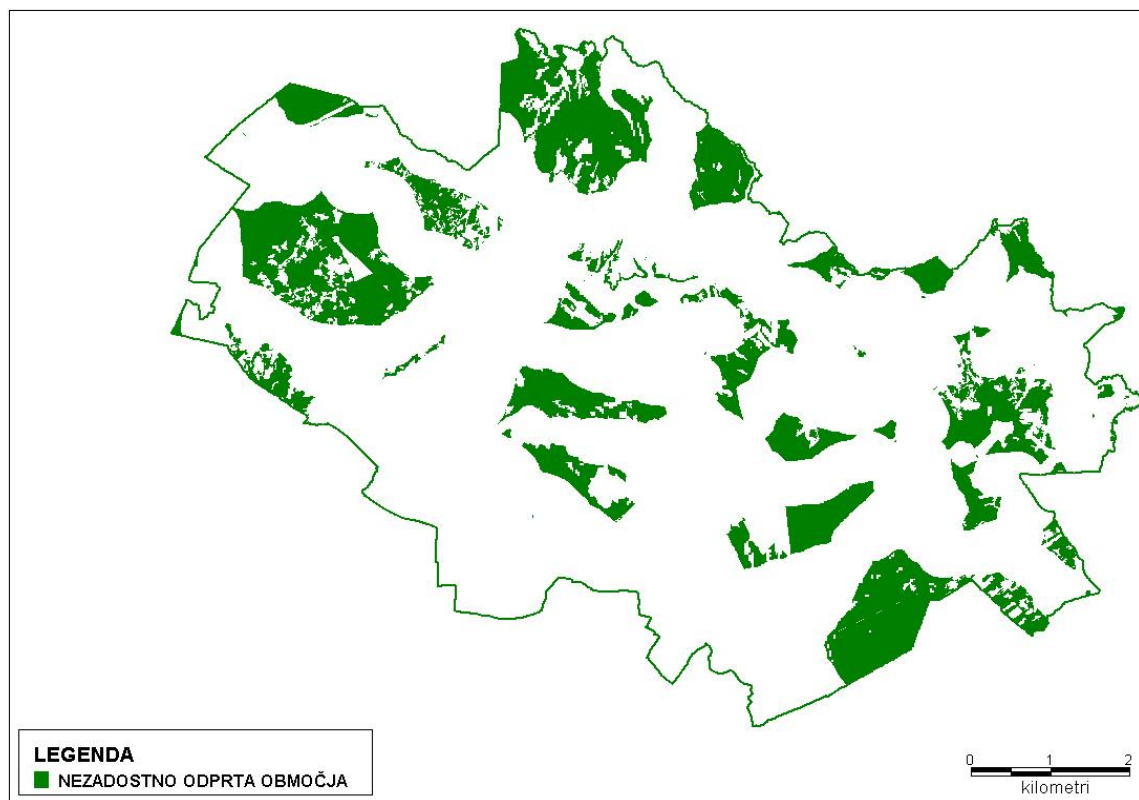
Poleg tega so v ekološko občutljivejših gozdovih in v gozdovih s poudarjenimi ekološkimi in socialnimi funkcijami koncentracije sečenj manjše (Program razvoja ..., 1996), kar ekonomsko pomeni višje stroške spravila lesa in posledično manjšo donosnost v primeru novogradnje gozdne ceste.



Slika 14: Izločitev površine ekoloških funkcij gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti na karti nezadostno odprtih območij

Figure 14: Elimination of the area of forests with direct and indirect ecological functions on a map of insufficiently open areas

Izločenih gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti ekoloških funkcij je 237,50 ha. Skupna površina nezadostno odprtih območij tako znaša 1.195,79 ha.

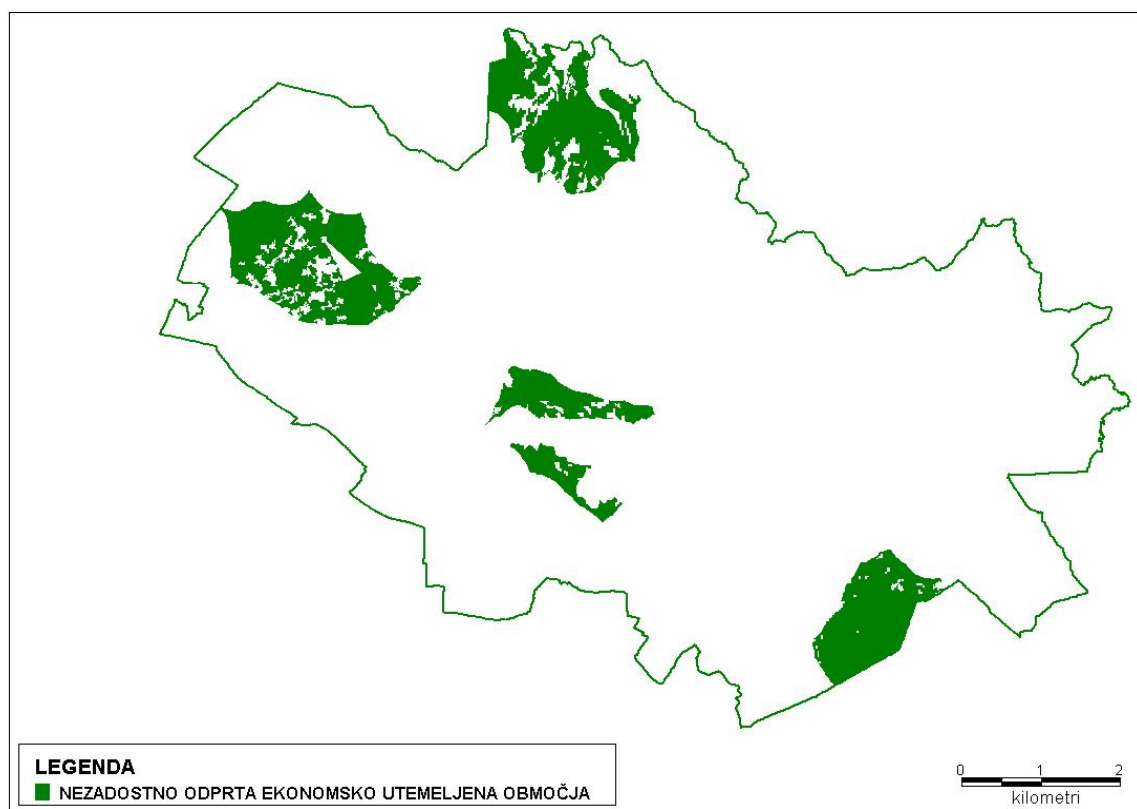


Slika 15: Prikaz nezadostno odprtih območij po izločitvi gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti ekoloških funkcij

Figure 15: Presentation of insufficiently open areas after eliminating forests with direct and indirect ecological functions

8.3.1.2.4 Ekonomska utemeljenost kot izločitveni dejavnik

Na podlagi ekonomske utemeljenosti gostitve gozdnih cest znotraj zaokroženih nezadostno odprtih območjih (zmanjšanje letnih stroškov spravila lesa je večje, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa) smo izločili še 562,06 ha gozdov. Tako nam je za podrobno preučitev ostalo še 633,73 ha nezadostno odprtih območij.

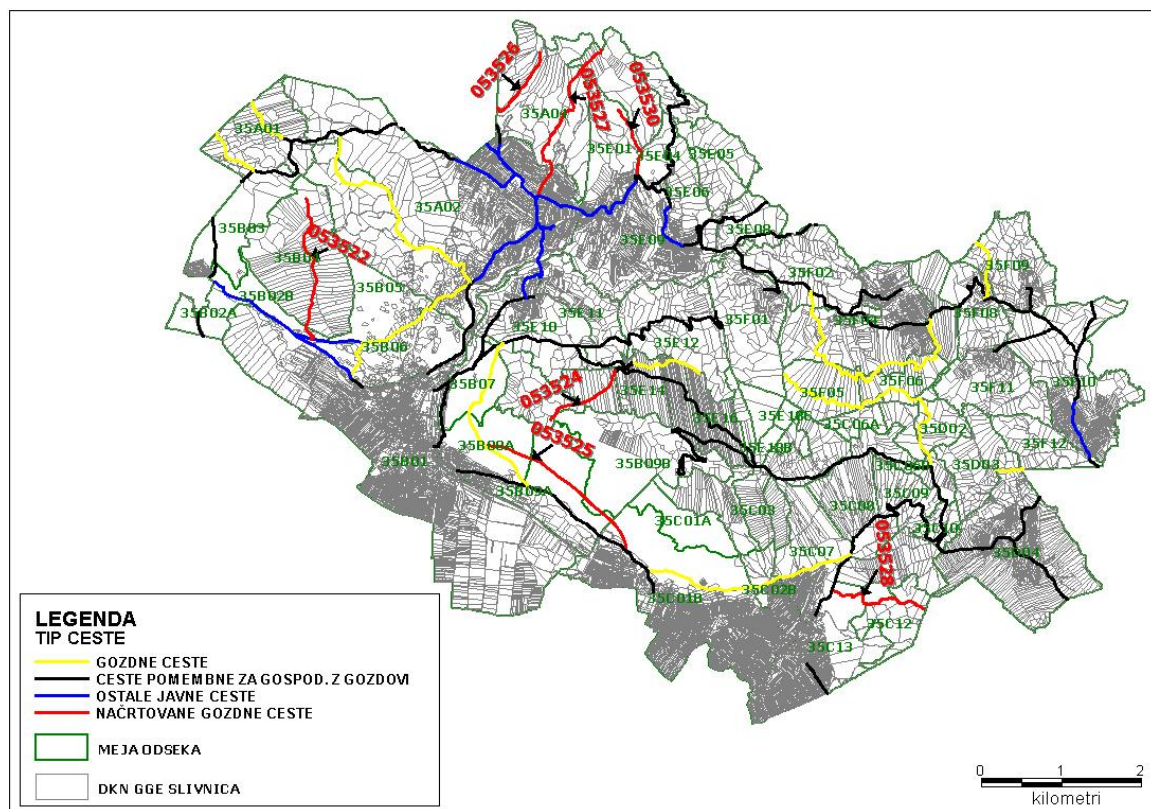


Slika 16: Prikaz nezadostno odprtih ekonomsko utemeljenih območij

Figure 16: Presentation of insufficiently open, economically justified areas

8.3.2 Prikaz načrtovanih tras gozdnih cest v ekonomsko utemeljenih območjih

V ekonomsko utemeljenih območjih smo analizirali sedem načrtovanih gozdnih cest v skupni dolžini 11.202,80 m.



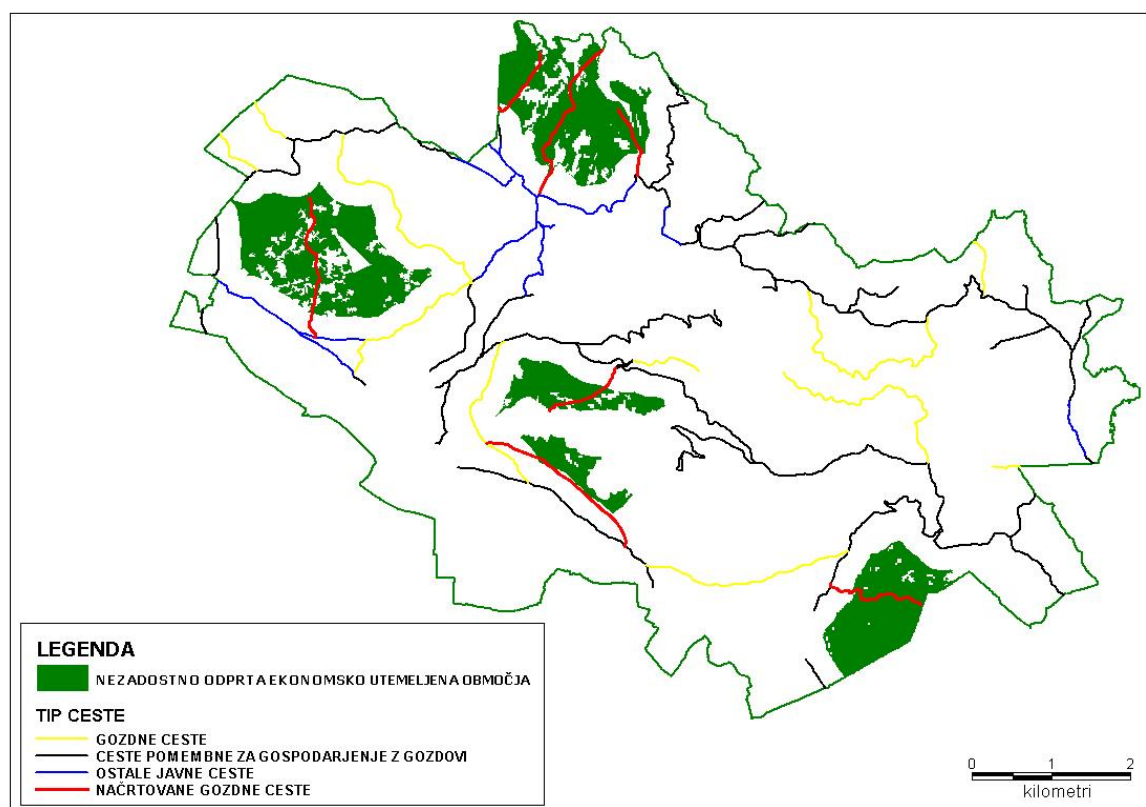
Slika 17: Načrtovane ekonomsko utemeljene gozdne ceste

Figure 17: Planned, economically justified forest roads

Preglednica 35: Dolžine načrtovanih ekonomsko utemeljenih gozdnih cest

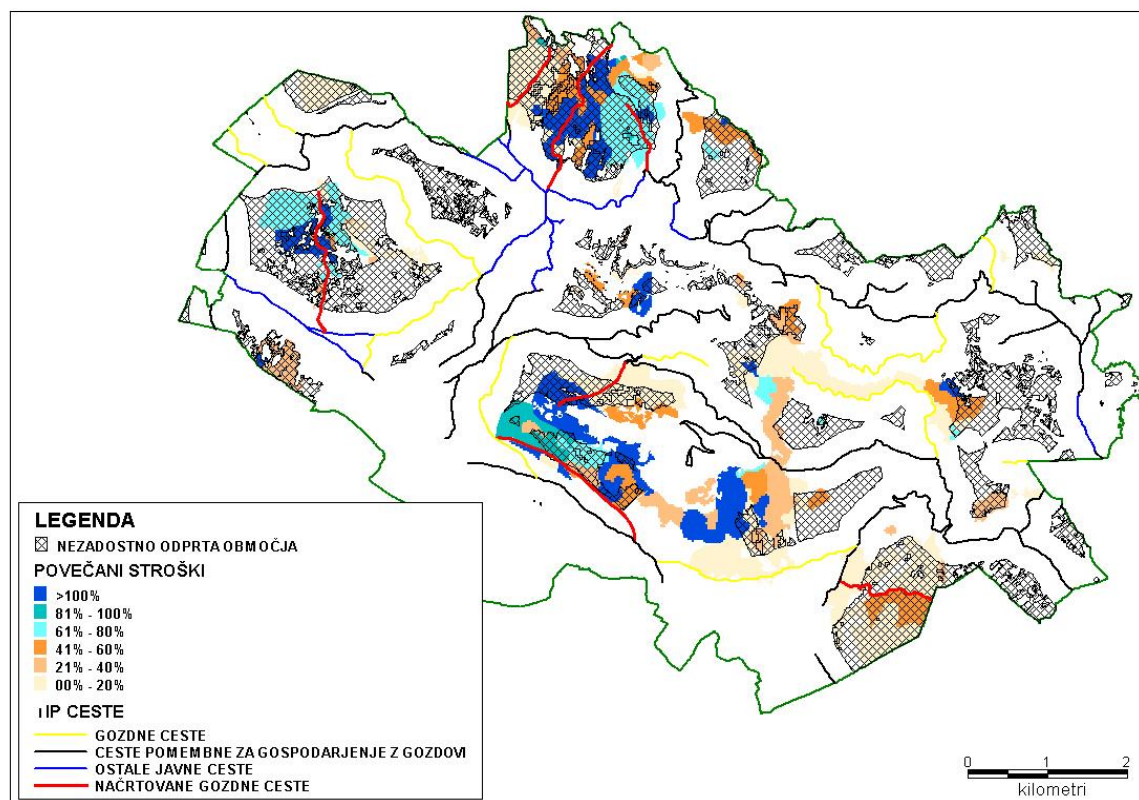
Table 35: Lengths of the planned, economically justified forest roads

Šifra načrtovane gozdne ceste	Dolžina (m)
053522	1.933,76
053524	1.100,32
053525	2.304,07
053526	1.024,07
053527	2.529,24
053528	1.392,10
053530	919,24
Skupaj	11.202,80



Slika 18: Načrtovane gozdne ceste v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih

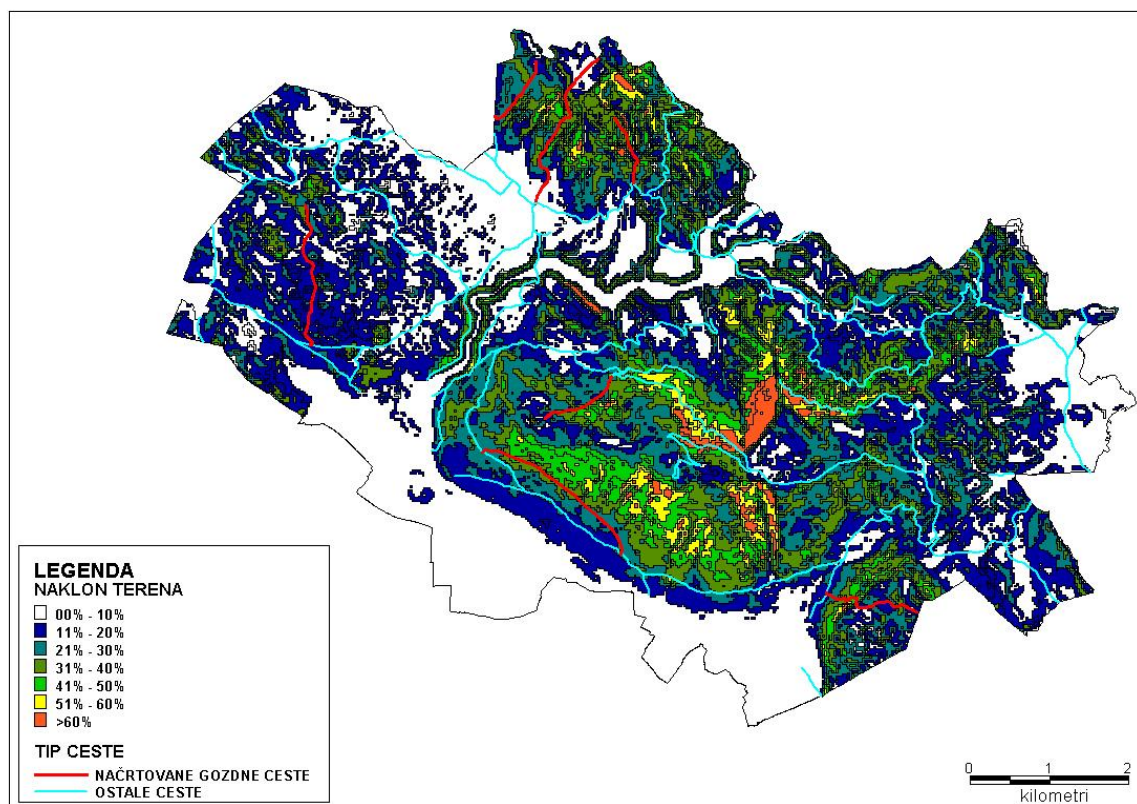
Figure 18: Planned forest roads in insufficiently open, economically justified areas



Slika 19: Načrtovane gozdne ceste v odvisnosti od nadpovprečnih stroškov spravila lesa različnih oblik spravila lesa

Figure 19: Planned forest roads, depending on the above-average wood skidding costs of different wood skidding methods

S Slike 19 je razvidno, da so ekonomska utemeljena mesta gostitve omrežja gozdnih cest na nezadostno odprtih območjih tesno povezana z nadpovprečnimi stroški po pravilnih poljih različnih oblik spravila lesa. Večji kot so nadpovprečni stroški, boljša oz. smiselnejša je ekonomska utemeljitev načrtovanih gozdnih cest.



Slika 20: Umestitev načrtovanih gozdnih cest glede na razrede naklonov terena

Figure 20: Siting of the planned forest roads with regard to terrain slope classes

S Slike 20 je razvidno, da so ekonomsko utemeljena mesta gostitve omrežja gozdnih cest primernejša na mestih, katerih nakloni terena ne presegajo 40 %. Z večanjem naklona se ekološki in ekonomski pogoji za gradnjo gozdnih cest poslabšajo.

8.3.3 Ekonomska presoja načrtovanih gozdnih cest

Izračun dopustne dolžine načrtovane gozdne ceste št. 053522.

Dolžina načrtovane gozdne ceste je 1.933,76 m.

Razlika med obstoječimi in načrtovanimi stroški spravila lesa znaša 1.590,89 €.

Letni stroški prevoza lesa za načrtovano gozdno cesto znašajo 735,20 €.

Ker zmanjšanje letnih stroškov spravila lesa presega letno povečanje stroškov prevoza lesa, je gradnja načrtovane gozdne ceste št. 053522 utemeljena.

Dopustno dolžino za omenjeno načrtovano gozdno cesto dobimo tako, da razliko med obstoječimi in načrtovanimi letnimi stroški spravila lesa delimo s skupnimi letnimi stroški prevoza lesa (€/km):

$$1.590,89 \text{ €} : 380,19 \text{ €/km} = 4,18446 \text{ km} = 4.184,46 \text{ m}$$

Na omenjeni način smo izračunali dopustne dolžine tudi za ostale načrtovane gozdne ceste.

Preglednica 36: Izračun dopustnih dolžin in ostalih kazalcev načrtovanih gozdnih cest v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih

Table 36: Calculation of permissible lengths and other indicators of planned forest roads in insufficiently open, economically justified areas

NAČRTOVANA GOZDNA CESTA	ŠTEVILKA	053522	053524	053525	053526	053527	053528	053530
	DOLŽINA (m)	1.933,76	1.100,32	2.304,07	1.024,07	2.529,24	1.392,10	919,24
MOŽNI DESETLETNI POSEK (neto m³)		2.799,32	4.284,96	3.541,89	808,78	1.488,40	6.162,93	1.551,26
LETNI STROŠKI SPRAVILA LESA	OBSTOJEČI (€)	3.001,22	9.709,93	8.959,44	1.103,42	2.832,00	5.401,13	2.075,29
	NAČRTOVANI (€)	1.410,33	2.873,13	4.775,94	689,30	1.474,04	4.087,62	962,16
	RAZLIKA (€)	1.590,89	6.836,80	4.183,50	414,12	1.357,96	1.313,51	1.113,13
LETNI STROŠKI PREVOZA LESA	VZDRŽEVANJE (€/km)	361,85	361,85	361,85	361,85	361,85	361,85	361,85
	TRAJNA IZGUBA RASTN. POV. (€/km)	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30	18,30
	STROŠKI VOŽNJE (€/km)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	SKUPAJ (€/km)	380,19	380,19	380,19	380,19	380,19	380,19	380,19
	ZA NAČRTOVANO GOZDNO CES. (€)	735,20	418,33	875,98	389,34	961,59	529,26	349,49
EKONOMSKA UTEMELJITEV		DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
DOPUSTNA DOLŽINA NAČRTOVANE GC (m)		4.184,46	17.982,59	11.003,71	1.089,24	3.571,79	3.454,88	2.927,83
POVRŠINA KI JO NAČRTOVANA GC ODPIRA (ha)		102,39	111,67	128,58	58,25	106,56	148,12	90,65
MOŽNI DESETLETNI POSEK (m ³ /ha)		27,34	38,37	27,55	13,88	13,97	41,61	17,11
MOŽNI DESETLETNI POSEK (m ³ /m načrtovane gozdne c.)		1,45	3,89	1,54	0,79	0,59	4,43	1,69
Nadpovprečni stroški spravila lesa (%) v pravih poljih, ki gravitirajo na načrtovano gozdno cesto		60,78	110,82	103,81	15,52	98,21	19,64	60,61

S podrobno analizo je bilo ugotovljeno, da je gradnja vseh načrtovanih gozdnih cest ekonomsko utemeljena.

Iz Preglednice 36 je razvidno, da so gradnje načrtovanih gozdnih cest ekonomsko utemeljene, saj je pri vseh dopustna dolžina večja kot načrtovana.

Ob čim nižjih stroških gradnje in vzdrževanja gozdnih cest in čim večjem možnem desetletnem poseku na dolžinsko enoto (meter) načrtovane gozdne ceste ter čim višjih nadpovprečnih stroških spravila lesa v spravilnih poljih, ki so v gravitacijskem polju načrtovane gozdne ceste, je ekonomska utemeljitev načrtovane gozdne ceste racionalnejša oz. smiselnejša.

Tako izkazuje najvišjo ekonomsko utemeljenost načrtovana gozdna cesta št. 053524 z nadpovprečnimi stroški spravila lesa (110,82 %) v spravilnih poljih, ki so v gravitacijskem polju načrtovane gozdne ceste ter možnim desetletnim posekom $3,89 \text{ m}^3/\text{m}$ načrtovane gozdne ceste.

Najnižjo ekonomsko utemeljenost pa izkazuje načrtovana gozdna cesta št. 053526 z nadpovprečnimi stroški spravila lesa (15,52 %) v spravilnih poljih, ki so v gravitacijskem polju načrtovane gozdne ceste ter možnim desetletnim posekom $0,79 \text{ m}^3/\text{m}$ načrtovane gozdne ceste.

8.3.4 Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi

Prioriteto gradenj načrtovanih gozdnih cest smo določili na podlagi izračuna donosa načrtovanih gozdnih cest v ekonomsko utemeljenih nezadostno odprtih območjih po metodi izračuna razlik v gozdni taksi.

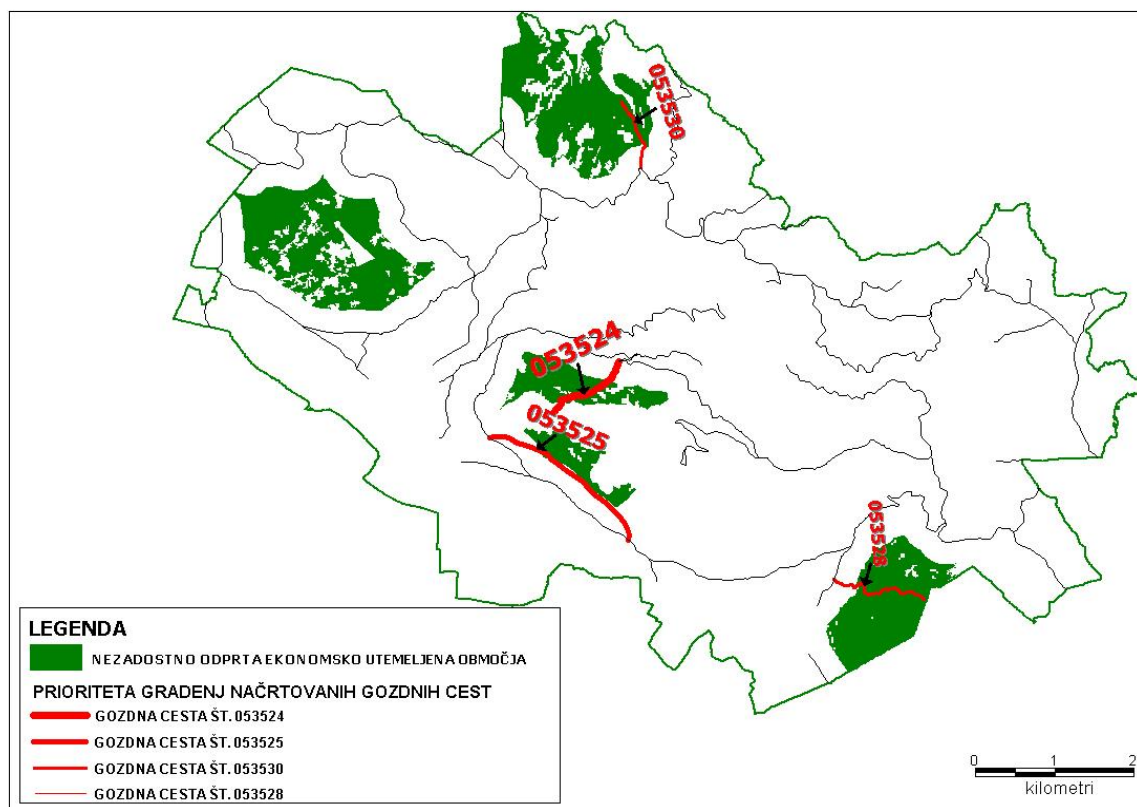
Primerjali smo izračun prihranka pri spravilu lesa s kombinacijami stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih cest (pri stroških gradnje gozdnih cest smo upoštevali tudi izgubo rastne površine, ki je nastala zaradi izsekanega pasu na določeni širini) ter s povečanimi stroški vožnje lesa zaradi daljše razdalje prevoza.

Preglednica 37: Amortizacijska doba posameznih načrtovanih gozdnih cest v odvisnosti od variabilnih stroškov gradnje in stroškov vzdrževanja gozdnih cest

Table 37: Depreciation period of individual planned forest roads, depending on the variable construction costs and the costs of maintaining forest roads

	A Stroški gradnje gozdnih cest 25.000 €/km			B Stroški gradnje gozdnih cest 50.000 €/km			C Stroški gradnje gozdnih cest 75.000 €/km		
Gozdna cesta	Amortizacijska doba načrtovanih gozdnih cest (leta)								
	Stroški vzdrževanja v % od gradbenih stroškov			Stroški vzdrževanja v % od gradbenih stroškov			Stroški vzdrževanja v % od gradbenih stroškov		
	A1(1%)	A2(2%)	A3(3%)	B1(1%)	B2(2%)	B3(3%)	C1(1%)	C2(2%)	C3(3%)
053524	5	5	6	11	11	12	14	16	17
053525	14	15	16	25	30	38	-	-	-
053528	38	-	-	-	-	-	-	-	-
053530	18	20	22	39	-	-	-	-	-

Rezultati so pokazali, da se sredstva, vložena v izgradnjo in vzdrževanje gozdnih cest (amortizacijska doba 40 let), povrnejo v celoti le v primeru načrtovane gozdne ceste št. 053524 in to tudi pri najdražji kombinaciji C3 (v 17 letih). Pri načrtovani gozdni cesti št. 053525 se stroški gradnje in vzdrževanja povrnejo pri kombinacijah A in B. V primeru načrtovane gozdne ceste št. 053530 se stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih cest povrnejo pri kombinacijah A ter pri B1 ter pri načrtovani gozdni cesti št. 053528 pri kombinaciji A1. Prioriteta gradenj načrtovanih gozdnih cest je tako določena.



Slika 21: Prioriteta gradenj načrtovanih gozdnih cest

Figure 21: Priority of the construction of planned forest roads

Ostale načrtovane gozdne ceste se po metodi izračuna razlik v gozdni taksi ne povrnejo v amortizacijski dobi gozdne ceste in to predvsem zaradi nizkih koncentracij lesa, nizkega prirastka in manjših razlikah v razdaljah spravila lesa pred in po gradnji načrtovanih gozdnih cest. Te načrtovane gozdne ceste z daljšo amortizacijsko dobo so za zasebne lastnike manj primerne, zato smo jih izločili s prioritetenega seznama.

Stroški vožnje lesa se z gostitvijo cestnega omrežja zaradi daljše razdalje prevoza povečajo (0,03 €/m³ oziroma 0,04 €/km).

Preglednica 38: Stroški vožnje možnega desetletnega poseka pred in po umestitvi ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cest z upoštevanjem amortizacijske dobe

Table 38: Costs of the transportation of potential felling over a ten-year period before and after siting economically justified, planned forest roads, taking the depreciation period into account

	Obstoječe cestno omrežje			Po umestitvi ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cest z upoštevano amortizacijsko dobo		
	(€)	(€/m ³)	(€/km)	(€)	(€/m ³)	(€/km)
Stroški vožnje	644.068	5,91	140,83	648.940	5,94	140,87

Preglednica 39: Povprečna razdalja spravila lesa pravih polj, ki gravitirajo na ekonomsko utemeljene načrtovane gozdne ceste z upoštevanjem amortizacijske dobe pred in po njihovi umestitvi

Table 39: Average wood skidding distance of the skidding fields gravitating towards the economically justified, planned forest roads, taking into account the depreciation period before and after their siting

Gozdna cesta	Povprečna razdalja spravila lesa		
	Pred (m)	Po (m)	Razlika (m)
053524	917	464	453
053525	919	441	478
053528	659	393	266
053530	1.107	407	700
Skupaj	874	425	449

Rezultati so pokazali, da se sredstva, vložena v izgradnjo in vzdrževanje gozdne ceste, četudi le ta ne odpira novih lesnoproizvodnih gozdov ob upoštevanju samo nižjih stroškov spravila lesa, lahko povrnejo.

Preglednica 40: Spremembe deleža površin (%) za posamezne oblike spravila lesa pred in po gradnji posameznih načrtovanih gozdnih cest

Table 40: Changes in the share of areas (%) for individual wood skidding methods before and after the construction of individual planned forest roads

Oblike spravila lesa	Forwarder	Traktor navzgor	Traktor navzdol	Žičnica navzgor	Žičnica navzdol	Spravilo navzgor	Spravilo navzdol
Gozdna cesta	Sprememba deleža površin (%)						
053524	0	10	-5	0	-5	10	-10
053525	0	8	-8	0	0	8	-8
053528	0	7	-7	0	0	7	-7
053530	0	11	-1	0	-10	11	-11
Skupaj	0	9	-6	0	-3	9	-9

S podaljšanjem cestnega omrežja z načrtovanimi gozdnimi cestami so se površine za posamezne oblike spravila lesa spremenile v korist spravila lesa s traktorjem navzgor, zmanjšal pa se je delež spravila lesa s traktorjem navzdol in delež spravila lesa z žičnico navzdol. Ker model ne upošteva vpliva ekonomskih dejavnikov na izbiro oblike spravila lesa, so stroški spravila lesa lahko v tistih pravilnih poljih, ki imajo krajše razdalje spravila lesa, uporabljajo pa dražje oblike spravila lesa (npr. spravilo lesa z žičnico navzgor, namesto spravilo lesa s traktorjem navzdol), večji.

Preglednica 41: Odprtost gozdov s cestami v GGE Slivnica po gradnji načrtovanih gozdnih cest

Table 41: Forests opened up by roads in the Slivnica forest management unit after the construction of the planned forest roads

Vrsta ceste	Produktivne km	Povezovalne km	Skupaj km	Gostota cest m/ha
Gozdne ceste	25,47	1,08	26,55	6,78
Javne ceste	47,36		85,49	12,60
Skupaj	72,83		120,96	19,38

Dodatna ekonomsko utemeljena gradnja načrtovanih gozdnih cest v skupni dolžini 5,716 km gozdnih cest bi povečala gostoto gozdnih cest za 1,53 m/ha in skupno bi gostota vseh produktivnih cest znašala 19,38 m/ha.

Povprečna širina pasu, ki bi ga odpirale produktivne ceste v GGE Slivnica, bi tako znašala 516 m. S tem bi se razdalja spravila lesa in posledično stroški spravila lesa zmanjšali, motivacija lastnikov gozdov po sečnji in potrebnih gojitvenih in varstvenih delih pa bi se povečali.

9 RAZPRAVA IN SKLEPI

9.1 RAZPRAVA

V razpravi želimo prikazati in oceniti bistvene rezultate naše raziskave in jih primerjati z rezultati nekaterih drugih raziskovalcev na tem področju.

9.1.1 Računalniški model napovedovanja oblik spravila lesa

V raziskavi smo, z računalniško podprtim modelom izdelave kart oblik spravila lesa na podlagi večkriterialnega ovrednotenja vrednosti vhodnih spremenljivk, izdelali karto oblik spravila lesa za GGE Slivnica. Pri spravilu lesa je zelo pomembno določanje najprimernejše oblike spravila lesa, saj s tem zmanjšujemo težavnost dela ter stroške pridobivanja lesa.

Izbira najbolj primerne oblike spravila lesa je bila rezultat postopka določanja korelacije vplivnih dejavnikov (naklon terena, oddaljenost od kamionske ceste, razvojna faza, drevesna sestava) s posameznimi primernostmi za variantne odločitve. Tako izdelana karta oblik spravila lesa je uporabna pri izračunavanju stroškov spravila lesa in stroškov prevoza lesa za posamezno pravilno polje (pravilna polja so bila definirana na podlagi modelne karte oblik spravila lesa in modelne smeri spravila lesa).

Po modelnem izračunu smo ugotovili, da predstavlja smer spravila navzgor 22,70 %, smer spravila navzdol pa 77,30 % vse pravilne površine. V GGE Slivnica je po modelu največ površin primernih za spravilo lesa s forwarderji (50,20 %). Površin za spravilo lesa s traktorji navzdol je 35,47 %, za spravilo navzgor pa 2,90 %. Površin za spravilo lesa z žičnico navzgor je 6,77 %, za spravilo navzdol pa 3,87 %.

Model izdelave kart oblik spravila lesa nam torej pomaga, da zanesljiveje in na večjih površinah konsistentno napovemo oblike spravila lesa.

Model je pokazal, da ima vsaka načrtovana gozdna cesta vpliv tako na pravilno razdaljo kot tudi na obliko spravila lesa.

Pomemben vezni člen med pridobivanjem lesa in gradnjo načrtovanih gozdnih cest je prav tehnološka karta oblik spravila lesa, ki bi kot predlaga Robek (2004), bila obvezen elaborat v dokumentaciji za graditev gozdne ceste.

Model napovedovanja oblik spravila lesa je v svojem magistrskem delu predstavil Krč (1995) z ugotovitvijo, da model določanja oblik spravila lesa omogoča na eni strani poljubno stopnjo podrobnosti upoštevanja vplivnih dejavnikov in na drugi generalizacijo postopka, ki je potrebna za večje površinsko modelno vrednotenje oblik spravila lesa. Z modelom je dosegel namen svoje naloge – vračanje kompleksnih informacij o gozdu v gozdarsko operativno delo in zagotovitev objektivnih temeljev odločanja pri načrtovanju pridobivanja lesa in s tem razbremenitev gozdarja zamudnih in zapletenih del.

Model napovedovanja oblik spravila lesa bi lahko izboljšali z upoštevanjem večjega števila in podrobnosti vplivnih dejavnikov (kamnitost, skalovitost, tip in globina tal, vezanost kamnine...). Prav tako model ni upošteval sekundarnih prometnic (gozdne vlake, trase žičnih žerjavov), saj imamo v GGE Slivnica le delno vzpostavljen računalniški kataster gozdnih vlak in linij žičnih žerjavov.

Vključevanje novih ali dodatnih oblik spravila lesa je povezano z opredelitvijo povezav med primernostmi novih oblik spravila lesa in vrednostmi vplivnih dejavnikov. To bi pomenilo razširitev in obogatitev variantnih izbir za najprimernejšo obliko spravila lesa.

Natančnost in časovna uporabnost izdelanega modela napovedovanja oblik spravila lesa je torej predvsem odvisna od vhodnih vplivnih dejavnikov in tehnološkega razvoja pridobivanja lesa.

9.1.2 Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest

Pogoj, da lahko govorimo o ekonomski utemeljitvi nadaljnje gostitve omrežja gozdnih cest so minimalni skupni stroški pridobivanja lesa in omrežja gozdnih cest.

Predpostavili smo, da moramo z razliko v stroških spravila lesa, ki je posledica povečane odprtosti z izgradnjo načrtovanih gozdnih cest, pokriti stroške prevoza lesa, zmanjšane za proračunska sredstva.

Pri stroških prevoza lesa smo upoštevali stroške vzdrževanja gozdnih cest, stroške vožnje lesa ter stroške izgube rastne površine, ki nastane zaradi izsekanega pasu na določeni širini. Ugotovili smo, da znašajo skupni letni stroški tekočega in periodičnega vzdrževanja gozdnih cest na območju GGE Slivnica 661,21 €/km, stroški vožnje 0,04 €/km ter da znaša povprečen KD gozda v GGE Slivnica 18,30 €/ha. Stroški prevoza tako znašajo 679,55 €/km/leto.

Ker so sredstva zaradi javne rabe gozdnih cest pridobljena iz državnega proračuna (299,36 €/km gozdne ceste) moramo z razliko med stroški spravila lesa pred in po gradnji načrtovanih gozdnih cest (380,19 €/km/leto) pokriti stroške prevoza lesa.

Nezadostno odprta območja, ki so določena na podlagi optimalne gostote omrežja gozdnih cest pri minimalnih skupnih stroških spravila lesa in prevoza lesa v območju raziskovanja smo poiskali s predpostavko, da je dejanska gostota gozdnih cest (17,85 m/ha) enaka optimalni gostoti. Tako smo izračunali širino vplivnega območja pasu, ki ga posamezna gozdna cesta odpira (560 m/ha). Potencialna mesta gostitve omrežja gozdnih cest tako predstavljajo vsi predeli, ki so od obstoječega cestnega omrežja oddaljeni več kot 280 m (nezadostno odprta območja). Z upoštevanjem vplivnega območja obstoječega cestnega omrežja ter izločitvenih dejavnikov, ki vplivajo na stanje nezadostno odprtih območij (varovalni gozdovi, tereni kjer so nakloni večji od 50,0 % ter površine, kjer so ekološke funkcije poudarjene na prvi stopnji) smo dobili površino nezadostno odprtih območij, ki znaša 1.195,79 ha. V ta območja smo smiselno umestili trase načrtovanih gozdnih cest ter jih korigirali s terensko posnetimi ničelnicami. Na osnovi ponovno izdelane karte oblik spravila lesa in izračunanih razdalj spravila lesa za vsako pravilno polje smo ponovno izračunali stroške spravila lesa in stroške prevoza lesa. Vsa nezadostno odprta območja, kjer so bili stroški spravila lesa manjši od povečanih stroškov prevoza lesa, smo izločili (562,06 ha gozdov). V nezadostno odprtih območjih (633,73 ha) smo podrobno ekonomsko analizirali sedem načrtovanih gozdnih cest v skupni dolžini 11.202,80 m.

Ob podrobni ekonomski analizi stroškov spravila lesa in stroškov prevoza lesa smo ugotovili, da so dopustne dolžine vseh sedmih načrtovanih gozdnih cest večje od načrtovanih, kar pomeni, da so vse načrtovane gozdne ceste ekonomsko utemeljene (neupoštevaje amortizacijske dobe). Rezultat je bil pričakovan, saj smo z izločitvijo dejavnikov, ki posledično vplivajo na ekonomsko utemeljenost gostitve omrežja gozdnih cest, prišli do realnejših nezadostno odprtih območij.

Podrobno ekonomsko analizo na podlagi zmanjšanja stroškov spravila lesa ob upoštevanju povečanja stroškov prevoza lesa ter izračun dopustne dolžine načrtovanih cest je pri svoji doktorski disertaciji uporabil Hribernik (2013). Pri tem je ugotovil, da v večini primerov ni možno z zmanjšanjem stroškov spravila lesa zagotoviti pokritja povečanih stroškov vzdrževanja gozdnih cest in stroškov zaradi trajne izgube rastne površine (Hribernik, 2013).

Poleg omenjenih izločitvenih dejavnikov bi bilo smiselno pri iskanju primernih področij za nadaljnje zgoščevanje omrežja gozdnih cest vrednotiti še ostale vloge gozda, ki imajo glede na njihov vpliv na gospodarjenje z gozdom različno stopnjo poudarjenosti. Poleg tega pa tudi sprememba gostote omrežja gozdnih cest spreminja pomen posameznih vlog gozda.

Ekonomska utemeljitev gostitve cestnega omrežja je zaradi spremembe načrtovanih količin lesa za posek v ureditvenem obdobju, sprememb višine stroškov vzdrževanja gozdnih cest in stroškov spravila lesa, dinamična.

Poleg tega pa postaja načrtovanje odpiranja gozdov vse zahtevnejše, kar zahteva poglobljen, večnamensko vrednoten pristop (Potočnik, 2000).

9.1.3 Spravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa

Ugotovili smo, da so pravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa, na nezadostno odprtih

območjih najprimernejša mesta gostitve omrežja gozdnih cest. To nam lepo potrjujeta Slika 19 oz. Preglednica 36. Večje kot je odstopanje stroškov spravila lesa glede na povprečne stroške spravila lesa (nadpovprečni stroški spravila lesa) različnih oblik spravila lesa, pozitivnejša je ekonomska utemeljitev umestitve načrtovanih gozdnih cest. Pri vseh sedmih ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cestah so bili nadpovprečni stroški spravila lesa (od 15,52 % do 110,82 %, v povprečju 69,32 %) višji od povprečnih. Na teh območjih smo po umestitvi načrtovanih gozdnih cest upravičeno dosegli največje znižanje stroškov spravila lesa.

Nadpovprečni stroški spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa nam služijo za hitri prikaz nezadostno odprtih območij. Predhodno opisana ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest pa bi natančneje določila potek in ekonomsko smiselnost gradnje načrtovanih gozdnih cest.

9.1.4 Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi

V nalogi smo analizirali spremembo karte oblik spravila lesa in gozdno takso v pravih poljih na katere načrtovane gozdne ceste neposredno vplivajo (postopek je identičen s to razliko, da smo enkrat upoštevali načrtovano gozdno cesto, drugič pa ne).

Izračun donosa gozdnih cest smo izvedli po metodi izračuna razlik v gozdni taksi, pri čemer smo primerjali izračun prihranka pri spravilu lesa s kombinacijami stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih cest ter povečanimi stroški vožnje lesa zaradi daljše razdalje prevoza. Pri stroških gradnje gozdnih cest smo upoštevali tudi izgubo rastne površine, ki je nastala zaradi izsekanega pasu na določeni širini.

Sprememba stroškov pridobivanja lesa je močno odvisna od količine lesa, ki gravitira na določeno načrtovano gozdno cesto in katero obračunamo pri amortiziranju načrtovane gozdne ceste. Za presojo naložb v načrtovane gozdne ceste smo vzeli za prvih deset let enakomerne donose, izračunane na podlagi možnega desetletnega poseka, določenega z GGN GGE, za obdobje po desetih letih pa enakomerne donose na podlagi letnega prirastka v pravih poljih, ki gravitirajo na posamezno načrtovano gozdno cesto.

Sprememba načrtovane količine lesa (povečan prirastek, ujme, gospodarska situacija) lahko pomembno vpliva na donosnost načrtovane gozdne ceste.

Z variiranjem modelnih stroškov gradnje gozdnih cest (varianete 25.000 €/km, 50.000 €/km ter 75.000 €/km) in vzdrževanja gozdnih cest (1 %, 2 %, 3 % stroškov gradnje gozdnih cest) nas je zanimala doba, v kateri bi se investicijski in obratovalni stroški povrnili. Pri izračunu smo upoštevali 3 % letno obrestno mero za vloženi kapital in vrednosti diskontirali na sedanji čas. Pri tem smo za naložbe v načrtovane gozdne ceste upoštevali amortizacijska doba, ki znaša 40 let. Ker so načrtovane gozdne ceste planirane na zasebni lastnini, je za zasebnega lastnika primerna čimkrajša amortizacijska doba.

Rezultati izračuna donosa načrtovanih gozdnih cest so pokazali na ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste ter da se sredstva, vložena v izgradnjo in vzdrževanje gozdne ceste, četudi le ta ne odpira novih lesnoproizvodnih gozdov, ob upoštevanju samo nižjih stroškov spravila lesa, lahko povrnejo.

V primeru, da se ne povrnejo, je razlog predvsem v nizkih koncentracijah lesa, nizkem prirastku in manjših razlikah v razdaljah spravila lesa pred in po gradnji načrtovanih gozdnih cest.

Modelni izračun vpliva gozdne ceste na vrednost gozdne rente je opisal Krč (1999).

Analiziral je spremembo karte oblik spravila lesa in gozdno takso v odsekih, na katere izbrana cesta neposredno vpliva. Diskontirane vrednosti stroškov in donosa je primerjal po treh različicah v odvisnosti od podmen za določanje odprtosti gozda. Z raziskavo je pokazal, da gostitev v že odprte predele gozdov ne povrne stroškov gradnje in vzdrževanja cest, če upošteva le nižje stroške spravila lesa. Cesta mora zato imeti kvantitativno vrednotene tudi socialne in splošnokoristne vloge.

Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest temelji na predpostavkah, ki se lahko hitro spreminjajo, predvsem mislim na količine lesa in prirastka. Poleg tega se tudi gradnja načrtovanih cest vedno bolj premika na zahtevnejše terene, kjer so stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih cest lahko višji od modelnih.

Vse to zahteva ob vseh spremembah v gozdu, ki vplivajo na donosnost načrtovane gozdne ceste, ponovno revizijo oz. ponovno ekonomsko utemeljitev gradnje načrtovane gozdne ceste.

Poleg tega pa imajo gozdne ceste ob proizvodnih tudi socialne in ekološke funkcije, katere bi bilo treba kvantitativno vrednotiti.

Končna odločitev za gradnjo načrtovanih gozdnih cest je na prevladujoči razdrobljeni gozdni posesti stvar medsebojnega dogovora lastnikov gozda, zato je njihovo sodelovanje oz. združevanje nujno potrebno. Določeni lastniki gozdov v GGE Slivnica imajo na teh ekonomsko utemeljenih mestih gostitve omrežja gozdnih cest željo po racionalnejšem pridobivanju lesa, zato bi v konkretnem primeru svojo vlogo v obliki svetovanja in povezovanja lahko odigral tudi edini terenski gozdar – revirni gozdar.

Majhno število elaboratov ničelnic kaže na zastoj pri gradnji gozdnih cest, kar je glede na finančno zahtevnost gradenj v zaostrenih ekonomskih razmerah razumljivo, žal pa to odstopa od usmeritev, določenih v območnih načrtih za obdobje 2011–2020 (Poročilo o delu ZGS za leto 2012).

9.2 SKLEPI

HIPOTEZA 1: Računalniško podprt model izdelave kart oblik spravila lesa na podlagi večkriterialnega ovrednotenja vrednosti vhodnih spremenljivk nam pomaga, da zanesljiveje ter na večjih površinah konsistentneje napovemo oblike spravila lesa.

Pri spravilu lesa je zelo pomembno določanje najprimernejše oblike spravila lesa, saj s tem zmanjšamo stroške pridobivanja lesa ter težavnost dela. Izbira najbolj primerne oblike spravila lesa je bil cilj postopka določanja korelacije vplivnih dejavnikov s posameznimi primernostmi za variantne odločitve. Z računalniško podprtim modelom izdelave kart oblik spravila lesa smo na podlagi večkriterialnega ovrednotenja vrednosti vhodnih spremenljivk izdelali karto oblik spravila lesa za GGE Slivnica.

Računalniško podprt model izdelave kart oblik spravila lesa nam torej pomaga, da zanesljiveje ter na večjih površinah konsistentno napovemo oblike spravila lesa. Postavljeno hipotezo smo tako potrdili.

HIPOTEZA 2: Spravilna polja, kjer so stroški spravila lesa večji od povprečnih stroškov spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa, so na nezadostno odprtih območjih najprimernejša mesta gostitve omrežja gozdnih cest.

Postavljeno hipotezo smo potrdili, saj smo ugotovili, da je ekonomska utemeljitev gradnje načrtovanih gozdnih cest tesno pogojena z višino nadpovprečnih stroškov spravila lesa glede na posamezne oblike spravila lesa. Večje odstopanje pomeni večje razlike v razdalji spravila lesa, kar v primeru gradnje načrtovane gozdne ceste bistveno poveča donos načrtovane gozdne ceste. Pri tem pa je pomembna tudi količina lesa na enoto (m) načrtovane gozdne ceste ter velikost gravitacijskega polja. Pri vseh sedmih ekonomsko utemeljenih načrtovanih gozdnih cestah so znašali nadpovprečni stroški spravila lesa glede na različne oblike spravila lesa (od 15,52 % do 110,82 %, v povprečju 69,32 %).

HIPOTEZA 3: Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest temelji na večjem zmanjšanju stroškov spravila lesa, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa.

Osnovni pogoj ekonomske utemeljenosti gostitve gozdnih cest znotraj zaokroženih nezadostno odprtih območjih je večje zmanjšanje letnih stroškov spravila lesa, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa (sem spadajo skupni letni stroški vzdrževanja cest, stroški zaradi trajne izgube rastne površine na območju načrtovane gozdne ceste ter stroški vožnje lesa). Postavljeno hipotezo smo potrdili z natančno preučitvijo nezadostno odprtih površin (izločeni so bili varovalni gozdovi, površine, kjer so nakloni terena večji od 50 %, ter površine, kjer so ekološke funkcije poudarjene na prvi stopnji). V ostalih območjih gostitve omrežja gozdnih cest ni možno ekonomsko utemeljiti, zato ostajajo ta območja nezadostno odprta. Z analizo je bilo ugotovljeno, da je ekonomsko utemeljena gradnja naslednjih načrtovanih gozdnih cest št. 053524, št. 053525, št. 053530, št. 053528, št. 053522, št. 053527 in št. 053526.

HIPOTEZA 4: Modelni izračun donosa načrtovanih gozdnih cest na podlagi razlik v gozdni taksi nakazuje ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste v njeni amortizacijski dobi.

Zanimala nas je doba, v kateri bi se investicijski in obratovalni stroški povrnili. Pri izračunu smo upoštevali 3% letno obrestno mero za vloženi kapital in vrednosti diskontirali na sedanji čas. S podaljšanjem cestnega omrežja s predvidenimi načrtovanimi gozdnimi cestami so se površine za posamezne oblike spravila lesa spremenile v korist spravila lesa s traktorjem navzgor, zmanjšal pa se je delež spravila lesa s traktorjem navzdol in delež spravila lesa z žičnico navzdol.

Postavljeno hipotezo smo potrdili, saj so rezultati pokazali, da se sredstva, vložena v izgradnjo in vzdrževanje gozdnih cest (amortizacijska doba 40 let), povrnejo v celoti le v primeru načrtovane gozdne ceste št. 053524 in to tudi pri najdražji kombinaciji C3. Pri načrtovani gozdni cesti št. 053525 se stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih cest povrnejo pri kombinacijah A in B. V primeru načrtovane gozdne ceste št. 053530 se stroški gradnje

in vzdrževanja gozdnih cest povrnejo pri kombinacijah A ter pri B1 ter pri načrtovani gozdni cesti št. 053528 pri kombinaciji A1.

Prioriteta gradnje posameznih načrtovanih gozdnih cest glede na modelni izračun donosa je s tem določena.

10 POVZETEK (SUMMARY)

10.1 POVZETEK

Značilni predstavnik vlaganj z daljšo amortizacijsko dobo je gozdna cesta, ki najbolj koristi gozdarstvu, omogoča pa tudi splošno koristno rabo gozda (Potočnik, 1996). Ustrezna odprtost gozdov s prometnicami in njihova primerna vzdrževanost je temeljni pogoj za intenzivno gospodarjenje z gozdovi in tudi dobro merilo višine proizvodnih stroškov (Gašpersič, 1995).

Cilj načrtovanja odprtosti gozda je tako odpreti gozd s prometnicami, da bo možno z njim optimalno gospodariti pri minimalnih transportnih stroških (vsota stroškov spravila lesa in stroškov prevoza lesa) ob hkratnem upoštevanju vseh ostalih koristnikov in uporabnikov gozdnega prostora.

Glavni cilj raziskovanja je bil najprej določiti najprimernejše oblike spravila lesa, saj s tem zmanjšamo stroške pridobivanja lesa ter težavnost dela. Model napovedovanja oblik spravila lesa na podlagi vhodnih podatkov določi zanesljivo in na večjih površinah konsistentno obliko spravila lesa in to za vsako celico v rastrskem podatkovnem modelu.

Za določitev pomembnosti vplivnih dejavnikov (naklon terena, razdalja do kamionske ceste, razvojna faza sestojev, delež iglavcev v lesni zalogi) za izbiro oblike spravila lesa smo uporabili metodo primerjave parov.

Računalniški model nam je tako ponudil naslednje oblike spravila lesa:

- forwarder,
- traktor navzgor,
- traktor navzdol,
- žičnica navzgor,
- žičnica navzdol.

Za računalniški model napovedovanja oblik spravila lesa smo uporabili območje GGE Slivnica. Tako smo izločili 418 pravih polj, katerih stroške spravila lesa in stroške prevoza lesa smo tudi izračunali. Pri določanju pravih polj so bili odločilni kriteriji modelna oblika spravila lesa, smer spravila lesa ter poznavanje gravitacijsko zaključenih območij obravnavane GGE.

Model je glede na definirane kriterije izračunal smeri spravila lesa. Smer spravila lesa navzgor predstavlja 22,70 %, smer spravila lesa navzdol pa 77,30 % vse površine spravila lesa. Po modelnem izračunu je največ površin primernih za spravilo lesa s forwarderji (50,20 %), sledi spravilo lesa s traktorjem navzdol (35,47 %), spravilo lesa z žičnico navzgor (6,77 %), spravilo lesa z žičnico navzdol (3,87 %) ter spravilo lesa s traktorjem navzgor (2,90 %). Nedostopne je 0,79 % gozdne površine GGE Slivnica (to so strmi, od kamionske ceste oddaljeni tereni (predvsem varovalni gozd Kozje peči)), kjer ni možno uporabiti nobene oblike spravila lesa).

Največji strošek glede na spravljeni m^3 predstavlja spravilo lesa z žičnico navzdol (24,70 €/m³ in to za 4,19 % možnega desetletnega poseka). Sledi spravilo lesa z žičnico navzgor (20,00 €/m³ in to za 8,53 % možnega desetletnega poseka), spravilo lesa s forwarderjem (12,76 €/m³ in to za 44,11 % možnega desetletnega poseka). Najcenejše oblika spravila lesa je traktor, saj znašajo stroški 6,36 €/m³ (in to za 38,83 % možnega desetletnega poseka) pri spravilu lesa navzdol in 6,08 €/m³ (in to za 3,97 % možnega desetletnega poseka) pri spravilu lesa navzgor.

Po ugotovljenem stanju je sledilo iskanje pravih polj, katerih stroški spravila lesa presegajo povprečne stroške spravila lesa za posamezne oblike spravila lesa. V teh območjih smo po umestitvi načrtovanih gozdnih cest imeli največje znižanje stroškov spravila lesa.

Ekonomska utemeljitev gostitve omrežja gozdnih cest temelji na večjem zmanjšanju stroškov spravila lesa, kot znašajo povečani stroški prevoza lesa. Pri stroških prevoza lesa so bili upoštevani stroški vzdrževanja gozdnih cest, stroški vožnje lesa ter stroški izgube rastne površine, ki nastane zaradi izsekanega pasu na določeni širini. Kalkulacija za

vzdrževanje gozdnih cest po metodologiji nakazuje, da znašajo skupni letni stroški tekočega in periodičnega vzdrževanja na območju GGE Slivnica 661,21 €/km. Povprečen katastrski dohodek gozda v GGE Slivnica znaša 18,30 €/ha, stroški vožnje lesa pa 0,04 €/km.

Stroški prevoza lesa tako znašajo 679,55 €/km/leto. Občina Cerknica dobi iz državnega proračuna zaradi opredeljenega javnega značaja gozdnih cest sredstva, ki znašajo 299,36 €/km gozdnih cest. Strošek prevoza lesa je torej 380,19 €/km/leto in glede na to, da so sredstva zaradi javne rabe gozdnih cest pridobljena iz državnega proračuna, moramo z razliko med stroški spravila lesa pred in po gradnji načrtovanih gozdnih cest pokriti stroške prevoza lesa.

Pred umestitvijo tras načrtovanih gozdnih cest je bilo potrebno poiskati nezadostno odprta območja, ki so določena na podlagi optimalne gostote omrežja gozdnih cest pri minimalnih skupnih stroških spravila lesa in stroških prevoza lesa v območju raziskovanja. Predpostavili smo, da je sedanja gostota gozdnih cest enaka optimalni gostoti in znaša 17,85 m/ha, kar pomeni, da znaša širina pasu, ki ga posamezna gozdna cesta odpira, 560 m. Predeli, ki so od obstoječega cestnega omrežja oddaljeni več kot 280 m, spadajo v skupino nezadostno odprtih območij in ta območja so potencialna mesta gostitve cestnega omrežja. Tako znaša površina zadosti odprtih območij 2.153,88 ha (57,30 %), površina nezadostno odprtih območij pa 1.605,00 ha (42,70 %).

S povečanjem optimalne gostote gozdnih cest bi se stroški spravila lesa znižali, vendar bi hkrati narasli stroški prevoza lesa. Prav tako pa bi se zaradi povečane količine drevja za posek optimalna gostota cest povečala. Nezadostno odprta območja bi se pojavljala ne glede na izračunano optimalno gostoto gozdnih cest, saj so relief GGE Slivnica in neupoštevanje ekonomskih kriterijev pri pretekli gradnji gozdnih cest tisti dejavniki, ki ustvarjajo večji ali manjši razkorak med optimalno in dejansko gostoto gozdnih cest.

V naslednji fazi je bilo potrebno ugotoviti in izločiti dejavnike za stanje nezadostno odprtih območij. Tako so bili izločeni varovalni gozdovi s površino 21,64 ha (0,58 % vseh mnogonamenskih gozdov), ki so bili izločeni kot varovalni gozd z Uredbo o razglasitvi varovalnih gozdov in gozdov s posebnim namenom (2005). Nadalje so bila izločena

območja, kjer so nakloni terena večji od 50 % (severna in južna pobočja Slivnice, ki so z vidika naklona najbolj problematična). Površina teh izločenih območij znaša 117,03 ha, kar predstavlja 3,11 % vseh mnogonamenskih gozdov.

Ob nadaljnji natančni preučitvi nezadostno odprtih površin so bile izločene še površine, kjer so ekološke funkcije poudarjene na prvi stopnji. Izločenih gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti ekoloških funkcij je 237,50 ha oziroma 6,32 % vseh mnogonamenskih gozdov. Skupna površina nezadostno odprtih območij tako znaša 1.195,79 ha.

V ta območja, ki so nezadostno odprta, smo računalniško s pomočjo DMV smiselno položili trase načrtovanih gozdnih cest. Prostorsko umeščanje tras načrtovanih gozdnih cest je nujen in smiseln korak pri konkretnem načrtovanju gostitve cestnega omrežja. Pri umeščanju smo upoštevali 12 % maksimalni dovoljeni vzdolžni naklon gozdne ceste ter idejne trase zaradi zmanjševanja teoretičnih razdalj spravila lesa pomikali čimbolj na sredino nezadostno odprtih območij. Te idejne trase načrtovanih gozdnih cest smo korigirali s terensko posnetimi ničelnicami, katere smo tudi uporabili za nadaljnje raziskave. Ničelnice načrtovanih gozdnih cest smo posneli z GPS (globalni sistem pozicioniranja) z napravo GARMIN 76 CSx.

Po umestitvi tras načrtovanih gozdnih cest smo ponovno izdelali karto oblik spravila lesa, ponovno izračunali razdalje spravila lesa ter stroške spravila lesa in stroške prevoza lesa. Vsa nezadostno odprta območja, kjer so bili stroški spravila lesa manjši od letnih stroškov prevoza lesa, smo izločili. Na podlagi tega kriterija smo izločili še 562,06 ha gozdov. Tako nam je za podrobno preučitev ostalo še 633,73 ha nezadostno odprtih območij.

V ekonomsko utemeljenih območjih smo analizirali sedem načrtovanih gozdnih cest v skupni dolžini 11.202,80 m. Ob podrobni ekonomski analizi stroškov spravila lesa in stroškov prevoza lesa smo ugotovili, da so vse načrtovane gozdne ceste ekonomsko utemeljene.

Donos ceste naj bi v čim krajšem času povrnil naložbo oziroma mora določen čas dajati čim višje obresti na vloženi kapital. Obravnavali smo povsem konkretne primere izračuna donosa gozdnih cest po metodi izračuna razlik v gozdni taksi, pri čemer smo primerjali

izračun prihranka pri spravilu lesa s kombinacijami stroškov gradnje in vzdrževanja gozdnih cest (pri stroških gradnje gozdnih cest smo upoštevali tudi izgubo rastne površine, ki je nastala zaradi izsekanega pasu na določeni širini) ter s povečanimi stroški vožnje lesa zaradi daljše razdalje prevoza. Gozdno takso po pravilnih poljih smo izračunali dvakrat po identičnem postopku s to razliko, da smo enkrat upoštevali načrtovano gozdno cesto drugič pa ne. Poleg modela, s katerim smo določili karto oblik spravila lesa in smo jo že uvodoma opisali, je za višino stroškov odločilnega pomena tudi količina lesa, ki jo spravimo na določeno gozdno cesto. Za presojo naložb v gozdne ceste smo vzeli za prvih deset let enakomerne donose izračunane na podlagi možnega desetletnega poseka, določenega z GGN GGE, za obdobje po desetih letih pa enakomerne donose na podlagi letnega prirastka v pravilnih poljih, ki gravitirajo na posamezno gozdno cesto. Prirastek je odvisen od rastne zmogljivosti sestojev. Za naše izračune smo upoštevali prirastek, povečan za 10 % (pričakovane večje načrtovane sečnje v bodoče ter hitrejša rast dreves zaradi daljše vegetacijske dobe in gnojilnega učinka povečane koncentracije CO₂ v ozračju).

Amortizacijska doba gozdne ceste je znašala 40 let od časa končane gradnje. Za stroške vzdrževanja gozdnih cest smo predpostavili, da so vrednostno in časovno enakomerni. Nato smo variirali modelne stroške gradnje gozdnih cest (varianete 25.000 €/km, 50.000 €/km ter 75.000 €/km) in vzdrževanja gozdnih cest (1 %, 2 %, 3 % od stroškov gradnje gozdnih cest). Zanimala nas je doba, v kateri bi se investicijski in obratovalni stroški povrnila. Pri izračunu smo upoštevali 3% letno obrestno mero na vloženi kapital in vrednosti diskontirali na sedanji čas.

S podaljšanjem cestnega omrežja s predvidenimi načrtovanimi gozdnimi cestami so se površine za posamezne oblike spravila lesa spremenile v korist spravila lesa s traktorjem navzgor, zmanjšal pa se je delež spravila lesa s traktorjem navzdol in delež spravila lesa z žičnico navzdol.

Rezultati so pokazali, da se sredstva, vložena v izgradnjo in vzdrževanje gozdnih cest (amortizacijska doba 40 let), povrnejo v celoti le v primeru načrtovane gozdne ceste št. 053524 in to tudi pri najdražji kombinaciji C3. Pri načrtovani gozdni cesti št. 053525 se stroški gradnje in vzdrževanja povrnejo pri kombinacijah A in B. V primeru načrtovane

gozdne ceste št. 053530 se stroški gradnje in vzdrževanja gozdnih cest povrnejo pri kombinacijah A ter pri B1 ter pri načrtovani gozdni cesti št. 053528 pri kombinaciji A1.

Ostale trase načrtovanih gozdnih cest se po metodi izračuna razlik v gozdni taksi ne povrnejo v amortizacijski dobi gozdne prometnice in to predvsem zaradi nizkih koncentracij lesa, nizkega prirastka in manjših razlik v razdaljah spravila lesa pred in po gradnji gozdnih cest. V kolikor ne bi upoštevali amortizacijske dobe in bi za ekonomsko utemeljitev upoštevali le zmanjšanje stroškov spravila lesa, ki mora presegati povečanje stroškov prevoza lesa, bi stroške gradnje in vzdrževanja gozdne ceste v določenem času povrnili še iz načrtovanih gozdnih cest št. 053522, 053526 in 053527.

Izračun donosa načrtovanih gozdnih cest na podlagi razlik v gozdni taksi nakazuje ekonomsko smiselnost in prioriteto gradnje posamezne načrtovane gozdne ceste, ki ima vpliv tako na razdaljo spravila lesa kot tudi na oblike spravila lesa.

Zgrajena gozdna cesta znižuje stroške gospodarjenja in povečuje vrednost gozda, poleg tega pa vpliva na spremenjeno tehnologijo in opremljenost z delovnimi stroji, ki je bila prilagojena nižji gostoti cest.

Interes za naložbo v izgradnjo gozdne ceste ima vedno lastnik gozda, saj s tem povečuje gozdno takso oziroma rento na enoto proizvoda in s tem vrednost gozda.

Končni cilj je torej bila praktična uporabnost izdelanega modela tudi na ostalih prostorsko zaključenih enotah.

10.2 SUMMARY

A typical representative of investments with a longer depreciation period is the forest road, which is used mostly by forestry, but also enables a general use of the forest (Potočnik, 1996). Suitable openness of forests with traffic roads and their appropriate maintenance is a basic condition for intensive forest management and a good criterion for the level of harvesting costs (Gašperšič, 1995).

The aim of planning the openness of a forest is to open up a forest with transportation roads to such an extent that it can be optimally managed with minimum transportation costs (sum of wood skidding costs and wood transportation costs), while taking into account all the other beneficiaries and users of the forest area.

The main objective of the research was to determine the most suitable wood skidding methods, as that would reduce the wood harvesting costs and the level of difficulty. The model of predicting wood skidding methods based on input data determines a reliable and consistent wood skidding method across larger areas and for each raster cell in raster data model.

In order to determine the importance of influential factors (terrain slope, distance to logging road, development stage of stands, and share of conifers in the growing stock) for choosing the wood skidding method, the method of paired comparisons was used.

The computer model provided the following wood skidding methods:

- forwarder,
- tractor uphill,
- tractor downhill,
- cableway uphill,
- cableway downhill.

The computer model for predicting wood skidding methods covered the area of the Slivnica forest management unit. Thus 418 skidding fields were eliminated; the costs of

wood skidding and wood transportation were calculated for these. In determining the skidding fields, the crucial criteria were the model wood skidding method, the wood skidding direction and the familiarisation with the gravity zones of the forest management unit in question.

Based on the defined criteria the model calculated the wood skidding directions. The uphill wood skidding direction stands for 22,70 %, while the downhill wood skidding direction stands for 77,30 % of the entire wood skidding area. According to the model calculation the majority of areas is suitable for wood skidding by forwarders (50,20 %), followed by wood skidding downhill by tractor (35,47 %), wood skidding uphill by cableway (6,77 %), wood skidding downhill by cableway (3,87 %), and wood skidding uphill by tractor (2,90 %). The amount of 0,79 % of the forest area of the Slivnica forest management unit is inaccessible (steep terrain, remote from the logging road (particularly the Kozja Peč protection forest)), where no wood skidding method can be used).

The downhill wood skidding by cableway had the highest cost per skidded m^3 (24,70 €/m³ for 4,19 % of the potential felling over a ten-year period). This is followed by uphill wood skidding by cableway (20,00 €/m³ for 8,53 % of the potential felling over a ten-year period), and wood skidding by forwarder (12,76 €/m³ for 44,11 % of the potential felling over a ten-year period). The cheapest wood skidding method is by tractor, since the costs amount to 6,36 €/m³ (for 38,83 % of the potential felling over a ten-year period) for the downhill wood skidding and 6,08 €/m³ (for 3,97 % of the potential felling over a ten-year period) for the uphill wood skidding.

After establishing the situation, we began looking for skidding fields, whose wood skidding costs exceed the average wood skidding costs for individual wood skidding methods. After positioning the planned forest roads, these areas experienced the greatest reduction in wood skidding costs.

The economic justification of a denser forest road network is founded on a reduction in wood skidding costs that exceeds the increase in wood transportation costs. The wood transportation costs took into account the costs of maintaining forest roads, the costs of

transporting the wood and the costs of losing growth space, brought about by the cleared zone at a specific width. The calculation for maintaining forest roads in accordance with the methodology indicates that the total annual costs of regular and periodic maintenance in the area of the Slivnica forest management unit amount to 661,21 €/km. The average cadastral income per forest in the Slivnica forest management unit amounts to 18,30 €/ha, while the costs of transporting wood amount to 0,04 €/km.

Thus the wood transportation costs amount to 679,55 €/km/year. The Municipality of Cerknica is awarded funds from the state budget due to the public nature of forest roads; these amount to 299,36 €/km of forest road. The wood transportation costs therefore amount to 380,19 €/km/year and considering that the funds are obtained from the state budget due to the public use of forest roads, the difference between the wood skidding costs before and after the construction of the planned forest roads must cover the wood transportation costs.

Prior to positioning the routes of the planned forest roads we had to find insufficiently open areas, which are determined based on the optimal density of the forest road network with minimum total costs of wood skidding and wood transportation in the research area. It was presumed that the current density of forest roads equals optimal density and amounts to 17,85 m/ha, which means that the width of the zone opened up by an individual forest road amounts to 560 m. The tracts that are located more than 280 m away from the existing road network belong to the group of insufficiently open areas; these areas are the potential locations for a denser road network. Thus the surface area of sufficiently open areas amounts to 2.153,88 ha (57,30 %), while the surface area of insufficiently open areas amounts to 1.605,00 ha (42,70 %).

By increasing the optimal density of forest roads, the wood skidding costs would be reduced, yet the wood transportation costs would increase simultaneously. In addition, the increased quantity of trees for felling would increase the optimal density of roads. Insufficiently open areas would emerge regardless of the calculated optimal density of forest roads, since the relief of the Slivnica forest management unit and the disregard of

economic criteria in the past construction of forest roads are factors that cause a greater or smaller gap between the optimal density of forest roads and the actual one.

In the next stage, the factors for the state of insufficiently open areas had to be determined and eliminated. Hence the protection forests with a surface area of 21,64 ha (0,58 % of all multi-purpose forests) were eliminated as protection forests by the Regulation on protective forests and forests with a special purpose (Ur.l. RS, No. 88/05). Next to be eliminated were areas where the terrain slope was steeper than 50 % (northern and southern slopes of the Slivnica mountain, which are the most problematic as regards inclination). The surface area of these eliminated areas amounts to 117,03 ha, which stands for 3,11 % of all multi-purpose forest.

A further detailed study of the insufficiently open areas also eliminated areas with direct and indirect ecological functions. The eliminated forests with direct and indirect ecological functions amount to 237,50 ha or 6,32 % of all multi-purpose forests.

The total surface area of the insufficiently open areas thus amounts to 1.195,79 ha.

The routes of the planned forest roads were placed in these insufficiently open areas using a digital elevation model (DEM). The positioning of the routes of planned forest roads is a necessary and logical step in the actual planning of a denser road network. When positioning the routes, we took into account the 12 % maximum permitted longitudinal slope of a forest road and kept moving the projected routes more to the centre of the insufficiently open areas in order to reduce the theoretical distances of wood skidding. These projected routes of the planned forest roads were corrected with the zero lines recorded in the field, which were also used for further research. The zero lines of the planned forest roads were recorded with GPS (Global Positioning System) by a GARMIN 76 CSx device.

After siting the routes of the planned forest roads, a map of the wood skidding methods was drawn anew, and the distances of wood skidding and the costs of wood skidding and wood transportation were recalculated. All of the insufficiently open areas where the wood skidding costs were lower than the annual wood transportation costs were eliminated.

Another 562,06 ha of forests were eliminated based on this criterion. Thus 633,73 ha of insufficiently open areas remained to be studied in detail. In the economically justified areas, seven planned forest roads in the total length of 11.202,80 m were analysed.

A thorough economic analysis of wood skidding costs and wood transportation costs established that all of the planned forest roads were economically justified.

The yield of the road should reimburse the investment in the shortest time possible or generate high interest on invested capital for a certain amount of time. Actual examples of the calculation of the yield of forest roads, using the method of calculating differences in the forest tax, were studied, comparing the calculation of savings from wood skidding with combinations of the costs of construction and maintenance of forest roads (the costs of the construction of forest roads also took into account the loss of growth space, brought about by the cleared zone at a specific width) and with the increased costs of wood transportation due to the greater transport distance.

The forest tax by skidding fields was calculated twice with an identical procedure; however, one calculation took into account the planned forest road, while the other did not. In addition to the model used for preparing a map of wood skidding methods, which has already been described in the introduction, the quantity of wood skidded to a specific forest road is also crucial to the level of costs. In order to judge the investments in forest roads, steady yields were assumed for the first ten years, calculated based on the potential felling over a ten-year period, as specified in the forest management plan of the forest management unit; for the period after ten years steady yields were assumed based on an annual increment in skidding fields gravitating towards an individual forest road. The increment depends on the growth capacity of the stands. Our calculations assumed an increment increased by 10 % (anticipated greater planned logging activities in the future and faster growth of trees due to the longer vegetation period and the fertilising effect of the increased CO₂ concentration in the atmosphere).

The depreciation period of the forest road amounted to 40 years from when construction was finished. It was presupposed that the maintenance costs for forest roads were constant with regard to value and time. Afterwards we varied the model costs of constructing forest

roads (variant 25.000 €/km, 50.000 €/km and 75.000 €/km) and of maintaining forest roads (1 %, 2 %, 3 % of the costs of constructing forest roads). We were interested in the period in which the investment and operating costs would be reimbursed. The calculation took into account an annual 3 % interest rate on invested capital and the values were discounted to the present.

By extending the road network with the anticipated, planned forest roads the surface areas for individual wood skidding methods were altered in favour of wood skidding uphill by tractor, whereas the shares of wood skidding downhill by tractor and wood skidding downhill by cableway were reduced.

The results show that the funds invested in the construction and maintenance of forest roads (depreciation period of 40 years) are reimbursed in full only in the case of the planned forest road No. 053524, even for the most expensive combination C3. In the case of the planned forest road No. 053525, the construction and maintenance costs are reimbursed only in combinations A and B. In the case of the planned forest road No. 053530, the construction and maintenance costs of forest roads are reimbursed in combinations A and B1, and in the case of the planned forest road No. 053528, in combination A1.

Using the method of calculating differences in the forest tax, the other routes of the planned forest roads are not reimbursed during the depreciation period of the forest traffic road, primarily due to the low wood concentrations, the low increment and the smaller differences in the wood skidding distances before and after the construction of forest roads. If the depreciation period had not been taken into account and if the economic justification would have considered only the reduction in wood skidding costs, which must exceed the increase in wood transportation costs, the costs of constructing and maintaining a forest road would also be reimbursed from the planned forest roads No. 053522, No. 053526 and No. 053527 in a certain amount of time.

The calculation of the yield of the planned forest roads based on the differences in forest tax indicates the economic sensibility and priority of constructing an individual planned forest road, which affects both the wood skidding distance and the wood skidding methods. A constructed forest road reduces management costs and increases the value of the forest; furthermore, it changes the technology and machinery, which was adapted to a lower density of roads.

The owner of the forest is always the one who is interested in investing in the construction of a forest road, since he/she thus increases the forest tax or annuity per product unit and hence the forest value.

The end objective was the practical application of the elaborated model on other spatially closed units.

11 VIRI

11.1 CITIRANI VIRI

Abegg B. 1988. Providing economic access to forests on slopes: principles for decision-making when evaluating access variants. Berichte - Eidgenossische Anstalt fur das Forstliche Versuchswesen, 302: 176 str.

Cenik delovnih ur za delo v državnih gozdovih v letu 2012. 2012. Postojna, GG Postojna.

Cenik vzdrževalnih del na gozdnih cestah za leta 2005-2014. Cerknica, Občina Cerknica.

Dobre A. 1990. Nekateri dejavniki odpiranja gozdnega prostora: raziskovalna naloga. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 138 str.

Dobre A. 1995. Gozdne prometnice. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 70 str.

Gašperšič F. 1995. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 403 str.

Gozdarstvo. 2015. Ljubljana, MKGP (10. mar. 2015).

http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/gozdarstvo/ (10. mar. 2015).

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Slivnica 2008-2017, št. 05-35/08. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, OE Postojna.

Hashemkhani Zolfani S., Rezaeiniya N., Kazimieras Zavadskas E., Turskis Z. 2011. Forest roads locating based on AHP and COPRAS-G methods: an empirical study based on Iran. E + M Ekonomie a Management, 4: 6-21

Heinimann H.R. 1998. A Computer Model to Differentiate Skidder and Cable-Yarder Based Road Network Concepts on Steep Slope. Zurich, Swiss Federal Institute of Technology, Section of Forest Engineering.

Hribernik B., Potočnik I. 2005. Vzdrževanje gozdnih cest v zasebnih gozdovih. V: XXIII. Gozdarski študijski dnevi : zbornik referatov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 87-99

Hribernik B. 2013. Model zgoščevanja omrežja gozdnih cest v večnamenskem gozdu: doktorska disertacija. Ljubljana, samozal.: 177 str.

Hruza P., Kotaskova P., Drapela K. 2012. Inclusion of the ecological criterion in the design of forest road network and its effect on the parameters of forest accessing, Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University.

Impact of climate change on European forests and options for adaptation: Annexes: AGRI-2007-G4-06: Report to the European Commission (2008)
http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/euro_forests/index_en.htm (15. jan. 2012)

Kalkulacijske cene gozdarskega dela za leto 2012, Ljubljana, Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije.

Karba R. 2010. Lokalna trajna samooskrbnost. V: Trajnostni razvoj - edina globalna strategija preživetja in ključna primerjalna prednost Slovenije: zbornik. Ljubljana, Umanotera: 61-68

Košir B. 1995. Some experiences with the models for operational planning V: IUFRO XX. World Congres, Division 3 Forest Operatoinis and Technique. P3. 04-00 Small-Scale Forestry. Tampere: 11 str.

Košir B., Krč J. 2000. Where to Place and Built Forest Roads - Experience From the Model. Journal of Forest Engineering 11, 1: 7-19

Krč J. 1995. Model napovedovanja oblik spravila lesa: magistrsko delo (Biotehniška fakulteta). Ljubljana, samozal.: 114 str.

Krč J. 2000. Uporaba GIS tehnologije pri izbiri smeri prevoza lesa. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 61: 49-73

Krč J., Košir B. 2004. Spravilo lesa po strojni sečnji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 44 str.

Krč J., Beguš J. 2013. Planning Forest Opening with Forest Roads. Croatian Journal of Forest Engineering, 34, 2: 217-228

Lestvica katastrskega dohodka za leto 2010. 2010. Ljubljana, Geodetska uprava RS (jul., 2010).

http://www.eprostor.gov.si/fileadmin/ZK/Katastrska_klasifikacija_zemljisc/KD_2010.pdf
(18. jun. 2013).

Matsumoto T., Kitagawa K. 1999. Relationship between current forest operations and provision of roads in private forests. Journal of Forest Planning, 5, 1: 19-27

Mohammadi K., Samani K., Hosseiny S.A., Lotfalian M., Najafi A. 2010. Planning road network in mountain forests using GIS and Analytic Hierarchical Process (AHP). Caspian Journal of Environmental Science, 8, 2: 151-162

Mrvar A. 1992. Saatyev večkriterijski odločitveni postopek: Diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo). Ljubljana, samozal.: 65 str.

Mrvar A. Aplikacija Saaty©.

<http://www.users.volja.net/dimitrijr/> (16. avg. 2014).

Najafi A., Richards E.W. 2011. Designing a Forest Road Network Using Mixed Integer Programming, *Croatian Journal of Forest Engineering*, 34, 1: 17-30

Nevečerel H. 2010. Dizajniranje teorijskog modela i izrada računalnog programa za projektiranje šumskih prometnica: Disertacija. (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagreb). Zagreb: 233 str.

Pičman D., Pentek T. 1998. The influence of forest roads building and maintenance costs on their optimum density in low-lying forests of Croatia. V: *Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport*: Sinaia, Romania, 17-22 June, 1996. Rome, Food and agriculture organization of the United Nations: 87-102

Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2012. 2014. Ljubljana: 105 str.

Potočnik I., Šinko M., Winkler I. 1991. Ekonomska narava naložb v gozdne ceste. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 38: 199-234

Potočnik I. 2000. Optimalno vzdrževanje gozdnih cest. V: *XX. Gozdarski študijski dnevi: zbornik referatov*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 231-242

Potočnik I. 2004. Gozdne prometnice: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 316 str.

Pravilnik o gozdnih prometnicah. 2009. Ur.l. RS št. 4/09

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o financiranju in sofinanciranju vlaganj v gozdove. 2004. Ur.l. RS št. 63/10

Robek R., Klun J., Vončina R. 2004. Vpliv graditve ceste na pravilne razmere v gozdnem predelu Majnšk: mednarodni posvet, Idrija: 169-182 (neobjavljeno)

Robek R., Klun J., Vončina R. 2006. Dosežki in izzivi pri graditvi gozdnih cest v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 64, 10: 509-525

Rovan S. 2012. Kalkulacija stroškov spravila lesa za forwarder John Deere 1010 D. Ljubljana, Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov RS.

Saaty T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York, McGraw-Hill: 154 str.

Saaty T.L., Vargas G.L., 1994. Decision making in economic, political, social and technological environments. Pittsburgh, RWS Publications.

Stroški vožnje lesa (kamionski prevoz) za leto 2012. Postojna, Gozdno gospodarstvo Postojna.

Trafela E. 1987. Vpliv izgradnje gozdnih prometnic na proizvodnjo v gozdu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 29: 85-140

Uredba o določitvi normativov za dela v gozdovih. 1999. Ur.l. RS št. 11-512/99

Uredba o koncesiji za izkoriščanje gozdov v lasti Republike Slovenije. 2010. Ur.l. RS št. 98/10

Uredba o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest. 1994. Ur.l. RS št. 38/94

Zaključni račun proračuna občine Cerknica za leto 2012. 2013. Ur.l. RS št. 27/13

Winkler I. 1996. Cenitev gozdov in gozdnih škod. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 35 str.

11.2 DRUGI VIRI

Anderson A.E., Nelson J. 2004. Projecting vector-based road networks with a shortest path algorithm. *Canadian journal of forest research*, 34: 1444-1457

Aruga K., Sessions J., Akay A., Chung W. 2004. Optimizing horizontal and vertical alignments of forest roads using a high resolution DEM. V: *Proceedings of the 12 th International Mountain Logging Conference*, June 13-16, 2004, Vanouwer, BC.

Chung W., Stuckelberger J., Aruga K., Cundy T. 2008. Forest road network design using a trade-off analysis between skidding and road construction costs. *Canadian journal of forest research*, 48: 439-448

Dean D.J. 1997. Finding optimal routes for networks of harvest site access roads using GIS-based techniques. *Canadian journal of forest research*, 27: 11-22

Dobre A. 1980. Odprtost gozdov v Sloveniji: raziskovalna naloga. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani: 145 str.

Eastman J.R. 1997. IDRISI for Windows: A grid-based geographic analysis, Version 2.0. Worcester, MA., Graduate School of Geography, Clark University: 209 str.

Fireder G. 2009. Analiza sekundarne odprtosti gozdov na posesti Hrastnik GGE Selca: diplomsko delo. Ljubljana, samozal.: 37 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Slivnica 1998-2007, št. 05-35/98. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, OE Postojna.

Hribernik B. 2004. Model optimiranja vzdrževanja gozdnih cest za zagotavljanje njihove mnogonamenske rabe: magistrsko delo. Ljubljana, samozal.: 112 str.

Klun J., Košir B., Krč J., Medved M. 2007. Primerjava metod kalkulacij stroškov gozdarske mehanizacije na primeru žičnice. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 82: 41-51

Košir B., Krč J. 1994. Razmerja med funkcijami gozdov z vidika omejitev pri opravljanju gozdnih del. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 45: 115-189

Košir B., Krč J. 2000. Where to Place and Built Forest Roads – Experiance From the Model. Journal of Forest Engineering, 11, 1: 7-19

Košir B. 2010. Gozdna tla kot usmerjevalec tehnologij pridobivanja lesa. Ljubljana: 80 str.

Krajčič D. 1996. Zakonitosti prevoza gozdno lesnih sortimentov v GG Nazarje. Zbornik gozdarstvo in lesarstva, 48: 53-75

Krajčič D. 1997. Spremljava prevoza lesa po stroškovnih nosilcih kot vzvod zmanjševanja stroškov. Zbornik gozdarstvo in lesarstva, 53: 103-124

Kravanja M., Potočnik I. 2007. Forest fire prevention roads as an active wildfire protection measure. V: XXV. Gozdarski študijski dnevi: zbornik referatov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 251-268

Krč J. 1999. Modelni izračun vpliva ceste na povečanje vrednostnega donosa gozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 59: 121-139

Krč J. 2002. Organizacija gozdarskih del: študijsko gradivo. Ljubljana: 306 str.

Krč J., Košir B. 2003. Modelna napoved trendov lesnih zalog v odvisnosti od jakosti redčenja in proizvodne dobe. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 70: 101-118

Krč J. 2004. Postopek izbire terenov za kombinacijo strojne sečnje in žičnega spravila lesa v Sloveniji. V: Zbornik posveta: spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Idrija: 118-128

Krč J. 2004. Analiza jakosti možnih sečenj z vidika uvajanja sodobnih tehnologij gozdnega dela na severnem predelu Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 62, 11: 12-19

Krč J., Winkler I. 2004. Ugotavljanje povečane vrednosti gozdov v postopku denacionalizacije. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 125-140

Krč J., Košir, B. 2009. Predicting Wood Skidding Direction on Steep Terrain by DEM and Forest Road Network Extension. *Croatian Journal of Forest Engineering* 29, 1: 177-188

Medved M., Ogris N., Klun J., Košir B., Vončina R. 2005. Koledarski čas in učinki dela z žičnimi napravami Syncrofalke na Tolminskem. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 77: 113-142

Millot M. 2001. The [road] service concept: a multifunctional approach for the management of mountain regions. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*. Schweizerischer Forstverein, 152, 4: 129-134

Novak M. 1963. Ekonomska stran načrtovanja omrežja gozdnih cest. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 42 str.

Ortega Y.K., Capen D.E. 1999. Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. *The auk*, 116, 4: 937-946

Pentek T. 2002. Računalniški modeli optimizacije mreže šumskih cesta s obzirom na dominantne utjecajne čimbenike: doktorska disertacija. (Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet). Zagreb, samozal.: 271 str.

Pentek T., Nevečerel H., Pičman D., Poršinsky T. 2007. Forest road network in the Republic of Croatia - Status and perspectives. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28, 1: 93-106

Pičman D. 1994. Utjecaj konfiguracije terena i hidrografskih prilika na ekonomsku opravdanost izgradnje optimalne mreže šumskih prometnica. Glasnik za šumske pokuse, 31: 231-316

Pičman D., Pentek T., Sever S. 1996. Čimbenici koji utjecu na opravdanost izgradnje mreže šumskih prometnica. V: Zaštita šuma i pridobivanje drva (Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996, knjiga 2) Zagreb, Šumarski fakultet: 293-300

Potočnik I. 1992. Ekonomski in tehnični vidiki vzdrževanja gozdnih cest: magistrsko delo. Ljubljana, samozal.: 129 str.

Potočnik I. 1993. Ekonomski vidiki vzdrževanja gozdnih cest. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41: 155-171

Potočnik I. 1994. Periodično vzdrževanje gozdnih cest. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44: 107-124

Potočnik I. 1996. Prometna obremenitev gozdnih cest. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48: 193-218

Potočnik I. 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest - relativna pomembnost posameznih rab. V: K. Boštjan (ur.). Izzivi gozdne tehnike: zbornik posvetovanja: zbornik svetovanja: proceedings. Ljubljana. Gozdarski inštitut Slovenije: 95-103

Potočnik I. 1998. The multiple use of roads and their classification. V: Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport: Sinaia, Romania, 17-22 June 1996. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations: 103-108

Potočnik I. 1998. The environment in planning a forest road network. V: Proceedings: Environmental Forest Science: Kyoto, Japan on 19-22 October 1998: 67-74

Potočnik I. 2002. Current Problems Concerning Maintenance of Forest Roads in Slovenia. V: Proceedings of the International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations: Tokyo, Japan, 29 September – 5 Oktober, 2002. Rome, Food and agriculture organization of the United Nations: 77-84

Potočnik I. 2003. Forest road formation width as an indicator of human impact on forest environment. Ecology, 22, 3: 298-304

Potočnik I., Pentek T., Pičman D. 2005. Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management. Croatian Journal of Forest Engineering, 26, 1: 51-57

Potočnik I., Hribernik B. 2006. Raba in vzdrževanje gozdnih cest. Gozdarski vestnik, 64, 10: 503-508

Pravilnik o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja. Ur.l. RS št. 130/04

Program razvoja gozdov v Sloveniji. 1996. Ur.l. RS št. 14/96

Rebula E. 1980. Prispevek k opredeljevanju optimalne gostote omrežja gozdnih cest. Gozdarski vestnik, 38, 9: 372-397

Robek R. 1996. Presoje vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic. Gozdarski vestnik, 54, 9: 465-472

Roeder A. 1981. Relative Optimierung der Wegedichte mit Hilfe von Nutzenindizes. Forstarchiv, 52, 3: 84-86

Uredbo o razglasitvi varovalnih gozdov in gozdov s posebnim namenom. 2005. Ur.l. RS št. 88/05

Zakon o ugotavljanju katastrskega dohodka. 2005. Ur.l. RS št. 25/05

Winston W.L. 1994. Operation research: Applications and algorithms. Belmont, CA:
Duxbury Press.

ZAHVALA

Najprej se zahvaljujem staršem in svoji družini za zaupanje in potrpljenje pri nastajanju magistrskega dela. Vseskozi so mi moralno stali ob strani.

Vedno odprta vrata mentorja prof. dr. Igorja Potočnika so bila pribežališče v trenutkih, ko nisem vedel kako naprej pri uresničevanju zastavljenega cilja. Za vse se mu iskreno zahvaljujem.

Za pomoč pri računalniški izdelavi modelne karte oblik spravila lesa ter pri ostalih konkretnih rešitvah ob nastalih problemih se zahvaljujem prof. dr. Janezu Krču.

Za pomoč pri računalniški obdelavi podatkov bi se rad zahvalil Boštjanu Grošlju, univ. dipl. inž. gozd., in Danimirju Žuniću, dipl. inž. gozd. (oba zaposlena na ZGS - Območna enota Postojna).

Pri terenskem delu so mi nudili pomoč zaposleni na ZGS KE Cerknica. Vsem iskrena hvala.

Nenazadnje zahvala komisiji za oceno in zagovor magistrskega dela (prof. dr. Janez Krč, prof. dr. David Hladnik, doc. dr. Hrvoje Nevečerel), ki je nalogo ažurno in natančno pregledala.

Hvala Poloni za lektoriranje naloge in Mojci za prevajanje.

PRILOGE

Priloga A: Kalkulacija stroškov delovne ure za Timberjack 1010 v €/delovno uro

Annexes A: Calculation of the costs of a man-hour for Timberjack 1010 in €/man-hour

STROJ		Datum: 17.8.14			
		<u>TIMBERJACK 1010 D</u>			
		€/ou %LC			
<u>1. GORIVO IN MAZIVO</u>					
	Gorivo	1,41 €/l	101 / ou	14,11	17,44
	Mazivo	2,50 €/l	11 / ou	2,50	3,09
<u>2. NADOMESTNI DELI</u>					
	Gume	14.400 €	2.400 ou	4,56	5,64
<u>3. AMORTIZACIJA</u>					
	Max. trajanje	9 LET			
	Nabavna vrednost:	250.000 €	10.000 trajanje [ou]	25,00	30,90
<u>4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE</u>					
		Letno obratovalnih 2.000 ur		24,54	30,34
<u>5. OBRESTI</u>					
		4,50 [%]	5 trajanje [let]	3,47	4,29
<u>6. ZAVAROVANJE</u>					
		$3 * A * t$		3,75	4,64
<u>1-6 NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠKI / OBR. URO</u>					
			1,75	77,94	96,34
		Na delovno uro			
<u>NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠKI / DEL. URO</u>					
			[%] Tehnične 70 izkoriščenosti	54,56	67,44
<u>7. STROŠKI DELAVCA</u>					
	BPL delavec	6 €	K1 = 2,64	15,84	19,58
<u>1-7 PRIMERJALNA CENA</u>					
				70,40	87,02
<u>8. SPLOŠNI STROŠKI</u>					
	BPL *K2		K2 = 1,32	10,50	12,98
<u>1-8 LASTNA CENA</u>					
				80,90	100,00