

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Mitja LANIŠEK

**VPLIV EKSPozICIJE NA NARAVNO ZARAŠČANJE
BREŽIN GOZDNIH CEST NA TRDI PODLAGI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Mitja LANIŠEK

**VPLIV EKSPOZICIJE NA NARAVNO ZARAŠČANJE BREŽIN
GOZDNIH CEST NA TRDI PODLAGI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF SITE ON A NATURAL REVEGETATION OF
THE FOREST ROAD SIDE SLOPES ON A SOLID GROUND**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 10.12.2007 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Igorja Potočnika, za recenzenta pa prof. dr. Boštjana Koširja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

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.

Mitja Lanišek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 383.4+535(043.2)(497.4*04)=163.6
KG	gozdne ceste/prečni profili/zaraščanje/trdota podlage/ekspozicija
KK	
AV	LANIŠEK, Mitja
SA	POTOČNIK, Igor (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2008
IN	VPLIV EKSPOZICIJE NA NARAVNO ZARAŠČANJE BREŽIN GOZDNIH CEST NA TRDI PODLAGI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 49 str., 22 pregl., 21 sl., 1 pril., 12 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	

Zaraščanje brežin gozdnih cest je odvisno od več dejavnikov. V nalogi smo pregledali in izmerili 240 prečnih profilov gozdnih cest in ocenili zaraščenost brežin le teh na območjih Menine planine in Kamniške Bistrice. Omejili smo se le na trdo podlago, t.j. 5 kategorijo hribine. Nezaraščene brežine pomenijo grožnjo za varnost v prometu, kvarijo estetsko podobo krajine in so potencialno erozijsko žarišče. Na zaraščanje brežin vplivajo naklon brežine, širina svetlega profila nad cesto in tla. Nasipne brežine se zaraščajo bolje od odkopnih, saj so v povprečju bolj položne in tudi zgrajene na način, ki omogoča hitrejšo zaraščanje: zdrobljena matična podlaga spodaj, po vrhu pa posuta prst, ki jo dobimo pri odkopu. Brežine na toplih legah (J, Z) se zaraščajo uspešneje kot brežine na hladnih legah (S, V), ravno tako se brežine, kjer je dovolj svetlobe, zaraščajo uspešneje. Tako smo ugotovili, da sta ključna dejavnika pri zaraščanju brežin gozdnih cest ekspozicija, svetloba in naklon brežine ter z tem povezana količina organske snovi na brežini.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC $FDC\ 383.4+535(043.2)(497.4*04)=163.6$

CX forest road/transverse profile/revegetation/solid ground/azimuth

CC

AU LANIŠEK, Mitja

AA POTOČNIK, Igor (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources

PY 2008

TI THE INFLUENCE OF AZIMUTH ON A NATURAL REVEGETATION OF THE FOREST ROAD SIDE SLOPES ON A SOLID GROUND

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 49 p., 22 tab., 21 fig., 1 ann., 12 ref.

LA sl

AL sl/en

AB

Revegetation of the forest road side slopes depends on several factors. In theses we reviewed and measured 240 transverse profiles of forest roads and assessed side slope revegetation in Menina highland and Kamniška Bistrica. We restricted our research to solid grounds, that is a fifth slope category. Unrevegetated side slopes are threat to the traffic security, they spoil easthetic image of a countryside and are a potential erosion focal point. Influence on the side slope revegetation have inclination of the side slope, width of a light color profile and nevertheless the ground. Causeway side slopes are revegetating better than excavated side slopes, because they have on average lower inclination and are built in the way that ensures faster revegetation: granulated original foundation beneath, on top is strewed earth, which is produced by excavation. Side slopes on warm sites (S, W) are revegetating better than side slopes on cold azimuths (N, E), at the same time side slopes which get enough light revegetate more successfully. We concluded, that main factors for the forest side slopes revegetation are azimuth, a light, a slope inclination with connection to the amount of organic substance in the side slope.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	IX
1 UVOD	1
2 NAMEN	3
3 HIPOTEZE	4
4 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ	5
5 METODE DELA	8
5.1 ŠTUDIJ STROKOVNE LITERATURE	8
5.2 TERENSKO IN KABINETNO DELO	8
5.3 OPIS OBMOČIJ	11
6 REZULTATI.....	13
6.1 MENINA PLANINA	13
6.1.1 Uvod	13
6.1.2 Odkopna brežina	19
6.1.3 Nasipna brežina	25
6.2 KAMNIŠKA BISTRICA.....	29
6.2.1 Uvod	29
6.2.2 Odkopna brežina	31
6.2.3 Nasipna brežina	34
6.3 PRIMERJAVA PODROČIJ	35
7 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	37
7.1 RAZPRAVA.....	37
7.2 SKLEPI.....	45
8 POVZETEK.....	46
9 VIRI	48

ZAHVALA	50
PRILOGE.....	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdne ceste se uporablja na lastno odgovornost.....	2
Slika 2: Tla učvrščena z koreninami (Pičman, 2007).....	6
Slika 3: Grafična predstavitev merjenih elementov	10
Slika 4: Karta območja z označenima lokacijama opravljanja meritev.....	12
Slika 5: Frekvenčna porazdelitev naklonov nasipnih brežin na Menini planini.....	14
Slika 6: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopnih brežin na Menini planini.....	14
Slika 7: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v prvem starostnem razredu.....	15
Slika 8: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v drugem starostnem razredu.....	16
Slika 9: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v tretjem starostnem razredu.....	16
Slika 10: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine v prvem starostnem razredu (N=60).....	21
Slika 11: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine v tretjem starostnem razredu (N=38).....	23
Slika 12: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od širine svetlega profila preko vseh treh starostnih razredov (N=170)	24
Slika 13: Odvisnost zaraščenosti nasipne brežine od širine svetlega profila preko vseh treh starostnih razredov (N=170)	28
Slika 14: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopnih in nasipnih brežin.....	30
Slika 15: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine (N=74)	33
Slika 16: Navpična odkopna brežina, nasipna brežina je zelo dolga.....	38
Slika 17: Cesto je v nekaterih primerih popolnoma zastrta z gozdom.	39
Slika 18: Dobro porasla nasipna brežina.	40
Slika 19: Včasih je potrebno cesto vklesati v živo skalo.....	42
Slika 20: Porušena nasipna brežina	43
Slika 21: Nepravilno oblikovana odkopna brežina.....	44

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število opravljenih meritev po področjih, starostnih razredih in smereh neba	13
Preglednica 2: Povprečna zaraščenost odkopnih brežin po starostnih razredih in straneh neba	17
Preglednica 3: Povprečna zaraščenost nasipnih brežin po starostnih razredih in straneh neba	17
Preglednica 4: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) med odkopno in nasipno brežino po starostnih razredih	17
Preglednica 5: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino v prvem starostnem razredu	19
Preglednica 6: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino v drugem starostnem razredu	20
Preglednica 10: Test značilnosti korelacije k sliki 12	24
Preglednica 11: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino v prvem starostnem razredu	25
Preglednica 12: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino v drugem starostnem razredu	26
Preglednica 14: Test značilnosti korelacije k sliki 13	28
Preglednica 15: Povprečna zaraščenost odkopnih in nasipnih brežin	30
Preglednica 17: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino	32
Preglednica 18: Test značilnosti korelacije k sliki 15	33
Preglednica 19: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino	34
Preglednica 20: Primerjava zaraščenosti odkopnih in nasipnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)	35
Preglednica 21: Primerjava zaraščenosti odkopnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)	35
Preglednica 22: Primerjava zaraščenosti nasipnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)	36

KAZALO PRILOG

Priloga A

Snemalni list.....	56
---------------------------	-----------

1 UVOD

Gozdna cesta je načrtovana in grajena gozdna prometnica, ki omogoča racionalen prevoz lesa s kamioni od rampnega prostora v gozdu do javne ceste in preko te do kupca lesa. Prvenstveno je namenjena gospodarjenju z gozdovi, vendar se ob vedno večjem pritisku širše javnosti na gozdove število funkcij, ki jih opravljajo gozdne ceste povečuje. Tako so gozdne ceste poleg gospodarjenja z gozdom namenjene tudi za rekreacijo (nabiranje postranskih gozdnih proizvodov, so izhodišče za hojo v gore, postajajo sprehajalne poti, ...), povezujejo oddaljene kmetije v gozdnem prostoru z vasi in mesti. Gozdne ceste so sestavni del gozda in so javnega značaja (Zakon o gozdovih, 1993).

Gozdne ceste so primarno namenjene transportu lesa s gozdarskimi kamionskimi kompozicijami. Ti z svojimi merami (dolžina, širina, višina) narekujejo mere gozdnih cest. Za izgradnjo gozdne ceste, je potrebno izsekati dovolj širok pas drevja in opraviti obilo zemeljskih del. Tako v končni fazi nastane gozdna cesta z vsemi svojimi elementi. Zakon o gozdovih iz leta 1993 govori, da se mora gozdna infrastruktura načrtovati, graditi in vzdrževati tako, da se ob upoštevanju tehničnih, gospodarskih in ekoloških pogojev gozdna tla, rastlinstvo in živalstvo čim manj prizadenejo.

Elementi gozdne ceste v prečnem profilu so odkopna brežina, nasipna brežina, cestišče, ki je pri mešanem prečnem profilu sestavljeno iz vozišča hodnika in koritnice. Gozdna cesta je »rana« v gozdu. V tej diplomski nalogi želimo pokazati, kako se gozdne ceste zlivajo z gozdom. Ugotoviti želimo kako se zaraščata odkopna in nasipna brežina glede na starost (leto izgradnje) gozdne ceste in stran neba.

V ta namen smo izbrali dva gozdna predela, ki sta si podobna. Za pogoj smo določili, da so ceste grajene v V. kategoriji hribine, to je mehka skala, ki je delno preperela (apnenec, dolomitiziran apnenec). Gradnja cest v takih predelih je zahtevna. V preteklosti so za izvedbo spodnjega ustroja gozdne ceste uporabljali predvsem razstrelivo, dandanes pa se ceste v takšnih razmerah gradijo z pomočjo bagrov, ki imajo na bagrsko roko namesto žlice pritrjeno udarno kladio. Iz tega je razvidno, da pri izkopu pride do velikih količin

nerodovitnega materiala, ki pride na površje. Humusa je malo in ravno tako zgornjih horizontov, ki jih tvorijo zemlje. Tu dobimo predvsem tla, ki so sestavljena iz organskega horizonta, ki je tanek in matične podlage. Predstavljamo si lahko, da se tako odkopna kot tudi nasipna brežina narejena iz takšnega materiala težko in predvsem počasi zaraščata.

V diplomskem delu želimo pokazati, kako se odkopna in nasipna brežina zaraščata glede na starost ceste in ekspozicijo. V ta namen smo izbrali dva gozdna kompleksa, ki sta izpolnjevala postavljene pogoje, da v njih najdemo ceste različnih starosti in na različnih legah. Zaradi mnogonamenske rabe gozda in posledično tudi gozdnih cest bomo predlagali tudi rešitve, ki bi v danih razmerah pospešile zaraščanje teh brežin in tako hitreje zacelilo »rane« povzročene z gradnjo gozdnih cest.



Slika 1: Gozdne ceste se uporablja na lastno odgovornost

2 NAMEN

V diplomski nalogi se bomo omejili na dve gozdni področji. To sta Menina planina in Kamniška Bistrica. Na cestah, ki se nahajajo v teh gozdovih bomo opravili načrtovane meritve, z katerimi bomo prišli do pomembnih podatkov potrebnih za izdelavo te diplomske naloge.

Glavni nameni diplomske naloge so:

- ugotoviti uspešnost zaraščanja odkopne in nasipne brežine,
- ugotoviti razlike med izbranimi območjema,
- ugotoviti razlike v uspešnosti zaraščanja glede na starost gozdne ceste znotraj območja,
- ugotoviti razlike v uspešnosti zaraščanja glede na lego gozdne ceste znotraj gozdnega predela,
- ugotoviti povprečne velikosti elementov prečnega profila gozdnih cest v izbranih območjih,
- predlagati rešitve za uspešno zaraščanje brežin gozdnih cest.

3 HIPOTEZE

Na osnovi poznavanja proučevanega problema, študija literature in lastnih izkušenj smo oblikovali naslednje raziskovalne hipoteze:

- nasipna brežina se bolje zarašča od odkopne,
- brežine na toplih legah se bolje zaraščajo kot brežine na hladnih legah,
- brežine, kjer je širina svetlega profila nad cesto večja se zaraščajo bolje kot, brežine z manjšim svetlim profilom ali kjer je gozd nad cesto strnjen.

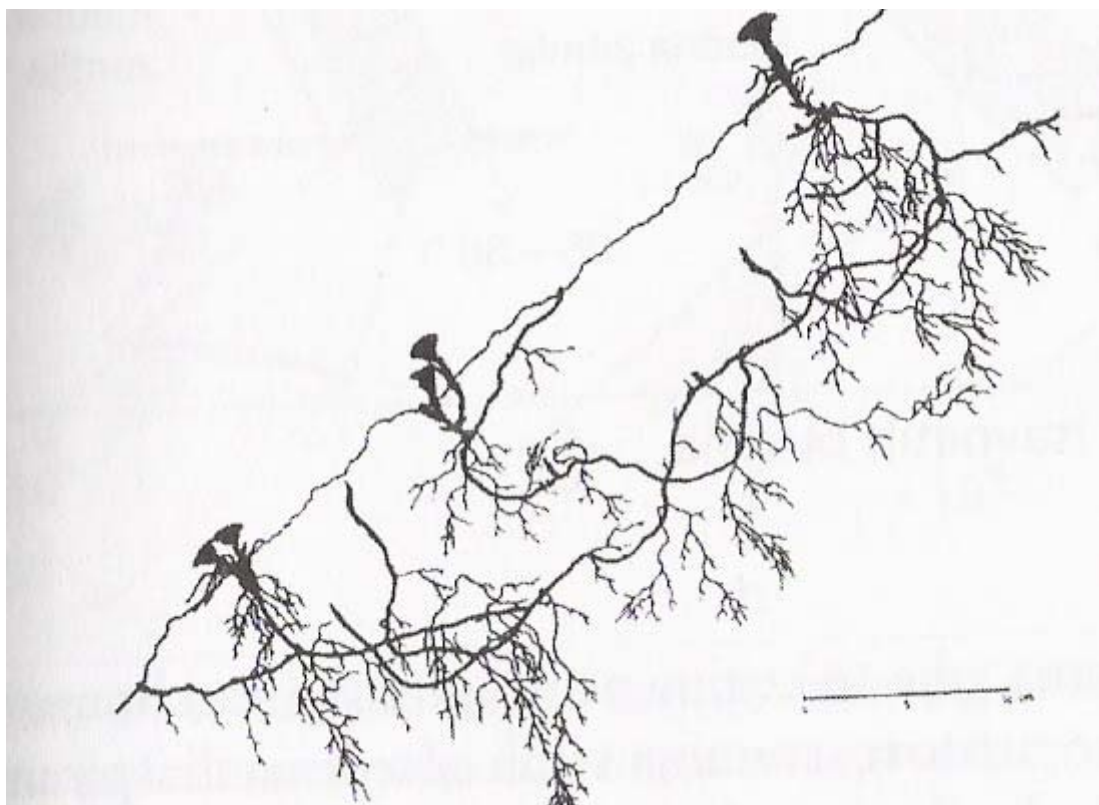
4 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ

Literature, ki bi govorila le o gozdnih cestah ni na pretek. Tako si lahko pomagamo z literaturo namenjeno predvsem graditeljem ostalih cest. Informacije dobimo v zakonu o gozdovih, ki nam da natančna navodila kako in kje graditi, kaj vse upoštevati, ter praktična navodila za uporabo gozdnih cest.

Razlogi za ozelenitev razgaljenih tal pri gradnji gozdnih cestah (Dobre, 1978):

- Na goli odkopni površini je močno erozijsko delovanje padavinske vode, zaradi česar prihaja do postopnega odplakovanja zemljine iz brežine in zasipavanja koritnice, jarkov in vodnih strug. Zasuta koritnica povzroča razlivanje vode po cestišču in njegovo uničenje;
- Kotaljenje kamenja iz odkopne brežine na vozišče otežuje promet in celo ogroža njegovo varnost;
- Gole brežine ničesar ne producirajo, medtem ko zarasla brežina lahko daje neposredne in posredne koristi.
- Gole površine niso naravna oblika v sicer zelenem okolju, zato take površine, zlasti če so večjega obsega in daleč vidne, estetsko motijo in kvarijo usklajeno krajinsko podobo.

Ozelenitev lahko poteka na dva načina: naravno in umetno (Dobre, 1995). Naravne ozelenitve se poslužimo kadar se ne pričakuje hujših posledic začasno golih brežin, kadar so dane osnovne ekološke razmere in kadar doba ozelenjevanja ni pomembna. Pozitivne strani naravne ozelenitve so naslednje: vegetacija je prilagojena okolju, vegetacija se sama obnavlja in za ozelenitev ni stroškov. Negativne strani so predvsem potencialno dolgotrajen proces ozelenitve in ne moremo vplivati na izbor vrst, ki bi porasle brežine. Umetna ozelenitev se uporabi, ko pogoji za naravno ozelenitev niso izpolnjeni. Umetna ozelenitev naj bo hitra, učinkovita, prilagojena okolju in poceni. Kadar so brežine prestrme se poslužujemo gradnje objektov utrditev brežin. Na gozdnih cestah se za zavarovanje spodnjega ustroja najpogosteje uporabljajo podporni zidovi in obložni zidovi (Pičman, 2007).



Slika 2: Tla učvrščena z koreninami (Pičman, 2007)

Kot vidimo je razlogov, da so tako odkopne kot tudi nasipne brežine zelene kar nekaj. V naravi poteka zaraščanje takšnih razgaljenih površin dokaj počasi. Predvsem na takšnih tleh, ki jih bomo obravnavali v tem delu.

Načela urejanja obcestne krajine so sledeča (Marušič, 1997);

- obcestna krajina kot oblika kulturna krajine,
- varstvo naravnega okolja,
- varstvo kulturne krajine,
- urejanje prometnotehničnih vidikov obcestne krajine,
- racionalno urejanje obcestne krajine,
- vidiki vzdrževanja ceste,
- splošno načelo krajinskega oblikovanja.

Vsa ta načela lahko z premislekom uporabimo pri izgradnji gozdnih cest in urejanju brežin. V kolikšni meri jih upoštevamo, je odvisno predvsem kakšen predel gozda odpira cesta. Če

bo imela cesta zgolj gozdarsko rabo poskrbimo, da bo varno prevozna predvsem za gozdarske kamione in lahko urejanje brežin zanemarimo do te mere, da ne poskrbimo za ozelenitev, temveč jih uredimo tako, da ne bomo povzročali nevšečnosti pri transportu lesa. V kolikor predvidimo tudi negozdarsko rabo, bodisi povežemo zaselek ali samotno kmetijo z večjim naseljem, bodisi z to cesto odpremo predel zanimiv za rekreacijo oziroma turizem, bo potrebno poskrbeti tudi za čim lepšo krajinsko podobo ceste.

Pri gradnji cest prihaja neogibno do rezanja pobočij v živo. Tako spremenjenih pobočij pa ne smemo prepuščati samim sebi. Narava sicer sama celi vse rane, ki jih ji prizadenemo, vendar potrebuje za to brez naše pomoči preveč časa (Schiehtl, 1970).

V večini primerov se brežine zarastejo same. V kolikor bi bil proces zaraščanja brežin po naravni poti predolg, obstajajo tudi ukrepi, ki pospešijo rekultivacijo brežin. V večini primerov so ti ukrepi dražji in zahtevajo dodatno delo. Tako na brežinah lahko izvajamo različne načine setev semena trav ali drevesnih vrst, lahko izvajamo sadnjo gozdnega dreva, pri zelo strmih in visokih brežinah predhodne ukrepe kombiniramo z zaščito proti padajočemu kamenju. Ti ukrepi so na gozdnih cestah prej izjema kot pravilo, avtoceste brez tako urejenih brežin so pa zaradi velike prometne obremenitve in visokih potovalnih hitrosti praktično neuporabne in nevarne.

Dobiáš (2005) ugotavlja, da se povečuje delež erozijskih žarišč na gozdnih cestah, kadar so te uporabljane ob nepravem času. Tako predlaga uporabo gozdnih cest v suhem vremenu. Homoky (1996) za stabilizacijo brežin gozdnih cest predlaga uporabo zaščitnih mrež. V delu testira mreže iz jute, polipropilena in najlona. Z poizkusom je dokazal, da je z uporabo mrež zmanjšal erozijo, vendar opozarja na cenovne razlike med različnimi mrežami in na upravičenost uporabe le teh. Tudi v Avstriji (Sedlak, 1998) poudarjajo, da je treba gozdne ceste graditi tako, da se ne tvori erozijskih žarišč.

5 METODE DELA

5.1 ŠTUDIJ STROKOVNE LITERATURE

Literature namenjene samo zaraščanju brežin gozdnih cest praktično ni. Tako smo bili prisiljeni uporabljati priročnike namenjene graditeljem avtocest in ostalih javnih cest. Namige za delo smo tako morali ustrezno prilagoditi gozdnim cestam. V nekoliko večjo pomoč so nam bile študije opravljene na primerih gozdnih cest. Te študije govorijo tudi o zaraščanju brežin in o njihovi rekultivaciji. Vendar te študije niso splošne, temveč se nanašajo na določene brežine. Tako je bilo potrebno z premislekom izluščiti koristne informacije za naše delo.

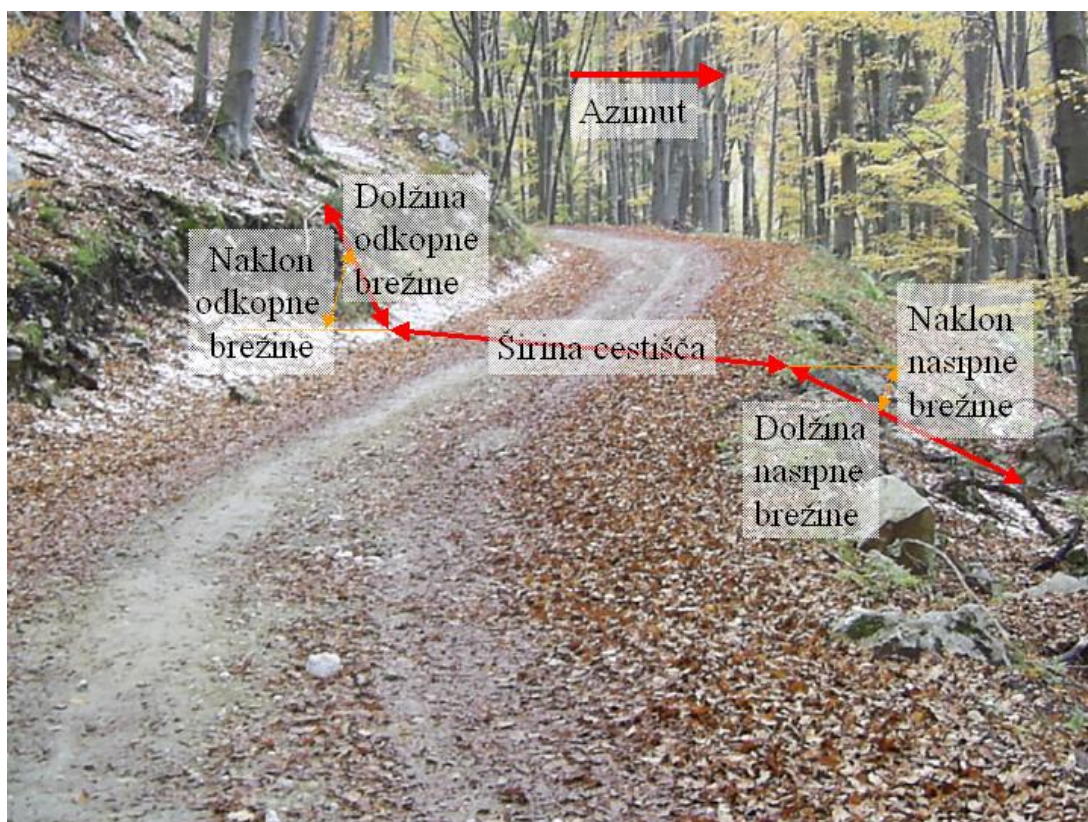
Tretji vir informacij je bil zakon o gozdovih iz leta 1993. V njem so nakazana pravila gradnje in tudi navedene omejitve, predvsem kar se tiče ureditve gozdnih cest. Delo nam je olajšala tudi študijska literatura iz področij gozdnih prometnic in hudournišva.

5.2 TERENSKO IN KABINETNO DELO

Diplomska naloga temelji predvsem na lastnem terenskem delu. Za potrebe izdelave diplomske naloge smo si kot študij primera izbrali lokacije na Menini planini in v Kamniški Bistrici, kjer je matična podlaga pretežno trda – dolomitiziran apnenec oziroma apnenec. Tako smo na območjih Menine planine in Kamniške Bistrice določili ceste, ki smo jih prehodili in izmerili večje število prečnih profilov. Prečne profile smo izbrali tako, da smo na določenem odseku ceste naključno izbrali prvi prečni profil ter izmerili želene podatke. Po opravljenih meritvah smo se po cesti premaknili do naslednjega prečnega profila, ki je bil od predhodnega oddaljen 10 metrov. Tako smo napredovali po cesti in vsakih 10 metrov izmerili podatke na prečnem profilu.

Pridobiti smo morali tudi podatke o starosti gozdnih cest. Te podatke smo dobili iz katastra gozdnih cest Zavoda za gozdove Slovenije. Iz podatkov o letu gradnje posameznih cest smo ceste razvrstili v posamezne starostne razrede. V isti razred so bile vključene ceste zgrajene v istem desetletju. Določili smo tri starostne razrede. Ceste smo razdelili po letu izgradnje na ceste zgrajene v 80' letih (1980-1989) prvi starostni razred, ceste zgrajene v 70' letih (1970-1979) drugi starostni razred in ceste zgrajene v 60' letih (1960-1969) tretji starostni razred. Ker po osamosvojitvi Slovenije ni bilo zgrajenih prav veliko gozdnih cest, smo obravnavali gozdne ceste zgrajene med leti 1960 in 1989.

Za vsak starostni razred in stran neba smo poiskali 15-20 ustreznih prečnih profilov. Starostne razrede smo določili na podlagi katastra gozdnih cest. Na Menini planini smo izmerili podatke za vse tri starostne razrede, v Kamniški Bistrici pa le za prvi starostni razred. Merili smo širino cestišča 10 centimetrov natančno, za kar smo uporabili merski trak, poševno dolžino odkopne in nasipne brežine na 10 centimetrov natančno, naklon odkopne in nasipne brežine na stopinjo natančno, za kar smo uporabili padomer in azimut prečnega profila. Azimut smo z busolo izmerili tako, da smo se z hrbtom obrnili proti odkopni brežini in pravokotno na os ceste na eno kotno stopinjo natančno odčitali azimut. Izmerjene azimute smo združili v štiri strani neba tako, da je bil sever od 316° do 45°, vzhod od 46° do 135°, jug 136° do 225° ter zahod od 226° do 315°. Za potrebe analize podatkov smo v hladne lege združili sever in vzhod (od 316° do 135°) in v tople lege jug ter zahod (od 136° do 315°). Poleg teh meritev smo izmerili še širino svetlega profila na 10 centimetrov natančno. Vse podatke dobljene iz prej opisanih meritev smo vpisali v obrazec, ki smo ga predhodno izdelali za namen terenskega dela. Poleg meritev nas je zanimala tudi zaraščenost brežin. Tako smo izdelali rang lestvico od 1 do 10, kjer pomeni 1 zaraščenost do 10%, 2 zaraščenost brežine do 20% in tako dalje do 10, ki je zaraščenost 90%-100%. Zaraščenost brežin smo ocenjevali tako za nasipno kot tudi za odkopno brežino. Popisni list (priloga 1) je imel tudi rubriko opombe, kamor smo vpisovali pomembna opažanja na prečnem profilu. Tako smo opisovali ali na brežini rastejo trave ali drevje in koliko je drevje visoko, skozi kakšen gozd poteka cesta (smrekov, bukov,...) ali je na merjenem profilu izogibališče, itd.



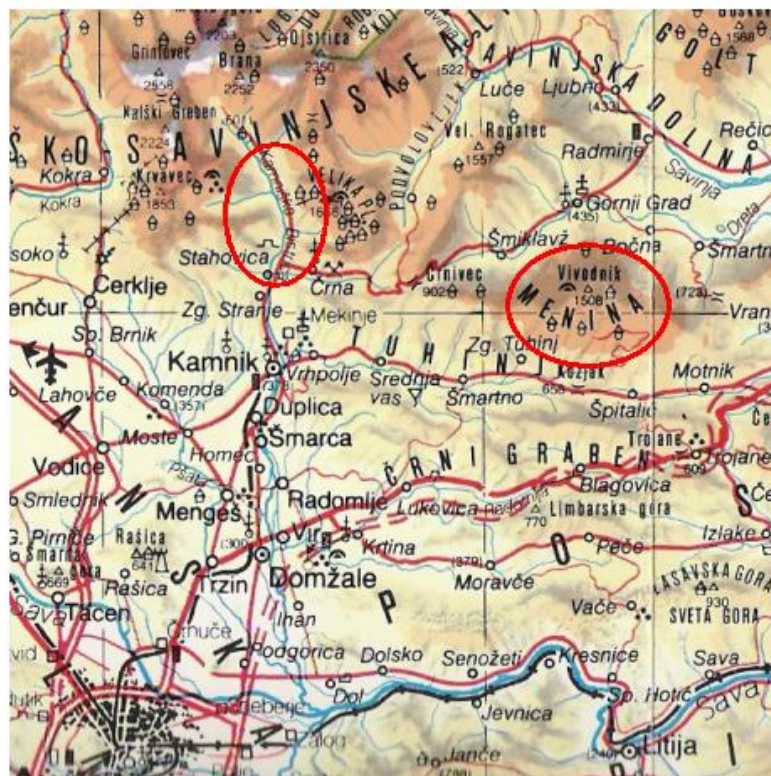
Slika 3: Grafična predstavitev merjenih elementov

Dobljene rezultate smo obdelali v programskem okolju *Microsoft Excel 2000 Profesional*. Najprej smo izračunali aritmetične sredine za oceno zaraščенosti za vsako območje posebej po starostnih razredih in straneh neba, nato smo primerjali dobljene rezultate med seboj in ugotavljali značilnost razlik med njimi. Primerjali smo dobljene rezultate znotraj starostnih razredov po straneh neba, med starostnimi razredi po straneh neba in skupaj ter med območji. Za ugotavljanje značilnosti razlik med aritmetičnimi sredinami smo uporabili t -test, saj smo ugotovili, da so variance različne. Dalje smo ugotavljali odvisnost zaraščенosti brežin od naklona brežine. Za ta preizkus smo uporabili linearno regresijo. Z linearno regresijo smo tudi preizkusili odvisnost zaraščенosti brežin od širine svetlega profila ceste.

5.3 OPIS OBMOČIJ

Menina planina sodi v gospodarsko enoto Tuhinj-Motnik. Enoto na jugu tvori Zasavsko hribovje, na severu masiv Menine planine in med njima Tuhinjska dolina. Tuhinjska dolina se vije od Kamnika proti vzhodu vse do Vranskega. GE spada v predalpsko zemljepisno območje. Klima je humidna, s svežimi poletji in hladnimi zimami. Zaradi lege je opazen vpliv kontinentalne klime. Menina Planina tvori severni del te gospodarske enote in je del Savinjskih Alp. Matična podlaga v GE so pretežno apnenci. Tla, ki prevladujejo na področju Menine planine so rjava pokarbonatna tla. Večina naselji je v dolini, posamezne kmetije in manjši zaselki so tudi na višje ležečih področjih, ki pa so z dolino dobro povezani. Prebivalstvo je skoncentrirano v večjih krajih v bližini Kamnika. Gozdovi ob robu doline služijo tudi za rekreacijo.

Kamniška Bistrica je najsevernejša GE v gozdnogospodarskem območju Ljubljana. Enota je značilni predstavnik alpskega sveta s strmimi bregovi, ozkimi dolinami, številnimi jarki in veliko skalovitostjo. Dolina se vije v smeri sever jug. GE leži v območju predalpsko-alpske klime. Podnebje je hladno in humidno. V višjih predelih je prisotna alpska klima. Pogosti so temperaturni obrati. Padavin je dosti preko celega leta, viška padavin sta spomladi in jeseni. Matična podlaga je zelo pestra. Na dnu doline so rečni in ledeniški nanosi, mestoma se pojavljajo tudi kremenovi keratofirji, prevladujejo apnenci. Tla na karbonatni podlagi so rjava pokarbonatna in rendzine. Z večanjem nadmorske višine se globina tal zmanjšuje. Na področju gospodarske enote se ni razvilo nobeno naselje. GE zaradi svoje lege (v osrčju planin) pomembna izhodiščna točka za planinarjenje.



Slika 4: Karta območja z označenima lokacijama opravljanja meritev

6 REZULTATI

Glavnino meritev smo opravili na področju Menine planine in sicer smo izmerili in ocenili 170 prečnih profilov na cestah treh starostnih razredov in vseh strani neba. V Kamniški Bistrici smo izmerili in ocenili 74 prečnih profilov v prvem starostnem razredu in v vse smeri neba.

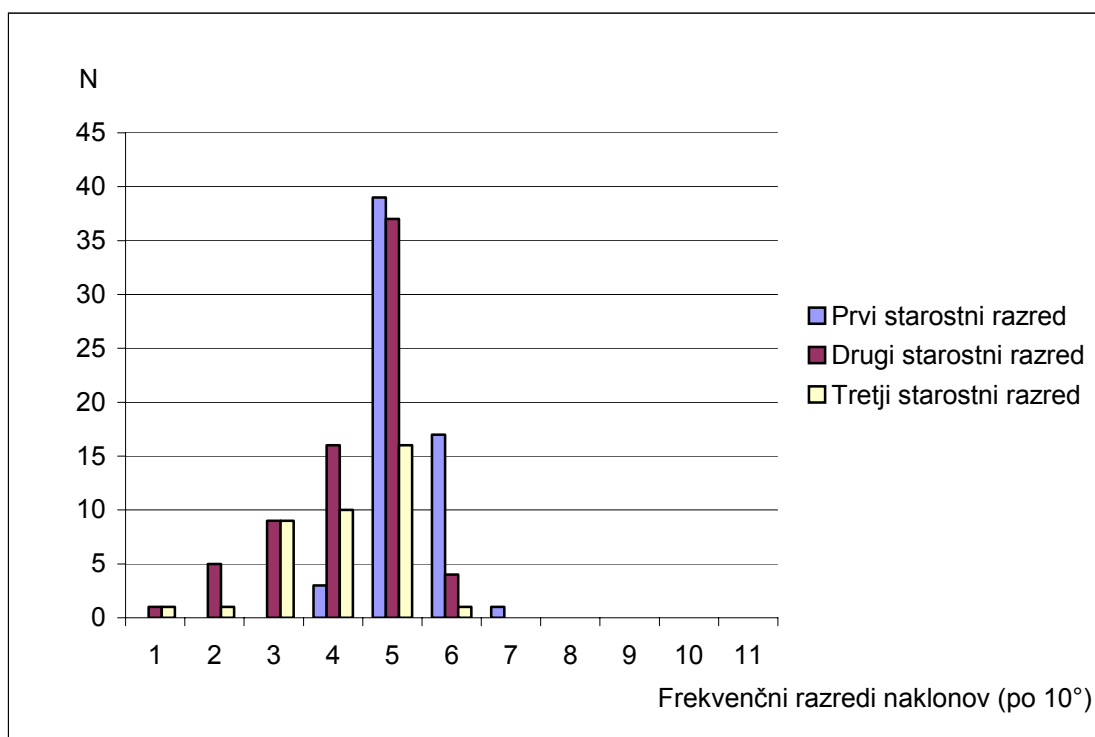
Preglednica 1: Število opravljenih meritev po področjih, starostnih razredih in smereh neba

	Menina planina				Kamniška Bistrica			
Starostni razred	Sever	jug	vzhod	zahod	sever	jug	vzhod	zahod
1 (1980-1989)	0	20	20	20	19	20	15	20
2 (1970-1979)	6	20	20	24				
3 (1960-1969)	0	19	1	18				

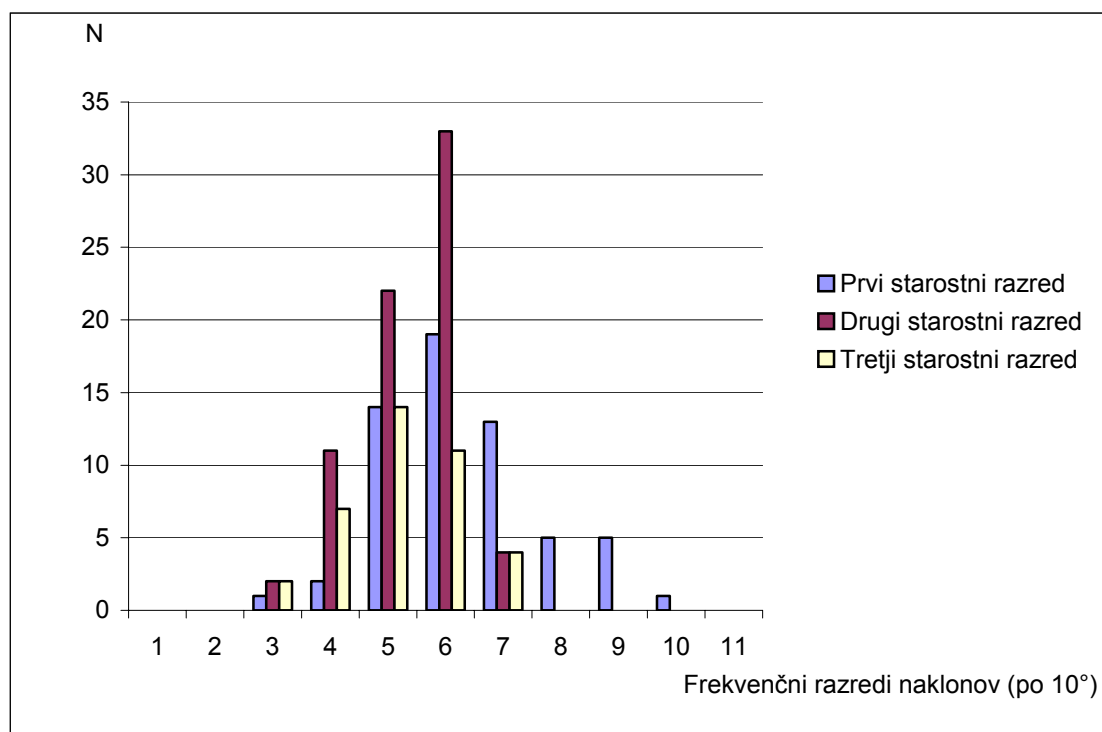
6.1 MENINA PLANINA

6.1.1 Uvod

Na slučajnostno izbranih prečnih profilih smo ugotovili naslednje povprečne vrednosti, ki ilustrirajo gozdne ceste na obravnavanem območju. Tako je povprečni naklon odkopne brežine $41,9^\circ$ (89,7 %), povprečni naklon nasipne brežine 30° (57,7 %). Izdelali smo tudi frekvenčne porazdelitve naklonov odkopnih in nasipnih brežin po starostnih razredih (slika 5 in 6). Prvi razred obsega naklone od 0° do 9° , drugi od 10° do 19° , tretji od 20° do 29° ,... Odkopne brežine so krajše od nasipnih. Odkopne merijo 3,3 metre, nasipne pa v povprečju 7 metrov. Povprečna širina cestišča je 4,9 metra, povprečna širina svetlega profila pa 3,6 metra. Povprečna zaraščenost odkopne in nasipne brežine je podana v preglednicah 2 in 3. Ugotavljali smo razlike v zaraščenost odkopnih in nasipnih brežin in ugotovili, da so razlike značilne le v prvem starostnem razredu ($\alpha = 0,05$), medtem ko v naslednjih starostnih razredih nismo odkrili razlik (preglednica 4).

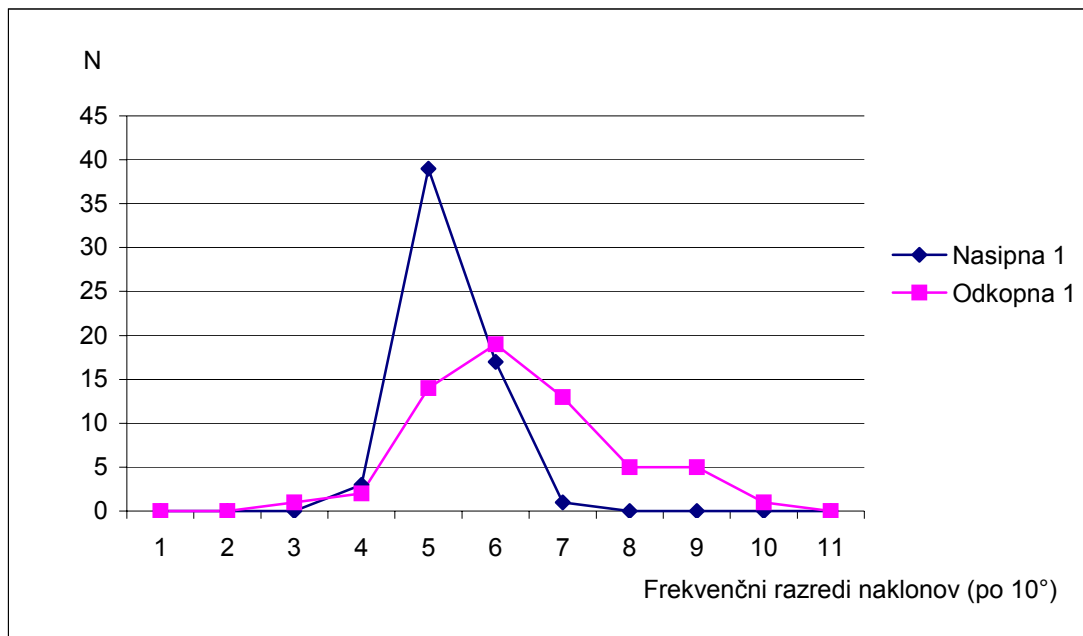


Slika 5: Frekvenčna porazdelitev naklonov nasipnih brežin na Menini planini



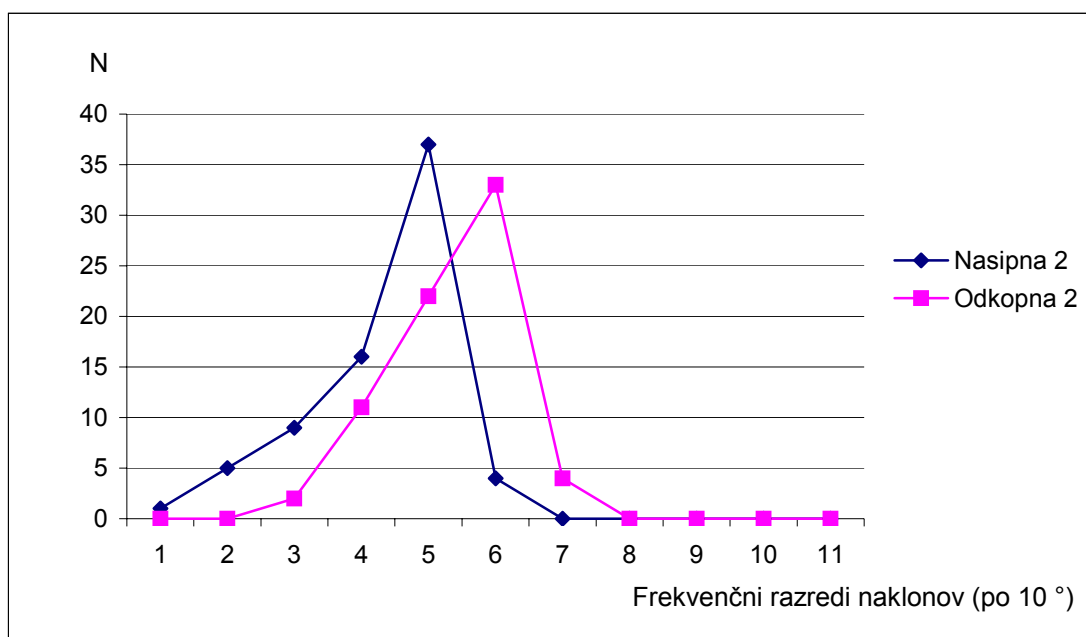
Slika 6: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopnih brežin na Menini planini

Iz slik 5 in 6 je razvidno, da se z povečevanjem starosti cest zmanjšujejo nakloni tako odkopnih kot tudi nasipnih brežin. To je smiselno, če pomislimo predvsem na načine gradnje in orodja ter delovne stroje, ki so jih uporabljali za gradnjo cest.

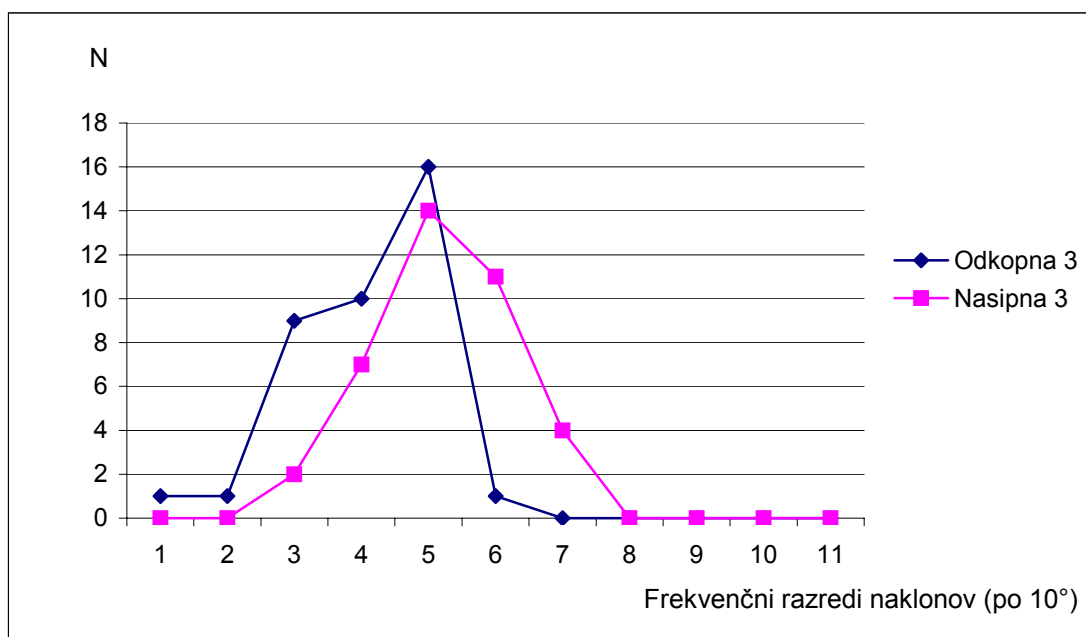


Slika 7: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v prvem starostnem razredu

Slike 7, 8 in 9 prikazujejo frekvenčne porazdelitve naklonov nasipnih in odkopnih brežin danih starostnih razredov. Vidimo, da so razlike med nakloni odkopnih in nasipnih brežin pri starejših cestah manjši. Medtem, ko ima največje število izmerjenih prečnih profilov naklone nasipnih brežin v petem razredu, se nakloni odkopnih brežin od starejših proti mlajšim pomikajo proti višjim razredom.



Slika 8: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v drugem starostnem razredu



Slika 9: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine v tretjem starostnem razredu

Preglednica 2: Povprečna zaraščenost odkopnih brežin po starostnih razredih in straneh neba

Stran neba	Starostni razred ceste			Skupaj
	1	2	3	
jug	6,7	4,5	2,0	4,4
sever	/	3,3	/	3,3
vzhod	3,7	6,0	1,0	4,7
zahod	2,7	3,4	1,9	2,7
Skupaj	4,3	4,4	1,9	3,8

Preglednica 3: Povprečna zaraščenost nasipnih brežin po starostnih razredih in straneh neba

Stran neba	Starostni razred ceste			Skupaj
	1	2	3	
jug	7,8	3,6	2,0	4,5
sever	/	1,2	/	1,2
vzhod	2,2	6,7	1,0	4,3
zahod	9,0	3,0	2,4	4,7
Skupaj	6,3	4,0	2,2	4,4

Preglednica 4: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) med odkopno in nasipno brežino po starostnih razredih

	Odkopna 1	Nasipna 1	Odkopna 2	Nasipna 2	Odkopna 3	Nasipna 3
Aritmetična sredina	4,3	6,3	4,4	4,0	1,9	2,2
Varianca	9,20904	12,68814	9,99511	13,37950	1,94310	2,94737
Število meritev	60	60	72	72	38	38
Stopinje prostosti	115		139		71	
Izračunani t	-3,25546		0,70690		-0,58684	
Kriterialni t	1,98081		1,97718		1,99394	

Iz preglednice 4 je razvidno, da obstajajo razlike v zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino le v prvem starostnem razredu. Kaže, da se s starostjo ceste zabrišejo razlike v zaraščanju med odkopno in nasipno brežino. Kot vidimo iz preglednic 2 in 3 je tudi

zaraščenost brežin starejših cest slabša kot novejših. To lahko pripišemo pomanjkanju svetlobe, saj drevje sčasoma zapolni prostor, ki je bil narejen s preseko.

6.1.2 Odkopna brežina

Zaraščenost odkopnih brežin znotraj starostnega razreda je v določenih kombinacijah značilno različna. Ker variance niso homogene, smo opravili t`-test, ki je izpeljanka t-testa v primeru nehomogenih varianc. Teste smo izvedli z računalniškim programom *MS Excel*. Tako smo odkrili razlike znotraj prvega starostnega razreda (1981-1990) med južno in vzhodno ter južno in zahodno lego, obakrat s tveganjem, ki je manjše od 5 %. Razlik nismo odkrili med vzhodno in zahodno lego. Preizkusili smo tudi značilnost razlik med zaraščenostjo brežin toplih in hladnih leg. Za tople lege smatramo jug in zahod, za hladne lege sever in vzhod. Med toplimi in hladnimi legami nismo odkrili statistično značilnih razlik (preglednica 5).

Preglednica 5: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino v prvem starostnem razredu

	Jug	Vzhod	Jug	Zahod	Vzhod	Zahod	Tople	Hladne
Aritmetična sredina	6,7	3,65	6,7	2,65	3,65	2,65	4,675	3,65
Varianca	6,95789	5,92368	6,95789	6,34474	5,92368	6,34474	10,68654	5,92368
Število meritev	20	20	20	20	20	20	40	20
Stopinje prostosti	38		38		38		49	
Izračunani t	3,80041		4,96594		1,27679		1,36564	
Kriterialni t	2,02439		2,02439		2,02439		2,00957	

Znotraj drugega starostnega razreda (1971-1980) smo odkrili statistično značilne razlike samo med vzhodnimi in zahodnimi legami. Razlik nismo odkrili med preverjanjem ostalih kombinacij smeri neba. Ravno tako nismo odkrili razlik med toplimi in hladnimi legami (preglednica 6).

Preglednica 6: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino v drugem starostnem razredu

	Sever	Jug	Sever	Vzhod	Sever	Zahod	Jug	Vzhod
Aritmetična sredina	3,3	4,5	3,3	6,0	3,3	3,4	4,5	6,0
Varianca	9,06667	11,69048	9,06667	10,15526	9,06667	6,33152	11,69048	10,15526
Število meritev	6	22	6	20	6	24	22	20
Stopinje prostosti	9		9		7		40	
Izračunani t	-0,81633		-1,84159		-0,03128		-1,42242	
Kriterialni t	2,26216		2,26216		2,36462		2,02107	

	Jug	Zahod	Vzhod	Zahod	Tople	Hladne
Aritmetična sredina	4,5	3,4	6,0	3,4	3,9	5,3
Varianca	11,69048	6,33152	10,15526	6,33152	9,01449	10,79538
Število meritev	22	24	20	24	46	26
Stopinje prostosti	38		36		48	
Izračunani t	1,26158		2,93149		-1,83315	
Kriterialni t	2,02439		2,02809		2,01063	

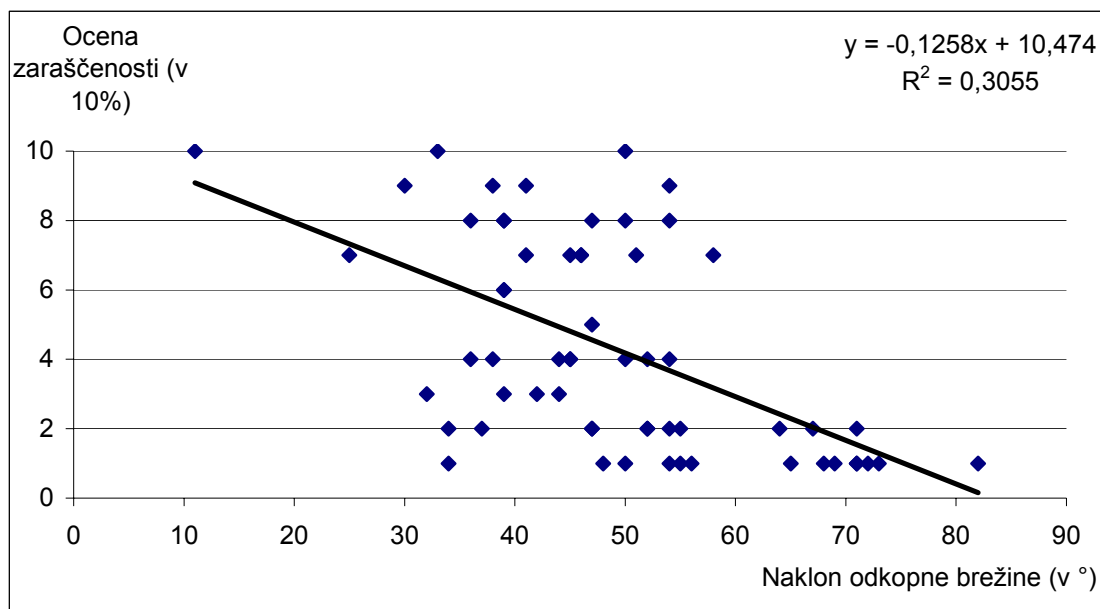
Zaradi pomanjkanja podatkov za hladne lege tretjega starostnega razreda (1961-1970) nismo ugotavljali značilnosti razlik med toplimi in hladnimi legami ter tudi ne po straneh neba.

Dalje smo ugotavljali značilnost razlik med starostnimi razredi. Med prvim in drugim starostnim razredom ne na hladnih legah in ne na toplih legah nismo odkrili značilnih razlik.

Preglednica 7: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino med starostnimi razredi

	<i>Tople 1</i>	<i>Tople 2</i>	<i>Hladne 1</i>	<i>Hladne 2</i>
Aritmetična sredina	4,675	3,913043	3,65	5,346154
Varianca	10,68654	9,014493	5,923684	10,79538
Število meritev	40	46	20	26
Stopinje prostosti	80		44	
Izračunani t	1,11964		-2,01099	
Kriterialni t	1,990065		2,015367	

Dalje smo ugotavljali odvisnost zaraščenosti brežine od naklona le te. Odvisnosti smo prikazali v grafikonih. V prvem starostnem razredu nam linearna regresija pokaže (slika 10), da se z večanjem naklona odkopne brežine zaraščenost zmanjšuje. Ker vemo, da se na strmejših delih težje zadrži rastni substrat oziroma je bolj podvržen izpiranju, je to povsem normalno. Tudi test korelacijskega koeficienta nam je pokazal, da korelacija med zaraščenostjo brežine in naklonom le te obstaja.



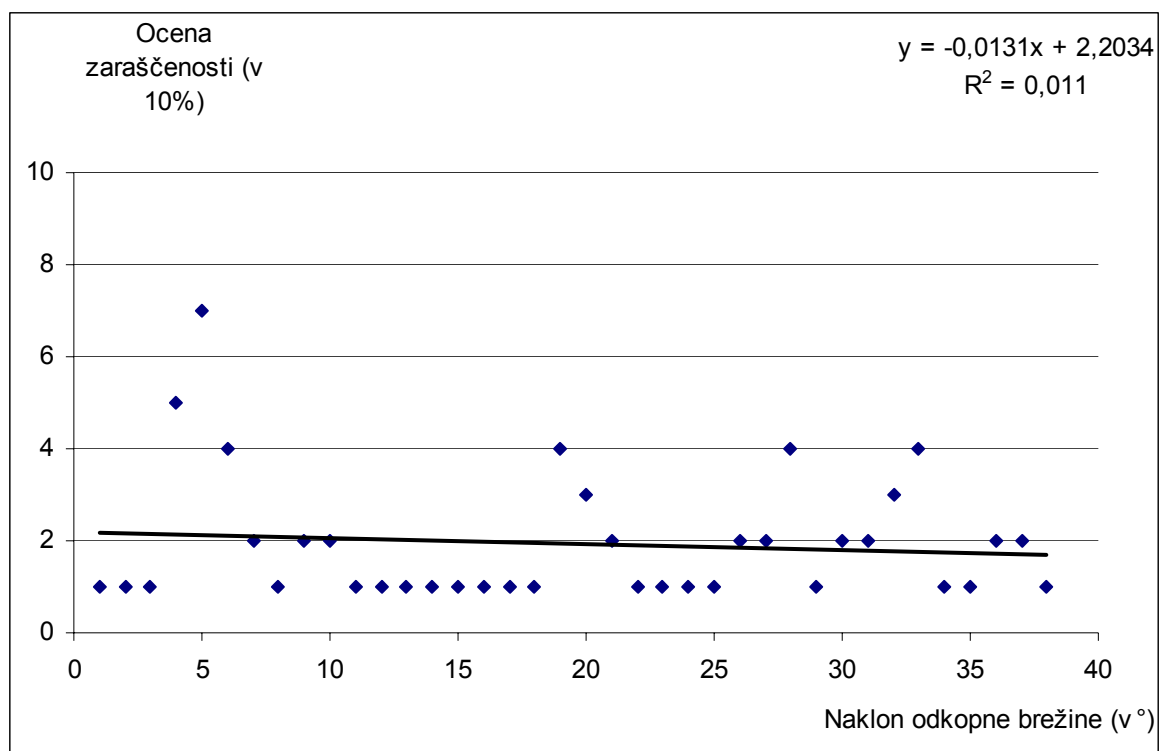
Slika 10: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine v prvem starostnem razredu ($N=60$)

Preglednica 8: Test značilnosti korelacije k sliki 10

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F
Regresija	1	165,9824	165,9824	25,51200319***
Ostanek	58	377,3509	6,506051	
Skupaj	59	543,3333		

Znotraj drugega starostnega razreda se zaraščenost odkopne brežine v odvisnosti od naklona odkopne brežine rahlo povečuje. Z F-testom nismo mogli dokazati, da regresija obstaja. Da korelacija med naklonom brežine in zaraščenostjo le te ne obstaja je razlog predvsem v količini svetlobe. To nam tudi kaže gost roj točk pri oceni zaraščenosti pod 40%. Tudi širina svetlega profila je pri starejših cestah manjša. Kot smo videli poprej se z starostjo nakloni brežin zmanjšujejo, to pomeni, da je izpiranja manj.

V tretjem starostnem razredu (slika 11) so nakloni odkopne brežine manjši kot v prvih dveh starostnih razredih. Vidimo da se zaraščenost odkopne brežine z večanjem naklona rahlo zmanjšuje. Tudi z testom korelacije smo pokazali, da obstaja povezava med naklonom odkopne brežine in zaraščenostjo.

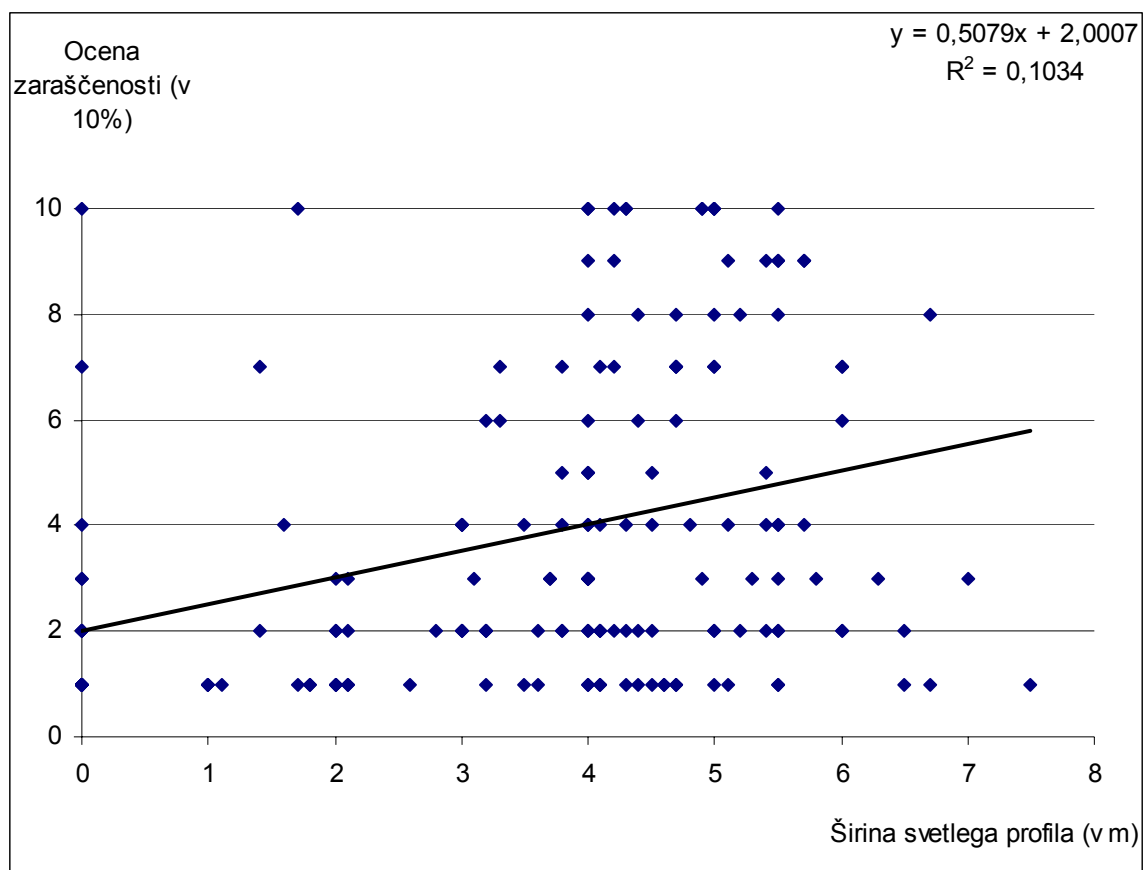


Slika 11: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine v tretjem starostnem razredu (N=38)

Preglednica 9: Test značilnosti korelacije k sliki 11

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F
Regresija	1	13,53207	13,53207	8,347021**
Ostanek	36	58,36267	1,621185	
Skupaj	37	71,89474		

Dalje smo preverili, kako vpliva širina svetlega profila na zaraščenost odkopne brežine. Odvisnost smo prikazali na grafikonu (slika 13) s pomočjo linearne regresije. Za ta preizkus smo združili podatke vseh starostnih razredov. Vidimo, da se z večanjem svetlega profila ceste večja tudi zaraščenost odkopne brežine. Tudi z testom korelacijskega koeficienta smo potrdili obstoj zveze med zaraščenostjo brežin in širino svetlega profila. Kjer je svetli profil večji, do tal dospe več svetlobe. Tako so svetlobne razmere boljše in tudi brežine so bolj zaraščene.



Slika 12: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od širine svetlega profila preko vseh treh starostnih razredov ($N=170$)

Preglednica 10: Test značilnosti korelacije k sliki 12

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F
Regresija	1	155,2365	155,2365	19,38329***
Ostanek	168	1345,475	8,008781	
Skupaj	169	1500,712		

6.1.3 Nasipna brežina

Ugotavljali smo tudi zaraščenost nasipnih brežin. Razlike smo preizkušali po enaki metodologiji kot za odkopne brežine. Preizkusili smo značilnost razlik med stranmi neba po starostnih razredih in značilnost razlik med toplimi in hladnimi legami znotraj starostnega razreda in med starostnimi razredi.

V prvem starostnem razredu so razlike značilne med južnimi in vzhodnimi ter vzhodnimi in zahodnimi legami s tveganjem manjšem od 5 % ($\alpha = 0,05$). Ravno tako so razlike značilne tudi med hladnimi in toplimi legami ($\alpha = 0,05$), medtem ko razlik med južnimi in zahodnimi legami nismo odkrili. Ker je z azimutom povezana tudi toplota, vidimo, da je na nasipnih brežinah tudi faktor, ki odločilno vpliva na zaraščenost brežin. Iz aritmetičnih sredin vidimo, da so brežine na toplih legah bolj zaraščene, kot brežine na hladnih legah.

Preglednica 11: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino v prvem starostnem razredu

	<i>Jug</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Jug</i>	<i>Zahod</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Zahod</i>	<i>Tople</i>	<i>Hladne</i>
Aritmetična sredina	7,75	2,2	7,75	8,95	2,2	8,95	8,35	2,2
Varianca	7,671053	2,273684	7,671053	2,155263	2,273684	2,155263	5,15641	2,273684
Število meritev	20	20	20	20	20	20	40	20
Stopinje prostosti	29		29		38		53	
Izračunani t	7,870663		-1,71199		-14,3439		12,48633	
Kriterialni t	2,045231		2,045231		2,045231		2,005745	

V drugem starostnem razredu smo odkrili, da so razlike značilne med severnimi in južnimi legami, severnimi in vzhodnimi legami, severnimi in zahodnimi legami, med južnimi in vzhodnimi ter vzhodnimi in zahodnimi. Povsod so razlike značilne z tveganjem manjšim od 5 % ($\alpha = 0,05$). Razlike med južnimi in zahodnimi legami niso značilno različne, kar opravičuje dejstvo, da smo jih združili v tople lege. Med preverjanjem značilnosti razlik med toplimi in hladnimi legami smo ugotovili, da razlike so značilne s tveganjem manjšim od 5 % ($\alpha = 0,05$). Ravno tako kot v prvem starostnem razredu vidimo, da je toplota na

nasipnih brežinah ključni faktor. Vidimo da so brežine toplih leg boljše zaraščene od brežin na hladnejših legah.

Preglednica 12: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino v drugem starostnem razredu

	<i>Sever</i>	<i>Jug</i>	<i>Sever</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Sever</i>	<i>Zahod</i>	<i>Jug</i>	<i>Vzhod</i>
Aritmetična sredina	1,2	3,6	1,2	6,7	1,2	3,0	3,6	6,7
Varianca	0,16667	12,72944	0,16667	13,81842	0,16667	8,73732	12,72944	13,81842
Število meritev	6	22	6	20	6	24	22	20
Stopinje prostosti	23		20		26		39	
Izračunani t	-3,11315		-6,46802		-2,86225		-2,71500	
Kriterialni t	2,06866		2,08596		2,05553		2,02269	

	<i>Jug</i>	<i>Zahod</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Zahod</i>	<i>Tople</i>	<i>Hladne</i>
Aritmetična sredina	3,6	3,0	6,7	3,0	3,3	5,4
Varianca	12,72944	8,73732	13,81842	8,73732	10,50821	16,08615
Število meritev	22	24	20	24	46	26
Stopinje prostosti	41		36		44	
Izračunani t	0,65153		3,59419		-2,30741	
Kriterialni t	2,01954		2,02809		2,01537	

Značilnosti razlik v tretjem starostnem razredu nismo ugotavljali, saj nismo razpolagali z zadostnim številom podatkov.

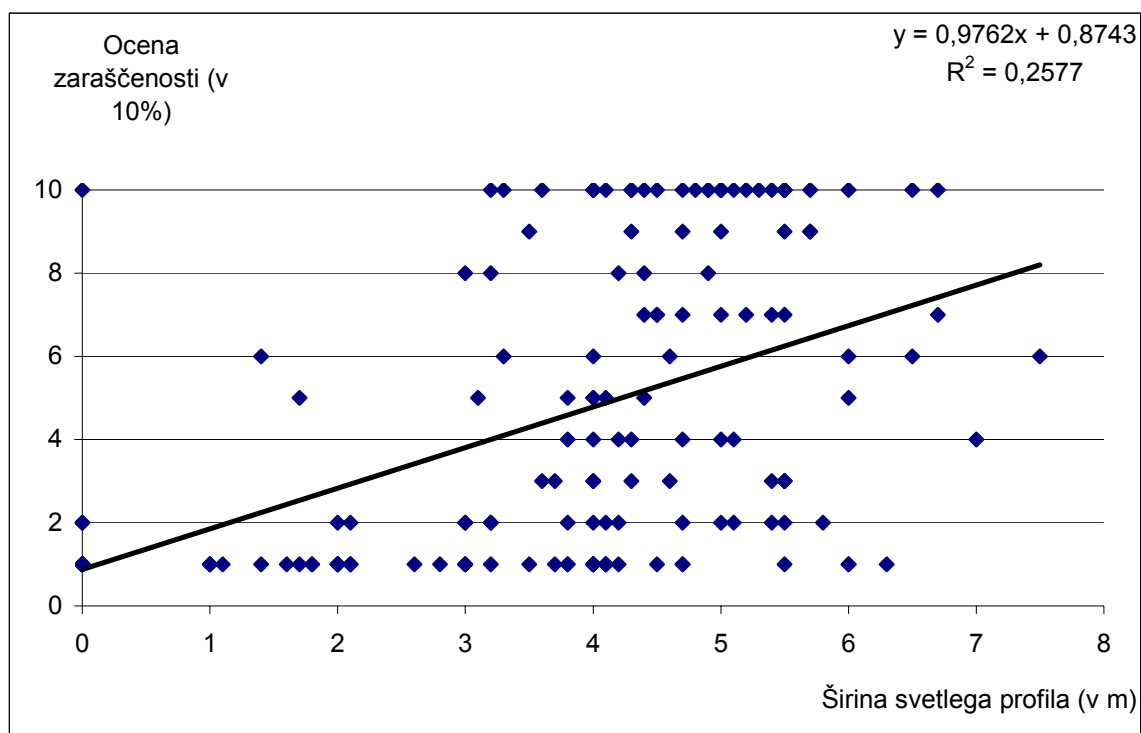
Dalje smo ugotavljali značilnost razlik v zaraščanju brežin toplih in hladnih leg med prvima dvema starostnima razredoma (preglednica 14). Ugotovili smo, da so razlike značilne s tveganjem manjšim od 5 % med toplimi legami in hladnimi legami. Kot je razvidno, je tudi čas pomemben dejavnik, ki vpliva na zaraščenost brežin. Vidimo, da so brežine na toplih legah boljše zaraščene na cestah grajenih kasneje, medtem ko so brežine na hladnih legah boljše zaraščene na starejših cestah.

Preglednica 13: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino med starostnimi razredi

	<i>Tople 1</i>	<i>Tople 2</i>	<i>Hladne 1</i>	<i>Hladne 2</i>
Aritmetična sredina	8,35	3,26087	2,2	5,384615
Varianca	5,15641	10,50821	2,273684	16,08615
Število meritev	40	46	20	26
Stopinje prostosti	81		34	
Izračunani t	8,51328		-3,72124	
Kriterialni t	1,989688		2,032243	

Tako kot pri odkopnih brežinah smo ugotavljali tudi pri nasipnih brežinah odvisnost zaraščanja brežine od naklona le te. V prvem starostnem razredu vidimo, da so bolj zaraščene bolj strme brežine, ravno tako nam pokaže linearna regresija v drugem starostnem razredu in v tretjem starostnem razredu. V nobenem od starostnih razredov nismo odkrili, da bi med naklonom in zaraščenostjo nasipnih brežin obstajala korelacija. Ker vemo, da so nasipne brežine grajene tako, da je najprej naložen grob material, nato finejši in nazadnje so posute z rastnim substratom vidimo, da kljub veliko različnim naklonom ta ni odločilen.

Dalje smo preverili, kako vpliva širina svetlega profila na zaraščenost nasipne brežine. Odvisnost smo prikazali na grafikonu (slika 13) s pomočjo linearne regresije. Za ta preizkus smo združili podatke vseh starostnih razredov. Vidimo, da se z večanjem svetlega profila ceste večja tudi zaraščenost odkopne brežine. S preizkusom koeficienta korelacije smo ugotovili, da zveza med svetlim profilom ceste in zaraščenostjo nasipnih brežin gozdnih cest zagotovo obstaja. Nato smo preverili tudi, ali se širine svetlih profilov po starostnih razredih razlikujejo. Tako so razlike značilne med prvim in drugim starostnim razredom ter prvim in tretjim s tveganjem manjšem od 1 %. Razlik nismo odkrili med drugim in tretjim starostnim razredom.



Slika 13: Odvisnost zaraščenosti nasipne brežine od širine svetlega profila preko vseh treh starostnih razredov ($N=170$)

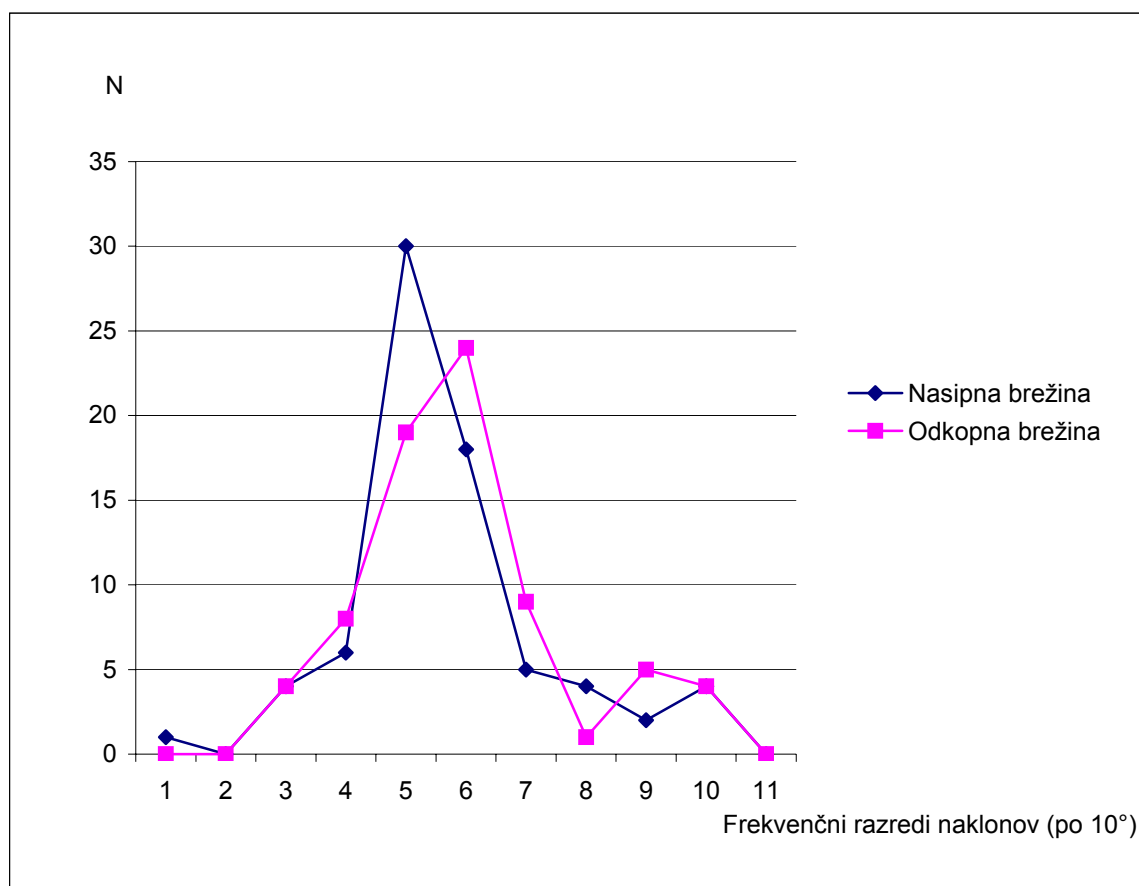
Preglednica 14: Test značilnosti korelacije k sliki 13

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F
Regresija	1	573,4995	573,4995	58,33339***
Ostanek	168	1651,677	9,831411	
Skupaj	169	2225,176		

6.2 KAMNIŠKA BISTRICA

6.2.1 Uvod

V Kamniški Bistrici smo pridobili podatke samo za prvi starostni razred (1981-1990). Iz dobljenih podatkov smo ugotovili naslednje srednje vrednosti, ki ilustrirajo gozdne ceste na obravnavanem območju v danem obdobju izgradnje. Tako je povprečni naklon odkopne brežine $44,6^\circ$ (98,6 %), povprečni naklon nasipne brežine $41,8^\circ$ (89,4 %). Odkopna brežina je daljša od nasipne brežine. Nasipna brežina je v povprečju dolga 3 metre, odkopna brežina 3,8 metra. Širina cestišča znaša 5,3 metra in širina svetlega profila 4,2 metra. Povprečna zaraščenost nasipne in odkopne brežine sta predstavljeni v preglednici 19. Preverili smo tudi razlike v zaraščenosti odkopnih in nasipnih brežin. Razlike so značilne s tveganjem manjšim od 5 % ($\alpha=0,05$). Slika 14 prikazuje frekvenčno porazdelitev naklonov nasipnih in odkopnih brežin. Vidimo, da so odkopne brežine strmejšje od nasipnih.



Slika 14: Frekvenčna porazdelitev naklonov odkopnih in nasipnih brežin

Preglednica 15: Povprečna zaraščanost odkopnih in nasipnih brežin

Stran neba		Povprečna zaraščanost
Jug	Nasipna brežina	2,29
	Odkopna brežina	4,67
Sever	Nasipna brežina	2,00
	Odkopna brežina	1,84
Vzhod	Nasipna brežina	2,93
	Odkopna brežina	3,29
Zahod	Nasipna brežina	3,05
	Odkopna brežina	4,95
Nasipna brežina - skupaj		2,54
Odkopna brežina - skupaj		3,76

Preglednica 16: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) med odkopno in nasipno brežino

	<i>Odkopna</i>	<i>Nasipna</i>
Aritmetična sredina	3,756757	2,540541
Varianca	6,077009	3,375046
Število meritev	74	74
Stopinje prostosti	135	
Izračunani t	3,403012	
Kriterialni t	1,977692	

6.2.2 Odkopna brežina

Zaraščenost odkopnih brežin je v posameznih primerih značilno različna. Tako so razlike značilne med severnimi in južnimi legami ter severnimi in zahodnimi legami in med severnimi in vzhodnimi ter vzhodnimi in zahodnimi s tveganjem manjšim od 5 % ($\alpha=0,05$). Med južnimi in zahodnimi in južnimi in vzhodnimi legami nismo odkrili razlik.

Dalje smo združili podatke za tople (jug in zahod) ter hladne lege (sever in vzhod). Ugotavljali smo značilnost razlik med hladnimi in toplimi legami in ugotovili, da so razlike značilne s tveganjem manjšim od 5 % ($\alpha=0,05$). Izračuni so prikazani v preglednici 21.

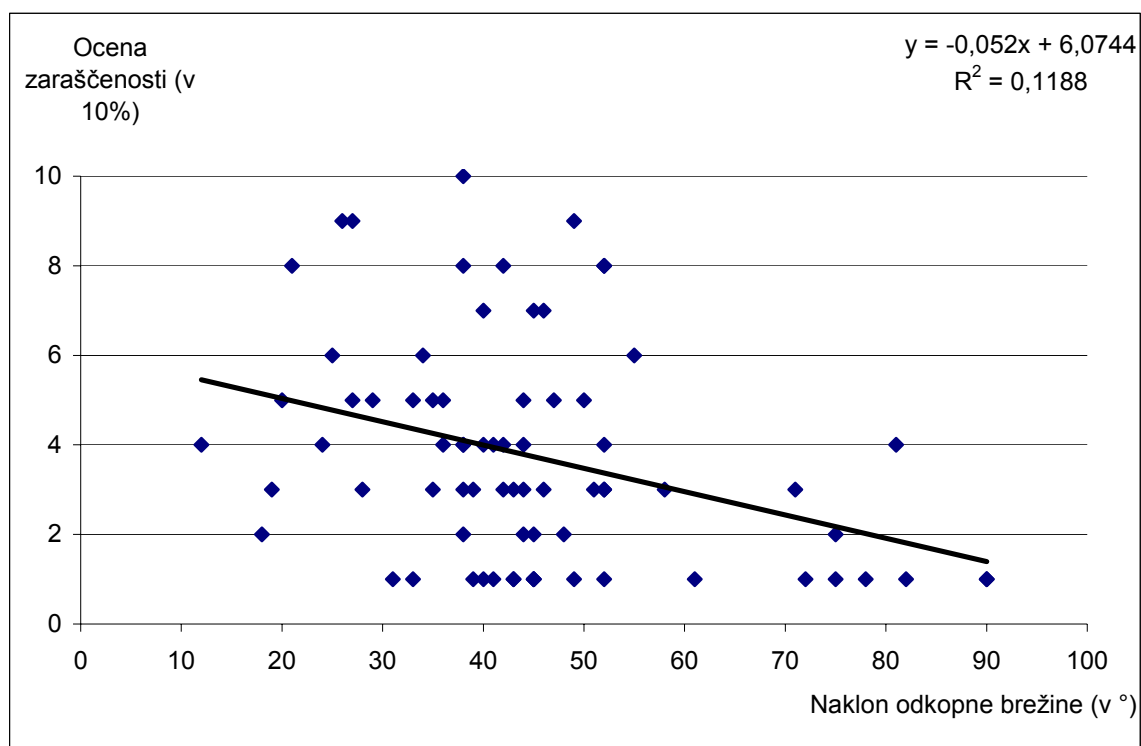
V Kamniški Bistrici med odkopnimi brežinami obstajajo v posameznih primerih razlike v zaraščanju brežin glede na stran neba. Brežine severnih leg se zaraščajo najslabše, saj so tudi najhladnejše. Najbolje se zaraščajo brežine zahodnih lege, medtem ko so si brežine vzhodnih in južnih leg dokaj podobne in med njimi nismo odkrili razlik. Enako kot na Menini planini se brežine toplih leg zaraščajo bolje od brežin na hladnih legah. To kaže na pomemben vpliv toplote na zaraščanje brežin gozdnih cest.

Preglednica 17: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za odkopno brežino

	<i>Sever</i>	<i>Jug</i>	<i>Sever</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Sever</i>	<i>Zahod</i>	<i>Jug</i>	<i>Vzhod</i>
Aritmetična sredina	1,7	4,7	1,7	3,3	1,7	5,0	4,7	3,3
Varianca	1,62418	6,23333	1,62418	4,83516	1,62418	5,52368	6,23333	4,83516
Število meritev	18	21	18	14	18	20	21	14
Stopinje prostosti	31		20		30		30	
Izračunani t	-4,73277		-2,36892		-5,33232		1,723239	
Kriterialni t	2,039515		2,085962		2,04227		2,04227	

	<i>Jug</i>	<i>Zahod</i>	<i>Vzhod</i>	<i>Zahod</i>	<i>Tople</i>	<i>Hladne</i>
Aritmetična sredina	4,7	5,0	3,3	5,0	4,8	2,5
Varianca	6,23333	5,52368	4,83516	5,52368	5,76098	3,50568
Število meritev	21	20	14	20	41	33
Stopinje prostosti	39		29		72	
Izračunani t	-0,3743		-2,111		4,731575	
Kriterialni t	2,022689		2,045231		1,993462	

Ugotavljali smo tudi vpliv naklona odkopne brežine na zaraščenost odkopne brežine. Vidimo (slika 15), da se z naraščanjem naklona odkopne brežine zmanjšuje njena zaraščenost. Da obstaja povezava med zaraščenostjo odkopne brežine in naklonom le te smo ugotovili tudi s testom korelacijskega koeficienta. Razlog za slabšo zaraščenost strmejših brežin je predvsem ta, da se na strmih skalnatih tleh težko obdrži kaj rastnega substrata.



Slika 15: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine (N=74)

Preglednica 18: Test značilnosti korelacije k sliki 15

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F
Regresija	1	52,691	52,691	9,704412**
Ostanek	72	390,9306	5,429592	
Skupaj	73	443,6216		

Preverili smo tudi vpliv širine svetlega profila na zaraščenost odkopne brežine. Tudi tu smo ugotovili, da se z povečevanjem svetlega profila ceste povečuje zaraščenost odkopne brežine, vendar povezava ni dovolj tesna, da bi lahko govorili o odvisnosti. V Kamniški Bistrici je to predvsem zaradi tega, ker je dolina ozka in je že tako na razpolago malo svetlobe.

6.2.3 Nasipna brežina

Na obravnavanem območju med stranmi neba na nasipnih brežinah nismo odkrili razlik v zaraščenosti. Ravno tako nismo odkrili razlik v zaraščenosti nasipnih brežin med toplimi in hladnimi legami.

Preglednica 19: Izračun t-testa ($\alpha=0,05$) za nasipno brežino

	Sever	Jug	Sever	Vzhod	Sever	Zahod	Jug	Vzhod
Aritmetična sredina	2,0	2,3	2,0	2,9	2,0	3,1	2,3	2,9
Varianca	1,11111	2,91429	1,11111	3,76374	1,11111	5,52368	2,91429	3,76374
Število meritev	19	21	19	14	19	20	21	14
Stopinje prostosti	34		19		27		25	
Izračunani t	-0,64331		-1,62304		-1,81503		-1,00691	
Kriterialni t	2,03224		2,09302		2,05183		2,05954	

	Jug	Zahod	Vzhod	Zahod	Tople	Hladne
Aritmetična sredina	2,3	3,1	2,9	3,1	2,7	2,4
Varianca	2,91429	5,52368	3,76374	5,52368	4,23049	2,37121
Število meritev	21	20	14	20	41	33
Stopnje prostosti	35		31		72	
Izračunani t	-1,18646		-0,16448		0,63244	
Kriterialni t	2,03011		2,03951		1,99346	

Obravnavali smo tudi vpliv naklona nasipne brežine na zaraščenost nasipne brežine. Odkrili smo, da so bolj strme nasipne brežine slabše zaraščene kot položnejše nasipne brežine.

Pri preverjanju vpliva svetlega profila ceste na zaraščenost nasipne brežine smo ugotovili, da se z večanjem svetlega profila zaraščenost nasipne brežine ne povečuje in ne zmanjšuje.

Odkrili smo, da ne ekspozicija, ne naklon in ne širina svetlega profila ne igrajo odločile vloge pri zaraščanju nasipnih brežin v Kamniški Bistrici. Tega vsaj nismo odkrili pri naših izračunih.

6.3 PRIMERJAVA PODROČIJ

V nadaljevanju smo izvedli tudi preizkus značilnosti razlik v zaraščenost brežin med Menino planino in Kamniško Bistrico. Testirali smo značilnost razlik v zaraščenosti brežin med odkopnimi brežinami in značilnost razlik med nasipnimi brežinami istega starostnega razreda (1981-1990). Z analizo značilnosti razlik smo ugotovili, da med odkopnimi brežinami v Kamniški Bistrici in Menini planini ni razlik, medtem ko so razlike med nasipnimi brežinami značilne s tveganjem manjšim od 5% ($\alpha = 0,05$).

Preglednica 20: Primerjava zaraščenosti odkopnih in nasipnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)

	<i>Odkopna MP</i>	<i>Odkopna KB</i>	<i>Nasipna MP</i>	<i>Nasipna KB</i>
Aritmetična sredina	4,3	3,8	6,3	2,5
Varianca	9,20904	6,07701	12,68814	3,37505
Število meritev	60	74	60	74
Stopinje prostosti	113		84	
Izračunani t	1,18785676		7,4146941	
Kriterialni t	1,98117959		1,9886102	

Preglednica 21: Primerjava zaraščenosti odkopnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)

	<i>Tople MP</i>	<i>Tople KB</i>	<i>Hladne MP</i>	<i>Hladne KB</i>
Aritmetična sredina	4,7	4,8	3,7	2,5
Varianca	10,68654	5,76098	5,92368	3,50568
Število meritev	40	41	20	33
Stopinje prostosti	72		33	
Izračunani t	-0,20341		1,88449	
Kriterialni t	1,99346		2,03452	

Preglednica 22: Primerjava zaraščenosti nasipnih brežin med območjema (MP- Menina planina; KB- Kamniška Bistrica)

	<i>Tople MP</i>	<i>Tople KB</i>	<i>HladneMP</i>	<i>Hladne KB</i>
Aritmetična sredina	8,4	2,7	2,2	2,4
Varianca	5,15641	4,23049	2,27368	2,37121
Število meritev	40	41	20	33
Stopinje prostosti	78		41	
Izračunani t	11,81389		-0,45024	
Kriterialni t	1,99085		2,01954	

Dalje smo preverili značilnost razlik v zaraščenosti brežin med obravnavanima področjema na toplih legah. Med zaraščenostjo odkopnih brežin nismo odkrili razlik. Med testiranjem razlik nasipnih brežin, smo odkrili da razlike obstajajo s tveganjem manjšim od 1 % ($\alpha = 0,01$).

Dalje smo preverili tudi značilnost razlik med zaraščenostjo brežin na hladnih legah. Tu ne pri nasipnih in ne pri odkopnih brežinah nismo odkrili razlik.

Iz zgoraj navedenih podatkov vidimo, da sta si območji med seboj podobni vsaj po zaraščenosti odkopnih brežin in nasipnih brežin na toplih legah. V hladnih legah pa se brežine na Menini planini zaraščajo bolje od brežin v Kamniški Bistrici. Domnevamo, da se nasipne brežine na hladnih legah bolje zaraščajo na Menini planini zato, ker s planote hladen zrak odteka v dolino. Tako se v Kamniško Bistrico steka hladen zrak iz okoliških gora. Drugi razlog za slabšo zaraščenost brežin v Kamniški Bistrici vidimo v prisotnosti vodotoka, ki se vije po dolini in ohranja dolino zelo hladno.

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

7.1 RAZPRAVA

Rezultati proučevanja ozelenitve brežin nam lahko pomagajo pri odločitvah, kdaj in na katerih odsekih je smotrno pristopiti k sanaciji brežin z biotehničnimi ukrepi oziroma kakšni pogoji morajo prevladovati na trasi gozdne prometnice, da sanacijo golih površin lahko prepustimo naravi, ki se ne ozira na naše smotre in ki ji čas ničesar ne pomeni (Dobre, 1978).

Tako smo obravnavali dve območji, kjer je poudarjena tudi rekreacijska funkcija gozda. Skozi gozdove Menine planine in tudi po gozdnih cestah Kamniške Bistrice potekajo planinske poti, ki so bolj ali manj obiskane. Obravnavamo zaraščanje odkopnih in nasipnih brežin gozdnih cest. Na obravnavanih območjih se brežine zaraščajo po naravni poti. Med zbiranjem podatkov smo naleteli na vse možne oblike odkopnih in nasipnih brežin. Ene in druge so bile lahko zelo kratke ali ekstremno dolge. Na zelo strmih terenih so lahko nasipne brežine neskončno dolge in jim ni enostavno določiti dolžine, medtem ko so odkopne brežine tudi popolnoma navpične. Ugotovili smo, da so novejšje ceste zgrajene v bolj strmih področjih. To je razumljivo, saj je bil narejen napredek tudi pri gradbeni mehanizaciji. Od krampov, lopat in razstreliva smo prešli na bagre s pnevmatskim kladivom. Z gradnjo cest v večjih strminah se razgalja tudi več tal. Nastajajo nove in nove odkopne in nasipne brežine, ki se bodo zaraščale v prihodnosti.



Slika 16: Navpična odkopna brežina, nasipna brežina je zelo dolga

Ugotavljali smo zaraščenost brežin gozdnih cest in delež zaraščenih brežin v odvisnosti od starosti in strani neba. Poleg omenjenih faktorjev na zaraščenost vplivata tudi naklon brežine in širina svetlega profila ceste. Vsi naštetí faktorji delujejo vzajemno. Naklon brežine je pomemben zaradi stabilnosti brežine in posledično iz kakšnega materiala bo oblikovana. Če je prestrma je le malo mest ugodnih za klitje semena nasprotno na položnih brežinah rastline lažje najdejo ustrezna mesta za rast in tudi nanos organskih snovi in njihov obstanek na mestu je bolj siguren. Širina svetlega profila ceste vpliva na dva rastna faktorja; svetlobo in temperaturo. Tako so brežine, kjer je gozd nad njimi sklenjen slabše zaraščene kot brežine, kjer je dovolj svetlobe (če ni omejujoč kak drug dejavnik). Poleg širine svetlega profila ceste na svetlobne razmere vpliva tudi drevesna sestava gozda ob cesti. V kolikor je ob cesti gozd listavcev bo ta gozd svetlejši kot če bi bil to gozd smreke. Tako so tudi brežine v gozdu listavcev bolj zaraščene kot v gozdu iglavcev.



Slika 17: Cesto je v nekaterih primerih popolnoma zastrta z gozdom.

Glavnina našega dela je bila skoncentrirana v odkrivanje značilnosti zaraščanja brežin v odvisnosti od starosti in strani neba. Na Menini planini smo merili prečne profile po treh starostnih razredih in ugotovili, da se brežine starejših cest slabše zaraščene kot brežine cest zgrajenih kasneje. Naj poudarimo, da cest mlajših od 15 let nismo obravnavali iz preprostega razloga, ker jih na obravnavanih področjih ni. Tako vidimo, da se pozna vpliv gozda ob cestah. Gozd reagira na motnje, tako da jih poskuša omiliti. Tako skozi čas preseko narejeno za izgradnjo gozdne ceste zaraste. Krošnje dreves z obeh strani ceste se strnejo. Svetloba, ki pade na gozdni sestoj, se s prodiranjem skozi sestoj spremeni in to tako glede intenzitete, kakor tudi glede kakovosti (Kotar, 2005). Bolj kot je sestoj strnjen manj svetlobe dospe do tal. Ker ni dovolj svetlobe, na brežinah starejših cest (tretji starostni razred) ni mnogo rastlinja. V večini so porasle z mahovi.

Ugotovili smo tudi, da so nasipne brežine bolj zaraščene kot odkopne. Razlog za to ugotovitev vidimo predvsem v tem, da je material, ki sestavlja nasipne brežine razrahljan in premešan. Tako so premešani deli razdrobljene matične podlage z gornjimi horizonti. Ta tla so bolj rahla. Na teh tleh je mnogo ugodnih mest za klitje semena in rast drevja. Spremenijo se fizikalne in kemične lastnosti tal.



Slika 18: Dobro porasla nasipna brežina.

Razlike v zaraščенosti med nasipno in odkopno brežino se s starostjo zabrišejo. Na mlajših odsekih gozdnih cest so razlike v zaraščенosti med nasipno in odkopno brežino znatne, vendar se s staranjem zmanjšujejo. V tretjem starostnem razredu razlik skoraj ni več. To smo tudi potrdili z testom, ki smo ga izvedli. Tako na Menini planini kot v Kamniški Bistrici smo odkrili, da so razlike v zaraščенosti odkopne in nasipne brežine značilne le v prvem starostnem razredu, medtem ko v ostalih starostnih razredih razlik nismo odkrili. Te razlike se ne zmanjšujejo na račun boljše zaraščенosti odkopnih brežin temveč slabše

zaraščenosti nasipnih brežin. To je predvsem posledica slabših svetlobnih razmer. Na mlajših brežinah najdemo predvsem trave in grme, medtem ko na starejših drevje.

Ugotavljali smo tudi razlike v zaraščanju brežin glede na stran neba. Odkrili smo, da v zaraščenosti odkopnih brežin na Menini planini glede na stran neba ni razlik, kot tudi ni razlik med hladnimi in toplimi legami. To pojasnujemo predvsem z količino humusa na odkopnih brežinah in z njihovim naklonom. Kot smo pokazali so odkopne brežine strmejše od nasipnih. Sestavlja jih dolomitiziran apnenec. Ta sodi v peto kategorijo hribine, kar pomeni, da je trden in ima velik stabilnostni naklon (slika 16). Na tako strmih brežinah je zelo majhna verjetnost, da bi karkoli raslo.

V Kamniški Bistrici smo odkrili razlike v zaraščenosti glede na stran neba. Brežine severnih leg so bistveno slabše zaraščene kot ostale brežine. Tako tudi obstajajo razlike med toplimi in hladnimi legami. To razliko med območjema razlagamo predvsem z reliefom. Menina planina je planota, Kamniška Bistrica je dolina. Na planotah sončno obsevanje traja dlje časa, kot v dolinah. Posledično so tudi temperature na planotah višje. V Kamniški Bistrici imamo po dolini tudi reko, ki dodatno hladi dolino. Tako so v dolini severne lege deležne komaj kaj sonca. To pomeni, da so razlike med stranmi neba še bolj očitne.

Primerjali smo tudi odkopne brežine obeh obravnavanih področij med seboj. Razlik nismo odkrili. Verjetno je razlog v tem, da sta matični podlagi enaki in tudi nakloni odkopnih brežin so si dokaj podobni.



Slika 19: Včasih je potrebno cesto vklesati v živo skalo.

Obravnavali smo tudi zaraščanje nasipnih brežin. Na Menini planini smo ugotovili, da se zaraščenost nasipnih brežin glede na stran neba razlikuje. To so nam potrdili tudi testi, s katerimi smo odkrili razlike preko obeh starostnih razredov. Tako obstajajo razlike med stranmi neba in tudi med hladnimi in toplimi legami. Nasipne brežine so torej bolj prijazne za zaraščanje. Kot so pokazali rezultati, je ekspozicija pomemben faktor pri zaraščanju nasipnih brežin. Najslabše so zaraščene brežine severnih leg.

Poleg ekspozicije je pomemben faktor tudi čas izgradnje ceste oziroma njena starost. Ugotavljali smo razlike med starostnimi razredi in ugotovili, da res obstajajo. Tako kot pri odkopnih brežinah, so tudi pri nasipnih najboljše zaraščene nasipne brežine prvega starostnega razreda, slabše brežine cest drugega starostnega razreda in najmanj zaraščene so brežine cest tretjega starostnega razreda.

V Kamniški Bistrici nismo odkrili razlik v zaraščenosti nasipnih brežin. Ravno tako nismo odkrili razlik med toplimi in hladnimi legami. Razliko v zaraščenosti nasipnih brežin med obravnavanima območjema smo odkrili tudi z izračunom. Razlog za razlike med obravnavanima območjema vidimo predvsem v razliki v sončnem obsevanju. V doline sonce posije za krajši čas. Tudi nasipne brežine v Kamniški Bistrici so bile na obravnavanih odsekih zložene iz skal v več primerih.

Nasipne brežine so manj stabilne kot odkopne. Tako so bolj podvržene porušitvam. Ob nepravilnem vzdrževanju cest lahko voda spodkoplje brežino, kar je bil slučaj tudi v Kamniški Bistrici (slika 20).



Slika 20: Porušena nasipna brežina



Slika 21: Nepravilno oblikovana odkopna brežina

Na Menini planini smo opazili v več primerih nepravilno oblikovane odkopne brežine (slika 21). Pri izgradnji ceste je bila narejena prestrma odkopna brežina in se sedaj počasi ruši in nastaja položnejša, bolj stabilna.

Za prihodnje predlagamo, da se oblikujejo brežine, z nakloni na spodnji meji intervala stabilnih naklonov za določeno hribino, v kolikor je to mogoče. Saj bomo tako nekoliko prihranili pri vzdrževanju cest in tudi brežine se lepše zaraščajo na položnejših brežinah. Setve na brežine gozdnih cest kljub njihovi mnogonamenski rabi ne bi predlagali. Ravno tako ne bi predlagal kakršnih drugih biološkoinžinerskih ukrepov, razen če ni videti nobene druge rešitve. V večini primerov naj se brežine zarastejo po naravni poti. Gole brežine delujejo moteče le krajši čas po izgradnji gozdne ceste, kasneje se nanje privadimo in tudi zarastejo se do tolikšne mere, da ni več moteče. Kasneje se gozd sklene in tudi nezaraščena brežina se zlije z okolico.

7.2 SKLEPI

V diplomskem delu smo pokazali kako vplivajo ekspozicija, naklon in širina svetlega profila na zaraščanje brežin gozdnih cest. Pred delom smo postavili raziskovalne hipoteze, ki smo jih v poskušli dokazati ali zavreči.

Najprej smo ugotavljali kako se zaraščata nasipna in odkopna brežina. Raziskovalna hipoteza je predpostavila, da se nasipne brežine zaraščajo bolje od odkopnih. To hipotezo smo popolnoma dokazali. Ugotovili smo, da se nasipne brežine bolje zaraščajo od odkopnih. Kot razlog za to lahko navedemo način oblikovanja odkopnih in predvsem nasipnih brežin, ki so grajene. S tem je povezan tudi naklon brežine. Odkopne brežine so strmejšje od nasipnih. Vemo, da je erozija močnejša na strmejših predelih.

Kot drugo smo poskušali ugotoviti, ali se brežine na toplih legah bolje zaraščajo od brežin na hladnih legah. S hipotezo smo predpostavili da se. Tudi v tem pogledu smo hipotezo dokazali. Brežine na toplih legah so dlje časa obsijane s soncem, zato so toplejše in tudi bolj osvetljene kot brežine na hladnih legah. Svetloba in toplota sta dva pomembnih rastnih faktorjev. Vidimo, da tudi na brežinah gozdnih cest igrata pomembno vlogo pri zaraščanju.

Tretje hipoteze nismo mogli popolnoma dokazati in ne ovreči. Širina svetlega profila vpliva na zaraščanje brežin gozdnih cest, vendar smo z regresijo to dokazali le pri odkopnih brežinah na Menini planini. Regresijske črte kažejo, da se s večanjem širine svetlega profila brežine bolje zaraščajo. S testom regresijskih koeficientov smo lahko le v enem primeru dokazali, da ta odvisnost obstaja.

8 POVZETEK

V diplomski nalogi smo poskušali pokazati, kako se zaraščajo brežine gozdnih cest glede na starostni razred ceste in stran neba. Ugotavljali smo tudi odnos med zaraščanjem brežin in širino svetlega profila ceste ter naklonom bodisi odkopne bodisi nasipne brežine. Zaraščanje smo preučevali na gozdnih cestah na območjih Menine planine in Kamniške Bistrice.

Najprej smo s pomočjo katastra gozdnih cest določili starosti za posamezne ceste, nato izdelali popisni list. Na terenu smo z merskim trakom, trasirko, busolo in padomerom izmerili zahtevane podatke ter ocenili stopnjo zaraščenosti brežin in jih s pomočjo računalniškega okolja *MS Excel* obdelali.

Na Menini planini smo ugotovili, da razlik v zaraščanju med odkopnimi brežinami glede strani neba v istem starostnem razredu ni. Razlike v zaraščanju odkopne brežine smo odkrili med starostnimi razredi, vendar se s starostjo zmanjšujejo. Dalje smo ugotovili, da so strme odkopne brežine slabše zaraščene kot položne. Ravno tako so odkopne brežine, kjer je širina svetlega profila večja bolj zaraščene. Zaraščenost nasipnih brežin je bolj odvisna od strani neba kot zaraščenost odkopnih brežin. Dokaz so značilne razlike v zaraščanju nasipnih brežin znotraj starostnih razredov glede na stran neba. Ugotovili smo, da se nasipne brežine na hladnih legah slabše zaraščajo kot nasipne brežine na toplih legah. Ravno tako obstajajo razlike med starostnimi razredi. Zaraščenost glede na naklon nasipne brežine pokaže, da so za razliko odkopnih brežin, pri nasipnih bolj strme bolj zaraščene. Vendar so nasipne brežine v povprečju položnejše od odkopnih. Z večanjem svetlega profila ceste so tudi nasipne brežine gozdnih cest Menine planine bolj zaraščene.

V Kamniški Bistrici smo ugotovili, da obstajajo razlike v zaraščenosti odkopnih brežin glede na stran neba, medtem ko razlik pri nasipnih brežinah nismo odkrili. Za oboje brežine je značilno, da so slabše zaraščene če so strmejše. Tudi tu velja, da se z večanjem svetlega profila ceste povečuje tudi stopnja zaraščenosti brežin, tako odkopne kakor tudi nasipne.

Preverili smo tudi razlike med območjema. Razlik pri odkopnih brežinah znotraj istega starostnega razreda nismo odkrili ne na toplih in ne na hladnih legah. Pri nasipnih brežinah smo ugotovili, da razlike obstajajo le na toplih legah.

Po opravljenem terenskem delu smo ugotovili, da se brežine gozdnih cest sorazmerno dobro zaraščajo. Zato smo se odločili, da se več energije vloži v oblikovanje stabilnih naklonov brežin, kot njihovem zaraščanju, čeprav tudi tega ne smemo zanemariti. S pravilnimi oblikami brežin lahko privarčujemo pri vzdrževanju gozdnih cest.

9 VIRI

Dobiáš J. 2005. Forest road erosion. Journal of forest science, 51, 1, 37-46

Dobre A. 1978. Oblikovanje cestnega telesa in ozelenitev brežin pri gradnji gozdnih cest. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri biotehniški fakulteti v Ljubljani: 148 str.

Dobre A. 1995. Gozdne prometnice, višješolski študij, skeletno študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo: 70 str.

Homoky S. G. J. 1996. Trails of Erosion Netting for Improved Stability of Forest Road Side Slopes. Victoria B.C., Ministry of Forest Reserach Program: 29 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Kamniška Bistrica 1999-2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Tuhinj-Motnik 1997-2006. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 500 str.

Marušič J. 1997. Urejanje obcestne krajine: priročnik. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Urad za prostorsko planiranje: 127 str.

Pičman D. 2007. Šumske prometnice. Zagreb, Šumarski fakultet: 460 str.

Sedlak K. O. 1998. Forest Roads Construction Policies in Austria. V: Environmentally Sound Forest Roads and Wood Transport, Sinaia (Romania), 17-22.6.1996. FAO

Schiechtel H. M. 1970. Ingenieurbiologische Bauweisen zur Hangsicherung im Strassenbau. V: Ceste in krajina: urejanje krajine ob avtomobilskih cestah, Ljubljana, 14-16.5.1970. Ogrin D. (ur.). Biotehniška fakulteta, Inštitut za varstvo in oblikovanje krajine: 33-4.

Zakon o gozdovih. 1993. Ur. l. RS št. 30-1299/1993.

ZAHVALA

Najprej se želim zahvaliti mentorju, profesorju dr. Igorju Potočniku, za vse nasvete in pripombe, ki so mi bili v pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaliti se mu želim tudi za čas, ki ga je porabil za branje mojih umotvorov.

Zahvaljujem se tudi profesorju dr. Boštjanu Koširju za zelo hitro in kvalitetno recenzijo.

Zahvalil bi se rad tudi Mihi Zabretu, ki si je utrgal kanček dragocenega časa in mi priskrbel želene podatke.

Na koncu bi se še zahvalil vsem, ki so mi stali ob strani in me spodbujali v času študija. Preveč vas je, da bi vas lahko vse naštel.

Hvala

PRILOGE

Priloga A

Snemalni list

Popisni list št.:

Datum:

Lokacija:

Merilec:

Starost ceste:

[illegible]

Legenda:

Profil št.: Vpišeš zaporedno številko profila, ki ga meriš

Naklon brežine: Vpišeš naklon v ustrezno kolono glede na to ali gre za odkopno ali za nasipno brežino merjeno na 1° natančno

Poševna dolžina brežine: Vpišeš poševno dolžino brežine na 10 cm natančno

Ekspozicija: Vpišeš azimut v stopinjah

Ocena zaraščenosti:

1	0 - 10%
2	10 - 20%
3	20 - 30%
4	30 - 40%
5	40 - 50%
6	50 - 60%
7	60 - 70%
8	70 - 80%
9	80 - 90%
10	90 - 100%

Opomba: Vpišeš višino rastja, če gre za drevje ali grmovje; vrsto rastja; pomembna opazanja na prečnem profilu