

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

Mirko POTOČNIK

**VPLIV STAROSTI GOZDNE CESTE NA
ZARAŠČANJE BREŽIN IN SVETLEGA PROFILA**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2013

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

Mirko POTOČNIK

**VPLIV STAROSTI GOZDNE CESTE NA ZARAŠČANJE BREŽIN IN
SVETLEGA PROFILA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**THE IMPACT OF THE FOREST ROAD AGE ON THE
ESCARPMENT OVERGROWING AND THE CLEARANCE**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva. Izdelano je bilo na Katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddeleka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Meritve so bile opravljene na področju Območne enote Bled in sicer v Krajevnih enotah Pokljuka in Bohinj, Zavoda za gozdove Slovenije.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je za mentorja imenovala prof. dr. Igorja Potočnika, za somentorja mag. Boštjana Hribernika in za recenzenta doc. dr. Jurija Marenčeta.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje diplomske 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.

Mirko Potočnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK GDK 383.4(043.2)=163.6

KK gozdne ceste/starost/zaraščanje brežin in svetlega profila/naklon/nadmorska višina

AV POTOČNIK, Mirko

SA POTOČNIK, Igor (mentor)

KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

LI 2013

IN VPLIV STAROSTI GOZDNE CESTE NA ZARAŠČANJE BREŽIN IN SVETLEGA PROFILA

TD Diplomska naloga

OP XI, 64 str., 21 pregl., 33 sl., 1 pril., 12 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI

V diplomski nalogi se je ugotavljalo, kako na uspešnost zaraščanja brežin delujejo različni dejavniki. Ugotavljal se je predvsem vpliv starosti gozdne ceste, naklon brežin, nadmorska višina ter širina svetlega profila. V ta namen se je na treh različno starih gozdnih cestah izmerilo na vsaki po 50 prečnih profilov. Merile so se ceste na področju OE Bled. Omejilo se je na gozdne ceste zgrajene na trdi podlagi in z južno ekspozicijo. Ugotovilo se je, da nezaraščene brežine predstavljajo nevarnost pri vožnji po cesti, so bolj podvržene delovanju erozije in estetsko motijo podobo gozda. Iz meritev se je prišlo do zaključka, da so boljše zaraščene brežine starejših kot mlajših cest. Tako se je ugotovilo, da na zaraščenost brežin najbolj vpliva čas, ki je minil od gradnje gozdne ceste in širina svetlega profila ter z njo povezana količina svetlobe in toplote, ki pride do tal. Manj pa na zaraščenost vplivata naklon in nadmorska višina. Potrebno je poudariti, da je za uspešno zaraščene brežine pomembno predvsem skupno delovanje vseh omenjenih dejavnikov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 383.4(043.2)=163.6

CX forest roads/age/overgrowing of forest road side slope and cross-section profile/slope/ height above sea level

AU POTOČNIK, Mirko

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 2013

TI THE IMPACT OF THE FOREST ROAD AGE ON THE ESCARPMENT OVERGROWING AND THE CLEARANCE

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XI, 64 p., 21 tab., 33 fig., 1 ann., 12 ref.

LA sl

AL sl/en

AB

This thesis focuses on a survey of how different factors affect the escarpment overgrowing. Our main foci were the impacts of the age of the forest roads, escarpment's incline, altitude, and the impact of the width of the clearance. Fifty transverse profiles were measured on each of the three forest roads of different ages. The measuring range encompassed forest roads in the Bled area—specifically, forest roads that were built on solid grounds in the southern areas. Escarpments that are not overgrown represent a danger to the drivers of the road, they are more subjected to erosion, and are not aesthetic. The survey revealed that escarpments of older roads are more overgrown than the younger ones. Moreover, the survey confirmed that the most effective factors of the escarpment overgrowing are the time that has passed by since the road construction, the width of the clearance, and consequently, the quantity of the light and the heat that reach the ground, whereas the incline and the altitude are less affective factors. However, it needs to be pointed out that interaction of all factors is crucial for a successful escarpment overgrowing.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
2 NAMEN IN HIPOTEZE DIPLOMSKE NALOGE.....	4
3 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ	6
4 METODE DELA.....	11
4.1 KABINETNO IN TERENSKO DELO:	11
4.2 OPIS TERENSKIH OBJEKTOV	15
4.2.1 Srednja vas v Bohinju - Uskovnica	15
4.2.2 Boršt – Gorje	17
5 REZULTATI	20
5.1 GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 1937	20
5.1.1 Zaraščенost odkopne brežine	23
5.1.2 Zaraščенost nasipne brežine	26
5.1.3 Primerjava zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino:.....	28
5.2 GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 1986	29

5.2.1	Zaraščenost odkopne brežine	32
5.2.2	Zaraščenost nasipne brežine	34
5.2.3	Primerjava zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino.....	37
5.2.4	Vpliv nadmorske višine na uspešnost zaraščanja brežin na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	38
5.3	GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 2010	42
5.3.1	Zaraščenost odkopne brežine	45
5.3.2	Zaraščenost nasipne brežine	47
5.3.3	Primerjava zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino.....	49
5.4	PRIMERJAVA V ZARAŠČENOSTI MED GOZDNIMI CESTAMI RAZLIČNIH STAROSTI.....	50
6	RAZPRAVA	54
7	POVZETEK.....	61
8	VIRI.....	63

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz elementov prečnega profila gozdne ceste	2
Slika 2: Prikaz merjenih elementov prečnega profila gozdne ceste	15
Slika 3: Zemljevid ceste na Uskovnico; 1937 - črta rdeče barve, 1986 - črta modre barve (Vir: Atlas Slovenije, 1992).....	16
Slika 4: Cesta na Boršt zgrajena leta 2010 (Vir: Atlas Slovenije, 1992).....	18
Slika 5: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 1937	20
Slika 6: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 1937	21
Slika 7: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937	21
Slika 8: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937	24
Slika 9: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila	25
Slika 10: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937	26
Slika 11: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937	27
Slika 12: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 1986	30
Slika 13: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	31
Slika 14: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986.....	31
Slika 15: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	32
Slika 16: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	34
Slika 17: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	35
Slika 18: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	36
Slika 19: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	39

Slika 20: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986.....	40
Slika 21: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 2010	43
Slika 22: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 2010	44
Slika 23: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010.....	44
Slika 24: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010	45
Slika 25: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine o širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010	46
Slika 26: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010	47
Slika 27: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od velikosti svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010	49
Slika 28: Frekvenčna porazdelitev širin svetlega profila na vseh treh gozdni cestah.....	53
Slika 29: Mlade smreke, ki počasi zaraščajo odkopno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986.....	55
Slika 30: Betonski oporni zid, zgrajen na bolj izpostavljenem mestu na gozdni cesti zgrajeni leta 1937.....	55
Slika 31: Serpentina je element podolžnega profila gozdne ceste, uporaben predvsem za zavijanje ceste v pobočju.....	56
Slika 32: Dobro zaraščeni brežini na cesti zgrajeni leta 1937	57
Slika 33: Razlika v zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino na cesti zgrajeni leta 2010	58

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)	24
Preglednica 2: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)	25
Preglednica 3: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)	26
Preglednica 4: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)	28
Preglednica 5: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 1937	28
Preglednica 6: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	33
Preglednica 7: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	34
Preglednica 8: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	35
Preglednica 9: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	36
Preglednica 10: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 1986	37
Preglednica 11: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	39
Preglednica 12: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)	40
Preglednica 13: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med prvim in drugim višinskim razredom za odkopno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	41
Preglednica 14: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med prvim in drugim višinskim razredom za nasipno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986	42
Preglednica 15: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)	46
Preglednica 16: : Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)	47

Preglednica 17: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010).....	48
Preglednica 18: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od velikosti svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010).....	49
Preglednica 19: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 2010	50
Preglednica 20: Izračun T-testa ($\alpha = 0,05$) za uspešnost zaraščенosti odkopne brežine med vsemi tremi gozdnimi cestami	52
Preglednica 21: Izračun T-testa ($\alpha = 0,05$) za uspešnost zaraščенosti nasipne brežine med vsemi tremi gozdnimi cestami	52

KAZALO PRILOG

Priloga A: popisni list	78
--------------------------------------	----

1 UVOD

Gozdne ceste so javne prometnice, katerih gradnja je vnaprej načrtovana. Namenjene so prevozu lesa iz gozda, in sicer od rampnega prostora, do večjih asfaltnih cest, ter nato po njih do kupca lesa. Les se po gozdnih cestah prevaža s tovornjaki, ki so posebej opremljeni za ta namen. Kljub temu, da je omogočanje prevoza lesa glavna funkcija gozdnih cest, pa se uporabljajo tudi za ostale rabe, ki niso povezane z gospodarjenjem z gozdom. Gozdne ceste služijo kot povezave med odmaknjenimi vasm in zaselki, kot izhodišča za izlete v hribe ali sprehode po gozdu, ter izkoriščanje nelesnih gozdnih proizvodov. Uporaba gozdnih cest je omogočena vsem uporabnikom, vendar na lastno odgovornost, na kar mora opozarjati tudi tabla (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009).

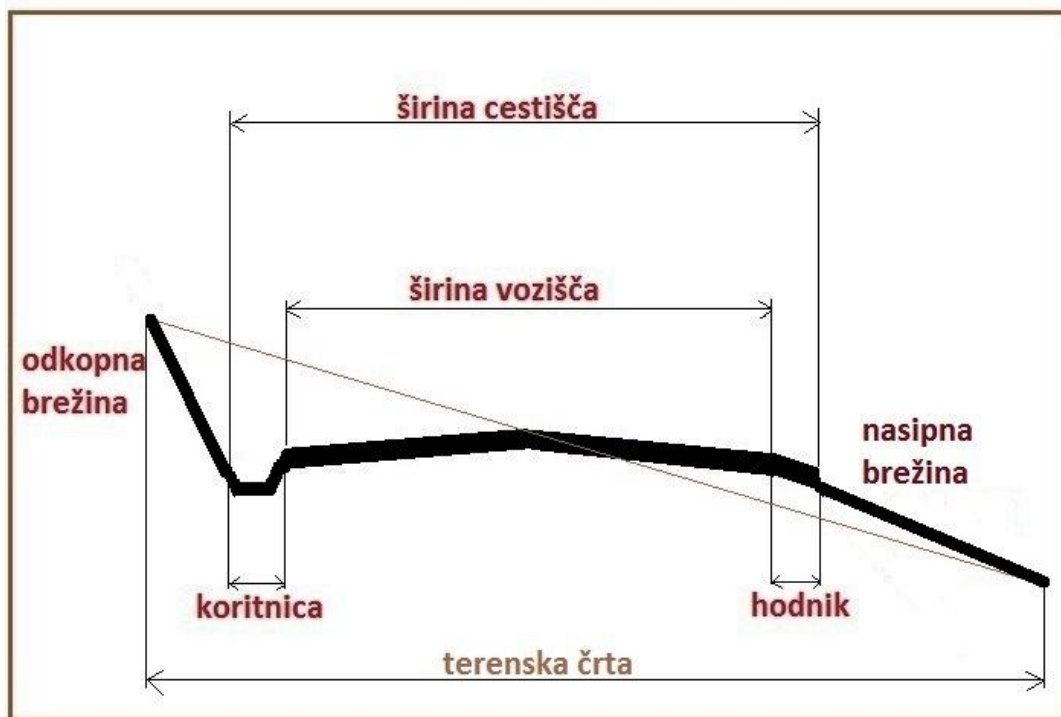
Ker je gozdna cesta namenjena za uporabo z gozdarskimi kamioni, je ob tem potrebno upoštevati njihove dimenzije (dolžina, višina in širina). Ker so dimenzije teh kamionov običajno velike, je za izgradnjo gozdne ceste potrebno izsekati dovolj širok pas gozda in opraviti veliko zemeljskih del. Ob izgradnji gozdne ceste moramo upoštevati 37. člen Zakona o gozdovih iz leta 1993 (dopolnjen leta 2007), ki v prvem odstavku narekuje, da se gozdna infrastruktura mora načrtovati, graditi in vzdrževati tako, da se ob upoštevanju tehničnih, gospodarskih in ekoloških pogojev gozdna tla, rastlinstvo in živalstvo čim manj prizadenejo.

Gozdna cesta, kot geometrijsko telo v prostoru, je opredeljena kot podolžni profil, kot situacija in kot prečni profil. V tej diplomski nalogi smo se opredelili predvsem na prečni profil gozdne ceste.

Prečni profil gozdne ceste je pravokoten prerez gozdne ceste, glede na njen podolžni profil in ima naslednje elemente:

- odkopno brežino,
- nasipno brežino,
- cestišče,
- vozišče,

- koritnico,
- hodnik.



Slika 1: Prikaz elementov prečnega profila gozdne ceste (slika: Potočnik M., 2012)

Prečni profil gozdne ceste ima več različnih osnovnih oblik. Katero obliko prečnega profila bomo zgradili, je odvisno od posameznega primera posebej, ker moramo pri tem upoštevati teren, na katerem cesto gradimo. Osnovne oblike prečnih profilov so sledeče:

- nasip,
- prisip,
- usek (vkop),
- zasek,
- mešani profil,
- galerija,

- predor.

Najpogosteje se uporablja mešani profil. Tu material, ki ga odkopljemo na odkopni brežini, prenesemo in odlagamo pod cesto, ter naredimo nasipno brežino, na kateri leži gozdna cesta.

Za izdelavo gozdne ceste je potrebno izsekati dovolj širok pas gozda, pri tem pa nastane odprta rana, ki predvsem, kadar cesto gradimo na pobočju, ogroža cesto in okolico z erozijskimi procesi. Gozdna cesta se mora čim hitreje spet zliti z gozdom. Ker pa je za to potreben čas, smo si v tej diplomski nalogi ogledali kako to poteka v praksi.

2 NAMEN IN HIPOTEZE DIPLOMSKE NALOGE

Namen diplomske naloge je ugotavljanje uspešnosti zaraščenosti brežin na gozdnih cestah. Želeli smo ugotoviti, kako se pas, ki ga izsekamo, ko gradimo gozdno cesto, zarašča. Namen diplomske naloge je, da iz podatkov izmerjenih na terenu, ugotovimo, kako na zaraščanje brežin vplivajo različni dejavniki. Podatke smo merili na treh različno starih gozdnih cestah. Tako bomo ugotavljali:

- uspešnost zaraščenosti odkopne in nasipne brežine na posamezni gozdni cesti,
- uspešnost zaraščanja brežin glede na njihov naklon,
- uspešnost zaraščanja brežin glede na širino svetlega profila,
- uspešnost zaraščanja brežin glede na različno nadmorsko višino,
- uspešnost zaraščanja brežin glede na starost gozdne ceste.

Iz rezultatov, ki smo jih dobili iz opravljenih meritev, pa bomo nato podali možne rešitve, ki bi nam v bodoče lahko pomagale pri gradnji gozdnih cest.

Glede na namen diplomske naloge smo na podlagi znanja, ki smo ga dobili v času študija ter ob ponovnem prebiranju strokovne literature, ki se dotika problema, ki ga ugotavljamo, postavili naslednje hipoteze:

- naklon brežin vpliva na njihovo zaraščanje; večji kot je naklon brežine (večja je možnost erozije in odnašanja rastnega substrata), slabše je zaraščanje, ker imajo rastline na voljo manj rastnega substrata,
- zaraščanje nasipne brežine je uspešnejše in hitrejše, kot zaraščanje odkopne brežine,
- uspešnost zaraščanja brežin je odvisna od širine svetlega profila; širši kot je svetli profil, več svetlobe prihaja do tal, boljše je zaraščanje,

- nadmorska višina vpliva na uspešnost zaraščanja; v višjih predelih so razmere za rast vegetacije slabše,
- zaraščenost brežin je na starejših cestah boljša, kot zaraščenost brežin na mlajših cestah.

3 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKOVANJ

Kako graditi in vzdrževati gozdne prometnice nam narekuje zakon o gozdovih iz leta 1993 (dopolnjen leta 2007). Gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic omenjeni zakon obravnava od 37. člena do 42. člena. Za to diplomsko nalogo velja omeniti 37. člen.

Zakon o gozdovih, 37. člen (1993, 2007):

(1) Gozdna infrastruktura se mora načrtovati, graditi in vzdrževati tako, da se ob upoštevanju tehničnih, gospodarskih in ekoloških pogojev gozdna tla, rastlinstvo in živalstvo čim manj prizadenejo.

(2) Pri načrtovanju gozdnih cest je treba poleg pomena gozdne ceste za gospodarjenje z gozdovi in prilagajanja naravnemu okolju upoštevati tudi obstoj in razvoj višinskih kmetij ter turistične in rekreativne potrebe.

(3) Gozdne prometnice se morajo graditi, vzdrževati in uporabljati tako, da se ne:

- ogrozijo vodni viri;
- povzročijo erozijski procesi;
- prepreči odtok visokih vod iz hudournikov;
- poveča nevarnost plazov;
- poruši ravnotežje na labilnih tleh;
- poslabša odtok padavinskih vod, tako da bi bila ogrožena kmetijska ali druga zemljišča ali da bi bil ogrožen obstoj gozda ali onemogočen njegov razvoj;
- prizadenejo območja, pomembna za ohranitev prosto živečih živali;
- prizadene naravna ali kulturna dediščina;
- ogrozijo druge funkcije oziroma večnamenska raba gozdov.

(4) Prepovedana je uporaba gozdnih prometnic za namene, ki niso povezani z gospodarjenjem z gozdovi, s katero se zmanjša ali prepreči uporaba gozdnih prometnic oziroma povečajo stroški njihovega vzdrževanja, če ta zakon ne določa drugače.

(5) Gozdne vlake je treba graditi in vzdrževati v skladu z usmeritvami, določenimi v gozdnogojitvenem načrtu.

(6) Minister, pristojen za gozdarstvo, v soglasju z ministrom, pristojnim za okolje, izda predpise o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic.

V naših krajih je zaradi ugodnega podnebja vsa naravna površina pokrita z vegetacijo, izjema so le gole skalnate površine. Pri kakršnemkoli posegu v ta prostor prizadenemo tako ali drugače vegetacijski pokrov in vsaj začasno napravimo golo površino (Dobre, 1978).

Potočnik in sod. (2008) so mnenja, da imajo gozdne ceste poleg pozitivnih učinkov tudi negativne učinke. Eden izmed negativnih učinkov je izguba gozdne površine ob gradnji gozdne prometnice.

Dobre (1978) ugotavlja, da so z nastalimi golimi površinami po gradnji gozdnih cest in vlak za spravilo lesa, vedno povezane posledice, ki se neugodno odražajo tako na sami prometnici kot na njenem okolju.

Najočitnejše posledice bi bile (Dobre, 1978):

- Gole odkopne površine so bolj podvržene delovanju erozije, ki jo povzroča padavinska voda in zaradi tega prihaja do postopnega odplakovanja vrhnjih plasti, ki tako zasipajo koritnico, jarke in vodne struge. Zaradi tega se voda razliva po cestišču in ga tako uničuje.
- Kamenje, ki se odkotali iz odkopne brežine, otežuje promet in ga dela manj varnega.
- Na golih površinah se nič ne proizvaja. Zarasle površine dajejo neposredne in posredne učinke. Neposredni učinek v gozdarstvu je denar, ki ga dobimo s prodajo dreves. Med posredne učinke pa lahko štejemo hrano za divjadi in posredne gozdne proizvode, kot so maline, borovnice, robide, itd.

- Gole površine so tudi estetska motnja v sicer zelenem okolju.

Gozdne ceste so drage investicije. Bilo bi nespametno, da bi se zaradi erozije ali drugih poškodb, ki so povezane z uničevanjem brežin, kvaliteta ceste uničevala. Vedno težimo k temu, da bi se brežine kar najhitreje zarasle. Dobre (1995) pravi, da ozelenitev brežin lahko poteka na dva načina, in sicer naravno in umetno. Naravna ozelenitev je ugodnejša, ker tako zraste vegetacija, ki je danemu okolju prilagojena. Prav tako se vegetacija sama obnavlja in s samo ozelenitvijo nimamo stroškov. Za naravno ozelenitev se odločimo ko predpostavljamo, da ne bo hujših poledic na začasnih golih površinah. Za naravno ozelenitev se odločimo tudi, ko so dane osnovne ekološke razmere, torej tla z organskimi snovmi, zadostna vlaga, svetloba, zaščita, itd. Poleg naštetih razlogov pa se za naravno ozelenitev brežin odločimo tudi, kadar čas ozelenitve ni pomemben. Ravno dolg čas ozelenitve pa je med največjimi pomanjkljivostmi naravne ozelenitve. Pomanjkljivost naravne ozelenitve je tudi to, da ne moremo vplivati na izbor vegetacije, ki zarašča brežine.

Kadar naravna ozelenitev brežin ne pride v poštev zaradi prevelikih negativnih posledic, ki jih prinese daljši čas ozelenitve, se moramo odločiti za umetno ozelenitev. Umetna ozelenitev je v nasprotju z naravno veliko hitrejša in učinkovitejša. Slabost umetne ozelenitve brežin je v tem, da je dražja kot naravna ozelenitev, s katero nimamo stroškov.

Načinov umetne ozelenitve brežin je več (Dobre, 1995):

1. zatravitev (najpogostejši način ozelenitve brežin):

- enostavna setev s semeni (štartno gnojenje),
- setev v nastil (podloga je seno, ki se na brežino pritrdi s plastično mrežo ali bitumensko emulzijo – biotorket),
- vodna setev (pod velikim pritiskom brizganje vodne raztopine štartnih gnojil, dodatkov za vezanje, semena),
- druge metode zatravitve (polaganje trave v zorenju).

2. saditev grmovnih in drevesnih vrst:

- saditev pionirskih vrst (vrbe, siva jelša), kadar je treba brežine stabilizirati.

Schiechtl (1970) pravi, da je smiselno podrobno proučiti teren, kar zahteva dobro poznavanje rastišča in nato pripraviti delovni načrt, ter tako doseči najbolj gospodarne ukrepe pri umetnem ozelenjevanju brežin.

Na kakovost in hitrost ozelenitve brežine vpliva več faktorjev. Med najpomembnejšimi faktorji je talna podlaga. To pomeni matična podlaga, ki daje rastlinam, ki na njej rastejo, življenjski prostor za kalitev in kasnejšo rast. Talna podlaga med odkopno in nasipno brežino se običajno razlikuje. Na odkopni brežini se običajno srečujemo z več različnimi talnimi horizonti, ki so razporejeni eden nad drugim. Za rast rastlin je takšna podlaga neugodna. Pri nasipni brežini pa horizonti niso več razporejeni eden nad drugim, vendar se pojavljajo kot njihova mešanica. Tako je več možnosti, da se v zgornjem sloju brežine nahaja vsaj nekaj humoznih snovi, ki jih rastline potrebujejo. Boljši pogoji za zaraščanje brežin so na karbonatni matični podlagi, kot pa kisli matični podlagi.

Drugi pomemben faktor je relief. Pod faktorje reliefa štejemo svetlobo, toploto, vodo in odpornost proti eroziji. Svetloba, ki pride do tal, pomembno vpliva na kalitev in rast rastlin. Voda lahko deluje kot padavinska in kot talna voda. Delovanje padavinske vode na nezaščitene brežinah lahko povzroča erozijo (odnaša najfinejše delce in humusne snovi, ki so podlaga za kalitev, odnaša listje in semena, ter zbija zgornjo plast). Preveč talne vode pa prav tako lahko negativno vpliva na zarast brežin, saj se s tem oži izbor rastlinskih vrst, ki bodo zarasle brežino. Poleg tega lahko omogoča močnejše delovanje zmrzali v hladnih mesecih.

Poleg prvih dveh faktorjev velja omeniti tudi naklon brežine. Naklon ima na naravno ozelenitev brežine posredni vpliv, povezan z erozijo. Sam ne povzroča prevelikih težav, slabše pa na zaraščenost vpliva skupaj z ostalimi dejavniki.

Zadnji od pomembnejših faktorjev pa je zaščita brežine. Ob tem omenimo predvsem zaščito brežine pred udarno močjo padavinske vode, zaščito brežine pred direktno sončno svetlobo in zaščito pred vetrom. Krošnje dreves ali grmovja, ki zastirajo gole površine brežin, lahko tako pomagajo pri neposrednih negativnih vplivih padavinske vode, sonca in vetra.

Ozelenitev brežin je v svojem delu proučeval Dobre. Ugotovitve so bile sledeče (Dobre 1978):

- Naklon odkopne brežine je odvisen od vrste in stanja hribine. Kakšen naklon bomo zgradili je odvisno tudi od vodnih razmer, višine brežine, rastiščnih pogojev za možnost hitre ozelenitve, od pomembnosti prometnice, ter od zunanjih vplivov na odkopno brežino.
- Naklon nasipne brežine je odvisen od vrste podlage, granulacijske sestave, načina gradnje in vlažnosti materiala.
- Naravna ozelenitev brežine je odvisna od talne podlage, faktorjev reliefa in zaščitenosti brežine. Ozelenitev brežin z preveliko vlažnostjo, je v časih z nizkimi temperaturami ovirana zaradi dvigovanja in rušenja tal.
- Odkopne brežine se zaraščajo od spodaj navzgor, nasipne brežine pa enakomerno po vsej površini.
- Ozelenjevanje nasipne brežine poteka hitreje, kot ozelenjevanje odkopne brežine. Povprečno se nasipne brežine že v 2. vegetacijski dobi zarastejo do 50 %, medtem, ko se odkopne brežine šele v 4. vegetacijski dobi zarastejo do 20 %.
- Nasipne brežine se najhitreje zaraščajo v 2. vegetacijski dobi, odkopne brežine pa v 4. vegetacijski dobi.

Dobiáš (2005) v svojem delu erozija gozdnih cest navaja, da gozdna cesta kot presek v gozdu vpliva na potek odtekanja padavinske vode.

4 METODE DELA

4.1 KABINETNO IN TERENSKO DELO:

Diplomska naloga je rezultat kabinetnega in terenskega dela. Meritve so bile opravljene na treh različno starih gozdnih cestah. Vsem trem gozdnim cestam je bila skupna kategorija hribine, in sicer V. in VI. kategorija. V. kategorija pomeni, da je podlaga mehka skala. Običajno je to dolomit ali dolomitizirani apnenec. VI. kategorija hribine pa pomeni, da je podlaga iz čvrste skale, in sicer iz čistega apnenca. Za izdelavo gozdne ceste na takem področju so v preteklosti uporabljali razstrelivo, sedaj pa ceste na takih podlagah gradijo z bagri. Bagru na hidravlični roki odkopno žlico nadomestijo z udarnim kladivom. Tak način gradnje je veliko prijaznejši do okolja, je veliko bolj nadzaran in varen kot gradnja z razstrelivom. Vse tri gozdne ceste imajo enako ekspozicijo, in sicer južno. Z diplomskim delom smo želeli na teh treh gozdnih cestah ugotoviti uspešnost zaraščanja brežin in vpliv različnih dejavnikov na njihovo zaraščenost. Razlike v zaraščenosti smo ugotavljali med odkopno in nasipno brežino na vsaki od teh treh cest posebej, in jih na koncu primerjali med seboj. Ugotavljali bomo zaraščenost odkopne in nasipne brežine glede na starost ceste, naklon brežine, nadmorsko višino in širino svetlega profila.

Meritve smo opravili na gozdnih cestah na področju Bohinja in Gorij. Najstarejša gozdna cesta, na kateri smo opravili meritve, je bila zgrajena leta 1937. Gre za prvi del ceste, ki so jo nato leta 1986 dogradili do planine Uskovnica. Druga gozdna cesta, na kateri smo opravljali meritve, je bila dograjeni del ceste na Uskovnico, zgrajen leta 1986. Tretja gozdna cesta, na kateri smo upravljali meritve, pa je novejša cesta na Boršt. Zgrajena je bila leta 2010.

Meritve smo upravljali konec meseca maja v letu 2012. Za opravljanje meritev smo potrebovali dve trasirki, kompas, padomer, GPS in 10 metrski merilni trak. Za opravljanje meritev sem potreboval pomočnika.

Začeli smo z naključno prvo meritvijo, ki je ustrezala predpostavljenim pogojem, nato smo se po cesti pomikali navzgor, in na vsakih 10 metrov opravili novo meritev. Merjeni profili

so si morali biti med seboj čim bolj podobni. Merili smo samo prečne profile v premi, izpustili pa smo prečne profile, ki so bili v krivini. Izpustili smo tudi prečne profile, ki so namesto odkopne ali nasipne brežine imeli podporni betonski zid. Na vsakem prečnem profilu smo z merilnim trakom izmerili širino cestišča na 10 centimetrov natančno. Za merjenje dolžin smo uporabljali tudi trasirke. Eno trasirko smo postavili na en rob ceste, drugo trasirko na drugi rob cest, nato pa smo med njima izmerili razdaljo. Enako smo delali, ko smo merili poševno dolžino odkopne in nasipne brežine, ter širino svetlega profila. Tako, kot širino cestišča, smo tudi vse ostale meritve, ki smo jih opravili z merskim trakom, izmerili na 10 centimetrov natančno. Vse razdalje smo v diplomski nalogi izrazili z metri. Tako smo razdaljo, ki je merila 220 cm izrazili z 2,2 m.

S padometrom smo na vsakem merjenem profilu izmerili tudi naklon obeh brežin. Naklon smo merili hkrati s poševno dolžino brežine, saj smo pri tem prav tako uporabljali trasirke. S padomerom smo vizirali tako, da smo na obeh trasirkah videli točko na isti višini na posamezni trasirki. Naklon brežin smo merili na 1 % natančno. Vse naklone v diplomski nalogi smo izrazili z %.

Poleg vseh meritev, ki smo jih opravili z inštrumenti, smo okularno ugotavljali tudi zaraščenost brežin. Zaraščenost smo izrazili z rangi. Izdelali smo rang lestvico od 1 – 10. Pri tem pomeni rang 1 zaraščenost do 10 %, rang 2 zaraščenost od 10 do 20 %, itd. Rang 10 (pa) pomeni zaraščenost od 90 – 100 %.

Podatke, ki smo jih izmerili na vsakem prečnem profilu, smo po vrsti vnesli na predhodno pripravljen popisni list. Poleg tega smo na popisnem listu imeli tudi prostor za opombe, kjer smo si zabeležili, kaj je zaraščalo brežini (trava, grmovje, drevesa, itd.), in če smo opazili kaj nenevadnega (erozija, itd.).

Katere ceste ustrezajo pogojem glede enake ekspozicije in enake kategorije hribine smo določili skupaj z vodjem gradbene enote na GG Bled, g. Albertom Vidicem. Tam smo dobili tudi podatke o starosti gozdnih cest.

Na vsaki gozdni cesti smo izmerili 50 prečnih profilov. Na gozdnih cestah, zgrajenih leta 1937 in 1986, smo pri izračunih izpustili na vsaki po dva prečna profila, ker pri merjenju nismo upoštevali izogibališča.

Ko smo opravili z vsemi meritvami na terenu, se je naše delo nadaljevalo na računalniku. Meritve, ki smo jih zbrali na terenu, je bilo potrebno preračunati. Za izračune smo uporabili Microsoft Excel 2010. Najprej smo podatke iz popisnega lista prepisali v razpredelnico in začeli z izračuni.

Najprej smo iz podatkov o nadmorski višini, ki smo jih izmerili na vsakem prečnem profilu, za vsako cesto posebej naredili graf, ki prikazuje podolžni profil gozdne ceste.

Za vsako gozdno cesto smo nato naredili graf, ki predstavlja frekvenčno porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine. Frekvenčne razrede smo razdelili na 10 %. Tako so v prvi frekvenčni razred padle meritve, ki so imele naklon brežine od 0 – 10 %. V drugem frekvenčnem razredu so meritve, ki so imele naklone brežin od 10 – 20 %, itd. Tako največji naklon odkopne brežine (115 %), ki smo ga izmerili na gozdni cesti zgrajeni leta 1937, pade v 12 frekvenčni razred, ki ima spodnjo mejo 110 % in zgornjo 120 % naklona.

Naprej smo naredili graf, ki prikazuje frekvenčno porazdelitev širine svetlega profila za posamezno gozdno cesto. Za vsak frekvenčni razred smo vzeli 1 meter svetlega profila. Tako v 1 frekvenčni razred padejo meritve, katerih svetli profil je bil širok od 0,5 m do 1,5 m. V drugem frekvenčnem razredu so meritve, katerih svetli profil je meril od 1,5 m do 2,5 m, itd. Tako smo za vsako gozdno cesto posebej videli, kako se svetli profil, nad gozdno cesto, z leti zarašča. Naredili smo tudi graf, ki prikazuje frekvenčne razrede širine svetlega profila za vse tri ceste skupaj. Pri tem grafu smo uporabili enake širine razredov, kot pri grafih za posamezne gozdne ceste.

Z MS Excelovim orodjem za izračun linearne regresije smo, najprej za vsako gozdno cesto posebej, ugotovili odvisnost zaraščenosti brežine od naklona brežine in širine svetlega profila. Povezavo smo ugotavljali za odkopno in nasipno brežino posebej. Linerano regresijo smo računali s stopnjo tveganja 5 % ($\alpha = 0,05$). Povezave smo prikazali z grafikoni, ter s testom korelacijskega koeficienta, ki smo ga izrazili z preglednicami.

Nato smo z Excelovim orodjem za izračun t- testa izračunali razliko v zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino za vsako cesto posebej. Tudi t- test smo izračunali s stopnjo tveganja, ki je manjša od 5 % ($\alpha = 0,05$). Rezultate t- testa smo izrazili z razpredelnico.

Izračun t- testa smo uporabili tudi za ugotavljanje zaraščенosti med različnimi terenskimi objekti, ki so bile v našem primeru različno stare gozdne ceste. Tudi za izračun tega t-testa smo vzeli stopnjo tveganja 5 %. Vse izračune t-testov smo računali ob predpostavki, da so variance nehomogene.

Na gozdni cesti zgrajeni leta 1986, smo poleg ugotavljanja odvisnosti zaraščенosti brežin od naklona brežin in širine svetlega profila, ugotavljali tudi odvisnost zaraščенosti brežin od nadmorske višine. To odvisnost smo ugotovili ločeno za odkopno in nasipno brežino. Gozdno cesto smo razdelili na dva višinska razreda. Za mejo med njima smo določili nadmorsko višino 900 metrov. Tako smo v prvi višinski razred dali meritve prečnih profilov, ki so bile opravljene od 793 – 900 metrov nadmorske višine in v drugi višinski razred merive, ki so bile opravljene od 900 – 1025 m nadmorske višine.

Najprej smo opravljili linearno regresijo za ugotavljanje povezave med nadmorsko višino in zaraščенostjo brežin za oba višinska razreda skupaj. Tudi to povezavo smo računali s stopnjo tveganja 5 %. Nato pa smo z pomočjo t- testa ugotovili, kakšna je razlika v zaraščanju brežin med obema višinskima razredoma. T- test smo izračunali z stopnjo tveganja, ki je manjša kot 5 %. Odvisnost od nadmorske višine in razliko v zaraščенosti smo računali za odkopno in nasipno brežino ločeno.

Te odvisnosti na ostalih dveh gozdnih cestah nismo ugotavljali, ker je razlika nadmorske višine, med prvo in zadnjo meritvijo prečnega profila, premajhna.

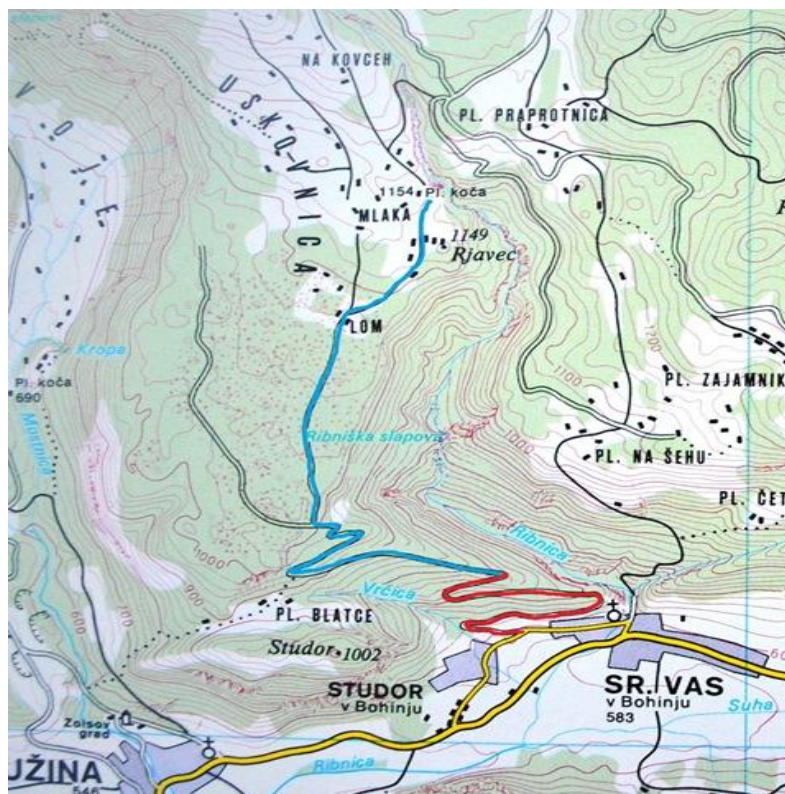


Slika 2: Prikaz merjenih elementov prečnega profila gozdne cest (foto: Potočnik M., 2012)

4.2 OPIS TERENSKIH OBJEKTOV

4.2.1 Srednja vas v Bohinju - Uskovnica

Uskovnica je bohinjska planina, ki se nahaja na zahodnem obrobju poključke planote. Spada v območno enoto Bled in krajevno enoto Bohinj. Kakor večino planot in področij v Julijskih alpah, tudi to področje po večini pokrivajo smrekovi gozdovi. Cesta na Uskovnico je bila zgrajena za potrebe gozdarstva, kmetijstva ter varstva gozdov in okolja. Potrebno je bilo odpreti gozdove, tako tiste, ki so v državni lasti, kot tudi gozdove, ki so v zasebni lasti. Cesta je priljubljena med sprehajalci, ki obiskujejo planino Uskovnico, velikokrat pa se uporablja tudi kot izhodišče za izlete v Julijske alpe.



Slika 3: Zemljevid ceste na Uskovnico; 1937 - črta rdeče barve, 1986 - črta modre barve (Vir: Atlas Slovenije, 1992)

4.2.1.1 Gozdna cesta zgrajena leta 1937

Gozdna cesta, ki je bila zgrajena leta 1937, predstavlja najstarejšo cesto v diplomskem delu. Cesta se začne v Srednji vasi v Bohinju in s približno 7 % naklona vijuga proti Uskovnici. Prvih 150 metrov ceste smo pri meritvah morali izpustiti, ker cesto obdaja travnik. Gozdna cesta, ki je bila prvotno zgrajena, je dolga 2100 m. Zgrajena je v pobočju in ima štiri serpentine. Pri zadnji je vidna večja razširitev gozdne ceste kot pri ostalih serpentinah, ker je bilo pred tem, ko so cesto leta 1986 podaljšali, tam obračališče. Cesta ima od vseh treh najnižjo nadmorsko višino. Slednja je na začetku ceste 615 m in na koncu pri zadnji serpentine, 779 m. Gozdno cesto so leta 1986 nekoliko obnovili. Na novo so naredili betonski oporni zid, ki ščiti cesto namesto odkopne in nasipne brežine na 250 metrih ceste. Na cesti se na nekaterih mestih vidi, kako je delovanje erozije odnašalo nasipno brežino. Matična podlaga na cesti se od začetka proti koncu nekoliko spreminja.

Prvih 200 metrov gre cesta po pobočju, ki je iz škriljavcev in gline. Teh 200 metrov v diplomski nalogi nismo upoštevali že zaradi travnika, ki cesto obdaja. Od prve serpentine naprej je dolomitiziran apnenec, ki je na površini že razpadel v droben pesek. Večinoma ima cesta mešan prečni profil gradnje.

4.2.1.2 Gozdna cesta zgrajena leta 1986

Gozdna cesta je bila, kot smo omenili že pri prvi cesti, nadaljevanje stare gozdne ceste na Uskovnico. Zgrajena je bila v strmem kamnitem pobočju. Predvidena računska hitrost vozil na cesti je do 25 km/h. Gozdna cesta se po pobočju vije proti Uskovnici in zavija preko treh serpentin. Pri prvi serpentine, kjer se zaključi stara cesta, je nadmorska višina 779 m. Najvišja izmerjena točka je malo pred tem, ko cesta pride do kočice na planini Uskovnica, in sicer na 1025 m. Nadmorska višina pri koči je 1154 m. Skupna dolžina ceste je 4836 m. Dobro je poskrbljeno za odvodnjavanje, saj je na sami trasi dovolj dražnikov in cevni propusti. Po večini trase je matična podlaga dolomitiziran apnenec, na nekaterih predelih pa je cesta zgrajena na deloma nepropustnih škriljavcih. Tam so ponekod vidni tudi izviri podtalne vode. Teh predelov v diplomskem delu nismo upoštevali. Cesta ima od začetka približno enak naklon, kot stara cesta, in sicer 7 %. Kasneje se proti vrhu ta naklon nekoliko poveča in tako znaša približno 9 %. Tako kot pri cesti iz leta 1937, je tudi na tej cesti večina prečnih profilov mešanih. Proti vrhu ceste imamo tudi obliki prečnega profila nasip in prisip. Zadnjih 500 m ceste na eni strani obdaja travnik, saj gre cesta ob pašniku planine Uskovnica. Tega dela nismo upoštevali v diplomski nalogi.

4.2.2 Boršt – Gorje

Boršt je hrib, ki se na južni strani dviga nad naseljem Poljane. Na drugi, strmi (severni) strani hriba pa se nahaja soteska Vintgar, ki je priljubljena izletniška točka. Boršt ima nadmorsko višino 931 m. V preteklih letih je spravilo lesa iz pobočij Boršta potekalo po

vlakah, ker pa je zaradi vetroloma količina lesa, ki jo je bilo potrebno spraviti v dolino, postala prevelika, so na južnem pobočju, leta 2010, zgradili gozdno cesto.



Slika 4: Cesta na Boršt zgrajena leta 2010 (Vir: Atlas Slovenije, 1992)

4.2.2.1 Gozdna cesta zgrajena leta 2010

Gozdna cesta na Boršt v diplomski nalogi predstavlja najmlajšo gozdno cesto. Zgrajena je na južnem pobočju hriba. Gozdna cesta se v naselju Poljane odcepi od občinske asfaltne ceste, ki povezuje Spodnje Gorje in Jesenice. Skupna dolžina gozdne ceste je 1398 m. Na koncu se cesta zaključuje z obračališčem. Matična podlaga je iz apnenčaste skale, škriljavcev in peščenjakov. Podolžni nagib ceste je približno 12 %, računska hitrost ceste pa je 25 km/h. Na cesti je za odvodnjavanje poskrbljeno s prečnim nagibom ceste, dražniki in cevni propustom. Izpostavljene brežine so pri gradnji zatravili z mešanico semen in umetnom gnojilom. Po pobočju cesta zavije preko ene serpentine. Začetna nadmorska

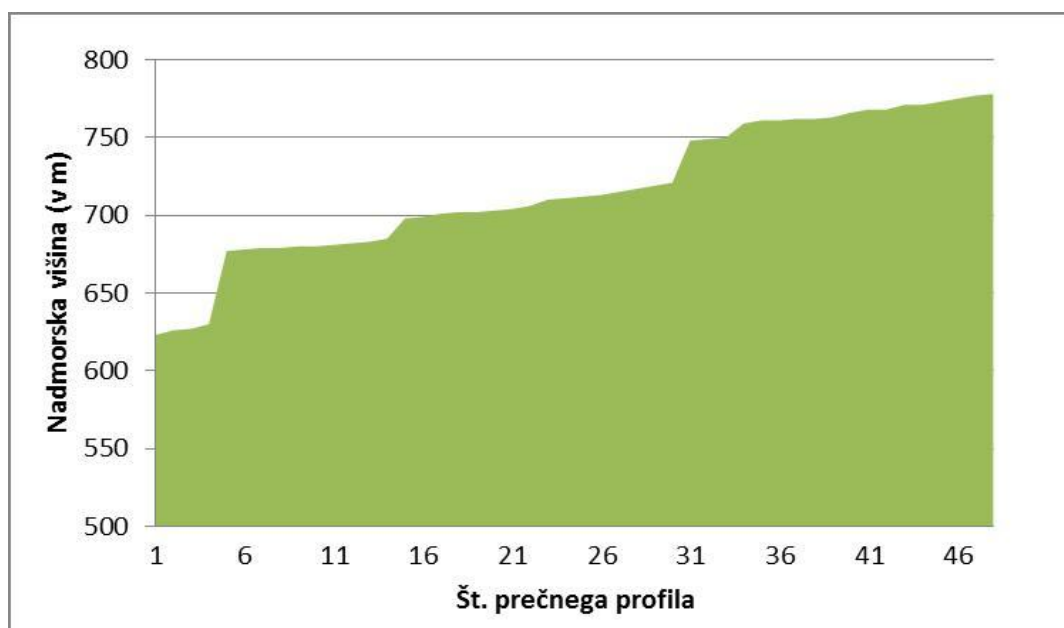
višina ceste je 620 metrov in se dviga do nadmorske višine 821 metrov. V dolžini 250 m je ob nasipni brežini starejši nasad smrek. Večina prečnih profilov je mešanih, na začetku pa imamo v dolžini 150 m tudi vkop. Tega dela ceste nismo upoštevali v diplomski nalogi. Na koncu se cesta nadaljuje z vlako.

5 REZULTATI

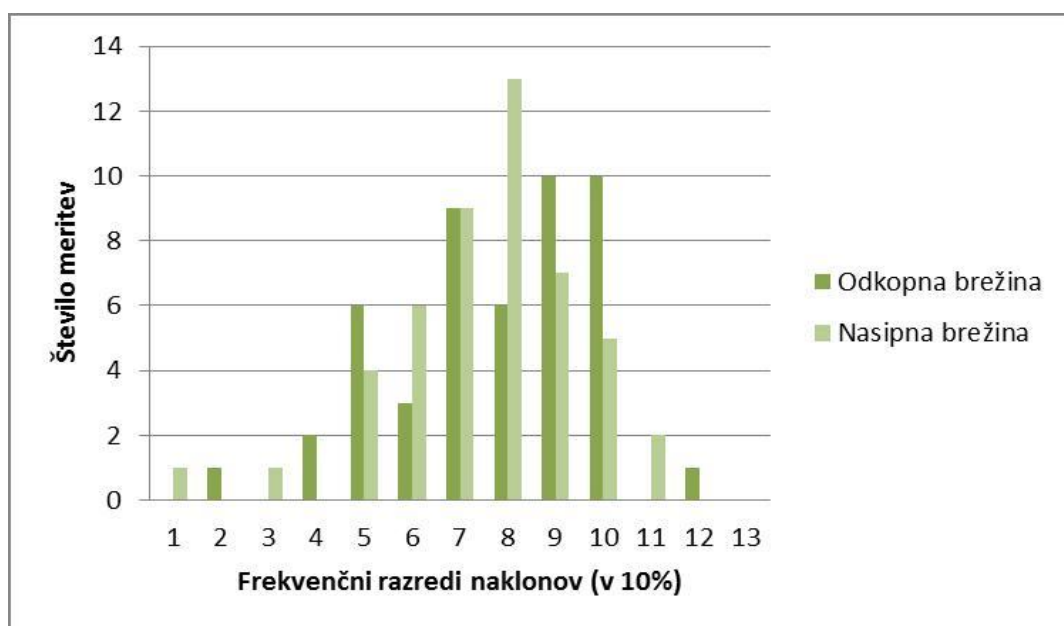
Na vseh treh gozdnih cestah smo skupaj opravili 150 meritev prečnih profilov. V izračunih nismo upoštevali štirih meritev prečnih profilov, saj so meritve preveč odstopale od ostalih. Te štiri meritve so bile izmerjene na izogibališčih na gozdnih cestah zgrajenih leta 1937 in 1986.

5.1 GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 1937

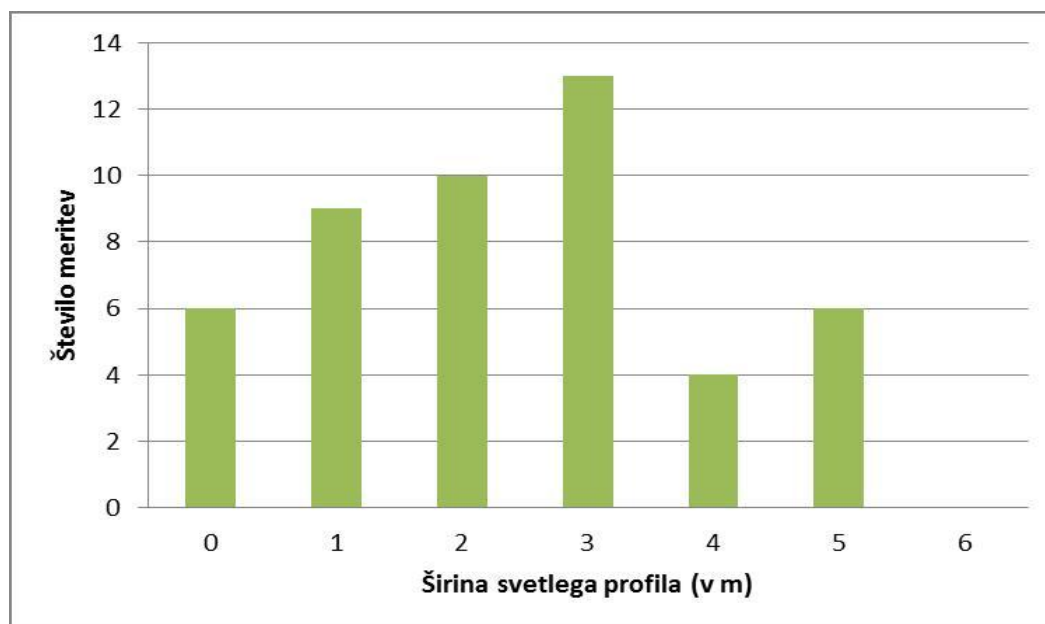
Povprečna širina cestišča na gozdni cesti je 4,9 m. Brežini se po naklonu bistveno ne razlikujeta, saj je povprečni naklon odkopne brežine 72 %, povprečni naklon nasipne pa 70 %. Večja pa je razlika med poševnima dolžinama brežin. Povprečna dolžina odkopne brežine je 2,20 m, povprečna širina nasipne brežine pa meri 3,8 m. Ker je od izgradnje ceste minilo že veliko let, so drevesa, na nekaterih delih, cesto povsem prerasla. Tako povprečna širina svetlega profila na cesti meri 1,95 m. Od mesta meritve prvega prečnega profila do zadnjega, ki smo ga opravili na tej cesti, znaša razlika nadmorske višine 155 m.



Slika 5: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 1937



Slika 6: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 1937



Slika 7: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937

Slika 5 nam prikazuje podolžni profil gozdne ceste od mesta prve meritve, ki je pri 623 metrih nadmorske višine, do mesta zadnje meritve na koncu ceste, ki je na 778 metrih nadmorske višine. Iz slike je mogoče ugotoviti, kje so na cesti prve tri serpentine, saj se nadmorska višina na tistih mestih hitreje dvigne. Tam meritev nismo opravljali.

Iz slike 6 vidimo kakšna je frekvenčna porazdelitev naklonov brežin na gozdni cesti. Iz slike je razvidno, da so razlike v naklonih brežin med odkopno in nasipno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1937 sicer majhne, vendar lahko sklepamo, da so odkopne brežine strmejške od nasipnih. Največ naklonov odkopne brežine je bilo med 80 in 100 %, in sicer 20. Na nasipni brežini pa je bilo največ naklonov od 70 – 80 %. Teh je bilo 13.

Slika 7 predstavlja frekvenčno porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti iz leta 1937. Iz slike vidimo, da je drevje, v kar šestih prečnih profilih, povsem preraslo cesto in da na teh mestih ni svetlega profila. Drevje prav tako skoraj na celotni trasi ceste nekoliko prekriva samo cesto. Vidimo, da je bilo največ meritev prečnega profila izmerjenih na mestih, kjer je svetli profil okoli 3 m (od 2,5 m do 3,5 m). Takih meritev smo opravili 13. Podobne rezultate je bilo moč pričakovati, saj je cesta stara že več kot 70 let. Drevesa in grmovje, ki raste na obeh brežinah ali v nekoliko širši okolici ceste, so v tem času popolnoma ali vsaj delno zapolnila prostor nad cesto.

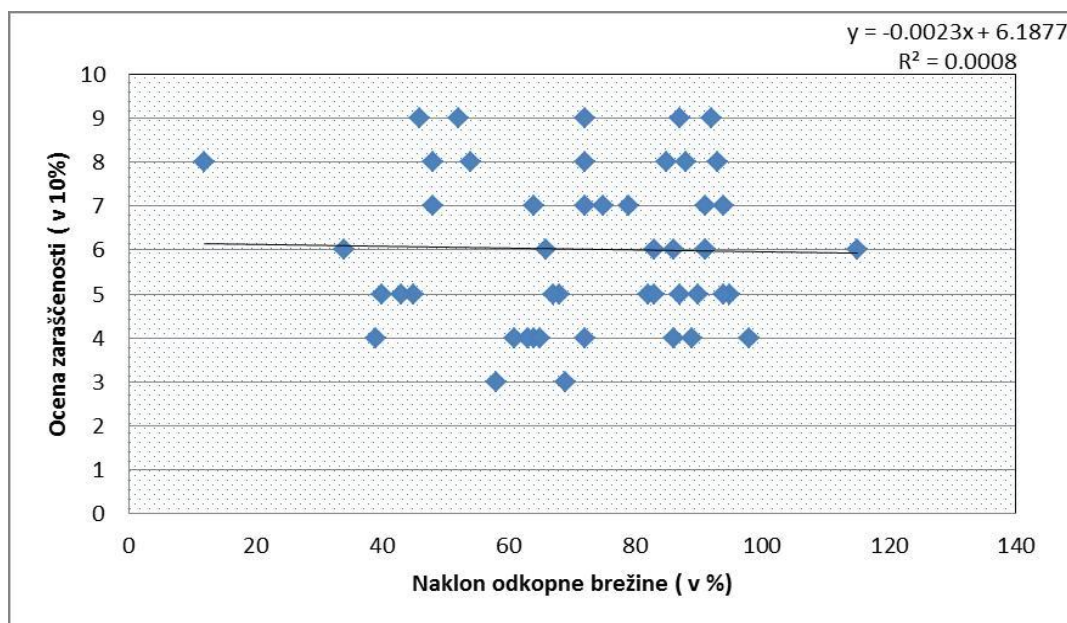
Na zaraščenost brežin, tako odkopne kot nasipne, vpliva več različnih faktorjev. V diplomskem delu smo ugotavljali, kako se zaraščajo brežine na različno starih gozdnih cestah. Na cesti zgrajeni leta 1937 smo poleg starosti ceste preverili, kako na zaraščenost vplivata faktorja naklona brežine in širina svetlega profila. Na tej cesti nismo preverjali, kako se zaraščata brežini glede na različno nadmorsko višino. Razlog za to je, da je razlika le-te premajhna.

Zaraščenost brežin je glede na različne kombinacije teh faktorjev različna. Odvisnost zaraščenosti brežin od naklona brežin in širine svetlega profila smo ugotavljali z linearno regresijo. Za izračune smo uporabili programsko orodje Excel od, podjetja Microsoft. Za stopnjo tveganja smo izbrali $\alpha = 0,05$, kar pomeni, da je tveganje manjše od 5 %. Najprej smo odvisnost na odkopno in nasipno brežino ugotovili ločeno, nato pa smo brežini primerjali med seboj.

5.1.1 Zaraščenost odkopne brežine

Na zaraščenost odkopne brežine delujejo različni vplivi, bodisi ugodno, bodisi neugodno. Najprej smo ugotavljali, kako na zaraščenost odkopne brežine vpliva njen naklon.

Slika 8 prikazuje, da med zaraščenostjo in naklonom odkopne brežine ni statistično značilne povezave. Tudi test korelacijskega koeficienta (preglednica 1) nam pove, da povezava med zaraščenostjo in naklonom odkopne brežine ni statistično značilna. Vemo, da se odkopna brežina zarašča slabše kot nasipna, predvsem zaradi pomanjkanja rasnega substrata, ki ga iz odkopne brežine odkopljemo in prenesemo na nasipno. Gozdno cesto iz leta 1937 so gradili z ročnimi orodji, kot so lopata, krampi in podobno kar pa je bilo potrebno, pa so razstrelili z razstrelivom. Kjub vsemu je narava, kot kažejo rezultati, v vseh teh letih na odkopni brežini ustvarila ugodne pogoje za rast vegetacije. Brežino zaraščajo drevesa, grmovje in zelišča. Na nekaterih predelih najdemo tudi travo in mahove, zelo malo odkopnih brežin je golih. Na nekaterih predelih so bile odkopne brežine narejene s preveč velikim naklonom, saj je z leti erozija oblikovala nove manj strme brežine.



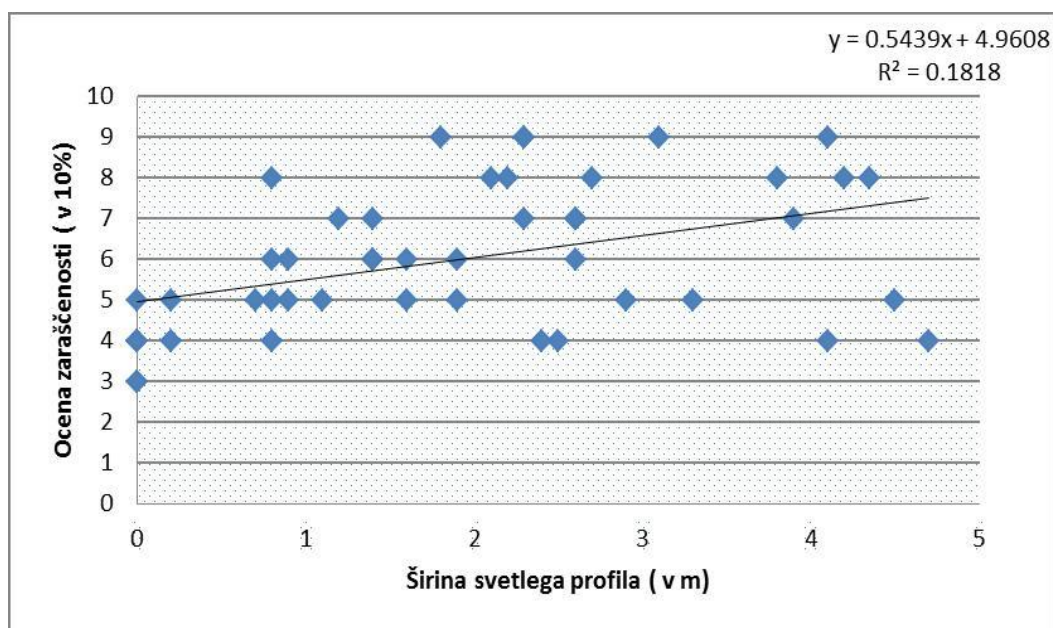
Slika 8: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937

Preglednica 1: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	0.108772495	0.108772495	0.0345	0.8534
Ostanek	46	144.8704	3.149356395		
Skupaj	47	144.9792			

Nato smo ugotavljali, kako na zaraščенost odkopne brežine vpliva širina svetlega profila. Širši kot je svetli profil, več svetlobe in toplote pride do tal. Analiza povezanosti med širino svetlega profila in zaraščенostjo odkopne brežine, ki smo jo opravili z linearno regresijo, nam pokaže, da obstaja statistično značilna povezava. Slika 9 kaže, da širši kot je svetli profil, boljša je zaraščенost odkopne brežine. Rezultat nam potrjuje tudi test

korelacijskega koeficienta, razviden iz preglednice 2, ki kaže, da obstaja statistično značilna povezava med danima dejavnikoma. Rezultat, ki smo ga dobili je bil pričakovan. Po predvidevanjih, sta svetloba in toplota, ki prihajata skozi krošnje do tal, ugodna dejavnika za rast vegetacije. Na pobočju, kjer poteka cesta na Uskovnico, je nasploh zelo veliko svetlobe in toplote, saj je stran južna in se sonce z vso svojo močjo upre vanjo.



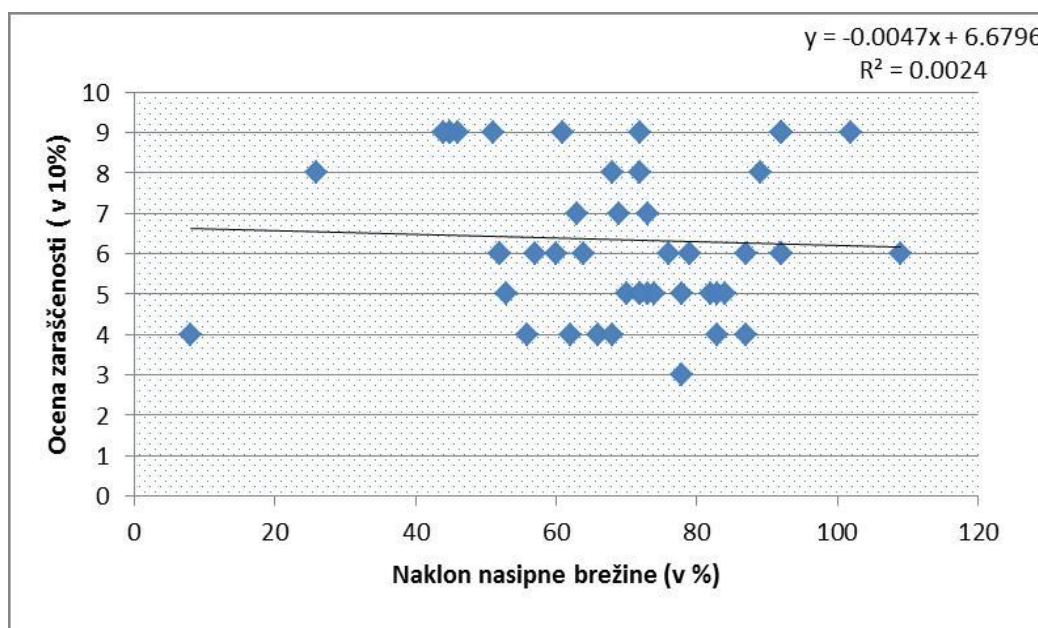
Slika 9: Odvisnost zaraščanosti odkopne brežine od širine svetlega profila

Preglednica 2: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščanosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	26.35351	26.35351	10.21922	0.002514
Ostanek	46	118.6257	2.578819		
Skupaj	47	144.9792			

5.1.2 Zaraščенost nasipne brežine

Enako, kot pri odkopni brežini, nas je tudi pri nasipni brežini zanimalo, kako različni dejavniki vplivajo na njeno zaraščенost. Tudi pri nasipni brežini, na cesti zgrajeni leta 1937, smo ugotavljali vpliv naklona brežine in širine svetlega profila na zaraščенost brežine. Postopek ugotavljanja vpliva teh dejavnikov je bil enak, kot pri odkopni brežini. Rezultati kažejo, da so tudi na nasipni brežini pogoji za rast vegetacije dobri.



Slika 10: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937

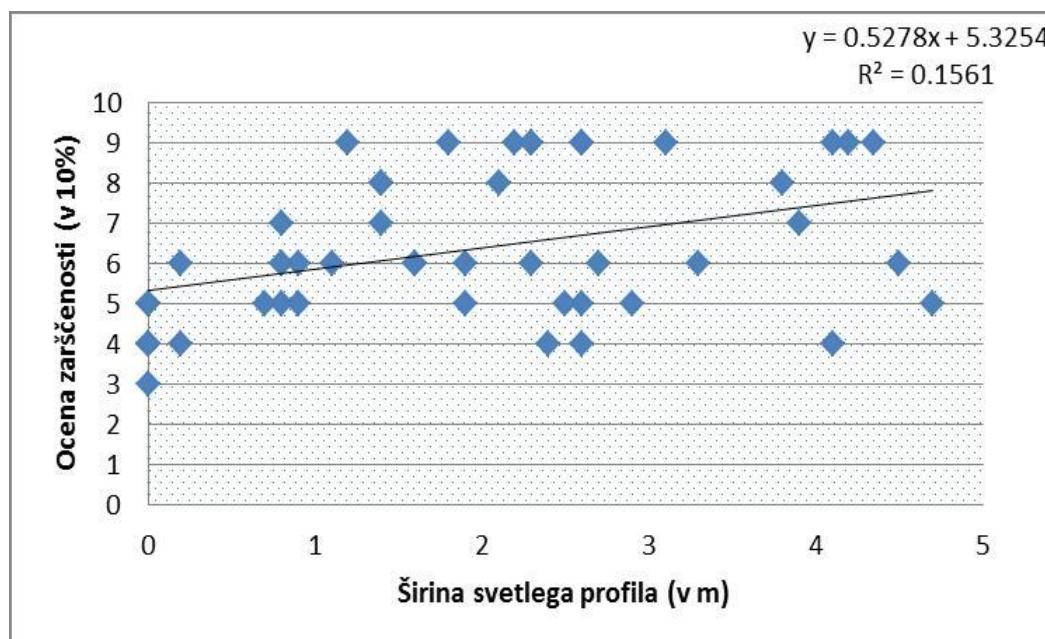
Preglednica 3: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji Kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	0.375149	0.375149	0.108805	0.743007
Ostane	46	158.604	3.447913		
Skupaj	47	158.9792			

Linerana regresija, razvidna iz slike 10, nam pove, da tudi pri nasipni brežini med zaraščenošjo in naklonom brežine ni statistično značilne povezave. Tudi test korelacijskega koeficienta nam to trditev potrjuje.

Kot kaže se je na brežinah gozdne ceste iz leta 1937 z leti nabralo dovolj ravnega substrata, ki omogoča dobro rast rastlinja. Na stabilnost brežine zelo vpliva tudi vrsta zaraščenoš, saj je veliko grmovja in dreves, ki z svojimi koreninami dobro varujejo brežino pred erozijo.

Tudi pri nasipni brežini smo ugotavljali, kako na zaraščenoš le-te vpliva širina svetlega profila. Pričakovali smo podobne rezultate kot pri odkopni brežini. Ko smo to odvisnost analizirali z linearno regresijo, smo naša pričakovanja lahko tudi potrdili. Linearna regresija, razvidna iz slike 11 kaže, da se z večjo širino svetlega profila tudi zaraščenoš nasipne brežine povečuje. Povezava je statistično značilna. Tudi test korelacijskega koeficienta (preglednica 4) potrjuje, da med zaraščenošjo brežine in širino svetlega profila, obstaja statistično značilna povezava.



Slika 11: Odvisnost zaraščenoš nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937

Preglednica 4: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1937)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	24.81734	24.81734	8.509107	0.005448
Ostanek	46	134.1618	2.916562		
Skupaj	47	158.9792			

5.1.3 Primerjava zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino:

Poleg vplivov različnih dejavnikov na zaraščенost brežin nas je zanimala tudi primerjava v zaraščенosti med njima. Obe brežini na gozdni cesti, zgrajeni leta 1937, sta zelo dobro zaraščeni. Povprečna zaraščенost odkopne brežine je 60 %. Še nekoliko boljše je zaraščena nasipna brežina, saj je povprečna ocena zaraščенosti 63,5 %. Za ugotavljanje razlike v zaraščенosti med njima, smo uporabili t-test. Preglednica 5 nam kaže, da ničelno hipotezo lahko sprejmemo. Iz tega lahko razberemo, da med odkopno in nasipno brežino ni statistično značilnih razlik. S starostjo se je razlika v zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino skoraj popolnoma izničila. Narava je v vseh teh letih rano, ki je nastala z graditvijo te ceste, že dobro zarasla. Velik del zaraščенosti brežin ima ponovno proizvodnjo funkcijo, saj so drevesa že dovolj velika. Gozdna cesta se je lepo zlila z okoljem.

Preglednica 5: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 1937

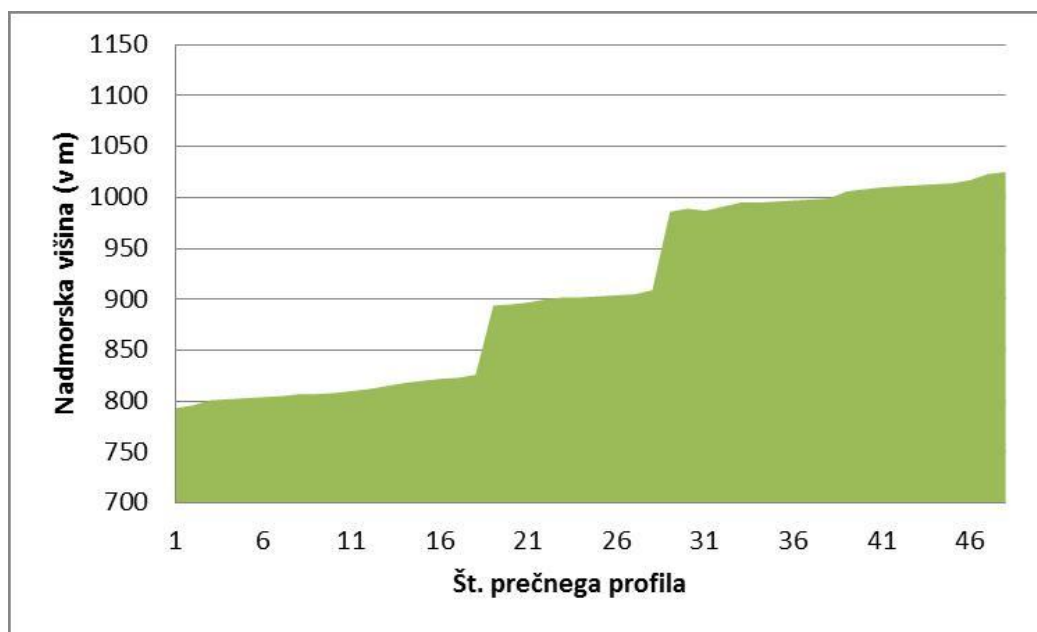
	Odkopna brežina	Nasipna brežina
Aritmetična sredina	6.02	6.35
Varianca	3.084663121	3.382535461
Število meritev	48	48

Stopinje prostosti	94	
Izračunani t	-0.90811587	
Kritični t	1.98552344	
P vrednost	0.36613932	

5.2 GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 1986

Povprečna širina cestišča na gozdni cesti, zgrajeni leta 1986, meri 4,48 m. Poševna dolžina odkopne brežine ima povprečno vrednost 2,3 m, njen povprečni naklon pa je 77 %. Povprečna poševna dolžina nasipne brežine meri 3,3 m. Prav tako, kot pri gozdni cesti iz leta 1937, je tudi na tej povprečen naklon nasipne brežine manjši kot naklon odkopne brežine. Meri namreč 73 %. Povprečna širina svetlega profila je na tej cesti 2,36 m. Velika pa je razlika nadmorske višine od mesta prve meritve do zadnje meritve prečnega profila na tej cesti. Razlika znaša 232 metrov.

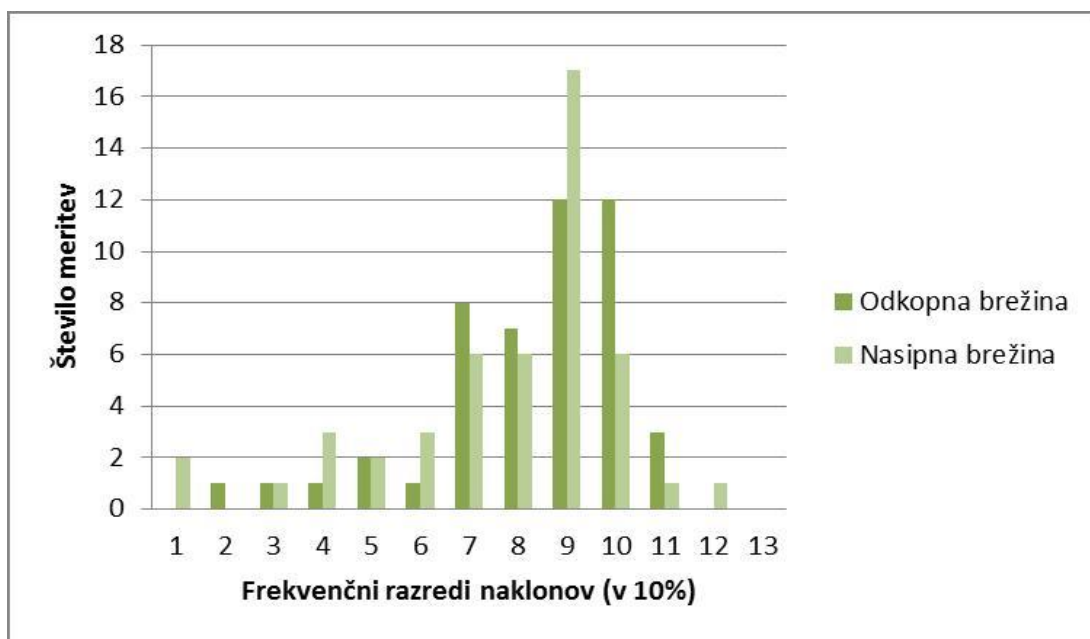
Slika 12 prikazuje podolžni profil gozdne ceste od mesta prve meritve, na 793 metrih nadmorske višine, do mesta zadnje meritve, ki smo jo opravili na 1025 metrih nadmorske višine. Gozdna cesta gre od tega mesta še naprej, in sicer do koč na Uskovnici, ki je na 1154 metrih nadmorske višine. Vendar se cesta zadnjih 300 m dviga ob pašniku, tako da na teh mestih nismo mogli opraviti meritev, ker ni odkopne brežine oz. je namesto nje pašnik. Iz slike lahko opazimo, da se je nadmorska višina na dveh mestih hitro dvignila. Razlog za to je, da je bila odkopna brežina nekoliko drugačna od ostalih, ki smo jih merili, tako da bi lahko meritve, ki bi jih izmerili na tem delu ceste, preveč vplivale na rezultat. Rezultat ne bi dal dejanske slike zaraščenosti brežin na tej gozdni cesti.



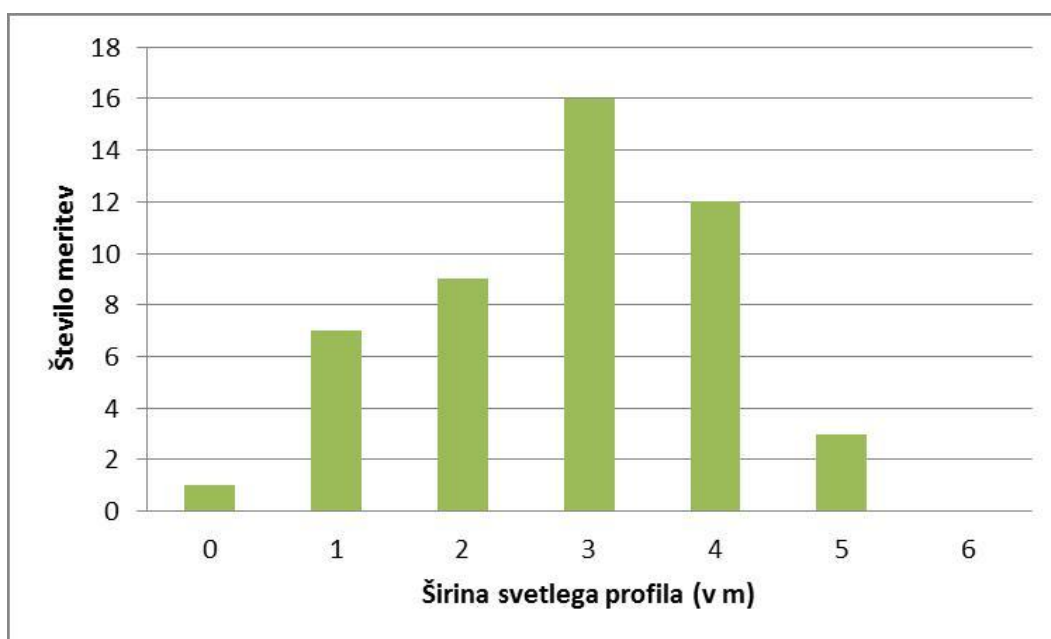
Slika 12: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 1986

Slika 13 nam podaja frekvenčno porazdelitev naklonov odkopne in nasipne brežine na cesti zgrajeni leta 1986. Največ odkopnih brežin je bilo zgrajenih z naklonom med 80 in 90 %. Teh je bilo skupno kar 24 od 48 meritev, ki smo jih opravili na tej cesti. Največ nasipnih brežin pa je bilo zgrajenih z naklonom med 80 in 100 %, in sicer kar 17. Nakloni brežin so podobni, kot so bili na gozdni cesti zgrajeni leta 1937. Kljub drugačnemu načinu gradnje je verjetno razlog za to v tem, da je ta gozdna cesta nadaljevanje gozdne ceste iz leta 1937.

Iz slike 14 lahko razberemo kakšna je frekvenčna porazdelitev meritev širine svetlega profila. Na mestih, kjer smo opravili meritve, je drevje le na enem mestu cesto povsem prekrilo. Največ meritev pa smo opravili na mestih, kjer je širina svetlega profila okoli 3 m (od 2,5 do 3,5 m). Takih prečnih profilov smo izmerili 16. Širina svetlega profila se je v primerjavi z cesto iz leta 1937 pričakovano povečala. Tudi na tej cesti do brežin pride veliko svetlobe in toplote.



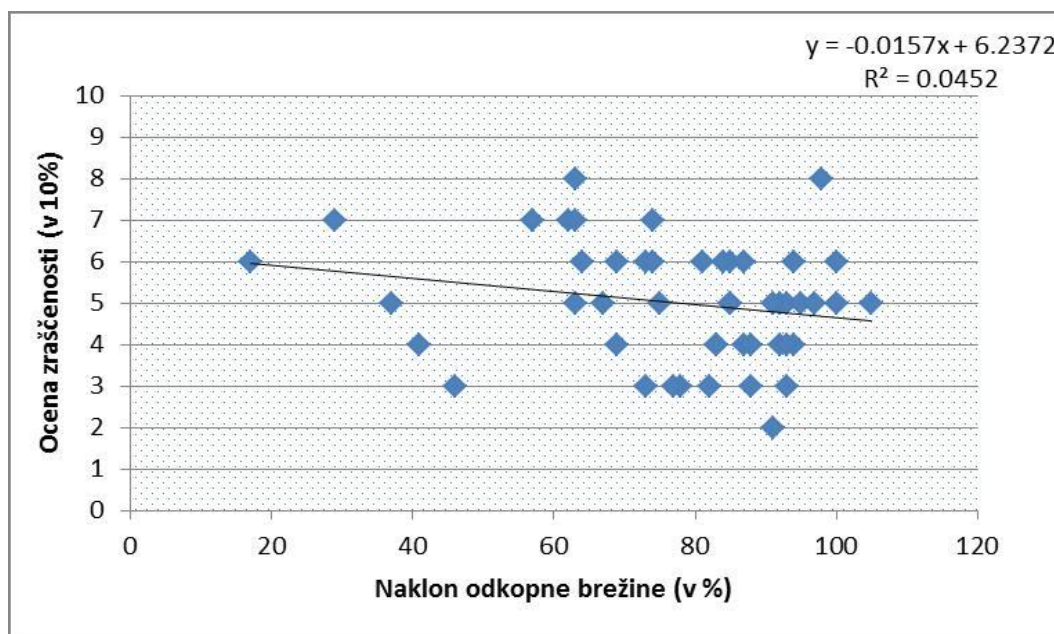
Slika 13: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 1986



Slika 14: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

5.2.1 Zaraščenost odkopne brežine

Najprej smo ugotavljali, kako na zaraščenost odkopne brežine vpliva naklon le-te. Iz slike 15, ki prikazuje linearno regresijo, lahko razberemo, da ni statistično značilne povezave med naklonom odkopne brežine in njeno zaraščenostjo. Tudi test korelacijskega koeficienta, preglednica 6, nam potrjuje, da statistično značilne povezave med naklonom in zaraščenostjo odkopne brežine ni. Vidimo, da se je rezultat, ki nam pove, da statistično značilna povezava ne obstaja, zmanjšal v primerjavi z odkopno brežino gozdne ceste zgrajene leta 1937. Iz tega lahko razberemo, da velik naklon brežine kar nekaj časa vpliva na uspešnost zaraščanja odkopne brežine. Narava šele z leti ustvari ugodne pogoje za rast vegetacije. Zaraščenost odkopne brežine na gozdni cesti iz leta 1986 je sicer dobra. Razlika med odkopno brežino gozne ceste iz leta 1937 in to cesto pa je tudi v vrsti zaraščanja. Na brežinah gozdne ceste iz leta 1986 je več grmovja in manj dreves kot na starejši gozdni cesti iz leta 1937.

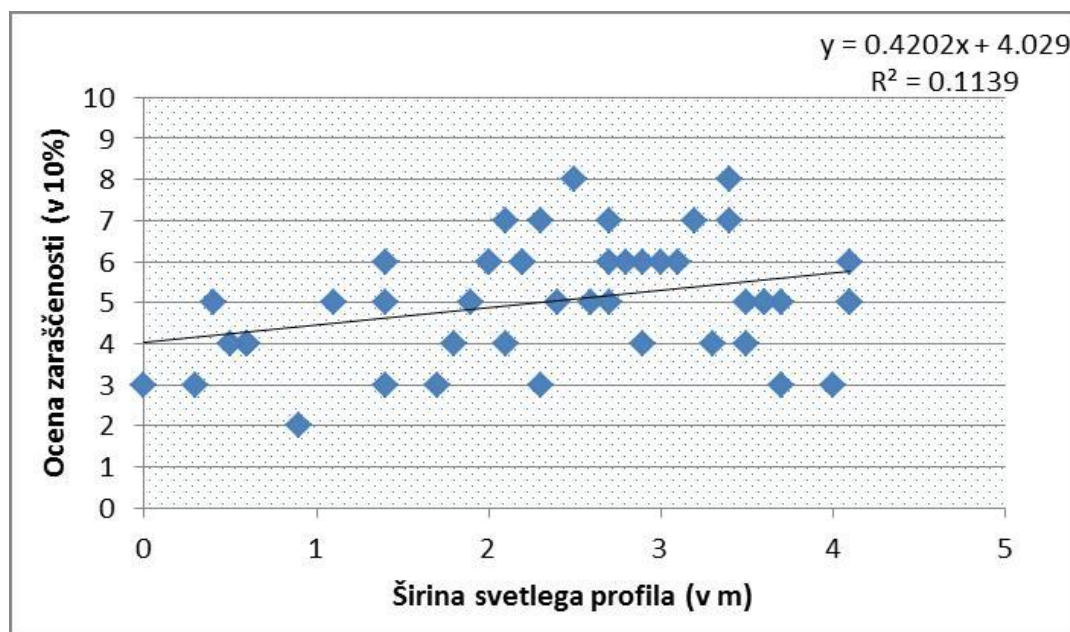


Slika 15: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

Preglednica 6: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota Kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	4.295087	4.295087	2.178707	0.146745
Ostanek	46	90.68408	1.971393		
Skupaj	47	94.97917			

Ugotavljali smo, kako na zaraščенost odkopne brežine vpliva širina svetlega profila. Na tej gozdni cesti je svetlega profila več, kot na najstarejši cesti. Pričakovali smo, da bo večja širina vplivala na zaraščенost odkopne brežine. Rezultat, ki smo ga dobili z linearno regresijo, slika 16, je pričakovanja potrdil. Med širino svetlega profila in zaraščенostjo odkopne brežine obstaja statistično značilna povezava. Z večanjem širine svetlega profila se tudi zaraščенost brežine povečuje. Tudi test korelacijskega koeficienta, razviden iz preglednice 7, nam pove, da med zaraščенostjo brežine in širino svetlega profila obstaja statistično značilna povezava.



Slika 16: Odvisnost zaraščnosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

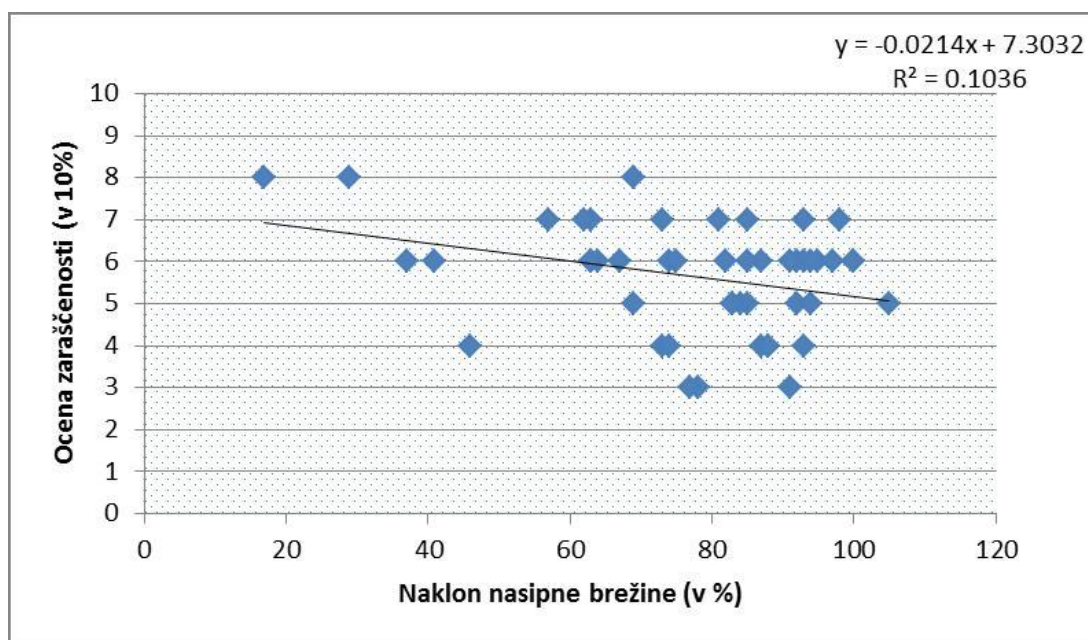
Preglednica 7: Test korelacijskega koeficienta (linarna regresija odvisnosti zaraščnosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	10.81591	10.81591	5.911507	0.018996
Ostanek	46	84.16326	1.829636		
Skupaj	47	94.97917			

5.2.2 Zaraščnost nasipne brežine

Tudi pri zaraščnosti nasipne brežine nas je najprej zanimalo, kako nanjo vpliva naklon brežine. Slika 17 nam prikazuje, da se z večanjem naklona, zaraščnost brežine zmanjšuje. Linearna regresija nam pove, da med zaraščnostjo brežine in njenim naklonom obstaja statistično značilna povezava. Tudi test korelacijskega koeficienta, preglednica 8, to povezavo potrjuje. Da se zaraščnost brežine zmanjšuje z večanjem naklona brežine, nam

pojasnuje dejstvo, da voda na strmejših delih lažje odnaša najbolj fine delce rastnega substrata, ki ga za svojo rast potrebuje vegetacija, ki brežino zarašča. Tako rastline na strmejših predelih brežine težje zaraščajo.



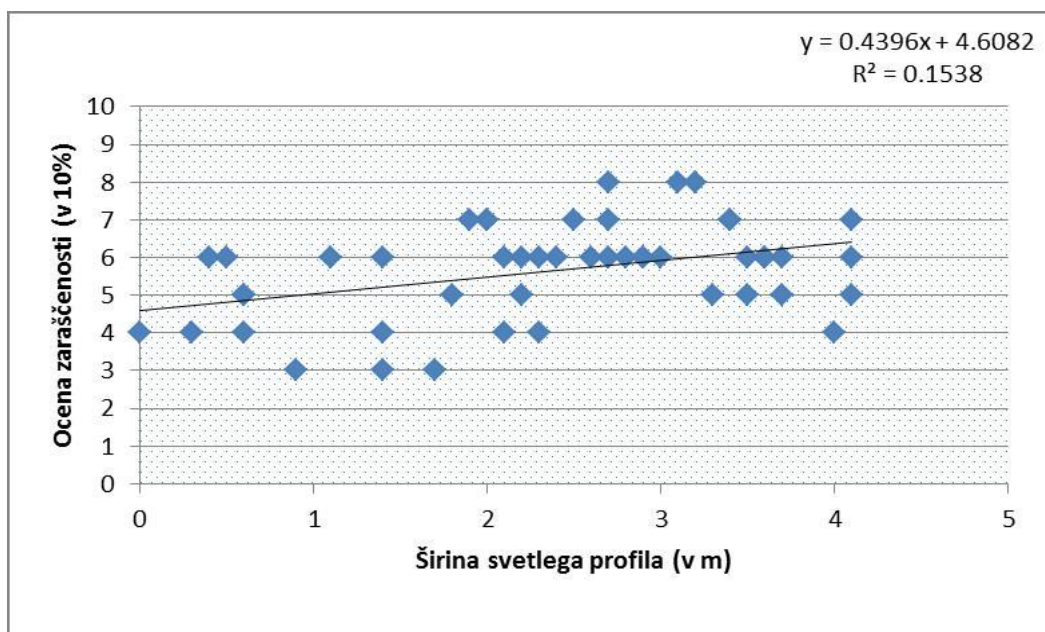
Slika 17: Odvisnost zaraščanosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

Preglednica 8: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščanosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	7.973593	7.973593	5.3153	0.0257
Ostanek	46	69.00557	1.500121		
Skupaj	47	76.97917			

Tudi pri nasipni brežini nas je zanimal vpliv širine svetlega profila na njeno zaraščanost. Tudi za ugotavljanje te odvisnosti smo naredili linerano regresijo, ki je razvidna iz slike 18. Ugotovimo, da obstaja statistično značilna povezava med zaraščanostjo nasipne brežine in

širino svetlega profila. Večja širina svetlega profila pričakovano vpliva na zaraščanost nasipne brežine. Širši, kot je svetli profil, boljša je zaraščanost. Povezavo potrjuje tudi test korelacijskega koeficienta, v preglednici 9. Rastline za svojo rast potrebujejo svetlobo in toploto. Tako so na mestih, kjer je prostor nad cesto bolj zastrt z krošnjami in je zato svetlega profila manj, pogoji za rast rastlin slabši. Tla na delih, kjer je svetlobe zelo malo so ponavadi porasla z mahom ali pa so celo gola. Na takih mestih je večja nevarnost delovanja erozije.



Slika 18: Odvisnost zaraščanosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

Preglednica 9: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščanosti nasipne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	11.83692	11.83692	8.358602	0.005842
Ostanek	46	65.14225	1.416136		
Skupaj	47	76.97917			

5.2.3 Primerjava zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino

Povprečna zaraščenost odkopne brežine na gozdni cesti iz leta 1986 je 50 %, povprečna zaraščenost nasipne brežine pa 56 %. Za ugotavljanje razlik v zaraščenosti med brežinama smo uporabili Excelov t-test. Iz preglednice 10 lahko razberemo, da ničelo hipotezo, ki pravi, da med brežinama ni statističnih razlik, lahko zavržemo. To pa pomeni, da med odkopno in nasipno brežino obstajajo statistično značilne razlike v zaraščenosti. Nasipna brežina na tej cesti se zarašča bolje od odkopne brežine. Ob grajenju gozdne ceste, se material iz odkopne brežine odkoplje in prenese na nasipno brežino. Tako je na površini nasipnih brežin več ravnega substrata za rast rastlin, kot na odkopnih brežinah. Nasipne brežine so ponavadi zgrajene bolj položno, zato je voda manj odnaša zemljo s površine, kot pri odkopnih brežinah. Od izgradnje ceste je minilo premalo časa, da bi narava izničila razliko v zaraščenosti med odkopno in nasipno, kot je bilo to pri najstarejši gozdni cesti iz leta 1937.

Preglednica 10: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 1986

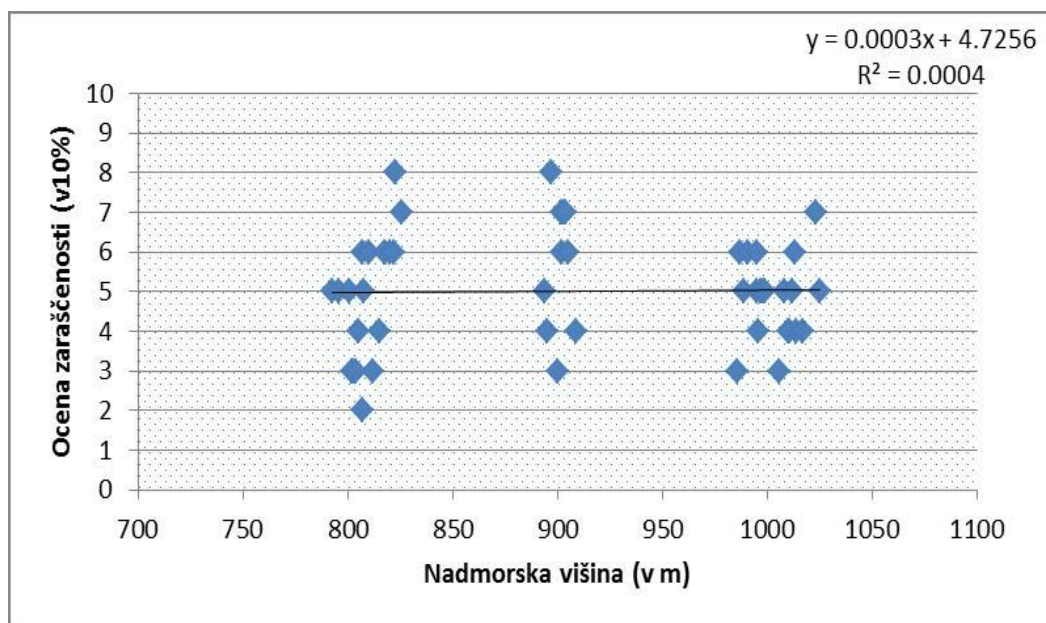
	Odkopna brežina	Nasipna brežina
Aritmetična sredina	5.02	5.65
Varianca	2.020833	1.637855
Število meritev	48	48
Stopinje prostosti	93	
Izračunani t	-2.2638	
Kritični t	1.98580	
P vrednost	0.0259	

5.2.4 Vpliv nadmorske višine na uspešnost zaraščanja brežin na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

Na gozdni cesti, zgrajeni leta 1986, smo poleg naklona brežin in širine svetlega profila ugotavljali tudi, kako na zaraščenost brežin vpliva nadmorska višina. Vpliv nadmorske višine smo ugotavljali za odkopno in za nasipno brežino posebej. Zaradi skupne razlike nadmorske višine 232 m, smo se odločili, da naredimo dva višinska razreda. Za mejo med njima smo določili nadmorsko višino 900 m. V prvi višinski razred, od 793 – 900 m nadmorske višine, smo uvrstili 22 meritev. Meritve, ki smo jih izmerili od 900 – 1025 m nadmorske višine pa smo uvrstili v drugi višinski razred. Teh meritev smo opravili 26.

5.2.4.1 Zaraščenost odkopne brežine

Najprej smo opravili linerano regresijo za ugotavljanje odvisnosti med nadmorsko višino in zaraščenostjo brežine za odkopno brežino. Linearno regresijo smo naredili za oba višinska razreda skupaj. Iz slike 19 vidimo, da je zaraščenost brežine z različno nadmorsko višino podobna. Linearna zveza med nadmorsko višino in zaraščenostjo odkopne brežine ni statistično značilna. To nam potrjuje tudi test korelacijskega koeficienta, preglednica 11. Če bi imeli možnost, da bi meritve opravili na še višje ležečih delih in bi bila tako razlika nadmorske višine še večja, bi verjetno dobili povsem drugačno sliko.



Slika 19: Odvisnost zaraščanosti odkopne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

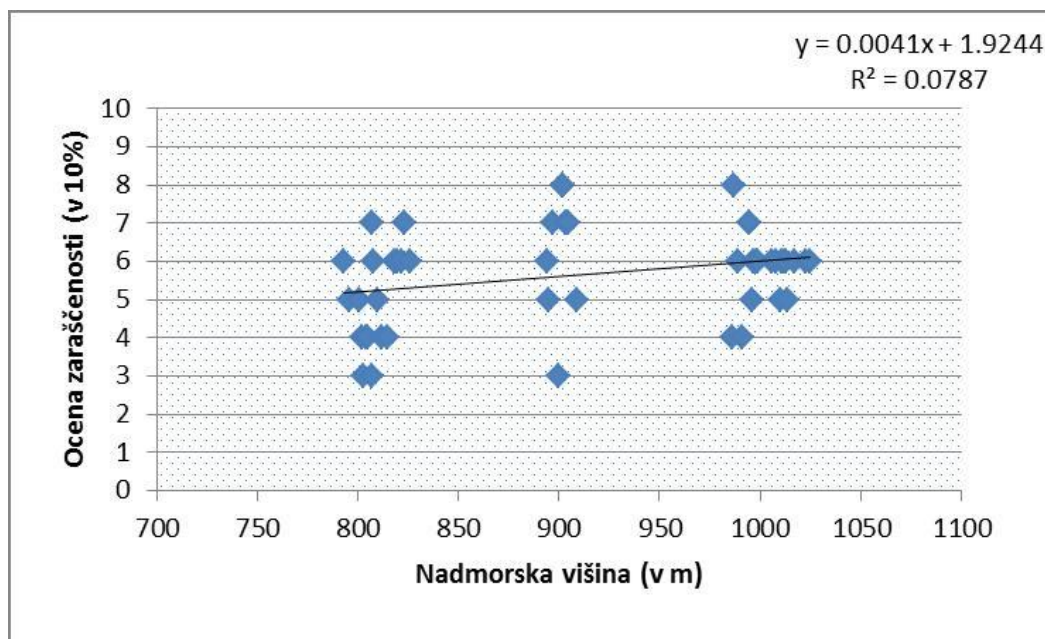
Preglednica 11: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščanosti odkopne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	0.038154	0.038154	0.018486	0.892443
Ostanek	46	94.94101	2.063935		
Skupaj	47	94.97917			

5.2.4.2 Zaraščanost nasipne brežine

Enako, kot za odkopno, smo tudi za nasipno brežino opravili linearno regresijo za ugotavljanje odvisnosti zaraščanosti nasipne brežine od nadmorske višine. Ponovno smo upoštevali oba višinska razreda. Linearna regresija, slika 20, nam pove, da povezava med

iskanima dejavnikoma, ni statistično značilna. To nam potrjuje tudi test korelacijskega koeficienta, ki ob 5 % stopnji tveganja, potrjuje, da povezava ni statistično značilna. Tudi pri nasipni brežini je tako, kot pri odkopni, razlog, da povezava ni statistično značilna v tem, da je razlika nadmorske višine premajhna, da bi bila slika drugačna.



Slika 20: Odvisnost zaraščanosti nasipne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

Preglednica 12: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščanosti nasipne brežine od nadmorske višine na gozdni cesti zgrajeni leta 1986)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	6.060537	6.060537	3.93105	0.053393
Ostanek	46	70.91863	1.541709		
Skupaj	47	76.97917			

5.2.4.3 Primerjava zaraščenosti odkopne in nasipne brežine med prvim in drugim višinskim razredom

Naprej nas je zanimala razlika v zaraščenosti odkopne brežine med obema višinskima razredoma. Za ugotavljanje te razlike smo uporabili t-test. Za stopnjo tveganja smo ponovno vzeli 5 % ($\alpha = 0,05$). Uporabili smo t-test za različne variance. Iz preglednice 13 vidimo, da med prvim in drugim višinskim razredom ni statistično značilnih razlik v zaraščenosti odkopne brežine.

Preglednica 13: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med prvim in drugim višinskim razredom za odkopno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

	Prvi višinski razred (793 – 900 m)	Drugi višinski razred (900 – 1025 m)
Aritmetična sredina	4.9	5.2
Varianca	2.790043	1.415385
Število meritev	22	26
Stopinje prostosti	37	
Izračunani t	-0.68165	
Kritični t	2.02619	
P vrednost	0.49970	

Preglednica 14: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med prvim in drugim višinskim razredom za nasipno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986

	Prvi višinski razred (793 – 900 m)	Drugi višinski razred (900 – 1025 m)
Aritmetična sredina	5.1	6.1
Varianca	1.705628	1.146154
Število meritev	22	26
Stopinje prostosti	41	
Izračunani t	-2.93774	
Kritični t	2.01954	
P vrednost	0.005404	

Enako nas je zanimalo tudi za nasipno brežino. Opravili smo enak t-test (preglednica 14), kot za odkopno brežino, le da smo uporabili podatke za nasipno brežino. T-test za ugotavljanje razlik v zaraščenosti nam pove, da je zaraščenost med obema višinskima razredoma statistično značilno različna. Zaraščenost je v drugem višinskem razredu v povprečju za 10 % boljša, kot v prvem višinskem razredu. Razlog za tako sliko je v naklonu nasipne brežine, ki je v drugem višinskem razredu manjši kot v prvem.

5.3 GOZDNA CESTA ZGRAJENA LETA 2010

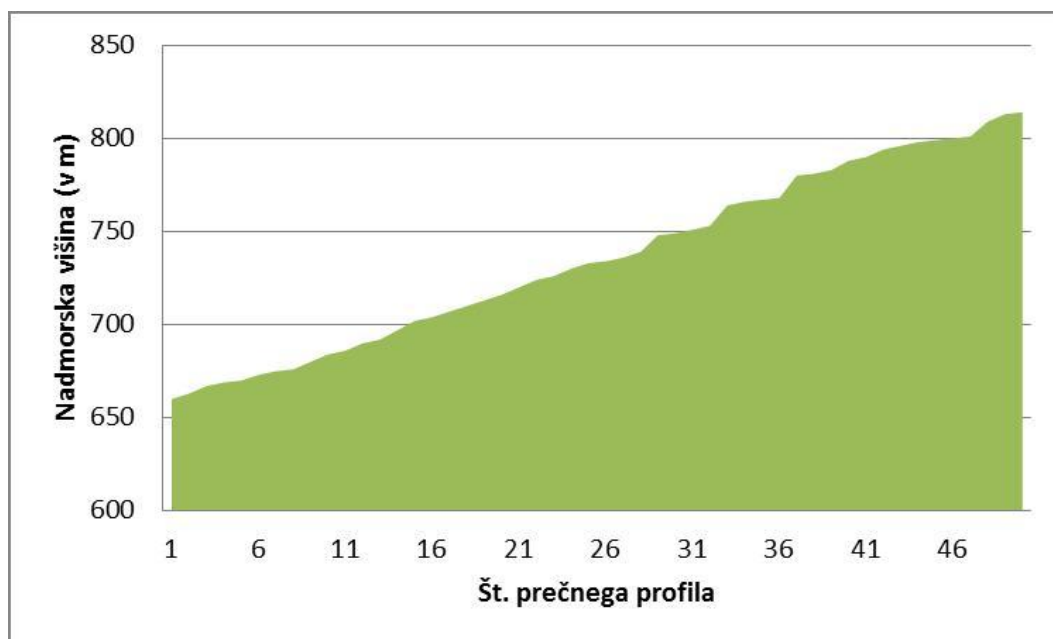
Gozdna cesta zgrajena leta 2010 je zadnja cesta na kateri smo preverjali uspešnost zaraščanja brežin zaradi različnih dejavnikov. Povprečna širina cestišča je na tej cesti 4,10 metrov. Ta gozdna cesta ima v primerjavi s prejšnjima gozdnima cestama najbolj položne brežine. Povprečen naklon odkopne brežine meri 63 %, povprečen naklon nasipne pa 51 %. Tudi povprečna poševna dolžina brežin je na tej cesti najkrajša, in sicer meri za odkopno brežino 4,24 m in za nasipno brežino le 3,23 m. Povprečna širina svetlega profila

na tej cesti meri 3,78 m. Prvo meritev smo opravili pri 660 metrih, zadnjo pri 814 metrih nadmorske višine. Razlika nadmorske višine torej znaša 154 metrov.

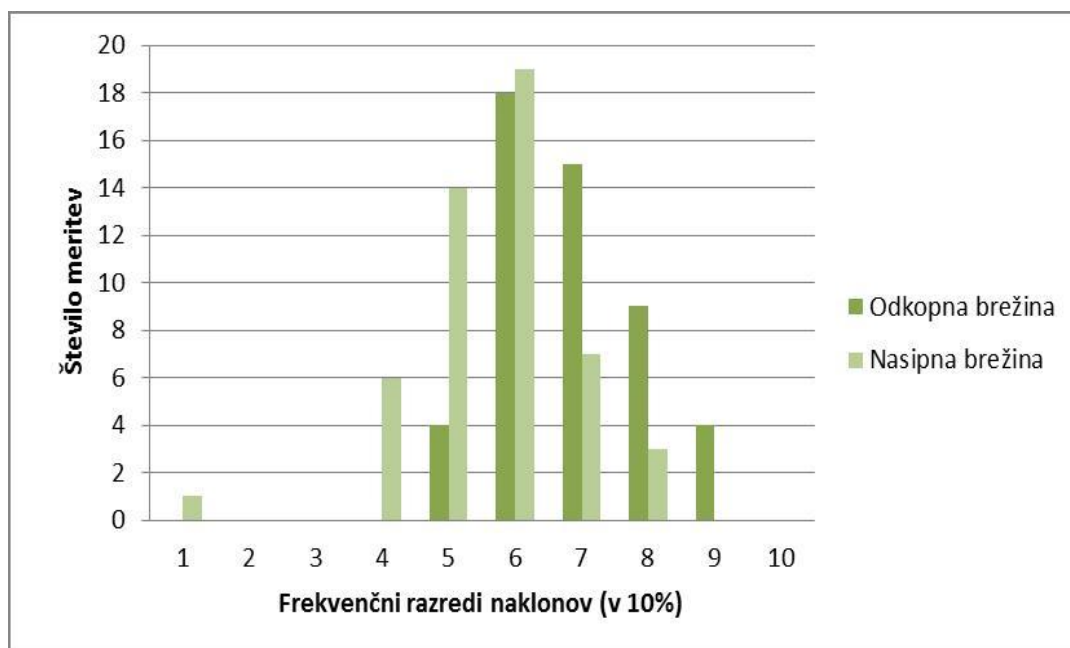
Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 2010 prikazuje slika 21. Nadmorska višina se po vsej trasi ceste enakomerno dviga.

Slika 22 prikazuje frekvenčno porazdelitev naklonov na tej gozdni cesti. Največ naklonov, tako odkopne kot tudi nasipne brežine, se giblje med 50 - 60 %. Takih meritev smo opravili 18 za odkopno, 19 za nasipno brežino, od skupaj 50 meritev.

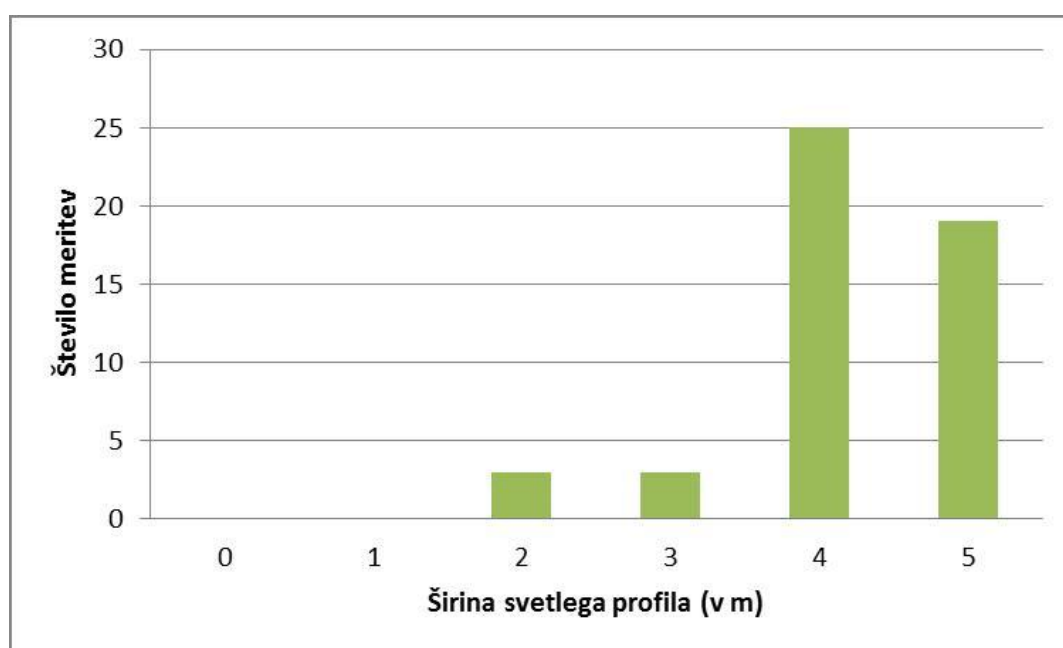
Pričakovana je frekvenčna porazdelitev meritev širine svetlega profila. Slika 23 nam prikazuje, da drevje ceste ni prekrilo na nobenem od delov, ki smo jih merili. Največ meritev smo opravili na mestih, kjer je svetli profil širok okoli 4 m (od 3,5 do 4,5 m). Od vseh meritev je bilo takih meritev kar pol, to je 25. Verjetno bi bilo takih meritev še več, če ne bi bila nasipna brežina v dolžini 250 m obdana s starejšim nasadom smrek.



Slika 21: Podolžni profil gozdne ceste zgrajene leta 2010



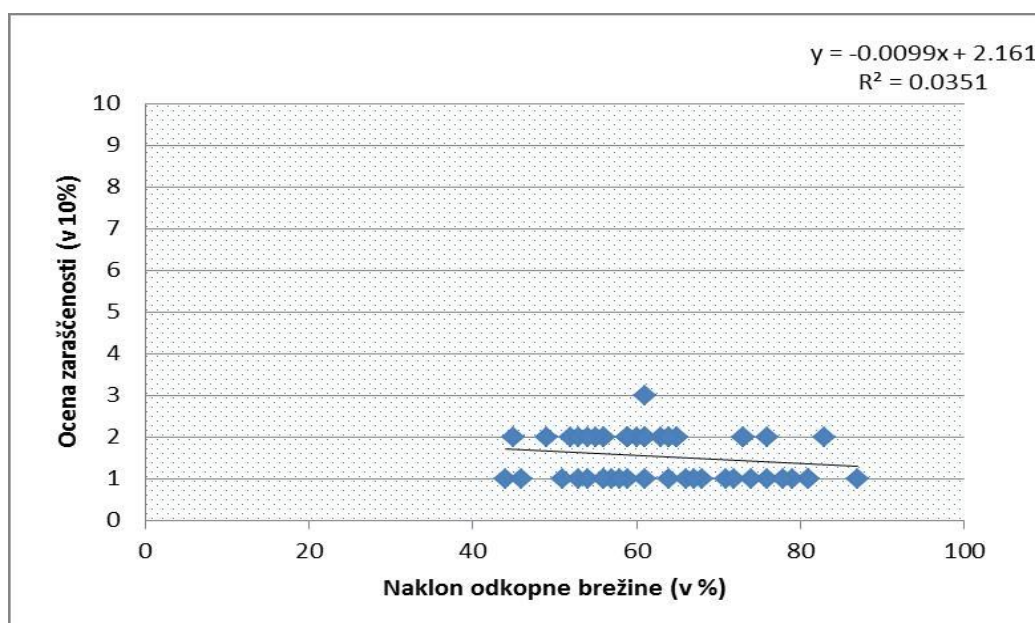
Slika 22: Frekvenčna porazdelitev naklonov na gozdni cesti zgrajeni leta 2010



Slika 23: Frekvenčna porazdelitev širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010

5.3.1 Zaraščenost odkopne brežine

Najprej nas je zanimalo, kako na zaraščenost odkopne brežine vpliva njen naklon. Linearna regresija, slika 24, nam pove, da med zaraščenostjo odkopne brežine in njenim naklonom ni statistično značilnih povezav. Tudi test korelacijskega koeficienta nam pove, da linearna zveza med naklonom in zaraščenostjo pri stopnji tveganja 5 %, ni statistično značilna. Razlog za tako sliko je, da je odkopna brežina dovolj položna, da na njej ostaja dovolj rastnega substrata za rast vegetacije.

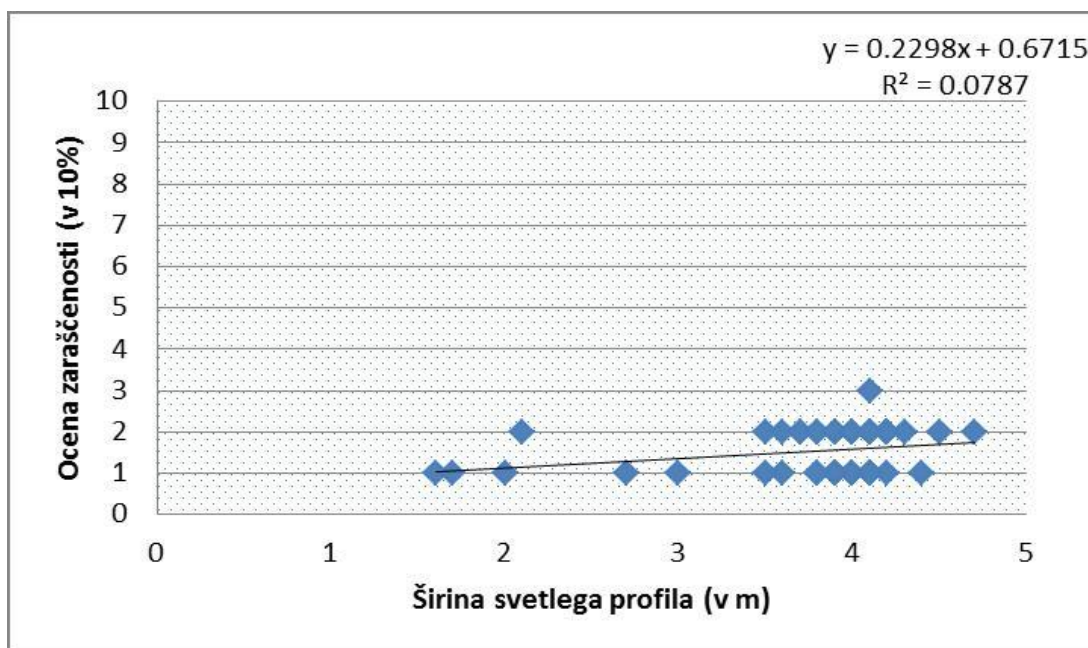


Slika 24: Odvisnost zaraščenosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010

Preglednica 15: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od naklona odkopne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	0.506435	0.506435	1.747136	0.192502
Ostanek	48	13.91356	0.289866		
Skupaj	49	14.42			

Naprej nas je zanimalo, kako na zaraščенost odkopne brežine vpliva širina svetlega profila. Z linearno regresijo, slika 25, smo ugotovili, da je med širino svetlega profila in zaraščенostjo odkopne brežine statistično značilna povezava. To nam potrjuje tudi test korelacijskega koeficienta, razviden iz preglednice 16, ki kaže, da med širino svetlega profila in zaraščенostjo odkopne brežine obstaja statistično značilna povezava. Odkopna brežina ima po vsej trasi gozdne ceste zelo veliko svetlobe in toplote. Vseeno pa je razvidno, da se mesta, ki jih obdajajo starejša drevesa slabše zaraščajo, kot mesta, ki imajo svetlobe več.

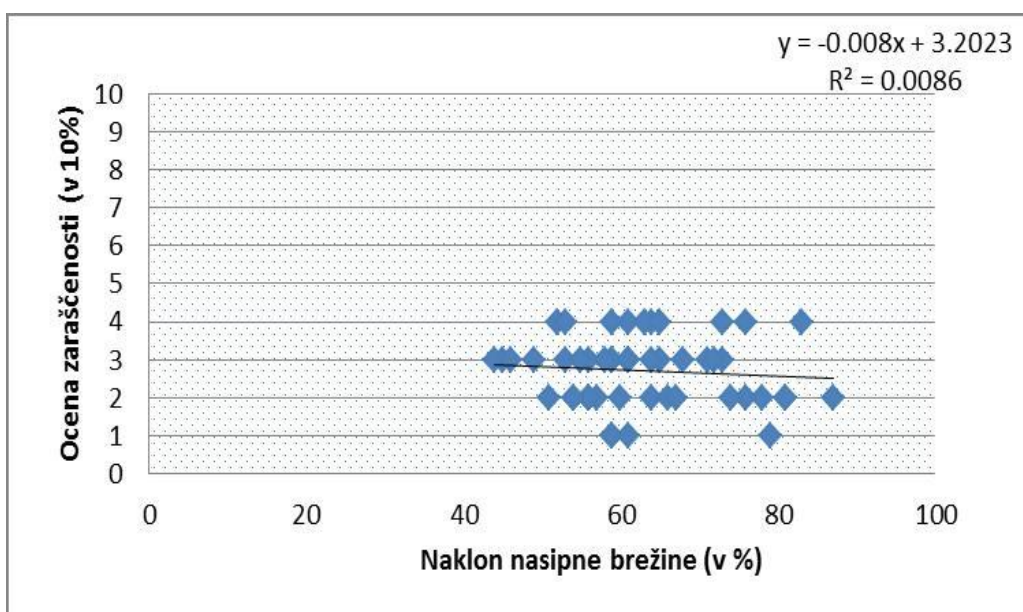
**Slika 25: Odvisnost zaraščенosti odkopne brežine o širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010**

Preglednica 16: Test korelacijskega koeficienta (linearna regresija odvisnosti zaraščенosti odkopne brežine od širine svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	1.135051	1.135051	4.101066	0.048437
Ostanek	48	13.28495	0.27677		
Skupaj	49	14.42			

5.3.2 Zaraščенost nasipne brežine

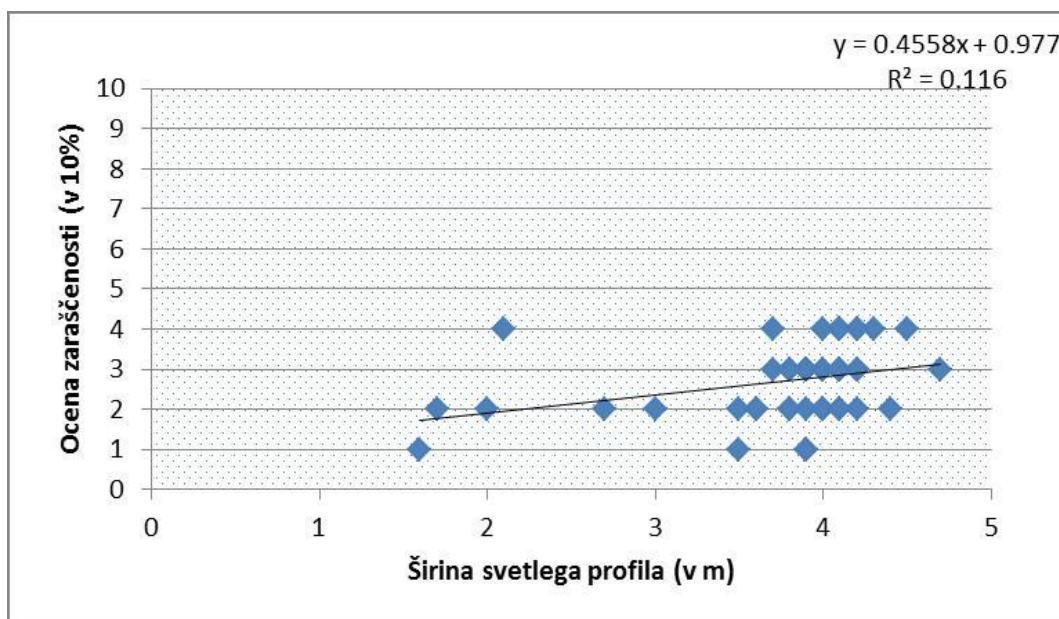
Za ugotavljanje odvisnosti različnih dejavnikov, smo tudi na nasipni brežini naredili enako, kot pri odkopni. Najprej nas je zanimalo, kako na zaraščanje nasipne brežine vpliva njen naklon. Linearna regresija (slika 26) nam pokaže, da med zaraščенostjo odkopne brežine in njenim naklonom, ni statistično značilne povezave. Tudi test korelacijskega koeficienta prikazan v preglednici 17, nam to potrjuje. Tudi nasipna brežina na tej cesti je bila zgrajena z dovolj položnim naklonom, tako da voda z erozijskimi procesi ne zmanjšuje pogojev za rast vegetacije.

**Slika 26: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010**

Preglednica 17: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od naklona nasipne brežine na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	0.331425	0.331425	0.416793	0.521616
Ostanek	48	38.16858	0.795179		
Skupaj	49	38.5			

Zanimalo nas je tudi, kako na zaraščенost nasipne brežine vpliva širina svetlega profila. Iz slike 27, ki prikazuje linearno regresijo je razvidno, da med zaraščенostjo brežine in širino svetlega profila obstaja statistično značilna povezava. To ugotovitev smo potrdili z testom korelacijskega koeficienta, v preglednici 18. Pri vseh treh gozdnih cestah smo ugotovili enako, in sicer, da je svetloba zelo pomembna pri zaraščanju brežin. Več, kot prispe svetlobe do tal, boljši so pogoji za rast vegetacije. Svetloba je pomembna predvsem pri brežinah mlajših cest, ki še niso dovolj zaraščene in so tako manj stabilne, kot pri starejših cestah, ki jih s svojimi koreninami ščitijo drevesa in grmovje.



Slika 27: Odvisnost zaraščенosti nasipne brežine od velikosti svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010

Preglednica 18: Test korelacijskega koeficienta (linerna regresija odvisnosti zaraščенosti nasipne brežine od velikosti svetlega profila na gozdni cesti zgrajeni leta 2010)

	Stopinje prostosti	Vsota kvadratov	Srednji kvadrat	F	Značilnost F
Regresija	1	4.466977	4.466977	6.300201	0.015498
Ostanek	48	34.03302	0.709021		
Skupaj	49	38.5			

5.3.3 Primerjava zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino

Povprečna zaraščенost odkopne brežine je 15 %, povprečna zaraščенost nasipne brežine pa 27 %. Za ugotavljanje razlik smo naredili enako, kot pri prvih dveh cestah. T-test (preglednica 19) s stopnjo tveganja 5 % nam pove, da je med odkopno in nasipno brežino statistično značilna razlika v zaraščенosti. Rezultat je pričakovan, saj se odkopna brežina

na začetku zarašča bolje kot nasipna. Razlog za to je v tem, da ko cesto gradimo, prenesemo zgornjo rodovitno zemjo iz odkopne brežine in jo odložimo na nasipno brežino. Tako se na nasipni brežini kljub temu, da je material premešan, še vedno najde več ugodnih mest za rast vegetacije. Obe brežini sta bili po končanih gradbenih delih umetno posejani z zdrobom. Na ugodno rast rastlinja pa prav tako močno vpliva južna ekspozicija, ki omogoča veliko svetlobe in toplote. Poleg ekspozicije pa na zaraščanje pomembno vpliva tudi položnejši naklon brežin.

Preglednica 19: Izračun t-testa ($\alpha = 0,05$) med odkopno in nasipno brežino za gozdno cesto zgrajeno leta 2010

	Odkopna brežina	Nasipna brežina
Aritmetična sredina	1.54	2.7
Varianca	0.294286	0.785714
Število meritev	50	50
Stopinje prostosti	81	
Izračunani t	-7.8928	
Kritični t	1.98969	
P vrednost	1.22126E-11	

5.4 PRIMERJAVA V ZARAŠČENOSTI MED GOZDNIMI CESTAMI RAZLIČNIH STAROSTI

Na koncu smo želeli preveriti, kakšna je razlika v zaraščенosti med vsemi tremi goznimi cestami. S tem bomo ugotovili, kako na zaraščенost vpliva starost gozdne ceste. S pomočjo t-testa smo preverili zaraščенost brežin, ločeno za odkopno in nasipno brežino. Glede na to, da so na vseh gozdnih cestah pogoji za rast vegetacije ugodni, je tudi zaraščенost brežin

dobra. Najprej smo ugotavljali razlike v zaraščенosti med odkopnimi brežinami. T-test, ki smo ga opravili, je bil za neenake variance in s 5 % stopnjo tveganja. Iz preglednice 20 vidimo, da statistično značilna razlika v zaraščенosti odkopnih brežin obstaja med vsemi tremi cestami. Namanjša je razlika v zaraščенosti odkopne brežine med cestama iz let 1937 in 1986. Zaraščенost odkopne brežine nove gozdne ceste, zgrajene leta 2010, pa se od obeh brežin starejših gozdnih cest zelo razlikuje.

Nato smo enak preizkus t-testa (preglednica 21) opravili tudi za nasipno brežino. Tudi pri nasipni brežini je slika podobna kot pri odkopni brežini. T-test pokaže statistično značilne razlike med zaraščенostjo nasipnih brežin vseh treh gozdnih cest. Tudi pri nasipni brežini je največja razlika med najstarejšo in najmlajšo brežino. Rezultati so pričakovani, saj narava z leti zaraste rano, ki jo naredimo z gradnjo gozdne ceste.

Iz rezultatov vidimo, da so pogoji za rast vegetacije na brežinah vseh treh gozdnih cest dobri. Brežine imajo na vseh treh gozdnih cestah dovolj svetlobe in toplote. Tudi naklon gradnje brežin je na vseh treh gozdnih cestah, za rast rastlinja ugoden. Tako lahko pričakujemo, da bosta gozdna cesta iz leta 1986 in najnovejša gozdna cesta iz leta 2010 čez toliko let dajali podobno sliko, kot jo daje najstarejša gozdna cesta. Brežine na najstarejši gozdni cesti so stabilne in lepo zlite z okoljem, v katerem je gozdna cesta zgrajena. Rezultat nam pokaže, koliko časa potrebuje narava, da ob ugodnih pogojih za rast vegetacije, zaraste izsekan pas do te mere, da so brežine dovolj stabilne.

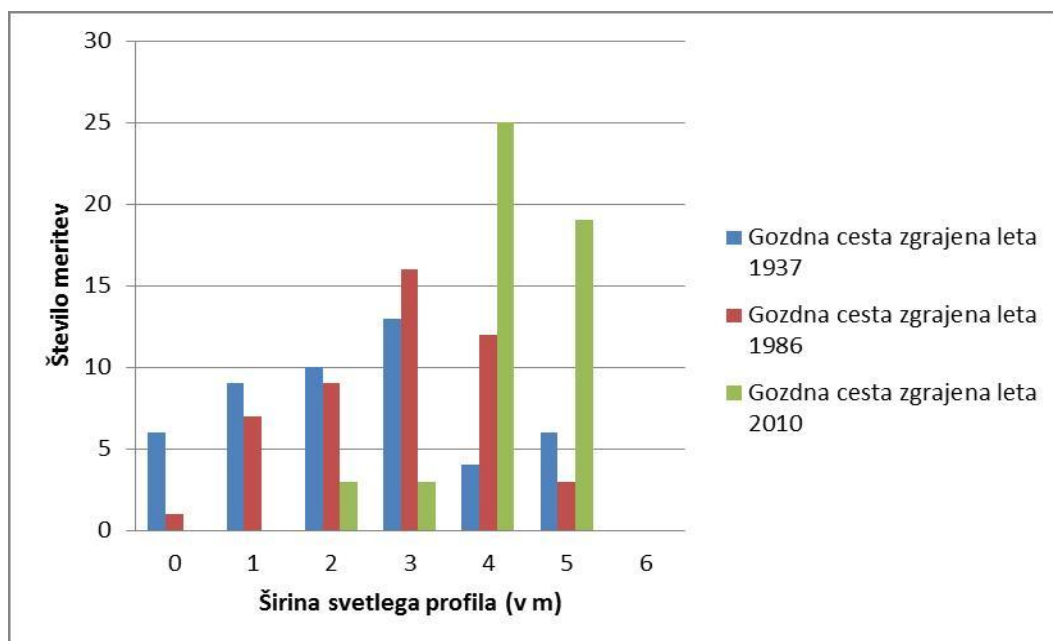
Iz slike 28 vidimo frekvenčno porazdelitev širine svetlega profila na vseh treh gozdnih cestah skupaj. Iz slike se vidi, kako se svetli profil z leti zarašča. Vidimo, da je širina svetlega profila na najstarejši gozdni cesti najmanjša, oziroma je cesta kar v 6 primerih popolnoma prekrita z vejami dreves. Na gozdni cesti zgrajeni leta 1986 smo popolnoma prekrita gozdno cesto imeli le v enem primeru. Povsem drugačno sliko pa nam daje gozdna cesta zgrajena leta 2010. Pri tej se vidi, da je gozdna cesta nova, in da je od vseh treh gozdnih cest do brežin prihaja največ svetlobe.

Preglednica 20: Izračun T-testa ($\alpha = 0,05$) za uspešnost zaraščенosti odkopne brežine med vsemi tremi gozdnimi cestami

	1937	1986	1937	2010	1986	2010
Aritmetična sredina	6.02	5.02	6.02	1.54	5.02	1.54
Varianca	3.084663	2.020833	3.08466	0.29428	2.02083	0.29428
Število meritev	48	48	48	50	48	50
Stopinje prostosti	90		56		60	
Izračunani t	3.06621		16.9179		15.8900	
Kritični t	1.98667		2.00324		2.00030	
P vrednost	0.00286		1.12756E-23		3.58969E-23	

Preglednica 21: Izračun T-testa ($\alpha = 0,05$) za uspešnost zaraščенosti nasipne brežine med vsemi tremi gozdnimi cestami

	1937	1986	1937	2010	1986	2010
Aritmetična sredina	6.35	5.65	6.35	2.7	5.65	2.7
Varianca	3.38253	1.63785	3.38254	0.78571	1.63785	0.78571
Število meritev	48	48	48	50	48	50
Stopinje prostosti	84		67		83	
Izračunani t	2.19023		12.4473		13.1958	
Kritični t	1.98861		1.99601		1.98896	
P vrednost	0.03128		4.34052E-19		4.40359E-22	



Slika 28: Frekvenčna porazdelitev širin svetlega profila na vseh treh gozdnih cestah

6 RAZPRAVA

Ob ugotavljanju delovanja različnih dejavnikov, ki vplivajo na uspešnost naravnega zaraščanja brežin smo ugotovili, da je za končni uspeh, ki se v praksi pokaže kot dobro zaraščena brežina, pomembno predvsem njihovo skupno ugodno delovanje. V diplomski nalogi smo se omejili samo na južno ekspozicijo gozdnih cest. To pomeni, da so pobočja po katerih se vijugajo izbrane gozdne ceste, topla in imajo veliko svetlobe in toplote. Zaradi tega so brežine vseh treh gozdnih cest dobro zaraščene. Svetloba prihaja do tal tudi na mestih, kjer se je drevje, ki raste na brežinah in v okolici (pas, ki so ga izsekali za gradnjo gozdne ceste) že toliko zraslo, da njegove veje zapirajo svetli profil nad cesto. Tako so brežine na najstarejši gozdni cesti, ki smo jo merili, zgrajeni leta 1937, najbolj zaraščene. Brežine na tej gozdni cesti se zaraščajo tako dobro, da morajo delavci GG Bled na vsaki dve ali tri leta obrezati veje, ki bi lahko motile promet. Tudi zaraščenost ostalih dveh gozdnih cest je dobra. Dobro je opazna razlika v vrsti zaraščenosti brežin. Na najstarejši gozdni cesti so predeli, kjer so na brežinah in širšem izsekanem pasu zrasla že velika drevesa. Tako imata odkopna in nasipna brežina tudi proizvodno funkcijo. Tudi na brežinah gozdne ceste, zgrajene leta 1986, je v teh letih zraslo že kar nekaj dreves, predvsem mladih smrek. Vseeno pa prevladujejo grmovne vrste. Na nekaterih predelih te ceste še vedno raste le trava in ostala zelišča. Na najmlajši gozdni cesti, ki so jo zgradili leta 2010, pa poleg trave, ki so jo umetno posejali, raste le malo ostalih rastlin. Na predelih, kjer je svetlobe res zelo veliko najdemo robidovje in praproti.

Pričakovan pa je vpliv širine svetlega profila na zaraščenost brežin. Ker rastline za svojo rast potrebujejo svetlobo in toploto bi se brežine, ki bi bile na severnih pobočjih ali dolinah, če bi bil svetli profil majhen, verjetno zelo dolgo zaraščale. Tudi pri cestah, ki smo jih izmerili, smo kljub temu, da je svetlobe dovolj, vseeno opazili, da širina svetlega profila zelo vpliva na zaraščanje brežin. Lanišek (2008) je v svojem diplomskem delu ugotovil, da poleg širine svetlega profila, na presvetljenost gozda veliko vpliva tudi njegova sestava. V listnatem gozdu do tal prihaja več svetlobe in tako so tla bolje zaraščena.

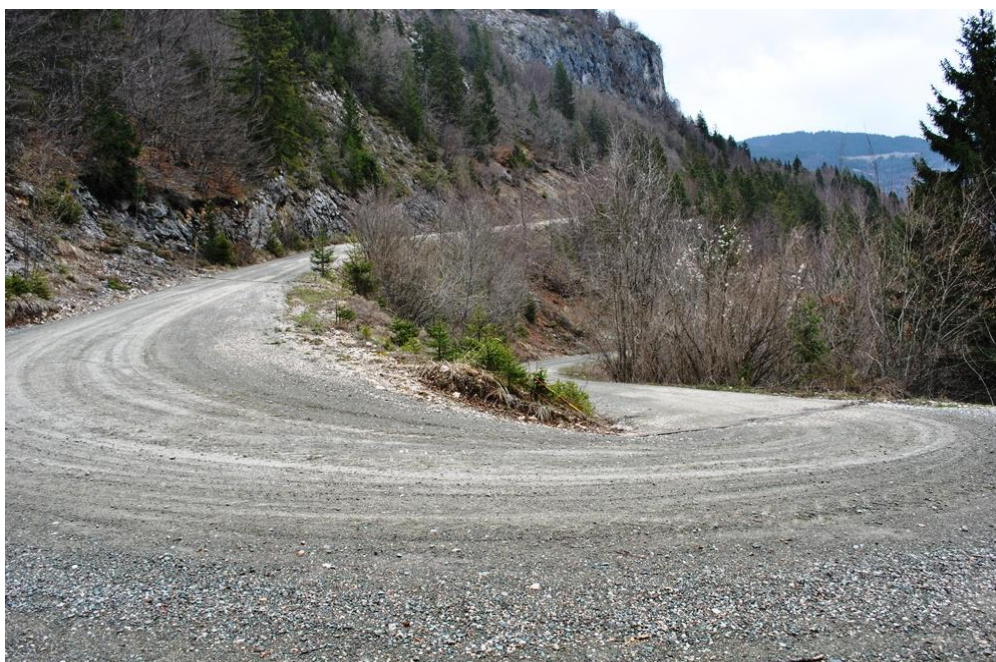


Slika 29: Mlade smreke, ki počasi zaraščajo odkopno brežino na gozdni cesti zgrajeni leta 1986 (foto: Potočnik M.,2012)



Slika 30: Betonski oporni zid, zgrajen na bolj izpostavljenem mestu na gozdni cesti zgrajeni leta 1937 (foto: Potočnik M.,2012)

Na gozdni cesti, zgrajeni leta 1986, smo poleg vplivov svetlega profila in naklona brežine ugotavljali tudi vpliv nadmorske višine na zaraščenost odkopne in nasipne brežine. Cesto smo razdelili v dva višinska razreda, ki sta imela mejo pri 900 m nadmorske višine. Prvi višinski razred je vključeval meritve opravljene od 793 – 900 m nadmorske višine, drugi pa meritve, ki smo jih izmerili od 900 – 1025 m. Tako smo najprej ugotavljali, kako različna nadmorska višina vpliva na zaraščenost odkopne brežine, nato še, kako na zaraščanje nasipne brežine. Želeli smo ugotoviti, ali je zaraščenost brežin med obema višinskima razredoma različna. Pri odkopni brežini s t-testom, ki smo ga opravili z Excelom, teh razlik nismo odkrili. To pomeni, da se odkopna brežina zarašča podobno, ne glede na različno nadmorsko brežino. Nato smo enak preizkus opravili tudi za nasipno brežino. Ugotovili smo, da se nasipne brežine v drugem višinskem razredu zaraščajo bolje, kot nasipne brežine v prvem višinskem razredu. Razlog za to je v tem, da so brežine v prvem višinskem razredu bolj strme, kot v drugem višinskem razredu.



Slika 31: Serpentina je element podolžnega profila gozdne ceste, uporaben predvsem za zavijanje ceste v pobočju (foto: Potočnik M., 2012)

Zanimala nas je razlika v zaraščенosti odkopne in nasipne brežine na vsaki od treh gozdnih cest. Na vseh treh gozdnih cestah smo ugotovili, da se boljše zarašča nasipna brežina. Ugotovili smo tudi, da se razlika v zaraščенosti med odkopnimi in nasipnimi brežinami z leti zmanjšuje. Tako je najmanjša razlika v zaraščенosti na najstarejši gozdni cesti, največja razlika v zaraščенosti med odkopno in nasipno brežino na najmlajši gozdni cesti. Podobne rezultate je v svojem diplomskem delu dobil tudi Lanišek (2008). Tudi v njegovih raziskavah so nasipne brežine gozdnih cest zaraščene boljše od odkopnih.

Ugotavljali smo tudi razliko v zaraščенosti brežin med vsemi tremi gozdnimi cestami. Smiselno je bilo ugotavljati ločeno za odkopne in nasipne brežine. Rezultati, ki smo jih dobili, so bili pričakovani. Najboljše so zaraščene odkopne brežine na najstarejši cesti in obratno, najslabše so zaraščene odkopne brežine na najmlajši gozdni cesti. Podobna slika se ponovi tudi pri nasipnih brežinah. Razlika je le v tem, da so pri nasipnih brežinah razlike nekoliko manjše.



Slika 32: Dobro zaraščeni brežini na cesti zgrajeni leta 1937 (foto: Potočnik M.,2012)



Slika 33: Razlika v zaraščenosti med odkopno in nasipno brežino na cesti zgrajeni leta 2010 (foto: Potočnik M., 2012)

Diplomsko nalogo smo izdelali z namenom, da ugotovimo kako na zaraščanje brežin na različno starih gozdnih cestah vplivajo različni dejavniki. Nekateri dejavniki vplivajo na zaraščanje ugodno, nekateri pa neugodno. Tako smo pred raziskovanjem postavili hipoteze, ki smo jih nato poskušali potrditi ali zavreči.

Postavili smo naslednje hipoteze:

- Prva hipotezo, ki smo jo postavili je bila, da naklon brežine vpliva na uspešnost zaraščanja. Menili smo, da večji kot je naklon, težje se zaraščajo brežine. To pomeni, da so brežine slabše zaraščene. To trditev smo z meritvami potrdili le enkrat. V vseh ostalih primerih pa je bila povezava med naklonom in zaraščenostjo brežine premajhna, da bi lahko govorili, da je statistično značilna. Tako to hipotezo zavrnamo. Naklon brežin vpliva na njuno zaraščenost z različno starostjo gozdne ceste različno. Z leti se na brežinah ustvarijo ugodni pogoji za rast vegetacije, brežine začnejo zaraščati grmovja in drevesa. Podobno sliko je v diplomski nalogi dala gozdna cesta, zgrajena leta 1937. Obratno bi moral naklon najbolj vplivati na

najmlajši gozdni cesti. Razlog, da temu ni tako je v tem, da so nakloni odkopne in nasipne brežine dovolj položni, da se brežini lahko uspešno zaraščata.

- Druga hipoteza je bila, da se nasipna brežina zarašča hitreje in bolje kot odkopna brežina. S statističnimi izračuni smo ugotovili, da ta hipoteza ne drži samo pri gozdni cesti iz leta 1937, pri obeh ostalih gozdnih cestah pa obstajajo statistične razlike v zaraščenosti odkopne in nasipne brežine. Nasipna brežina je zaraščena bolje kot odkopna brežina. Hipoteze ne moremo ne sprejeti, niti je zavrniti. Od gradnje gozdne ceste zgrajene leta 1937 je minilo že dovolj časa, da je narava izničila razlike v zaraščenosti odkopne in nasipne brežine. S tem smo pokazali, da nasipna brežina v začetku zarašča hitreje kot odkopna, vendar pa se z leti tudi odkopna brežina zaraste do te mere, da se te razlike izničijo.
- Pri tretji hipotezi nas je zanimalo, kako na zaraščanje brežin vpliva širina svetlega profila. Previdevali smo, da širši kot je svetli profil, več svetlobe prihaja do tal in je zato zaraščanje boljše. Z izračuni smo dokazali, da je ta trditev statistično značilna v vseh različnih kombinacijah, ki smo jih izračunali. Tako to hipotezo sprejmemo.
- Na gozdni cesti zgrajeni leta 1986 nas je zanimalo tudi, kako na zaraščenost brežin vpliva nadmorska višina. Postavili smo hipotezo, da bo zaraščanje v višje ležečih delih ceste slabše kot v nižje ležečih delih. Po izračunih, ki smo jih opravili ločeno za odkopno in nasipno brežino, pa smo ugotovili, da nadmorska višina na zaraščanje odkopne brežine nima dovolj velikega vpliva. Pri nasipni brežini pa se z višanjem nadmorske višine, zaraščenost brežine poveča. Razlika v zaraščenosti je 10 % v prid višjemu višinskemu razredu. Hipoteze tako ne moremo niti sprejeti, niti je zavrniti. Da bi hipotezo lahko sprejeli ali zavrgli, bi morali meritve opraviti še na višje ležečih delih. Razlika nadmorske višine je bila premajhna, da bi dobili bolj izrazito sliko, ki bi pokazala, ali razlike v zaraščenosti obstajajo.
- Zadnja hipoteza, ki smo jo postavili je bila, da je zaraščenost brežin na starejših gozdnih cestah boljša, kot pri mlajših gozdnih cestah. Z meritvami smo dobili statistično značilne razlike. Zaraščanje tako odkopne, kot tudi nasipne brežine je najboljše na najstarejši cesti in najslabše na najmlajši cesti. Tako to hipotezo sprejmemo.

Ugotovitve, ki smo jih dobili z diplomskim delom bi nam lahko prišle prav pri projektiranju novih gozdnih cest. Rezultati nam povejo, ali je smiselno brežine novih cest umetno posejati, ali jih lahko pustimo naravnemu zaraščanju. Rezultati nam povejo kako graditi gozdne ceste, da bo zaraščane brežin kar najboljše. Tako je smiselno, če nam pogoji dovoljujejo, graditi brežine z manjšim naklonom, ter s tem povečati možnost, da bodo rastline lahko hitro in uspešno vzkile. Pri izbiri terena, kjer bomo gradili gozdno cesto je smiselno, če imamo možnost, da izberemo teren, kjer bo do tal prišlo veliko svetlobe. S tem bo zaraščanje brežin gozdnih cest uspešnejše. Tako bo zaradi večje količine svetlobe in toplote tudi naravno zaraščanje brežin uspešnejše. S tem prihranimo veliko dela in časa ter s tem denarja za popraviljanje poškodb, ki nastanejo zaradi erozij.

7 POVZETEK

Z diplomsko nalogo smo poskušali ugotoviti in pokazati, kako na zaraščenost brežin vplivajo različni dejavniki. Zanimalo nas je, kako na uspešnost zaraščanja brežin vpliva naklon brežin, širina svetlega profila in nadmorska višina. Meritve smo opravili na treh različno starih gozdnih cestah, ker nas je zanimalo tudi, kako na zaraščenost brežin vpliva starost gozdne ceste. Gozdne ceste, ki smo jih preverjali so bile zgrajene leta 1937, 1986 in leta 2010.

Delo diplomske naloge se je začelo z izbiro gozdnih cest, ki ustrezajo predpostavljenim pogojem. Pogoji, ki smo jih v naprej določili so bili, da ima cesta južno ekspozicijo in da je bila zgrajena na trdi podlagi. Gozdne ceste smo izbrali z pomočjo vodje za gradbeništvo iz podjetja GG Bled. Najprej smo vnaprej izdelali popisni list, kamor smo na terenu vpisovali izmerjene podatke. Na vsaki cesti smo izmerili po 50 prečnih profilov. Na vsakem prečnem profilu smo izmerili poševno dolžino in naklon odkopne ter nasipne brežine, širino cestišča, širino svetlega profila in nadmorsko višino. Za merjenje smo si na Biotehniški Fakulteti izposodili dve trasirki, GPS, merilni trak in padomer. Ko smo opravili z meritvami na vseh treh cestah, se je naše delo preselilo v kabinet, kjer smo z programom Excel opravili potrebne izračune za ugotovitev željenih povezav med različnimi dejavniki in razlike v njihovem delovanju.

Tako smo ugotovili, da se najbolje zaraščajo brežine najstarejše gozdne ceste in najslabše brežine najmlajše ceste. Razlika v zaraščenosti med brežinami je največja na najmlajši gozdni cesti, ki je bila zgrajena leta 2010. Obratno je razlika med zaraščenostjo odkopne in nasipne brežine na najstarejši cesti zelo majhna. Kot kažejo rezultati se zaraščenost brežin z leti izravna in cesta se počasi začne spet zlijati z okoljem. Od vseh dejavnikov, ki smo jih preverjali na zaraščenost brežin, najbolj vpliva širina svetlega profila. Manj pa vplivata naklon brežine in nadmorska višina.

Ugotovili smo, da se brežine na izbranih cestah dobro zaraščajo. Za dobro zaraščenost brežin je v veliki meri zaslužna južna ekspozicija, ki tla na brežinah izbranih gozdnih cest greje in oskrbuje rastline s potrebno svetlobo. Pri gradnji gozdnih cest je zaraščenosti brežin smiselno nameniti dovolj pozornosti, saj dobro zaraščene brežine cesto varujejo

pred nezaželenimi vplivi erozije. Zaraščene brežine tudi pomembno vplivajo na estetski videz gozdne ceste.

8 VIRI

- Atlas Slovenije. 1992. Založba mladinska knjiga in Geodetski zavod Slovenije: 383 str
- Dobiás 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. Univerza v Ljubljani, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri biotehniški fakulteti v Ljubljani: 148 str
- Dobre A. 1995. Gozdne prometnice, višješolski študij, skletno študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo: 70 str.
- Lanišek M. 2008. Vpliv ekspozicije na naravno zaraščanje brežin gozdnih cest na trdi podlagi: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.
- Lakota P. 1985. Glavni projekt gozdne ceste Srednja vas – Uskovnica. Bled, Gozdno gospodarstvo Bled
- Lakota P. 2009. Načrt za izgradnjo enostavnega objekta: gozdna cesta Boršt 2. Bled, Gozdno gospodarstvo Bled
- Papež R. 2010. Zaraščanje svetlega profila gozdne ceste: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.
- Potočnik I., Pentek T., Pičman D., Papa I., Poje A. 2008. Filling in the Clearance –Section in Beech Forest Croatian journal of Forest Engineering,. 29. 1. 53 - 62

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

www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=20094&stevilka=139 (23. 11. 2012)

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.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za varstvo in oblikovanje krajine: 33 – 4.

Zakon o gozdovih. 1993, 2007. Ur. l. RS št. 30/1993, Ur. l. RS št.110/2007

www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=2007110&stevilka=5469 (15. 11. 2012)

ZAHVALA

Zahvaliti se želim:

- mentorju prof. dr. Igorju Potočniku za usmeritve in nasvete pri izdelavi diplomske naloge,
- somentorju mag. Boštjanu Hriberniku za usmeritve pri računskem delu naloge,
- recenzentu doc. dr. Juriju Marenčetu za hitro opravljeno recenzijo diplomske naloge,
- Barbari Krmelj in Gaji Repe za pomoč pri opravljanju meritev,
- g. Albertu Vidicu iz podjetja GG Bled, da si je vzel čas in mi priskrbel željene podatke,
- Tilnu Knafliču za pomoč pri izračunih v diplomski nalogi,
- Mateji Lipovič za prevod izvlečka v diplomski nalogi,
- zaposlenim v gozdarski knjižnici za hitre odgovore in ustrežljivost pri izposoji knjig, ki sem jih rabil za izdelavo diplomske naloge.

Še posebej pa se želim zahvaliti svoji družini in moji puncu za spodbudo in pomoč v času študija. Najlepša hvala vsem.

PRILOGE

Priloga A: popisni list

Popisni list št:

Datum in lokacija:

Starost ceste:

Merilec:

[illegible]