

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

ANDREJ DOBRE

NEKATERI DEJAVNIKI ODPIRANJA
GOZDNEGA PROSTORA

Raziskovalna naloga

Ljubljana 1990

e-385

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

Andrej DOBRE

NEKATERI DEJAVNIKI ODPIRANJA
GOZDNEGA PROSTORA

Raziskovalna naloga

Ljubljana 1990



e 385/1990

Nosilec naloge: mag. Andrej DOBRE, dipl.inž.gozd.
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
pri BF v Ljubljani

Sodelavec: Borut BITENC, dipl.inž.gozd.
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
pri BF v Ljubljani

Tehnični sodelavci: Blaž BOGATAJ
Pete PAVLIČ
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo
pri BF v Ljubljani

PREDGOVOR

Nadaljnje odpiranje gozdnega prostora s cestami postaja čedalje bolj problematično zaradi več vzrokov. Omenimo naj le nekatere in sicer:

- znano je, da učinek cest na skrajševanje pravilne razdalje in dostopnost v gozdni prostor z zgoščevanjem cestnega omrežja hitro pada, s tem pa tudi gospodarnost vloženi sredstev
- z zgoščevanjem cestnega omrežja se hitro povečujejo tudi negativne posledice, ki jih prometnice in promet po njih vnašajo v naravni gozd
- naravovarstvena osveščenost, vsaj pri nekaterih ljudeh, je dosegla že takšen nivo, da zelo kritično ocenjujejo vsak poseg v okolje.

Navedena dejstva dokazujejo, da je načrtovanje gradenj novih prometnic v gozdu zelo odgovorno delo, ki mora temeljiti na strokovnem znanju. Povsem opravičeno je, da se to znanje dopolnjuje z raziskovalnim delom. V ta namen je bila v srednjeročnem obdobju 1986-90 zasnovana raziskovalna naloga z delovnim naslovom: Odpiranje gozdnega prostora v tipičnih terenskih razmerah v Sloveniji. Naloga je bila vključena v redni raziskovalni program Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo v Ljubljani in je bila financirana od združenega dela gozdarstva. Da bi bile izkušnje in najpomembnejše ugotovitve iz navedene raziskovalne naloge dostopne strokovni javnosti, bo posamezna vsebinsko zaokrožena tematika objavljena v strokovnih publikacijah.

Na tem mestu se zahvaljujem vsem sodelavcem, ki so kakorkoli sodelovali pri nastajanju tega elaborata, posebno zahvalo dolgujem inž. Miru Kapusu (Gozdno gospodarstvo Bled) za pomoč pri zbiranju terenskih podatkov.

Izvieček

DOBRE, A.: NEKATERI DEJAVNIKI ODPIRANJA GOZDNEGA PROSTORA

Na izbranem gozdnem predelu z značilnostmi gorskega sveta, kjer se opravlja traktorsko in žičniško spravilo lesa, so proučeni koeficienti lege cest ter koeficienti pravih razdalj. Za nestrnjene gozdne površine so prikazani primeri, kako se ugotavlja produktivna dolžina cest, kadar te potekajo izven gozdnega prostora. Podrobneje je proučen vpliv naklona terena in kategorije hribine na količino ročnega in strojnega dela ter na stroške pri gradnji gozdnih cest. Prikazana je prometna obremenitev cest zaradi gospodarjenja z gozdom.

Ključne besede: naklon terena, kategorija hribine, stroški gradnje, pravih razdalj, produktivna dolžina ceste, prometna obremenitev

Abstract

DOBRE, A.: SOME FACTORS OF FOREST SPACE OPENING

Road position and skidding distance coefficients have been studied in a chosen forest area of mountainous type where tractor and cable crane skidding is being performed. Examples, how the productive road length can be established when roads run outside the forest space, are given for unconnected forest areas. A detailed study of the terrain slope and excavation material category per manual and machine work and per road construction costs has been performed. Traffic frequency in roads due to forest managing is being presented.

Key words: terrain slope, excavation material category, road construction costs, skidding distance, productive road length, traffic frequency

KAZALO VSEBINE

Stran:

1	UVOD	1
2	METODIKA DELA	3
3	KOEFICIENTI LEGE CESTE V GORSKEM SVETU	8
3.1	Značilnosti predela	9
3.1.1	Nagnjenost terena	9
3.2	Odprtost predela s cestami	16
3.2.1	Značilnosti cestnega omrežja	16
3.2.1.1	Dolžina cestnega omrežja	16
3.2.1.2	Izravnani podolžni nakloni cest	19
3.2.1.3	Potek ceste v situaciji	19
3.2.1.4	Delež dolžin cest v posameznih proučevanih kategorijah	21
3.2.1.5	Prometna obremenitev cest	29
3.2.2	Gostota cest	31
3.3	Koeficienti lege cest	33
3.3.1	Koeficienti pravilnih razdalj	45
3.3.1.1	Vrednosti koeficientov pravilnih razdalj	46
3.2.2	Spravilni koeficienti	55
4	UGOTAVLJANJE PRODUKTIVNE DOLŽINE CEST	59
4.1	Namen ugotavljanja produktivnih dolžin	59
4.1.1	Pojem produktivna dolžina cest	59
4.2	Praktično ugotavljanje produktivne dolžine cest	62
4.2.1	Ugotavljanje produktivne dolžine cest v strnjenem kompleksu gozda	62
4.2.2	Ugotavljanje produktivne dolžine cest v nestrnjenih gozdovih	65
4.2.2.1	Večje površine gozda niso grupirane	66
4.2.2.2	Večje površine gozda so grupirane v pasu	75
4.2.2.3	Manjše površine gozda so enakomerno razpršene	77

5	KOLIČINA DELA IN STROŠKI GRADNJE GOZDNIH CEST V ODVISNOSTI OD NAKLONA TERENA IN KATEGORIJE HRIBINE	79
5.1	Izhodišča za izračun količine dela in stroškov gradnje	80
5.1.1	Količina izkopa v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribine	80
5.1.2	Normativi potrebnega dela in materiala	83
5.2	Izračun potrebnega dela za izgradnjo 1 km gozdne ceste	84
5.2.1	Pripravljalna dela	84
5.2.2	Izvedba spodnjega ustroja	85
5.2.3	Izvedba odvodnjavanja	88
5.2.4	Izvedba zgornjega ustroja	89
5.2.5	Skupna količina potrebnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste	92
5.3	Relativni stroški gradnje 1 km gozdne ceste	98
5.3.1	Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja	102
5.3.2	Struktura stroškov pri izvedbi zgornjega ustroja	103
5.3.3	Povečanje stroškov zaradi obcestnega jarka	106
5.3.4	Primerjava stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste s povprečno ceno lesa	108
5.3.5	Primeri, ko se kategorija hribine menja vzdolž trase	109
6	PROMETNA OBREMENITEV CEST V GOZDU	112
6.1	Prometna obremenitev cest zaradi gospodarjenja z gozdom	112
6.2	Struktura in frekvenca prometa	113
6.2.1	Prevoz osebja	113
6.2.2	Prevoz materiala in orodja	115
6.2.3	Odvoz lesa	116
6.3	Prometna obremenitev cest po teži	122
6.4	Diagram prometne obremenitve	124
6.5	Povprečna prometna obremenitev ceste zaradi odvoza lesa	126
7	POVZETEK GLAVNIH UGOTOVITEV	135
8	VIRI	137

1 UVOD

Odmaknjenost od naselij, oddaljenost od porabnikov lesa, velika ploskovna razsežnost in še marsikaj bi lahko našteali, vse to so osnovne značilnosti gozdnega prostora v prometnem pogledu. Sodoben promet, ki izhaja iz potreb prihoda človeka v gozd iz najrazličnejših namenov, zahteva zgraditev prometnic, ki so različne po kakovosti in gostoti. Temeljni skelet prometnega sistema tvori omrežje cest, na katerega se vežejo vse druge prometnice. Ker je le cestno omrežje sposobno opravljati vse tiste naloge, ki jih zahteva današnji promet, zato tudi odprtost gozdnega prostora, kadar govorimo na splošno, presojamo z vidika možnosti dostopa s pomočjo cest.

Podatki kažejo, da smo v povprečju v Sloveniji dosegli morda 60% tiste gostote cest v lesnoproizvodnih gozdovih, ki jo zahteva sodoben način gospodarjenja z gozdom. Pred nami je torej daljše obdobje (več desetletij), ko bo treba še graditi prometnice v gozdnem prostoru. Pri načrtovanju cestnega omrežja gre za zelo odgovorno delo, saj prometnice ostanejo v uporabi zelo dolgo dobo, gradnja in vzdrževanje zahtevata mnogo denarja, obenem pa prometnica pomeni močan poseg v prostor. Zato je povsem opravičeno, da se pri samem načrtovanju iščejo kar najboljše rešitve tako v gradbenotehničnem kot ekonomskem pogledu, pri čemer pa mora biti upoštevana tudi ekološka komponenta. Rešitve pa bodo zadovoljive le tedaj, če bomo poznali in tudi upoštevali vsaj najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na odločitve pri izbiri tehničnih elementov prometnice, na ekonomičnost načrtovanega objekta ter na možnost vključevanja objekta v naravno okolje.

Čimbolj so terenske razmere neugodne, tembolj je načrtovanje zahtevno in tudi odgovorno. V hribovitem in gorskem svetu se razmere zaostrojujejo, zato mora biti vsak poseg v prostor vsestransko preiščeno dejanje. Če gre za gradnjo prometnice, potem morajo biti njene koristi še posebej dobro utemeljene, saj so negativne posledice le težko predvidljive.

V raziskovalni nalogi smo želeli proučiti nekatere dejavnike, ki jih moramo upoštevati, ko se odločamo o gradnji nove ceste v gozdnem prostoru. Seveda je teh dejavnikov lahko zelo veliko in izhajajo iz obravnavanja gradnje iz različnih vidikov. Pri našem delu smo se omejili le na dva in sicer na najvplivnejše dejavnike, ki so pogojeni z naravnimi danostmi na sami trasi ter na dejavnike, ki izhajajo iz samega prometa.

Med naravnimi danostmi smo podrobneje proučili naklon terena in kategorijo hribine, v okviru prometne analize pa strukturo prometa in obremenitev ceste zaradi prometa, ki ga zahteva gospodarjenje z gozdom.

Od vseh dejavnikov, ki izhajajo iz naravnih danosti, ima naklon terena najmočnejši in tudi najbolj raznolik vpliv tako na način in smer spravila, na polaganje cest in vlak, na stroške gradnje, na povezanost prometnice z gozdnim prostorom itd. Pri naših proučevanjih nas je predvsem zanimalo, kako nagnjenost terena pri nespremenjeni talni podlagi vpliva na položaj primarne prometnice v svojem polju odpiranja, kar izrazimo s koeficientom lege ceste.

Pri določanju potrebne gostote primarnega omrežja in pri presoji o ekonomski opravičenosti gradnje določene ceste je eden od odločilnih kriterijev prav gotovo strošek gradnje. Temu vprašanju smo v elaboratu namenili obsežnejše poglavje. Želeli smo ugotoviti odvisnost obsega potrebnega dela in s tem stroškov gradnje od naklona terena in vrste talne podlage. Izsledke navedenih odvisnosti lahko koristno uporabimo pri presoji posameznih tras, kadar imamo možnost izbirati med več variantami s pogojem, da so te glede na druge kriterije približno enakovredne. Šele pravilno vrednotenje in upoštevanje najpomembnejših dejavnikov opravičuje dokončno odločitev za gradnje neke prometnice in s tem odločitev za poseg v občutljivi gozdni prostor, ki sicer prenese večje ali manjše tolerance, vendar pozna tudi meje za zunanje obremenitve v njem.

2 METODIKA DELA

V elaboratu obravnavamo več tematsko zaokroženih problemov v zvezi z odpiranjem gozdnega prostora. Pri proučevanju posamezne tematike smo uporabljali različne pristope pri zbiranju, obdelavi in vrednotenju podatkov pač odvisno od vsebine problema. V tem poglavju bomo predstavili metode dela le pri proučevanju lege ceste v gorskem svetu, pri ugotavljanju stroškov gradenj gozdnih cest ter pri računanju prometne obremenitve cest.

A) Lega ceste v gorskem svetu

Značilnosti cestnega omrežja v gorskem svetu (lega cest, povezanost cest v omrežje, gostota cest itd.) smo proučevali na izbranih modelih. Pri izbiri modelov smo upoštevali naslednje osnovne kriterije: orografske značilnosti gorskega sveta, zaokroženost gozdnega predela, dograjenost cestnega omrežja, različnost načinov in smeri spravila lesa itd. Proučevali smo tri gozdne predele kot modele, vendar v elaboratu predstavlja le predel "Radovna", ker je najbolj reprezentančen in za katerega smo imeli na razpolago tudi sečno-spravljalne načrte.

Izhodišče za zbiranje in nadaljno obdelavo osnovnih podatkov so bile tematske karte in banka podatkov, ki so izhajali iz točk v koordinatni mreži.

Izdelali smo 5 tematskih kart v M 1 : 10.000. Vse tematske karte so bile izdelane na paus papirju, da smo s prekrivanjem posameznih kart lahko ugotavljali vzročno povezanost določenih pojavov.

a) Tematska karta o nagnjenosti terena

Nagnjenost terena smo razčlenili v 4 kategorije in sicer:

I.kateg.:	naklon terena	0-29%
II.kat.:	" "	30-49%
III.kat.:	" "	50-69%
IV.kat.:	" "	več kot 70%

Kategorizacijo nagnjenosti terena smo vzeli isto kot v elaboratu Model perspektivnega načrta cestnega omrežja (DOBRE 1985). Na osnovi gozdnogospodarske

karte M 1 : 10 000 in s plastnicami v ekvidistanci 20 m smo na tematski karti narisali polja posameznih kategorij nagnjenosti terena in jih obarvali v različnih barvah. Mejo polja smo določali s pomočjo šestila, kjer je razmak med konicama predstavljal izračunani korak med dvema plastnicama pri določenem mejnem naklonu terena.

Poseben problem je predstavljal prikaz strnjenosti površin z enako nagnjenostjo terena. V literaturi nismo našli nobene metode, ki bi jo lahko uporabili v ta namen. V našem primeru smo si pomagali tako, da smo v posamezna polja vrisali čimvečje kroge s polmerom, zaokrožen na polni centimeter. Začeli smo vedno z največjim možnim krogom, ki se je v čimveč točkah dotikal meje polja. Nezapolnjeno površino smo zapolnili s krogi manjšega premera ($R_{\min} = 1 \text{ cm}$ s površino 3,14 ha). Število krogov in njihova velikost je predstavljalo merilo za strnjenost površine posamezne kategorije nagnjenosti terena.

b) Tematska karta o vrsti gozda

Celotno površino obravnavanega predela smo razdelili na naslednje kategorije:

- negozdne površine:
 - kmetijske
 - skalovje (označeno na karti)
- gozdne površine:
 - varovalni gozd
 - lesnoproizvodni gozdovi:
 - mladje in drogovnjak
 - debeljak
 - raznodobni gozd

Vse navedene kategorije so bile že zarisane na gozdnogospodarski karti, zato je bila izdelava tematske karte zelo preprosta.

c) Tematska karta o kakovosti rastišč

Za lesnoproizvodne gozdove smo njihova rastišča uvrstili v naslednje 3 kategorije:

- najboljša rastišča: $LZ(\text{m}^3/\text{ha}) \times Pr(\text{m}^3/\text{ha}) > 2000$
- dobra rastišča: - " - = 1000 - 2000
- slaba rastišča: - " - < 1000

Na osnovi produktov lesne zaloge (LZ) m³/ha in prirastka (Pr) m³/ha ter fitocenološke analize so na GG Bled pripravili razvrstitev rastišč za vsak odsek v predelu.

d) Tematska karta cestnega omrežja

Iz gozdnogospodarske karte smo prerisali vse obstoječe ceste, iz drugih prilog smo vrisali posamezne krake novih cest, kakor tudi traso ceste, ki je predvidena za gradnjo.

e) Tematska karta o načinu spravila

Iz sečnospravnih načrtov smo na tematsko karto prerisali pravilna polja za posamezne načine spravila, smer spravila (navzdol, navzgor) v posameznem polju smo določali na osnovi poteka plastnic nad in pod cesto. Pravilna polja pri posamezni cesti, narisana na tematski karti, so prikazana na skicah 4-14 v poglavju 3.2.1.

Iz navedenih tematskih kart smo pobirali informacije s pomočjo mreže točk (rastra). Vsaka točka v rastru pomeni težišče kvadrata 1x1 cm, kar predstavlja na karti M 1 : 10.000 površino 1 ha. Točka je bila nosilec osnovnih informacij iz posamezne tematske karte s točno določeno lego (s koordinatami) v mreži točk. Pri točkah, ki so se nahajale na meji med dvema kategorijama, smo ustrezne podatke zabeležili pri obeh kategorijah, vendar s posebno oznako za polovično vrednost, kasneje smo v isti kategoriji uskladili polovične vrednosti v popolno informacijo.

Točke s svojimi podatki so tvorile računalniško bazo podatkov, iz katerih smo iskali druge informacije in medsebojne zveze.

B) Metoda dela pri ugotavljanju stroškov gradnje

Količino dela ter stroške gradnje gozdne ceste smo ugotavljali z vidika dveh kriterijev in sicer naklona terena in kategorije hribine.

a) Naklon terena

Za potrebe naših proučevanj smo naklone terena razvrstili v štiri razrede in sicer:

oznaka razreda:	0%	20%	40%	60%
nagnjenost terena:	0-9%	10-29%	30-49%	50-70%

Zaradi boljše preglednosti smo upoštevali le štiri razrede naklonov terena z zgornjo omejitvijo pri 70%, kajti na bolj strmih terenih ne gradimo gozdnih cest z večjo dolžino. Oznaka razreda pomeni povprečni naklon terena, na katerem je zgrajen določen odsek ceste s čimbolj homogenimi parametri (enaka talna podlaga, nagnjenost in oblika terena le malo variira, tehnični elementi ceste so nespremenjeni itd.).

b) Kategorija hribine

Od leta 1981 je v veljavi nova klasifikacija hribine (JUS U.E 1.010), ki se uporablja pri izvajanju zemeljskih del pri gradnji javnih cest, koristno pa jo je mogoče uporabiti tudi pri gradnji gozdnih cest. Nova klasifikacija je zamenjala do tedaj v praksi uveljavljene gradbene norme GN 200.

Pri naših proučevanjih smo upoštevali le tri osnovne kategorije hribine, ki najpogosteje nastopajo na trasah gozdnih cest. Kategorije smo označili z rimskimi številkami zaradi praktičnosti pri prikazovanju podatkov in ker je v praksi taka oznaka že ustaljena.

Oznake kategorij hribine se ujemajo z opisom hribine v novi klasifikaciji in so opredeljene takole:

- III.kat.hribine: mešane zemljine (mešanica nevezljivih grobozrnatih tal in drobnozrnatih zemljin)
- IV.kat.hribine: poltrdna kamnita tla, ki se lahko kopljejo brez uporabe razstreliva
- V.kat.hribine: trdna kamnita tla, pri katerih se pri izkopu uporablja razstrelivo. Sem spadajo vse vrste dolomitov in apnencev (sedimentne, metamorfne in eruptivne kamnine srednje trdnosti in razpokanosti).

c) Metode dela pri računanju prometne obremenitve cest

V poglavju o prometni obremenitvi cest v gozdu smo želeli ugotoviti, koliko so ceste obremenjene zaradi gospodarjenja z gozdom, nismo pa pri tem upoštevali prometa zaradi drugih dejavnosti v gozdu (lov, rekreacija itd.), pravtako nismo upoštevali lokalni promet.

Pri izračunavanju prometne obremenitve cest zaradi gospodarjenja z gozdom na enoti površine (1 ha) nismo opravili nobenih konkretnih meritev, ker v konceptu naloge tudi ni bilo predvideno tako poglobljeno proučevanje. Potrebne izhodiščne podatke (število delavcev in drugega gozdarskega osebja, ki delajo v gozdu, struktura prometa pri osebnem in tovornem prometu itd.) smo zbrali iz že obstoječih virov (anket), nekatere manjkajoče podatke smo ocenili in jih korigirali z mnenji poznavalcev razmer v operativi. Na podlagi izhodiščnih podatkov smo računali prometno obremenitev cest, ki velja za povprečne razmere v Sloveniji in pri današnji stopnji razvoja prometnih sredstev ter dosedanji organiziranosti gozdarstva.

3 KOEFICIENTI LEGE CESTE V GORSKEM SVETU

Pri odpiranju gozdnega prostora iščemo ravnotežje med mnogimi nasprotujočimi dejavniki, ki izhajajo iz tehničnih, ekonomskih in ekoloških vidikov. Težki, voluminozni gozdni lesni sortimenti, razgibano ali zelo kamnito površje itd. zaradi olajšanja izredno naporega in dragega privlačevanja lesa po brezpotju, vse to zahteva gostejše vlake, drago vlačenje lesa po vlakah pa zopet zahteva gostejše omrežje gozdnih cest. Nasprotno pa omejena denarna sredstva, zlasti pa negativne ekološke posledice zaradi poseganja v naravni prostor omejujejo širjenje prometnega omrežja v gozdu in zahtevajo temeljit premislek pred vsako novo gradnjo. Zato je temeljna naloga načrtovalca gozdnih prometnic v tem, da doseže s čimkrajšo dolžino zgrajenih prometnic kar največji njihov učinek pri dostopu v določen gozdni prostor. Ta cilj pa je možno doseči le tedaj, če nam je uspelo najti optimalno lego prometnice, v našem primeru gozdne ceste. Pri polaganju primarnega prometnega omrežja moramo upoštevati vse prometne potrebe nekega prostora, tako tiste, ki izhajajo iz gozdarskih, kot druge, ki izhajajo iz negozdarskih dejavnosti. V okviru gozdarskih dejavnosti je pravgotovo najzahtevnejše opravilo spravilo lesa, zato je povsem opravičeno, da so iz tega vidika načrtane prve poteze bodočih tras, ki jih kasneje še korigiramo glede na zahtevnosti terena in zaradi upoštevanja ekoloških dejavnikov.

Položaj ceste v pasu, ki ga cesta odpira, številčno najboljše opredeljuje koeficient lege ceste. Poznavanje vrednosti tega koeficienta nam omogoča stvarnejši izračun optimalne odprtosti določenega gozdnega prostora, pri obstoječem cestnem omrežju pa lahko izračunamo povprečne pravilne razdalje. Značilnosti koeficienta lege ceste so dobro proučene v gričevnatem (DOBRE 1984) in na kraškem svetu (REBULA 1985), medtem ko do zdaj ni bilo poglobljenih proučevanj za gorski svet, čeprav je prav v tem svetu načrtovanje in sama gradnja najbolj zahtevna. V ta namen smo izbrali več predelov, ki imajo značilnosti gorskega (alpskega) sveta in jih kot modele proučili predvsem z vidika nagnjenosti terena ter lege primarnega prometnega omrežja. Podrobneje smo proučili gozdni predel na severovzhodnem pobočju poključke planote v dolini Radovne, zato smo ga imenovali "predel Radovna" in ga v tem poglavju predstavljamo.

3.1 ZNAČILNOSTI PREDELA

Za popolno predstavitev predela Radovna bi morali prikazati osnovne značilnosti, ki izhajajo iz naravnih danosti (geološki, orografski, hidrografski, klimatski opis) ter osnovne informacije o gozdovih in načinu gospodarjenja z njim. Za dosego namena, ki smo ga načrtali v naši nalogi, podrobneje predstavljamo le nagnjenost terena, ki odločilno vpliva na način in smer spravila lesa kot tudi na oblikovanje cestnega omrežja.

O proučevanem predelu Radovna navajamo le najbolj bistvene informacije:

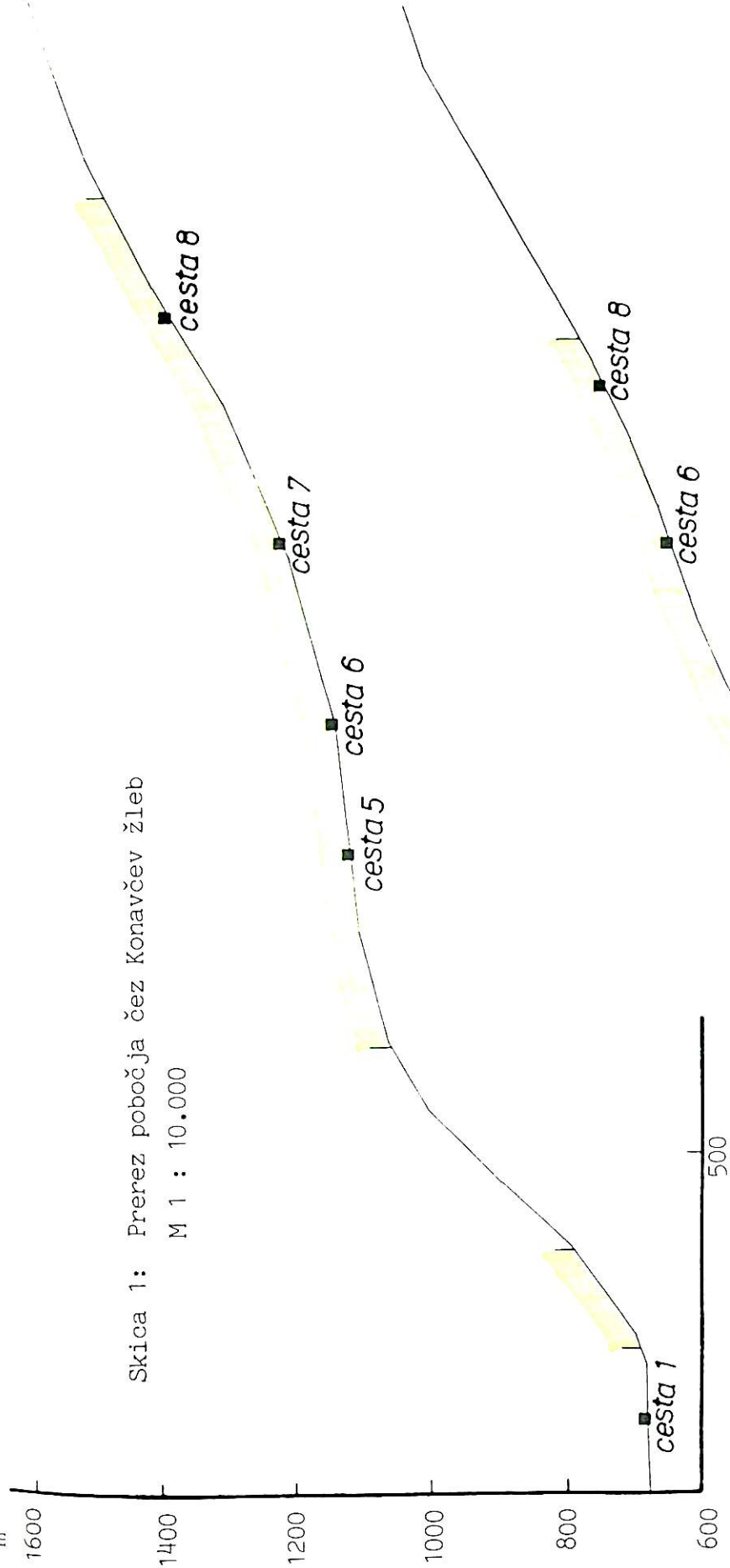
- velikost predela: 936 ha (gozdov 658 ha, lesnoproizvodnih gozdov 634 ha)
- gozdnatost: 70%
- lesna zaloga v lesnoproizv.gozdovih: 273-370 m³/ha pri 9 oddelkih,
v povprečju 310 m³/ha
- prirastek: 4,8-7,7 m³/ha pri 9 oddelkih, v povprečju 6,2 m³/ha
- način gospodarjenja: skupinsko postopno in skupinsko prebiranje
- geološka podlaga: alpsko jurska formacija (masiven apnenec in zrnat dolomit)

3.1.1 Nagnjenost terena

Za gorski svet so iz orografskega vidika značilna široka in strma pobočja. Pobočja običajno niso gladka, marveč razčlenjena z manjšimi in večjimi jarki. Skozi daljša geološka obdobja so se nekateri jarki tako poglobili, da tvorijo stranske doline z bolj ali manj položnim dnom. Tudi sama pobočja nimajo enakomernega naklona, ampak se naklon na prečnem prerezu pobočja spreminja, opazni so strmejši in položnejši odseki. Na nekaterih pobočjih so jasno oblikovane položnejše terase ali celo manjši platoji. Prav gotovo je pri polaganju gozdnih prometnic treba dobro poznati značilnosti pobočja in izkoristiti vse ugodnejše oblike, ki so dane od narave.

V predelu Radovna so pobočja v tlorisu široka od 1100 do 1900 m, pri poševnem merjenju pa njihova širina znaša od 1230 do 2100 m. Tudi za ta pobočja je značilno, da niso gladka in enakomerno nagnjena, temveč večje strmine nastopajo v zgornjem in zlasti v spodnjem delu pobočja, medtem ko je srednji del manj strm od povprečja. Povprečna nagnjenost pobočij znaša okoli 48%. Neenakomernost naklona pobočij lepo ilustrirata prečni prerez pobočja skozi Konavčev žleb (skica 1) in čez oddelek 113 (skica 2). Izravnani naklon celotnega pobočja skozi Konavčev žleb meri 43,8%, čez oddelek 113 pa 48,9%.

Skica 1: Prerez pobočja čez Konavčev žleb
M 1 : 10.000



Skica 2: Prerez pobočja čez odd.113 M 1 : 10.000



V osnovno pobočje predela Radovna se zajeda globji in izrazito oblikovani jarek, imenovan Stresena dolina, katerega izravnani naklon meri 30%, v gozdnatem delu meri 26%, v delu, kamor sega vezna cesta pa 24%. Prav zaradi obstoja Stresene doline se je izoblikovala značilna oblika cestnega omrežja v celotnem predelu, kjer se skozi Streseno dolino dviga vezna cesta, nanjo pa se levo in desno vežejo etažne ceste.

Kot je opisano v metodiki dela, smo nagnjenost terena razvrstili v štiri kategorije in sicer:

0-30%	položen teren	50-70%	zelo strm teren
30-50%	strm teren	>70%	izredno strm teren

Deleži posameznih kategorij naklonov terena, ki smo jih ugotovili na celotni površini predela Radovna, so prikazani v preglednici 1. Za primerjavo so prikazani še podatki o nagnjenosti terenov v 3 drugih predelih, ki imajo prav tako značaj gorskega sveta in kjer smo nagnjenost terena analizirali po isti metodi.

Preglednica 1: Deleži nagnjenosti terena v gorskem svetu

Predel kot model	Površina modela (ha)	Deleži nagnjenosti terena (%)			
		Nagnjenost terena			
		0-30%	30-50%	50-70%	> 70%
Radovna	936	16,5	26,2	33,5	23,8
Mežakla	136	17,6	35,3	33,1	14,0
Podkoren	850	22,3	19,8	29,8	28,1
Jelendol	2873	8,4	32,5	26,8	32,3

Pri odpiranju gozdnega prostora pa nas zanima predvsem nagnjenost tistih površin, kjer ležijo lesnoproizvodni gozdovi. V predelu Radovna smo ugotovili naslednje deleže teh površin glede na nagnjenost terena:

položni tereni :	18,3%	zelo strmi tereni:	35,5%
strmi tereni:	35,4%	izredno strmi tereni:	10,8%

Iz navedenih podatkov je razvidno:

- terenov z nagnjenostjo do 50%, ki bi bili po grobih kriterijih primerni za traktorsko spravilo, je 53,7% ;
- terenov z nagnjenostjo nad 50%, ki jih okvirno prištevamo med žičniške terene, je 46,3% ;
- izredno strmih terenov, kamor praviloma ne bi smeli posegati z gradnjo gozdnih cest, je le 10,8% ;
- zanimiva je tudi ugotovitev, da je delež strmih terenov popolnoma enak deležu zelo strmih terenov in sicer 35,4% oz. 35,5%. Strmih in zelo strmih terenov je skupaj kar 70,9%.

Pri navajanju deleža posameznih kategorij naklona terena je treba omeniti, da je za poznavanje razgibanosti reliefa zelo koristno poznati tudi strnjenost površin z enako nagnjenostjo. Obvladovanje gozdnega prostora bi bilo zelo olajšano, če bi bile površine z enako nagnjenostjo strnjene v istem kompleksu, vendar v naravi temu ni tako. Večje in manjše površine z različno nagnjenostjo se med seboj močno prepletajo. Strnjenost površin smo merili z različno velikimi krogi, kot je opisano v metodiki.

V preglednici 2 je za vsako kategorijo naklona terena navedeno število krogov z določeno površino, ki jih je mogoče na tematski karti zarisati v polje z isto nagnjenostjo. Čim več krogov in s čim večjo površino pripada določeni kategoriji, večja je strnjenost površine. V zadnji koloni je še prikazan delež površin z minimalno strnjenostjo, kar pomeni, da je v določeni kategoriji vsaj tolikšen skupni delež površin, ki imajo v enem kompleksu površino 3,1 ha. Kot kažejo podatki v preglednici 2, delež površin z minimalno strnjenostjo narašča od položnih proti izredno strmim terenom.

Ta ugotovitev pove, da so zelo strmi tereni strnjeni v večje komplekse, medtem ko so položnejši tereni razpršeni po celotni površini predela.

Preglednica 2: Strnjenost površin z enako nagnjenostjo terena

Nagnjenost terena	Število krogov s površino					Delež površin z minimal strnjenostjo (%)
	38,5 ha	19,6 ha	12,6 ha	7,1 ha	3,1 ha	
0-30%			1		7	22,4
30-50%				4	15	30,8
50-70%	1		3	3	8	39,0
> 70%		1	2	2	13	44,7

Nagnjenost terena smo analizirali še z vidika zastopanosti bonitete rastišč, vrste gozda in načina spravila.

Ad a) Kategorija rastišč

Obravnavali smo le površine lesnoproizvodnih gozdov na pobočju, ki smo jih upoštevali pri proučevanju gostote cest.

Na položnih terenih so kategorije rastišč zastopane takole:

- 9,7% rastišč 1.kategorije (najboljša rastišča)
- 65,5% rastišča 2.kategorije (dobra rastišča)
- 24,8% rastišč 3.kategorije (slaba rastišča)

Na strmih terenih je:

- 20,1% rastišč 1.kategorije
- 75,8% " 2.kategorije
- 4,1% " 3.kategorije

Na zelo strmih terenih je:

- 5,5% rastišč 1.kategorije
- 38,6% " 2.kategorije
- 35,5% " 3.kategorije

Iz zgornjih podatkov lahko povzamemo naslednje ugotovitve:

- V vseh kategorijah naklona terena najdemo tudi vse tri kategorije rastišč.
- Največji delež najboljših rastišč se ne nahaja na položnih terenih, kot bi pričakovali, ampak na strmih terenih, kjer je kar 60% vseh rastišč 1.kategorije.
- 25% vseh najboljših rastišč se nahaja celo na zelo in izredno strmih terenih.
- V vseh kategorijah naklona terena prevladuje 2.kategorija rastišč, saj je tudi v celotnem predelu najmočneje zastopana (69,5% od površine lesnoproizvodnih gozdov na pobočju).

Ad b) Vrsta gozda

Pri analizi je upoštevana celotna površina predela.

Na položnih terenih se nahaja:

- 17,5% negozdne (kmetijske) površine
- 73,4% lesnoproizvodnih gozdov
- 9,1% varovalnih gozdov

Pretežni del (77%) vseh negozdnih (kmetijskih) površin leži na položnih terenih, sestojni tipi (mladje z drogovnjakom, debeljak, raznodobni gozdovi) so zastopani v precej enakem deležu.

Na strmem terenu smo ugotovili:

- 1,6% negozdnih (kmetijskih) površin
- 89,4% lesnoproizvodnih gozdov
- 9,0% varovalnih gozdov

Pri lesnoproizvodnih gozdovih prevladujejo površine z debeljakom (44,6%), mladja z drogovnjakom je 37%, raznodobnih gozdov je le 19%.

Na zelo strmih terenih smo ugotovili:

- 1,3% negozdnih (kmetijskih) površin
- 72,3% lesnoproizvodnih gozdov
- 26,4% varovalnih gozdov

Pri lesnoproizvodnih gozdovih so najmočneje zastopani raznodobni gozdovi (51%), najmanj pa je mladja z drogovnjakom (17%).

Na izredno strmih terenih je:

- 10,8% skalovja
- 34,6% lesnoproizvodnih gozdov
- 55,6% varovalnih gozdov

Pri lesnoproiz.gozdovih prevladujejo raznodobni gozdovi (65%).

Osnovne ugotovitve so naslednje:

- Od lesnoproizvodnih gozdov leži 1/3 na strmih, 1/3 na zelo strmih terenih, ostala 1/3 pa na položnih in izredno strmih terenih.
- Skoraj polovica (47,6%) lesnoproizvodnih gozdov leži na terenih z naklonom večjim kot 50%.
- 85% varovalnih gozdov leži na zelo in izredno strmih terenih.

Ad c) Način spravila

Na položnem terenu je zastopano le traktorsko spravilo

Na strmih terenih je predvideno po površini:

1,4% ročnega spravila

73,1% traktorskega spravila

24,6% spravila z VBV navzgor

0,9% spravila z žičnim žerjavom navzdol

Na zelo strmih terenih je predvideno:

6,5% ročnega spravila

21,5% traktorskega spravila

64,2% spravila z VBV navzgor

7,8% spravila z žičnim žerjavom navzdol

Na izredno strmem terenu je predvideno:

14,8% ročnega spravila (od tega polovica kot predspravilo do traktorskega spravila)

20,6% traktorskega spravila

47,0% spravila z VBV

17,6% spravila z žičnim žerjavom

Osnovne ugotovitve so naslednje:

- Traktorsko spravilo je predvideno na vseh kategorijah naklona terena, seveda v zelo različnih deležih. To ugotovitev si pojasnimo tako, da imajo pravilna polja določeno površinsko zaokroženost in znotraj njih niso izločene manjše površine ekstremnih terenov, ki bi sicer po svojih značilnostih zahtevale drugačen način spravila.
- 82% traktorskega spravila je predvidenega na terenih do naklona 50%, 18% pa na strmejših terenih.
- 77,6% žičniškega spravila je predvidenega na terenih z večjim naklonom kot 50%, 22,4% pa na terenih z manjšim naklonom.
- Zanimiva je ugotovitev, da se delež traktorskega spravila (53,6%) na skupni površini lesnoproizvodnih gozdov popolnoma ujema (verjetno bolj po naključju) z deležem tistih površin (53,7%), ki imajo manjši naklon kot 50%.

3.2 ODPRTOST PREDELA S CESTAMI

Za gozdni prostor je značilna velika razprostranjenost, ki jo je mogoče obvladati s prevoznimi sredstvi le tedaj, če so v gozdnem prostoru zgrajene ustrezne prometnice. V našem primeru bomo obravnavali le tiste prometnice, ki omogočajo prevoz s kamioni, to pa so ceste ne glede na to, kdo z njimi upravlja. Torej upoštevamo vse gozdne in negozdne ceste, ki odpirajo obravnavani predel. Predno bomo proučili odprtost predela Radovna, je koristno spoznati značilnosti cestnega omrežja v tem predelu.

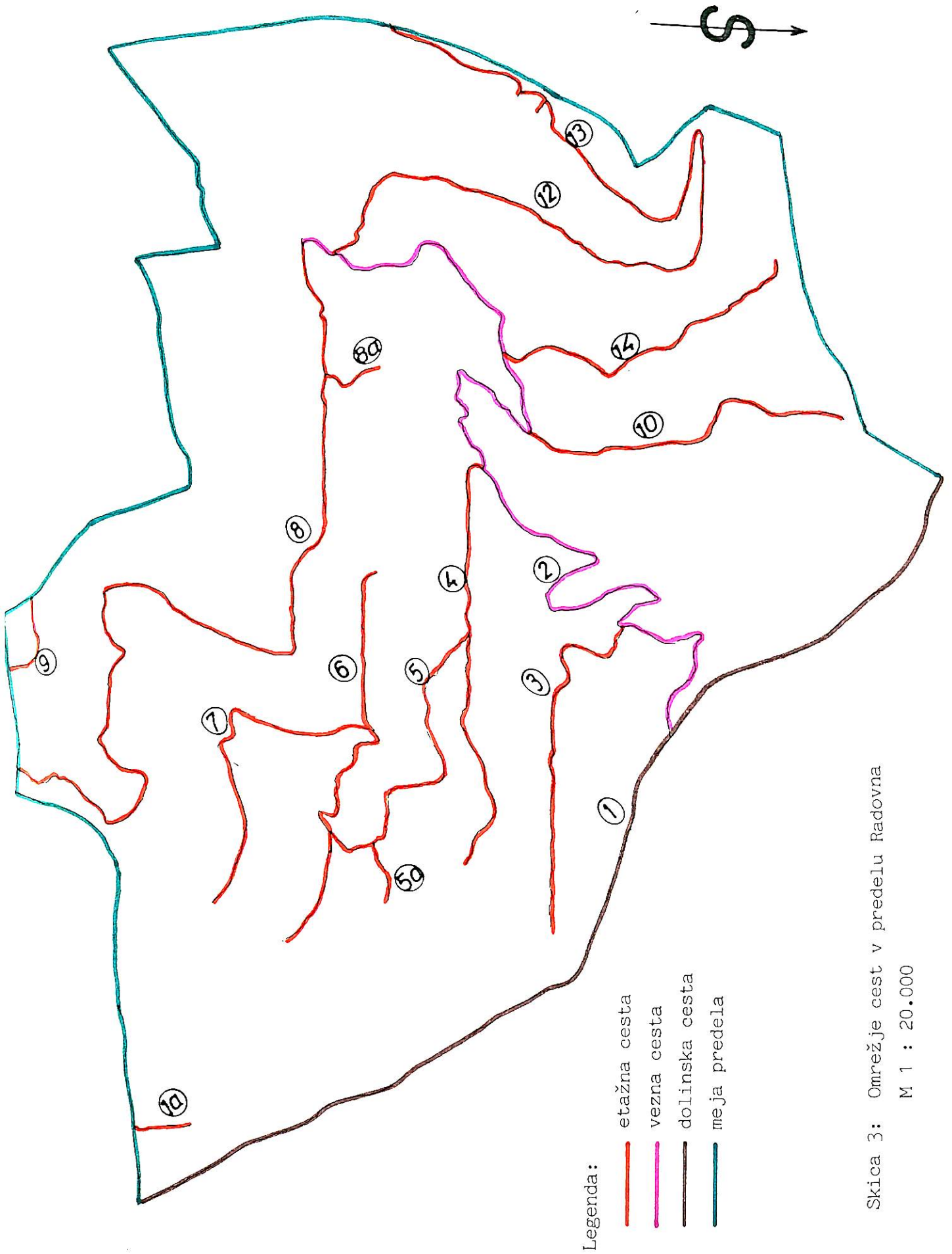
3.2.1 Značilnosti cestnega omrežja

Posamezne ceste so povezane v cestno omrežje, ki je prilagojeno krajevnim, terenskim in prometnim razmeram. Obstoječe cestno omrežje v določenem predelu običajno ni bilo zgrajeno načrtno, kar pomeni, da bi bila vsaka cesta položena po vnaprej predvideni smeri na temelju prostorskega načrta, ampak je najpogosteje primer, da je prometno omrežje nastajalo stihijsko, skozi daljše obdobje. Tudi za predel Radovna velja, da ni bilo predhodno izdelanega perspektivnega načrta izgradnje primarnega prometnega omrežja, marveč so posamezne gozdarsko pomembnejše površine odpirali z gozdnimi cestami brez zasnove o kompleksni in bodoči optimalni odprtosti celotnega prostora, ki gravitira v Streseno dolino.

3.2.1.1 Dolžina cestnega omrežja

Na skici 3 je v situaciji predstavljeno celotno cestno omrežje v obravnavanem predelu Radovna, ki zajema 13 cest z nekaj krajšimi odcepi. Dolžine posameznih cest so prikazane v preglednici 3. Dolžine cest smo merili na topografskih kartah M 1 : 10.000 s šestilom. Za nekatere ceste smo dobili tudi podatke iz katastra gozdnih cest, kar smo zabeležili kot dejansko dolžino določene ceste. Iz obeh podatkov, dolžine ceste izmerjene na karti in dejanske dolžine, lahko izračunamo koeficient dolžine ceste (f_1), ki pove, za koliko je dejanska dolžina neke poti (ceste) daljša od dolžine, izmerjene na topografski karti doloženega merila. Za ceste v predelu Radovna, merjene na topografski karti M 1 : 10.000, znaša vrednost koeficienta f_1 od 1,019 do 1,111, v povprečju za ceste na pobočju pa 1,066.

Za obravnavane ceste smo izračunali tudi koeficient vijugavosti ceste (f_2), ki pove, za koliko je dolžina ceste, merjena na karti doloženega merila, daljša od zračne razdalje med začetkom in koncem ceste. Koeficient vijugavosti (f_2)



Skica 3: Omrežje cest v predelu Radovna

M 1 : 20.000

Preglednica 3: Značilnosti cest

Števil. ceste	Dolžina ceste (m)		f ₁	f ₂	Izravna- ni naklon %	Položaj ceste	Poveza- nost	Število odcepov	Št. serpen.	
	po karti	dejanska							odcep	trasa
1	4.400	-	-	1,18	0,11	dolins.	omrež.	1		0
2	4.725	4.896	1,04	2,05	11,85	vezna	"	6		9
3	1.490	-	-	1,17	2,68	etažna	krak	0		0
4	1.695	1.757	1,04	1,09	1,47	"	"	1		0
5	1.790	1.990	1,11	1,22	6,24	"	"	2		0
6	1.290	1.314	1,02	1,22	7,75	"	"	0		1
7	1.390	-	-	1,46	6,12	"	"	1	1	0
8	4.140	4.510	1,09	1,79	2,29	"	omrež.	1		0
10	1.315	1.334	1,01	1,19	0	"	krak	0		0
11	1.285	-	-	1,21	11,67	"	"	0		0
12	2.240	-	-	1,52	7,81	"	omrež.	1	1	0
13	1.790	-	-	1,41	7,82	"	krak	0	1	0

je tem večji, čim več krivin ima cesta oziroma čimbolj spreminja svojo prvotno smer. V obravnavanem predelu se vrednosti koeficienta f_2 gibljejo od 1,18 do 2,05. Najnižji koeficient ($f_2 = 1,18$) ima dolinska cesta (na skici 3 je cesta označena s številko 1), kar je povsem v skladu s pomenom ceste. Najvišjo vrednost koeficienta ($f_2 = 2,05$) ima vezna cesta, kar je glede na njen namen in potek tudi razumljivo. Povprečna vrednost koeficienta f_2 za etažne ceste znaša 1,40, to pomeni, da je pri etažnih cestah v povprečju njihova dolžina za 40% daljša kot zračna razdalja od začetka do konca ceste.

3.2.1.2 Izravnani podolžni nakloni cest

Pod pojmom izravnani podolžni naklon ceste razumemo naklon linije, ki povezuje začetek in konec ceste. Z vidika poteka prometa ni toliko pomemben izravnani podolžni naklon celotne ceste, ampak predvsem nakloni posameznih odsekov ceste. Vendar nam izravnani podolžni naklon vseeno pokaže neko značilnost poteka ceste v vzdolžni smeri.

Pri obravnavanih cestah izravnani podolžni nakloni pri posameznih cestah merijo od 0% do 11,85%. Dolinska cesta ima zelo blag padec (0,1%), največji podolžni naklon pa ima vezna cesta (na skici 3 cesta št.2) in sicer 11,85%. Vezna cesta s tako velikim naklonom dejansko predstavlja najbolj kritično cesto v celotnem omrežju in to v podolžnem profilu kot tudi v situaciji. Pri etažnih cestah izravnani podolžni naklon v povprečju znaša 4,7%, ki sicer nekoliko odstopa od idealnega podolžnega naklona (2-4%), vendar kot smo že omenili, podatek ne prikazuje stvarnega stanja ustreznosti oziroma neustreznosti poteka ceste v podolžnem prerezu, še manj posameznega odseka ceste.

3.2.1.3 Potek ceste v situaciji

Pri proučevanju poteka ceste v situaciji smo podrobneje analizirali naslednje elemente:

- a) makrolega ceste
- b) povezanost ceste v omrežju
- c) število cestnih odcepov
- d) število serpentin

Ad a) Makrolega ceste

Položaj posamezne ceste glede na njeno makrolego je razviden v preglednici 3. V omrežju 12 cest ima ena cesta značaj dolinske ceste, ena vezne ceste, ostale ceste imajo značaj etažnih cest. Prometno omrežje, ki gravitira v Streseno dolino, se v spodnjem delu veže na dolinsko, javno cesto, ki poteka skozi dolino Radovna, v zgornjem delu se povezuje s cestnim omrežjem na poključki planoti. Vezna cesta predstavlja skelet celotnega cestnega omrežja v obravnavanem predelu. Od vezne ceste se na vsako stran odcepijo 3 etažne ceste, od katerih se odcepijo nekatere nove etažne ceste. Tako nastanejo na vsaki strani vezne ceste štiri etaže pobočnih cest (v posameznem pasu celo pet etaž).

Ad b) Povezanost ceste v omrežju

Dolinska in vezna cesta sta povezani v omrežje, kar pomeni, da se njun konec ceste povezuje z drugo cesto in tako cesta tvori določen člen v prometnem sistemu. Etažne ceste so položene pretežno v obliki kraka. Od desetih etažnih cest se le dve na koncu ceste povezujeta z drugo cesto.

Ad c) Število cestnih odcepov

Povsem logično je, da največ odcepov novih cest najdemo na vezni cesti in to kar 6, saj je temeljna naloga vsake vezne ceste, da povezuje etažne ceste v cestno omrežje in tega končno poveže z dolinsko cesto. Zaradi značilne makrooblikovitosti pobočij se od polovice etažnih cest odcepijo nove etažne ceste. V dveh primerih se od etažne ceste odvajajo krajši cestni kraki (dolžine 220 in 230 m), ki odpirajo manjše lokalne površine za spravilo s traktorji oziroma cesta s kratkim odcepom doseže ugodnejšo lego za spravilo lesa z žičnico.

Ad d) Število serpentin

Največ serpentin naštejemo na vezni cesti, kar je glede na njen namen povsem razumljivo in upravičeno. Vezna cesta na svoji dolžini (4425 m) premaga 560 m višinske razlike z 9 serpentinami, dviga se namreč v razmeroma ozkem pasu v Streseni dolini. Od 10 etažnih cest se 3 ceste odcepijo od predhodne ceste v obliki serpentin.

3.2.1.4 Deleži dolžin cest v posameznih proučevanih kategorijah

Podrobneje smo proučili, kolikšen delež dolžine posamezne ceste poteka po terenu, ki smo ga, razčlenjeno po kategorijah, opredelili iz naslednjih vidikov:

- a) nagnjenost terena
- b) kakovost rastišča
- c) način spravila

Podatki o deležih dolžin posameznih cest ter vseh cest skupaj so prikazani v preglednici 4. Iz navedenih podatkov za posamezne dejavnike ugotovimo naslednje:

Ad a) Nagnjenost terena

- na položnih terenih (naklon 0-30%, kategorija a) poteka 20,6% dolžin vseh analiziranih cest
- na strmih in zelo strmih terenih (naklon 30-70%, kategoriji b in c) poteka kar 74,5% cest
- na izredno strmih terenih (naklon > 70%, kategorija d) poteka le 4,9% vseh cest.

Praviloma gozdnih cest na izredno strmih terenih ne gradimo, vendar zaradi razvijanja cestnega omrežja na razgibanem pobočju se ni vedno mogoče izogniti izredno strmih površin. Običajno so taki odseki cest kratki, nekaj sto metrov.

Razmerje med deleži površin, ki pripadajo posamezni kategoriji naklona terena (oziroma drugih dejavnikov) in deležem dolžin vseh obravnavanih cest, je prikazano na grafikonu 1.

Ad b) Kakovost rastišča

- kar 96,6% dolžin vseh cest poteka v lesnoproizvodnih gozdovih, ostala dolžina cest (3,4%) poteka skozi varovalne gozdove, ne z namenom, da odpira te gozdove, ampak pri razvijanju trase nekatere ceste na krajših odsekih prečkajo tudi površine varovalnih gozdov;
- v lesnoproizvodnih gozdovih je delež dolžin cest, ki potekajo skozi posamezne kategorije rastišča, skoraj identičen deležu posameznih kategorij na celotni površini pobočja. Po logiki o smotrnosti polaganja gozdnih cest bi pričakovali, da bodo na boljših rastiščih ceste gosteje položene, vendar je vpliv drugih dejavnikov (makrooblikovitost terena, nagnjenost terena) tolikšen, da omenjeno načelo ne pride do veljave.

Preglednica 4: Delež dolžin cest v posameznih kategorijah (%)

Števil. ceste	Dolžina ceste (m)	Nagnjenost terena				Rastišče			Spravilo			
		0-30%	30-50%	50-70%	> 70%	1	2	3	izven	trak.	žičn.	komb.
2	4725	24,8	59,9	15,3	-	-	96,1	-	3,9	65,7	3,6	27,0
3	1490	-	14,8	65,8	19,4	-	100	-	-	33,5	30,9	35,6
4	1695	22,7	36,0	11,2	30,1	71,7	28,3	-	-	43,1	13,0	43,6
5	1790	25,1	67,6	5,6	1,7	49,2	50,8	-	-	57,5	15,1	27,4
6	1290	35,7	64,3	-	-	53,5	46,5	-	-	46,5	28,7	24,8
7	1390	20,1	40,7	27,7	11,5	3,6	96,4	-	-	26,6	45,3	28,1
8	4140	25,4	30,1	39,1	3,4	8,1	49,1	28,0	14,8	41,0	1,2	43,2
10	1315	13,3	86,7	-	-	-	100	-	-	92,4	-	7,6
11	1285	34,2	51,0	14,8	-	-	100	-	-	67,3	-	32,7
12	2240	16,1	13,4	70,5	-	-	43,8	56,2	-	25,0	59,8	15,2
13	1790	-	14,0	86,0	-	-	-	100	-	14,0	6,7	79,3
Σ 2-13	23150	20,6	42,9	31,6	4,9	13,8	64,6	18,2	3,4	47,2	15,7	33,8

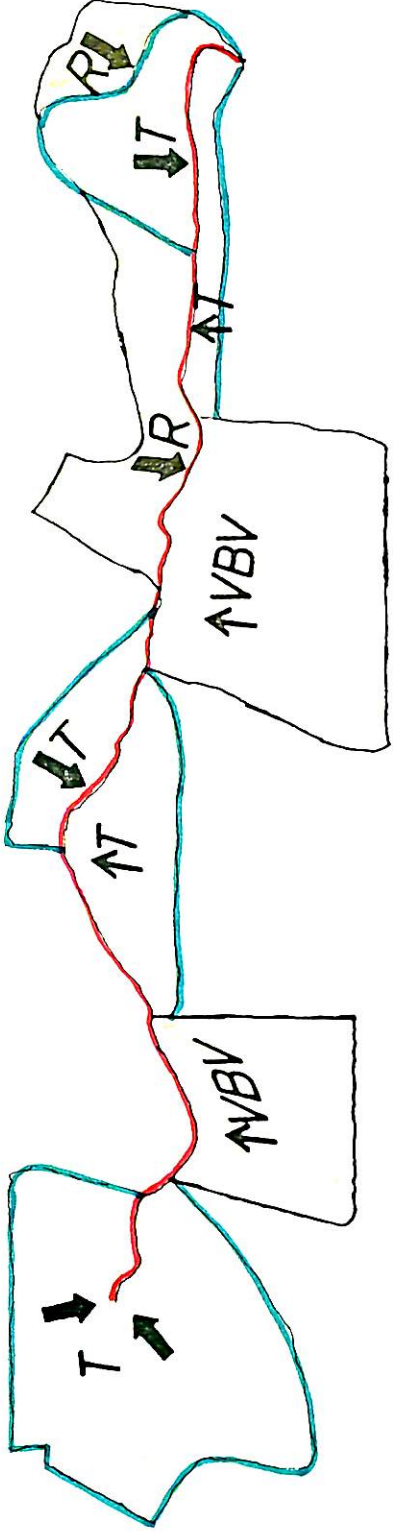
Ad c) Način spravila

Že pri polaganju primarnega prometnega omrežja je treba upoštevati način spravila, zlasti pa pri detajlnem prilagajanju terenskim oblikam. Za vsak način spravila je potreben drugačen pristop pri iskanju najugodnejše lege prometnice. Ko obravnavamo potek ceste glede na način spravila je treba poudariti, da moramo ločeno obravnavati vsak rob ceste posebej, ker vsak rob neodvisno od robu na drugi strani ceste samostojno nastopa pri sprejemanju lesa iz površine, ki ga cesta s svojim robom odpira. Kako se polja z različnim načinom spravila hitro menjavajo vzdolž poteka ceste, kakor tudi na enem in drugem robu ceste, nam dobro ilustrirajo skice 4 do 14, ki predstavljajo dejanski prikaz načina in smeri spravila na površinah, ki jih odpirajo ceste na obravnavanem predelu Radovna.

Iz podatkov v preglednici 4 je razvidno, da le 47,2% vseh dolžin cest poteka po površinah, kjer se les spravlja s traktorji, čeprav je na obravnavanem predelu takih površin kar 53,6%. Še večja razhajanja se kažejo na območju žičniškega spravila. Delež dolžin vseh cest, ki potekajo po površinah, opredeljenih za spravilo z žičnicami, znaša le 15,7%, medtem ko odpade na žičniško spravilo kar 42,0% vse površine. Vzrok za takšno nesorazmerje izhaja iz tega, ker ni uravnoteženo spravilo z večbobenskimi vitli (VBV) in žičnimi žerjavi (ŽŽ), od katerih imata vsak svojo smer spravila lesa do ceste. Ker je spravila z ŽŽ kar dvakrat manj kot z VBV in ker ima vsak način žičniškega spravila svoje zahteve, zato se zgornji rob ceste, ki je vezan na spravilo z ŽŽ, le redkodkaj pokriva s spodnjim robom ceste, ki pa je vezan na spravilo z VBV. Navedena ugotovitev vodi do razmisleka, da bi bilo pri obravnavanju cestnega omrežja v predelih z različnim načinom spravila bolj ustrezno ločeno proučevati zgornji in spodnji rob ceste oziroma njihove dolžine kot pa dolžino ceste kot celoto.

Na obravnavanem predelu smo ugotovili zelo velik delež cest (33,8%), ki z ene strani (cestnim robom) odpirajo površino, ustrezno za traktorsko spravilo, z druge strani pa površino, določeno za žičniško ali ročno spravilo.

Skica 4: Spravilna polja pri cesti ④



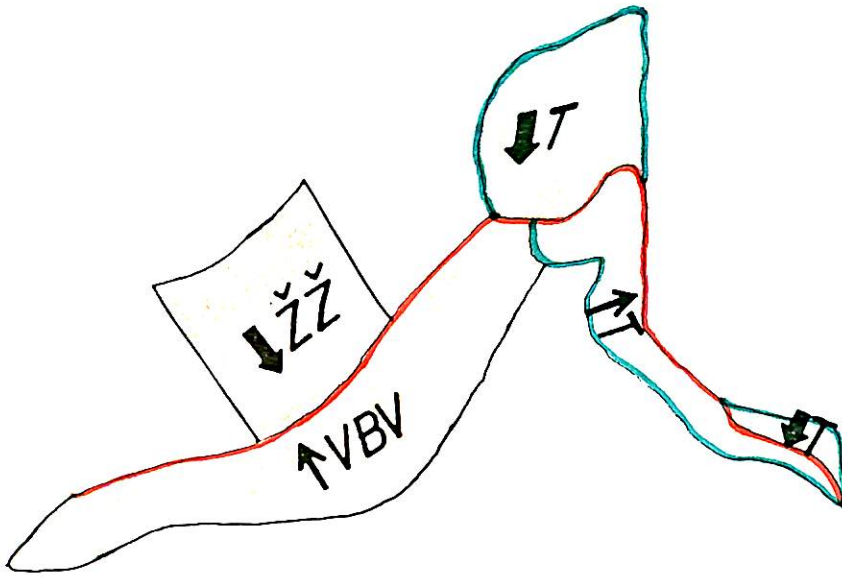
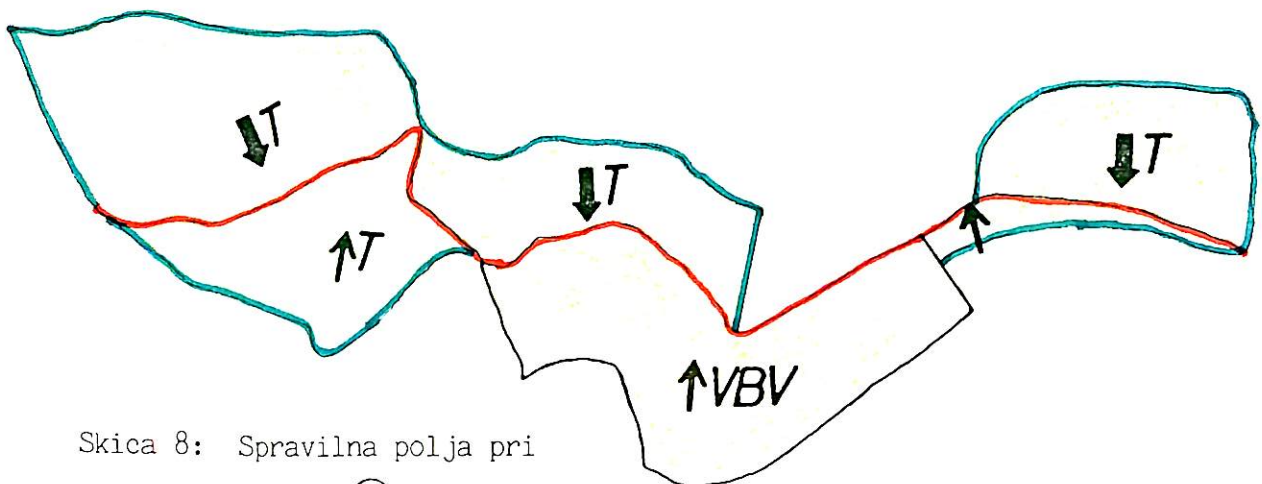
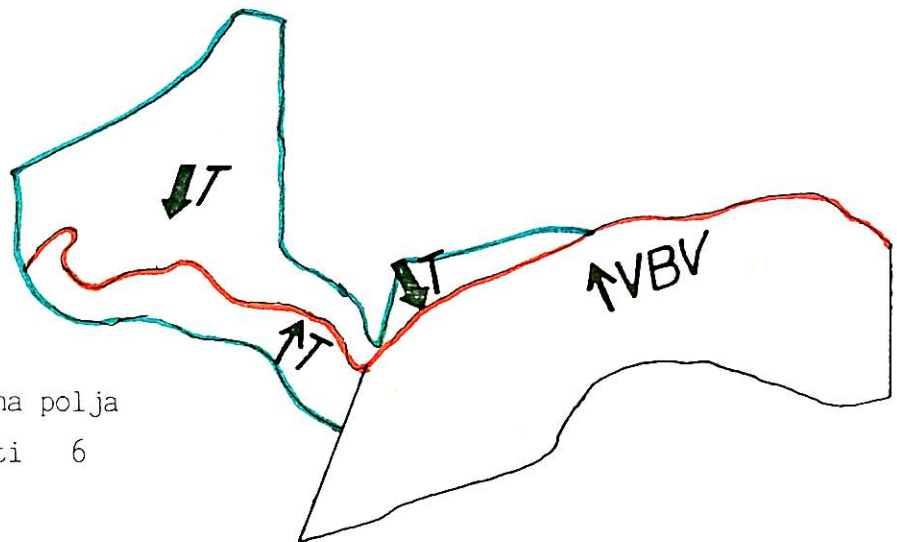
Skica 5: Spravilna polja pri cesti ③



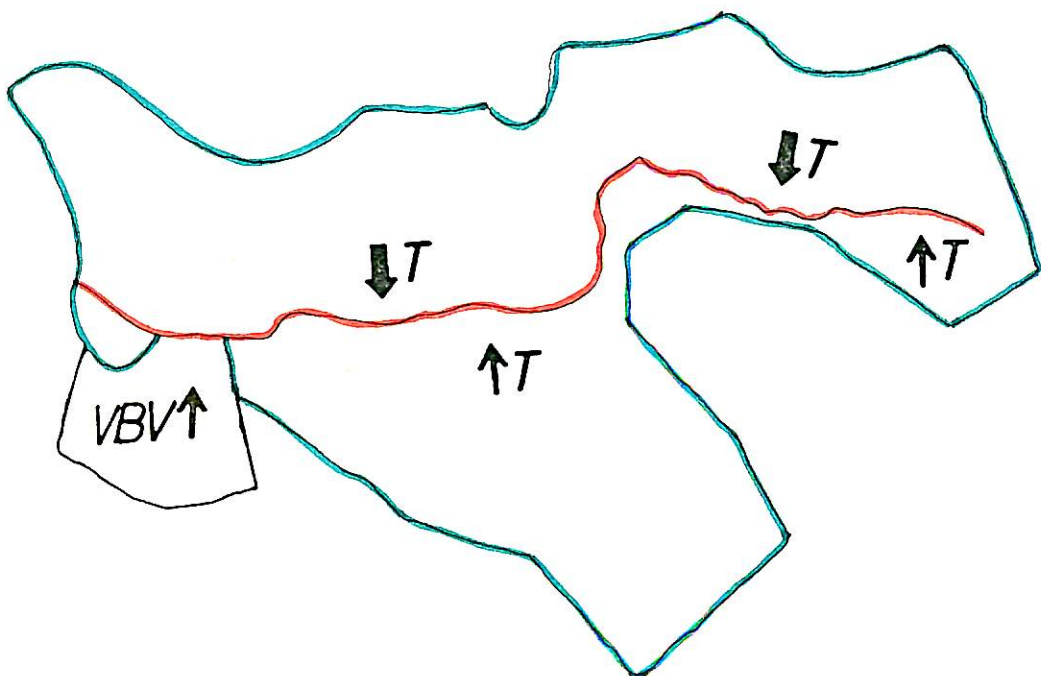
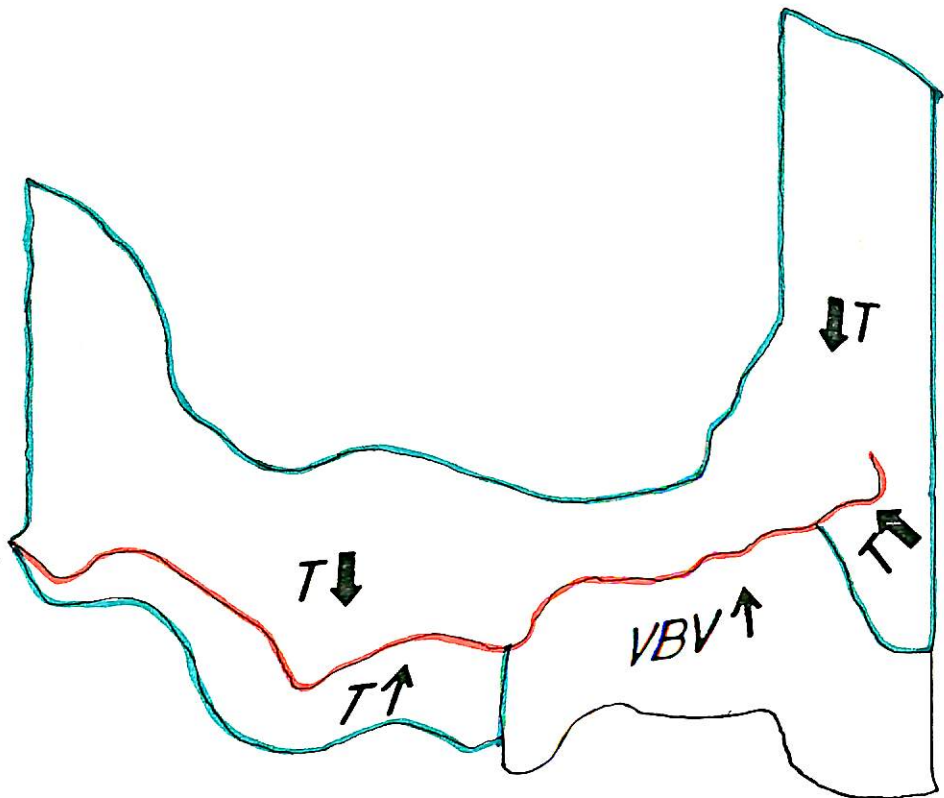
Legenda:

- T traktorsko spravilo
- R ročno spravilo
- VBV spravilo z večbob.vitlom
- ZZ spravilo z žičnim žerjavom
- ↓ spravilo navzdol
- ↑ spravilo navzgor

Skica 6: Spravilna polja pri cesti ⑦

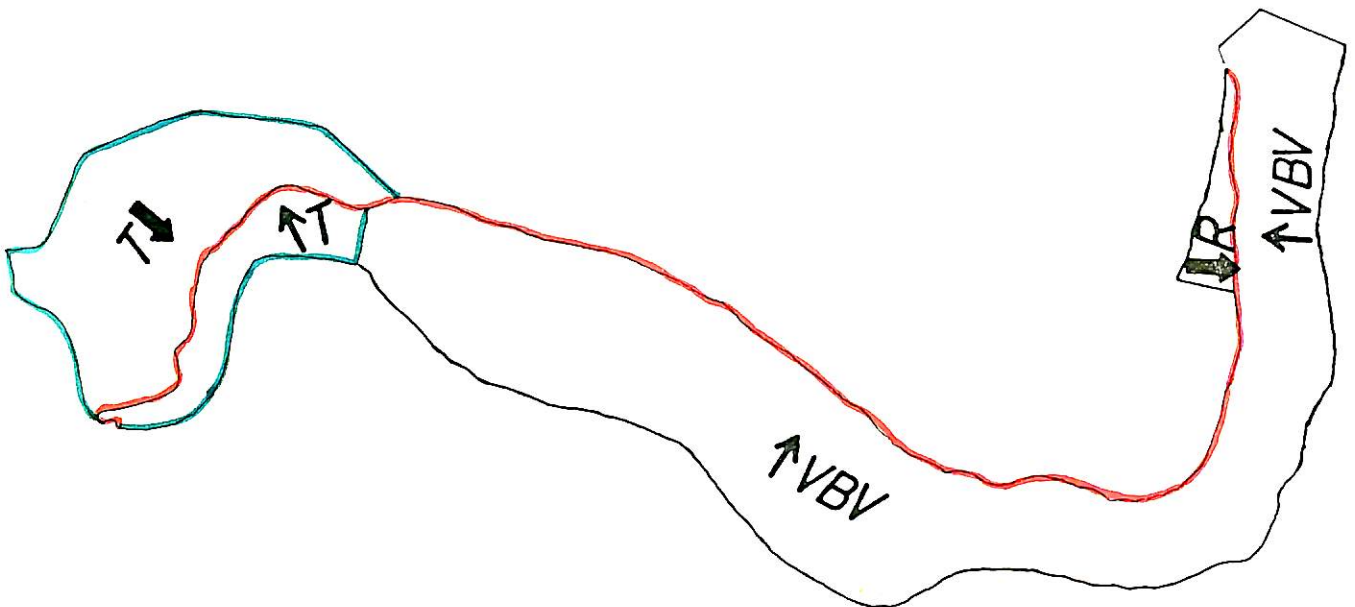
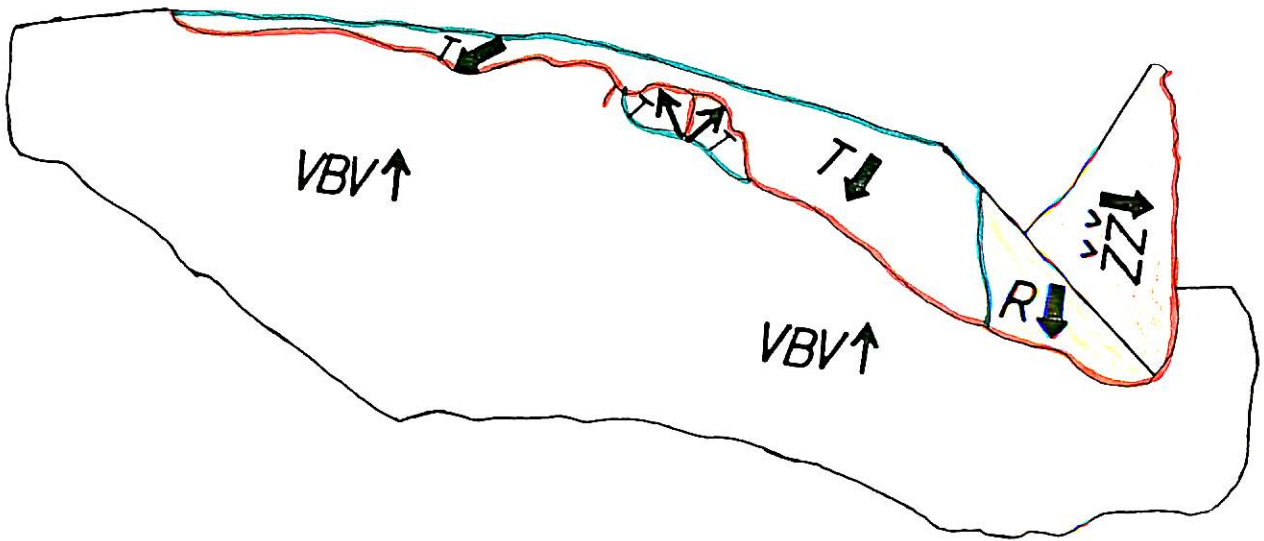
Skica 7: Spravilna polja
pri cesti 6Skica 8: Spravilna polja pri
cesti ⑤

Skica 9: Spravilna polja pri cesti ⑪



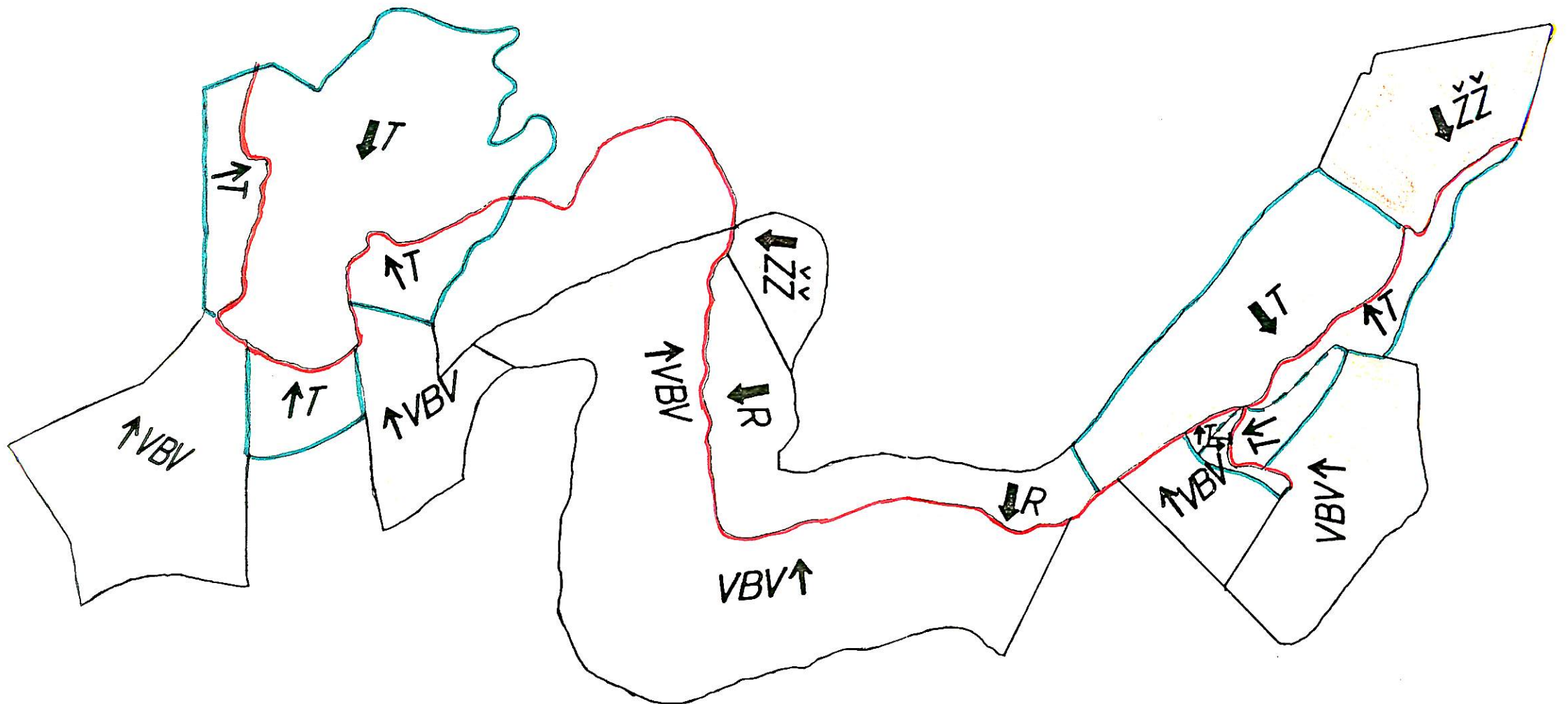
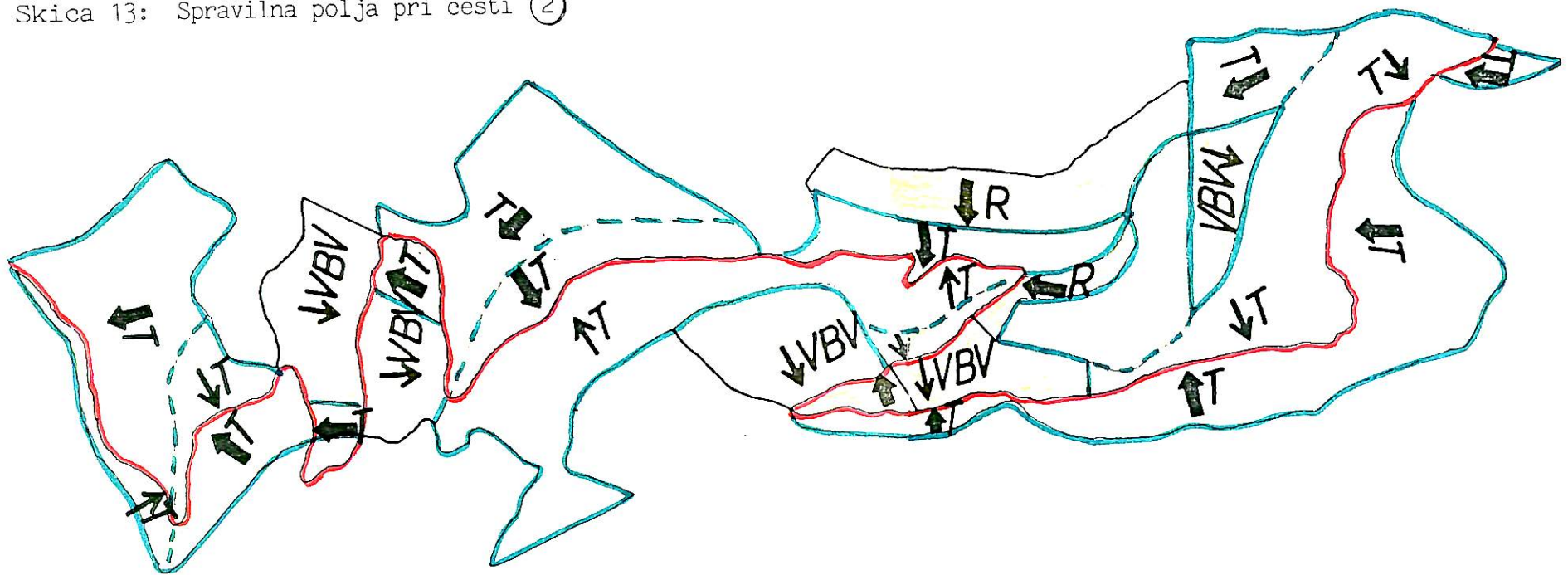
Skica 10: Spravilna polja pri cesti ⑩

Skica 11: Spravilna polja pri cesti (13)



Skica 12: Spravilna polja pri cesti (12)

Skica 13: Spravilna polja pri cesti (2)



Skica 14: Spravilna polja pri cesti (8)

Graf.1: Delež dolžin vseh cest na pobočju in delež kategorij obravnavanih parametrov

Naklon terena					Kakovost rastišča		
kateg.	a	b	c	d	1	2	3
delež površin	18,6	34,2%	36,7	10,5	12,3	68,5%	19,2
delež dolžina	20,6	42,9%	31,6	4,9	14,3	66,9%	18,8

Način spravila					
spravilo		T	VBV	ZZ	R
delež površin		53,6%	36,7%	5,3	4,4
delež dolžin	zgor.rob	58,5%	6,8	9,8	24,9
	spod.rob	55,7%	42,8%		1,5
		T	VBV	neak.	

3.2.1.5 Prometna obremenitev cest

Za določitev tehničnih elementov pri projektiranju cest, za presojo smotrnega vzdrževanja cest ter še za druge potrebe (določitev gostote izogibališč, organiziranje raznega prometa) so podatki o prometni obremenitvi posameznih cest nujno potrebni.

Za vsako cesto v predelu Radovna smo izračunali njeno prometno obremenitev in sicer po številu vozil in po teži. Kriteriji za izračun prometne obremenitve cest v gozdu bodo podrobneje obravnavani v posebnem poglavju.

Podatki o prometni obremenitvi posameznih cest, kakor tudi o njihovi obremenitvi v sklopu cestnega omrežja, so prikazani v preglednici 5.

Pri oceni podatkov o prometni obremenitvi je treba upoštevati:

- število voženj pomeni število vozil, ki v enem letu peljejo v gozd in iz gozda skozi točko na začetku ceste;
- pri tovornih vozilih je upoštevano polovico kamionov in polovico kamionov s polprikolico;

Preglednica 5: Prometna obremenitev cest

Štev. ceste	Prometna obremenitev ene ceste					Prometna obremenitev v cestnem omrežju					
	Površina polja ha	Količina lesa m ³	Število voženj		Obremen. po teži t	Povezovanje cest	Površina polja ha	Količina lesa m ³	Število voženj		Obremen. po teži t
			lahka vozila	tovorna vozila					lahka vozila	tovorna vozila	
2	86	461	89	32	1475	② → ①	588	2907	558	208	9228
3	25	140	27	10	448	③ → ②					
4	46	243	43	15	707	④ → ②	138	555	103	37	1704
5	44	155	30	11	495	⑤ → ④	92	312	60	22	997
6	28	90	17	6	287	⑥ → ⑤	48	157	30	11	502
7	20	67	13	5	215	⑦ → ⑥					
8	137	669	129	47	2140	⑧ → ②					
10	52	279	54	20	892	⑩ → ②					
11	48	242	47	17	774	⑪ → ②					
12	40	179	35	13	573	⑫ → ②	102	561	109	40	1795
13	62	382	74	27	1222	⑬ → ⑫					

- med lahкими vozili je 2/3 osebnih vozil in 1/3 kombijev ;
- pri izračunih prometne obremenitve so upoštevana vozila, ki se v povprečju uporabljajo v gozdarstvu v Sloveniji;
- pri izračunih količine lesa za izvoz iz gozda smo upoštevali 80% prirastka.

Iz podatkov o prometni obremenitvi cest v predelu Radovna lahko razberemo, da je obremenitev posameznih cest zelo različna in da je razmerje med najmanj in najbolj obremenjeno cesto 1:43.

3.2.2 Gostota cest

Za predstavitev odprtosti gozdnega prostora uporabljamo različne kazalce, njihova uporaba pa je odvisna od namena prikazovanja odprtosti. Pri sečnospravnem načrtovanju nas predvsem zanimajo pravilne razdalje, za takšen namen je najustreznejši kazalec povprečna dejanska pravilna razdalja. Pri polaganju primarnih gozdnih prometnic (cest) v okviru načrtovanja optimalne odprtosti gozdnega prostora je najustreznejši kazalec povprečna širina pasu, ki ga neka cesta odpira. Kadar pa želimo posredovati informacijo o že obstoječi odprtosti nekega gozdnega predela, je gostota cest najprimernejši kazalec, čeprav ima mnoge pomanjkljivosti.

Za proučevani predel Radovna smo ugotavljali gostoto cest za različne površine in iz različnih vidikov. V preglednici 6 so prikazane gostote cest na celotni površini predela, na površini vseh gozdov ter ločeno za varovalne gozdove in lesnoproizvodne gozdove, ki ležijo na pobočju. Gostote cest v lesnoproizvodnih gozdovih na pobočju smo še nadalje členili in sicer z vidika vrste sestojnih tipov, nagnjenosti terena, kvalitete rastišča ter načina spravila. Pri ugotavljanju gostote cest smo upoštevali obstoječe cestno omrežje (stanje 1990), le pri izračunih gostote glede na način spravila smo upoštevali predvideno dopolnitev cestnega omrežja.

Ugotovljena gostota cest v lesnoproizvodnih gozdovih je razmeroma precej visoka, zlasti če jo primerjamo s povprečno gostoto na celotnem območju GG Bled (v l.1988 je znašala gostota cest v lesnoproizvodnih gozdovih 18,74 m/ha) oziroma s povprečno gostoto v slovenskem merilu (14,6 m/ha konec leta 1988).

Preglednica 6: Gostote cest (stanje 1990)

Obravnavana površina	Delež površine %	Površina na ha	Dolžina cest m	Gostota cest m/ha
Celotni predel		936	25 925	27,70
- Vsi gozdovi	93,7% cel.pr.	877	23 840	27,18
- varovalni gozdovi	27,7% vsi g.	243	960	3,95
- lesn.proiz.gozd.na pobočju	69,3% vsi g.	608	22 525	37,05
mladje, drogovnjak	25,8% l.pr.g.	156	6 690	42,88
debeljak	35,5% "	212	8 735	41,20
raznodobni gozdovi	38,7% "	220	6 290	28,59
gozd.na nakl. 0-30%	18,6%	106	4 770	45,00
gozd na nakl.30-50%	34,2%	195	9 860	50,56
gozd.na nakl.50-70%	36,7%	209	6 900	33,01
gozd.na nakl. > 70%	10,5%	60	970	16,17
gozd.na rastišču 1	12,3%	74	2 835	38,31
gozd.na rastišču 2	68,5%	409	15 330	37,48
gozd.na rastišču 3	19,2%	114	4 360	38,24
gozd.za trak.spravilo	55,3%	302	13 789	45,66
gozd za žičn.spravilo	44,7%	244	9 245	37,89
gozd.za žičn.s. VBV	87,3%	213	9 245	43,40
gozd.za žučn.s. ŽŽ	12,7%	31	1 660	53,55

Opomba: Pri izračunanih gostotah cest glede na način spravila je upoštevano predvideno podaljšanje ceste 7 v dolžini 650 m.

3.3 KOEFICIENTI LEGE CESTE

Iz temeljnega načela pri načrtovanju gozdnih prometnic izhaja zahteva, da določimo optimalno lego prometnice v pasu gozda, ki ga naj ta prometnica odpira, pri čemer želimo z najkrajšo dolžino načrtovane prometnice doseči obenem tudi najkrajšo pravilno razdaljo. Kazalec, ki ponazarja položaj ceste v polju (pasu) odpiranja, imenujemo koeficient lege ceste (p_s). Matematično je definiran takole:

$$p_s = \frac{\bar{t}}{e} \quad \text{obrazec 1}$$

kjer pomeni:

- p_s - koeficient lege ceste v splošni obliki
- \bar{t} - povprečna teoretično najkrajša pravilna razdalja
- e - teoretična širina pasu, ki ga odpira cesta

Obrazec 1, napisan v splošni obliki, ima praktično uporabnost v primeru, ko proučujemo ceste na površinah, kjer uporabljamo le en način spravila in kjer so razmere pri spravilu lesa na eni in drugi strani ceste približno enake. V vseh drugih primerih nam koeficient lege ceste v splošni obliki ne zadostuje in moramo ugotavljati in uporabljati dodatne kazalce (koeficiente) o položaju (legi) ceste v polju odpiranja.

V okviru naših proučevanj smo želeli dobiti odgovor na osrednje vprašanje, kakšne so vrednosti in značilnosti koeficientov lege cest na pobočjih v gorskem svetu, kjer se prepletajo različni načini spravila (traktorsko, žičniško z različnimi napravami, ročno). V ta namen smo podrobneje proučili 11 cest v predelu Radovna.

Izhodišče za pridobitev kakršnekoli informacije o odprtosti določenega gozdnega prostora sta podatka:

- D - dolžina posamezne ceste oziroma dolžina cestnega omrežja
- P - površina prostora, ki ga cesta oz. omrežje odpira

Iz navedenih izhodiščnih podatkov izračunamo:

- gostoto cest $c = \frac{D}{P}$
- širino pasu (teoretično) gozda, ki ga cesta odpira $e = \frac{P}{D}$

V preglednici 7 so za vsako cesto ter za vse ceste skupaj prikazani podatki o dolžini ceste oz. dolžini cestnih robov, o površini spravnega polja ter o izračunani gostoti cest, ločeno za posamezen način spravila (T-traktorsko, VBV-večbobenski vitel, ŽŽ-žični žerjav) in sumarno.

Informacija o gostoti cest nam je koristna iz dveh razlogov:

- gostota cest je kazalec odprtosti določenega gozdnega prostora
- iz podatka o gostoti cest pri znanem koeficientu lege ceste ter koeficientu spravnega razdalje lahko izračunamo dejansko spravno razdaljo, ki pa je zelo koristen podatek pri praktičnem delu.

Za izračun drugih podatkov o odprtosti gozda (e , \bar{t}) ter koeficientov lege ceste nam pomagajo podatki o gostoti cest. Iz tega podatka smo najprej izračunali vrednosti širine pasu (e), kar je prikazano v 4. koloni v preglednici 8. Celotna širina pasu e je ločeno prikazana za širino pasu gozda nad cesto e_1 (polje nad zgornjim cestnim robom) in za širino pasu gozda pod cesto e_2 (polje pod spodnjim cestnim robom). Nadalje so podatki o širini pasu e ločeno prikazani za posamezne načine spravila. Razmerje med širino pasu nad in pod cesto je pri posamezni cesti zelo različno, odvisno od mnogih dejavnikov (način spravila, nagnjenost terena, položaj ceste itd.).

Ko so nam znane vrednosti o skupni širini pasu e oziroma širini pasu nad cesto e_1 in pod cesto e_2 , lahko izračunamo povprečne spravnega razdalje (\bar{t} ; \bar{t}'_1 , \bar{t}'_2), ki so pa zgolj teoretične vrednosti, ker je tudi širina pasu e teoretična vrednost, dobljena na predpostavki, da ima polje odpiranja obliko pravokotnika, kateremu osnovnica je dolžina ceste.

Vrednosti teoretičnih spravnega razdalj izračunamo:

$$\bar{t}'_1 = \frac{e_1}{2}$$

$$\bar{t}'_2 = \frac{e_2}{2}$$

$$\bar{t}' = \frac{e_1^2 + e_2^2}{2e}$$

obrazec 2

Iz izračunanih vrednosti \bar{t}' (5. kolona v preglednici 8) lahko s pomočjo splošnega obrazca 1 izračunamo teoretični koeficient lege ceste (p'_g), ki predstavlja

Preglednica 7: Elementi za izračun gostote cest

Števil. ceste	Dolžina ceste m	Cestni rob	Dolžina cest. robu			Površina sprav. polja			Gostota cest				
			T	VBV	ZZ	∑	T	VBV	ZZ	∑	T	VBV	ZZ
			m			ha			m/ha				
2	4.555	zgoraj	3.755			47		1					
		spodaj	3.295	810		18	15						
		skupaj				86	65		53,0	55,5	54,0		
3	1.490	zgoraj	500		710	4		11					
		spodaj	1.030	460		4	6						
		skupaj				25	8		59,6	84,0	76,7	64,5	
4	1.695	zgoraj	775			10							
		spodaj	1.185	510		15	16						
		skupaj				46	25		36,8	39,1	31,9		
5	1.790	zgoraj	1.460			21							
		spodaj	1.110	660		9	9						
		skupaj				39	30		45,9	44,4	73,4		
6	1.290	zgoraj	920			11							
		spodaj	600	690		4	13						
		skupaj				28	15		46,0	53,5	53,1		
7	1.390	zgoraj	435		230	5		4					
		spodaj	715	675		2	9						
		skupaj				20	7		69,5	69,9	75,0	57,5	

Števil. ceste	Dolžina ceste m	Cestni rob	Dolžina cest. robu			Površina sprav.polja			Gostota cest		
			T	VBV	ZZ	T	VBV	ZZ	T	VBV	ZZ
			m			ha			m/ha		
8	3.540	zgoraj	2.010		330		36				
		spodaj	1.960	2.070		11	55				
		skupaj				124	47		28,5	42,5	37,6
10	1.315	zgoraj	1.315				23				
		spodaj	1.235	170			24	5			
		skupaj				52	47		25,3	27,1	34,0
11	1.285	zgoraj	1.285				28				
		spodaj	865	420			9	11			
		skupaj				48	37		26,8	31,1	38,2
12	2.240	zgoraj	600				10				
		spodaj	560	1.580			2	28			
		skupaj				40	12		56,0	49,4	56,4
13	1.790	zgoraj	1.200		390		3				4
		spodaj	250	1.290			1	46			
		skupaj				62	9		28,9	93,4	28,0
Skupaj 2-13	22.380	zgoraj	14.255		1660		203				31
		spodaj	12.805	9.245			99	213			
		skupaj				570	302		39,3	45,7	43,4

Freglednica 8: Elementi odprtosti in koeficienti lege ceste

Števil. Ceste	Cestni rob	Gostota cest			e		t̄		p's		a		t̄		P _s		p's'		ed		
		T	VBV	ZZ	T	ZZ	VBV	T	ZZ	VBV	T	ZZ	T	ZZ	VBV	T	ZZ	VBV	ZZ	VBV	ZZ
		m/ha			m		m		m		m		m		m		m		m		m
1	2	3			4		5		6		7		8		9		10		11		
2	zgoraj				125							92,3			0,738						
	spodaj				55	185		92,5				33,3	84,0		0,605	0,454					
	skupaj	55,5	54,0		180		51,8		0,288	0,306		76,0			0,422			0,55			153
3	zgoraj				80	155		77,5				102,5	84,5		1,281	0,5115					
	spodaj				39	130		65,0				27,5	83,3		0,705	0,641					
	skupaj	84,0	76,7	64,5	119		33,3		0,280	0,327		65,0			0,546			0,45	0,48		185
4	zgoraj				129			64,5				87,0			0,674						
	spodaj				127	314		63,5	157,0			100,7	132,5		0,793	0,422					
	skupaj	39,1	31,9		256		64,0		0,250	0,496		92,5			0,361			0,54			245
5	zgoraj				144							84,3			0,584						
	spodaj				81	136		68,0				60,0	83,3		0,741	0,613					
	skupaj	44,4	73,3		225		60,7		0,270	0,360		77,0			0,342			0,46			181
6	zgoraj				120			60,0				84,6			0,705						
	spodaj				67	188		33,5	94,0			27,5	112,3		0,410	0,597					
	skupaj	53,5	53,1		187		50,5		0,270	0,358		69,3			0,371			0,46			244
7	zgoraj				115	174		87,0				72,0	67,5		0,626	0,388					
	spodaj				28	133		66,5				40,0	58,9		1,429	0,443					
	skupaj	69,9	75,0	57,5	143		49,0		0,343	0,196		62,9			0,440			0,53	0,55		123

Številka ceste	Cestni rob	Gostota cest			e		t'		p's	a	t		P _s		p's'		ed	
		T	VBV	ZZ	T	ZZ/VBV	T	ZZ/VBV	T	T	T	ZZ/VBV	T	ZZ/VBV	VBV	ZZ	VBV	ZZ
		m/ha			m		m										m	
1	2	3			4		5		6	7	8		9		10		11	
8	zgoraj				179	333		166,5			103,3	124,6	0,577	0,374				
	spodaj				56	266		133,0			51,8	188,5	0,925	0,709				
	skupaj	42,5	37,6	30,0	235		74,8		0,318	0,238	91,3		0,388		0,45	0,55	419	227
10	zgoraj				175						104,8		0,599					
	spodaj				194	294		312,5			157,9	124,0	0,814	0,422				
	skupaj	27,1	34,0		369		92,7		0,251	0,474	131,9		0,357		0,54		230	
11	zgoraj				218						161,1		0,739					
	spodaj				104	262		131,0			55,6	147,3	0,535	0,562				
	skupaj	31,1	38,2		322		90,6		0,281	0,323	135,4		0,425		0,47		313	
12	zgoraj				166						78,0		0,470					
	spodaj				36	177		88,5			20,0	75,0	0,555	0,424				
	skupaj	49,4	56,4		202		71,4		0,354	0,178	68,3		0,338		0,53		142	
13	zgoraj				67	102		51,0			40,0	57,5	0,597	0,564				
	spodaj				40	357		187,5			50,0	158,7	1,250	0,445				
	skupaj	93,4	28,0	97,5	107		28,5		0,266	0,374	41,1		0,384		0,53	0,47	299	122
Skupaj 2-13	zgoraj				142	187		93,5			100,6	94,8	0,708	0,507				
	spodaj				77	230		115,0			79,8	134,4	1,036	0,584				
	skupaj	45,7	43,4	53,5	219		59,6		0,272	0,352	93,7		0,428		0,46	0,49	292	193

razmerje med teoretično pravilno razdaljo (\bar{t}') in skupno širino pasu e .

$$p'_S = \frac{\bar{t}'}{e}$$

Če nam je za neko cesto poznana vrednost p'_S , lahko zelo preprosto ugotovimo položaj ceste v pravilnem polju (transformiranem v pravokotnik).

Pri znani vrednosti p'_S so lege cest naslednje:

- $p'_S = 0,25$ cesta poteka točno po sredini pravilnega polja (pravokotnika)
 $p'_S = 0,5$ cesta poteka na robu pasu (pravokotnika), zgornjem ali spodnjem.

V preglednici 8 (6.kolona) so prikazane vrednosti p'_S le za tiste dele cest, ki odpirajo gozdne površine za traktorsko spravilo. Vrednosti p'_S se gibljejo v mejah od 0,25 do 0,35, povprečna vrednost za vse ceste znaša 0,27.

Pri cestah, ki odpirajo gozdne površine za spravilo z žičnicami in ločeno obravnavamo spravilo z VBV oziroma z ŽŽ, je vrednost p'_S vedno 0,5.

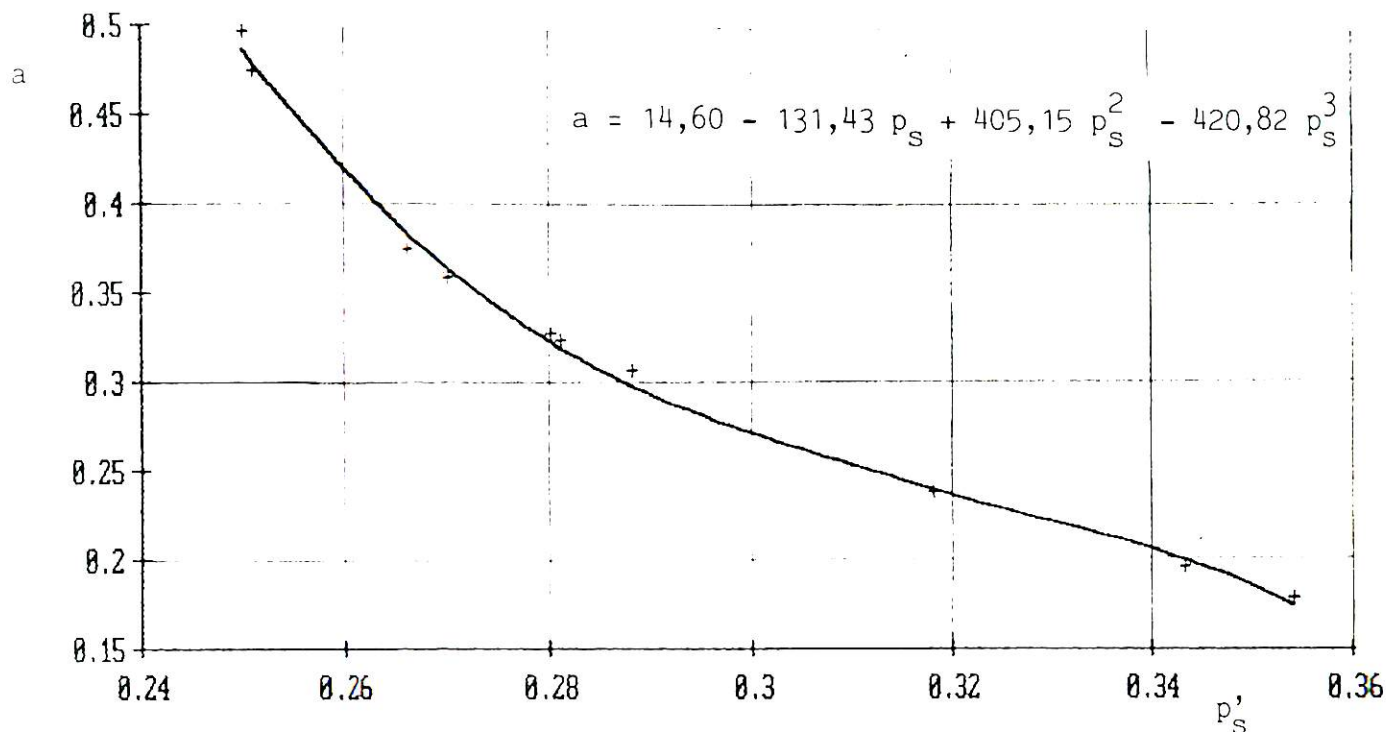
Da bi v pravilno polje, ki je preoblikovano v teoretičen model v obliki pravokotnika, lahko vrisali položaj ceste, moramo izračunano vrednost p'_S transformirati v bolj praktično obliko in sicer v razmerje med širino pasu na eni strani ceste ter širino celotnega pasu e , kar predstavlja kvocient a .

$$a = \frac{e_2}{e} \qquad \text{obrazec 3}$$

Pri transformaciji vrednosti p'_S v vrednost a si pomagamo s krivuljo, prikazano na grafikonu 2, oziroma njeno matematično obliko:

$$y = 14,59 - 131,43 p'_S + 406,15 p'^2_S - 420,82 p'^3_S$$

V preglednici 8 (7.kolona) so prikazane vrednosti a za obravnavane ceste. Vrednosti a se gibljejo v mejah od 0,178 do 0,496, povprečna vrednost za vse ceste znaša 0,352 kar pomeni, da je na površinah za traktorsko spravilo pas pod cesto v povprečju širok 0,35 celotne širine pasu e ali poenostavljeno povedano, cesta od spodaj pobira približno 1/3, od zgornje strani pa 2/3 površine pravilnega polja. Ta ugotovitev velja za razmere v predelu Radovna,

Graf.2: Transformacija vrednosti p'_S v vrednost a 

kjer je na območju traktorskega spravila 33% položnih terenov, 48% strmih terenov (30-50% naklona) in 19% strmejših terenov. Čim položnejši so tereni, večja je vrednost a in se približuje vrednosti 0,5, kar naj bi veljalo kot pravilo na ravnem terenu.

Do zdaj smo vse elemente (e , \bar{t}' , p'_S , a) obravnavali iz teoretične predpostavke, da ima spravno polje poenostavljeno obliko pravokotnika. Razmere na terenu so seveda bistveno razlikujejo od teoretičnih modelov, zato je za praktično uporabo treba ugotoviti druge vrednosti koeficientov lege cest. Uporabne vrednosti dobimo tako, da v splošni obrazec 1 namesto vrednosti za teoretično spravno razdaljo vstavimo podatke o spravnih razdaljah, ki smo jih izmerili za določeno spravno polje na topografski karti in sicer kot najkrajšo možno tlorisno spravno razdaljo (\bar{t}). Po načinu, opisanem v metodiki, smo za vsako cesto ugotovili vrednost \bar{t} in sicer ločeno po načinu in smeri spravila. Podatki o vrednostih \bar{t} in p'_S so navedeni v 8. in 9. koloni preglednice 8.

Če nam je za neko cesto znana vrednost koeficienta lege ceste p'_S , lahko enostavno izračunamo povprečno najkrajšo tlorisno spravno razdaljo po obrazcu:

$$\bar{t} = p_s \cdot e$$

obrazec 4

Izračunana vrednost \bar{t} velja kot povprečje za celotno pravilno polje, nič pa ne vemo kakšne so vrednosti \bar{t} v pasu nad oziroma pod cesto. Uporaba obrazca 4 je koristna le tedaj, kadar so terenske razmere za spravilo lesa na celotnem pravilnem polju približno enake. V tem primeru iz podatkov o vrednosti e , p'_s in p_s lahko izračunamo naslednje koristne informacije:

- povprečno najkrajšo pravilno razdaljo \bar{t}
- delež površine na eni in drugi strani ceste:
 - teoretično širino pasu pod cesto: $e_2 = a \cdot e$
 - teoretično širino pasu nad cesto: $e_1 = e - e_2$
- povprečno najkrajšo pravilno razdaljo v pasu nad cesto (\bar{t}_1) in pod cesto (\bar{t}_2):

$$\bar{t}_1 = \frac{\bar{t} (1-a)}{2p'_s} \quad \text{obrazec 5}$$

$$\bar{t}_2 = \frac{\bar{t} \cdot a}{2p'_s} \quad \text{obrazec 6}$$

Podatek o vrednosti \bar{t} je zelo koristen kazalec pri izbiri najustreznejše variante, kadar je možnih več tras. Trasa, pri kateri je ugotovljena najkrajša pravilna razdalja \bar{t} , je najbolj ugodna. Iz podatkov o \bar{t} , \bar{t}_1 , \bar{t}_2 lahko izračunamo dejanske dolžine pravilnih poti, če so nam poznani posamezni koeficienti pravilnih razdalj, kar bomo obravnavali v naslednjem podpoglavju. V primeru, kadar terenske razmere za spravilo lesa niso enake na celotnem pravilnem polju, ampak se bistveno razlikujejo na eni in drugi strani ceste (nad in pod cesto), tedaj izračunane vrednosti za \bar{t}_1 in \bar{t}_2 po obrazcu 5 in 6 niso več realne. Potrebno je za vsak pas (nad in pod cesto) posebej ugotoviti vrednosti p_s . Za obravnavane ceste so odgovarjajoče vrednosti p_s prikazane v 9.koloni preglednice 8.

Če poznamo vrednosti koeficientov lege ceste za pas nad cesto (p_{s1}) in za pas pod cesto (p_{s2}), tedaj lahko točno izračunamo povprečne pravilne razdalje \bar{t}_1 in \bar{t}_2 v posameznem pasu in sicer:

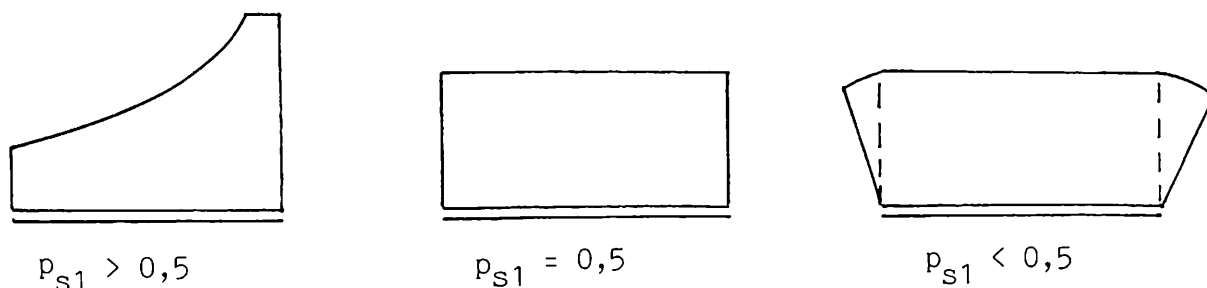
$$\bar{t}_1 = p_{s1} \cdot e \quad \text{obrazec 7}$$

$$\bar{t}_2 = p_{s2} \cdot e \quad \text{obrazec 8}$$

Pri žičniškem spraviu nam izračunana vrednost \bar{t}_1 predstavlja povprečno spraviu razdaljo v tlorisu pri spraviu navzdol (v našem primeru pri uporabi žičnih žerjavov), \bar{t}_2 pa pri spraviu navzgor (v našem primeru VBV).

Iz poznanih vrednosti p_{s1} in p_{s2} lahko dobimo naslednje koristne informacije:

- ker obravnavamo samo pas nad ali pod cesto, bi na osnovi teoretičnih izhodišč morala biti vrednost p_{s1} in p_{s2} enaka 0,5. Odstopanja od navedene vrednosti pomeni tudi odstopanje od oblike teoretičnega modela (pravokotnika)
- kadar je izračunana vrednost p_{s1} ali $p_{s2} > 0,5$ pomeni, da ima pas na eni strani ceste asimetrično obliko (primer a na skici 15)
- kadar je izračunana vrednost p_{s1} ali $p_{s2} = 0,5$ pomeni, da ima pas obliko pravokotnika (primer b na skici 15)
- kadar je izračunana vrednost p_{s1} ali $p_{s2} < 0,5$ pomeni, da ima pas na eni ali na obeh straneh ceste obliko, ki je podobna obrnjenemu trapezu (primer c na skici 15).



Skica 15: Oblika polja odpiranja pri različnih vrednostih p_{s1}

V preglednici 8 (9.kolona) so za vsak pas nad in pod cesto izračunane odgovarjajoče vrednosti p_s , ločeno za posamezen način spraviu.

Pri traktorskem spraviu je skoraj v vseh primerih p_{s1} in $p_{s2} > 0,5$.

V povprečju za vse ceste znaša $p_{s1} = 0,708$, $p_{s2} = 1,036$, kar pomeni, da so oblike pasu nad in pod cesto zelo deformirane, močno asimetrične,

zlasti pod cesto. Navedeno ugotovitev potrjujejo tudi oblike pravilnih polj na skicah od 4 do 14.

Pri žičniškem spravidlu so izračunane vrednosti p_s bolj enakomerno razporejene okoli vrednosti 0,5;

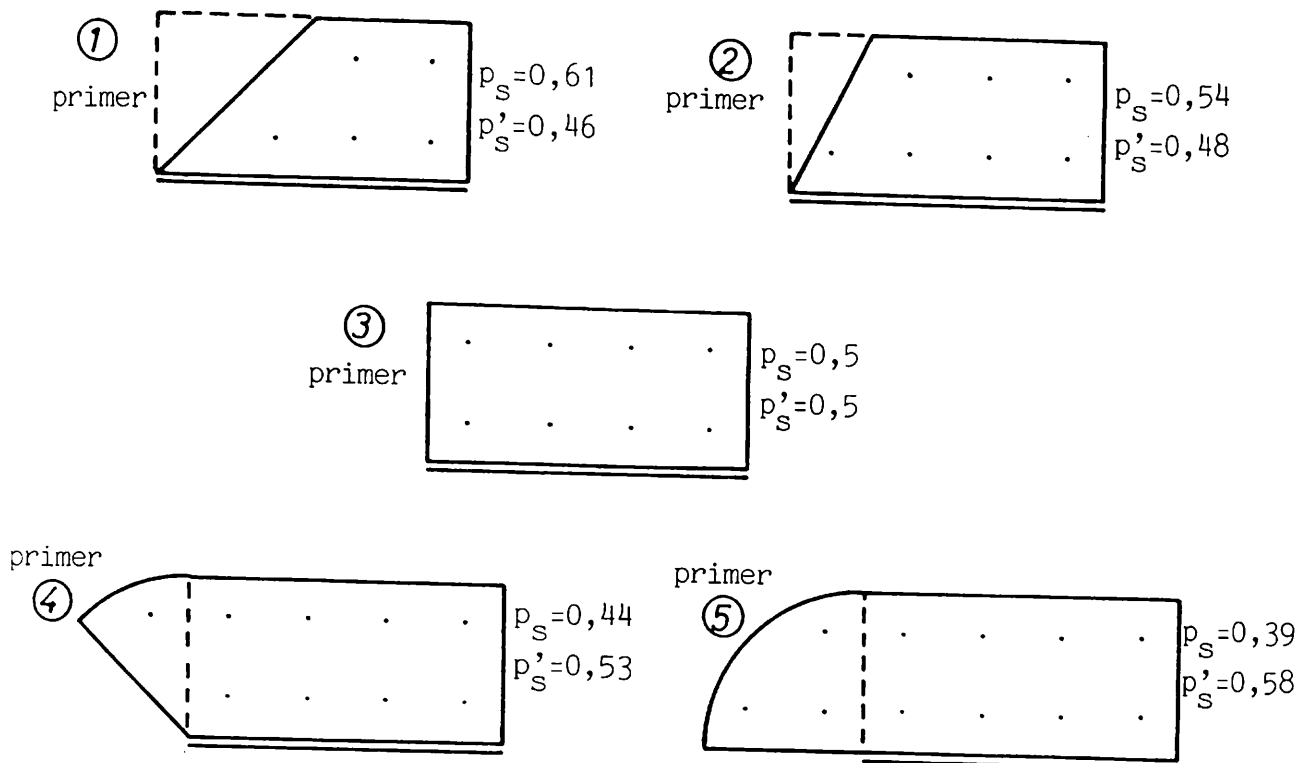
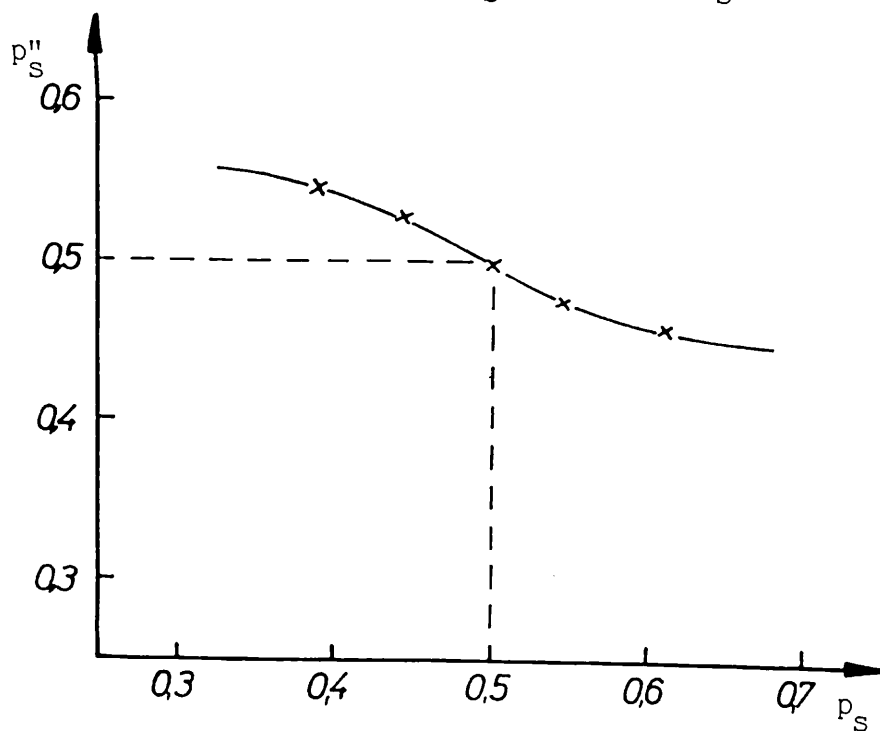
- pri spravidlu z VBV (spravilo navzgor) je pri 6 cestah $p_s < 0,5$, pri 5 cestah je $p_s > 0,5$, povprečna vrednost $p_s = 0,584$
- pri spravidlu z ŽŽ (spravilo navzdol) je v dveh primerih $p_s < 0,5$ in v dveh primerih $p_s > 0,5$, povprečno $p_s = 0,507$.

Za žičniško spravilo je značilno, da imajo praviloma pravilna polja bolj pravilne geometrijske oblike kot pri spravidlu s traktorjem, kar dokazujejo tudi izračunane vrednosti p_s . Omenili smo že, da vrednost p_s pri spravidlu samo z ene strani ceste nakazuje obliko pravih polj. Pri podmeni, da je pravilno polje po vsej dolžini približno enako široko (npr. polje med dvema etažnima cestama), potem iz izračunane vrednosti p_s z določeno transformacijo lahko ugotovimo tudi dejansko širino polja v tlorisu. Transformacijo izvedemo s pomočjo krivulje, ki je prikazana na grafikonu 3. Potek omenjene krivulje izhaja iz izračunov, ki so napravljeni na osnovi poenostavljenih geometrijskih likov, prikazani na skici 16 (primeri 1-5).

Transformirane vrednosti p'_s so navedene v 10.koloni preglednice 8, v 11.koloni pa so za vsako cesto, kjer se uporablja žičniško spravilo, izračunane povprečne dejanske širine pasu v tlorisu. Širine pasu pri spravidlu z VBV se gibljejo v mejah od 111m do 419 m, v povprečju za vse ceste 299 m. Pri spravidlu z ŽŽ se povprečne širine pasu gibljejo od 122 do 227 m, povprečje za vse ceste znaša 193 m. Spravilo navzdol z uporabo žičnega žerjava je predvideno na strmih terenih, kjer nad pravih poljem ni ceste.

Iz dosedanjega proučevanja smo ugotovili, da lahko zelo dobro predstavimo položaj ceste v polju odpiranja, če poznamo vrednost p'_s , za izračun pravih razdalj pa moramo poznati vrednosti še drugih koeficientov lege ceste. Na osnovi podatkov o koeficientih lege ceste lahko posredno dobimo vse informacije, ki so pomembne pri izboru najboljše variante kakor tudi pri pripravi dela za izvedbo spravila lesa.

Skica 16: Poenostavljene oblike spravičnih polj

Graf 3: Transformacija vrednosti p_S v vrednost p'_S 

3.3.1 Koeficienti spravičnih razdalj

V predhodnem podpoglavju smo ugotavljali, kako s pomočjo koeficienta lege ceste p_s pri znani širini pasu odpiranja e izračunamo povprečno spravično razdaljo \bar{t} . Vrednost \bar{t} predstavlja najkrajšo teoretično spravično razdaljo v tlorisu od težišča polja odpiranja do kamionske ceste. V praksi, pri računanju elementov spravila lesa z določenega sečišča nas seveda zanima dejanska dolžina spravične poti od težišča delovišča do ceste. Dejanska spravična razdalja je vedno daljša od teoretično najkrajše spravične razdalje v tlorisu. Koeficient, ki pove, za koliko je dejanska spravična razdalja daljša od teoretično najkrajše, imenujemo koeficient spravične razdalje (k_s), ki ga pa razčlenimo na več sestavnih elementov, ker razlikujemo tudi več spravičnih razdalj iz iste točke do ceste.

Pri ugotavljanju spravične razdalje iz ene točke do ceste lahko nastopijo naslednje možnosti:

- t - najkrajša teoretična spravična razdalja v tlorisu
- t_1 - poševna teoretična spravična razdalja v tlorisu
- t_2 - dejanska spravična razdalja v tlorisu
- t_3 - dejanska spravična razdalja z upoštevanjem nagnjenosti terena
- t_4 - dejanska spravična razdalja z upoštevanjem nagnjenosti terena in razgibanosti nivelete vlake
- t_5 - dejanska spravična razdalja po terenu (vlaki) z upoštevanjem vlačjenja lesa po cesti.

Zgornjim spravičnim razdaljam bomo prilagodili ustrezne spravične koeficiente:

$$k_1 - \text{koeficient poševnosti poti} \quad k_1 = \frac{t_1}{t}$$

$$k_2 - \text{koeficient neravnosti poti v tlorisu} \quad k_2 = \frac{t_2}{t_1}$$

$$k_3 - \text{koeficient nagnjenosti poti} \quad k_3 = \frac{t_3}{t_2}$$

$$k_4 - \text{koeficient vertikalne razgibanosti poti} \quad k_4 = \frac{k_4}{k_3}$$

$$k_s - \text{koeficient spravične razdalje} \quad k_s = \frac{t_4}{t}$$

Pri računanju optimalne odprtosti gozdne površine nas zanima le razdalja od težišča polja odpiranja do ceste, torej možni primeri od t do t_4 , zato bomo temu ustrezno obravnavali le koeficiente k_1 do k_4 ter k_s .

3.3.1.1 Vrednosti koeficientov spravilnih razdalj

Na velikost posameznih koeficientov vpliva veliko dejavnikov, od katerih smo za namen naše naloge proučili le najodločilnejše.

Koeficient k_1

Koeficient k_1 pove, za koliko je poševna teoretična pravilna razdalja v tlorisu daljša od najkrajše teoretične pravilne razdalje. Na velikost koeficienta vpliva:

- način spravila
- nagnjenost terena
- smer spravila
- dolžina pravilne poti
- erodibilnost talne podlage
- mikrooblikovitost terena
- smotrnost lege vlake

S podrobnejšimi meritvami pravilnih razdalj na sečno pravilnih načrtih za predel Radovna smo ugotovili glede na posamezne dejavnike povprečne vrednosti koeficienta k_1 , ki so prikazane v preglednici 9.

Preglednica 9: Vrednosti koeficienta k_1

Način spravila	Nagnjenost terena	Smer spravila	Spravilne razdalje (\bar{t}), [m]				
			0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
Trak.	0-30 %	↑	1,91				
	30-50 %	↓	1,65	1,15			
		↑	1,83	1,80	1,55	1,62	1,49
VBV	> 50 %	↑	1,18	1,05	1,03		

Iz podatkov v preglednici lahko ugotovimo:

- vrednost koeficienta k_1 je dosti večja pri spravi s traktorjem kot pri spravi z žičnico;
- pri smotrno položeni mreži vlak bi praviloma morala vrednost k_1 naraščati z večanjem naklona terena. Podatki v preglednici tega ne kažejo, ker so drugi dejavniki (mikrooblikovitost terena, potek vlak idr.) vplivnejši;
- smer sprave ima močan vpliv na vrednost k_1 . Spravo navzgor zahteva večji k_1 ;
- vrednost k_1 se hitro zmanjšuje z večanjem spravnih razdalj.

V preglednici 9 (kakor tudi v preglednicah 10 in 11) manjkajo podatki o koeficientih k_1 pri traktorskem spravi navzdol na nagnjenosti terena 0-30%. Vzrok je v tem, ker v rečnospravnih načrtih nismo našli dovolj reprezentativnih površin z nagnjenostjo terena 0-30% in vrisanimi vlakami.

Koeficient k_2

Koeficient pove, za koliko je dejanska spravna razdalja v tlorisu daljša od poševne teoretične spravne razdalje, ki predstavlja ravno črto od določene točke v gozdu do ceste. Na velikost koeficienta k_2 vpliva:

- pri traktorskem spravi predvsem mikrooblikovitost terena, zato je koeficient k_2 obenem najboljši številčni kazalnik mikroreliefa;
- pri spravi z žičnico pa spravna razdalja. S podaljševanjem spravne razdalje vrednost k_2 pada.

Pri ugotavljanju dejanskih razdalj iz topografskih kart moramo upoštevati še napako karte, ker je razdalja odmerjena na karti praviloma krajša od dejanske razdalje. V našem primeru smo dolžine merili na karti M 1 : 10.000. S kolikšno napako so vlake vrisane na topografski karti, tega nismo ugotavljali. Izhajali smo iz podatka, da znaša povprečna vrednost koeficienta dolžine pri etažnih cestah 1,066. Ker so vlake bolj prilagojene terenu in ker predvidevamo, da so manj natančno vrisane v karte, zato smo pri naših izračunih upoštevali vrednost koeficienta dolžine vlak 1,1. Pri žičnih linijah tega koeficienta nismo upoštevali.

Vrednosti koeficienta k_2 z upoštevanjem netočnosti topografske karte so navedene v naslednji preglednici:

Preglednica 10: Vrednosti koeficienta k_2

Način spravila	Nagnjenost terena	Smer spravila	Spravilne razdalje (\bar{t}), [m]				
			0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
Trak.	0-30 %	↑	1,25				
	30-50 %	↓	1,31	1,31			
		↑	1,19	1,25	1,27	1,27	1,20
VBV	> 50 %	↑	1,071	1,032	1,019		

Koeficient k_3

Imenujemo ga koeficient nagnjenosti poti. Na nagnjenem terenu je dejanska pravilna razdalja, merjena po terenu (po pobočju) vedno daljša od tlorisne dolžine. Velikost podaljšanja nam pove koeficient k_3 .

Vrednost k_3 je odvisna od naklona terena in od odmika pravilne poti od smeri padnice. V našem primeru smo izračunali vrednosti koeficienta k_3 za posamezne načine in smeri spravila pri povprečnih pravilnih razdaljah \bar{t} , ki smo jih ugotovili na vzorčnih površinah. Vrednosti so navedene v preglednici 11.

Preglednica 11: Vrednosti koeficienta k_3

Način spravila	Naklon terena	Smer spravila	\bar{t} (m)	k_3
Trak.	22 %	↑	48	1,007
	39 %	↓	101	1,041
	33 %	↑	203	1,020
VBV	61 %	↑	133	1,153

V primerjavi z vrednostmi drugih koeficientov *spravljenih* razdalj ima koeficient k_3 razmeroma majhno vrednost, zlasti na površinah s traktor-skim *spravljenim*.

Koeficient k_4

Koeficient vertikalne razgibanosti poti ima večji *pomen* na močno razgibanem mikroreliefu (vrtačasti svet), kjer ne bi mogli *ugotavljati* koeficienta k_3 , ampak bi ga nadomestil koeficient k_4 . V našem primeru ga posebej nismo računali in ga pri izračunu celotne vrednosti koeficienta *spravljenih* razdalje nismo upoštevali.

Koeficient k_s

Koeficient *spravljenih* razdalje zajema vrednosti *vseh* koeficientov in je produkt posameznih koeficientov od k_1 do k_3 .

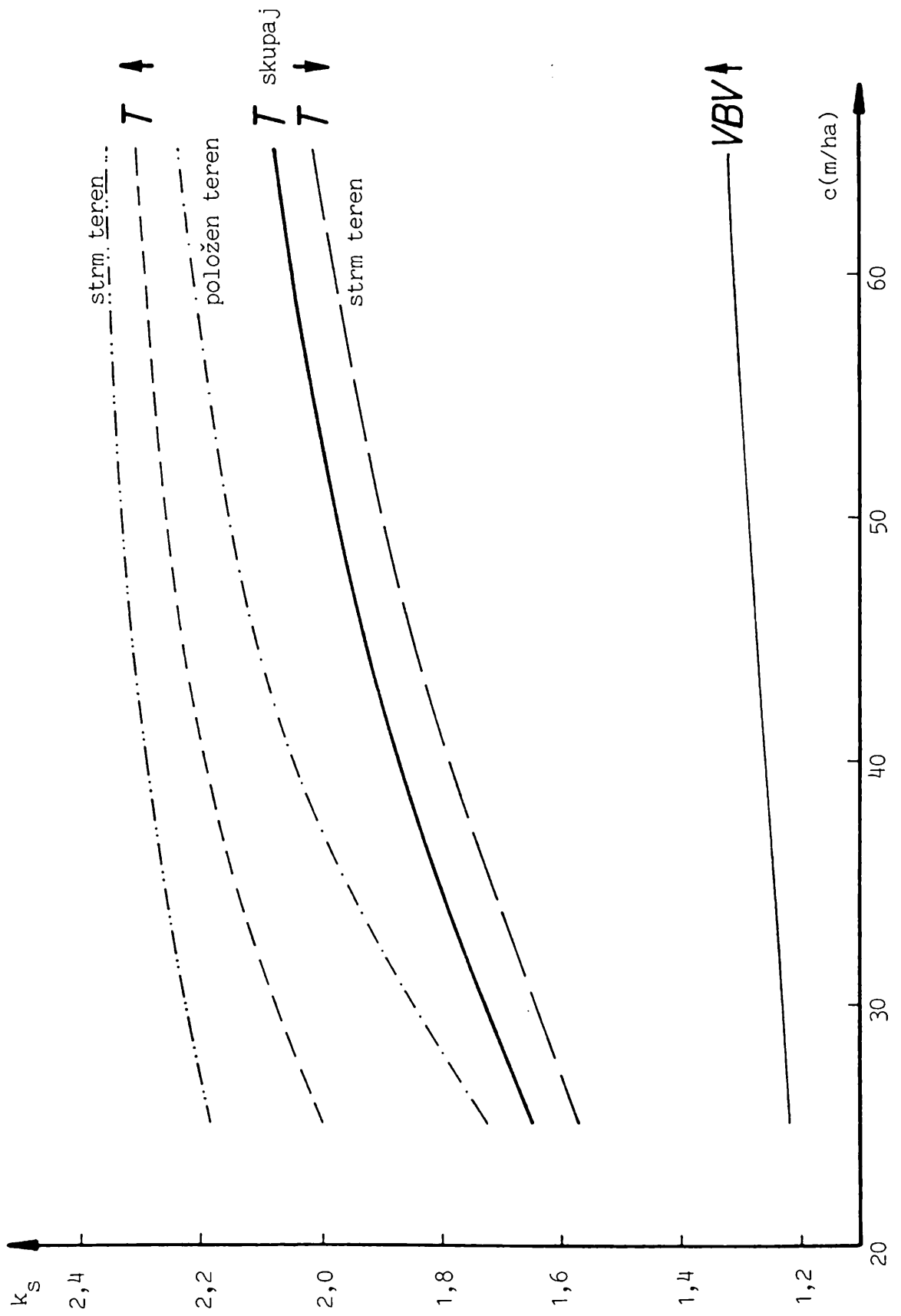
$$k_s = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad \text{obrazec 9}$$

Koeficient k_s omogoča, da pri poznani povprečni *teoretični* najkrajši *spravljeni* razdalji, ki jo zelo enostavno ugotovimo na *topografski* karti, izračunamo povprečno dejansko dolžino *spravljenih* poti (\bar{t}_d), ki naj bi jo opravil gozdni lesni sortimenti od panja do ceste.

$$\bar{t}_d = \bar{t} \cdot k_s \quad \text{obrazec 10}$$

Vrednosti koeficientov k_s in izračunane *spravljenih* razdalje, ki v povprečju veljajo za obravnavane parametre v predelu Radovna, so prikazane v preglednici 12.

Vrednost koeficienta k_s je poleg številnih dejavnikov terena predvsem odvisen od povprečne *spravljenih* razdalje (\bar{t}). Na velikost \bar{t} pa ima največji vpliv gostota cest. Zato nas je zanimalo, kakšna je zveza med gostoto cest in vrednostmi k_s pri posameznih načinih *spravljenih*, smerah *spravljenih* ter nagnjenostih terena. Na grafikonu 4 so prikazane *navedene* zveze za parametre, za katere smo lahko pridobili podatke na vzorčnih površinah.

Graf.4: Odvisnost koeficienta spravnih razdalj k_s od gostote cest

Preglednica 12: Vrednosti koeficienta k_s

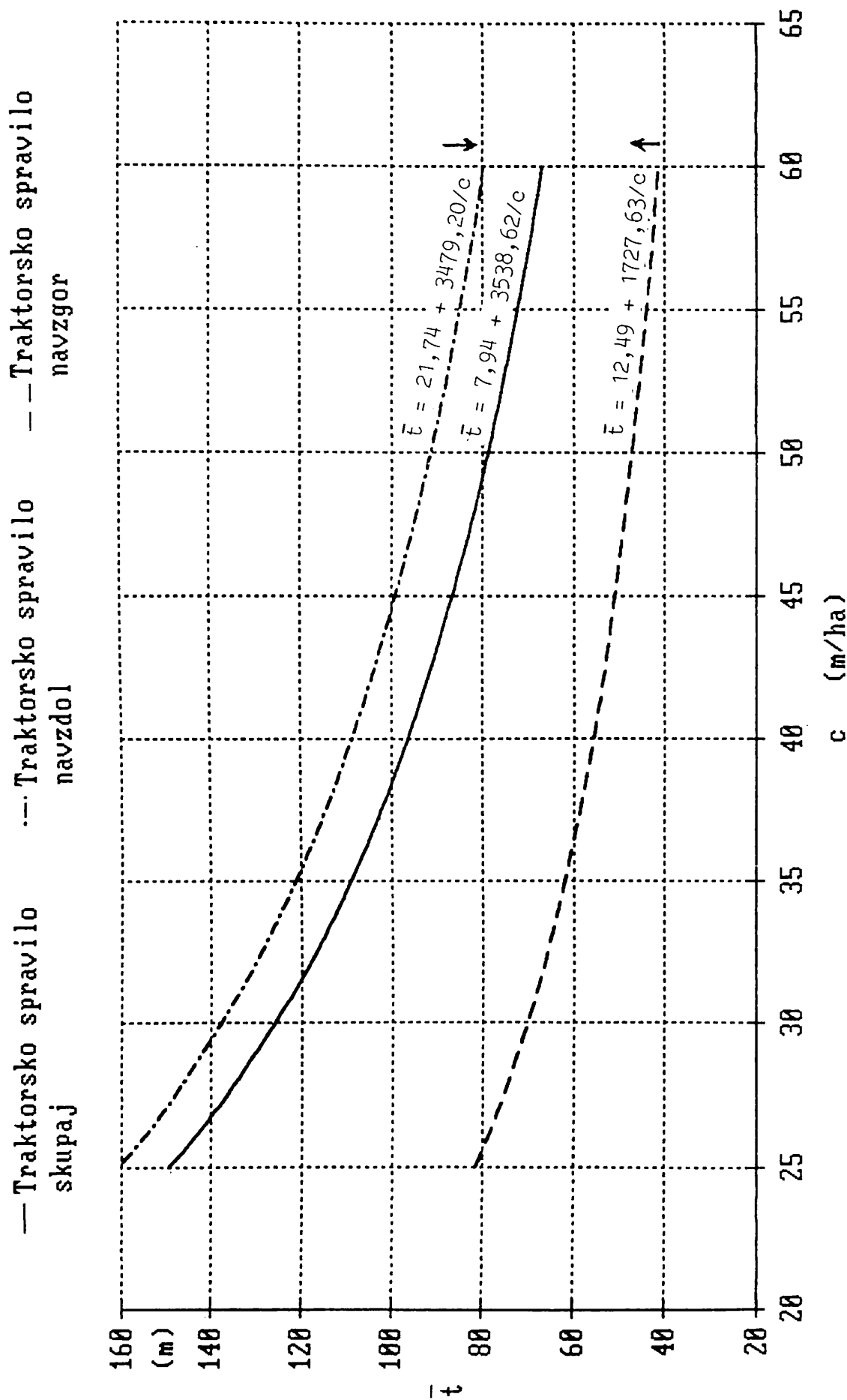
Način spravila	Nagnjen. terena	Smer sprav.	\bar{t} (m)	k_1	k_2	k_3	k_s	\bar{t}_d (m)
Trak.	0-30 %	↑	92	1,48	1,20	1,005	1,78	164
	30-50%	↓	103	1,33	1,31	1,055	1,84	190
		↑	69	1,81	1,24	1,030	2,31	159
VBV	> 50 %	↑	134	1,05	1,03	1,152	1,25	168

Iz poteka krivulj na grafikonu 4 lahko zaključimo:

- Vrednosti koeficientov k_s so na terenih, predvideni za traktorsko spravilo, precej večji kot na žičniških terenih. Pri gostoti cest $c=40$ m/ha je k_s pri traktorskem spravilu (povprečno za obe smeri spravila) za cca 50% večji kot pri spravilu z VBV navzgor.
- Pri traktorskem spravilu navzgor je k_s v povprečju vedno večji kot pri spravilu navzdol (pri $c=40$ m/ha razlika znaša 22%).
- Z večanjem strmine terena se vrednost k_s povečuje pri vseh parametrih. Podrobneje smo proučili razmere za traktorsko spravilo navzgor. Pri $c=40$ m/ha je vrednost k_s na terenu z nagnjenostjo 30-50% za 11% večja kot na položnem terenu (0-30%).
- Z večanjem gostote cest se vrednost k_s dosti hitreje povečuje pri traktorskem spravilu kot pa pri žičniškem, pri katerem ima gostota cest le majhen vpliv na spremembo k_s .

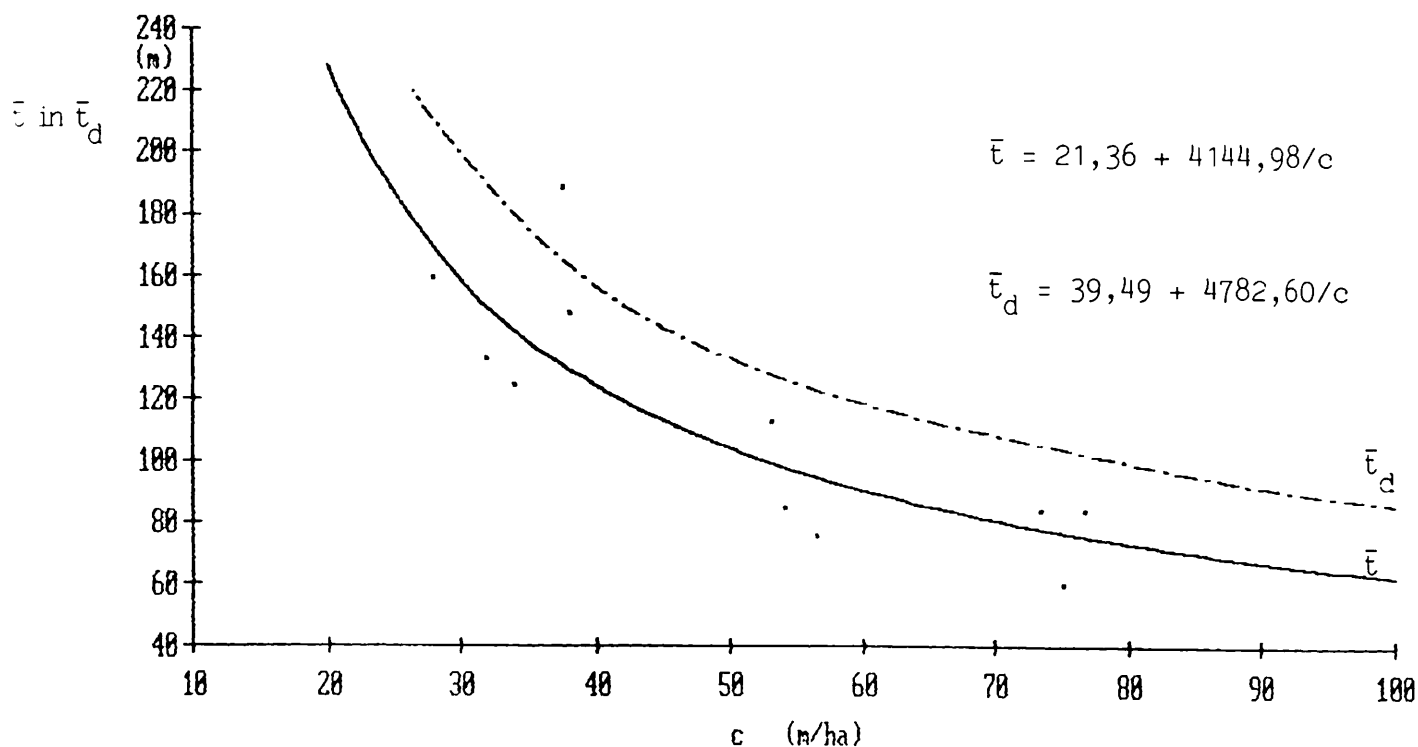
Navedene ugotovitve v načelu veljajo tudi za druge gozdne predele, medtem ko razmerja med vrednostmi posameznih koeficientov k_s veljajo le za terenske razmere, ki prevladujejo na obravnavanem predelu Radovna. Da bi dobili globlja spoznanja o medsebojnih vplivih konfiguracije terena, nagnjenosti in erodibilnosti terena, način in smer spravila ter drugih dejavnikov na velikost koeficienta k_s , bo potrebno še nadaljnje proučevanje te zelo zanimive problematike.

Graf.5: Odvisnost teoret.najkrajše pravilne razdalje \bar{t} od gostote cest (traktorsko spravilo)



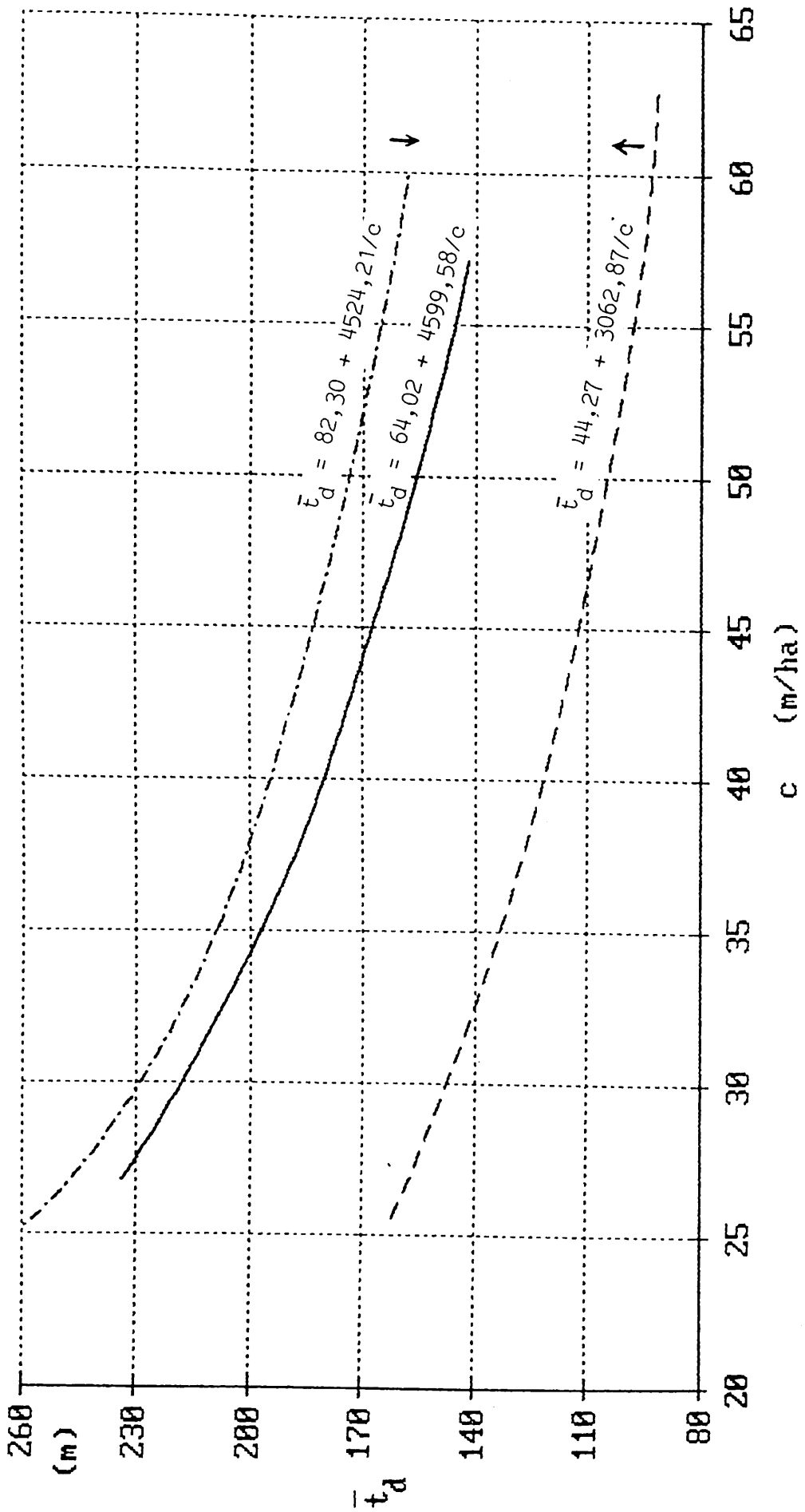
Pri praktičnem delu v operativi pa niso toliko koristni podatki o vrednosti koeficientov k_s kot pa informacije o zvezah med dejansko spravilno razdaljo in gostoto cest. Navedeno zvezo smo ugotavljali za terenske razmere v predele Radovna. Najprej smo iskali zvezo med teoretično najkrajšo spravilno razdaljo ($\bar{\tau}$) in gostoto cest (podatke smo dobili v preglednici 8), kar je prikazano z regresijskimi krivuljami na grafikonu 5 za spravilo s traktorjem, na grafikonu 6 pa za spravilo z VBV. Če vrednosti $\bar{\tau}$ pri določeni gostoti cest pomnožimo z ustreznimi koeficienti k_s , dobimo dejanske spravilne razdalje ($\bar{\tau}_d$). Zvezo med dejanskimi spravilnimi razdaljami pri različnih načinih in smereh spravila in gostoto cest prikazujejo krivulje na grafikonih 6 in 7.

Graf.6: Odvisnost teoret.najkrajše in dejanske spravilne razdalje od gostote cest (spravilo z VBV)



Z navedenimi regresijskimi krivuljami si lahko pomagamo pri organiziranju spravila lesa na terenih, ki so podobni razmeram v predelu Radovna in pri določanju normativov za spravilo lesa s traktorji oziroma VBV.

Graf.7: Odvisnost dejanske spravilne razdalje \bar{t}_d od gostote cest (traktorsko spravilo)



Če smo v predelu Radovna na površinah, predvidenih za traktorsko spravilo, ugotovili povprečno gostoto cest 45,7 m/ha, potem lahko pričakujemo, da bo znašala povprečna dejanska pravilna razdalja pri spravilu navzdol 182 m in pri spravilu navzgor 112 m, ne glede na smer spravila pa 166 m. Podatki kažejo, da so ugotovljene povprečne pravilne razdalje razmeroma kratke. Podobno bi ugotovili, da znaša pri povprečni gostoti cest 43,4 m/ha na površinah, predvidenih za spravilo z VBV, povprečna pravilna razdalja 147 m.

Treba je poudariti, da iz vsebine grafikonov 6 in 7 lahko izluščimo zelo pomembno spoznanje. Potek krivulj potrjuje temeljno ugotovitev, da relativni učinek cestnega omrežja z njegovim zgoščevanjem hitro pada. To pomeni, da se z večanjem gostote cest proporcionalno ne skrajšuje tudi povprečna pravilna razdalja, kar je osnovni namen zgoščevanja cestnega omrežja, ampak je skrajševanje dosti manjše kot izhaja iz teoretičnih izračunov. Kolikšno je zaostajanje skrajševanja pravilne razdalje za teoretičnim izračunom nam pokaže naslednji primer: če gostoto cest povečamo od 25 m/ha na 50 m/ha, torej za dvakrat, se pravilna razdalja ne skrajša za polovico oz. 50%, ampak samo za 37,0% pri traktorskem spravilu oziroma 41,1% pri spravilu z VBV. Navedene ugotovitve moramo nujno upoštevati, ko se odločamo, ali bomo v nekem predelu zgradili novo cesto ali ne.

3.3.2 Spravilni koeficienti

Pri naših obravnavah pod pojmom spravilni koeficient (F_s) razumemo razmerje med dejansko pravilno razdaljo (\bar{t}_d) in teoretično širino pasu gozda, ki ga neka cesta odpira (e).

$$F_s = \frac{\bar{t}_d}{e} \quad \text{obrazec 11}$$

Povprečno vrednost dejanske pravilne razdalje (\bar{t}_d) v nekem gozdnem predelu ugotovimo s pomočjo topografskih kart in znanimi vrednostmi koeficientov k_s (primer pri naših proučevanjih) ali s pomočjo direktnega merjenja na terenu, kar je sicer bolj natančno, vendar zelo zamudno.

Vrednost širine pasu (e) zelo preprosto izračunamo, če nam je poznana gostota cest (c):

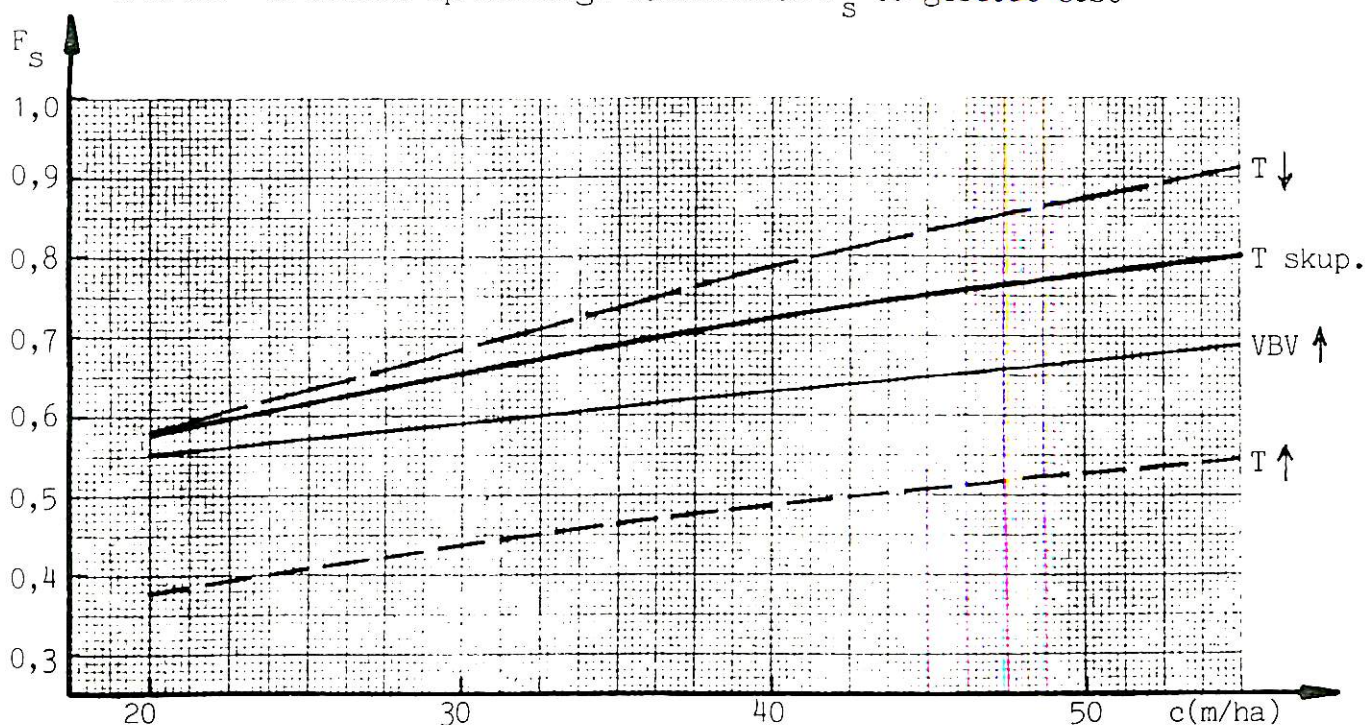
$$e = \frac{10\,000}{c}$$

Poznavanje vrednosti pravičnega koeficienta je koristno iz več razlogov:

- Za določeno gozdno površino, kjer nam je poznana gostota cest, s pomočjo pravičnega koeficienta, ki velja za neki širši gozdni predel, lahko zelo hitro izračunamo povprešno pravično razdaljo, ki je najboljši kazalec odprtosti gozda, obenem pa ta podatek koristno uporabimo pri pripravi dela na sečišču in pri spravilu lesa.
- Pravični koeficient je eden izmed pomembnih kriterijev za izbor najustreznejše trase, kadar je položenih več variant. Tista trasa, pri kateri smo ugotovili manjšo vrednost pravičnega koeficienta, ima ugodnejšo lego z vidika spravila lesa (pravične razdalje).

Iz podatkov o dejanskih pravičnih razdaljah (graf.6 in 7) ter o gostoti cest (preglednica 7) smo za razmere v predelu Radovna izračunali pravične koeficiente za površine, ki so predvidene za traktorsko spravilo in za površine, predvidene za spravilo z VBV. Zvezo med vrednostmi pravičnih koeficientov in gostoto cest prikazujejo krivulje na grafikonu 8.

Graf.8: Odvisnost pravičnega koeficienta F_s od gostote cest



Iz poteka krivulj lahko zaključimo:

- Vrednost pravičnega koeficienta v vseh primerih narašča s povečevanjem gostote cest.
- Spravični koeficient je pri razmerah, ki veljajo za predel Radovna, za traktorsko spraviło v povprečju (pri $c:40$ m/ha) za 15% večji kot pri spraviću z VBV.
- Obstojaio velike razlike med spravičnimi koeficienti pri traktorskem spraviću glede na smer spravića. Zaradi ozkega pasu na spodnji strani ceste, ki je predviden za traktorsko spraviło navzgor, je spravični koeficient v primerjavi z drugimi najnižji, znaša od 0,40 do 0,56 in je za 33% nižji kot pri traktorskem spraviću ne glede na smer spravića.
- Najvišja vrednost pravičnega koeficienta nastopa pri traktorskem spraviću navzdol, ki znaša od 0,58 do 0,95 ter je za 8% višja kot pri traktorskem spraviću ne glede na smer spravića.

V literaturi zasledimo različno pojmovanje pravičnega koeficienta.

KLEMENČIČ (1970) definira pravični koeficient kot razmerje med oddaljenostjo težišča površine od produktivne ceste in teoretično širino pasu ($P_s = \frac{t}{e}$), kar bi v naši razpravi ustrezalo koeficientu lege ceste. Prof. Klemenčič je izračunal velikosti pravičnih koeficientov pri različnih geometrijskih likih, vendar ni proučeval pravičnih koeficientov na konkretnih terenih pri različnih načinih in smereh spravića. REBULA (1985) je pri svojih proučevanjih šel obratno pot. Ugotavljal je povprečne vrednosti pravičnih koeficientov pri traktorskem spraviću v različnih terenskih razmerah in sicer iz podatkov o dejanskih pravičnih razdaljah, ki so bili na osnovi podatkov za posamezne odseke ugotovljeni za vsak revir ob izdelavi območnega načrta (1981-90) za GG Postojna. Avtor pravični koeficient definira nekoliko drugače in sicer kot razmerje med dejansko in teoretično najkrajšo pravično razdaljo ($P_s = \frac{t}{t_t}$, kjer je $t_t = \frac{e}{4}$). Nadalje avtor obravnava pravični koeficient pri gostotah cest v razponu 5-30 m/ha, ker so bile le take gostote zastopane v konkretnih primerih. Spravični koeficienti, ugotovljeni na območju GG Postojna, kažejo dosti večje vrednosti kot smo jih pri podobnih parametrih ugotovili v predelu Radovna. Šele podrobna razčlenitev posameznih podatkov bi lahko pokazala, kje so vzroki za tolikšne razlike.

ABEGG (1988) neposredno ne obravnava pravičnih koeficientov, ampak prikazuje v grafični obliki zvezo med dejanskimi pravičnimi razdaljami in gostoto cest pri traktorskem in žičniškem spraviću. Prikazana regresijska krivulja

za spravilo z žičnico navzgor se v osnovi dosti dobro ujema z našo krivuljo, medtem ko so podatki za traktorsko spravilo zaradi različnih parametrov težko primerljivi.

Na stopnjo odprtosti gozdnega prostora vpliva zelo veliko dejavnikov od katerih je gostota cest eden od odločilnih. Ne poznamo pa dovolj vplivov drugih parametrov, ki so povezani z makro in mikrooblikovitostjo ter nagnjenostjo terena, vrsto in erodibilnostjo talne podlage itd. Da bi se v bodoče lahko z večjo zanesljivostjo odločali za najugodnejšo lego ceste, kjer bodo upoštevani tako ekološki vidiki kot tudi pravilne razdalje, bo potrebno tovrstna proučevanja še nadaljevati.

4 UGOTAVLJANJE PRODUKTIVNE DOLŽINE CEST

4.1 NAMEN UGOTAVLJANJA PRODUKTIVNIH DOLŽIN

Poleg podatkov o gozdnih fondih je za vrednotenje gozda, zlasti pa za vrednotenje gozdnega prostora pomemben tudi podatek o odprtosti gozda. Kot kazalec odprtosti gozda uporabljamo povprečno pravilno razdaljo za manjše gozdne površine, za večje površine (predel, transportnogravitacijska enota, gošpodarska enota, gozdnogospodarsko območje) je najustreznejši kazalec gostota cest.

Gostota cest je definirana s količnikom dolžine cest na določeni površini gozda ($\rho = \frac{D}{P}$) in jo izražamo z enoto m/ha. Pogosto v literaturi zasledimo tudi druge enote, zlasti km/1000 ha. Gre za različno interpretiranje vsebine enote, ko je enkrat poudarjena enota površine gozda, drugič dolžina prometnice. Ker gozdne ceste gradimo zaradi gozda, je razumljivo, da je poudarjena površina gozda, ki jo izrazimo v ploskovnih enotah t.j. v hektarjih. Pri predstavljanju gostote cest v gozdu je zato opravičeno, da je temeljna enota 1 ha, njej pa se prilagodi dolžinska mera, kateri pa je 1 m tudi merska enota.

Ko računamo gostoto cest kot kazalec odprtosti določene gozdne površine, upoštevamo le produktivno dolžino kamionskih cest, ki pa so lahko gozdne ali negozdne (javne in druge) ceste. Torej bodo podatki o gostoti cest le toliko zanesljivi, kolikor bodo zanesljivi podatki o produktivnih dolžinah cest.

Do zdaj v literaturi še niso bili obravnavani postopki pri ugotavljanju produktivnih dolžin, zato je obravnavana tematika zelo koristna, saj brez tovrstnega znanja ni mogoče zbirati zanesljivih podatkov o gostoti cest, s tem pa tudi o odprtosti gozdov.

4.1.1 Pojem: produktivna dolžina ceste

Po do zdaj znani literaturi je pojem "produktivna dolžina" prometnice prvič uvedel že leta 1939 prof. Ivan Klemenčič (KLEMENČIČ 1939). Avtor v knjigi naveden, da do tedaj v strokovni literaturi ni zasledil podobnega pojma.

Prof.Klemenčič v svoji razpravi deli gozdne prometnice na produktivne, spojne in mrtve. Za produktivne prometnice navaja naslednjo definicijo: "to so vse tiste dolžine vodnih tokov, poti, prog itd., ki ležijo v gozdu, do njih se lahko spravlja les in pocenjujejo spravilo." Avtor podrobneje ne razčlenjuje produktivne prometnice (produktivne dolžine), ker mu tudi ni potrebno, saj obravnava le odpiranje velikega kompleksa gozdov v Bosni, ki do tedaj še niso bili odprti. V razpravi obravnava le gozdne železnice kot primarne prometnice, cest v gozdu ne omenja.

Prof.Klemenčič v svojih kasneje izdanih skriptah (KLEMENČIČ 1970) navaja: "Produktivne prometnice leže neposredno v samem gozdu in navadno lahko sprejemajo les po vsej svoji dolžini. Produktivne se imenujejo zato, ker pocenjujejo pravilne stroške. Pri analizi gostote gozdnih prometnic pridejo v poštev samo produktivne prometnice. Spojna prometnica opravlja za določen gozd funkcijo transporta in spajanja, medtem ko produktivna prometnica opravlja funkcijo transporta in pocenitve spravila. Mrtve prometnice leže enako kot produktivne v samem gozdu, vendar ne morejo sprejemati lesa in zato spravila ne pocenjujejo." Tudi v skriptah avtor podrobneje ne opredeljuje produktivno funkcijo prometnic in ne daje nobenih napotkov za praktično ugotavljanje produktivnih dolžin.

Leta 1968 je ing.B.Črnagoj, dolgoletni sodelavec gozdarskega inštituta, pripravil pripombe k Navodilu za sestavo katastra cest za potrebe gozdarstva SRS. Navodilo je bilo sestavljeno že leta 1961. V pripombah avtor predlaga, naj se pojem "produktivna dolžina" zamenja z izrazom "nakladalna dolžina" češ da je glavna značilnost produktivne dolžine ceste možnost nakladanja lesa. Nadalje ing.Črnagoj predlaga, naj se namesto zelo kompliciranega načina izračunavanja produktivne dolžine iz konstantne širine gozdnega pasu (po Navodilih iz leta 1961) gostota cest prikazuje s tremi podatki, od katerih bi bil najpomembnejši podatek o dolžinah cest v gozdu in izven gozda, preračunanih na površino gozda. Omenjeni podatek nam pravgotovo ne more nuditi prave informacije o odprtosti gozda.

Za prvi zvezni popis cest v družbenih gozdovih Jugoslavije v letu 1975 je bilo pripravljeno posebno navodilo (28), v katerem je med drugim naslednje pojasnilo: "Produktivne ceste (aktivne) so vse stalne gozdne in javne ceste (ali le del teh), ki tečejo skozi gozdni objekt ali neposredno zraven njega (do 300 m - če ni ovir) in ki predstavljajo prometno osnovo določenega gozda ter lahko sprejemajo posekan les iz gozda (nakladanje gozdnih sortimentov

na njih je možno in dovoljeno)." V Navodilu je bil definiran tudi nov pojem : "neproduktivna cesta" , kar je po pomenu enako pojmu "mrtva prometnica" v literaturi prof.Klemenčiča. Definicija se glasi: "Neproduktivne ceste (pasivne) so vse gozdne in javne ceste (ali samo del teh), ki tečejo skozi gozdni objekt, do katerega pa se gozdni sortimenti ne morejo spravljati - bodisi zaradi tega, ker so v globokih soteskah ipd. nedostopnih mestih ali zaradi tega, ker na njih ni dovoljeno nakladanje lesa."

Nadalje so spojne ceste takole opredeljene: "Spojne ceste so vse stalne gozdne ceste (ali deli teh), ki predstavljajo zvezo med gozdnim objektom in osjo javnega prometa." Po navedeni definiciji je pojem spojne ceste zelo nejasno opredeljen.

Opredelitev primarnih prometnic z vidika odpiranja gozdov navaja tudi mag.D.TIČERIC (1982), kjer prometnice v gozdu deli na aktivne in pasivne. Definicije so zelo splošne: "Aktivne prometnice se nahajajo v samem gozdu in sprejemajo posekani les po vsej svoji dolžini. Takšno ime so dobile zato, ker zmanjšujejo stroške spravila. Pasivne prometnice ležijo podobno kot aktivne v samem gozdu, vendar ne zmanjšujejo spravljalne razdalje."

Med številno tujo literaturo, ki obravnava odpiranje gozdov, smo le v eni knjigi (SCHLAGHAMERSKY 1986) zasledili produktivni dolžini soroden pojem in sicer "funktionsgerechte Wegelänge", kar bi pomenilo: funkcionalna dolžina ceste. V knjigi navedeni pojem ni podrobneje definiran.

V do zdaj znani literaturi smo torej za isti pojem zasledili naslednje izraze: produktivna, nakladalna, aktivna, funkcionalna dolžina ceste. V naši praksi in strokovni literaturi se je ohranil in uveljavil prvotni terminus in sicer: produktivna cesta oziroma produktivna dolžina ceste, ki terminološko ni najbolj ustrezen, vendar ga za sedaj ne kaže spreminjati.

Pod pojmom "produktivna dolžina ceste" razumemo tisti del gozdne ali negozdne ceste, ki poteka v gozdu ali izven njega in po vsej svoji dolžini ali samo na posameznih mestih, ki niso med seboj oddaljena več kot 300 m, lahko sprejema les iz gozda in na ta način pocenjuje spravilo.

Napotki za praktično delo pri ugotavljanju produktivnih dolžin so navedeni v posebnem poglavju.

Pri ugotavljanju produktivne dolžine ceste je treba omeniti še naslednje:

- na posameznem odseku ceste ugotavljamo le to, ali je neka dolžina ceste po navedenih kriterijih produktivna ali pa ni, torej ugotavljamo le en podatek in sicer dolžino produktivnega dela ceste, ne pa stopnjo produktivnosti. Ugotavljamo le količino (kvantiteto), ne pa kakovost (kvaliteto) obravnavanega predmeta. Tako poenostavljeno ugotavljanje produktivne dolžine lahko opravičimo s tem, da podatek rabimo le za izračunavanje gostote cest, ki pa je tudi samo količinski kazalec odprtosti gozda in nam sama gostota cest še ne pove dovolj o stopnji odprtosti gozda.

4.2 PRAKTIČNO UGOTAVLJANJE PRODUKTIVNE DOLŽINE CEST

V praksi nastopajo zelo različna prepletanja produktivnih in spojnih dolžin cest na gozdnih in negozdnih površinah. Za lažje reševanje različnih slučajev, ki lahko nastopijo v praksi, bomo na nekaj reprezentančnih primerih opisali osnovne principe ugotavljanja produktivnih dolžin cest. Prikazani bodo tisti primeri, ki se najpogosteje pojavljajo v praksi in na osnovi obravnavanih primerov je z upoštevanjem navedenih principov mogoče reševati tudi druge podobne primere, ki se pojavljajo pri praktičnem delu.

Vsi naši prikazi so izvedeni na osnovi topografskih kart, ker je na tak način ponazoritev najbolj nazorna. Razumljivo, da vse ugotovitve veljajo tudi za direktna merjenja na terenu, kjer je velika prednost še v tem, da neposredno na terenu dosti lažje presodimo kriterije za produktivnost določenega odseka ceste kot pa samo na topografski karti.

Pri ugotavljanju produktivne dolžine cest je velikega pomena, ali predel, v katerem proučujemo ceste, zajema večji strnjeni gozdni kompleks ali pa so gozdne površine manjšega obsega in med seboj niso strnjene. Zato bomo oba slučaja ločeno obravnavali.

4.2.1 Ugotavljanje produktivne dolžine cest v strnjenem kompleksu gozda

Kadar imamo opraviti z večjim kompleksom strnjenih gozdov (n.pr. gozdovi na Pokljuki, Snežniku), tedaj je ugotavljanje produktivnih dolžin cest, ki po-

tekajo v teh gozdovih, razmeroma enostavno. V vsakem primeru moramo najprej jasno omejiti predel, v katerem bomo proučevali ceste. Velikost izbranega predela je odvisna od namena zbiranja informacij.

Tudi pri analizi cest v večjem strnjjenem kompleksu gozda lahko nastopita naslednja dva primera:

- a) vse ceste potekajo v notranjosti gozdne površine
- b) ceste potekajo tudi po meji predela.

Oba navedena primera bomo obravnavali ločeno.

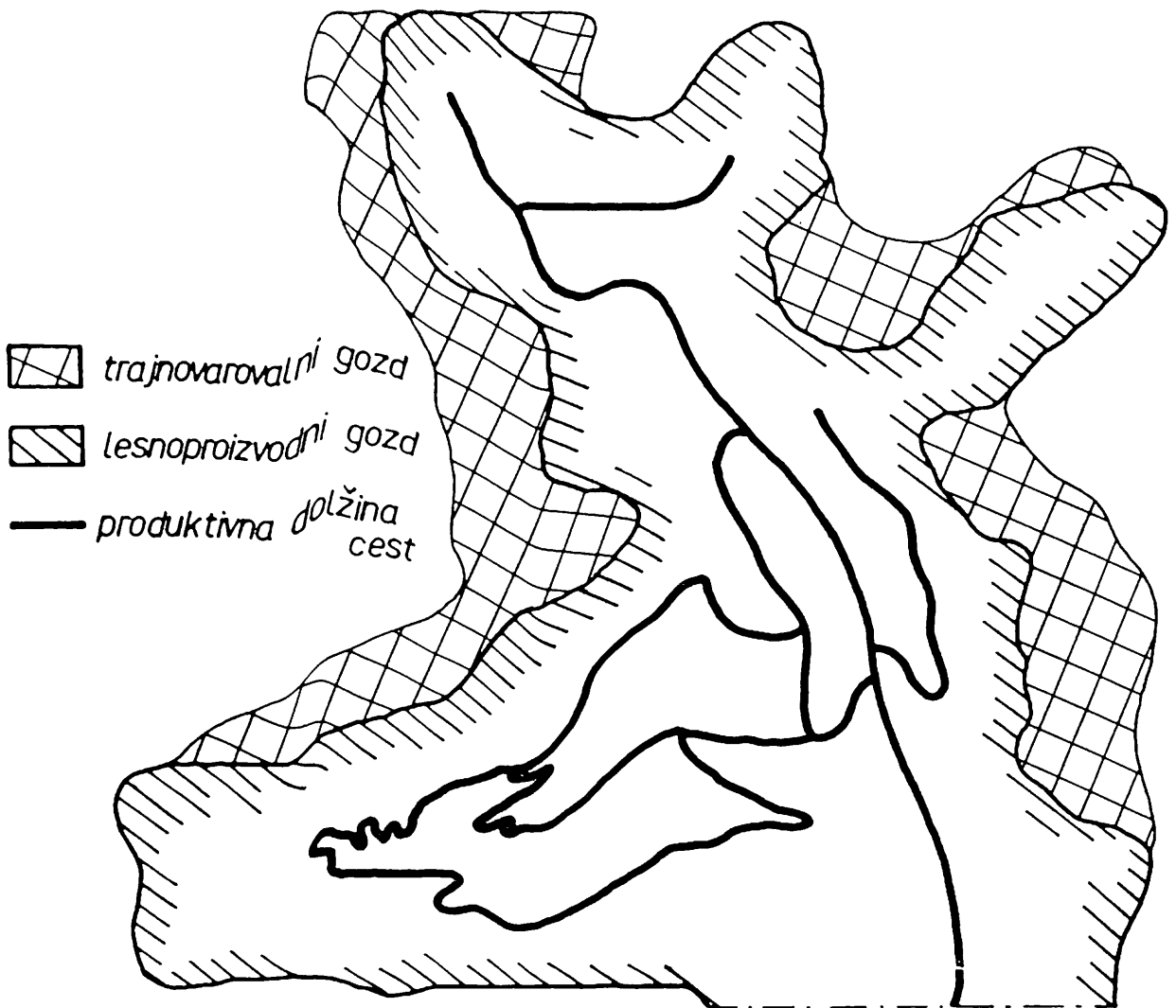
Primer a: Vse ceste potekajo v notranjosti gozdne površine

Kot praktičen primer lahko vzamemo alpsko dolino Kamniške Bistrice, ki je od vseh strani zaprta z visokimi grebeni, s cesto je dostopna le z južne strani (skica 17). Od skupne površine gozdov izločimo površino trajno varovalnih gozdov, ker nas za namene našega proučevanja zanima odprtost le lesnoproizvodnih gozdov. Vse ceste na skici 17 potekajo v notranjosti gozdne površine in so v celotni dolžini produktivne. Vprašanje bi lahko postavili le pri serpentinah, kjer se dolžina ceste na ozkem pasu gozda podvoji. Vendar zaradi poenostavitve postopka in dejstva, da se pogosto prav na serpentinah na cesto priključujejo druge prometnice (cesta, vlaka) ter da je večja dolžina cest zaradi serpentin zajeta v pravilnem koeficientu, dolžino cest v serpentinah enako obravnavamo kot ostalo dolžino.

Primer b: Ceste potekajo tudi po meji predela

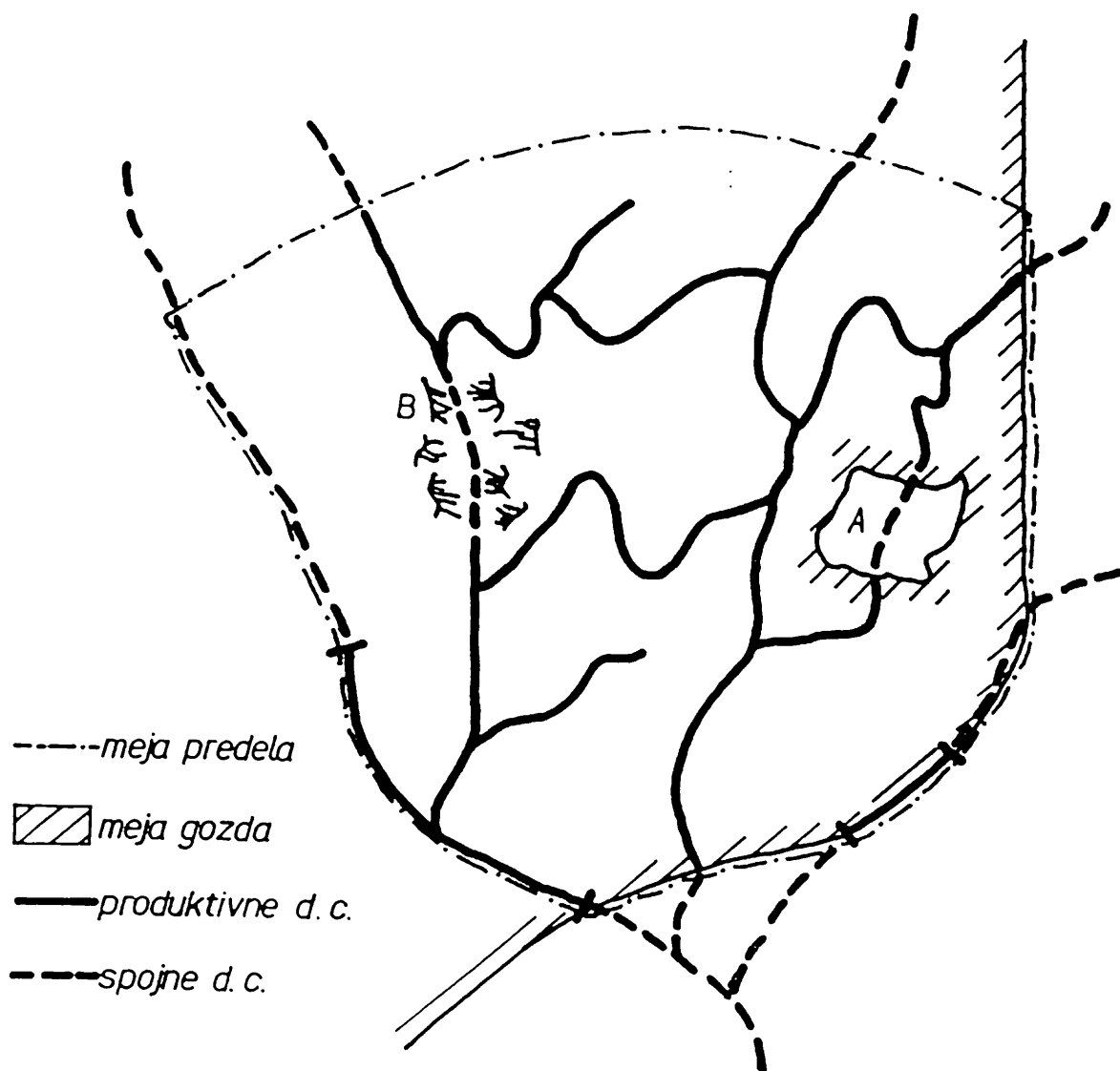
Na primeru, ki je predstavljen na skici 18 ceste potekajo v notranjosti predela, ki ga proučujemo in deloma tudi po meji predela. Če je bilo v primeru a ugotavljanje produktivne dolžine cestnega omrežja zelo enostavno, saj smo vse ceste prišteli k produktivnim dolžinam, je v primeru b treba upoštevati naslednje:

- ceste, ki potekajo v notranjosti predela, niso na celotni dolžini produktivne. Od produktivne dolžine je treba odšteti odseke, ki nimajo funkcije produktivnih dolžin ampak spojnih. To so odseki cest, daljši od 300 m in potekajo skozi negozdno površino (na skici 18 oznaka A), skozi skalovje (oznaka B), sotesko ipd. Pas z navedenimi značilnostmi je na obeh straneh ceste širši od 200 m;



Skica 17: Vse ceste potekajo v notranjosti gozdne površine
(primer Kamniška Bistrica)

- odsek ceste, daljši od 500 m, ki poteka po meji predela, je treba po dolžini razpoloviti. polovico dolžine cestnega odseka prištejemo k cestam v oredelu, ki ga proučujemo, drugo polovico pa sosednemu predelu. Princip razpolavljanja dolžin cest, ki potekajo po meji predela (mejne ceste) velja tako za produktivne kot za spojne dolžine.



Skica 18: Ceste potekajo v notranjosti in po meji predela

4.2.2 Ugotavljanje produktivne dolžine cest v nestrnjenih gozdovih

Pod pojmom nestrnjeni gozdovi bomo obravnavali predele, ki zajemajo deloma gozdne deloma negozdne površine. Prepletenost gozdnih in negozdnih površin je lahko zelo različna. V predelih z nestrnjenimi gozdovi je ugotavljanje produktivne dolžine cest dosti bolj zahtevno, ker se pri praktičnem delu lahko pojavljajo zelo različne situacije. Različne značilne primere smo grupirali v tri skupine, katere vsaka za sebe zahteva samostojno razlago.

Skupine so naslednje:

- A : večje površine gozda niso grupirane
- B : večje površine gozda so grupirane v pasove
- C : manjše površine gozda so enakomerno razporejene

Za strnjene komplekse gozda je značilno, da v njih prevladujejo gozdne ceste, ki so položene in zgrajene po načelih gozdarske stroke. V predelih z nestrnjenimi gozdovi pa se prepletajo gozdne in negozdne ceste, med katerimi je največ javnih cest. Običajno v večjih dolinah in na negozdnih površinah prevladujejo gozdne ceste. Zato je delež produktivnih dolžin pri gozdnih cestah dosti večji kot pri negozdnih. Za javne ceste velja, da je delež produktivnih dolžin tem manjši, čim višjega reda je javna cesta.

4.2.2.1 Skupina A : Večje površine gozda niso grupirane

V tej skupini bomo obravnavali 5 osnovnih primerov, ki so lahko kot vzorec za reševanje podobnih situacij pri konkretnem delu. Položaj posameznih primerov je prikazan na skici 19.

Primer 1 : Ceste potekajo v gozdu, po robu gozda in ob gozdu

V praksi bomo take primere pogosto našli v ravninskem in gričevnatem svetu, kjer se gozdne površine nahajajo neenakomerno razporejene med kmetijskimi površinami (skica 19).

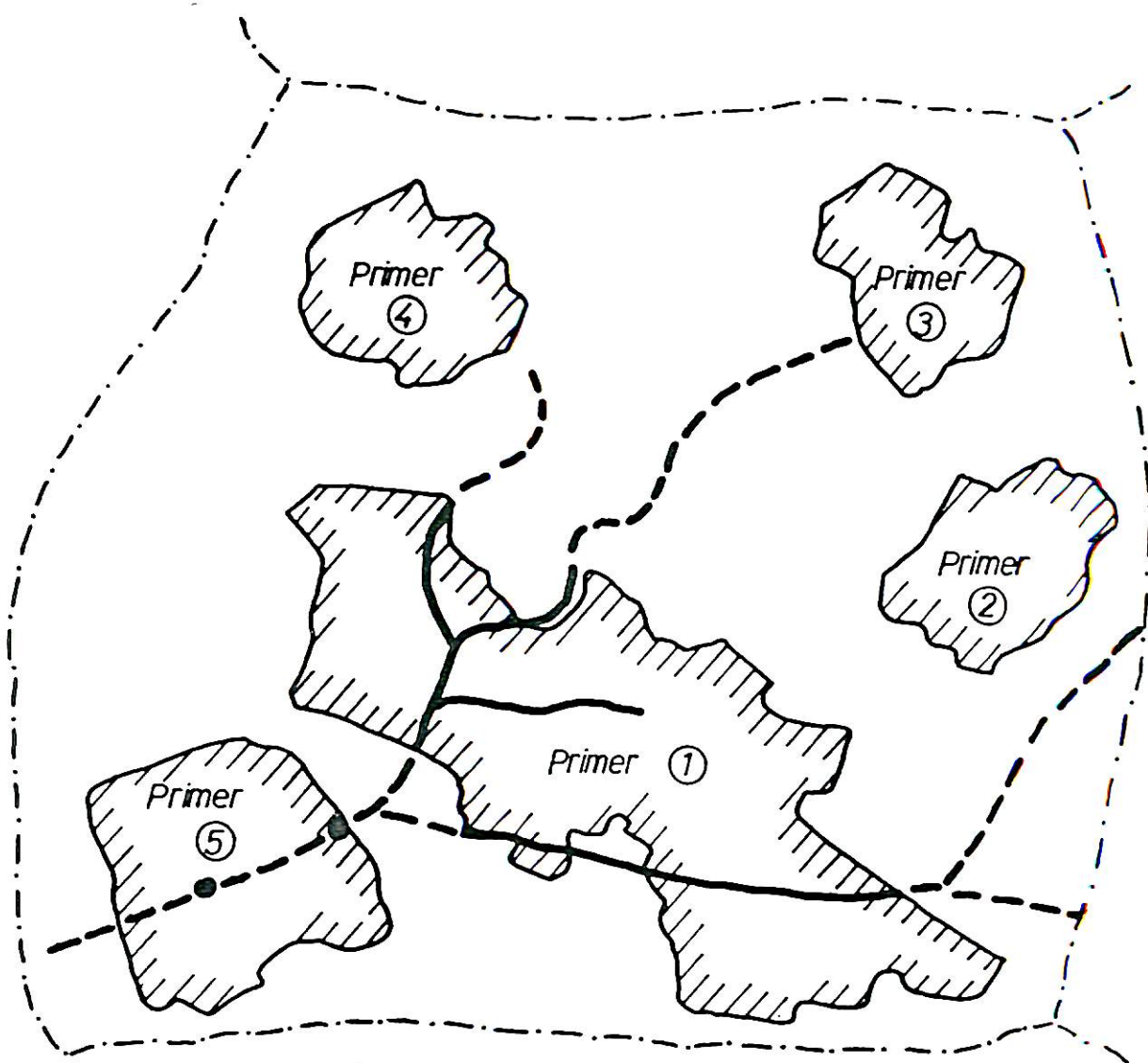
Kriteriji za ugotavljanje produktivnih dolžin cest so prikazani na skici 20.

Dolžina ceste je produktivna:

- a - cesta, ki ima produktivni značaj, poteka skozi gozd (na obeh straneh ceste je pas gozda širši od 200 m)
- b - cesta poteka po robu gozda (le na eni strani ceste je pas širši od 200 m)
- c - cesta poteka ob gozdu (negozdni pas med cesto in gozdom je v celoti ožji od 200 m)
- d - cesta poteka ob gozdu (negozdni pas je v povprečju ožji od 200 m, globlje jase so ožje od 200 m).

Skica 19: Ceste potekajo v gozdu in izven gozda

A) Večje gozdne površine niso grupirane



----- meja predela

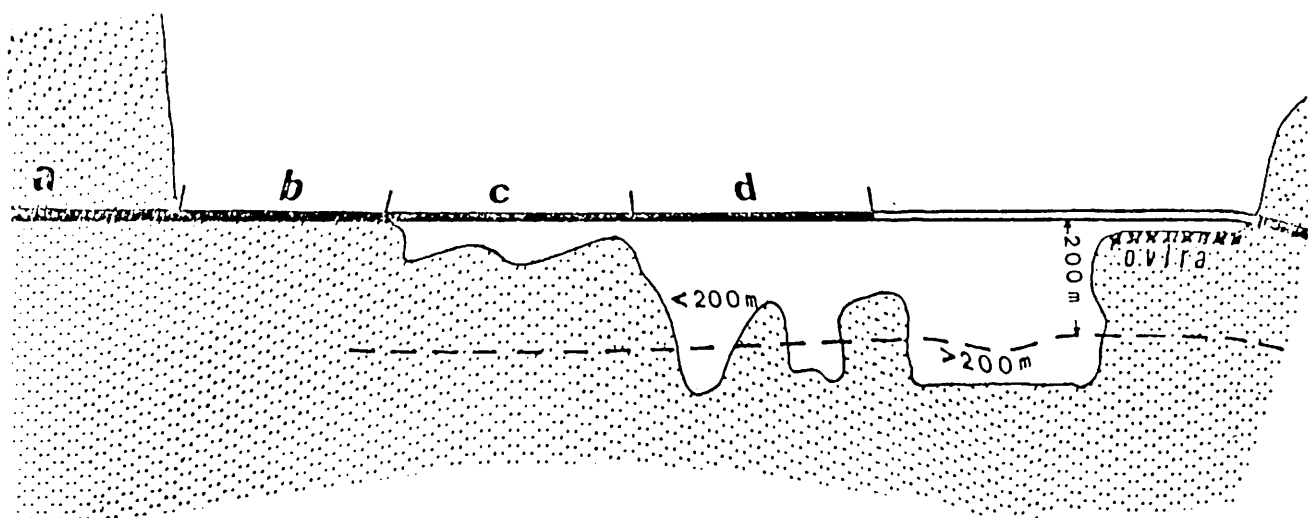
 meja gozda

———— produktivna dolžina cest

----- spojna dolžina cest

—●— mesto nakladanja lesa

Skica 20: Kriteriji za produktivno dolžino cest



Vse druge dolžine cest, ki ne zadovoljujejo kriterijem produktivnosti, uvrščamo v spojno dolžino.

Na zaokroženem predelu (GE Blagovica I, GG Ljubljana) smo podrobno proučili položaj posameznih cest glede na gozdno površino in prišli do podatkov, ki so prikazani v preglednici 13.

Preglednica 13: Deleži produktivnih dolžin cest glede na gozdno površino

Del pred.	Oblika terena	Skupna površina ha	Gozdnatost %	Gostota produk. cest m/ha	Delež produktiv. dolžin cest (%)						
					a	b	c	d	e	f	g
I.	grič.-hrib.	684	53,8	17,1	48,0	9,6	13,6	71,2	8,0	17,6	11,2
II.	hribovje	1516	76,3	15,7	52,9	2,8	10,2	65,9	9,1	23,8	10,2
III.	gričevje	1072	48,9	11,8	11,2	3,2	6,4	20,8	4,8	27,2	52,0
Skupaj		3272	62,9	14,9	43,4	4,2	10,1	57,7	8,0	23,2	19,0

Pomen oznak v preglednici 13:

- a - cesta poteka v notranjosti gozdne površine, več kot 200 m od roba gozda
- b - cesta poteka v notranjosti gozdne površine, 100-200 m od roba gozda
- c - cesta poteka v notranjosti gozdne površine, 0-100 m od gozdnega roba
- d - skupni delež dolžin cest v notranjosti gozdne površine
- e - cesta poteka po robu gozda
- f - cesta poteka izven gozdne površine, 0-100 m od gozdnega roba
- g - cesta poteka izven gozdne površine, 100-200 m od gozdnega roba

Podatki v preglednici 13 kažejo, da v gričevnatem svetu z nizko gozdnatostjo lahko pričakujemo velik delež produktivnih cest, ki potekajo izven gozdne površine, zato je stopnja njihove produktivnosti razmeroma majhna, s tem pa tudi nizka stopnja odprtosti gozda.

Iz predhodnih podatkov, ki smo jih zbirali za potrebe ugotavljanja odprtosti gozdov Slovenije (DOBRE 1980), smo na osnovi različnih modelov ugotovili povprečna razmerja dolžin produktivnih cest, ki ležijo v samem gozdu, na robu gozda in izven gozda (do 200 m).

Preglednica 14: Deleži produktivnih cest v gozdu in izven gozda

M o d e l			Skupna površina ha	Gozdna- tost %	Delež produk.dolžin (%)		
št.	ime	oblika ter.			v gozdu	gozd.rob	izven gozd.
1	Brnik	ravnina	10.260	47,3	54,4	31,3	14,3
2	Jelendol	gorski svet	4.804	78,8	89,5	7,6	2,9
3	Dolomiti	gričevje	6.588	62,7	49,3	33,1	17,6

Osnovna ugotovitev iz predstavljenih podatkov je v tem, da je pričakovati, da bo delež produktivnih dolžin cest, ki potekajo v samem gozdu, tem nižji, čim manjša je gozdnatost predela. Zato bi pri računanju odprtosti gozda prišli do napačnih podatkov, če bi upoštevali samo dolžine cest v gozdu in morda še ceste na gozdnem robu.

Primer 2 : Cesta poteka samo izven gozda (več kot 200 m)

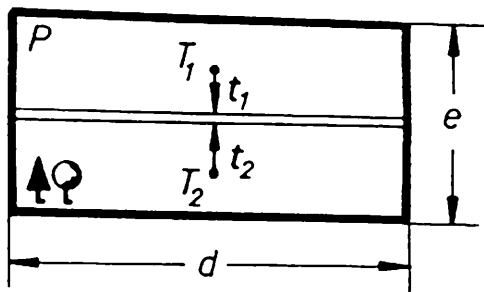
S predpostavko, da les dejansko spravljamo po sekundarnih prometnicah iz gozda do ceste, ki je več kot 200 m oddaljena od gozdnega roba, tedaj je gozd kljub temu odprt, čeprav ceste po kriterijih iz skice 20 ni mogoče prištevati k produktivnim dolžinam. V navedenem primeru produktivno dolžino ugotovimo računskim potom in sicer jo izračunamo po obrazcu:

$$d' = \frac{5000}{\bar{t}} \cdot P$$

kjer posamezni parametri pomenijo:

- d' - teoretična produktivna dolžina odseka ceste, ki odpira gozd
- \bar{t} - povprečna teoretična najkrajša pravilna razdalja (v metrih) iz gozdne površine do ceste (\bar{t} izmerimo na karti od težišča gozdne površine do ceste)
- P - površina gozda (ha), za katero računamo produktivno dolžino ceste

Do navedenega obrazca pridemo s pomočjo teoretičnih predpostavk, ki so prikazane na skicah 21 do 23.



Skica 21: Teoretičen model gozda s cesto po sredini

Na skici 21 je prikazan teoretičen model gozdne površine, ki ima obliko pravokotnika. Cesta poteka po sredini gozdne površine.

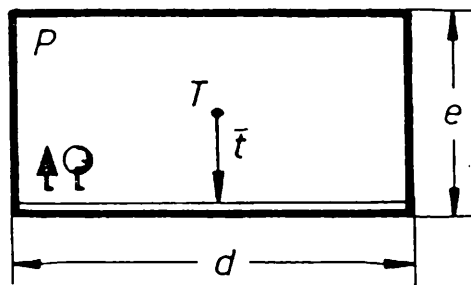
Gostoto produktivne dolžine ceste izračunamo po znanem obrazcu:

$$c = \frac{d}{P}$$

V primeru, da meri površina gozda 1 ha, obrazec za izračun gostote lahko zapišemo v obliki:

$$c = \frac{10.000}{e}$$

e - povprečna širina pasu (v metrih), ki ga odpira cesta



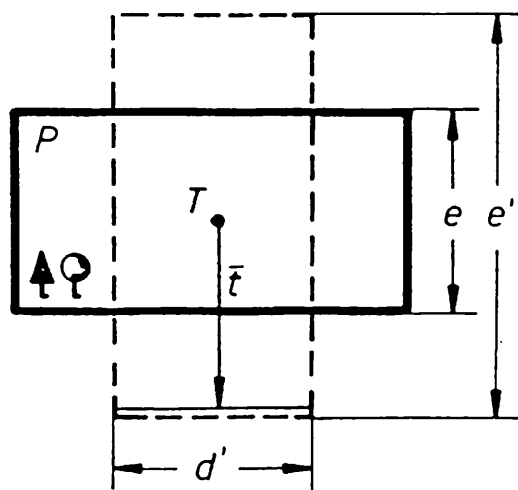
Skica 22: Teoretičen model gozda s cesto po gozdnem robu

Povprečna najkrajša pravilna razdalja (\bar{t}) na teoretičnem modelu gozda s cesto po sredini (skica 21) znaša $\bar{t} = \frac{1}{4} e$, na modelu s cesto po robu gozda (skica 22) pa $\bar{t} = \frac{1}{2} e$.

Splošni obrazec za povprečno najkrajšo pravilno razdaljo se glasi:

$$\bar{t} = p_s \cdot e$$

kjer p_s pomeni koeficient lege ceste. Vrednost koeficienta p_s pri praktičnih primerih gozda zavisi od mnogih dejavnikov, v večjih predelih gozda v povprečju zajema vrednosti od 0,38–0,46.



Skica 23: Teoretičen model gozda s cesto izven gozda

Na skici 23 je predstavljen teoretičen model gozda s površino P, ki jo odpira cesta, katera poteka izven gozdne površine. Površino gozda po obliki transformiramo tako, da se spodnja stranica dotika ceste, podobno kot je v primeru na skici 22.

Zaradi transformacije površine sledi:

$$P = d \cdot e \quad c = \frac{d}{P} \quad c' = \frac{10.000}{e'} \quad e' = 2\bar{e}$$

$$P = d' \cdot e' \quad c' = \frac{d'}{P} \quad c' = \frac{10.000}{2\bar{e}}$$

$$d' = c' \cdot P \quad c' = \frac{5.000}{\bar{e}}$$

$$d' = \frac{5.000}{\bar{e}} \cdot P \quad \text{obr. 12}$$

d' - teoretična produktivna dolžina ceste (v metrih)

e' - teoretična povprečna širina pasu gozda (v metrih), ki ga odpira teoretična produktivna dolžina ceste

c' - teoretična gostota cest na transformirani površini gozda P

S pomočjo obrazca 12 lahko izračunamo produktivno dolžino ceste, ki po do zdaj navedenih kriterijih ne spada med produktivno dolžino. Tako izračunana produktivna dolžina je le teoretična, ne pa stvarna produktivna dolžina. Teoretična produktivna dolžina ceste nam služi za realnejšo predstavitev gostote cest v določenem gozdnem predelu.

Potrebno je pripomniti, da teoretična produktivna dolžina ceste vedno poteka po robu transformirane površine gozda, zato je vrednost koeficienta lege ceste (p_s) vedno 0,5. Kadar proučujemo vrednost koeficienta p_s za ves pre-del, potem iskano vrednost izračunamo s ponderiranjem posameznih vrednosti p_s (ponder je površina gozda). Za površino gozda, kjer smo računali teoretično produktivno dolžino ceste po obrazcu 12 upoštevamo vrednost $p_s = 0,5$.

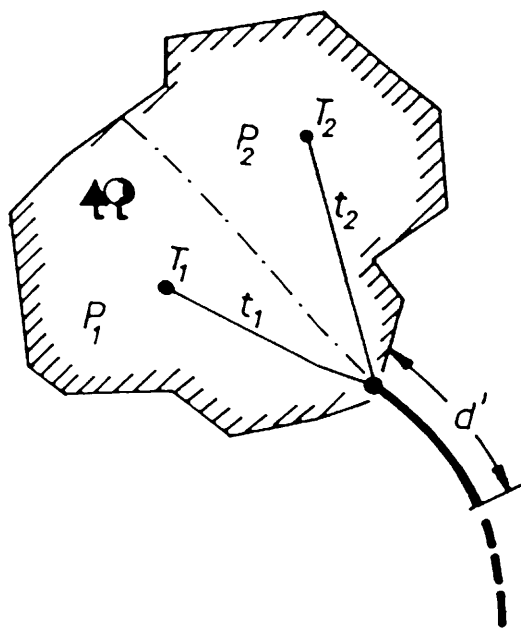
Za posamezne primere majhnih gozdnih površin (primeri 2-5 na skici 19) lahko izračunamo gostoto cest po obrazcu:

$$c' = \frac{5\,000}{\bar{t}}$$

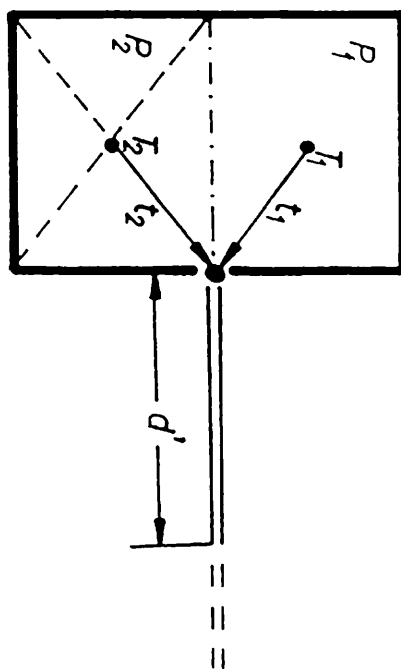
obr.13

Pri tem izračunu nam ni potrebno poznati ne produktivne dolžine cest niti površine gozda, ampak le povprečno najkrajšo pravilno razdaljo (\bar{t}).

Primer 3 : Krak ceste se le v eni točki dotika gozda



Skica 24: Gozd, ki ga odpira cesta le v eni točki

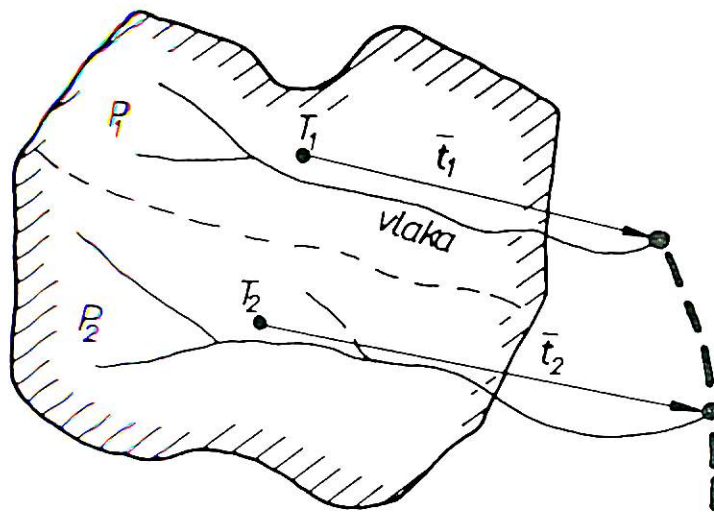


Skica 25: Teoretičen model gozda, ki ga odpira cesta le v eni točki

Na skici 24 je prikazan praktični primer, ko se cesta le v eni točki dotika gozdnega roba, v notranjost gozdne površine pa ne sega. Gozd je dobro odprt (kratka povprečna pravilna razdalja), čeprav po kriterijih iz skice 20 cesto ne moremo prištevati med produktivne. Produktivno dolžino ceste tudi v tem primeru izračunamo po obrazcu 12. Pripomniti je treba, da vrednost \bar{t} ni enostavna razdalja od težišča gozdne površine do končne točke ceste, ampak jo je za vsako obliko gozda potrebno posebej ugotoviti. Kadar je površina gozda podobna enostavnim geometrijskim likom, tedaj vrednost \bar{t} izračunamo po znanih obrazcih, ki so navedeni na skici 25. Pri gozdni površini z neizrazitimi geometrijskimi liki vrednost \bar{t} ugotovimo po Segebadnovi metodi (SEGEBADEN 1964).

Primer 4 : Krak ceste se le približa gozdu

V primeru 4, ki je predstavljen na skici 26, se krak ceste ne dotika gozdnega roba, ampak se mu le približa, les pa spravljamo na več točk na cesti. Produktivno dolžino ceste tudi v tem primeru ugotovimo računsko po obrazcu 12, vrednosti \bar{t} pa ugotavljamo ločeno za vsako polje, ki ga odpira posamezni sistem vlak, ki se izven gozda veže na cesto.



Skica 26: Primer gozda, ki ga odpirajo posamezne točke na cesti izven gozda

Primer 5 : Cesta poteka skozi gozd, vendar je les mogoče spravljati le na posamezne točke

Zelo problematično je ugotavljanje produktivnih dolžin pri javnih cestah, kjer nakladanje lesa na samem vozišču ni dovoljeno, pa tudi dostikrat ni mogoče, ne da bi ogrožali varnost prometa. Nakladanje lesa in ustavljanje gozdarskih vozil je mogoče le na posameznih razširjenih mestih izven vozišča, torej so le te točke produktivne. Kadar so omenjene točke med seboj oddaljene več kot 300 m, tedaj odsek ceste po predhodnih kriterijih ne moremo uvrstiti med produktivne dolžine, ampak produktivno dolžino ceste izračunamo z upoštevanjem posameznih produktivnih točk na podoben način, kot je bilo opisano v primeru 3.

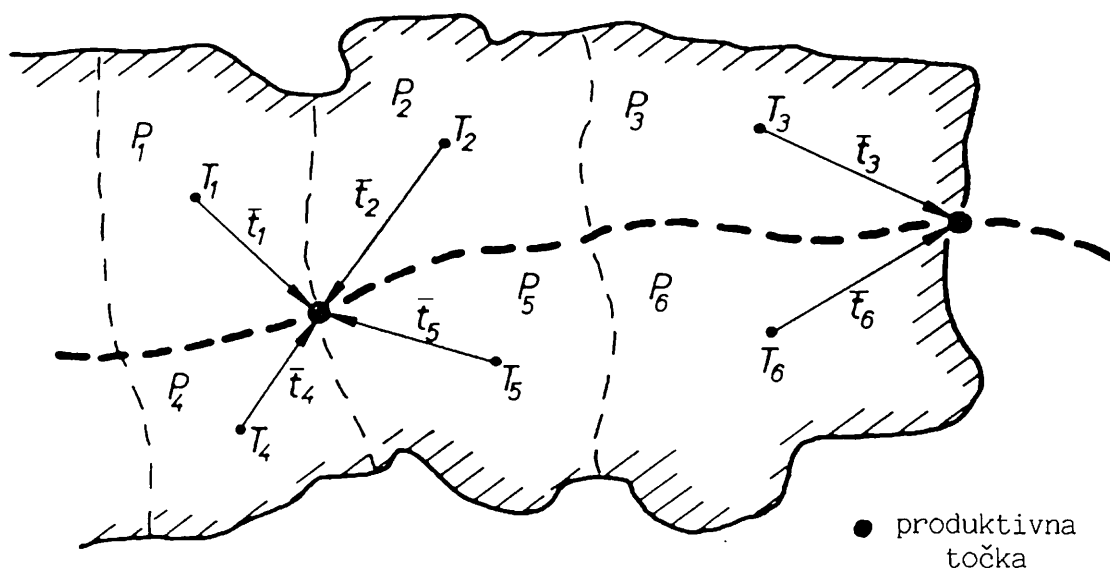
Teoretično produktivno dolžino ceste računamo za vsako delno površino (P_n) posebej, nakar posamezne izračunane dolžine na celotni cesti seštejemo.

$$d' = d'_1 + d'_2 + d'_3 + \dots + d'_n$$

$$d'_1 = \frac{5\,000}{\bar{t}_1} \cdot P_1 \qquad d'_n = \frac{5\,000}{\bar{t}_n} \cdot P_n$$

Vrednosti \bar{t} najbolj točno ugotovimo po Segebadnovi metodi. Ker pa je ta zamudna, lahko približno vrednost \bar{t} ugotovimo z izmero razdalje od težišča delne površine gozda (P_n) do produktivne točke. Tako izmerjena razdalja je 3-5% krajša od točno ugotovljene vrednosti \bar{t} .

Način reševanja primera 5 je prikazan na skici 27.



Skica 27: Primer gozda, ki ga odpirajo le posamezne točke na cesti, katera poteka skozi gozd

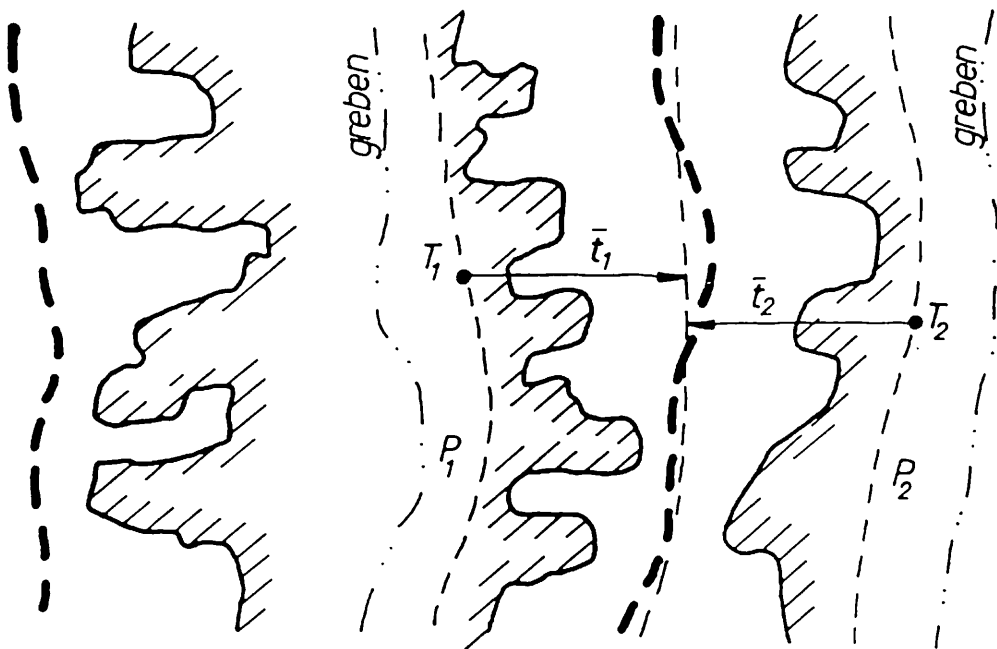
4.2.2.2 Skupina B : Večje površine gozda so grupirane v pasove

Primer, ki ga obravnavamo v skupini B (skica 28), je značilen za gozdove v Slovenskih goricah v okolici Ormoža, kjer gozdovi ležijo na zgornjem delu

obeh pobočij, ceste pa potekajo po sredini širokih dolin. Greben razmejuje smer spravila lesa proti eni in drugi cesti, ki poteka v vsaki dolini. Produktivno dolžino ceste v posamezni dolini izračunamo posredno tako, da najprej izračunamo teoretično gostoto cest (c'), ki odpirajo površino gozdov na enem in drugem pobočju. Teoretično gostoto cest izračunamo po obrazcu 13:

$$c' = \frac{5\,000}{\bar{t}}$$

Za vsako pobočje posebej ugotavljamo vrednost \bar{t} . Za točno računanje vrednosti \bar{t} uporabljamo Segebadnovo metodo, pri približnem računu pa izmerimo povprečno razdaljo med težiščnico gozdne površine in težiščnico lege ceste.



Skica 28: Primer gozda v obliki pasu, ki ga odpirajo ceste v dolini

Produktivno dolžino celotne ceste v posamezni dolini izračunamo iz podatkov o teoretičnih gostotah cest v tistih gozdovih, ki ležijo na enem in drugem pobočju nad cesto.

$$d' = c'_1 \cdot P_1 + c'_2 \cdot P_2$$

4.2.2.3 Skupina C : Manjše površine gozda so enakomerno razpršene

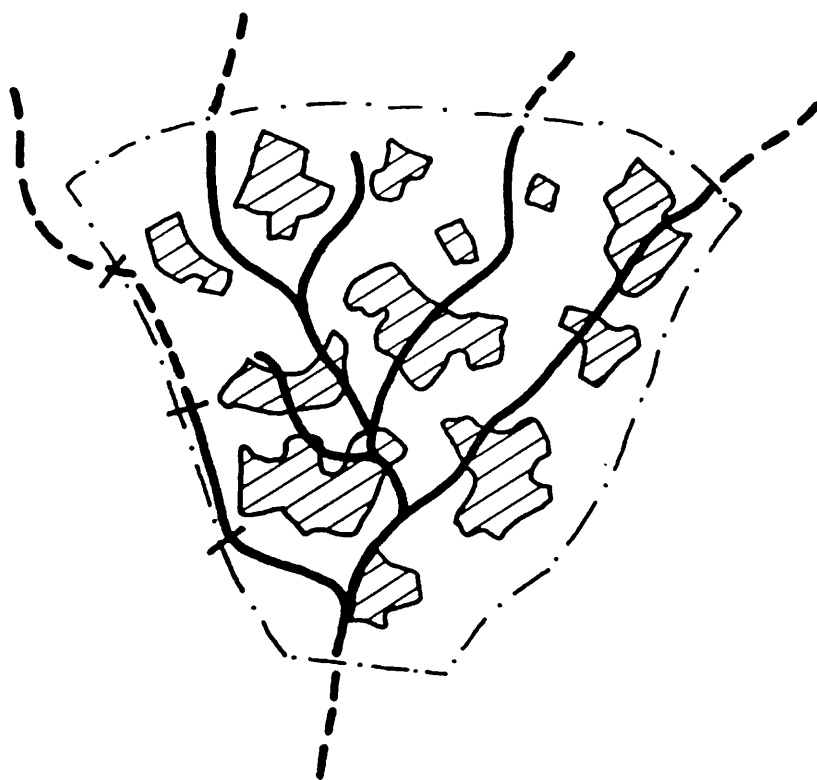
V ravninskem ali položnem svetu dostikrat nastopi primer, da so posamezne gozdne površine zelo majhne (nekaj ha) in dokaj enakomerno razporejene po površini predela, v katerem proučujemo cestno omrežje. V primeru, ki je prikazan na skici 29 in povzet iz Slovenskih goric v okolici Velke, bi bilo ugotavljanje produktivnih dolžin cest po do zdaj opisanih načinih zelo zamudno. Dokaj hitro in za naše namene dovolj natančno lahko produktivno dolžino ugotovimo po naslednjem preprostem načinu:

- za predel, kjer proučujemo ceste, izračunamo koeficient gozdnatosti (f)

$$f = \frac{P_g}{P}$$

P_g = površina gozda (vsota vseh razpršenih gozdnih površin)

P = površina celotnega predela



Skica 29: Primer gozda z enakomerno razporejenimi gozdnimi površinami

- izmerimo celotno dolžino vseh cest v predelu (pri mejnih cestah upoštevamo princip reducirane dolžine)
- s predpostavko, da so majhne gozdne površine precej enakomerno razporejene v predelu, potem bo skupni delež produktivnih dolžin v primerjavi s skupno dolžino vseh cest približno enak deležu gozdnatosti.

$$D' \cong D \cdot f$$

D' - skupna produktivna dolžina cest

D - dolžina vseh cest v predelu

Pri proučevanju cest v predelih z različno razporeditvijo površin nam je delež gozdnatosti lahko dober orientacijski podatek pri ugotavljanju produktivne dolžine cest oziroma pri primerjanju deleža produktivnih cest v odnosu do skupne dolžine cestnega omrežja. Na osnovi teoretičnih modelov je bilo ugotovljeno (ARNAVTOVIĆ 1975), da je v nestrnjenih gozdovih z večjo gozdnatostjo in kadar ne upoštevamo pravilnega koeficienta, še najbolj stvaren kazalec odprtosti gozda gostota cest, ki jo dobimo tako, da celotno dolžino cest v predelu preračunamo na celotno površino tega predela. Seveda pa je za točen prikaz odprtosti določenega gozdnega predela potrebno poznati podatke o pravih koeficientih in o gostotah cest, za kar pa je potrebno predhodno ugotoviti zanesljive podatke o produktivnih dolžinah cestnega omrežja.

5 KOLIČINA DELA IN STROŠKI GRADNJE GOZDNIH VEST V ODVISNOSTI OD NAKLONA TERENA IN KATEGORIJE HRIBINE

Kljub intenzivni gradnji primarnih prometnic v gozdovih Slovenije v zadnjih 25 letih, smo dosegli njih gostoto v povprečju komaj 15 m/ha, kar po merilih gozdarsko razvitih dežel predstavlja spodnjo mejo za racionalno gospodarjenje z gozdom. Do optimalne odprtosti manjka v naših gozdovih še okoli 1/3 cest. Podatki o letnem obsegu gradenj gozdnih cest pa kažejo, da se je krivulja v zadnjih nekaj letih zaskrbljujoče upognila navzdol in tudi perspektive v bližnji prihodnosti niso obetavne. Z gotovostjo lahko rečemo, da bo morala biti v prihodnje vsaka gradnja nove prometnice dobro premišljena, skrbno načrtovana in utemeljena tako iz ekološkega, predvsem pa iz ekonomskega vidika.

Pri utemeljevanju gospodarske opravičenosti gradnje določene gozdne ceste je eden najpomembnejših kazalcev prav gradbeni strošek, ki ga je težko vnaprej zanesljivo ugotoviti. Dostikrat se moramo zadovoljiti le z okvirnimi podatki bodisi pri določanju prioritete reda same gradnje ali pri izboru najustrežnejše variante, kadar izbiramo izmed več možnih rešitev. V takem primeru iščemo predvsem razmerje stroškov gradnje v različnih terenskih ali drugih pogojih dela. Prav z namenom, da se bomo pri izbiri variant lažje odločali na osnovi bolj stvarnih kazalcev, smo proučili dva osnovna dejavnika (naklon terena in talno podlago), katera izmed vseh naravnih danosti, ki se v povprečnih razmerah pojavljajo vzdolž trase, najmočnejše vplivata na količino potrebnega dela in seveda tudi na končno višino stroškov, ki so povezani z zgraditvijo primarne gozdne prometnice.

5.1 IZHODIŠČA ZA IZRAČUN KOLIČINE DELA IN STROŠKOV GRADNJE

Na količino dela in s tem tudi na stroške gradnje gozdne ceste vpliva veliko dejavnikov, vendar je njihov pomen zelo različen. Glede na namen naše naloge smo podrobneje proučili le dva dejavnika, ki imata posredno ali neposredno najmočnejši vpliv na skupne stroške gradnje, to sta:

- naklon terena
- kategorija hribine

Oba dejavnika je mogoče pri praktičnem delu razmeroma dobro opredeliti, kar zlasti velja za naklon terena, manj pa za določitev kategorije hribine, kjer se je težje izogniti subjektivni oceni.

Razčlenitev naklonov terena po razredih ter razčlenitev kategorij hribine z opisom lastnosti je prikazana v metodiki dela.

5.1.1 Količina izkopa v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribine

Pri uporabi normativov za zemeljska dela moramo poznati količino izkopa na tekoči meter trase, saj je učinek stroja pri odzivu ter normativ razstreliva in vrtanja pri miniranju v veliki meri odvisen od količine izkopa na enoti dolžine. Potrebna kubatura izkopa je odvisna od dejavnikov, ki izhajajo iz tehničnih zahtev ceste, načina gradnje ter naravnih danosti terena, po katerem poteka trasa. S predpostavko, da so tehnični elementi ceste in način gradnje nespremenjeni (navedeni v izhodiščih), potem na količino izkopa vplivajo le dejavniki terena, od katerih imata največji vpliv naklon terena in vrsta hribine.

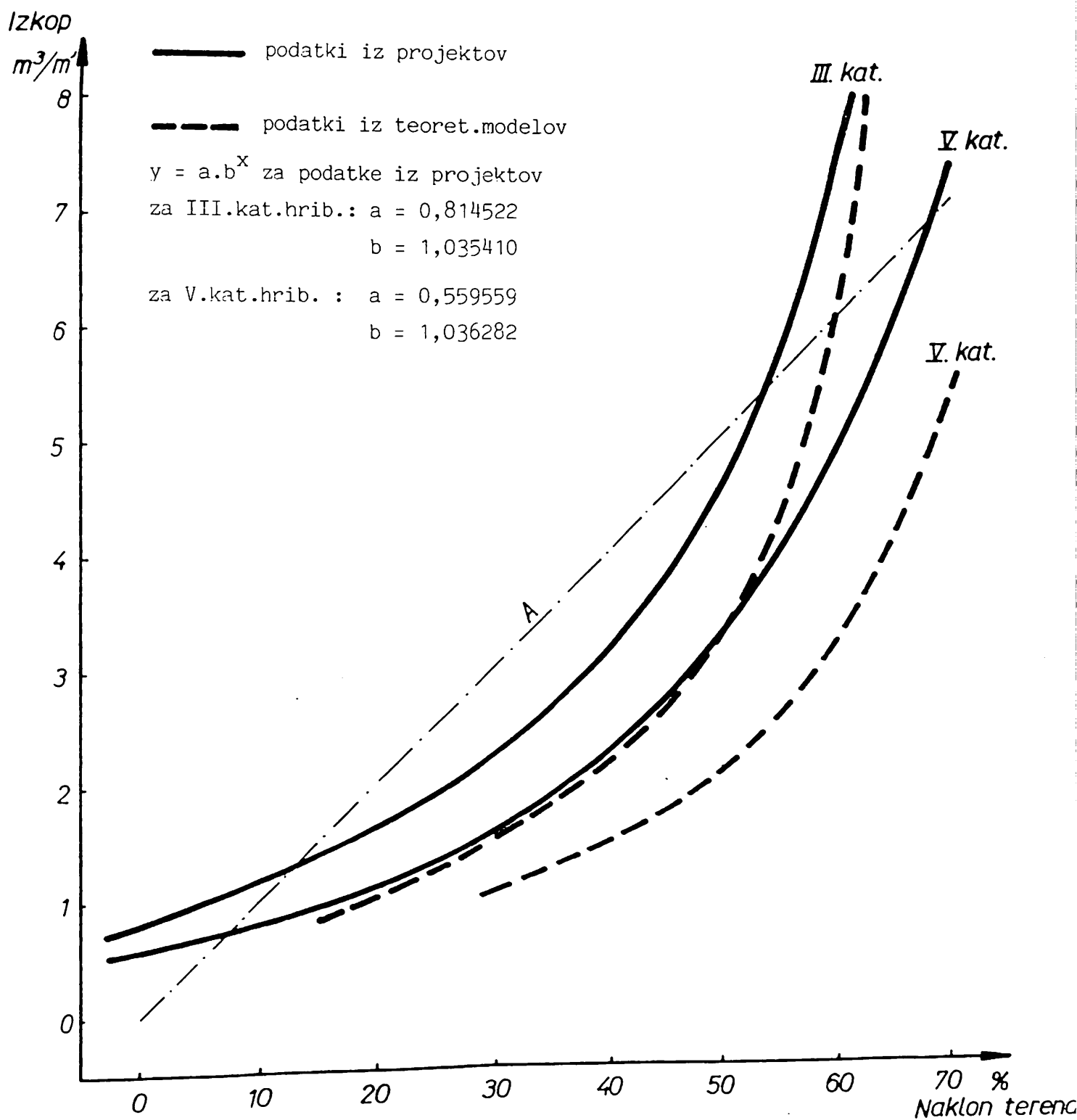
Pri ugotavljanju količine izkopa na tekoči meter trase lahko izhajamo iz:

- a) podatkov, dobljenih na normalnih prečnih profilih
- b) podatkov, ugotovljenih iz izvedbenih projektov
- c) podatkov, ugotovljenih na terenu po končani gradnji.

a) Količina izkopa iz normalnih prečnih profilov

Na osnovi normalnih prečnih profilov v bistvu dobimo teoretično vrednost izkopa na tekoči meter trase, ki bi ustrezala optimalnemu stanju. Količino

Graf.9 : KOLIČINA IZKOPA NA TEKOČI METER TRASE



izkopa ugotovimo iz normalnih prečnih profilov, na katerih je pri različnih naklonih terena cestno telo optimalno položeno v teren s pogojem, da je glede na talno podlago zagotovljena stabilnost vozišča in stabilnost odkopnih in nasipnih brežin. Tako ugotovljene količine izkopa (DOBRE 1982) so prikazane na grafikonu 9 kot primerjava vrednostim, dobljenim iz projektov. Pri presoji podatkov o količini izkopa, dobljenih na teoretičnih osnovah, je treba pripomniti, da je bila pri izračunih upoštevana širina vozišča le 3,0 m, ne pa tudi dodatna povprečna razširitev vozišča v krivinah.

b) Količina izkopa, ugotovljena iz projektov

Zaradi vzdolžne razgibanosti terena (jarki, rebra) os trase ne more vedno slediti obliki terena, zato prihaja do odmika dejanskega cestnega telesa od njegove optimalne lege na posameznem prečnem profilu. Na osnovi prečnih profilov, ki so narisani po stanju dejansko položene trase, dobimo večje kubature izkopov kot bi pričakovali iz teoretičnih modelov.

Z namenom, da bi dobili stvarne podatke o količini izkopa na tekoči meter trase, smo proučili šest izvedbenih projektov gozdnih cest, ki so bile načrtovane v različnih kategorijah hribine. Za posamezne odseke ceste s čimbolj homogenimi parametri (prečni naklon terena in ista kategorija hribine) smo izračunali srednje vrednosti naklona terena ter povprečno količino izkopa. Tako dobljene podatke smo izravnali v krivulje, kar je prikazano na grafikonu 9. Grafično sta predstavljeni le mejni krivulji, torej za hribino v čisti III.kategoriji in V.kategoriji, za katere je bilo dovolj podatkov, medtem ko za hribino v čisti IV.kategoriji nismo razpolagali z zadostnim številom odsekov v različnih naklonih terena. Pri našem nadaljnjem računanju smo pri hribini v IV.kategoriji upoštevali vmesne vrednosti.

Iz poteka krivulj na grafikonu 9 lahko razberemo, koliko podatki o količini izkopa iz projektov odstopajo od podatkov, dobljenih na teoretičnih osnovah. Pri najpogostejšem naklonu terena (40%) je po projektih predviden od 40% (III.kat. hribine) do 55% (V.kat.hribine) večji izkop na tekoči meter trase, kot pa izhaja iz teoretičnega modela.

Na grafikonu 9 je zarisana tudi premica A, ki predstavlja količino izkopa, ki je po numerični vrednosti enaka 1/10 vrednosti naklona terena. Vse vrednosti tako iz podatkov iz projektov kot iz normalnih prečnih profilov se ujemaajo z

vrednostmi iz premice pri trasah, ki so načrtovane na položnih in na zelo strmih terenih, medtem ko so na najpogostejših naklonih terena (40%) izkopi precej manjši od vrednosti na premici A.

Če bi primerjali količino izkopa na tekoči meter trase na posameznem profilu, kot jo predvideva projekt ter dejansko izmerjeno kubaturo izkopa po končani gradnji ceste, potem bi verjetno ugotavljali precejšnja odstopanja, ki so nastala iz najrazličnejših vzrokov. Ker v praksi najpogosteje upoštevamo količino izkopa za nadaljnje izračune (določanje normativov, izdelava predračunov) iz podatkov v projektih, zato smo tudi pri naših izračunih potrebnega dela in iz tega izhajajočih stroškov gradnje upoštevali vrednosti iz podatkov, dobljenih iz projektov (graf. 9).

5.1.2 Normativi potrebnega dela in materiala

Za določanje potrebne količine dela (ročnega in strojnega) ter materiala, ki se uporablja pri gradnji, smo uporabili "Normative za gradnjo gozdnih cest in vlak", ki jih je leta 1984 pripravilo Splošno združenje gozdarstva. Navedeni normativi so do zdaj edini vir podatkov o praktično uporabnih normativih, ki celostno zajemajo potek gradnje gozdnih cest in veljajo za povprečne terenske in delovne razmere v Sloveniji. Mogoče podatki v posamezni postavki niso najbolj zanesljivi in bi jih bilo treba korigirati z novimi spoznanji, vendar zaradi upoštevanja velikega števila postavk, imajo posamezne pomanjkljivosti na končni rezultat le manjši vpliv.

Pri našem izračunu skupnih stroškov izgradnje 1 km gozdne ceste smo izhajali iz naslednjih predpostavk:

- na trasi ni predvidena graditev tehničnih objektov (podporni zidovi, večji propusti in mostovi);
- za brežine ni predvidena umetna ozelenitev;
- tehnika gradnje je klasična:
 - zemeljska dela izvaja buldožer TG-100
 - pri zemeljskih delih ni predviden odvoz hribine
 - minske vrtine se vrtajo z ročnimi vrtalnimi kladivi v vertikalni smeri.

Treba je pojasniti, zakaj je bila upoštevana le tehnika gradnje na klasičen način in ne tudi sodobnejši način gradnje. Osnovni namen proučevanja je bil v tem,

da se ugotovi vpliv dveh najmočnejših dejavnikov naravnih danosti na stroške gradnje pri uporabi enake tehnike dela. V kolikor so znani elementi določenega načina dela, je kasneje možno primerjati nove rezultate, ki se kažejo v spremembi učinkov ali ekonomskih kazalcih kot posledica uvajanja drugačnih načinov dela (nova tehnika gradnje, novi stroji itd.). :

5.2 IZRAČUN POTREBNEGA DELA ZA IZGRADNJO 1 km GOZDNE CESTE

Pri izračunavanju potrebnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste smo upoštevali enake postavke, kot so navedene v normativih za gradnjo gozdnih cest in vlak (1984) in se tudi najpogosteje uporabljajo v praksi. Celotno izvajanje del na gradbišču gozdne ceste je razdeljeno na 4 faze in sicer:

- pripravljalna dela
- izvedba spodnjega ustroja
- izvedba odvodnjavanja
- izvedba zgornjega ustroja

5.2.1 Pripravljalna dela

Pripravljalna dela zajemajo naslednja opravila:

- zavarovanje osi trase (prenos označbe nivelete in osi ceste)
- čiščenje trase (posek tanjšega drevja, grmovja, odstranitev sečnih odpadkov in izdelava zaščitne bariere)
- krčenje panjev (odstranitev panjev iz tlorisa površine cestnega telesa).

V spodnji preglednici so navedeni podatki o potrebnem delu (število ur) pri posameznih postavkah glede na naklon terena in vrsto talne podlage. Pri izračunu potrebnega dela v postavki čiščenja trase smo upoštevali normativ $0,02 \text{ ure/m}^2$, kot je navedeno v normativih 1984. V primerjavi z vrednostmi pri drugih postavkah je po naši oceni navedeni normativ razmeroma velik.

Pri računanju podatkov za postavko krčenja panjev je upoštevano 450 dreves na 1 ha gozda, od tega je 80% panjev s premerom manjšim od 30 cm in 20% panjev

Preglednica 15: Porabljeni čas (ure) za pripravljala dela (1 km trase)

Vrsta opravila	Delo opravija	Talna podlaga	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Zavarov. osi trase	kval. delav.		15	18	24	27
Miniranje trase	delavec	mehka	160	170	180	260
		kamnita	140	140	140	180
Kričanje panjev	miner	mehka	16	18	15	19
	buldož.		25	23	24	20

s premerom večjim od 30 cm. Miniranje panjev je potrebno le na mehki podlagi, medtem ko je na kamniti podlagi miniranje panjev upoštevano že pri miniranju kamnine. Panje odstranjuje buldožer TG 100.

5.2.2 Izvedba spodnjega ustroja

Za izvedbo spodnjega ustroja so potrebna naslednja dela:

- odkop hribine za izvedbo cestnega telesa
- miniranje hribine, kadar trasa poteka na kamniti podlagi
- odziv izkopenega materiala v prečni ali podolžni smeri
- dodatna dela, ki zajemajo:
 - škarpiranje odkopnih brežin
 - izkop koritnice
 - planiranje planuma

V naših izračunih smo upoštevali izvedbo spodnjega ustroja z buldožerejem TG 100. Iz normativov, ki so predstavljeni na grafikoni 2-5 in veljajo za porabo časa za potrebna dela pri odkopu in miniranju za 1 m³ hribine, smo izračunali porabo časa za izvedbo 1 km spodnjega ustroja na različnih naklonih terena in na različnih talnih podlagah. Podatki so prikazani v preglednici 16 in 17.

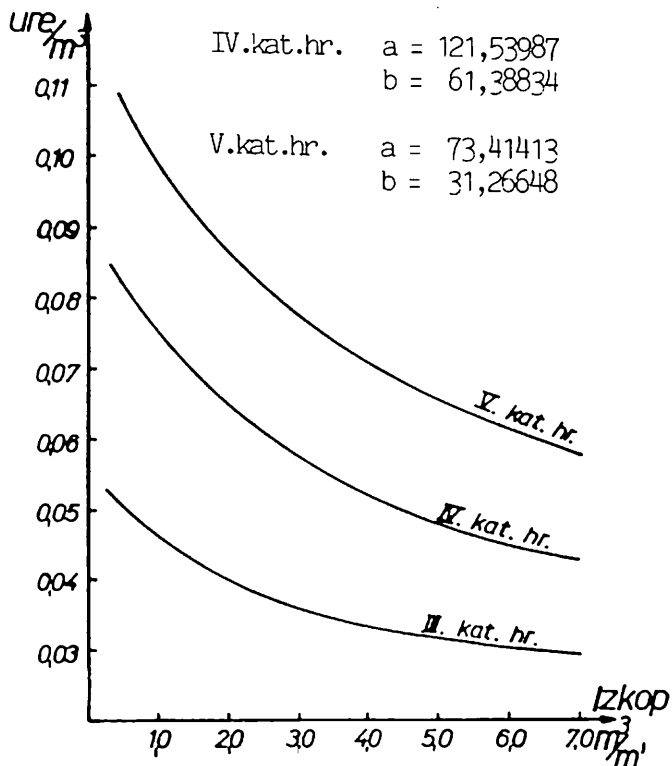
Graf.10: NORMATIVI ZA ODKOP

$$y = \sqrt{\frac{1}{a+bx}}$$

III.kat.hr. a = 400,15508
b = 113,03184

IV.kat.hr. a = 121,53987
b = 61,38834

V.kat.hr. a = 73,41413
b = 31,26648



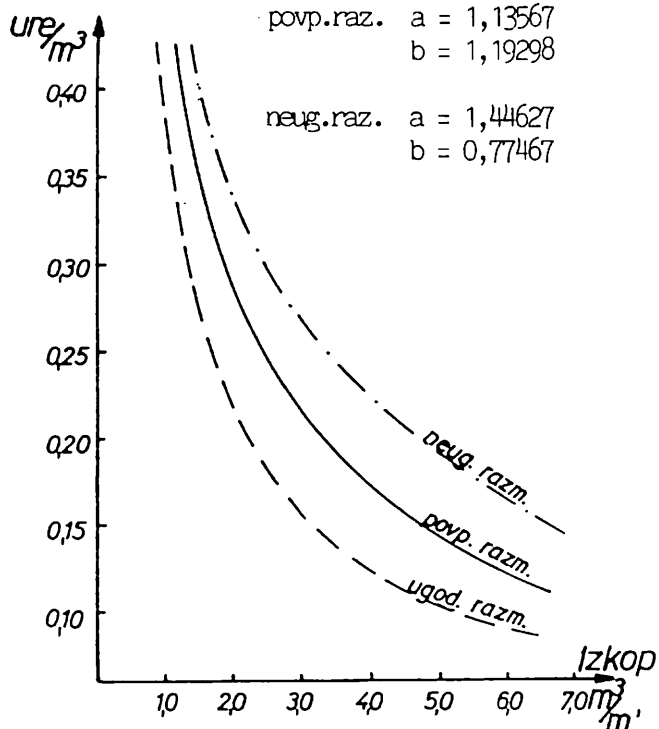
Graf.11: NORMATIVI ZA VRTANJE MIN.VRTIN

$$y = \frac{1}{a+bx}$$

ugod.raz. a = 1,27932
b = 1,70894

povp.raz. a = 1,13567
b = 1,19298

neug.raz. a = 1,44627
b = 0,77467



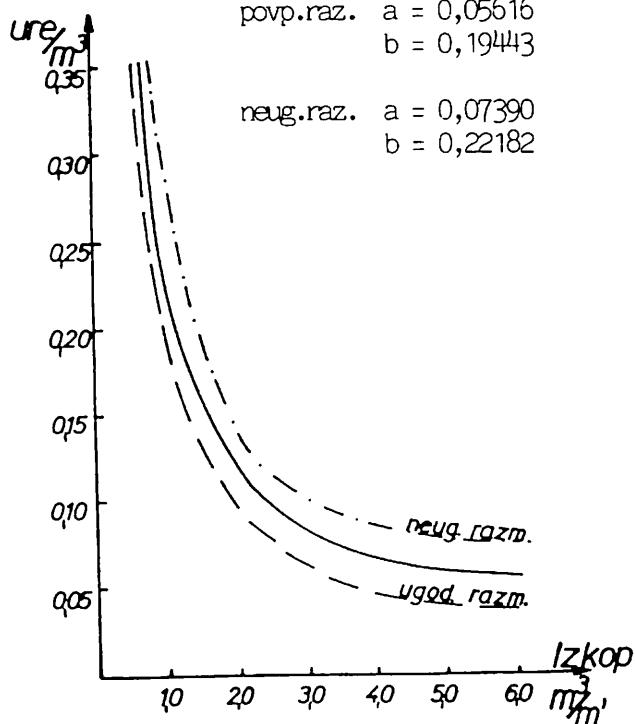
Graf.12: NORMATIVI ZA DELO MINERJA

$$y = a + \frac{b}{x^2}$$

ugod.raz. a = 0,03704
b = 0,18085

povp.raz. a = 0,05616
b = 0,19443

neug.raz. a = 0,07390
b = 0,22182



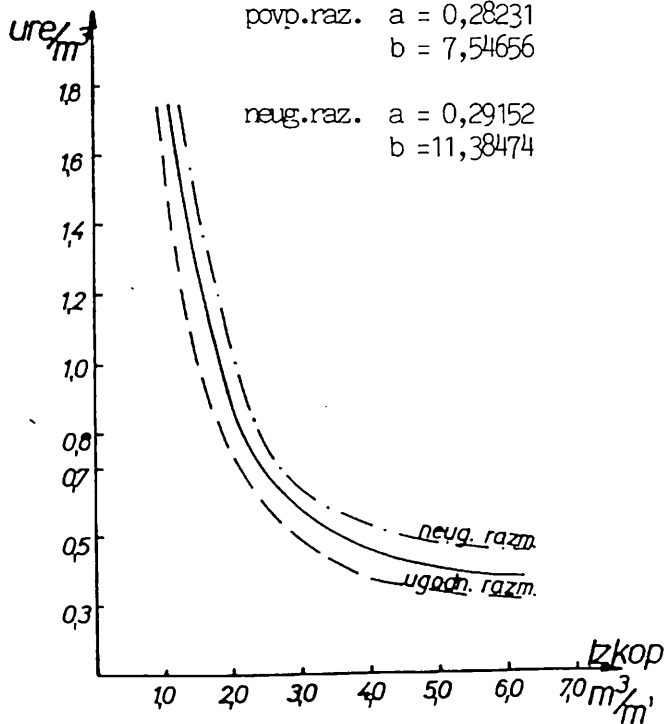
Graf.13: NORMATIVI ZA RAZSTRELIVO

$$y = a \cdot b^{\frac{1}{x}}$$

ugod.raz. a = 0,23272
b = 7,79796

povp.raz. a = 0,28231
b = 7,54656

neug.raz. a = 0,29152
b = 11,38474



Preglednica 16: Poraba časa (ure) za izvedbo spodnjega ustroja brez dodatnih del (1 km trase)

Vrsta opravila	Delo opravilja	Kategorija hribine	Naklon terena			
			0 %	20 %	40 %	60%
Odkop	buldož.	III.	45	67	112	206
		IV.	65	98	159	270
		V.	72	107	191	322
Miniranje	vrtalec	IV.	80	88	103	122
		V.	589	739	943	1128
	vrtalni stroj	IV.	54	59	69	81
		V.	393	493	629	752
	miner	IV.	34	32	24	36
		V.	268	276	264	325
Odriv	buldož	III.	-	-	11	24
		IV.	-	-	9	20
		V.	-	-	8	16

K podatkom, navedenih v preglednici 16 in 17 je treba pojasniti:

- pri računanju porabe časa za miniranje v V.kategoriji hribine so upoštevane povprečne terenske razmere, v IV.kat.hribine pa ugodne terenske razmere;
- pri odzivu materiala pri vseh kategorijah hribine smo upoštevali povprečno razdaljo odziva do 40 m in sicer le pri naklonih terena nad 40%, kjer se predvideva za odziv 10% celotnega izkopa;
- pri dodatnih delih smo upoštevali, da je pri škarpiranju odkopne brežine potrebno odstraniti 10 cm debelo plast zemljine v III. in IV.kategoriji hribine ter da je koritnica izkopana na eni strani vozišča.

Preglednica 17: Poraba časa (ure) za dodatna dela pri izvedbi spodnjega ustroja (1 km trase)

Vrsta opravila	delo opravilja	Kategorija hribine	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Dodatna dela	buldožer	III.	10	14	17	23
	bager	III.	-	3	6	15
	buldožer	IV.	12	14	17	24
	bager	IV.	-	3	7	19
	buldožer	V.	-	4	4	7
	bager	V.	10	10	10	10
	vrtalec	V.	43	46	46	48
	vrt.stroj	V.	30	34	34	37
	miner	V.	29	31	31	32

5.2.3 Izvedba odvodnjavanja

Odvodnjavanje ceste, ki je izvedeno le za odtok padavinske vode, zajema pri gradnji na propustni talni podlagi le polaganje cevnih propustov, na nepropustnih tleh pa tudi izkop občestnih jarkov.

A) Polaganje cevnih propustov

Pri polaganju cevnih propustov je predvideno, da se na dolžini trase 1 km vgradi 4-6 cevnih propustov (število je odvisno od talne podlage), kar bi ustrezalo za povprečne terenske razmere. Za vgraditev cevnih propustov premera 80 cm na dolžini 1 km ceste je potrebno naslednje število ur:

kateg.hribine:	III.	IV.	V.
strojno delo (bager, vrtanje):	27	34	35
ročno delo (kvalif.delavec, vrtalec, miner):	38	35	37

B) Izkop obcestnega jarka

V določenih terenskih razmerah (nepropustna talna podlaga, večja količina padavinske vode) za odvodnjavanje cestnega telesa ne zadostuje le koritnica, ampak je namesto nje treba izkopati obcestni jarek, ki v ravnem in položnem svetu poteka na obeh straneh ceste, drugače pa le na eni strani.

Za izkop jarka za zgraditev 1 km ceste je potrebna naslednja količina strojnega dela:

pri naklonu terena:	0%	20%	40%	60%
količina izkopa (m ³):	400	680	1680	4180
delo bagra (ur):	28	48	84	167

5.2.4 Izvedba zgornjega ustroja

Za izvedbo zgornjega ustroja ceste je najprej treba pripraviti utrditveni material, ga prepeljati na gradbišče in ga vgraditi v vozišče. Količina potrebnega dela je odvisna predvsem od tega, kako debelo plast vozišča bomo utrdili s pripeljanim utrditvenim materialom.

A) Količina utrditvenega materiala

Pri izvedbi zgornjega ustroja smo upoštevali, da je vozišče utrjeno s pripeljanim utrditvenim materialom le v eni plasti, katere debelina je odvisna od nosilnosti talne podlage oziroma kategorije hribine.

Priloga 18: Količina utrditvenega materiala

Kategorija hribine	III.	IV.	V.
Debelina zgornjega ustroja (cm)	30	20	10
Količina utrditven. materiala (m ³ /m)	1,50 (1,33)	1,00	0,50

Vrednosti v preglednicah 18 do 20, ki so navedene v oklepaju, veljajo za primere, kadar ne izdelamo utrjene koritnice.

Pri izračunu količine utrditvenega materiala smo upoštevali povprečno širino vozišča 420 cm, ki smo jo ugotovili na osnovi naslednjih predpostavk:

širina vozišča	320 cm
širina utrjene koritnice (na eni strani ceste)	50 cm
povprečna razširitev vozišča v krivinah	20 cm
dodatek za utrjene prostore	<u>30 cm</u>
skupaj	420 cm

Pri navozu utrditvenega materiala smo upoštevali koeficient razrahljanosti 1,2.

B) Prevoz utrditvenega materiala

Ker je čas prevoza utrditvenega materiala v veliki meri odvisen od prevozne razdalje med gramoznico in gradbiščem, smo pri naših izračunih uporabili različne prevozne razdalje in sicer: 3, 8 in 15 km.

Razdalje prevoza utrditvenega materiala pri gradnji gozdnih cest v Sloveniji so razmeroma precej velike. Iz ankete, ki je bila napravljena v okviru ugotavljanja gospodarske zmogljivosti gozdnogospodarskih območij, smo zbrali naslednje podatke:

povprečne prevozne razdalje do 10 km	imajo pri 4 gozd.gosp.
" " "	20 km " 6 " "
" " "	30 km " 3 " "
" " "	40 km " 1 " "

Izračunali smo tudi povprečno prevozno razdaljo, ki znaša 18,3 km.

Navedeni podatki o prevoznih razdaljah veljajo le za gradnjo gozdnih cest v družbenih gozdovih.

Pri izračunih potrebnega časa za prevoz utrditvenega materiala za zgraditev 1 km ceste, kar je prikazano v preglednici 19, smo upoštevali kapaciteto kamiona 8 m³ materiala in vožnjo po cesti v povprečnih razmerah (podolžni naklon ceste 4-8%).

Preglednica 19: Poraba časa za prevoz utrditvenega materiala za 1 km ceste

	Prevozna razdalja	Talna podl. (Kateg.hrib.)		
		III.	IV.	V.
Število ciklusov voženj		188 (166)	125	63
Skupna poraba časa za prevoz (ure)	3 km	167,4 (148,5)	111,6	55,6
	8 km	260,6 (231,2)	173,8	86,9
	15 km	359,4 (318,8)	239,6	119,8

C) Poraba časa pri izvedbi zgornjega ustroja

Ko je utrditveni material pripeljan na gradbišče, ga je treba izravnati po planumu v debelino plasti, ki ustreza zahtevani nosilnosti, ter ga komprimirati. Poraba časa za potrebna opravila pri izvedbi zgornjega ustroja je prikazana v preglednici 20.

Preglednica 20: Poraba časa (ure) za izvedbo zgornjega ustroja (1 km ceste)

V r s t a o p r a v i l a	Delo opravlja	Kategorija hribine		
		III.	IV.	V.
Nakladanje utrd.mater.	naklad.	45,0 (40,0)	30,0	15,0
Poravnavanje	buld.TG 50	37,5 (33,3)	25,0	12,5
Odstranjevanje kamenja	delav.	75,0 (66,5)	50,0	25,0
Razgrinjanje	greder	19,5 (17,3)	13,0	6,5
Profiliranje	greder	8,4 (7,4)	8,4	8,4
Komprimiranje	valjar	21,0 (18,5)	21,0	21,0

5.2.5 Skupna količina potrebnega dela za zgraditev 1 km ceste

Od skupne količine dela, ki je potrebno za zgraditev 1 km gozdne ceste, bomo ločeno prikazali potrebno količino ročnega dela in potrebno količino strojnega dela.

A) Količina ročnega dela

V preglednici 21 so prikazani podatki o potrebni količini ročnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribine.

Preglednica 21: Količina ročnega dela (ure) za zgraditev 1 km ceste

Faza izvedbe	Vrsta opravila	Kateg. hribine	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Pripravljalna dela	zavarovanje trase, čiščenje trase, krčenje panjev	III.	191	206	219	306
		IV.	165	173	184	247
		V.	155	158	164	207
Spodnji ustroj	miniranje	IV.	114	120	127	158
		V.	857	1015	1207	1453
Odvodnjavanje	izvedba cev.prop.	III.-V.	50	50	50	50
Zgornji ustroj	odstranjevanje kamenja	III.	75	75	75	75
		IV.	50	50	50	50
		V.	25	25	25	25
S k u p a j		III.	316	331	344	431
		IV.	379	393	411	505
		V.	1087	1248	1446	1735

Za lažjo predstavitev razmerja potrebnega ročnega dela pri gradnji ceste na različnih naklonih terena ter v različnih kategorijah hribine smo numerične podatke iz preglednice 21 prikazali na grafikonu 14. Iz poteka krivulj lahko zaključimo naslednje:

- pri gradnji ceste na mehki podlagi (III. in IV.kat.hribine) je vpliv naklona terena minimalen;
- pri gradnji ceste na kamniti podlagi (V.kat.hribine) z večanjem strmine terena hitro narašča tudi količina ročnega dela;
- količina potrebnega ročnega dela ni toliko odvisna od naklona terena, pač pa od vrste hribine.

Zanimiva je tudi struktura ročnega dela, kar je prikazano na grafikonu 15. Prikazana je struktura ročnega dela pri gradnji ceste na naklonu terena 20% in naklonu 60% in sicer v različnih kategorijah hribine. Razlike izhajajo predvsem iz različnih potreb po miniranju kamnine, pri čemer pretežni del celotnega dela odpade na vrtalca.

B) Količina strojnega dela

S podobnimi kazalci, kot smo prikazali količino potrebnega ročnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste, prikazujemo v preglednici 22 količino potrebnega strojnega dela. Podatki so ločeno prikazani po fazah izvedbe, vrsti opravil in strojev, ki delo opravljajo ter pri različnih naklonih terena in kategorijah hribine.

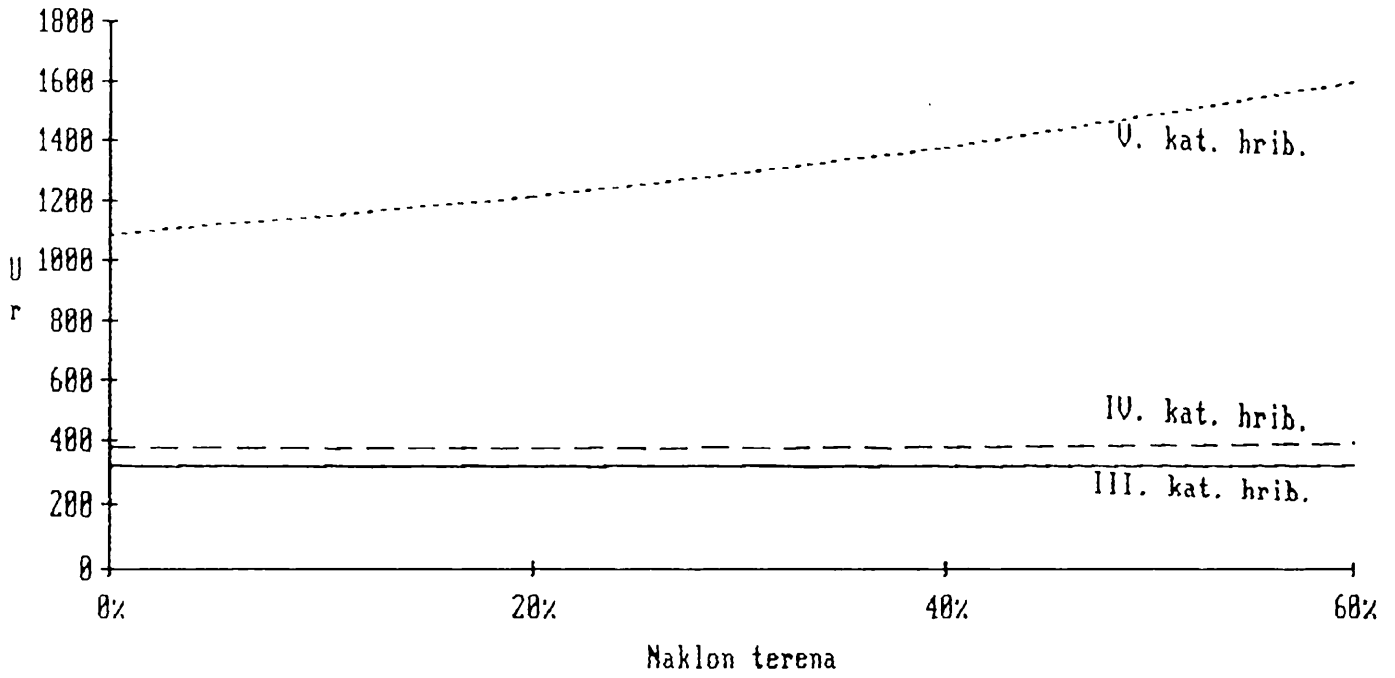
Tudi za količino strojnega dela smo pripravili grafični prikaz (grafikon 16) iz katerega je razvidno, da ima naklon terena pri gradnji ceste na mehki podlagi le manjši vpliv, dosti večjega pa pri gradnji na kamniti podlagi, saj se količina strojnega dela skoraj podvoji pri gradnji na naklonu 60% v primerjavi z gradnjo na ravnem svetu. Velik vpliv ima seveda kategorija hribine, saj količina strojnega dela pri gradnji na kamniti podlagi (V.kat.hribine) prav zaradi miniranja na vseh naklonih terena močno odstopa od razmer, ki so značilne za gradnjo na mehki podlagi.

Kako močan vpliv na skupno količino strojnega dela ima miniranje kamnine, se vidi na grafikonu 17, kjer je prikazana struktura strojnega dela pri gradnji ceste na naklonu terena 20% in 60%. Pri gradnji ceste na določenem naklonu terena, je količina dela buldožerja, bagra, grederja in valjarja skoraj ne-

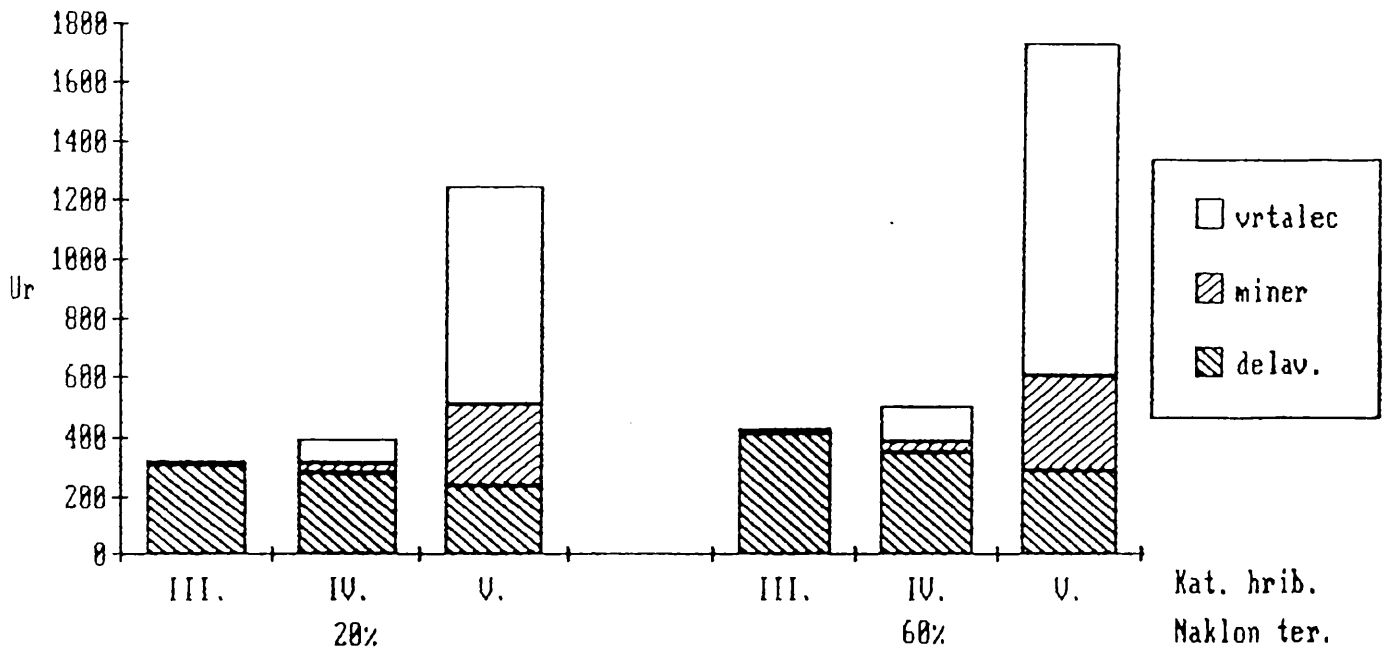
Preglednica 22: Količina strojnega dela (ure) za zgraditev 1 km ceste

Faza izvedbe	Vrsta opravil	Vrsta stroja	Kateg. hrib..	Naklon terena			
				0%	20%	40%	60%
Priprav.dela	Krčenje panjev	buld.	III.-IV.	25	28	24	20
Spodnji ustroj	Odkop,odriv in dodatna dela	buld.	III.	57	81	140	253
			IV.	77	112	185	314
			V.	72	111	203	345
	bager	III.	-	3	6	15	
		IV.	-	3	7	19	
		V.	10	10	10	10	
miniranje	vrtal. stroj	IV.	54	59	69	81	
		V.	393	493	629	752	
Odvadnjav.	cevni propust	bager	III.-V.	35	35	35	35
Zgornji ustroj	nakladanje	naklad.	III.	45	45	45	45
			IV.	30	30	30	30
			V.	15	15	15	15
	prevozi (8 km)	kamion	III.	261	261	261	261
			IV.	174	174	174	174
			V.	87	87	87	87
	izvedba zgor. ustroja	greder	III.	86	86	86	86
			IV.	67	67	67	67
			V.	48	48	48	48
Skupaj			III.	509	539	597	715
			IV.	462	508	591	740
			V.	660	799	1027	1292

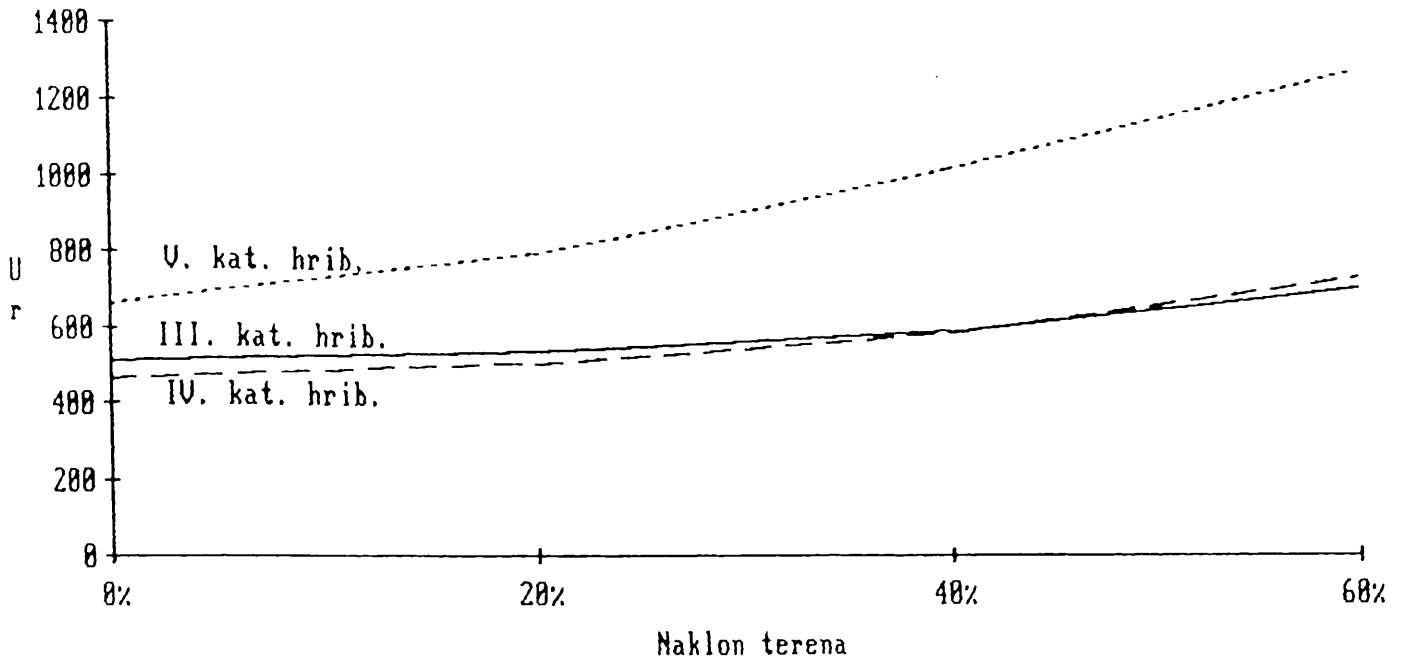
Graf. 14: KOLIČINA ROČNEGA DELA ZA ZGRADITEV 1 KM CESTE



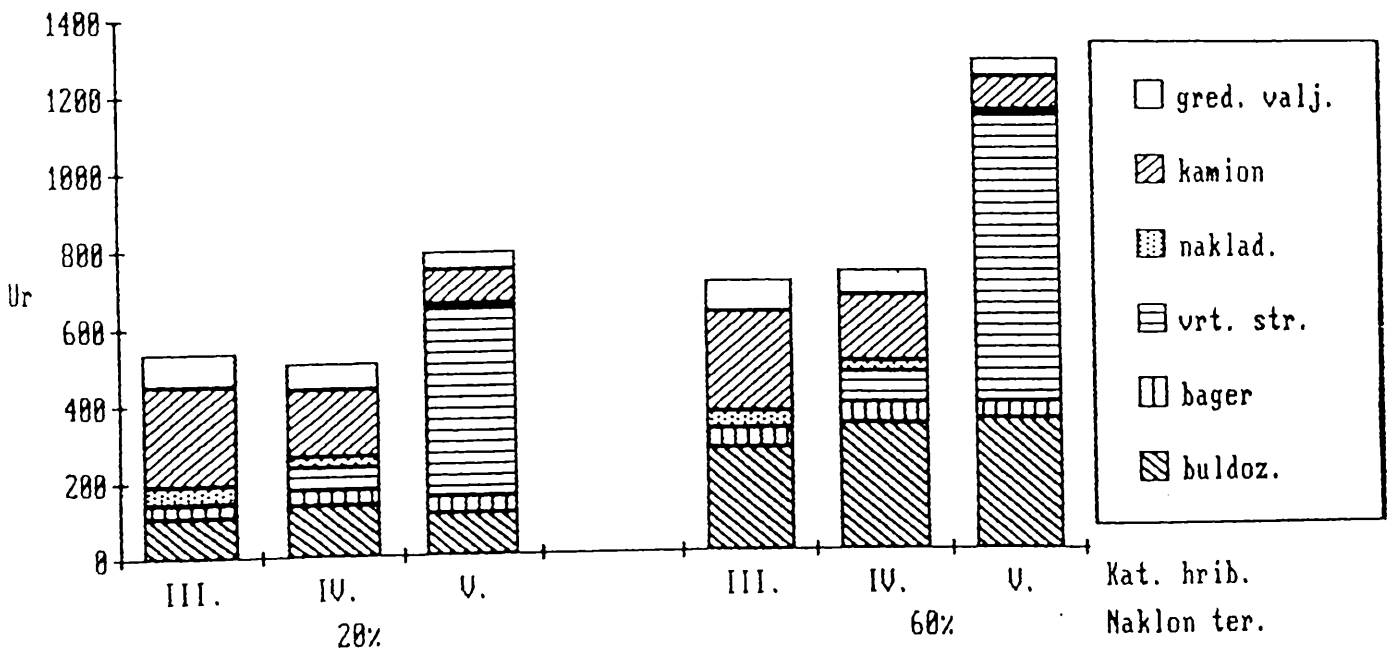
Graf. 15: STRUKTURA ROČNEGA DELA



Graf. 16: KOLIČINA STROJNEGA DELA ZA ZGRADITEV 1 KM CESTE



Graf. 17: STRUKTURA STROJNEGA DELA



spremenjena glede na kategorijo hribine, pač pa se s kategorijo hribine bistveno spremeni količina dela za vrtalni stroj in kamion, ki prevažata utrditveni material. S povečevanjem deleža kamnine se zaradi potrebe po miniranju povečuje obseg dela vrtalnega stroja, znižuje pa se potreba po količini utrditvenega materiala in s tem potreba po prevozih takega materiala.

C) Poraba razstreliva pri gradnji 1 km ceste

Pri gradnji gozdne ceste uporabljamo razstrelivo pri krčenju panjev ter pri drobljenju kamnine pri izvedbi spodnjega ustroja. Kakšna je poraba razstreliva pri omenjenih opravilih v odvisnosti od naklona terena in talne podlage, je prikazano v preglednici 23.

Preglednica 23: Poraba razstreliva (kg) pri gradnji 1 km ceste

Faza izvedbe	Vrsta opravila	Kat. hribine	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Pripravljalna dela	krčenje panjev	III.	76	86	73	91
		IV.	61	65	50	58
Spodnji ustroj	miniranje kamnine	IV.	223	225	223	315
		V.	1550	1813	1850	2270

Poraba razstreliva, navedena v preglednici 23, velja v primerih, ko panje krčimo z buldožerjem TG 100 in ko pri miniranju vrtamo vertikalne vrtine malega premera. Pri računanju porabe razstreliva so bile upoštevane povprečne razmere (miniranje v srednje trdi kamnini, enakomerno drobljivi). Pri miniranju v neugodnih razmerah (žilava kamnina, težko drobljiva) se poraba razstreliva poveča za okoli 20%, v ugodnih razmerah (kamnina je delno preperela, lahko drobljiva) se poraba razstreliva zmanjša za okoli 18%.

V primeru, kadar pa zemeljska dela pri gradnji gozdne ceste izvajamo z bagrom, tedaj predhodno miniranje pri krčenju panjev odpade, zmanjša pa se tudi potreba po miniranju v IV.kategoriji hribine za okoli 60%. Za normalni potek dela z gabrom je potrebno predhodno miniranje le pri delu v V.kategoriji hribine, vendar v tem primeru je poraba razsterliva manjša v primerjavi z delom z buldožerjem, zlasti pri večji preperelosti in drobljivosti kamnine.

Iz podatkov v preglednici 23 lahko tudi ugotovimo, da je vpliv naklona terena na skupno porabo razstreliva manjši kot bi pričakovali glede na kubaturo izkopa po tekočem metru trase. Treba je pojasniti, da je specifična poraba razstreliva pri manjših izkopih mnogo večja kot pri večjih in da se precejšen del razstreliva porabi pri izdelavi koritnice in izravnavi planuma pri gradnji na kamniti podlagi, na kar pa naklon terena nima vpliva.

5.3 RELATIVNI STROŠKI GRADNJE 1 km GOZDNE CESTE

Pri ugotavljanju ekonomske upravičenosti gradnje določene ceste je strošek gradnje pravgotovo eden najpomembnejših kazalcev, ki ga moramo upoštevati. Zaradi hitrega spreminjanja cen nam izračunani strošek gradnje, izražen v dinarskih vrednostih, ne bi veliko koristil, zato bomo v našem primeru stroške gradnje izrazili v relativnih vrednostih. Zanimajo nas predvsem razmerje stroškov pri gradnji ceste na različnih naklonih terena ter na različnih talnih podlagah (kategorijah hribine).

Kot osnovo za izračun relativnih stroškov gradnje 1 km gozdne ceste smo vzeli urno postavko delavca, katere vrednost znaša 1 enoto.

Razmerja vrednosti urnih postavk pri ročnem in strojnem delu ter vrednosti materiala, uporabljenega pri gradnji, so naslednja:

pri ročnem delu:		pri strojnem delu:		material za gradnjo:	
- delavec	1,00	- buldožer TG 100	3,78	- razstrelivo	
- vrtalec	1,16	- bager (600 lit)	3,98	amonal (kg)	0,29
- miner	1,30	- nakladalnik	3,06	- detonator elek.	0,033
		- greder, valjar	3,02	- gramoz (m ³)	0,36
		- vrtalni stroj (brez vrtalcev)	2,24	- beton.cev Ø 80 cm)	1,80
		- kamion (12 t)	3,92		

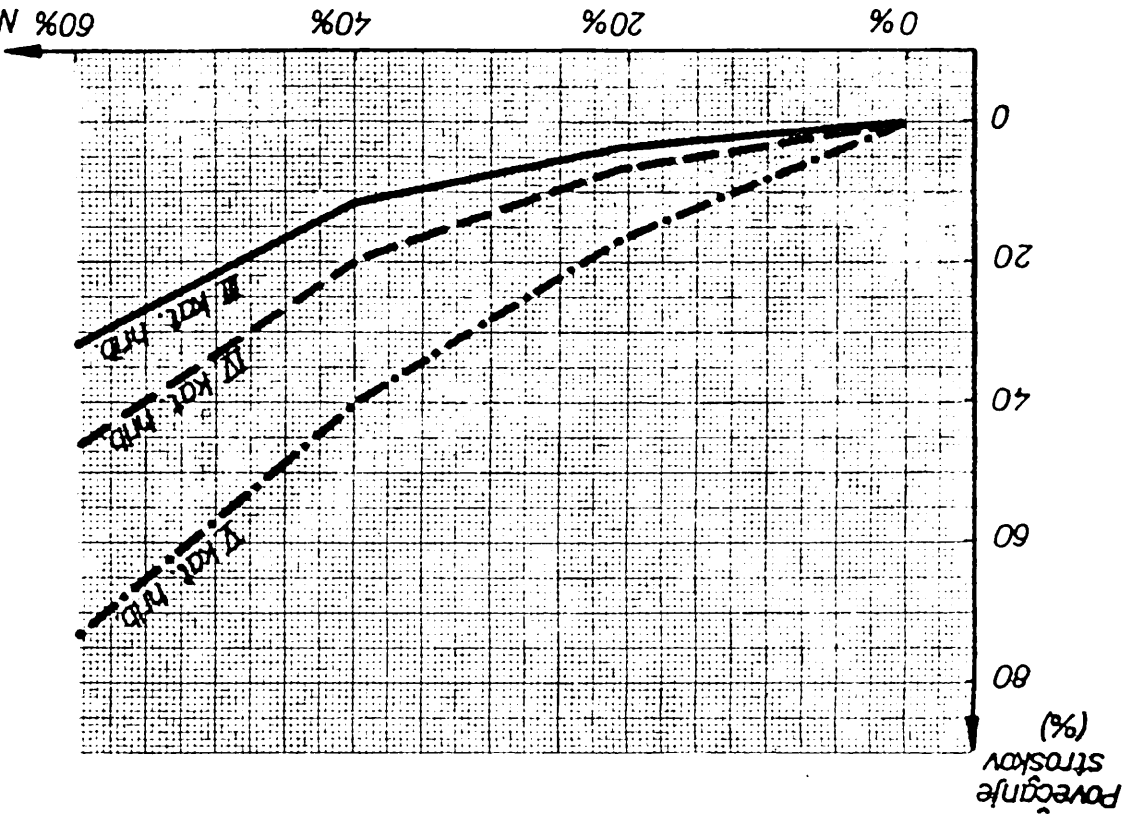
Navedena vrednostna razmerja smo dobili na GG Ljubljana, TOZD mehanizacija - transport in so veljala 1.jan.1987. V ceni urne postavke je upoštevan faktor na bruto osebne dohodke 3,72.

V preglednici 24 so prikazani podatki o relativnih stroških gradnje 1 km gozdne ceste na različnih naklonih terena in v različnih kategorijah hribine. Podatki so ločeno prikazani po posameznih fazah izvedbe.

Preglednica 24: Relativni stroški gradnje 1 km ceste

Faza izvedbe	Kateg. hribine	Naklon terena			
		0%	20%	40%	60%
Pripravljalna dela	III.	315,9	346,4	340,4	419,5
	IV.	278,2	299,3	293,9	353,9
	V.	157,4	160,9	167,8	211,3
Spodnji ustroj	III.	217,0	315,6	551,3	1014,5
	IV.	624,9	787,8	1110,2	1729,9
	V.	2673,4	3305,5	4189,7	5417,7
Odvodnjavanje (cev.prop.)	III.	219,6	219,6	219,6	219,6
	IV.	209,5	209,5	209,5	209,5
	V.	215,6	215,6	215,6	215,6
Zgornji ustroj (prev.8 km)	III.	2035,3	2035,3	2035,3	2035,3
	IV.	1386,7	1386,7	1386,7	1386,7
	V.	737,7	737,7	737,7	737,7
Skupaj	III.	2787,8	2916,9	3146,6	3688,9
	IV.	2499,3	2683,3	3000,3	3680,0
	V.	3784,1	4419,7	5310,8	6582,3

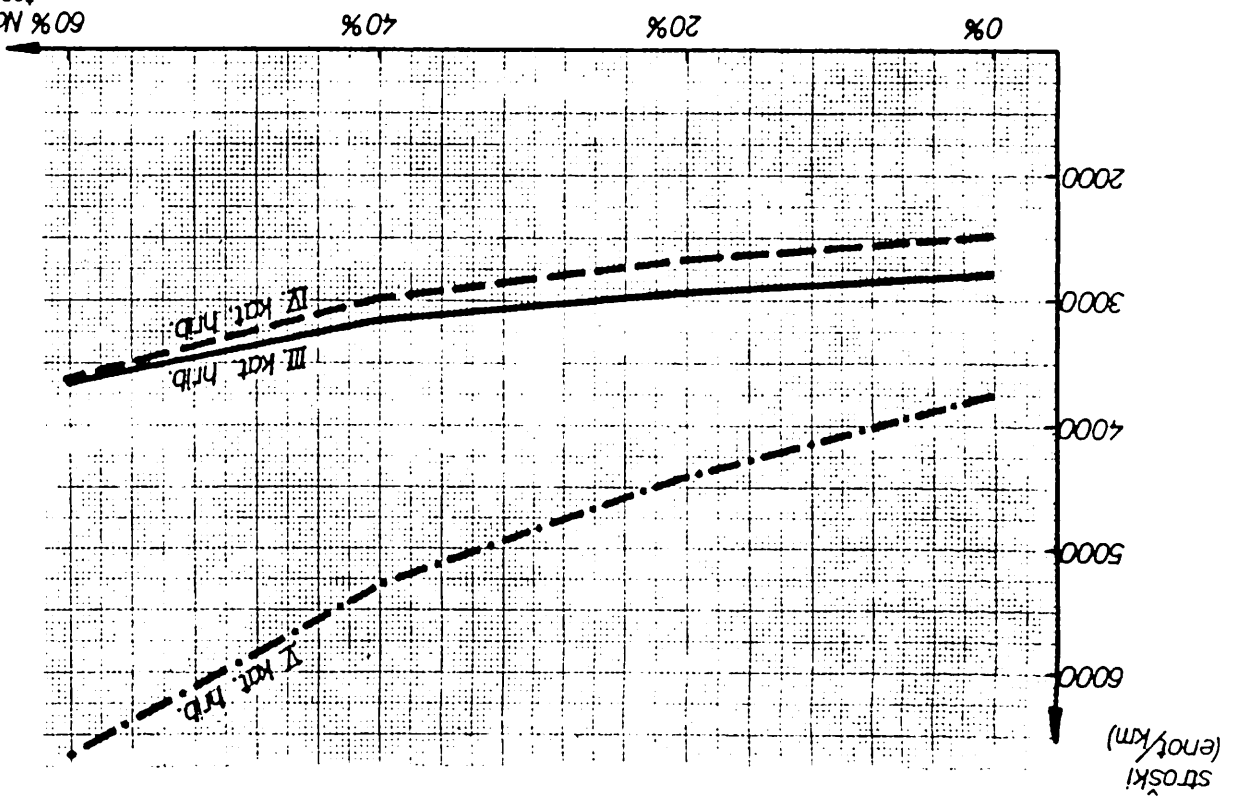
60% Naklon
terena



(Osnova so stroški pri 0% naklona terena)

Graf. 19 : VPLIV NAKLONA TERENA NA STROŠKE GRADNJE

60% Naklon
terena



Graf. 18 : STROŠKI GRADNJE 1 KM GOZDNE CESTE

Na grafikonu 18, kjer so grafično predstavljeni sumarni podatki iz preglednice 24, lahko zelo nazorno spoznamo spreminjanje stroškov gradnje glede na strmino terena in vrsto talne podlage. Ugotovitve so naslednje:

- skupni stroški gradnje so najnižji pri gradnji v IV.kategoriji hribine;
- razlika med stroški gradnje v III. in IV.kategoriji hribine je majhna, z večanjem naklona terena se zmanjšuje in pri naklonu 60% so stroški praktično enaki;
- pri gradnji gozdne ceste na mehki podlagi (III.kat.hribine) je vpliv naklona terena na stroške razmeroma majhen, dosti večji je pri gradnji na kamniti podlagi (V.kat.hribine), kar je razvidno na grafikonu 19;
- stroški gradnje na kamniti podlagi so na vseh naklonih terena precej večji (od 35% do 80%) od stroškov gradnje na mehki podlagi.

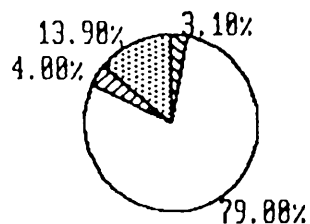
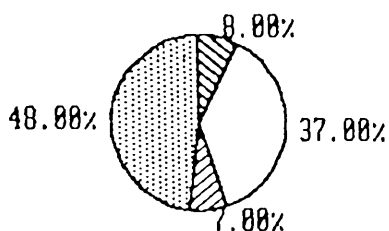
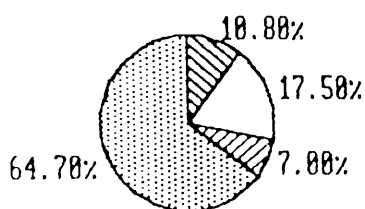
Zanimala nas je struktura stroškov gradnje 1 km ceste po fazah izvedbe. Struktura stroškov se spreminja z naklonom terena in s kategorijo hribine. Analizirali smo stroške gradnje na 40% nagnjenem pobočju kot primer naklona terena, na katerem najpogosteje gradimo gozdne ceste.

Graf.20 : DELEŽ STROŠKOV PRI GRADNJI 1 KM CESTE
(Naklon terena 40%)

III. kategorija hribine

IV. kategorija hribine

V. kategorija hribine



▨ pripravljala dela

▨ odvodnjavanje

□ spodnji ustroj

▨ zgornji ustroj

Iz grafikona 20 je razvidno naslednje:

- pripravljalna dela zajemajo od 10,8% (III.kat.hribine) do 3,1% (V.kat.hribine) od skupnih stroškov gradnje 1 km gozdne ceste;
- izvedba spodnjega ustroja je najcenejša pri gradnji v III.kat.hribine, nanjo odpade 17,5% skupnih stroškov, najdražja pa je pri gradnji v V.kat.hribine, kjer zajema kar 79% vseh stroškov;
- odvodnjavanje je po absolutnih stroških približno enako pri vseh kategorijah hribine, preračunano v relativne vrednosti pa pri gradnji na mehki podlagi zajema 7%, na kamniti podlagi pa 4%;
- izvedba zgornjega ustroja je najdražja pri gradnji na mehki podlagi (zajema 65% vseh stroškov), najcenejša pa je pri gradnji na kamniti podlagi (14% vseh stroškov). Tudi v primeru, da razmerje stroškov izrazimo v absolutni vrednosti, je izvedba zgornjega ustroja pri gradnji na mehki podlagi 2,8 krat dražja kot pri gradnji na kamniti podlagi.

Na osnovi strukture stroškov lahko presodimo, pri katerih fazah izvedbe gradnje je smotrno večje prizadevanje za racionalizacijo dela in s tem poenotev stroškov gradnje.

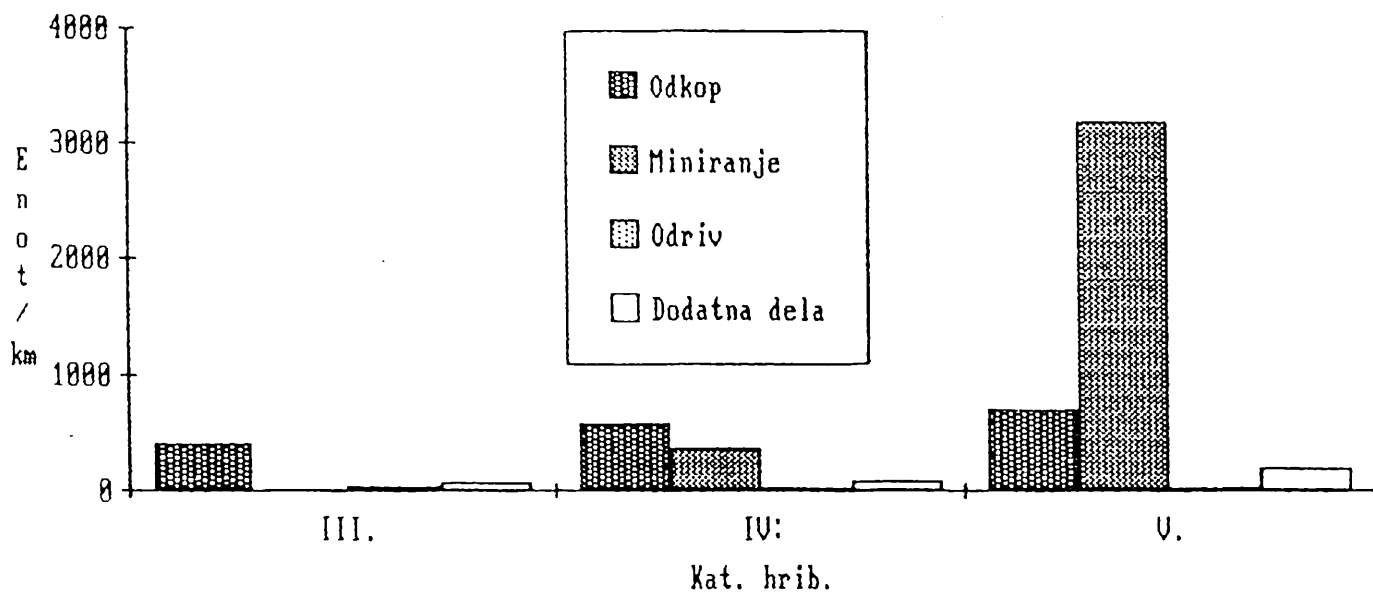
5.3.1 Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja

Izvedba spodnjega ustroja izmed vseh faz dela zahteva največje stroške, kar velja za gradnjo na kamniti podlagi, zato je struktura stroškov glede na vrsto opravil zelo poučna. Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja pri gradnji na naklonu terena 40% je prikazana na grafikonu 21.

Ugotovitve so naslednje:

- stroški za odkop so pri izvedbi spodnjega ustroja osrednja postavka in znašajo od 423 enot (III.kat.hribine) do 722 enot (V.kat.hribine);
- stroški za miniranje kamnine so najbolj spremenljiva postavka. Pri gradnji v III.kat.hribine teh stroškov sploh ni, medtem ko pri gradnji v V.kat.hribine zajemajo kar 77% vseh stroškov oziroma 3.231 enot, kar je 5,8 krat več kot znašajo vsi stroški spodnjega ustroja v III.kat.hribine ali 2,9 krat več kot v IV.kat.hribine. V sklopu stroškov miniranja v V.kat.hribine odpade največji delež na vrtanje minskih vrtin (73,7%), na stroški razstreliva pa 17,0%;

Graf.21: STRUKTURA STROŠKOV PRI IZVEDBI SPODNJEGA USTROJA
(Naklon terena 40%)



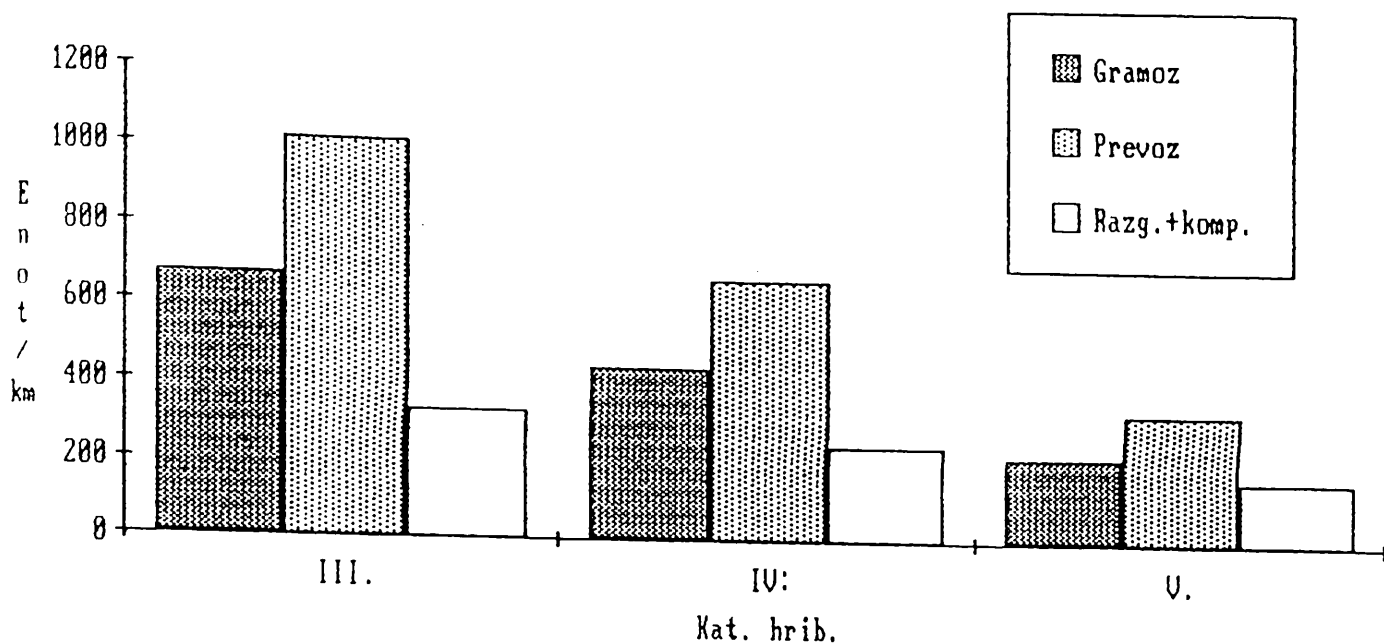
- stroški za odriv hribine so v primerjavi z drugimi stroški najmanjši (30-40 enot) in se pri različnih kategorijah hribine le malo spreminjajo;
- stroški za dodatna dela tudi niso velika (86-206 enot), z višjo kategorijo hribine naraščajo.

Pri izvedbi spodnjega ustroja na kamniti podlagi velja vso pozornost nameniti tehniki miniranja, ki naj bo prilagojena razmeram na trasi in ki bo upoštevala varnost in humanost pri delu, gospodarnost in cilj miniranja ter zahtevo po čimmanjših poškodbah na okolju. Prav pri miniranju se v praksi često dogaja, da z ne dovolj pazljivim delom napravimo hude rane na okoliškem sestoji, kar povzroči upravičeno kritiko javnosti, prizadeti gozd pa se le težka opomore čez daljše obdobje.

5.3.1 Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja

Pri gradnji gozdne ceste na mehki podlagi izvedba zgornjega ustroja zajema največji strošek, skoraj 2/3 od skupnih stroškov gradnje. Na grafikonu 22 je predstavljena struktura stroškov po osnovnih postavkah in sicer za gradnjo v III., IV. in V.kategoriji hribine. Podatki veljajo za primere, ko utrditveni material vozimo na razdalji 8 km.

Graf.22 : STRUKTURA STROŠKOV PRI IZVEDBI ZGORNJEGA USTROJA
(Razdalja prevoza 8 km)



Iz grafikona lahko zaključimo naslednje:

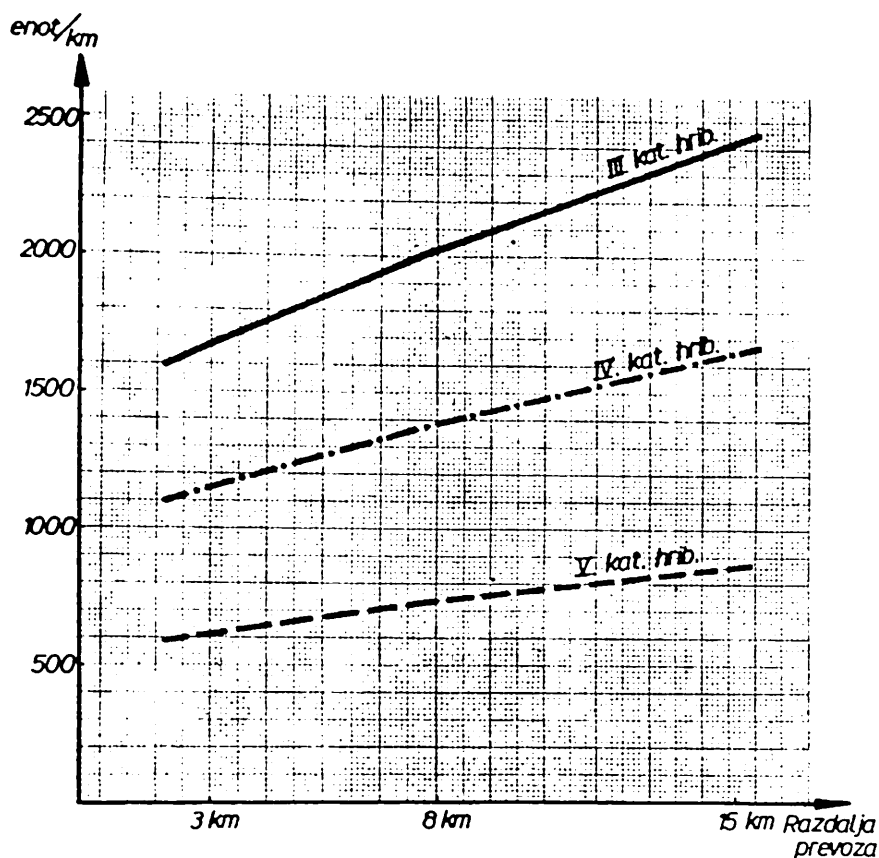
- razmerje med stroški osnovnih postavk (nabava gramoza in nakladanje, prevoz, izdelava zgornjega ustroja) je pri gradnji na različnih talnih podlagah približno enako in je v razmerju 33% : 48% : 20%;
- izmed vseh postavk največji delež zajema strošek za prevoz utrditvenega materiala, ki znaša okoli 50% vseh stroškov za izvedbo zgornjega ustroja. Stroški za prevoz so odvisni od prevozne razdalje, zato bomo vpliv večje ali manjše prevozne razdalje na stroške gradnje posebej obravnavali;
- nabava utrditvenega materiala skupaj z nakladanjem predstavlja okoli 1/3 vseh stroškov zgornjega ustroja;
- stroški za izvedbo zgornjega ustroja niso odvisni od naklona terena, temveč le od nosilnosti talne podlage (od kategorije hribine).

A) Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja

Pri izvedbi zgornjega ustroja največji delež zajemajo stroški za prevoz utrditvenega materiala, ki pa so v največji meri odvisni od prevozne razdalje. Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja pri gradnji v različnih kategorijah hribine je razviden na grafikonu 23. Prevozna razdalja najmočneje vpliva pri gradnji ceste na mehki podlagi (III.kat.hribine), ker je v tem primeru potrebno za prevoz utrditvenega materiala tudi največ voženj. Podaljšanje prevozne razdalje od 3 km na 15 km se strošek zgornjega ustroja v III.kat.hri-

bine poveča za 45%, celoten strošek za zgraditev 1 km gozdne ceste pa se poveča za 27%, kar velja za gradnjo na 40% nagnjenem pobočju.

Graf. 23 : VPLIV PREVOZNE RAZDALJE NA STROŠKE
ZGORNJEGA USTROJA



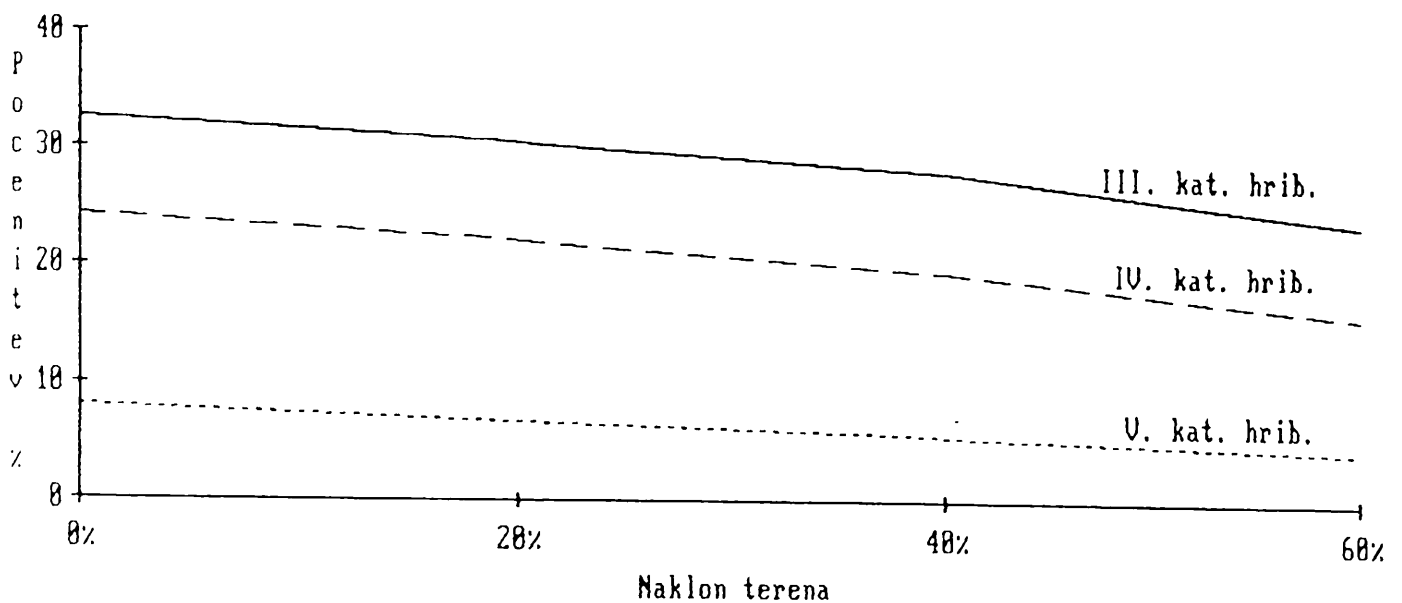
Pri gradnji na kamniti podlagi (V.kat.hribine) je vpliv prevozne razdalje manjši. Pri podaljšanju prevozne razdalje od 3 km na 15 km se stroški zgornjega ustroja povečajo za 40%, celoten strošek ceste pa le za 4,8%.

B) Pocenitev gradnje zaradi nahajališča utrditvenega materiala na gradbišču

V določenih primerih, zlasti kadar trasa ceste poteka po moreni ali podobni talni podlagi, se lahko zgodi, da dovolj utrditvenega materiala najdemo na sami trasi ali v njeni neposredni bližini. Tedaj je treba material le naložiti na kamion in ga razvoziti po planumu. Pocenitev gradnje nastane pri nabavi utrditvenega materiala in zaradi skrajšanega prevoza. Če predpostavimo, da je povprečna razdalja prevoza po sami trasi 1 km seveda z enkrat bolj počasno vožnjo, potem bi pocenitev stroškov izvedbe zgornjega ustroja v primerjavi s stroški pri prevozu na razdalji 8 km znašala pri gradnji na mehki podlagi 66%, pri gradnji na kamniti podlagi pa 61%.

Dosti bolj uporabni so podatki, če pocenitev v zgornjem primeru preračunamo na celotne stroške izgradnje 1 km gozdne ceste, kar je prikazano na grafikonu 24. Pri gradnji ceste na naklonu terena 40% znašajo pocenitve v III.kat.hribine kar 28,6% , v V.kat.hribine pa 5,5%.

Graf.24: POCENITEV GRADNJE CESTE ZARADI UTRDITVENEGA MATERIALA NA TRASI

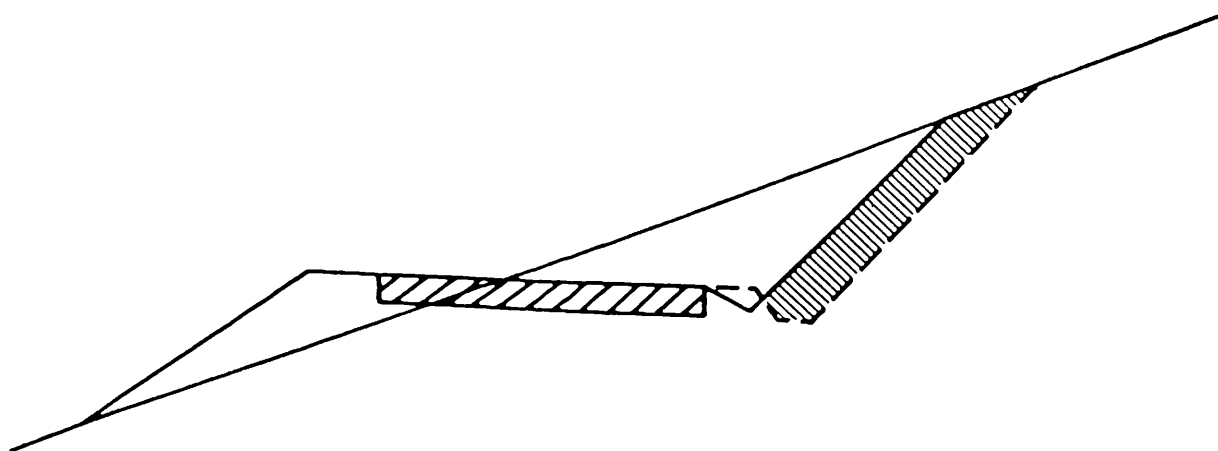


V primeru, kadar pa utrditveni material vozimo na razdalji 8 km, ampak iz lastne gramoznice, kar pomeni, da odpade strošek nabave materiala, tedaj so pocenitve približno za polovico manjše kot so predstavljene na grafikonu 24.

5.3.3 Povečanje stroškov gradnje zaradi obcestnega jarka namesto koritnice

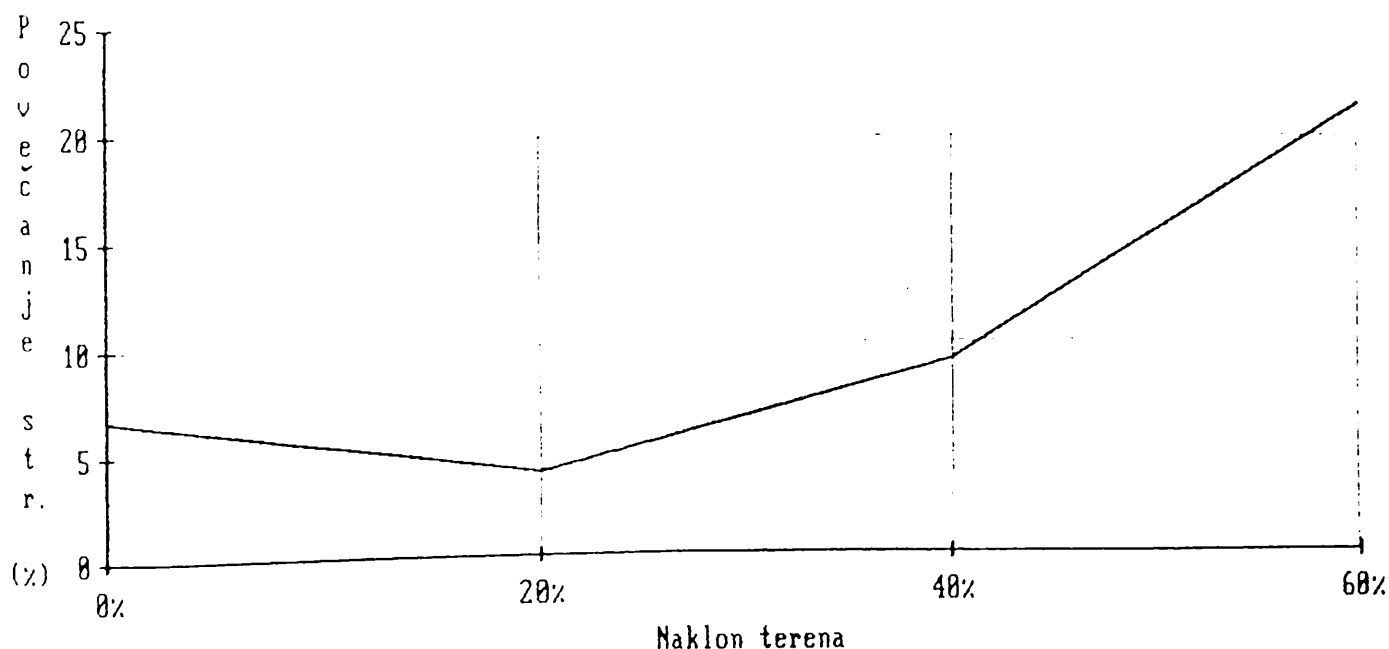
Na nepropustni talni podlagi in kadar pričakujemo večjo količino padavinske vode, tedaj je namesto koritnice treba izkopati obcestni jarek na notranji strani cestišča (skica 30). Zaradi takšnega načina odvodnjavanja se znatno poveča količina izkopa, zlasti na bolj strmih pobočjih, s tem se seveda poveča strošek za izvedbo spodnjega ustroja. Delna pocenitev pa nastane pri izvedbi

Skica 30: PREČNI PROFIL CESTE Z JARKOM



zgornjega ustroja, ker ni treba utrditi koritnice. Za koliko se poveča skupni strošek izgradnje 1 km gozdne ceste v primeru izvedbe jarka namesto koritnice, je mogoče odčitati na grafikonu 25. Podatke smo izračunali le za gradnjo v mehki hribini (III.kat.hribine), ker prav na takih terenskih razmerah pogosteje pride v poštev navedeni primer. Večje povečanje stroškov zaradi jarka na ravnem terenu v primerjavi s položnim terenom izhaja iz tega, ker v ravnini izkopljemo jarek na obeh straneh ceste, na nagnjenem terenu pa le na eni strani.

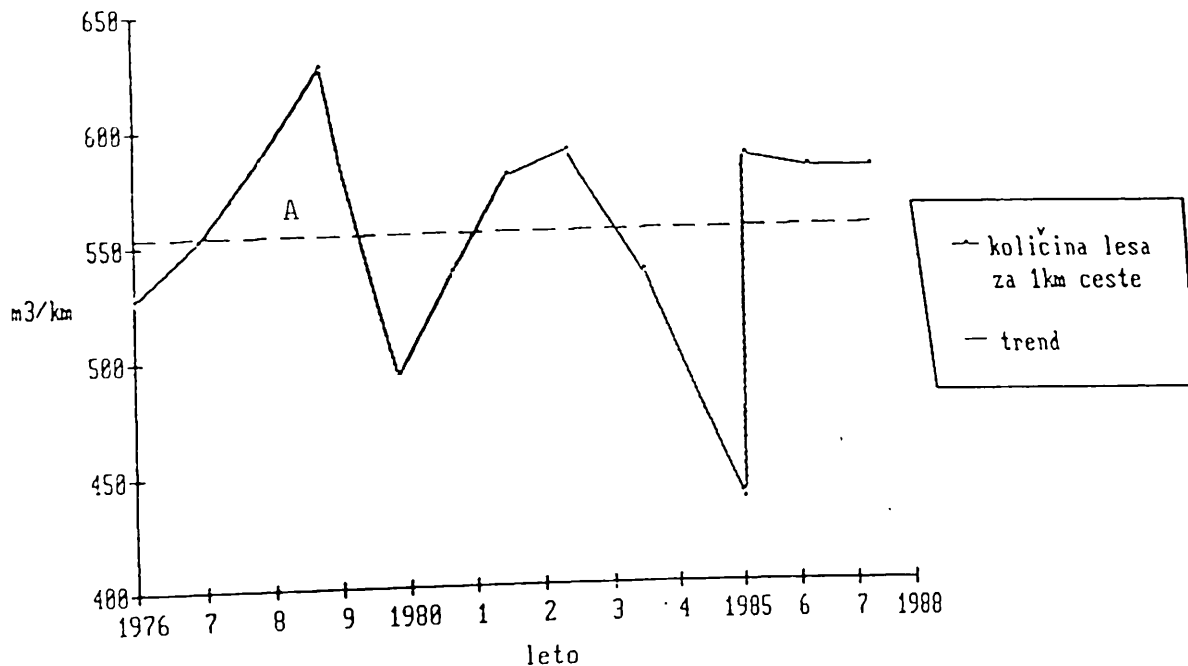
Graf. 25 : POVEČANJE STROŠKOV GRADNJE CESTE ZARADI JARKA
(III. kategorija hribine)



5.3.4 Primerjava stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste s povprečno ceno lesa

Prav gotovo je zanimiv in tudi koristen podatek o tem, koliko kubikov lesa povprečne vrednosti je potrebno prodati na trgu, da za izkupiček od prodanega lesa zgradimo 1 km povprečno drage gozdne ceste. Prodaja lesa je osnovni vir prihodka večine gozdnogospodarskih organizacij, zato je navedeno razmerje obenem dober kazalec za presojo o gospodarski zmožnosti odpiranja gozdov v določenem predelu. V ta namen smo zbrali podatke o povprečni ceni prodanega lesa v Sloveniji (podatki Splošnega združenja za gozdarstvo) za obdobje 1976-1988 ter podatke o povprečnih stroških gradnje 1 km gozdne ceste (podatki Samoupravne interesne skupnosti za gozdarstvo). Iz navedenih podatkov smo izračunali količino lesa, katerega vrednost ustreza stroškom za zgraditev 1 km gozdne ceste, kar je prikazano na grafikonu 26. Povsem razumljivo je, da cene lesa na trgu nihajo in da vsako leto niso izdelani isti gozdni sorti-menti.

Graf. 26: KOLIČINA PRODANEGA LESA ZA ZGRADITEV 1 KM GOZDNE CESTE



Tudi stroški gradnje gozdnih cest močno variirajo glede na težavnost gradnje. Vendar kljub navedenim med seboj neodvisnim nihanjem različnih dejavnikov indeksi količine lesa v posameznih letih le razmeroma malo nihajo okoli povprečja, ki za obdobje 1976-88 znaša 556 m^3 . Na grafikonu 26 zarisana črta A, ki predstavlja izravnane podatke za posamezno leto, nakazuje ugotovitev, da

se v obdobju 1976-1988 stroški gradnje gozdnih cest v primerjavi s povprečno ceno lesa skoraj niso spremenili. Seveda pa bi pri podrobnejši analizi navedenih razmerij morali upoštevati še druge kazalce, kar pa bi preseгло namen obravnavane tematike.

5.3.5 Primeri, ko se kategorija hribine menja vzdolž trase

Pri proučevanju stroškov gradnje 1 km gozdne ceste smo pri dosedanjih izračunih izhajali iz predpostavke, da imamo na celotni trasi le eno vrsto hribine. V praksi takih primerov ni prav veliko. Običajno gradimo na terenih, kjer so prisotne različne kategorije hribine, njihov delež pa se vzdolž trase lahko tudi spreminja. Pogosteje nastopi primer, da poteka celotna trasa le v III.kategoriji hribine, medtem ko skoraj ni primera, da bi celotna trasa potekala le v čisti kamnini (V.kat.hribine). Kadar so na trasi prisotne različne kategorije hribine, tedaj lahko nastopita dva različna slučaja:

- a - vzdolž trase se menjavajo posamezni odseki, ki potekajo le v eni kategoriji hribine (odseki trase v čisti kategoriji hribine), odseki so različno dolgi, na celotni trasi so tako zastopane različne kategorije hribin v različnih deležih;
- b - na vsakem prečnem profilu trase se nahaja več kategorij hribine v različnih deležih.

Ko računamo stroške gradnje ceste za celotno traso, moramo v vsakem opisanem slučaju različno postopati.

V prvem slučaju (a) je izračun preprost. Za vsak posamezen odsek na osnovi naklona terena ter le ene kategorije hribine izračunamo ali iz predhodnih grafičkonov ugotovimo stroške gradnje za enoto dolžine, pomnožimo z dolžino odseka ter stroške posameznih odsekov seštejemo.

V drugem slučaju (b), ko imamo različne deleže hribine na istem prečnem profilu, izračun stroškov gradnje ni več tako preprost. Če želimo točno izračunati

stroške gradnje, potem meramo za vsako skupino prečnih profilov z enakim deležem hribin ločeno računati vrednosti pri posamezni postavki stroškov za vsako kategorijo hribine posebej in sicer z upoštevanjem dejanskih dimenzij (količina izkopa na tekoči meter trase, širina vozišča na trdni podlagi itd.). Za približno oceno stroškov gradnje si pomagamo lahko tudi tako, da skupne stroške izračunamo na osnovi deleža zastopanosti posameznih kategorij hribin. Kako zanesljivi so taki izračuni, bomo prikazali na naslednjem primeru:

- na prečnem profilu pri naklonu terena 40% je v izkopu 50% III. in 50% V.kategorije hribine;
- hribina V.kategorije (kamnina) se nahaja na notranjem delu prečnega prereza izkopa;
- hribina III.kategorije (zemljina) se nahaja na zunanjem delu izkopa in prekriva kamnino v 35 cm enakomerno debeli plasti.

Preglednica 25: STROŠKI GRADNJE 1 KM CESTE PRI RAZMERJU HRIBIN
50% III. in 50% V. KATEGORIJE

Faza izvedbe	Stroški po dejan. stanju		Razlike po propor. izračunu	
	enot/km	%	enot/km	%
1 - Pripravljalna dela	187,6	3,9	+ 66,5	+35,4
2 - Spodnji ustroj	3.406,0	70,4	-1.035,5	-30,4
3 - Odvodnjavanje	215,6	4,4	+ 2,0	+ 0,9
4 - Zgornji ustroj	1.030,2	21,3	+ 356,3	+34,6
S k u p a j	4.839,4	100,0	- 610,7	-12,6

V preglednici 25 so prikazani stroški gradnje 1 km gozdne ceste v primeru, da smo upoštevali dejanske razmere na trasi ter odstopanja od izračunanih vrednosti v primeru, ko smo upoštevali 50% stroškov gradnje v III. in 50% stroškov v V.kategoriji hribine. Velika odstopanja se pokažejo pri stroških spodnjega ustroja (-30,4%) in stroških zgornjega ustroja (+34,6%). Razlike pri stroških spodnjega ustroja nastanejo zaradi tega, ker so normativi za minimiranje pri manjši količini izkopa na tekoči meter trase večji kot če upoštevamo povprečno količino izkopa. Pri stroških zgornjega ustroja nastane večja razlika zaradi razmeroma velike širine vozišča na kamniti podlagi in zaradi tega manjše potrebe po dodatnem utrditvenem materialu. Ker imajo od-

stopanja pri najboljšežnejši fazi izvedbe negativni predznak, pri vseh drugih pa pozitivnega, končna razlika niti ni tako velika in v našem primeru znaša -12,6%, kar pomeni, da bi bil za toliko predračun prenizek v primerjavi z dejanskim stanjem.

Pri proučevanju stroškov gradnje cest v različnih terenskih razmerah nas zanima tudi razmerje med najnižjimi in najvišjimi stroški. Iz naših dosedanjih izračunov izhaja (preglednica 24), da je to razmerje 1 : 2,6. REBULA (1985) je pri primerjanju gradbenih stroškov med 22 gozdnimi cestami pri treh gozdnih gospodarstvih ugotovil razmerje 1 : 2,6, ki je zgolj slučajno enako razmerju, kot izhaja iz naših računov, vendar ugotovljeno razmerje v obeh primerih izhaja iz povsem drugačnih izhodišč. Seveda pa so v praksi ta razmerja lahko mnogo večja, saj moramo upoštevati zelo različne možnosti nabave uditvenega materiala, zahtev po odvodnjavanju, potreb po gradnji različnih tehničnih objektov itd. Za zelo pestre razmere na celotnem ozemlju Švice za potrebe računanja optimalne odprtosti gozda ABEGG (1988) grupira stroške gradnje gozdnih cest v 4 razrede, pri katerih je razmerje med skrajnimi vrednostmi celo 1 : 8. V okviru enega gozdnogospodarskega območja v običajnih terenskih razmerah lahko pričakujemo razmerje 1 : 2, v kolikor ne upoštevamo dodatnih stroškov za gradnjo tehničnih objektov.

6 PROMETNA OBREMNITEV CEST V GOZDU

Pri odločanju o gospodarski upravičenosti gradnje določene prometnice sta odločilnega pomena gradbeni strošek in strošek vzdrževanja prometnice. Gradbeni strošek je poleg drugih dejavnikov v veliki meri odvisen od izbranih standardov, ki naj bi jih pri projektiranju in izvedbi upoštevali. Za pravičen izbor standardov (tehnični elementi ceste, potrebna utrditev zgornjega ustroja, ureditev odvodnjavanja, ureditev cestnega telesa po izgradnji itd.) moramo predhodno poznati predvideno prometno obremenitev prometnice. Poznavanje prometne obremenitve je potrebno tudi za oceno stroškov vzdrževanja prometnice, saj je promet tako po frekvenci kot po obremenitvi po teži poleg padavinske vode glavni povzročitelj poškodb na voziščih prometnic.

V našem sestavku bomo obravnavali prometno obremenitev cest v gozdu (gozdne in negozdne ceste) samo z vidika prometa, ki poteka zaradi neposrednih gozdarskih dejavnosti v gozdu, ne bomo pa obravnavali prometa, ki je povezan z drugimi dejavnostmi v gozdu (lovstvo, rekreacija itd.), niti prometa, ki ni vezan na gozdni prostor (lokalni promet). Obseg prometa zaradi izven gozdarskih dejavnosti je lahko zelo velik, v posameznih primerih lahko celo presega promet, ki ga zahteva delo v gozdu, vendar je običajno pogojen z lokalnimi razmerami. Promet zaradi negozdarskih dejavnosti ne moremo posplošiti, moramo pa ga upoštevati, ko obravnavamo konkretno cestno omrežje.

6.1 PROMETNA OBREMNITEV CEST ZARADI GOSPODARJENJA Z GOZDOM

Promet, ki poteka zaradi gozdarskih dejavnosti v gozdu, ne obremenjuje cest samo zaradi odvoza lesa iz gozda do uporabnika, ampak tudi zaradi opravljanja najrazličnejših del v samem gozdu, zato je treba obravnavati prometno obremenitev cest v okviru celotnega gospodarjenja z gozdom. Zaradi specifičnosti prometa s tovornimi vozili bomo prometno obremenitev cest pri prevozu lesa za blagovno proizvodnjo obravnavali v posebnem poglavju.

Zaradi gospodarjenja z gozdom poteka po cestah naslednji promet:

- a) prevoz osebja
- b) prevoz materiala in orodja
- c) odvoz lesa.

Z namenom, da bi lahko ugotovili prometno obremenitev ceste, ki odpira določen gozd, moramo najprej izračunati, kolikšen promet (vrsta vozil in frekvenca voženj) zahteva opravljanje del v okviru gospodarjenja z gozdom na enoti gozdne površine t.j. na 1 ha gozda.

Pri izračunih smo upoštevali naslednje podatke:

- povprečni neto etat znaša $3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar velja za povprečne razmere v Sloveniji;
- pri zasebnih gozdovih smo upoštevali, da se od neto etata porabi $0,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ lesa za domačo uporabo, $2,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ lesa pa za blagovno proizvodnjo;

6.2 STRUKTURA IN FREKVENCA PROMETA

Pod pojmom struktura prometa razumemo vrsto prometnih vozil in njihovo razmerje v zastopanosti v prometu. Frekvenca prometa pomeni število prometnih vozil, ki peljejo skozi določen profil na prometnici v določenem časovnem obdobju. V našem primeru bomo frekvenco prometa računali v obdobju 1 leta. Vrsta prometnega vozila je odvisna od namena prometa, zato bomo ločeno obravnavali posamezne vrste prometa, ki ga zahtevajo dejavnosti v gozdnem prostoru.

6.2.1 Prevoz osebja

Pri prevozu osebja upoštevamo vse osebe, ki je kakorkoli povezano z delom na terenu in prihaja stalno ali občasno v gozd. Pri tem je zajeto strokovno osebje (inženirji, tehniki), tehniško osebje (delovodje) in gozdni delavci.

Število prihodov osebja, ki ga zahteva delo na 1 ha gozda, smo izračunavali po obrazcu:

$$n = \frac{a \cdot d}{P}$$

kjer pomeni:

- n - število prihodov osebja za delo na 1 ha gozda v enem letu
- a - število oseb, ki opravljajo terensko delo
- d - število izkoriščenih delovnih dni v 1 letu
- P - površina gozda (ha), kjer se opravljajo delo

Izračun števila prihodov osebja v gozd:

a) strokovno osebje

Upoštevane vrednosti:

$$a = 1200 \text{ oseb} \times 0,6 = 720$$

podatek o številu strokovnega, tehniškega osebja in delavcev v neposredni proizvodnji je vzet iz literature (KOŠIR in sod.1989), vrednost koeficienta je ocenjena

$$d = 177 \text{ dni (isti vir)}$$

$$P = 968.573 \text{ ha, površina lesnoproizvodnih gozdov v Sloveniji}$$

$$n_1 = 0,13 \text{ prihodov/ha}$$

b) tehniško osebje

Upoštevane vrednosti:

$$a = 490 \text{ oseb} \times 0,8 = 392$$

$$d = 177 \text{ dni}$$

$$c = 700.000 \text{ ha (reducirana površina lesnoproizvodnih gozdov)}$$

$$n_2 = 0,10 \text{ prihodov/ha}$$

c) gozdni delavci

Upoštevane vrednosti:

$$a = 3040 \text{ delavcev}$$

$$d = 177 \text{ dni}$$

$$c = 500.000 \text{ ha (reducirana površina lesnoproizvodnih gozdov)}$$

$$n_3 = 1,08 \text{ prihodov/ha}$$

Izračun števila prometnih vozil za prevoz osebja

Število vozil izračunamo po obrazcu:

$$N = \frac{n}{s}$$

N - število prihodov vozil za prevoz osebja, ki opravlja delo na 1 ha v 1 letu

n - število prihodov osebja za delo na 1 ha gozda v 1 letu

s - število oseb, ki se vozi v enem vozilu

a) strokovno osebje

Predpostavka: v povprečju se vozi 1 oseba v osebnem avtomobilu

$$n_1 = 0,13 \text{ prih./ha}, \quad s_1 = 1, \quad N_1 = 0,13 \text{ prih. vozil/ha}$$

b) tehniško osebje

$$n_2 = 0,10 \text{ prih./ha}, \quad s_2 = 1, \quad N_2 = 0,10 \text{ prih. vozil/ha}$$

c) gozdni delavci

Pri prevozu delavcev ločeno obravnavamo:

A - organiziran prevoz (prevozi pri TOZD-ih in TOK-ih)

B - neorganizirani prevoz (individualni prevoz lastnikov gozdov)

A) Organiziran prevoz delavcev

Predpostavka:

- 50% vseh gozdnih delavcev se vozi z osebnimi avtomobili,

v enem vozilu se vozijo 3 delavci ($s=3$)

- 50% vseh gozdnih delavcev se vozi s kombijem,

v enem kombiju se vozijo 4 delavci ($s=4$)

Število prihodov osebnih avtomobilov:

$$n_3 = 1,08 \text{ prih./ha}, \quad N = 0,18 \text{ prih. vozil/ha}$$

Število prihodov kombijev:

$$n_3 = 1,08 \text{ prih./ha}, \quad N = 0,14 \text{ prih. vozil/ha}$$

B) Neorganiziran prevoz

Predpostavka: vsi delavci se vozijo z osebnimi avtomobili,

v enem vozilu se vozita 2 delavca ($s=2$)

$$n = 0,77 \text{ prih./ha} \quad N = 0,39 \text{ prih. vozil/ha}$$

6.2.2 Prevoz materiala in orodja

Prevoz materiala v gozd zajema: prevoz sadik, goriva, razstreliva, prihodi zaradi servisov itd. Koliko prometa zahteva prevoz materiala v gozd, podatkov o tem nismo našli. Cenimo, da se pretežni del materiala in orodja prepelje v gozd obenem s prevozom osebja. Za dodatni prevoz je potrebno po oceni le še 0,05 prihodov kombija na 1 ha gozda v enem letu.

6.2.3 Odvoz lesa

Zaradi različne izbire vozil bomo obseg prometa pri odvozu lesa (gozdnih lesnih sortimentov) ločeno obravnavali odvoz lesa v okviru blagovne proizvodnje in odvoz lesa za domačo uporabo. Prevoz lesa za blagovni promet poteka iz gozda do uporabnika praviloma na daljših relacijah in izključno s kamioni, medtem ko se prevoz lesa za domačo uporabo opravlja na krajših razdaljah in z različnimi tovornimi vozili.

a) Prevoz lesa za blagovno proizvodnjo

Za izračun potrebnega števila prihodov tovornih vozil za odvoz gozdnih lesnih sortimentov moramo poznati količino lesa za odvoz (neto etat) in nosilnost uporabljenih tovornih vozil.

Iz podatkov zadnjega popisa gozdov v Sloveniji po stanju konec leta 1979 ugotovimo, da je znašal neto etat v družbenih gozdovih $3,51 \text{ m}^3/\text{ha}$ in v zasebnih gozdovih $2,45 \text{ m}^3/\text{ha}$. Nadalje smo iz podatkov, ki se vsake dve leti zbirajo v Sloveniji o stanju mehanizacije v gozdarstvu (KOŠIR in sodel. 1989), zbrali informacije o nosilnosti ter drugih lastnostih tovornih vozil za obdobje 1970-1988, kar je prikazano v preglednici 26. Stanje tovornih vozil za prevoz lesa v letu 1988 po gozdnih gospodarstvih je prikazano v preglednici 27.

Iz podatkov v preglednici 26 lahko razberemo naslednje:

- število tovornih vozil (kamionov) se je od leta 1970 večalo vse do leta 1982, ko je doseglo največje stanje (355 kamionov), nato pa je število kamionov postopoma padalo
- delež kompozicij (kamion s polprikolico oz. kamion s prikolico) vse od leta 1970 hitro narašča in je bilo v letu 1988 pri prevozu lesa udeleženih po številu že 56% kompozicij
- tudi nosilnost posameznih vozil z manjšimi nihanji narašča v obdobju 1970-88, kar je prikazano na grafikonu 27. Povprečna nosilnost solo kamiona se je dvignila od 7 t na 10 t, posebno pa je opazno povečanje povprečnega vozila od 7,1 t na 15,5 t
- moč kamionov se povečuje in je bila v letu 1988 za 75% večja kot leta 1970.

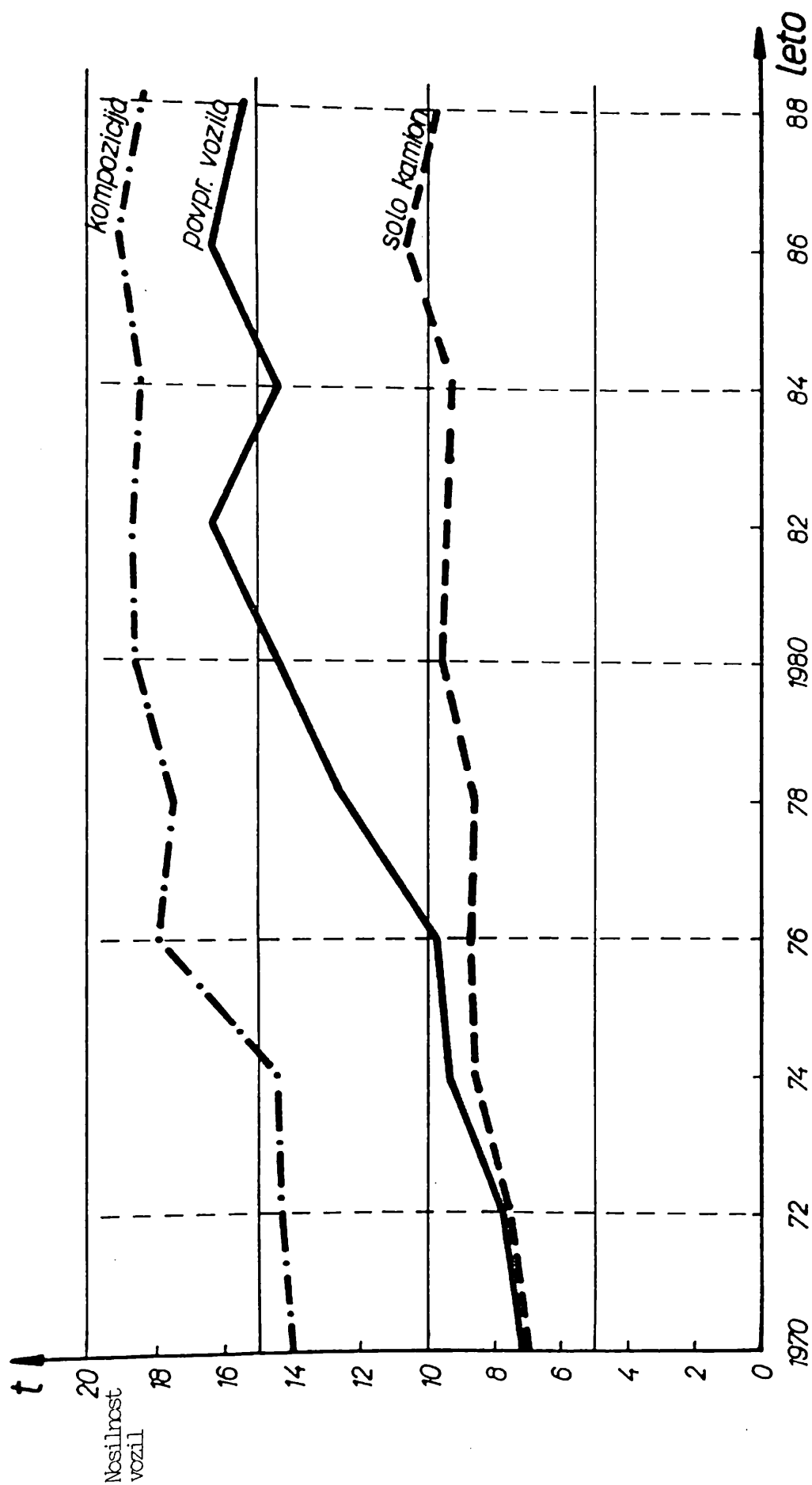
Preglednica 26: Lastnosti vozil za prevoz lesa v Sloveniji v obdobju 1970-1988

Leto	1970	1972	1974	1976	1978	1980	1982	1984	1986	1988
kamionov	262	309	307	323	340	348	355	348	311	316
Število polprikolic	21	32	38	133	146	188	186	197	183	207
prikolic	31	16	-	19	25	23	25	36	-	-
Delež solo kamionov (%)	92,0	89,6	87,6	59,1	57,1	46,0	47,6	43,3	41,2	34
kompozicij	8,0	10,4	12,4	40,9	42,9	54,0	52,4	56,7	58,8	66
kamion solo	7,0	7,6	8,6	-	-	9,6	-	9,4	10,7	9,83
polprikolica	-	-	-	8,1	8,8	9,0	9,7	9,3	9,7	10,12
Nosil- prikolica	7,8	11,1	-	11,6	11,0	11,4	13,5	11,7	-	-
nost kompozicija	-	-	14,5	17,9	17,5	18,6	-	18,5	19,1	18,4
(t) povpreč.vozilo	7,1	7,7	9,4	9,8	-	14,5	16,4	14,5	16,4	15,5
Moč kamionov (kW)	95	95	97	158	161	130	162	169	160	166
Delež kamionov TAM in MAGIRUS (%)	30,2	31,1	32,9	36,8	39,7	50,6	60,6	68,4	76,2	79,0

Preglednica 27: Stanje vozil za prevoz lesa, pregled po gozdnih gospodarstvih (1988)

Gozdno gospodarstvo	Število vozil		Nosilnost (t)		Povpreč. moč kamiona (kW)	
	kamioni	vozila	kamion	kompozicija		
Tolmin	19	14	11,3	10,9	22,2	200,0
Bled	23	13	8,8	9,6	17,8	174,6
Kranj	24	8	8,5	9,0	16,0	135,8
Ljubljana	35	24	8,1	8,5	16,0	145,1
Postojna	19	19	12,0	13,9	25,8	189,1
Kočevje	26	19	9,9	10,8	20,0	172,5
Novo mesto	27	25	9,3	10,0	19,5	190,9
Brežice	22	10	8,0	8,0	15,0	156,0
Celje	27	15	8,7	15,0	23,9	145,9
Nazarje	21	17	6,9	8,0	14,6	-
Slovenj Gradec	28	28	6,7	8,7	15,4	149,0
Maribor	29	24	7,2	10,2	17,7	154,5
Murska Sobota	6	2	8,3	8,0	13,0	185,2
Sežana	3	1	12,8	8,0	20,0	180,7
Posestvo Snežnik	6	2	12,6	12,0	24,3	227,0

Graf.27: Nosilnost vozil za prevoz lesa v Sloveniji v obdobju 1970-88



Zanimivi so tudi podatki v preglednici 27, ki prikazujejo stanje vozil za prevoz lesa pri posameznem gozdnem gospodarstvu. Iz podatkov je razvidna precejšnja pestrost vozil tako po nosilnosti, povprečni moči kamionov kot tudi pestrost v deležu kompozicij. V preglednici 27 so prikazane samo povprečne vrednosti na posameznem GG-ju, obstojajo pa seveda velike razlike v lastnostih vozil znotraj GG-ja.

Povprečne nosilnosti kamionov pri GG-jih se gibljejo v mejah od 6,7 t do 12,8 t, kompozicij pa od 13,0 t do 25,8 t. Povprečna moč kamionov je giblje v mejah od 136 kW do 227 kW, delež kompozicij v sklopu voznega parka pa od 33% do 100%.

Iz podatkov o količini lesa za blagovno proizvodnjo (neto etat je $3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$) ter povprečne nosilnosti kamiona (9,8 t v letu 1988) in kompozicije (18,4 t) z upoštevanjem deleža posameznih vozil, lahko izračunamo, da je letno potrebno 0,10 prihodov kamionov in 0,11 prihodov kompozicij za odvoz lesa iz 1 ha gozda.

b) Prevoz lesa za domačo uporabo

V družbenih gozdovih je celotna količina lesa namenjena za blagovno proizvodnjo, medtem ko je v zasebnih gozdovih del posekanega lesa (od 17-20%) namenjen tudi za domačo uporabo. V naših izračunih smo upoštevali naslednje vrednosti:

- količina lesa za domačo uporabo $0,5 \text{ m}^3/\text{ha}$
- prevoz lesa s kamionom, delež 20% , povpreč.nosilnost vozila 7 t
- prevoz lesa s traktor.prikolico, delež 75%, povpreč.nosilnost 3,5 t
- prevoz lesa na drug način, delež 5%.

Deleži prevozov lesa s posameznimi vozili ter povprečna nosilnost teh vozil so ocenjeni.

Za prevoz lesa za domačo uporabo iz 1 ha gozda je letno potrebno 0,014 prihodov kamiona in 0,107 prihodov traktorja.

V okviru gospodarjenja z gozdom se pojavlja tudi drugi promet (vožnja spravilnih sredstev, vozil in strojev za gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic) vendar ga v naših izračunih nismo upoštevali, ker tega prometa preračunanega na 1 ha gozda ni veliko.

Dp zdaj izračunani podatki o potrebnem številu prihodov vozil, ki jih zahteva delo na 1 ha gozda, so zbrani v preglednici 28. Vsi podatki so preračunani na neto etat $3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Preglednica 28: Letno število prihodov vozil zaradi gospodarjenja na 1 ha gozda.

Namen prometa	Vrsta vozila	Število prihodov			Delež prihodov (%)	
		DG	ZG	vsi gozdovi	(vsi gozdovi)	vozila namen
prevoz osebja	osebni avto	0,38	0,70	0,53	58,2	} 65,9
	kombi	0,12	-	0,07	7,7	
prevoz materiala	kombi	0,08	-	0,05	5,5	5,5
odvoz lesa	kamion	0,10	0,10	0,10	11,0	} 28,6
	kamion s prik.	0,11	0,09	0,09	9,9	
	traktor s prik.	-	0,13	0,07	7,7	
Skupaj		0,79	1,02	0,91	100%	100%

Iz podatkov v preglednici 28, ki prikazuje strukturo vozil in frekvenco voženj, katerega zahteva gospodarjenje na 1 ha gozda, razberemo naslednje:

- struktura in frekvenca prometa sta odvisna od lastništva gozdov, kajti v zasebnih gozdovih poteka neorganiziran prevoz osebja v gozd, drugačen pa je tudi odvoz lesa za domačo uporabo. Pri enakem obsegu dela je v zasebnih gozdovih po frekvenci okoli 25% več prometa kot v družbenih gozdovih;
- preračunano za razmere v Sloveniji je letno potrebno v povprečju 0,91 prihodov različnih vozil zaradi dela na 1 ha gozda. Od skupnega števila vseh prihodov zajemajo osebni avtomobili 58%, kombiji 13%, kamioni (solo in kompozicije) 21% ter traktorji s prikolico 8%;
- frekvenca prometa je dvakrat večja od števila prihodov vozil;
- na prevoz osebja odpade kar 2/3 vsega prometa, na odvoz lesa pa le 28,6% celotnega prometa.

Dejanskega prometa z osebnimi avtomobili po cestah v gozdu je še dosti več, ker moramo podatkom v preglednici 28 dodati še promet zaradi drugih dejavnosti v gozdu (lov, nabiranje gozdnih sadežev, rekreacija) ter lokalni promet. V literaturi (DIETZ in sod. 1984) je mogoče zaslediti podatek, da je takega prometa kar 10-20% od celotnega prometa na cestah v gozdu. Večji delež prometa osebnih vozil zahteva drugačno oblikovanje ceste, saj osebna vozila težijo k

večji hitrosti vožnje, kar pomeni, da je treba ceste v gozdu graditi z ugodnejšimi elementi krivin, predvsem pa je treba skrbeti za boljšo preglednost, s tem pa tudi za boljšo varnost na cestah.

6.3 PROMETNA OBREMENITEV CEST PO TEŽI

Za ugotovitev celotne prometne obremenitve določene ceste moramo poleg frekvence prometa posameznih vozil poznati tudi skupno maso vozila pri vožnji v eno in drugo smer. Pri naših izračunih smo upoštevali naslednje vrednosti za maso vozil:

osebni avto	0,9 t	1 m ³ lesa	1 t
kombi	1,5 t	1 oseba	70 kg
kamion z opremo	10,1 t	oprema delavca	10 kg
kam.prikolica	2,8 t	traktor s prikolico	6 t

Preglednica 29: Skupna masa vozila

Vrsta vozila	Masa (t)		Skupna masa (t) pri vož.	
	vozilo	tovor	v gozd	iz gozda
osebni avto:				
strok.in teh.osebje	0,9	0,08	0,98	0,98
delavci	0,9	0,18	1,08	1,08
kombi:				
prevoz osebja	1,5	0,32	1,82	1,82
prevoz materiala	1,5	0,20	1,70	1,70
tovorno vozilo:				
kamion solo	10,1	9,8	10,1	19,9
kamion s prikolico	12,9	18,4	12,9	31,3
traktor s prikolico	6,0	3,5	6,0	9,5

V preglednici 30 so prikazane vrednosti o prometni obremenitvi cest po teži, pri čemer je upoštevano število prihodov posameznih vozil zaradi dela na 1 ha gozda pri neto etatu 3,0 m³/ha in za razmere, ki so zajete v podatkih v preglednici 28 (povprečje za vse gozdove).

Preglednica 30: Prometna obremenitev ceste po teži zaradi
gospodarjenja na 1 ha gozda

Vrsta vozila	Število prihodov	Prometna obremenitev (t)			Delež obremen. (%)		
		v gozd	iz gozda	skupaj	po vozilu	po namenu	
osebni avto:							
strok.in teh.oseb.	0,23	0,22	0,22	0,44	} 11,3	} 14,0	
delavci	0,30	0,32	0,32	0,64			
kombi:					} 4,5		} 1,8
prevoz osebja	0,07	0,13	0,13	0,26			
prevoz mater.	0,05	0,09	0,08	0,17			
tovorno vozilo:							
kamion solo	0,10	1,01	1,99	3,00	31,5	} 84,2	
kamion s prik.	0,09	1,16	2,82	3,98	41,5		
traktor s prik.	0,07	0,42	0,67	1,09	11,4		
Skupaj	0,91	3,35	6,23	9,58	100 %	100 %	

Podatki v preglednici 30 kažejo naslednje:

- vsak ha gozda z neto etatom $3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$ zaradi gospodarjenja z njim zahteva promet različnih motornih vozil, ki skupno letno obremenjujejo cesto s $9,6 \text{ t}$;
- lahek promet zajema 16% vseh obremenitev, na težak promet (promet zaradi odvoza lesa) odpade kar 84% celotne prometne obremenitve.

Navedeni podatki veljajo le za gozd, iz katerega letno odpeljemo $3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$ gozdnih lesnih sortimentov. Pri večjem neto etatu se prometna obremenitev cest po frekvenci in po teži povečuje približno proporcionalno z naraščanjem količine lesa.

Čeprav delež tovornih vozil po frekvenci prometa ni velik, pač pa je zelo velika njihova prometna obremenitev po teži. Zlasti so neugodne obremenitve ceste zaradi posameznih vozil, saj masa kamiona s prikolico skupaj s tovorom v povprečju znaša kar 31 ton. Tako velika obremenitev zahteva solidno utrjeno vozišče, na slabo utrjenih cestah ali v neugodnih vremenskih razmerah pa povzroča hude poškodbe.

6.4 DIAGRAM PROMETNE OBREMENITVE

Na osnovi podatkov o frekvenci prometa, ki ga zahteva delo na 1 ha gozda ter prometni obremenitvi po teži lahko za poljubni profil na cesti, ki odpira določeno površino gozda, izračunamo prometno obremenitev po frekvenci in po teži. Poznati moramo površino gozda, ki gravitira na cesto do izbranega profila ter neto etat tega gozda. Na grafikonu 28 je prikazan primer diagrama prometne obremenitve (po frekvenci in teži) za cesto skozi gozd, na katero se priključi krajša cesta kot stranski krak. Na abscisi je predstavljena tlorsna dolžina ceste, na ordinati pa kumulativa površine gozda, ki jo cesta odpira do določene točke (n.pr.A) ter odgovarjajoča prometna obremenitev.

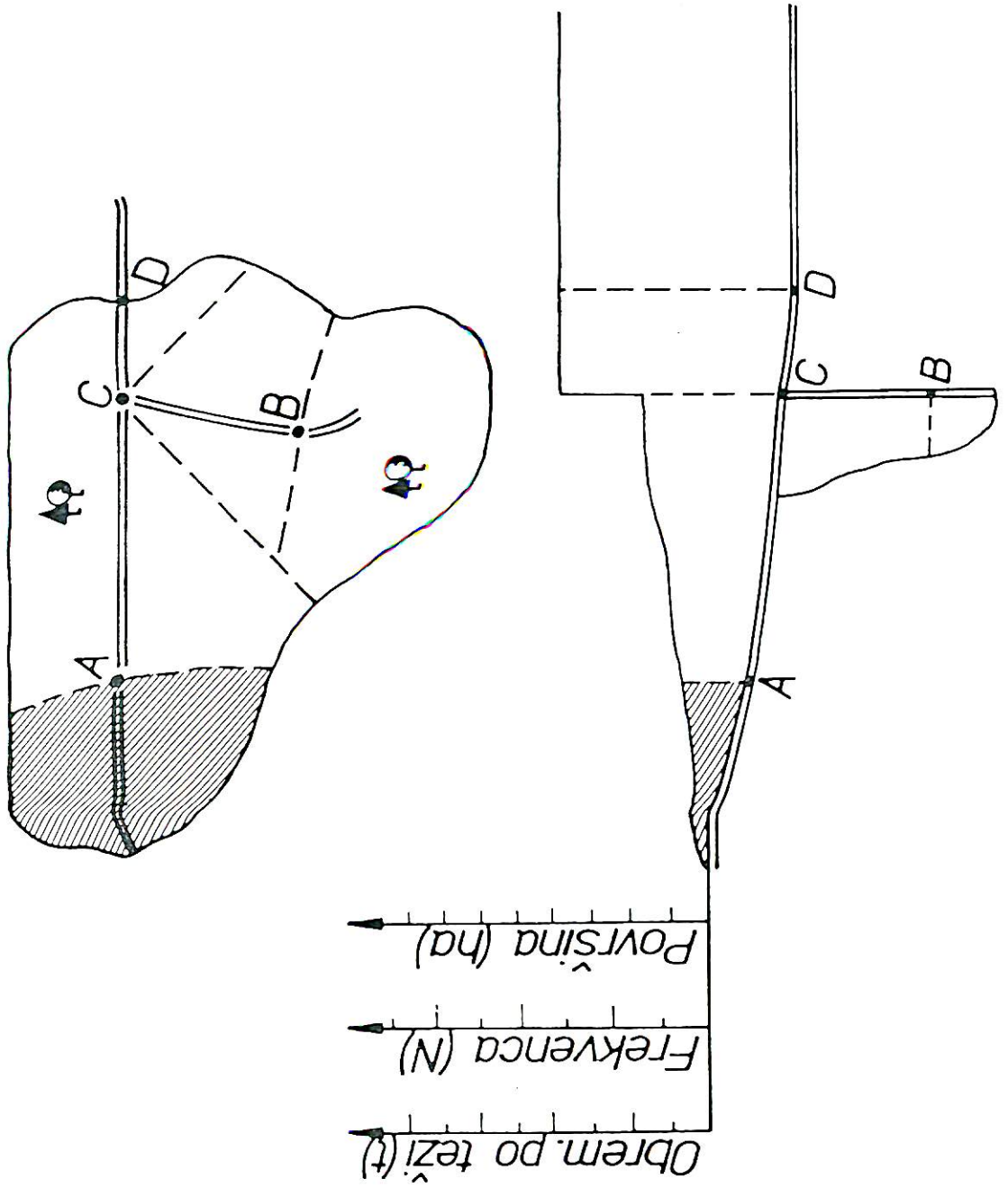
V literaturi najdemo zelo različne podatke o prometni obremenitvi ceste, ki odpira 1 ha gozda. Razlike izhajajo iz tega, ker posamezni avtorji uporabljajo različne vhodne podatke. Različni so lahko izhodiščni podatki o neto etatu, o vrsti in nosilnosti vozil, o strukturi prometa itd. Nekateri avtorji upoštevajo tudi promet zaradi posrednih funkcij gozda (rekreacija) ali celo lokalni promet, ki ni povezan z dogajanjem v gozdu. LOTHRINGEN (1969) je za kompleks gozda v Avstriji z neto etatom $7,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ izračunal naslednjo prometno obremenitev cest:

odvoz iz gozda	0,84 prihodov/ha
dovoz v gozd	0,62 prihodov/ha
prevoz ljudi	3,00 prihodov/ha
skupaj	4,46 prihodov/ha na leto oziroma prometna obremenitev po teži 17,4 t/ha.

Avtor je upošteval tudi promet zaradi lova, življenja v gozdarskih naseljih in lokalni promet. Pri primerjanju podatkov pri naših izračunih in omenjenega avtorja je treba upoštevati, da je v zgornjem primeru etat 2,5 krat večji, obenem pa je nosilnost tovornega vozila za 1/3 manjša kot pri naših izračunih.

Pri presojanju podatkov o prometni obremenitvi ceste, ki odpira neki kompleks gozda, moramo upoštevati ne samo stanje gozda (lesno zalogo in iz tega izhajajoči etat), ampak tudi intenzivnost gospodarjenja in lastništvo gozdov, kar se odraža v strukturi prometnih sredstev.

Graf. 28: Diagram prometne obremenitve ceste



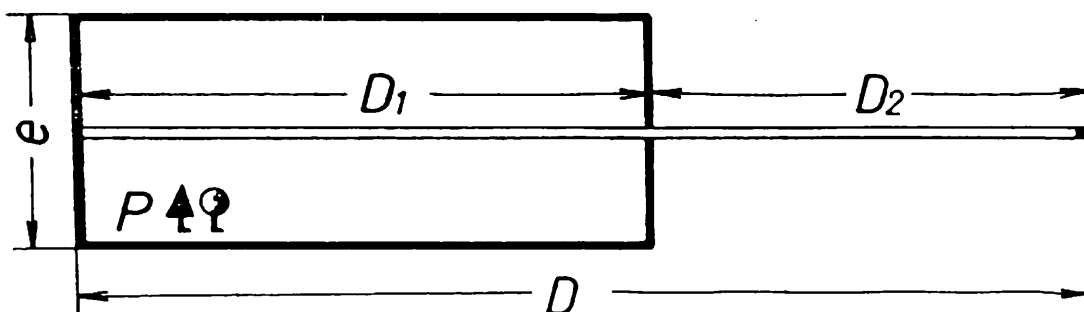
6.5 POVPREČNA PROMETNA OBREMENITEV CEST ZARADI ODVOZA LESA

Pri izračunu povprečne prometne obremenitve cest, ki povezujejo gozd z uporabnikom lesa, bomo upoštevali le odvoz gozdnih lesnih sortimentov v okviru blagovne proizvodnje, ker le za ta promet razpolagamo s podatki o strukturi tovornih vozil, njihovi nosilnosti in povprečni prevoznih razdalji. V Sloveniji količina lesa za blagovno proizvodnjo zajema okoli 84% celotnega neto etata, kar pomeni, da bomo z analizo tega prometa dobili približno oceno o prometni obremenitvi cest v sklopu celotnega odvoza lesa.

V prejšnjem poglavju smo ugotavljali, kolikšen promet zahteva neposredno gospodarjenje z gozdom na 1 ha. Iz predstavljenih podatkov lahko izračunamo, kolikšna bo prometna obremenitev določene ceste, če poznamo površino gozda, ki ga cesta odpira. Poleg navedene informacije nas zanima tudi podatek, kolikšna je povprečna prometna obremenitev cestnega omrežja, ki ga gozdarstvo uporablja za odvoz lesa iz gozda (mesto nakladanja) do uporabnika (mesto razkladanja). Na razpolago so podatki o povprečni prometni obremenitvi posameznih kategorij javnih cest, zato bi bilo zelo koristno dobiti podobne podatke za gozdno cestno omrežje, kar je namen proučevanja v tem poglavju.

Izračun povprečne prometne obremenitve cestnega omrežja pri odvozu lesa.

Izhodišče za izračun povprečne prometne obremenitve je zelo poenostavljena shema gozda (skica 31) s pripadajočim cestnim omrežjem. Shema gozda predstavlja površino vseh lesnoproizvodnih gozdov v Sloveniji, cestno omrežje pa dolžino vseh cest, ki jih gozdarstvo v Sloveniji uporablja pri odvozu lesa iz gozda do uporabnika (stanje 1988).



Skica 31: Shema cestnega omrežja za odvoz lesa

Oznake pomenijo:

P - površina lesnoproizvodnih gozdov	$P = 968.573$ ha
D_1 - dolžina vseh produktivnih cest	$D_1 = 14.359$ km
D_2 - dolžina vseh spojnih cest	$D_2 = 11.483$ km
D - dolžina vseh cest za odvoz lesa	$D = 25.842$ km

$$D = D_1 + D_2$$

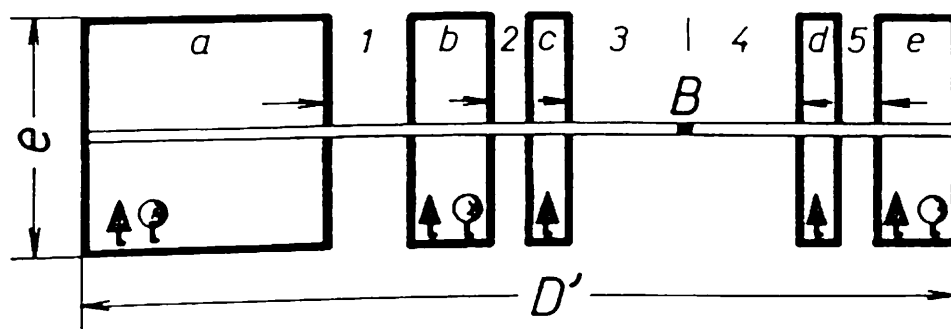
Pomembno je razmerje med dolžino produktivnih in spojnih cest, kar predstavimo s količnikom k_1 .

Za zgornje podatke velja:

$$k_1 = \frac{D_1}{D_2} = 1,25$$

Na skici 31 je shematsko prikazan model, kjer so vse gozdne površine spojene v enem kompleksu, skozi katerega potekajo produktivne ceste, skozi negozdni kompleks pa potekajo spojne ceste. V praksi je seveda stanje bistveno drugačno, saj se gozdne površine prepletajo z negozdnimi, pravitako tudi produktivne ceste s spojnimi.

Za namen našega proučevanja smo napravili razporeditev gozdnih in negozdnih površin v takem razmerju, kot je prikazano na skici 32. Razporeditev površin je zelo poenostavljena in shematična in naj bi predstavljala povprečne razmere v Sloveniji. Pri sestavi sheme smo izhajali iz predpostavke, da je uporabnik lesa lociran v dolini (na skici oznaka B), kjer prevladujejo negozdne površine, medtem ko so kompleksi gozda tem večji, čimbolj so oddaljeni od točke B.



Skica 32: Shema cestnega omrežja v enoti

Nadalje smo pri sestavi sheme upoštevali enako razmerje med gozdnimi in negozdnimi površinami oziroma med dolžino produktivnih in spojnih cest, kot je prikazano na skici 31 torej vrednost koeficienta znaša $k_1 = 1,25$.

Iz podatkov v preglednici 31 ugotovimo, da znaša v Sloveniji povprečna prevozna razdalja za les v blagovni proizvodnji 23,3 km. Povprečna prevozna razdalja se vsako leto nekoliko spreminja. Podatki v preglednici 31 veljajo za leto 1986.

Preglednica 31: Povprečne prevozne razdalje za les v blagovni proizvodnji

Gozdno gospodarstvo	Povpr. prevoz razdalja (km)	Les za blagov. proizvod. (m^3)
1 Tolmin	26	207.845
2 Bled	22,1	151.907
3 Kranj	25,7	197.421
4 Ljubljana	20,4	336.983
5 Postojna	26,7	243.133
6 Kočevje	18,1	284.887
7 Novo mesto	20	211.235
8 Brežice	32,4	109.133
9 Celje	24,3	170.193
10 Nazarje	25,0	137.112
11 Slovenj Gradec	23	224.839
12 Maribor	23,2	253.982
13 Murska Sobota	22	49.127
14 Sežana	23,6	39.576
Skupaj	23,3	2.617.373

Glede na razporeditev gozdne in negozdne površine, kot je prikazana v shemi na skici 32 ter razmerja dolžin produktivnih in spojnih cest ($k_1 = 1,25$) s pomočjo tehtane sredine izračunamo, da je skupna dolžina vseh cest 2,56 krat daljša kot povprečna prevozna razdalja. Ker nam je povprečna prevozna razdalja znana ($\bar{d} = 23,3$ km), lahko izračunamo dolžino cestnega omrežja v zaokroženem prometnem sistemu, ki obenem pomeni enoto za proučevanje prometnih obremenitev.

$$D' = \bar{d} \times k_2$$

D' - skupna dolžina cest v enoti (km)

\bar{d} - povprečna prevozna razdalja (km)

k_2 - količnik, ki predstavlja razmerje med skupno dolžino cest in povprečno prevožno razdaljo

Pri upoštevanih vrednostih: $\bar{d} = 23,3$ km

$$k_2 = 2,56$$

izhaja $D' = 59,65$ km, kar pomeni, da v enoti toliko meri celotno cestno omrežje.

Drugi podatki za enoto so še:

- število enot (n)

$$n = \frac{D}{D'} = 433$$

S predpostavko, da so vse ceste enakomerno razporejene na gozdnih in negozdnih površinah, potem bi bilo v Sloveniji 433 enot, ki predstavljajo zgolj teoretičen model za proučevanje prometnih obremenitev cest, ki se uporabljajo za odvoz lesa

- površina gozdov v enoti:

$$P' = \frac{P}{n} = 2.236 \text{ ha}$$

- skupna dolžina produktivnih cest:

$$D'_1 = D' \cdot k_3 = 33,1 \text{ km}$$

k_3 - delež dolžine produktivnih cest od skupne dolžine cest

$$k_3 = 55,5\%$$

- skupna dolžina spojnih cest:

$$D'_2 = D - D'_1 = 26,5 \text{ km}$$

- povprečna širina gozdnega pasu, ki ga odpira produktivna cesta:

$$e = \frac{P'}{D'_1} = 675 \text{ km}$$

- neto etat $E = 3,0 \text{ m}^3/\text{ha}$

letna količina lesa za odvoz iz enote:

$$E' = E \cdot P' = 6.708 \text{ m}^3$$

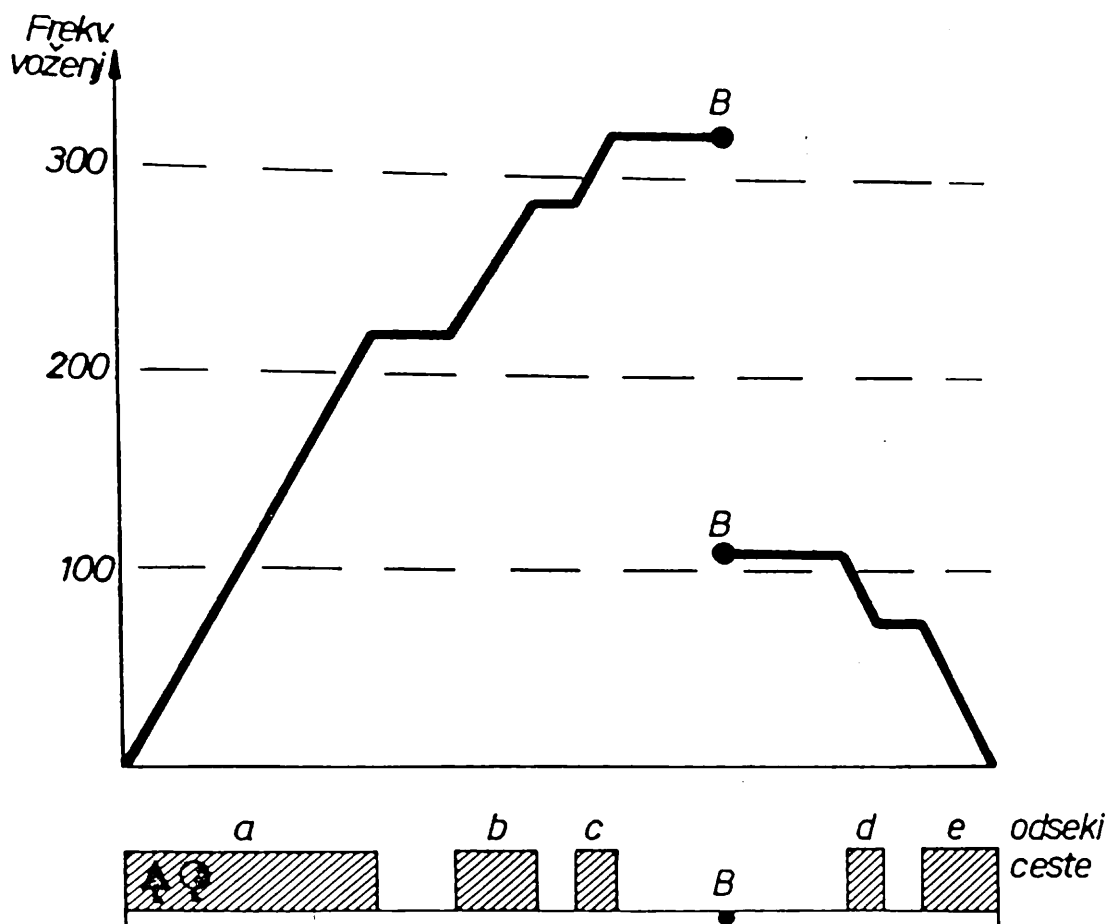
Glede na razporeditev gozdnih in negozdnih površin ter pripadajočih dolžin cest (kot je prikazano na skici 32) in z upoštevanjem neto etata, lahko izračunamo število voženj povprečnega tovornega vozila in s tem prometno obremenitev posameznih odsekov cest.

Preglednica 32 : Elementi za izračun povprečne prometne obremenitve cestnega omrežja v enoti

Oznaka odseka gozd negozd	Dolžina od. km	Neto etat m^3	Število voženj	Frekvenca voženj	
				na začetku odseka	povprečno na odseku
a	16,3	3354	216	216	108
1	5,4			216	216
b	5,4	1118	72	288	252
2	2,7			288	288
c	2,7	559	36	324	306
3	16,3			324	324
4	16,3			108	108
d	2,7	559	36	108	90
5	2,7			72	72
e	5,4	1118	72	72	36

Prometna obremenitev posameznih odsekov ceste (frekvenca voženj na začetku odseka ceste) je prikazana na grafikonu 29. Začetek odseka ceste se meri od mesta uporabnika (oznaka B) v smeri proti levi in desni periferiji enote.

Graf.29: Letne frekvence voženj tovornih vozil v enoti



Ker nam je iz preglednice 32 poznana dolžina svakega odseka ceste ter povprečna frekvenca voženj na odseku, lahko s ponderiranjem izračunamo povprečno prometno obremenitev cestnega omrežja v enoti tako po frekvenci prometa kot po teži (preglednica 33)

Preglednica 33: Povprečne prometne obremenitve pri odvozu lesa za blagovno proizvodnjo

Vrsta ceste	Po frekvenci voženj tovor. vozil		Po teži (t)
produktivne ceste	135	270	10.611
spojne ceste	209	418	16.427
cestno omrežje	168	336	13.205

K podatkom v preglednici 33 je treba dati še naslednja pojasnila:

- frekvenca voženj pomeni število voženj povprečnega tovornega vozila skozi določen profil ceste v 1 letu, pri čemer pojem vožnja zajema prazno vožnjo v gozd in polno vožnjo iz gozda;
- tovorno vozilo predstavlja povprečno tovorno vozilo, kjer je solo kamion zastopan s 34% in tovorna kompozicija (kamion s polprikolico ali prikolico) s 66%;
- prometna obremenitev po teži pri eni vožnji tovornega vozila je izračunana na osnovi naslednjih elementov:

masa solo kamiona z opremo	10,1 t
masa kompozicije	12,9 t
masa povprečnega tovornega vozila	11,9 t
nosilnost solo kamiona	9,3 t
nosilnost kompozicije	18,4 t
nosilnost povprečnega tovornega vozila	15,5 t
prometna obremenitev po teži tov. vozila pri prazni vožnji	11,9 t
prometna obremenitev po teži tov. vozila pri polni vožnji	27,4 t
skupna prometna obremenitev po teži tov.v. pri eni vožnji	39,3 t

Ko smo izračunali povprečno prometno obremenitev cestnega omrežja v enoti prometnega sistema, ki naj bi predstavljal povprečne prometne razmere v Sloveniji pri prevozu lesa, nastane vprašanje, ali na osnovi našega teoretičnega modela lahko ugotovimo tudi prometno obremenitev gozdnih cest. Dejanskih podatkov za takšen izračun nimamo. Lahko si pomagamo s predpostavko, da so v sklopu produktivnih cest gozdne ceste obremenjene 80%, negozdne ceste (javne in druge) pa 120% v primerjavi s povprečno obremenitvijo vseh produktivnih cest. Taka predpostavka izhaja iz ugotovitve, da negozdne ceste tvorijo osnovni skelet v sklopu produktivnih cest in da se nanje priključuje pretežni del gozdnih cest, zato so gozdne ceste tudi manj obremenjene, kar izhaja iz diagrama prometne obremenitve (grafikon 28).

Na osnovi navedene predpostavke lahko izračunamo, da so gozdne produktivne ceste, ki po dolžini zajemajo kar 86% vseh gozdnih cest, povprečno obremenjene:

- po frekvenci voženj 108 voženj
- po frekvenci tovornih vozil 216 povprečnih tovornih vozil
- po teži 3224 t

Ali je izračunana povprečna prometna obremenitev majhna ali velika, lahko ocenimo šele tedaj, če podatke primerjamo z obremenitvami javnih cest.

Skupnost za ceste Slovenije vsako leto opravlja analizo prometnih obremenitev na magistralnem in regionalnem cestnem omrežju v Sloveniji in o rezultatih analize pripravi poročilo za interno uporabo. Iz letnega poročila Promet 87 (29) razberemo prometne obremenitve, ki so prikazane v preglednici 34.

Preglednica 34: Povprečne prometne obremenitve javnih cest (1987)

Kategorija ceste	PLDP - vozil/dan			PLP - vozil/leto (v 000)		
	vsa voz.	oseb.v.	tov.v.	vsa voz.	oseb.v.	tovor.voz.
avtoceste	10.846	8.829	1.873	3.959	3.223	684
magistralne ceste	5.316	4.308	850	1.940	1.572	310
regionalne ceste	1.286	1.054	189	469	385	69

V preglednici 34 oznake pomenijo:

PLDP - povprečni letni dnevni promet (po metodologiji Skupnosti za ceste Slovenije)

PLP - povprečni letni promet

Če primerjamo naše izračune o povprečni prometni obremenitvi cest zaradi prevoza lesa in podatke v preglednici 34 pridemo do zaključka, da so gozdne ceste na splošno zelo malo obremenjene. Primerjava je smotrna le z regionalnimi javnimi cestami. Gozdne ceste so v primerjavi z njimi 320 krat manj obremenjene glede na frekvenco tovornih vozil, oziroma 622 krat manj glede na frekvenco vseh vozil, če pri tem upoštevamo, da je na gozdni cesti 28,6% tovornega in 71,4% ostalega prometa. Da so gozdne ceste res malo obremenjene, pove že podatek, da je povprečna frekvenca vseh vozil zaradi dela v gozdu le 2,1 na dan od tega tovornih vozil le 0,6 na dan, povprečno skozi vse leto oziroma v izkoriščenih delovnih dnevih približno dvakrat toliko.

Prometna obremenitev cest zaradi gospodarjenja z gozdom se skozi daljše obdobje spreminja tako po strukturi, frekvenci in teži. Promet z lahkimi vozili se je v preteklem obdobju hitro povečeval in dosegel določeno stopnjo, odkoder bo v bodoče le počasi naraščal. Povsem drugače pa je s tovornim prometom. Zaradi nenehnega povečevanja nosilnosti tovornih vozil ob približno ustaljeni količini prepeljanega lesa je tovorni promet po frekvenci že dalj časa v upadanju, močno pa narašča obremenitev po teži pri vožnji posameznega vozila zlasti pri polni vožnji. Primerjava stanja v letu 1970 in 1988 nam nudi naslednjo sliko:

	leto 1970	1988
povprečna nosilnost tovor.kompozicije	7,0 t	9,8 t
delež kompozicij	8,0 %	66 %
nosilnost povpreč.tovornega vozila	7,1 t	15,5 t
povečanje nosilnosti povp.tov.vozila		118%
število voženj pov.tov.vozila pri etatu 3,0 m ³ /ha	0,42/ha	0,19/ha
zmanjšanje prometa po frekvenci		55 %
obremenitev pov.tov.vozila pri eni vožnji	27,7 t	39,3 t
povečanje obremenitve pri eni vožnji		42 %
zmanjšanje prometne obremenitve po teži		36 %

Iz zgornjih podatkov sledi, da se je tovorni promet zaradi odvoza lesa v obdobju od 1970-1988 po frekvenci zmanjšal za 55%, po obremenitvi po teži pa za 36%.

Glede na sedanji trend razvoja transportnih sredstev ni pričakovati, da se bo v naslednjih 10 letih bistveno spremenil promet pri odvozu lesa tako po frekvenci kot prometni obremenitvi po teži.

7 POVZETEK GLAVNIH UGOTOVITEV

Iz elaborata, v katerem obravnavamo različne dejavnike, ki jih je treba upoštevati pri odpiranju gozdnega prostora, povzemamo naslednje glavne ugotovitve:

- V gozdnem predelu, ki ima značilnosti gorskega sveta in meri več kot 1000 ha, najdemo 10-20% položnih, 20-35% strmih, 25-35% zelo strmih in 15-30% izredno strmih terenov. Čim bolj so tereni položni, tem bolj je njihova površina razpršena.
- Pri odpiranju gozdnega prostora izhajamo iz temeljnega načela: doseči čim krajšo pravilno razdaljo s čimmanjšo dolžino cest ob hkratnem upoštevanju ekonomskih in ekoloških kriterijev. Za dosego tega cilja je treba poiskati optimalno lego posamezne ceste. Položaj ceste v polju odpiranja prikažemo s koeficientom lege ceste. Vrednost tega koeficienta je odvisna od načina spraviła in konfiguracije terena. V gorskem svetu za razmere proučevanega gozdnega predela povprečna vrednost koeficienta znaša 0,43 pri traktorskem spraviłu in 0,58 pri spraviłu z večbobenskim vitlom. Na terenih, predvidenih za traktorsko spraviło, cesta od spodnje strani odpira 1/3, od zgornje strani pa 2/3 širine pasu odpiranja.
- Koeficient pravilne razdalje je odvisen od načina in smeri spraviła, dolžine pravilne poti, nagnjenosti in razgibanosti terena ter možnosti dostopa do ceste. Vrednost koeficienta narašča z gostoto cest, strmino, razgibanostjo in erodibilnostjo terena. Pri traktorskem spraviłu je vrednost koeficienta približno za polovico večja kot pri spraviłu z večbobenskim vitlom.
- Pri računanju gostote cest za ugotavljanje odprtosti gozda moramo upoštevati tudi določene odseke cest, ki potekajo izven gozdne površine. Čim manjša je gozdnatost v nekem predelu, tem večji delež cest, ki potekajo izven gozda, dobi značaj produktivnih dolžin. V predelu z veliko razpršenostjo majhnih površin gozda je delež produktivnih dolžin glede na celotno dolžino cestnega omrežja približno enak deležu gozdnatosti. Za cesto, ki poteka izven gozda, lahko izračunamo njeno produktivno dolžino, če poznamo povprečno teoretično pravilno razdaljo.

- Gradbeni strošek je eden od pomembnih kazalcev pri odločanju o upravičenosti gradnje določene ceste. Na višino gradbenih stroškov vpliva veliko dejavnikov, od katerih imata najmočnejši vpliv naklon terena in kategorija hribine.
- Skupni gradbeni stroški so najnižji pri gradnji v IV.kategoriji hribine, nekaj višji so v III.kat.hribine, medtem ko so v V.kat.hribine za 50-80% višji v primerjavi z gradnjo v IV.kat.hribine.
- Naklon terena ima najmočnejši vpliv na stroške pri izvedbi spodnjega ustroja, saj se stroški na naklonu terena 60% povečajo za 4,7 krat pri gradnji v III.kat.hribine oziroma 2,0 krat pri gradnji v V.kat.hribine v primerjavi z gradnjo na ravnem terenu.
- Kategorija hribine močno vpliva na stroške tako pri izvedbi spodnjega kot tudi zgornjega ustroja. Pri naklonu terena 40% je izvedba spodnjega ustroja v kamnitem terenu 7,6 krat dražja kot v zemljini, medtem ko je izvedba zgornjega ustroja 2,8 krat cenejša.
- Za razmere v Sloveniji je bilo ugotovljeno, da so bili povprečni stroški za zgraditev 1 km gozdne ceste v obdobju 1976-1988 enaki prodajni vrednosti 556 m³ gozdnih lesnih sortimentov in da se to razmerje v zadnjih 12 letih ni bistveno spreminjalo.
- Za pravičen izbor tehničnih elementov ter način izvedbe načrtovane ceste je pomemben dejavnik predvidena prometna obremenitev, ki je pri gozdni cesti odvisna od kakovosti gozda, intenzivnosti gospodarjenja ter obsega prometa zaradi negozdarskih dejavnosti. Če upoštevamo samo gospodarjenje z gozdom, potem 1 ha gozda z neto etatom 3 m³/ha letno zahteva 0,9 prihodov vozil v gozd, od tega 71% lahkih vozil (osebni avto, kombi) in 29% tovornih vozil za odvoz lesa. Povsem drugačna pa je obremenitev po teži, kjer odpade 84% na tovorna vozila in le 16% na lahka.
- Prometna obremenitev gozdnih cest je v primerjavi z javnimi cestami zelo majhna. Povprečna prometna obremenitev gozdnega cestnega omrežja pri odvozu lesa za blagovno proizvodnjo znaša letno le 216 tovornih vozil, kar je 320 krat manj kot je povprečna letna frekvenca tovornih vozil na regionalnih cestah v Sloveniji.

8 VIRI

1. ABEGG, B. 1988. Wirtschaftliche Erschliessung von Wälder in Hanglagen. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Berichte 302
2. ARNAVTOVIĆ, R. 1975. O gustini mreže šumskih puteva. Narodni šumar, 7-9
3. CIMPERŠEK, M. 1989. Računalniški obračun del pri gradnji gozdnih prometnic. Gozdarski vestnik, 5
4. ČRNAGOJ, B. 1968. Evidenca cestnega omrežja v Sloveniji. Elaborat, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana
5. DIETZ, P. 1984. Walderschliessung und Nutzungstechnik in schwierigen Hanglagen. Allgemeine Forstzeitschrift, 4
6. DIETZ, P., KNIGGE, W., LÖFFLER, H. 1984. Walderschliessung. Hamburg, Berlin.
7. DOBRE, A. 1982. Dejavniki, ki vplivajo na elemente prečnega prereza gozdne ceste. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 20, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo in VTOZD za gozdarstvo BF, Ljubljana
8. DOBRE, A., BEDEN, D., BITENC, B. 1984. Normativi za gradnjo gozdnih cest in viak. Splošno združenje gozdarstva, Ljubljana
9. DOBRE, A. 1984. Modeli perspektivnega načrta gozdnega cestnega omrežja. Elaborat, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana
10. DOBRE, A. 1988. Odprtost gozdov Slovenije konec leta 1986. Gozdarski vestnik, 7
11. GORTON, F. 1985. Praxis und Kosten einer landschaftsschonenden Bauausführung von Forststrassen. Allgemeine Forstzeitung, 9
12. KAPUS, M. 1989. Gojitveni in sečnotransportni načrti, programske osnove, revir Radovna. Bled
13. KLEMENČIČ, I. 1939. Optimalna gustoča šumskih prometala. Sarajevo
14. KLEMENČIČ, I. 1970. Gospodarno polaganje gozdnih prometnic. Skripta, Biotehniška fakulteta, Ljubljana
15. KUONEN, V. 1983. Wald und Güterstrassen. Pfaffhausen
16. KOŠIR, B., DOBRE, A., MEDVED, M. 1989. Stanje mehanizacije ter storilnosti in izkoriščanja delovnega časa delavcev v neposredni proizvodni gozdarstva SR Slovenije konec leta 1988. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, Strokovna in znanstvena dela, 104
17. LÖFFLER, H. 1984. Terrain classification for forestry. Paper TIM/EFC/WP. 1R.51, Rome
18. LOTHRINGEN, U. 1969. Untersuchungen über den Aufschliessungsgrad, die Verkehrsarten und die Rentabilität von Forststrassennetzen. Disertacija, Wien.
19. MERTELJ, J. 1988. Prispevek k načrtovanju mreže gozdnih prometnic in vrste spraviia na osnovi analognega modela reliefa in celovite analize naravnih danosti. Strokovna naloga, Bled
20. RADETH, B., BAVIER, G. 1985. Die Bedeutung der Walderschliessung für das Berggebiet. Bündner Wald, 1
21. REBULA, E. 1980. Prispevek k opredeljevanju optimalne gostote omrežja gozdnih cest. Gozdarski vestnik, 9
22. REBULA, E. 1985. Vlačenje ali vožnja pri transportu gozdnih sortimentov. VTOZD za gozdarstvo, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana, Strokovna in znanstvena dela, 77
23. SCHLAGHAMERSKY, A. 1986. Waldwegebau, 1. Teil. Fachhochschule Hildesheim, Göttingen

24. SEGEBADEN, G. 1964. Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extension. *Studia Forestalia Suecica*, 18, Stockholm
25. STEINLIN, H. 1987. Seil und Weg. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 7
26. TIČERIC, D. 1982. Uporedna analiza teorijskog i praktičnog odredjivanja optimalne gustine mreže puteva. Magistersko delo, Beograd.
27. WEIGER, F. 1984. Entwicklung und Zielsetzung der Walderschliessung in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 42
28. * 1975. Navodila za popis prometnic v gozdovih v letu 1975. Zavod SRS za statistiko, Ljubljana
29. * 1988. *Promet* 87. Skupnost za ceste Slovenije, Ljubljana.