

INSTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

RP: OHRANJEVANJE GOZDOV
V PROCESIH ONESNAŽEVANJA OKOLJA
IN INTENZIVIRANJE
PROIZVODNJE LESA

RP: 05-4680

LJUBLJANA, 1990

GDK in k. b. v. mawajj dno 6

e-398
/1

INSTITUT ZA GOZDNO IN LESNO SKLADNOST
PRI BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

RP: OHRANJEVANJE GOZDOV V PROCESIH ENERGIJSKOGA OKOLJA
IN INTENZIVIRANJE PROIZVODNJE LESA

RP: 05-4630

Ljubljana, 1990



e 398/1 / 1991

FREDGOVOR

Gozd kot nepogrešljiv del našega ekosistema predstavlja eno redkih naravnih dobrin, ki se samo obnavlja, ki pa je v zadnjem času žal tudi vse bolj ogrožena. Poleg proizvodnje lesa opravlja tudi številne druge naloge, ki jih lahko imenujemo kar splošno koristne funkcije gozda.

Gospodarjenje z gozdovi zahteva tudi primerno opretnost gozdov z gozdnimi prometnicami in to predvsem z gozdnimi cestami in vlakami, ki pa imajo poleg pozitivnih učinkov, lahko za gozd in gozdni prostor tudi številne negativne učinke. Zaradi tega si danes tudi vse pogosteje zastavljamo vprašanje, kako naj predvsem v ekstrewno težkih terenih, v bodoče sploh še gradimo posamezne vrste gozdnih prometnic, da bo predvsem iz vidika varovanja gozda in okolja naše gozdnja nezmanj boleča.

Odgovor na to naj bi dala omenjena raziskava, ki smo jo v letih 1986-1990 izvedli na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo. Medtem, ko smo v letu 1986 na osnovi številnih poskusnih merjenj izoblikovali odgovarjajočo metodologijo proučevanja, smo v letih 1987-1989 opravili številna in zelo obsejna terenska opretnja. V zadnjem letu smo zbrane podatke uredili in obdelali na PC-IBM kompatibilnem računalniku.

Naj se na tem mestu zahvalim za pomoč pri izvedbi omenjene naloge predvsem svojim sodelavcem na inštitutu in zvrsti mag. Andreju Dobretu, dr. Boštjanu Kozinju, dipl.inž., Vidu Mikolacu, dipl.inž., Janju Kalanu, Blažu Bogataju, Petru Pavlihu in Lidiji Starec, ki so mi pomagali s številnimi nasveti, pripravo računalniških programov, vnosom podatkov in pretipkavo dokopisa omenjene naloge. Zahvala velja tudi dipl.inž. Igorju Fotožniku iz BF, VTDZ za gozdarstvo, za pomoč pri računalniški obdelavi dobljenih podatkov.

Seveda bi bila izvedba omenjene raziskave brez sodelovanja strokovnjakov iz operative nemogoča, zato se za pomoč in sodelovanje zahvaljujem tudi dipl.inž. Marjanu Preložnikovi iz GG Kočevje, mag.Milano Trofeli, dipl.inž. Romanu Mulcu, dipl.inž.Srečku Črežnarju in dipl.inž. Iztoču Vidmarju iz GG Maribor, dipl.inž. Andreju Klinarju iz GG Bled, Darku Pretnarju iz SGG Tolmin in dipl.inž. Francu Fajfarju iz ZPMK Kras - Gežana.

December 1990

dipl.inž.Borut Bitenc
Nosilec raziskovalne naloge

Izvleček

BITENC, B.: VPLIV GOZDNIH PROMETNIC NA GOZD IN GOZDNI PROSTOR

Gradnja gozdnih cest in vlak, ter proces pridobivanja lesa, povzročajo na gozdnem drevju in tlu številne različne poškodbe. V nalogi je, glede na naklon terena (0-20%, 20-50%, nad 50%) in vrsto hribine (apnenec, dolomit, tonalit, šril, pobožni gruzi) podana širina gozdne ceste in vlake širina izsekane pasu gozda zaradi gradnje gozdne ceste ali vlake, trajna izguba proizvodne površine gozda zaradi gozdne ceste ali vlake, poškodbe na gozdnem drevju in tleh, ki jih povzročajo gradnja prometnice ali spravilo lesa po prometnici s traktorji, najustrenejša tehnologija gradnje gozdnih prometnic iz vidika varovanja okolja, kot tudi pomen gozdnih prometnic v procesu propadanja gozdov.

Ključne besede: gozdn^a prometnic^a, gradnja prometnic, vpliv prometnic, širina prometnic, propadanje gozdov, poškodba, izguba površine, erozija.

Ausgang

BITENC, B.: EINFLUSS VON WALDWEGEBAU AUF DEN WALD UND WALDRAUM

Waldwegbau und Holzrucken stellen oft eine Gefährdung des Waldes dar. Im Aufsatz werden für verschiedene Geländeneigungen (0-20%, 20-50%, 50% und mehr) und Gesteinsunterlagen (Kalk, Tonalit, Dolomit, Schiefer, Hangschutt). Breiten von Waldstrassen bzw. Anckewegen, Breiten von Aushieb, und Verlust an produktiver Waldfläche berechnet, sowie durch Bauarbeiten und Holzrucken verursachte Gefährdungen des Waldes geschätzt vorgesehen. Gelände verhältnissen angepasste und umweltschonende Bautechnologien werden vorgesehen. Die Bedeutung der Walderschliessung für die Erhaltung des Waldes wird besprochen.

Schlüsselworte: Walderschliessung, Waldwegbau, Waldstrassen Ruckewege, Breite des Weges, Waldschaden, Erosion.

	PREDGOVOR	
1	UVOD	9
2	NAMEN NALOGE	12
3	UPORABNIKI GOZDNEGA PROSTORA	15
4	FUNKCIJE GOZDA	19
5	NALOGE GOZDNIH PROMETNIC	24
6	GOZDNE PROMETNICE KOT NEGATIVEN DEJAVNIK GOZDNEGA PROSTORA	27
7	METODA DELA	32
7.1	Raznolikost slovenskega prostora	32
7.2	Skupine kamnin kot kriterij za izbiro raziskovalnih modelov	33
7.3	Objekti raziskovanja	38
7.4	Potek terenskih meritev	42
8	REZULTATI RAZISKAVE	52
8.1	Gozdna cesta	52
8.1.1	Elementi cestnega telesa	52
8.1.1.1	širina (tlorisna) odkopne brežine	53
8.1.1.2	širina koritnice ali jarka	72
8.1.1.3	širina vozišča	76
8.1.1.4	širina hodnika ali bankine	78
8.1.1.5	širina (tlorisna) nasipne brežine	81
8.1.2	širina cestnega telesa	88
8.1.3	širina izsekanega pesu gozda	94
8.1.3.1	Pokrovnost krošenj robnih dreves	104
8.1.4	Izjemni profili	113
8.1.4.1	Obračališče	114
8.1.4.2	Izogibališče	116
8.1.4.3	Usad	120
8.1.4.4	Frata	123
8.1.4.5	Peskokop	125
8.1.4.6	Stena	127

		129
8.2	Gozdna vlaka	130
8.2.1	Elementi gozdne vlake	131
8.2.1.1	Širina (širina) odlopačne vrstine	132
8.2.1.2	Širina planinske vlake	134
8.2.1.3	Širina (širina) nasipne brežine	136
8.2.2	Širina gozdne vlake	137
8.2.3	Širina izseljenega pasu gozda	141
8.2.3.1	Poskodovanost drevesnih vlaki	147
8.2.4	Erozija na vlakah	152
8.2.5	Gostota gozdnih vial	155
9	GOZDNE PROMETNICE V RAZMERAH PROPADANJA GOZDOV	158
10	TEHNOLOGIJA GRADNJE GOZDNIH PROMETNIC	160
10.1	Dejavniki, ki vplivajo na izbino stroje	169
10.2	Tehnika gradnje gozdne ceste z bagrom	174
11	UGOTOVITVE	177
12	ZAKLJUČEK	178
13	VIRI	

1. UVOD

Človek kot zelo pomembna prvina našega naravnega okolja zaradi stabilnosti, vitalnosti in prilagodljivosti, predstavlja nepogrešljiv del našega ekosistema. Poleg zemlje in vode je bil človeku ves čas odločilni vir življenjskih dobrin in energije. Posebno dragocena mu je bila obdelovalna zemlja, ob tem pa mu je bil gozd kot vir za preživetje zlasti v težkih časih, zato pa je varoval kot trajno dobrino.

Z obdobjem hitre industrializacije in nagle rasti mest pa so nove generacije koristnikov prostora vse bolj izgubljale občutek povezanosti z naravo, tako da se je razmerje med naravnimi dobrotami in človekovimi posegi že močno približalo robu katastrofe. Ob tem, da je že kar polovica površine Slovenije razgozdane, kar so narekovali tudi potrebe po širjenju naselij in pridobivanju zemljišč za kmetijstvo, so v novjšem času vse bolj glasne tudi zahteve po novih gozdnih površinah, namenjenih razvoju infrastrukture.

Interes človeka je torej večstranska gospodarska raba prostora, ki se kaže v več oblikah in sicer kot mesto bivanja, industrijske dejavnosti, prometa, pridelovanja hrane in lesa, pridobivanje energije, rekreacije, ... Vse te dejavnosti pa v našem prostoru niso enakomerno zastopane, ker vsekakor lahko odločilno zaznamuje tudi samo krajino. Posledice ekstenzivnega gospodarjenja s prostorom se tako kažejo tudi v postopnem izgubljanju zdravih in stabilnih gozdov, kot tudi v drugih posegih v gozdeni prostor, ki pravzaprav niso niti strokovno niti družbeno dovolj utemeljeni.

Človeku je prarojena nuja po gibanju, spoznavanju novih krajev, ljudi, po trgovanju, ... Pri tem so mu bili gozdovi tudi prepreka, v katero si je nato zarezal svoje poti. Razvil se je današnji promet, brez katerega si danes ne moremo zamisljati sodobnega gospodarstva. Žal pa se je ta promet tako bujno razvil

tudi na račun poslabšanja ekološkega stanja in negativnih posledic rasti na človeka in gozd. Zaradi izjemnega pomena za gospodarstvo so tako ceste pogosto glavni vzrok za degradacijo mnogih naravnih dobrin in vrednot, človeka pa spremljajo v neobčutiljivega, površnega in slepega potnika, s tem, da lahko povzročajo tudi težke ekonomske posledice.

Sodobne ceste tako vplivajo na razmere v prostoru delovane z močjo geoloških premikov. Tako zdužujejo ali ločujejo posamezne predele, premagujejo nekoč nepremostljive ovire ali postavljajo nove in s tem spreminjajo naravno ravnovesje v prostoru. Z gradnjo cest tako nastajajo zamotani pojavi, zaradi katerih se pogosto sproščajo nezaželeni procesi in uničevanje naravnih vrednot. Zaradi tega se moramo zavedati, da v naravnih ekosistemih veljajo dinamična ravnovesja, ki jih moramo pri projektiranju in gradnji cest nujno upoštevati, ob tem pa upoštevati in prevideti vse možne posledice ali varovalne ukrepe, ki nas ob tem spremljajo.

Prebivalstvo Slovenije je tesno navezano na gozd kot lesnosuroviniski vir (kot proizvajalec ali predelovalec lesa). Zaradi tega se vse pogostejše pojavljajo zahteva po varovanju rabi gozdnega prostora za proizvodnjo lesa, saj je lesnopridelovalna industrija razvila svoje predelovalne zmogljivosti, saj se nad razpoložljivimi količinami surovine iz domačih gozdov. Pri tem je uporabnost gozdnega prostora za pridobivanje lesa odvisna predvsem od gostote gozdnih prometnic, predvsem gozdnih cest in vlakov, ki poleg tega, da služijo kot sredstvo za intenziviranje rastiščnega potenciala gozdov, služijo tudi gozdovim druge namene (rekreacija, turizem). Eden gozdnih prometnic, ki zato danes ne moremo več predstavljati osnovnega in najpomembnejšega gospodarjenja z gozdovi, pri čemer pa imajo gozdne prometnice poleg prednosti tudi vrsto negativnih učinkov za sam gozd in okolje.

Celoten sistem prometnic v gozdu, pri čemer so najpomembnejše gozdne ceste, je torej osnova kompleksnega gospodarjenja z gozdnim prostorom. Zaradi tega moramo že pri načrtovanju gozdnih cest preveriti, kako bo gozdna cesta, položena v gozdni prostor, prizadela narotilno vlogo gozda in to bodisi zaradi krčenja, bodisi zaradi stabilnosti okoljskih gozdov. Ob gradnji gozdnih prometnic moramo zato poleg tehnično - ekonomskih načel upoštevati tudi ekološko - biološka načela, ki pogojujejo določeno ravnotežje celotnega ekosistema. To ravnotežje pa diktira sodobno gospodarjenje z gozdovi, pri čemer je razumljivo, da obstaja med možnostjo uporabe tako enih kot tudi drugih načel določena meja. Zaradi tega moramo biti, ob vsakem posegu v gozdni prostor, ki jik danes nikakor ni malo, silno previdni, kajti le majhna nepazljivost in posledice so lahko katastrofalne. Med enega največjih in tudi najbolj grobih posegov v gozdni prostor, brez katerega ni sežnje (podobno kot sežnja dreves), tako sodi tudi gradnja gozdnih prometnic z vsemi negativnimi posledicami, pri čemer odgovornost za omenjene posege nosimo predvsem gozdarji sami.

2. NAMEN RAZISKAVE

Glavni značilnosti slovenskega prostora sta reliefna in geografska. Izredno redno močna reliefna neugibnost in pa zaradi njene gladnotosti, saj kar cca 50% celotne površine pokriva gozd. V proučenjavi so ostalimi neravnimi delnicami je ravno gozd, v kateri prednost, saj predstavlja eno redkih naravnih dobrin, ki se sama obnavlja. Njegov pomen ni le v proizvodnji lesa, pač pa opravlja tudi vrsto drugih funkcij, ki jih s skupnim imenom lahko imenujemo kot splošnokoristne funkcije gozda. Zahteva po ohranitvi in krepitvi splošnokoristnih funkcij gozdov in zahteva po trajnosti donosov tako po količini kot strukturi, postavljata vse uporabnike gozdnega prostora pred odgovornost, ki terja rahle, vne postopke. Zato ni naključno, da se pri rabi gozdnega prostora pojavljajo navzkrižja med posameznimi gospodarskimi dejavnostmi, ki v ta prostor posredno ali neposredno posegajo in so posledica neizpolnjenih postopkov pri opredeljevanju pogojev začasno rabe gozdnega prostora (industrija, energetika, lovstvo, ...).

Način gospodarjenja z gozdovi je predpisan v Zakonu o gozdovih, pa vendar se danes vse pogosteje zastavlja vprašanje, kako sploh gospodariti v bodoče, če je povpraševanje po lesu in drugih dejavnostih omejenih zalogah naših gozdov vse večje, če pa našim gozdovi zaradi onesnaženega ozrja tako nezadržno umirajo, lahko začemo tudi propadajo.

Kljub uporabi vedno teže in vedno bolj primerne mehanizacije na področju gozdarstva bi gozdna cesta še naprej ostala temelj za vsakršno smotno gospodarjenje z gozdom, saj kot tako edina omogoča nacionalno obvladovanje reliefno neugibnega gozdnega prostora. Zaradi tega je naša naloga, da z dovolj gostim omrežjem gozdnih cest in vlek dosežemo, da bodo naši gozdovi primerno odprti, kar je predpogoji za uporabo ustrezne mehanizacije in ob tem tudi intenzivno gospodarjenje z gozdom.

Kolikšna naj bo največja odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami je odvisna od proizvodnih, okoljevarstvenih in družbeno pogojenih funkcij gozda. Ob tem, da so gozdne prometnice (g. ceste in vlake) namenjene v glavnem prevozu in opraviilu lesa, opravljajo tudi vrsto drugih funkcij.

Poleg prednosti pa imajo gozdne prometnice tudi vrsto negativnih učinkov za sam gozd in okolje. Gradnja gozdnih prometnic namreč predstavlja poseg v gozdni prostor, pri katerem poleg tega, da izsekamo določen pas gozda zarežemo tudi v samo hribino. Ob neustrezni tehnologiji gradnje in predvsem neodgovornem delu so ob tem seveda neizbežne tudi poškodbe na gozdnem drevju, nemalokrat pa takšna gradnja pušča za seboj tudi vrsto nepredvidljivih posledic za sam gozd in okolje. Zaradi tega so upravičeni tudi vse pogostejši očitki, čež, tudi gozdarji sami uničujejo gozdove, čemu tako veliki stroji pri delu v gozdu, ..., ki so najpogosteje usmerjeni navno na poškodbe, do katerih prihaja pri spravilu lesa s težkimi gozdarskimi traktorji, kot tudi na poškodbe zaradi gradnje gozdnih prometnic. Prisotnost gozdnih prometnic v gozdu namreč predstavlja dodatno obremenitev za sam gozd in gozdni prostor, saj je ob tem zmanjšana proizvodna funkcija gozda, močne so določene ekološke spremembe (sprememba vodnega režima, mikroklime, ...), prihaja do pojavov erozije in to zlasti v strmih in erodibilnih pobočjih, moten je živalski prostor divjadi, ob neodgovorni gradnji je pogosto spremenjen tudi estetski videz krajine, ..., ob tem pa nam gozdovi zaradi številnih znanih in neznanih vzrokov tudi nezadržno propadajo.

Vidimo torej, da gozdne prometnice tudi negativno učinkujejo na sam gozd in da lahko negativne posledice gradnje gozdnih prometnic v znatni meri vplivajo tudi na stabilnost gozdnega ekosistema. Glede na to, da pri nas gozdovi še niso optimalno odprti, se danes vse pogosteje zastavlja vprašanje, kako graditi gozdne prometnice (g. ceste, vlake) v bodoče in to predvsem v ekstremno težkih terenih, kakšne negativne učinke lahko pričakujemo ob sami gradnji za gozd in gozdni prostor in kako same prometnice

vplivajo na trajno ohranjanje večnamenske funkcije gozda. Odgovor na to naj bi dala raziskovalna naloga z naslovom Vpliv gozdnih prometnic na gozd in gozdni prostor. Katere razen je ugotoviti:

- Kako naklon terena in vrsta hribine vplivata na izgradnjo gozdne prometnice (elemente cestnega telesa, način gradnje, način odvodnjavanja,...)?
- Kolikšna je trajna izguba lesnoproizvodne in vegetacijske površine gozda zaradi gozdne prometnice?
- Kakšna je najustreznejša tehnologija gradnje gozdne prometnice predvsem v ekstremno težkih terenih iz vidika varovanja gozda in okolja?
- Kako gozdne prometnice vplivajo na nastanek erozijskih procesov?
- Kakšna je vloga gozdnih prometnic v zvezi z reševanjem problema umiranja gozda?

3. UPORABNIKI GOZDNEGA PROSTORA

Življenjski prostor je enotno povezan sistem, ki zahteva prostorsko, vsebinsko in časovno usklajene rešitve med različnimi strokami, gospodarskimi posegi in območji. Približno polovica Slovenije je pokrta z gozdom, zato je delež gozdarstva, s ciljem ohraniti zdrav in stabilen gozd in s tem celotno državo s čim več funkcijami, ni nepomemben. Le takšen gozd se bo namreč obnavljal tako, da bo dolgoročno ekonomičen bodisi po letni talogu kot tudi vseh drugih učinkih, ki niso vedno denarno ovrednoteni, so pa toliko bolj pomembni za vzdrževanje naravnega ravnotežja, kar je največja človekova naloga.

Vsak gozd opravlja določen življenjski cikel, v katerem se osnuje, razvija, doseže svojo zrelost in se odloži drugi življenjski skupnosti, ki mu je po zgradbi podobna, lahko pa je tudi popolnoma drugačna. V vsakem gozdu se zato počasi tudi vpliv človeka (sečnja, urbani razvoj, ceste, smučišča,...), ognj (veter, sled, sneg,...), živalskega sveta (insekti, divjad,...), podnebnih pihanj in v zadnjem času tudi onesnaženega zraka, ki karakteristično zaznava določen gozd in okolje.

Zaradi zadovoljevanja gospodarskih potreb je gozd v stalnem konfliktu z gozdarstvom samim (gojenje, pridobivanje lesa, gradnja gozdnih prometnic), poleg tega pa v gozdni prostor posegajo tudi številni drugi koristniki prostora, ki ne tak ali drugačen način vplivajo na njegovo stabilnost.

In s čim vse mogoče je obremenjen naš gozd. To so v prvi vrsti gozdne prometnice, brez katerih si v današnjem času ne moremo več predstavljati sodobnega in učinkovitega gospodarjenja z gozdovi, pri čemer so le-te potrebne tako gozdarstvu, kmetijstvu, turizmu, ... z vsemi negativnimi posledicami. Nagel razvoj industrije in rast življenjske ravni prebivalstva zahteva pletaž poti, potrebnih za prenos prepotrebne energije. V ta namen so bili zgrajeni

številni elektrovi, plinovodi, široka cestna in železniška omrežja, .., ki na posameznih mestih zelo grobo presegajo gozdni prostor in s tem ogrožajo njegovo stabilnost. Za gozdne objekte, ki jih zahteva infrastruktura, so v gozdu potrebne linijske preseke, ki vplivajo rasti na:

- zmanjšanje namembnosti gozdne površine
- veliko povečanje skupne dolžine gozdnega roba
- prisotnost imenovanih objektov zahteva trajno in redno vzdrževanje
- takšne preseke pomenijo odpiranje gozdnih sestojev in njihovo izpostavljanje negativnemu delovanju vetra, snega, huda, ...
- pomenijo nevarnost erozijskih procesov rasti v stranskih lagah in eroziji podvrženih tleh
- motnje v gospodarjenju z gozdom

Industrijski objekti so locirani večinoma izven gozdnega prostora, tako da na gozd vplivajo največkrat le posredno, saj v zadnjem času zelo neugodno. Indije prahu in plinov s svojimi učinki postopno uničujejo gozdno vegetacijo, vključno s najbolj odpornimi zeliščnimi vrstami. Tako razglašena gozdna tla so izpostavljenega naglemu propadanju, pri čemer zaradi izpostavitve tudi globoko v samo kamnino.

Primerčnost za rekreativno udejstvovanje človeka v gozdu je glede na določene zahteve po rekreaciji zelo različna. Češomer pogoji za ekstenzivne oblike rekreacije niso posebni zahtevni. Človek namreč že od nekdaj išče v gozdu sprostiteljne in le kot lovec, pohodnik, nabiralec gozdnih sadežev, ... Dejstvo je, da takšne oblike rekreacije odvija v gozdnem prostoru v obsevnih mejah ni problematična. Takoj, ko po lehta pride v obsevnost in stalno obliko rabe gozdnega prostora pa lahko predstavlja takšna rekreacija tudi dodatno obremenitev za gozdu s vsemi negativnimi učinki.

človek je kot lovec za trofejami iztrebil številne plenilce, istočasno pa tudi gojil in povečeval številčnost določenih vrst divjadi, zaradi česar se prišlo do porušanja naravnega ekološkega ravnotežja. Vse več je tako rastlinojede divjadi, izginja določena vrsta mišev, prekinjena je naravna obnova gozda, poslabšana je zmogljivost ekosistema, nujna je zato umetna obnova ob dragi zaščiti, ...

Zelo priljubljena oblika rekreacije je tudi popotništvo - trolejništvo, ki ob množičnosti, kot jo danes dosega, prav gotovo vpliva negativno tudi na sam gozd. številni avtomobili z izpušnimi plini dodatno onesnažujejo gozdni prostor, zaradi pogostega kurjenja v gozdu je velika nevarnost nastanka požara, vznemirjanje divjadi povečuje njihovo potrebo po več hrane, pogoste so poškodbe na različnih gozdarskih objektih, v gozdu je vse več odpadkov, ki tja ne sodijo ...

Vse bolj množična oblika koriščenja gozdnega prostora, pri čemer lahko rečemo, da prihaja že do ropanja gozda, je prav gotovo tudi nabiranje gozdnih sadežev in to predvsem gob. Ob tem prihaja do teptanja golednega pomlaka, nepremišljenega uničevanja redkih tudi zaščitnih cvetlic, odmetavanja vseh vrst odpadkov, povečan hrup in vznemirjanje divjadi močno vpliva na njeno migracijo in s tem realizacijo plana odstrela,

Ena izmed najbolj množičnih oblik rekreacije, ki vse bolj posega tudi v gozdni prostor, pri čemer ima lahko tudi vrsto negativnih učinkov na sam gozd, je vsekakor tudi smučanje in v ta namen urejena smučišča. Izbira mesta za urejeno smučišče je v največji meri odvisna od klimatskih razmer (dovolj snežnih padavin ob ustreznih temperaturah). Kar zadeva smučanje ima Slovenija svojevrsten položaj, nima pa za to ustreznih pogojev. Alpe namreč uvrščamo v mlajšo geološko formacijo, ki je razmeroma krhka, zato ni možnosti za daljše smučarske proge. To pa pomeni poseg v višje ležeče predele gozda, pri čemer vzdrževanje in varovanje

takšnih smučišč predvsem pred erozijo ni niti enostavno, niti poceni, je pa nujno, saj so posledice v nasprotnem primeru lahko katastrofalne.

Med koristnike gozdnega prostora, ki dodatno obremenjujejo gozd lahko vsekakor uvrstimo tudi pasčo živine, ki ponovno dobiva svoje mesto v gozdu, k sreči dovolj organizirano. Poleg tega, da pasča se živina uničuje pašadek, pomeni največjo nevarnost predvsem v tem, da z hojo močno tlači - zbija tla, tako da tla postanejo za vodo malodane neprepustna. Tako zbita tla namreč vsekakor tudi do 50 krat manj vode kot dobra gozdna tla. Zaradi tega je takšen površinski odtok vode poleg naklona pobočja, litološke sestave tal in poraslosti, glavni dejavnik pri pojavu in razvoju erozije tal, ki lahko vzhuni v svojem najbolj kompleksnem izrazu, hudourniku.

V gozdu se torej pojavlja vrsta koristnikov, ki tako ali drugače vplivajo na njegovo stabilnost. Pri tem koristi in škode niso absolutna veličina, temveč jih opredeljuje človek, ki odloča o tem, kaj je koristno in kaj škodljivo.

Zaradi vse večjih protislov na gozd čakajo gozdarje tudi pomembne naloge pri sodobnem gospodarjenju z gozdovi. Zato si danes ne moremo (smemo) več privoščiti kakršnihkoli posegov v gozdni prostor brez temeljite predhodne analize, osnovane na ekološki valorizaciji le-tega. Samo tako bo naš pogovor z uporabniki gozdnega prostora lahko enakovreden, naša stališča pa bodo utemeljena, da bomo ob iskanju najustreznejših rešitev vedno v stanju ponuditi tisto, ki bo hkrati v interesu stroje, države pa v lastne korist.

4. FUNKCIJE GOZDA

Gozdni prostor Slovenije izkoriščamo danes za najrazličnejše namene in dejavnosti. Obstoječi gozdovi so zato pridobili na pomeni pri ohranjanju ravnotežja v sedanjem človekovem okolju, kar se povečuje njihovo vlogo v tako raznolikem slovenskem prostoru. Zato pomeni gospodarjenje z gozdom usmerjanje naravnega sistema k stanju, ko bo gozd kar najbolj izpolnjeval funkcije, ki mu jih določamo.

Zakon o gozdovih zahteva, da moramo z gozdovi gospodariti tako, da bo zagotovljena njihova trajnost, najugodnejši pogoji za trajno naraščanje gozdov in seveda ohranitev in krepitev splošno koristnih funkcij. Pri vrednotenju gozdnega prostora zato ne smemo obravnavati gozdov le kot izolirano dlast, temveč moramo upoštevati tudi njegove ostale funkcije. Z ozirom na to, da so med funkcijami bistvene razlike, lahko le-te razdelimo v tri glavne skupine (2).

- A. Proizvodne funkcije gozda
- B. Varovalne - okoljevalne funkcije gozda
- C. Socialne - kulturno pogojene funkcije gozda

A. Proizvajalne funkcije gozda so vezane predvsem na proizvodnjo biomase v gozdu in to za zadovoljevanje različnih potreb po lesu ali kot vir prehrane za v gozdu živečo divjad.

a) Lesnoproizvodni pomen gozda se pojavlja v zvezi z potrebami po lesu, ki izhajajo iz:

- potreb lesnopredelovalne industrije in lesne trgovine za pokrivanje potreb prebivalstva, obrti, gradbeništva, ...
- za izvoz, bodisi kot zamenjava za uvoženo lesno surovino ali kot običajna izmenjava sortimentov, ...

- potreba prebivalstva na podeželju kot tehnični les pri gradnji in obnovi stanovanjskih hiš, kmetij, lesne karpinje in domačo obrt, ...
- potreba različnih gospodarskih panog (rudarstvo, ...).

Potreba po lesu so torej predvsem odsev razvojne stopnje lesnopredelovalne industrije in lesne trgovine.

b) Gozdni prostor tvorita tla in ekotop, zato je njegov sestavni del tudi živalstvo. V tem živalskem svetu pa zavzema pomembno mesto tudi (lovna) divjad, katere število in vrsta morata biti v določenem ravnotežju z ostalimi komponentami gozdne biocenoze. V naravno zasnovanih in oblikovanih sestojih in ob ustrezni gostoti (lovne) divjadi in ostalega živalskega sveta opravlja gozd svojo prehrambeno funkcijo praktično neopazno. Žal pa v praksi gospodarjenje z gozdom in divjadijo ni usklajeno (preštevilena divjad določene vrste), kar vse samo še povečuje prehrambeno vlogo gozda, žal ne škodo samega gozda.

B. V danih geoloških, orografskih, klimatskih in hidroloških razmerah Slovenije, prevzamejo gozdovi ob ustrezni gozdnosti, svojo najpomembnejšo - varovalno funkcijo.

- a) Varovalno vlogo gozdcv označujemo kot njihovo prehrano funkcijo, ki se odraža v vplivu gozdne vegetacije na:
- zaščito tal pred erozijo, saj gozd zmanjšuje in zadržuje površinski odtok vode
 - zaščito tal pred vetrom in isuševanjem (posebno na tleso)
 - zaščito določenih površin, objektov, .. pred snežnimi plazovi, kamenjem, ...
 - zaščito pred usadi in zemeljskimi plazovi na labilnih in strmih tleh
 - preprečevanje izpiranja tal v strmih pobočjih in s tem spreminjanje vodotokov v hudournike.

- b) Zelo pomembna je tudi hidrološka funkcija gozda, ki omogoča ohranitev čiste podtalnice ter stoječih in tekočih voda in povečuje stabilnost vodnega pretoka. Glede na vse večji problem, v zvezi z zdravo in čisto pitno vodo, bo omenjena funkcija vse pomembnejša.
- c) Določeni gozdovi opravljajo tudi zelo pomembno klimatsko funkcijo, pri čemer:
- izboljšujejo klimo naselij in negozdnega prostora s povečano cirkulacijo zraka
 - varujejo posamezne objekte, naselja, kmetijske površine, pred škodljivim delovanjem vetra, pred požarom,...
- d) Med varovalne funkcije gozda lahko uvrstimo tudi zdravstveno funkcijo, saj gozdovi:
- zmanjšujejo škodljive vplive različnih emisij (prahu, plinov, ...) hrupa, ..., na delovno in bivalno okolje
 - omogočajo uporabo določenih površin v zdravstvene namene (klimatska zdravilišča).
- C. Med ostale splošno koristne funkcije gozda uvrščamo tudi socialne - kulturno pogojene funkcije gozda, pri čemer so kot najpomembnejše:
- a) Turistično rekreacijska funkcija gozda (posamezne gozdne površine izločene za trim steze, smučišča, ...)
 - b) Poučna funkcija gozda (seznanjanje z gozdovi in gozdnimi dejavnostmi, gozdne učne poti, ...)
 - c) Raziskovalna funkcija gozda (gozdne površine kot raziskovalni objekti, ...)
 - d) Estetska funkcija gozda (pestra barvna podoba gozda posebno v jesenskem času, zelenovit prostor, ...).

Vrsta funkcij, ki jih opravlja gozd, kaže na to, kako pomembno je ohraniti zdrav in stabilen gozd. Proizvodnja lesa kot surovine je zato le ena izmed številnih funkcij gozda, ki pa so za našo preživetje še kako pomembne. Ohranitev in krepitev splošno-koristnih funkcij gozdov zatorej ni neka dodatna naloga gozdarstva, temveč je pogoj, pod katerim smemo izkoriščati les, kar je obenem temelj gozdnogospodarskih posegov v gozdnem prostoru. Potrebe gozdarskega in tehnološkega razvoja so nas dejansko prisilile do tega, da na gozd gledamo skoraj izključno iz gospodarskega stališča, to je proizvodnje lesa. To pa pomeni omalozhevanje vseh ostalih vrednosti gozda, ki jih ni mogoče omejiti v prostoru in času, kjer tudi ni mogoče izraziti njih vrednosti v številkah, ki lahko večkrat presegaajo vrednost dohodka od posekanega ali predelanega lesa. Izkoriščanje gozdov za pridobivanje lesa, ki je bilo v Sloveniji skozi stoletja v ospredju in je povsem odrinilo v ozadje primarno vlogo gozda, postaja danes vse bolj podrejeno zahtevam po ohranitvi in krepitvi splošno-koristnih funkcij gozda. Tak razplet je bilo mogoče pričakovati zaradi vse močnejših človekovih vplivov in pojavov, ki so pričeli resno ogrožati ne toliko sam gozdni prostor, kot tudi čiste okolje. Rastlinski svet zatorej ni le proizvajalec lesa, hrane, tehnične in energetske surovine, temveč je mnogo pomembnejša njegova vloga stabilizatorja, regulatorja in regeneratorja žive in mrtve narave.

Kako pomembne in številne funkcije opravlja zdrav in stabilen gozd, kažejo tudi rezultati kartiranja funkcij gozdov, ki jih je leta 1979 izvedel Deželni inštitut za ekologijo, razvoj krajine in urejanje gozdov za deželo Severno Porenje - Vestfalija (1979). Analizirani so bili gozdovi v bližini velikih industrijskih mest (Dortmund, Essen, Koln,..), ki so močno obremenjeni z obilnicami kovalci, željnimi rekreacije. Ugotovljeno je bilo, da ima 41% gozdov tako velik splošni pomen, da ta bistveno vpliva na obliko gospodarjenja z gozdovi, ali pa jo celo narekuje. Tako ima v deželi kar 180.000 ha (21%) gozdov izjemno vodoposkrbovalno funkcijo; 47.000 ha (5%) ima posebno močno klimatsko varovalno

funkcijo; 170.000 ha (20%) je kategoriziranih v imisijsko varovalna področja (gozd kot filter, v katerem je 2-10 krat večje odlaganje) in gozdove, ki varujejo pred hrupom; 15.000 ha (2%) ima posebno varovalno funkcijo pred erozijo tal; 115.000 ha (13%) ima poudarjeno estetsko funkcijo, pri čemer so gozdovi v ta namen posebej opremljeni.

Kako pomembno varovalno funkcijo opravlja zdrav in stabilen gozd kažejo tudi rezultati analize vzrokov močnih poplav, ki so leta 1981 prizadele povodje Ravoire v francoskih Alpah (46). Hudourniki, ki so oživeli ob tem neurju so nosili blato, kamenje, drevesa, podirali hiše in ceste, Komisija, ki je raziskovala vzroke nastale katastrofe je ugotovila, da vzroki segajo v šestdeseta leta, ko so zgradili in odprli smučarski center Les Arcs.

Še večja katastrofa je leta 1987 prizadela dolino Valtellina, kjer se je iz 3066 m visokega vrha Pizzo Coppetto zrušilo v dolino reke Addo preko 20.000.000 m³ zemlje in kamena in samo reko zajezilo v dolžini 2800 m, ob tem pa poplavelo in odneslo številna naselja, ceste, Tudi tu je komisija ugotovila, da je vzrok za nesrečo resda dolgotrajno močno deževje, da pa je glavni vzrok predvsem v močno porušeni varovalni vlogi gozda. Predvsem v višjih legah je bil namreč gozd prestar, presvetljen, pogozdovanja so bila neuspešna, svoj delež pa so dodale tudi velike površine smučišč, zgrajenih na nekdanjih gozdnih tleh.

Z ozirom na neštete funkcije, ki jih opravlja gozd, je torej naloga vseh uporabnikov prostora predvsem skrb za krepitev splošnokoristnih funkcij gozda, torej preprečevanju škodljivih vplivov na gozd - bodisi neposredno ob sočasni uporabi gozdnega prostora (rekreacija, ...) ali posredno (onesnažen zrak, ...), ki tako neusmiljeno zmanjšujejo vitalnost in stabilnost naših gozdov.

5. NALOGE GOZDNIH PROMETNIC

Z ozirom na naloge, ki jih opravlja zdrav in stabilen gozd je nujno, da je le-ta tudi odprta ustrezno vrsto in gostoto gozdnih prometnic, med katere štejejo predvsem ceste, vlake in žičnice. Razvoj tehnologije pridobivanja lesa, ki se je razvijala glede na razpoložljivo vlečno silo (od ročne in animalne do motorne), je močno pogojeval tudi vrsto in predvsem kvaliteto poti, po katerih je les, kot osnovna surovina gozda potoval do posabnika. Za animalno obliko spravila in prevoza lesa so bile zgrajene enostavnejše poti, vlake in ceste, ki so jih gradili v glavnem ročno, vlečni moči pa je bilo prilagojeno tudi samo breme.

Z uvajanjem motorne vlečne sile pa je prišlo do korenitih sprememb ne le v sami tehnologiji pridobivanja lesa, temveč tudi pri načrtovanju in gradnji gozdnih prometnic. Nova spravilna sredstva z veliko vlečno silo namreč zahtevajo poseben nov način spravila (spravilo dolgih sentimentov, celih debel, ...), v kolikor želimo, da je njihova uporaba ekonomična, temu primerno pa morajo biti grajene tudi vlake (dovrnj široka, ustrezen gablon, primerno vzdrževana, ..). Tudi prevoz lesa se je neprestno razvijal, pri čemer so solo kamione zamenjali kamioni s polpričkljivimi. Na ta način se je močno povečala nosilnost vozil, kar zahteva stabilnejše cestno telo, ustrezno utrditev vzdržnega ustroja predvsem pa prometnico s stabilnimi elementi, ki zagotavljajo varno vožnjo (ustrezna širina, vzdolžni naklon, krivine, ...).

Gozdne prometnice torej omogočajo dostop v gozdni prostor z določenimi prometnimi sredstvi, in s tem dajejo osnovo za racionalno gospodarjenje z gozdom. Kako pomembna je ustrezna odprtost gozda navajajo tudi številni znani strokovnjaki. Steinlin (47) navaja, da z gozdom lahko gospodarimo le, če je dostopen. To velja tako za pridobivanje gozdnih sentimentov, kot tudi za vse druge cilje gospodarjenja z gozdovi. Moises (36) navaja da so gozdne ceste življenska žila obrata. Kolikor

gostote so, toliko bolj je prekravljen. Leibundgut (34) omenja, da se brez izgradnje ustreznih prometnic ne moremo predstavljati časovno ustreznega in intenzivnega gozdnega gospodarstva. Rebula (43) navaja, da sta gostota in vrsta prometnic odraz stopnje intenzivnosti gospodarjenja z gozdom. Racionalno gozdno gospodarstvo teži k takemu stanju odprtosti gozdov, ki daje pri ustrezni podpori (investiciji v prometnice) največja zagotovila za uresničevanje vseh ciljev gospodarjenja z gozdovi.

Odprtost gozdov torej pomeni omrežje gozdnih prometnic (g.cest in vlak), ki omogočajo vsestransko rabo gozdnega prostora. Ob tem, da se gozdne ceste povečini namenjene prevozu lesa, opravljajo še vrsto drugih funkcij, saj omogočajo uporabo naj sodobnejše mehanizacije v gozdarstvu in njeno hitro premeščanje iz delovišča na delovišče, omogočajo hiter in lahek dostop delavcev v bližino delovišča z motornimi vozili, tako da ne izgubljajo dragocenega časa in energije, hiter dostop strokovnemu osebju za s tem boljši pregled nad dogajanjem v gozdu, hitro ukrepanje tudi na drugih področjih gozdarske dejavnosti (varstvo gozdov,..), kot protipožarne prepreke,..

Gozdna cesta je praviloma enopasovna, zaradi česar so za nemoten potek prometa poleg osnovnega voznega pasu potrebne tudi številne razširitve, ki pa morajo biti ustrezno utrjene, v kolikor so namenjene kot mesta za srečevanje težkih gozdarskih vozil. Najpogostejše so takšne razširitve na mestih, kjer se vlake navezujejo na samo gozdno cesto, in ob tem služijo tudi kot prostor za odlaganje lesa po končanem spravilu, njegovo krojenje, sortiranje in nakladanje na kamione za nadaljni prevoz.

Vrsta nalog, ki jih opravljajo gozdne ceste, opravljajo tudi gozdne vlake, pri čemer so le-te v glavnem namenjene spravilu lesa. V času, ko so les spravljali s konji, so bili to kolovozi, ki so bili ozki in se dobro prilagajali terenu. Današnja spravilna sredstva (traktorji) pa zahtevajo široko prometnico, pri čemer mora biti njen potek tako po horizontali kot tudi vertikali

bolj izravnana. Takšna vlaka je zato lahko v polovnih predelih to dovolj široka poseka, v hribovitih predelih in v tršašem terenu pa mora biti takšna vlaka predhodno zgrajena.

Znane in uporabljane tehnologije omogočajo izgradnjo gozdnih prometnic tako rekoč na vseh terenih z gospodarskim gozdom. Tehnoloških ovir torej ni, vendar je poseg oziroma gradnja toliko zahtevnejša, kolikor težji je teren, z zahtevnostjo pa se stopnjujejo tudi ekološke posledice. Vlaka v gozdu tako ne predstavlja le prometnice, torej prostor, ki omogoča spravilo lesa, temveč s svojo lego določa, do kam lahko z določenim sredstvom prodremo v gozd, na kakšen način in s kakšnimi stroški bomo delo opravili, ter kakšne bodo posledice našega posega v gozdu. Hkrati je vlaka tudi smeroviz sakačem pri podiranju drevja.

Gozdna ceste pa ne služijo samo potrebam gozdarstva, temveč imajo tudi mnogo širši družbeni pomen. Poleg tega, da odpirajo posamezne predele gozda, povezujejo tudi številne manjše kmetije in zaselke med seboj, kmetije v hribovitih svetih pa tudi z dolino, s čimer omogočajo njihov obstoj in nadaljnji gospodarski razvoj, in na ta način posredno pripomorejo pri ohranjanju kulturne krajine. Ob vse večjem pomenu gozda za rekreacijske potrebe prebivalstva (kulturno pogojene funkcije) so ravno gozdne prometnice te, ki v določenih območjih omogočajo uspešen razvoj turizma in rekreacije.

Lahko torej trdimo, da gozdna prometnica v naravnem gozdu predstavlja tujek, ki pa je nujno potreben za uresničevanje gozdnogospodarskih ciljev. Ker so le-te enako potrebne gozdarstvu, kmetijstvu, turizmu, ..., jih moramo zato graditi na podlagi dolgoročnih načrtov, ki morajo biti usklajeni s potrebami vseh gospodarskih panog, pri tem pa čim bolj omejiti negativne vplive, ki jih kot take povzročajo v našem prostoru.

6. GOZDNE PROMETNICE KOT NEGATIVEN DEJAVNIK GOZDNEGA PROSTORA

Prometnice v gozdu so torej nujno člo, pa vendar so za gospodarjenje z gozdom nujno potrebne. Poleg prednosti imajo gozdne prometnice tudi vrsto negativnih vplivov na gozd in okolje, pri čemer so le-ti lahko naslednji (28):

A. Vpliv na spremembo proizvodnih sposobnosti gozdnih rastlin:

a. Vpliv na tla:

- spremenjene talne oblike:
 - * trajno nerodovitna tla
 - * tla usekov
 - * tla nasipov

- spremenjene lastnosti primarnih tal:
 - * spremenjeno površje tal:
 - + dekapitirana tla
 - + vdrti kolesnice
 - + jame, kotanje (suhe)
 - + jame, kotanje (z zastajajočo površinsko vodo)

 - * zgoščevanje tal
 - + spremenjene fizikalne talne lastnosti
 - + spremenjene biološke talne lastnosti
 - + spremenjene kemične talne lastnosti

 - * onesnetenje tal
 - + z olji
 - + z naftnimi derivati
 - + z odpadki

 - * zastajanje vode v tleh nad prometnico zaradi prekinitve lateralnih vodnih tokov

b. Vpliv na vodne razmere:

- pospešen odtok vode
 - * tako prometnice kot zbiralniki meteorne vode
 - * prekinjeni (odprti) lateralni vodni tokovi (odprti vodni viri)
 - * pospešen pretok vode po koritnicah v grebenske jarke in po njih v potoke
 - * zamočvirjanje zemljišč na vložih
 - * zamočvirjanje zemljišč nad prometnicami zaradi prekinjenih (zaprtih) lateralnih vodnih tokov

c. Vpliv na erozijo:

- površinska in brazdasta erozija nastajenih in slabo utrjenih gozdnih vlak in planjav gozdnih cest
- površinska in brazdasta erozija v razsekih in nasipih
- jarkasta erozija in spodjedanje v pobočnih jarkih zaradi nekajkrat povečanega odtoja vode po jarkih v primerjavi z naravnim stanjem pred izgradnjo prometnice
- nevarnost zemeljskih plazov s pobočij nad prometnicami (podsnetem sloju, ki smo ga z useloma preerzali)
- nevarnost drsenja oz. udara prometnice

d. Vpliv na gozdni prostor:

- zmanjšanje produktivnih gozdnih površin
 - * trajno zaradi zgrajenega cestnega telesa
 - * začasno zaradi vlake, cestnih uselov, nasipov in širine varovalnega pasu
 - * začasno zaradi odstranitve poškodovanega drevja
 - * začasno zaradi sekundarnih poškodb drevja (vetrolomi, snegolomi...)

e. Vpliv na klimatske razmere:

- sprememba sestojne klime zaradi odprtih pretočnih poti za zrak po koridorju prometnic
- sprememba klimatskih razmer zaradi večjih odprtih v sestoju, ki so nastale ob prometnici

- povečana nevarnost vetrolomov, snegolomov (problem oblikovanja gozdnega roba)

B. Vpliv na poškodbe drevja in sestojev

a. Neposredne poškodbe drevja zaradi gradnje prometnic:

- poškodbe na drevju kot posledica poseka drevja na trasi prometnice in njihovega spravila
- poškodbe na drevju zaradi gradbenih del (od gradbenih strojev, miniranja)
- potržani koreninski sistemi
- odkopani koreninski sistemi
- zasuta debla

b. Neposredne poškodbe drevja zaradi vožnje lesa po cestah in vlačjenja po vlakih:

- rane na drevju
- trganje korenin zaradi mehaničnih obremenitev tal
- odmiranje korenin zaradi spremenjenih fizikalnih (značno - vodnih) talnih lastnosti
- odmiranje drevja zaradi onesnaženja tal (odpadna olja, naftni derivati)

c. Posredne poškodbe drevja in sestojev zaradi zgrajenih prometnic:

- ruvanje drevja na nestabilnih robovih cest zaradi povečanega delovanja vetra (povečano majanje dreves)
- vetrolomi, snegolomi zaradi zmanjšane stabilnosti sestojev (malo stabilni robovi, vrzeli v sestojih s že neoblikovanim gozdnim robom)
- poškodbe drevja in sestojev zaradi erozijskih procesov, ki so jih posredno povzročile gozdne prometnice.

C. Vpliv na vodno gospodarstvo

- zaradi posekanega drevja je nad prometnico zmanjšana intercepcija, zato pade večja količina padavin na tla

- cestno telo je zbiralec padavin, ki po koritnici hitro odtečejo s površine cestnega telesa
- prekinjeni (odprti) so lateralni vodni tokovi; voda teh virov skupaj z meteorno vodo odhaja po koritnici v pobočni jarek in po njem v potok
- zaradi hitrega odtoka padavinske vode, ki jo je zajelo cestno telo prometnice in zaradi odtoka odprtih lateralnih vodnih virov se zmanjšujejo vodne zaloge v gozdnem prostoru.

Vidimo torej, da so gozdne prometnice in promet po njih lahko vzrok za številne spremembe v gozdnem prostoru, pri čemer lahko v ekstremnih razmerah povzročijo pravo katastrofo.

Med najbolj grobe posega v gozdu obravnavamo gradnjo gozdne ceste, torej prometnice, ki predstavlja primarno prometno zila, na katero se navezujejo ostale prometnice, kot so vialne in vialnice. Zaradi gozdne ceste moramo posekati pas gozda, ki je tem krajši, čim večji je naklon terena in čim labilnejša je podloga. Takšen posek gozda vsekakor pomeni tudi izgubo prirastka na lesu. Z izgradnjo gozdne ceste razgalimo tudi določeno površino hribine, ki je predvsem takoj po gradnji lepostavljena tudi različnim vrstam erozije, kar lahko pomeni velik problem predvsem pri gradnji v erodibilnih predelih. Ne moremo tudi mimo pozabiti tal in okoliškega drevja, ki jih ob gradnji povzroča minimalne trde hribine, kotaleče se kamenje,.. Cesta in promet po njej sta tudi vzrok za hrup, smrad in nesnago v gozdu, pri čemer je za slednje krivec predvsem nevezgojen šloves, ki to cesto uporablja. Hrust in hrup, ki ga v gozdu povzročajo motorna vozila in drugi stoji prav gotovo vpliva tudi na živiljski prostor divjadi, njeno gibanje, pri tem pa so ravno živali tudi pogoste žrtve takšnega prometa. Tudi številne ekološke spremembe, kot je sprememba vodnega režima, mikroklimi, večja občutljivost na sneg in veter, so pogosto posledica gradnje gozdne ceste, pri čemer je ob malomarni in neodgovorni gradnji prizadet tudi izgled same krajine.

Kot gozdna cesta prinaša tudi vlaka v gozd vrsto negativnih vplivov, ki so tem večji, kolikor zahtevnejši je teren. Izguba gozdne površine zaradi vlake je neznatna, lahko pa postane pri posameznih tehnologijah spravila pomemben dejavnik (uporaba težkih strojev, ki zahtevajo goste vlake). Grajena vlaka zahteva odstranitev vrhnje talne plasti, torej poseg v samo matično hribino, kjer vožnja po takšni vlaki vpliva na spremembo tal (zbijanje tal in s tem manjša propustnost tal za zrak vodo, ...), povzroča poškodbe na koreninah bližnjih dreves, kar vse se neugodno odraža tudi na njihovem priraščanju. Pri tem ima pomembno vlogo tudi rastišče in zlasti tla s svojimi mehanskimi lastnostmi. Seveda so vlake, predvsem v labilni hribini in pri večjem podolžnem naklonu (>15%), zlasti v prvih letih po gradnji, močno izpostavljene tudi različnim vrstam erozije, pri čemer se ob večji nepazljivosti v skrajnem primeru lahko spremene celo v lokalne hudournike. Kot s pajčevino prepleten gozd z gozdnimi vlakami prav gotovo izgubi svojo naravno lepoto.

Gozdne prometnice so za uresničevanje gozdnogospodarskih ciljev nujno potrebne. Ker so potrebne gozdarstvu, kmetijstvu, turizmu, ..., jih moramo zato graditi na podlagi dolgoročnih načrtov, ki morajo biti usklajeni z potrebami vseh gospodarskih panog, pri tem pa čim bolj omiliti negativne vplive, ki jih kot take povzročajo v našem, že tako labilnem prostoru.

7. METODA DELA

Z ozirom na številne negativne vplive, ki jih gozdna prometnica lahko povzroči v gozdu, smo pripravili ustrezno metodiko, ki je prilagojena namenu in smotru same raziskave. Glede na to, da za podobne analize v literaturi nismo zasledili že izdelane metodike in da namen naše raziskave ni bil v tem, da podrobno proučimo le manjše število negativnih vplivov, temveč da dobimo tudi kratek pregled nad dogajanjem v gozdu v zvezi s prometnicami, katerih povzročitelji smo mi, gozdarji, smo temu namenu ustrezno prilagodili tudi naše delo in obsežnost same raziskave.

7.1 RAZNOLIKOST SLOVENSKEGA PROSTORA

To kar danes vidoma zaznavamo na površju zemlje ima za seboj dolgo zgodovino razvoja in ob tem tudi zelo burna dogajanja. Pri tem so glavno delo pri oblikovanju zemeljskega reliefa opravili številni tektonski premiki, udori in narivi, ki so predstavljali ogromne gmote kamnin.

Največji mojster pri oblikovanju reliefa je bila severna voda. Letno menjavanje visokih in nizkih temperatur je na površju kamnin povzročilo številne razpoke in odkruške, ki so jih v tisočletjih predelale atmosferske in preložile gibelne sile narave (voda, vetrovi, plazovi,...). Blažje, ko so bile sile gibanja, labilnejša je njihova sestava. Ravnovesje je rahlo zlasti v hriboju, med gozdovi, travišči, skalnimi golicami,... kjer sovpada delovanje težnosti z dinamičnimi silami narave.

V vseh oblikah zemeljskega površja je torej neprestan razvoj spreminjanje in preoblikovanje, ki mu ni videti konca. Rezultat takšnih sprememb je tudi naš reliefno tako razgiban slovenski prostor, ki že sam po sebi opredeljuje prenekatero danosti,

pojave in močne rabe omenjenega prostora. Tako razgiban svet je torej posledica različnih oblik preperevanja posameznih kamnin in mineralov, ki tako značilno zaznamujejo določeno področje.

Ker 1/3 slovenskega ozemlja je tako zaznamovanega s kraškimi pojavi, ki so posledica svojevrstnega učinkovanja površinske vode. Dgljikov dvokis, ki ga voda prinaša v podtalje, kemično deluje na apnenec, ga topi in odplavlja, kar povzroča močne razjede v mehki apnenčasti skali (vrtace, uvale,..).

Do 1/3 ozemlja predstavlja glinenomeljaste in z glino mešane zemljine, ki so razmeroma močno namočene z vodo in plazljive, pretežno plodni del pa predstavljajo nanosi, naplavine, narivi,..

Ostale tretjino pa predstavlja svet hribov in gora, močno razrezen z manjšimi in večjimi vodotoki, hudourniški strugami, plazišči,..

Raznolikost slovenskega ozemlja pa se ne kaže le v razgibanem reliefu, temveč je zelo pestra tudi sestava kamnin. Na njih so se izoblikovali številni talni tipi, ki so pomembna osnova za oblikovanje vegetacijskega tipa, torej tudi naših gozdov, ki v povezavi z podnebnimi dejavniki odločajo o boljšem ali slabšem uspevanju določenih vrst in njihovi vodoravni ali višinski razvrstitvi, kot tudi osnova in vodilo tako pri načrtovanju kot tudi pri gradnji gozdnih prometnic.

7.2 SKUPINE KAMNIN KOT KRITERIJ ZA IZBIRO RAZISKOVALNIH MODELOV

Gradnja gozdnih prometnic z uporabo danes raspoložljive mehanizacije ne predstavlja kakih večjih težav. Pomeni pa takšna gradnja poseg v gozd in samo hribino, ki je tem večji, čim strmehje je pobočje, v katerem gradimo prometnico in kolikor bolj nestabilna je sama hribina.

Gozdna cesta je grajena iz materiala iz narave, to je iz kamnja in zeoljine. Ob sicer podobni tehnologiji gradnje ceste so lastnosti cestnega telesa odvisne prav od lastnosti materiala oziroma od lastnosti kamnin, ki so ob takani gradnji prisotne. Vsaka kamnina pa ima svoje specifične lastnosti, ki so značilne tudi za preperino, ki nastaja iz kamnine. Te lastnosti so trdnost kamnine, stopnja podleganja različnim oblikam preperevanja, sestav preperine po velikosti delcev, fizikalne in kemične lastnosti preperine.

Z ozirom na pestro geološko - petrografsko sestavo Slovenije, smo kamnine, ki se pojavljajo na večjih površinah, po njihovih lastnostih razdelili v naslednje štiri skupine - stratume (27) in sicer (priloga 1):

1. Trde karbonatne kamnine
2. Trde nekarbonatne kamnine
3. Klastični sedimenti psamitnega sestava
4. Klastični sedimenti psefitnega sestava

1. skupina: Trde karbonatne kamnine

V to skupino sodijo, apnenci in dolomiti, ki so trdi. V njih je skupna količina karbonatov precej večja od količine ostalih mineralov. Kamnine oziroma njihove mehanske preperine so trde. Odpornost apnencev in dolomitov proti obrabi je manjša od odpornosti silikatov, a že vedno dovolj velika, da se na njih tvori dovolj trdna in gladka površina planuma cestnega telesa. Apnenci vodo prepustljajo, medtem, ko so dolomiti vododržni. Mehansko preperevajo apnenci počasi, kemično pa hitreje. Na njih najdemo velike skale in kamenje, ki je največkrat zaobljeno. Glina, ki nastane iz apnencev oziroma iz njihovega netopnega ostanka, je precej odporna proti površinskemu spiranju.

Priloga 1

Vrsta kamnin po posameznih skupinah

VRSTA KAMNINE	1. skupina	2. skupina	3. skupina	4. skupina
- morena karbonatna				x
- morena mešana				x
- morena nekarbonatna				x
- gruča karbonaten				x
- gruča mešan				x
- gruča nekarbonaten				x
- prod, pesek karbonaten				x
- prod, pesek mešan				x
- prod, pesek nekarbonaten				x
- aluvialna ilovica			x	
- diluvialna ilovica			x	
- glina			x	
- publica			x	
- lapor			x	
- flis			x	
- apnenec	x			
- apnenec z roženci	x			
- dolomitizirani apnenec	x			
- dolomit	x			
- apnenčev konglomerat	x			
- kremenov konglomerat		x		
- apnenčevi peščenjaki	x			
- karbonatno-kremenovi peščenjaki	x		x	
- kremenčevi peščenjaki		x		
- kremenčevi skrjavci			x	
- glinasti skrjavci, bogatejši			x	
- glinasti skrjavci, revnejši			x	
- filiti			x	
- serpentini		x		
- blestniki		x		
- gnajsi		x		
- amfiboliti		x		
- graniti		x		
- tonaliti		x		
- tonalitski porfiriti		x		
- daciti		x		
- kremenovi keratofiriji		x		
- andeziti		x		
- tufi		x		

Dolomiti navadno zelo hitro mehansko preperrevajo v obliki drobnih razpok, kemično pa preperrevajo počasneje od apnenecv. Zaradi tega so dolomiti pogosto prekriti s slojem dolomitnega grusca in drobnega peska. Glina, ki nastaja iz dolomitov s kemičnim preperrevanjem, ima podobne lastnosti kot glina, ki nastaja iz apnenecv.

Ilovnato glinasta preperina na apnencu in dolomitu navadno ni globoka, je pa propustna za vodo. Zaradi velike vsebnosti kalcijevih in magnezijevih ionov ima preperina dobro veznost in je precej odporna proti površinskemu spiranju. V času večjih nalivov ali ob dolgotrajnem deževju lahko ilovnato glinasta preperina prehaja v koloidni mulj, ki ga voda spira s površine.

2. skupina: Trde nekarbonatne kamnine

Med te kamnine štejemo magmatske in metamorfne kamnine ter kremenove peščenjake in kremenove konglomerate, ki imajo veliko trdnost. Sestavljene so pretežno iz mineralov z večjim ali manjšim deležem silicija, medtem ko so karbonatne primesi le zelo redko prisotne. Navadno so v obliki kalcitnih žil ali pa v obliki apnenega veziva (peščenjaki). Kamnine so zelo trde in se brušijo v odlomke z ostrimi robovi.

Kamnine te skupine preperrevajo razmeroma počasi. Kemično preperrevajo tako, da se posamezne spojine izlužijo iz površinskih slojev kamnov in skal, zaradi česar le-te na svoji površini spreminjajo barvo. Izpirajo se predvsem spojine, ki vsebujejo baze. Mehansko se kamnine drobijo v ostrorobe odlomke različnih velikosti. Preperina kamnin je največkrat peščeno ilovnata do ilovnata, zelo propustna za vodo, z zelo majhno veznostjo in je zato zelo izpostavljena vsem oblikam erozije.

3. skupina: klastični sedimenti psamitnega sestava

Kamnine te skupine so nastale z mehansko akumulacijo zaradi delovanja vode, vetra in ledu. V njih so akumulirani produkti fizikalnega in kemičnega preperevanja različnih kamnin in mineralnih odlomkov, ki so po svoji velikosti manjši od 2 mm. Sedimenti morejo biti nevezani (ilovica, glina, puhlica) ali pa so vezani in mehki do trdi (lapon, mehki peščenjaki, glinasti skrilavci). Mehansko preperevajo zelo hitro.

Imenovanim kamninam je skupna lastnost, da tvorijo ali preperevajo v debele sloje ilovice, ilovnate gline, gline. Vsebujejo malo baz, če pa jih vsebujejo, se baze hitro ispirajo. Ilovnati in glinasti delci so slabo vezani in so zelo podvrženi eroziji. V globokih ilovnatih in glinasto ilovnatih plasteh se zelo pogosto tvorijo težji, za vodo slabo propustni ali nepropustni sloji, na katerih zastaja ali pa po njih polzi voda. To so drsni sloji, po katerih more drseti zemljina, ki leži na njih, zaradi česar so na teh kamninah zelo pogosti zemeljski plazovi. Tudi ilovice in gline so zelo podvržene vsem oblikam erozije.

4. skupina: klastični sedimenti psefitnega sestava:

Sedimente sestavljajo veliki in drobni odlomki kamnin in mineralov, ki morejo biti ostrorobi do povsem zaobljeni, pač odvisno od tega, ali so se akumulirali zaradi sile težnosti v neposredni bližini mesta, kjer kamnina razpada, ali pa so se premeščali zaradi delovanja ledu in vode. Odlomki so tem bolj zaobljeni, čim dalj so potovali, kar še posebej velja za tiste odlomke, ki jih je prenašala voda. Takšni odlomki so večji od 2 mm. Ti sedimenti so najpogosteje sipki vezani, so le, če so, sprijeti v breče in konglomerate. So tudi popolnoma odredni. Glinasti delci, ki nastajajo s kemičnim preperevanjem, se vežejo z organsko snovjo in ostajajo na površini kot organsko mineralna

tla, ali pa se spirajo v nižje ležeče prazne prostore med ledenjem. Te kamnine so odporne proti površinski, brazdasti in jarkasti eroziji, so pa zelo podvržene spodjedanju. Zlasti na strmih pobočjih, nad hudourniki, predstavljajo takšne kamnine zelo veliko nevarnost. V kolikor so kamnine prebite s preperino, so njene lastnosti odvisne od vrste kamnine oziroma mineralov, iz katerih je preporina nastala.

7.3 OBJEKTI RAZISKOVANJA

Glede na predhodno oblikovane skupine kamnin (stratum), ki karakterizirajo določen del gozdnega prostora, smo za vsako skupino v odvisnosti od naklona terena (0-20%, 20-50%, >50%) oblikovali številne raziskovalne modele in na njih izbrali za podrobno proučevanje posamezne prometnice. Da smo lahko spremljali tudi dinamično sprememb in različnih drugih vplivov, ki jih omenjene prometnice prinašajo v gozd in gozdni prostor, smo posamezne prometnice ločili tudi glede na leto gradnje (do 5 let, 6-10 let, nad 10 let). Na tako izbranih prometnicah smo nato podrobno analizirali posamezne reprezentativne profile (povprečen oblika in stanje prednega profila na določeni razdalji), kot tudi vse izjemne profile (obračališča, izogibaletne, usede, ...), ki so bili grajeni načrtno ali pa so nastali kot posledica neustrečne gradnje same prometnice. Dobljene podatke smo vpisovali v za ta namen pripravljene seznamne liste.

Gozdne ceste:

Za analizo reprezentativnih profilov na gozdnih cestah smo na področju 8 gozdno gospodarskih območij Slovenije oblikovali 24 raziskovalnih modelov, in na njih izbrali 51 gozdnih cest v skupni dolžini 189.354 m (priloga 2). Na izbranih cestah smo nato, glede na vrsto hribine (stratum) in naklon terena, na razdalji

cca 100-150 m, določili reprezentativne profile, ki predstavljajo povprečno obliko in stanje pravnega profila na razdalji okoli 20 metrov.

Za 1. skupino kamnin (trde karbonatne kamnine) smo tako izbrali in analizirali gozdne ceste na območju gozdnega gospodarstva Bled, Ljubljana, Postojna in Počevlje. Zaradi različnih lastnosti apnenca in dolomita smo reprezentativne profile v omenjenih kamninah analizirali ločeno. Tako smo v apnenecu, na 5 raziskovalnih modelih, na 9 gozdnih cestah v skupni dolžini 43.334 m, analizirali 150 reprezentativnih profilov. Enako število profilov smo analizirali tudi v dolomitu, in to na 10 gozdnih cestah v skupni dolžini 34.269 m.

Reprezentativne profile za 2. skupino kamnin (trde nekarbonatne kamnine) smo izbrali na gozdnih cestah na območju gozdnega gospodarstva Maribor in to na pobočju centralnega dela Pohorja, kjer je preperina kamnine (tonalit) zelo globoka. Tudi tu smo analizirali 150 reprezentativnih profilov na 9 gozdnih cestah s skupno dolžino 37.300 m.

Za 3. skupino kamnin, ki vsebuje plastične sedimente psamitnega sestava, smo izbrali za analizo gozdne ceste na območju gozdnega gospodarstva Tolmin, Bled, Ljubljana, Postojna in ZPMK Kras - Sezana. Na 7 raziskovalnih modelih smo izbrali 14 gozdnih cest v skupni dolžini 48.051 m, in na njih analizirali 150 reprezentativnih profilov.

4. skupino kamnin sestavljajo sedimenti psamitnega sestava. Za analizo smo tako izbrali gozdne ceste, zgrajene v pobočnem grušču in to na območju gozdnega gospodarstva Tolmin, Bled in Kranj. Na 6 raziskovalnih modelih smo izbrali za analizo 9 gozdnih cest v skupni dolžini 26.900 m in pri tem analizirali 130 reprezentativnih profilov.

Mesto raziskovalnih modelov pri analizi gozdnih cest in vlak

07

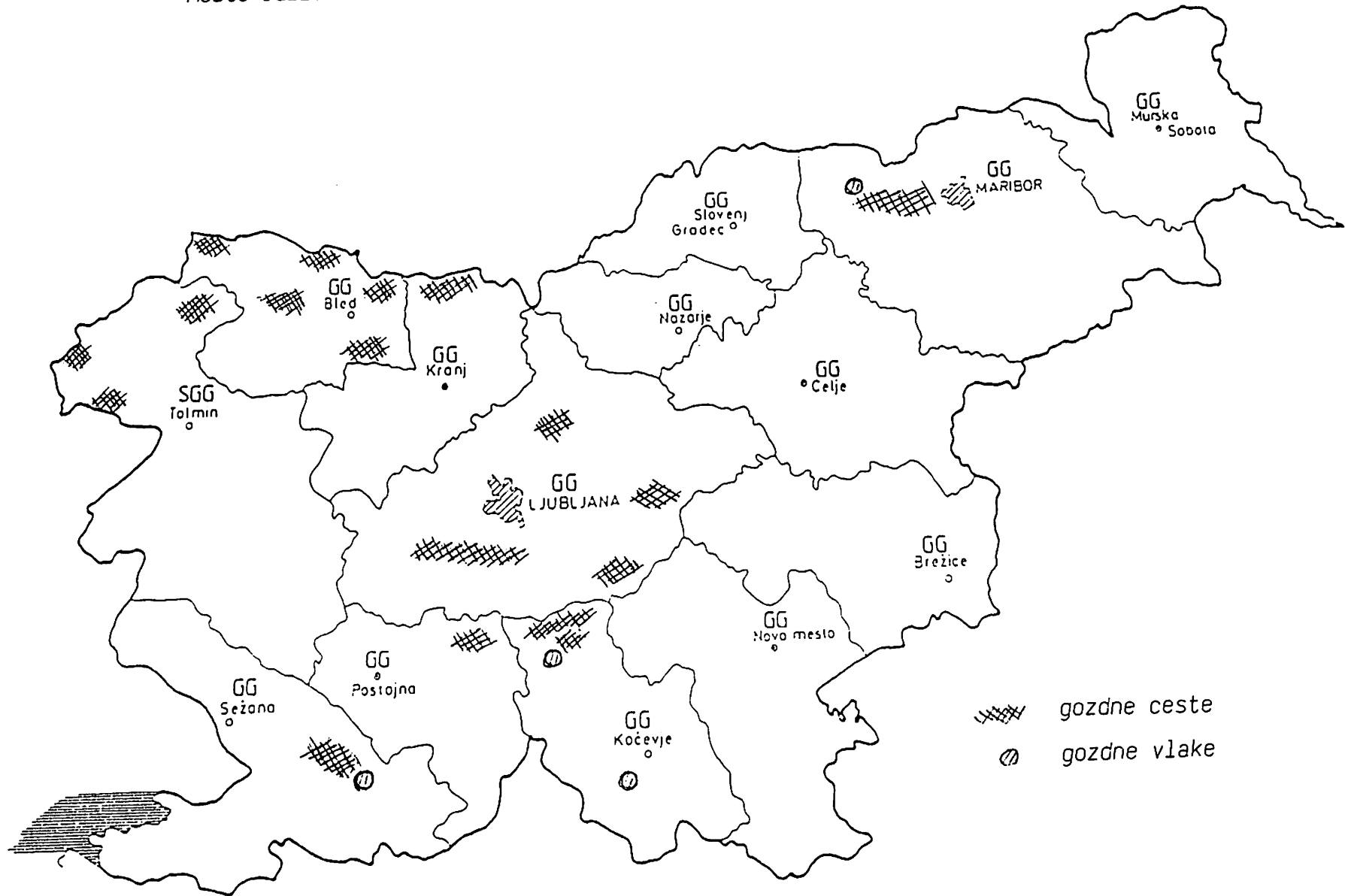


Tabela 1

število analiziranih reprezentančnih profilov na gozdnih cestah

Naklon terena	S E R P I N E		K A M N I N		
	I. skupina apnenec	dolomit	II. skupina	III. skupina	IV. skupina
0-20%	50	50	50	50	30
20-50%	50	50	50	50	50
> 50%	50	50	50	50	50
Skupaj	150	150	150	150	130

Gozdne vlake:

Za razliko od proučevanj na gozdnih cestah, kjer smo analizirali reprezentančne profile za vse štiri skupine kamnin, smo vlake izbrali in analizirali le za prvo, drugo in v tretjo skupino kamnin. Ob tem smo pri naših proučevanjih namenili posebno pozornost problemu erozije, posebno ko gre za vlake, zgrajene v drugem in tretjem stolletju (tonatili, silikati, flis, ...).

Skupno smo tako oblikovali 16 raziskovalnih modelov, na njih izbrali 64 vlak v skupni dolžini 21.685 metrov in na njih podrobno analizirali 300 reprezentančnih profilov (povprečni prečni profil vlake v dolžini okoli 5 metrov).

Za prvo skupino kamnin (trde karbonatne kamnine) smo izbrali vlake na območju gozdnega gospodarstva Kočevje, kjer smo na 5 raziskovalnih modelih izbrali 29 vlak v skupni dolžini 7585 metra in na njih podrobno analizirali 120 reprezentančnih profilov. Da smo za analizo izbrali vlake na imenovanem področju je vzrok predvsem v tem, da gre za izredno razgiban kraški svet, ki zahteva razmeroma gosto mrežo vlak.

Tabela 2

Število analiziranih reprezentančnih profilov na gozdnih vlakih

Naloga terena	S K U P I N E K A M N I N		
	I. skupina	II. skupina	III. skupina
0-20%	20	10	10
20-50%	80	50	50
> 50%	20	30	30
Skupaj	120	90	90

Tako kot za gozdne ceste smo tudi za analizo vlak za 2. skupino kamnin izbrali vlake na področju Pohorja. Na 5 raziskovalnih modelih smo izbrali 13 gozdnih vlak v skupni dolžini 7880 metrov in na njih analizirali 90 reprezentančnih profilov.

Za analizo reprezentančnih profilov v tretjem skratumu pa smo izbrali vlake na območju gozdnega gospodarstva Kofevje in ZPMK Kras - Sezana. Na 6 raziskovalnih modelih smo izbrali 22 vlake s skupno dolžino 6220 metrov in na njih analizirali 90 reprezentančnih profilov.

7.4 POTEK TERENSKIH MERITEV

Za razpis na zastavljene cilje omenjene raziskave in v željo, da ob tem ugotovimo tudi čim več različnih možnih vplivov, ki jih prinaša v gozd gradnja gozdnih prometnic in s tem promet po njih, smo za delo na terenu pripravili tudi ustrezno metodiko.

Gozdne ceste:

Na izbrani prometnici - gozdni cesti, smo ob našem prvem prehodu na razdalji 100 do 150 metrov označili posamezne reprezentančne profile, ki v dolžini vsaj 20 metrov predstavljajo povprečno obliko in stanje prečnega profila ob določenem času po gradnji.

Prejeli smo za prečni profil prometnice, ki v danih razmerah (naklon terena, vrsta hribovine,..) oblikuje stabilno cestno telo in ob tem omogoča tudi varno vožnjo s posameznim prevoznim sredstvom. Na tem izbranem reprezentativnem profilu smo nato podrobno izmerili posamezne elemente cestnega telesa (naklon in dolžina odkopne in nasipne brežine, širina vozišča,..), kot tudi ocenili vrsto drugih parametrov, ki karakterizirajo celoten profil (stopnja varasnosti brežin, prisotnost erozije, poškodbe na stojnem števju ob prometnici,..). Ob tem smo na celotni dolžini prometnice analizirali tudi vse izjemne profile, kot so obračališča, izogibalšča, ..., ki so bili grajeni načrtno, kot tudi profile, ki so nastali kot posledica nestrokovne in nevestne gradnje (usadi, frate po miniranju,..).

Pri našem delu smo za merjenje posameznih elementov uporabljali jeklen merilni trak, postopično orodje z določeno kotomerno skalo za merjenje dolžine in nabora odkopne in nasipne brežine, busolo in palomer. Za oceno posameznih parametrov pa smo se poslužili okularne ocene in to pa vnaprej pripravljenih merilnih.

Podatke terenških izvedb smo beležili v za ta namen pripravljene enesalne liste (priloga 3), ki smo jih priredili na osnovi predhodnih poskusnih merjenj. Zaradi sistematičnega zbiranja številnih podatkov naših merjenj (88 različnih podatkov za vsak reprezentativni profil, do 16 podatkov za posamezno vrsto izjemnega profila), in nadaljne računalniške obdelave letnih, smo posamezne vrste podatkov grupirali v 7 skupin. Pri tem posamezne skupine vsebujejo naslednje važnejše podatke:

1. skupina: Cesta

Poleg splošnih podatkov o cesti (ime, dolžina, leto gradnje), vsebuje omenjena skupina podatek o načinu gradnje, pri čemer je, možnih 7 različnih načinov in sicer:

- a. klasična gradnja:
drobljenje trde hribine izvaja ekipa ročnih vrtilcev, pri čemer je za vrtanje minskih vrtin uporabljena pnevmatično ročno kladivo, medtem, ko ostala dela opravi buldožer.
- b. lafeta + buldožer:
težko dela vrtilcev (ročno vrtanje) zamenja lafeta, medtem ko ostalo delo se vedno izvaja buldožer.
- c. lafeta + bager:
pri drobljenju trde hribine je za vrtanje minskih vrtin uporabljena lafeta, medtem, ko je zaradi boljše kontrole premika materiala in večje uporabnosti stroja (sončiranje materiala, nakladanje, odvodnjavanje,..) uporabljen bager.
- d. hidravlično udarno kladivo + bager:
na mestih, kjer je zaradi večje nevarnosti požarih zaradi miniranja (važnejši objekti, kvaliteten sestoj,..) za drobljenje trde hribine uporabljamo hidravlično udarno kladivo, ki kot priključek ob zamenjavi nakladalca sline na bager znatno povečuje elastičnost osnovnega stroja (bagera).
- e. lafeta + hidravlično udarno kladivo + bager:
pri drobljenju trde hribine ob večjih izkopih, kjer je za vrtanje minskih vrtin uporabljena lafeta, za sekundarno drobljenje (večje skale, manjši propusti,..) hidravlično udarno kladivo, medtem ko ostala dela izvaja bager.
- f. buldožer + bager:
na celotni trasi se pri delu izmenjujeta ali pa delata skupaj buldožer in bager.
- g. ročna gradnja:
kot najstarejši način gradnje, ki ga lahko zasledimo le še pri prometnicah, grajenih pred 20 in več leti.

2. skupina: Profili

Ob splošnih podatkih o profilu, (oblika, mesto, ekspozicija, lega glede na sestavo in razvojno fazo sestava, vplivu na okolje, ...), je v omenjeni skupini tudi podatek, ki nazvržča analitično reprezentanco profil v odgovarjajoči stratum.

3. skupina: Bord

V omenjeni skupini so zabeleženi podatki o stanju gozda nad odkopno brežino (NO) in stanju gozda pod nasipno brežino (BN). Poleg izmerjenega naklona terena, povprečne horizontalne razdalje izsekanega pasu gozda nad zgornjim robom odkopne brežine (A) in horizontalne razdalje zgornjega roba nasipne brežine do roba gozda pod nasipnico (B), so tu zabeleženi tudi podatki (ocena o stopnji zaraslosti gozda, pokrovnosti in asimetriji robnih dreves ob prometnici, ter njihovi poškodovanosti zaradi gradnje ali prevoza, prisotni eroziji,). Glede na naklon terena, vrsto hribine in njeno sestavo, vrsto in razvojno fazo gozda, stabilnost odkopne brežine, .., je tu tudi ocena o najni horizontalni dolžini izsekanega pasu gozda nad zgornjim robom odkopne brežine (A1), ki se zagotavlja stabilno odkopno brežino.

4. skupina: Brežina

Zbrani so podatki, ki karakterizirajo odkopno in nasipno brežino. Poleg izmerjenih vrednosti, kot so klasična širina (N) in naklon odkopne in nasipne brežine, najdemo tu tudi zelo pomemben podatek o preperinosti peskavi hribine v profilu odkopa (ocena deleža tal: deležu kamenja). Z ozirom na to, da sta brežini izpostavljeni vsemogočim negativnim vplivom, so tu zbrani tudi podatki o najni stopnji poraslosti z različnimi govnimi in drevesnimi vrstami, prisotni eroziji na samih brežinah, prekinjenih vodnih izviroh, ...

5. skupina: Prehod

V omenjeni skupini so zbrani podatki o koritnicah in roma jarlu, kot tudi izmed možnih načinov ureditve sistema odzračevanja, in o hodniku, ki kot ožji pas cestnišča povezuje rob vozišča z zgornjim robom nasipne brežine.

6. skupina: Vozišče

Omenjena skupina karakterizira po prometu najbolj obremenjeno površino cestnega telesa, pri čemer je poleg osnovnih podatkov podana tudi ocena stanja samega vozišča (vzdrževanje, utrditev, erozija).

7. skupina: Izjemni profili

Poleg podatkov o reprezentančnem profilu, smo na dolžni dolžini proučevane prometnice, analizirali tudi vse druge posege v gozd in hribino (izjemni profili). Pri tem smo ločili profile, katerih izgradnja oziroma nastanek je bil po projektni načrtovan (obnašališče, izogibalnišče), profile, ki so nastali kot posledica izjemnih razmer pri gradnji (gradnja v zelo strmih pobočjih in tudi ter kompaktni hribini, ki oblikuje odkopno brežino nenormalnih oblik in dimenzij) in profile, ki so nastali kot posledice neodgovorne in nestrokovne gradnje in vzdrževanja prometnice (usad, frata).

Gozdne vlake:

Podobno kot na gozdnih cestah smo analizirali tudi profile na gozdnih vlakah. Na razdalji 20 do 30 metrov smo določili posamezni reprezentančni profil, ki na dolžini 5 do več metrov predstavlja povprečno obliko in stanje prečnega profila posameznega odseka vlake. Na tako izbranem profilu smo nato opravili podobne analize, kot pri analizi reprezentančnih profilov na gozdnih cestah, pri čemer pa smo posebno pozornost namenili

St.vlake: _____

SNEMALNI LIST ZA VLAKO

St.sn.lista:
datum: _____

SPLOŠNI PODATKI O VLAKI:

Ime vlake:
Vrsta vlake: (pobočna-padnična) _____
Dolžina vlake: _____ m
Nadm.višina: _____ m
Leto gradnje: _____
Način gradnje: _____
Lastništvo (SLP-ZG) _____
Gosp.enota: _____
GG : _____

ERCZIJA NA VLAKI

MESTO ODLOŽENEGA MATERIALA

1. ostane na vlaki - 2. na robu vlake - 3.gre po gozdu -
4. gre na prometnico - 5. gre po travniku - 6. gre v potok

SPLOŠNI PODATKI ZA PROFIL:

Dolžina repr.profila: _____ m
Mesto profila (prema-konv.kr.-konk.kr.): _____
Oblika profila (meš.-zasek-usek-nasip-prisip): _____
Ekspozicija: _____

PODATKI O SESTOJU:

Vrsta sestoja: (iglavci-list.-meš.gozd)
Razvojna faza: (mladje-letv.-drogov.-zr.sestoj-
raznodoben gozd)

STRATUM:

Naklon terena: (do20%-do50%-nad 50%)
Geološka podl.: (apn.-tonal.-skril.)

K o l o n a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mesto premika									
Vzdolž.nakl.vlake (%)									
Dolžina erodir.odseka (m)									
Razd.transp.materiala (m)									
Količina trans.mat. (m ³ /m')									
Σkoličina transp.mat. (m ³ /d)									

67

eroziji, ki v določenih primerih tako neusmiljeno preoblikuje celoten profil vlake. Zaradi boljšega pregleda, kot tudi kasnejše računalniške obdelave, smo podatke analiziranih profilov, grupirane v 6 skupin, opisali v za ta namen pripravljene snemalno liste (priloga 4).

Medtem, ko so v prvih 5 skupinah (vlaka, profil, gozd, brežina, planum) zabeleženi v glavnem isti podatki, kot pri analizi gozdnih cest, pa so v 6. skupini (erozija) zabeleženi podatki o prisotni eroziji na vlaki. Gre torej za podatke, ki opredeljujejo mesto prisotne erozije na vlaki, količino erodiranega (odnesenega) materiala, in seveda mesto, kamor je bil tako erodiran material odnešen. Pri tem smo upoštevali 6 možnih mest prenosa in sicer:

- da je voda odnesla material po vlaki navzdol in ga na ustreznem mestu na vlaki ponovno odložila (kotanja, kolesnica, lom, niveleta, ...).
- da je voda odnešen material odložila ob robu vlake, vendar še na vlaki
- da je voda erodiran material odnesla preko roba vlake in ga odložila med drevjem po gozdu
- da se je erodiran material, predvsem ob neustrezni gradnji kapičil ob priljučku vlake na gozdno cesto
- da je erodiran material končal v bližnjem položju, pri čemer ga je voda odnesla naprej v dolino.

Količino erodiranega materiala smo ugotavljali na osnovi ocene povprečne količine odnešenega materiala na tekočem mestu erodiranega odseka vlake in dolžine celotnega erodiranega odseka.

Z ozirom na izredno široko zastavljeno raziskavo in številne podatke, ki smo jih ob tem dobili smo vse izračune in analize opravili na PC-IBM kompatibilnem računalniku.

8. REZULTATI RAZISKAVE

8.1 GOZDNA CESTA

Gozdna prometnica - cesta, predstavlja v gospodarskem gozdu primarno prometno žilo, pri čemer je njena osnovna naloga predvsem ta, da omogoča varen transport lesa z ustreznimi prometnimi sredstvi. Gradnja takšne prometnice, ki se nekje halji, nekje manj zareže v gozdni prostor, seveda prinaša s seboj tudi vrsto različnih sprememb, ki v posameznih primerih lahko povzročijo tudi vrsto težav. Da se torej kolikor je le mogoče izognemo možnim presenečenjem je nujno, da poznamo, kakšne spremembe lahko ob tem pričakujemo, oziroma kako narava sama reagira na tako grob poseg v gozdu, kot je lahko tudi gradnja gozdne ceste. V ta namen smo opravili številne analize na že zgrajenih gozdnih cestah širom Slovenije, pri čemer dobljene rezultate podajamo v naslednjih poglavjih. Ob ugotovitvi, da ima kar 694 (95%) od skupno 730 slučajno izbranih in analiziranih reprezentativnih profilov na gozdnih cestah obliko mešanega profila, smo zaradi popolnejše analize v nadaljni obdelavi upoštevali le imenovane profile.

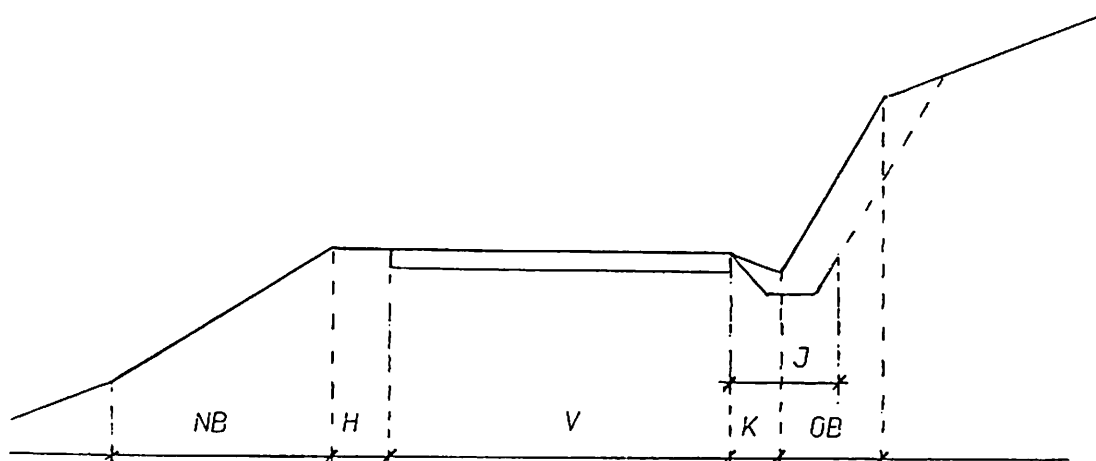
8.1.1 Elementi cestnega telesa

Gozdna prometnica oblikovno in namensko spreminja določen pas gozdnega prostora, ki ga v primeru, ko ima prečni profil same prometnice obliko mešanega profila, omejuje zgornji rob odkopne brežine - odkopna stičnica in spodnji rob nasipne brežine - nasipna stičnica (29). Omenjen pas vzdolž prometnice (med obema stičnicama) predstavlja celotno širino cestnega telesa takšne prometnice. Seveda se širina cestnega telesa nenehno spreminja, saj se na gozdni cesti pogosto menja tako oblika samega prečnega profila (mešani profil, zasek, usek, nasip, prispil), kot tudi posamezni elementi, ki takšno cestno telo oblikujejo.

Čestno telo gozdne ceste sestavljajo naslednji osnovni elementi (skica 1).

Elementi cestnega telesa

Skica 1



- širina (tlorisna) odkopne brežine (OB)
- širina koritnice ali jarka (K-J)
- širina voznišča (V)
- širina hodnika ali beniline (H)
- širina (tlorisna) nasipne brežinbe (NB)

8.1.1.1 širina (tlorisna) odkopne brežine

Odkopna brežina gozdne ceste predstavlja največjo rano v sami hrbitini. Njena širina oziroma tloris odkopne brežine zavisi od višine odkopne brežine, njenega naklona in položaja planuma v

Povprečna tlorisna širina in naklon odkopne brežine

Tabela 3

Skupina kamnin	Vrsta hribine	število merjenj	Tlorisna širina OB (m)	Naklon OB %
1	apnenec (1)	142	1.1	124
	dolomit (2)	142	1.4	117
2	tonalit (3)	141	1,9	87
3	skril (4)	142	1,9	93
4	gružč (5)	127	1,9	91

Na tlorisno širino in naklon odkopne brežine ima velik vpliv tudi naklon terena, v katerem gradimo samo prometnico, kar kažejo tudi izračunane vrednosti, prikazane v tabeli 4.

Povprečna tlorisna širina in naklon odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena

Tabela4

Vrsta hribine	Tlorisna širina OB (m)			Naklon odkopne brežine (%)		
	Naklon terena			Naklon terena		
	<20%	20-50%	>50%	<20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	0.8	1.1	1.4	108	111	152
dolomit (2)	0.8	1.4	2.0	91	119	138
tonalit (3)	1.2	1.9	2.7	79	89	92
skril (4)	1.2	1.9	2.7	82	94	100
gružč (5)	0.9	2.2	2.5	80	89	99

Večji, ko je naklon terena za posamezno vrsto hribine, večja je tudi horizontalna širina in naklon odkopne brežine. Iz dobljenih vrednosti lahko tudi ugotovimo, da ima naklon terena največji vpliv na imenovano širino odkopne brežine predvsem v mehkih in erozijsko občutljivih terenih, in da v takšnih terenih lahko računamo s stabilno odkopno brežino le tedaj, ko njen naklon v povprečju ni večji od 100%. Seveda moramo vedeti, da na naklon odkopne brežine vpliva tudi stanje same hribine, torej njena struktura, pri čemer omenjena vrsta hribine z večjo deležem trdnih delcev omogoča tudi izgradnjo odkopne brežine z nekoliko večjim naklonom.

Naklon terena med drugim vpliva tudi na vertikalno višino odkopne brežine, kar kažejo vrednosti v tabeli 5.

Z večanjem naklona terena namreč višina odkopne brežine, ki je med drugim odvisna tudi od lege planuma v razčlenjeni in naklona same brežine, zelo hitro narašča. Vzrokov za nekoliko večje odstopanje povprečne višine odkopne brežine v hribini (1) od vrednosti za ostale vrste hribine je več, med glavnega pa vsekakor lahko uvrstimo tudi način gradnje same prometnice. Pri načrtovanju hribine (1) smo namreč upoštevali tudi vrednosti, dobljene pri analizi reprezentančnih profilov, kjer je bila gradnja cest sgrajena z bagrom (3 ceste - 47 reprezentančnih profilov).

Povprečna vertikalna višina odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 5

Vrsta hribine	Vertikalna višina odkopne brežine (m)		
	Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	0.86	1.30	2.15
dolomit (2)	0.73	1.67	2.73
tonalit (3)	0.90	1.70	2.52
skril (4)	1.04	1.75	2.78
gruša (5)	0.73	1.94	2.49

Odločitev o izbiri lakšne tehnologije gradnje je bila namreč pogojena z obliko po čim večji ohranitvi varovalne, estetske in drugih splošne-ekoloških funkcij gozda.

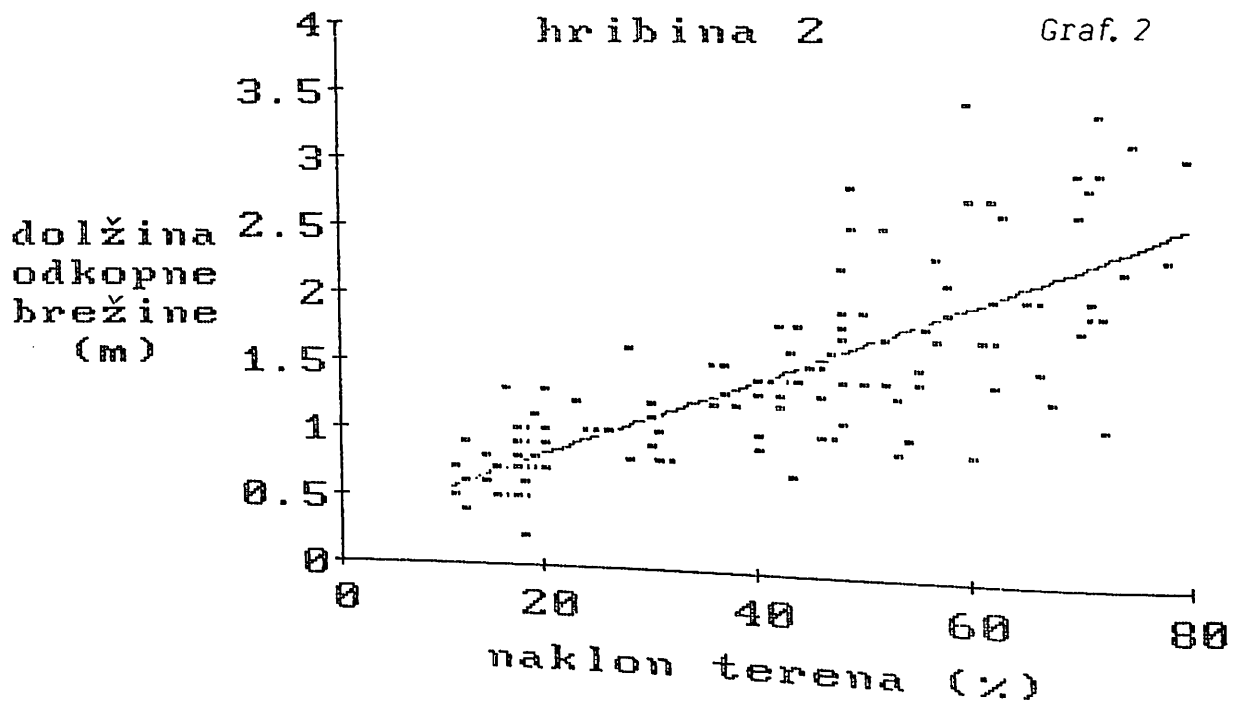
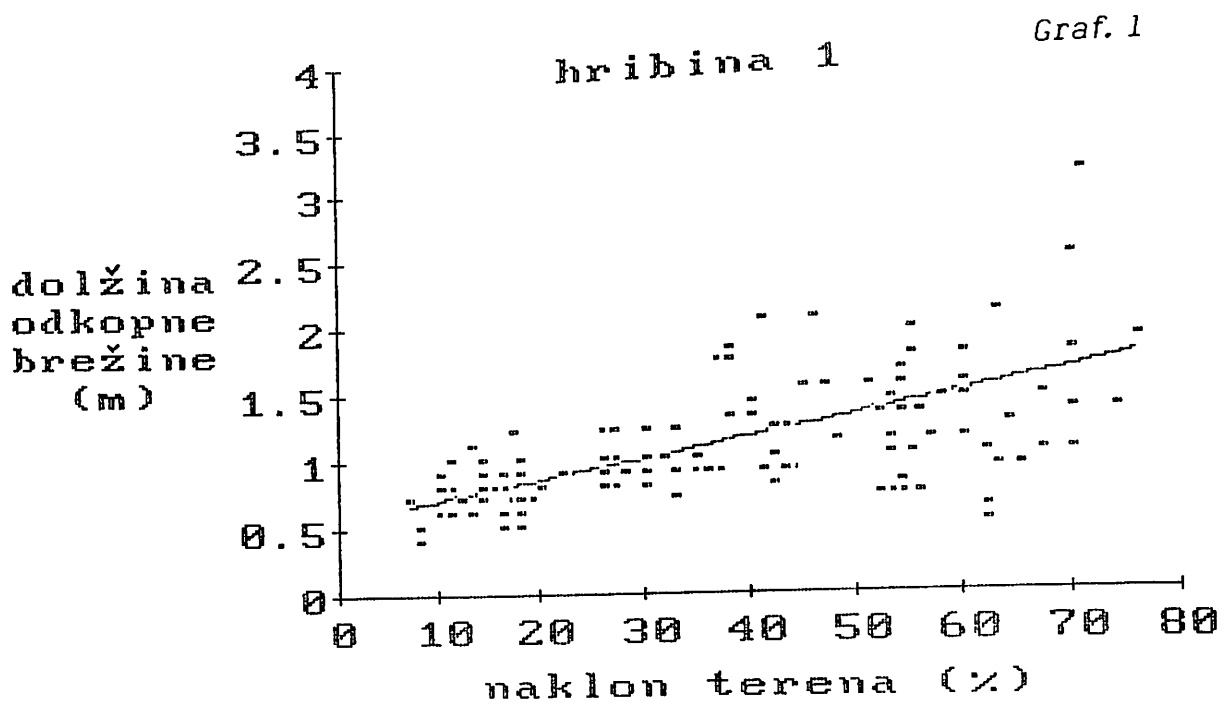
V okviru naših proučevanj, v zvezi z odkopno brežino gozdne ceste, smo opravili tudi korelacijsko analizo odvisnosti med dolžino odkopne brežine in naklonom terena in to ločeno za posamezno vrsto hribine.

Dobljene korelacijske odvisnosti so prikazane na grafikonih 1-5, iz katerih lahko ugotovimo:

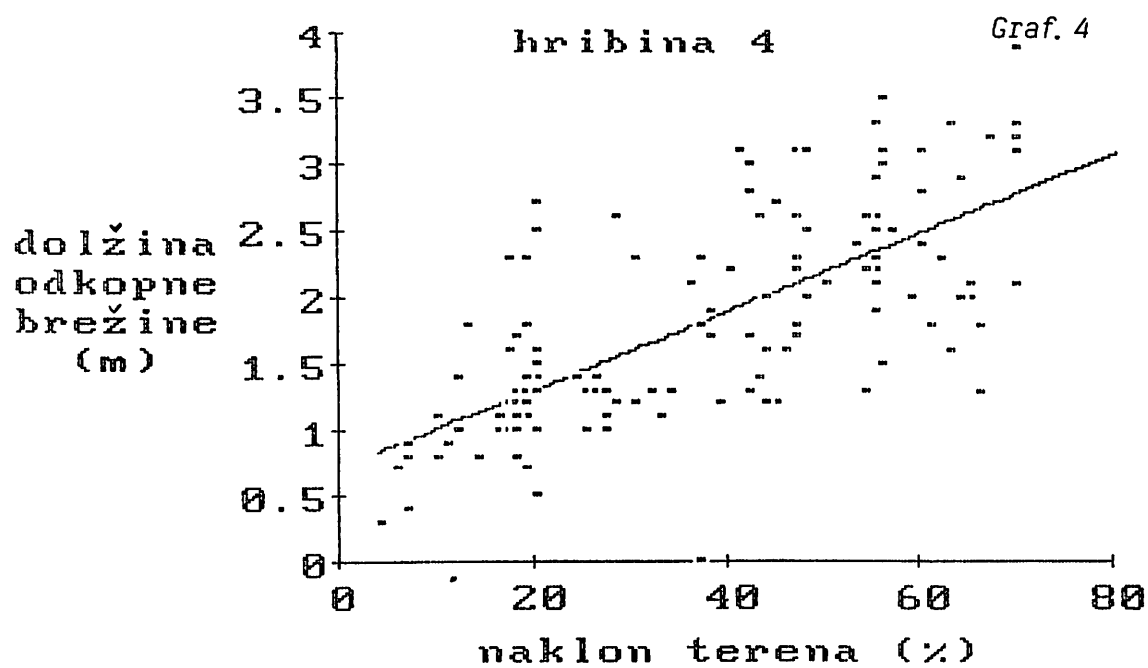
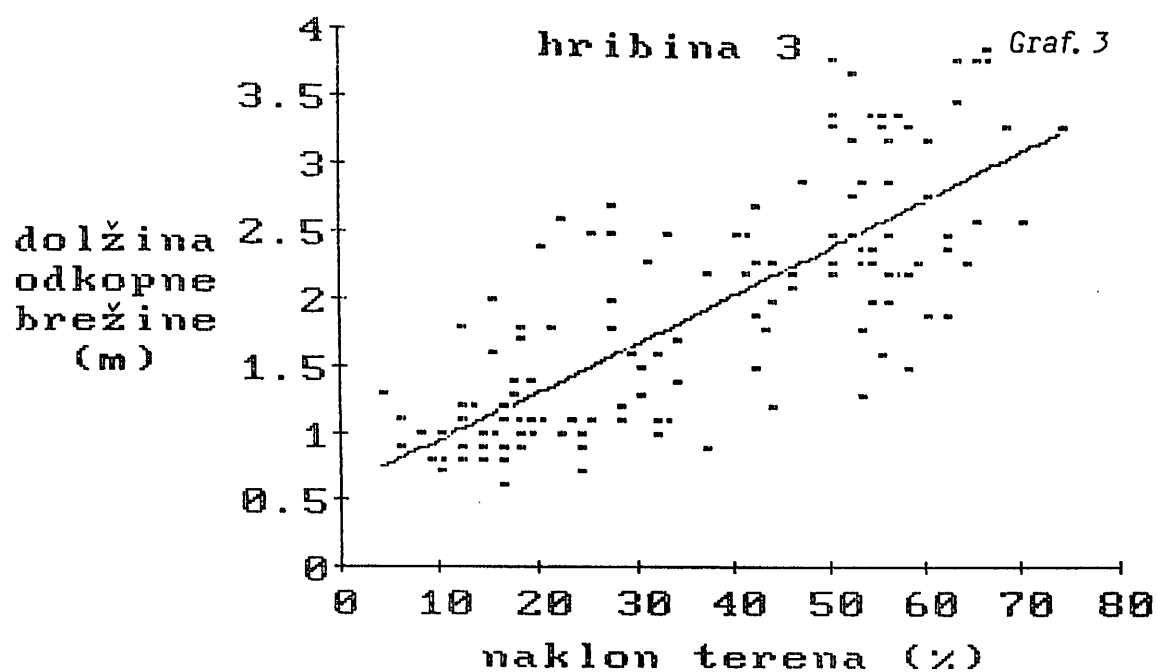
- da je odvisnost med naklonom terena in dolžino odkopne brežine zelo značilna, kar kažejo velike vrednosti za korelacijski koeficient r_{xy} . Pri tem je ugotovljen najmanjši koeficient v hribini 1 ($r_{xy}=0,5396$), največji pa v hribini 3 ($r_{xy}=0,7928$).
- glede na številne podatke, in njihovo rasporeditev v korelacijskih grafikonih, smo pri izbiri oblike odvisnosti na vseh grafikonih uporabili enačbo premice $y=a+bx$, pri čemer y predstavlja dolžino odkopne brežine, x pa naklon terena.
- medtem, ko v hribini 1 in 2 (apnenc, dolomit), z večjim naklonom terena, dolžina odkopne brežine raste razmeroma počasi in tudi približno enako, pa je v hribinah 3, 4, in 5 (tonalit, skril, gnaž) njena rast veliko hitrejša ravno, tako pa tudi v vseh treh hribinah približno enaka.

Med številne dejavnike, ki vplivajo na tlorisno širino in naklon odkopne brežine, prav gotovo lahko uvrstimo tudi stanje same hribine. Pod stanjem hribine namreč razumemo stopnjo preperelosti kamnine, kadar gre za V. in VI. kategorija hribine, oziroma velikost oblike, delež in povezanost posameznih delcev v IV. kategoriji hribine. Posamezna vrsta kamnine namreč tvori ob preperovanju določeno strukturo preperine, kar zelo močno vpliva tudi na stanje odkopne brežine (širina, naklon, poraslost, erozija, ..).

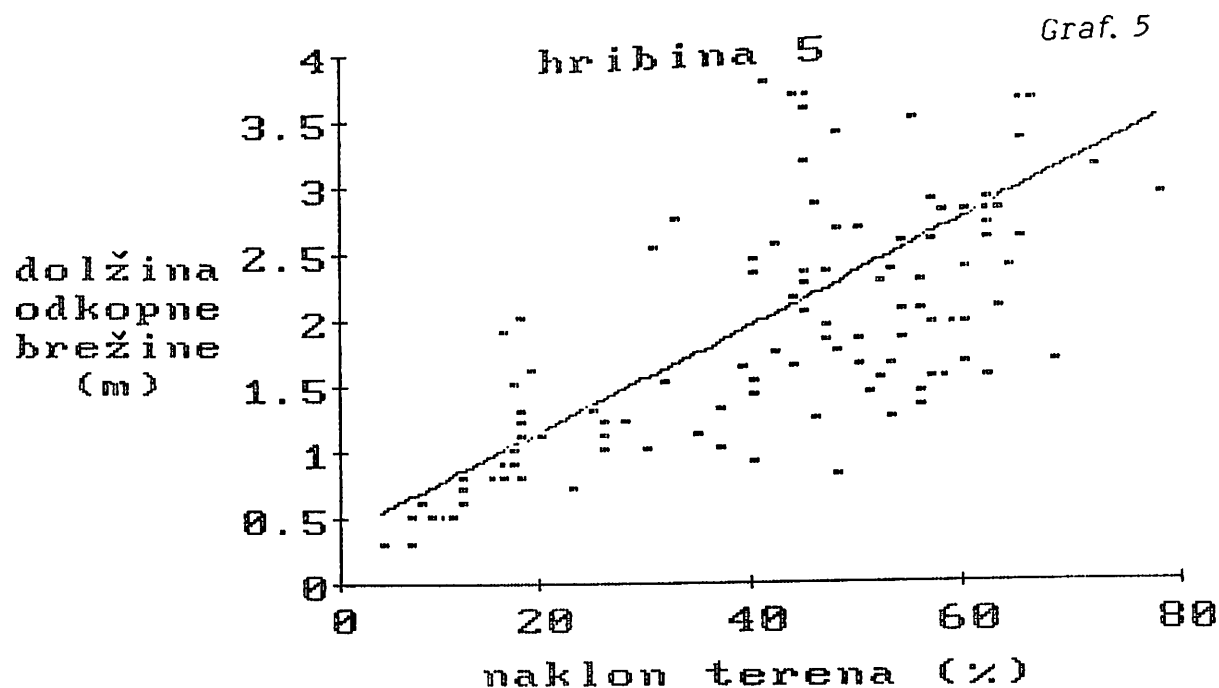
Odvisnost med naklonom terena in dolžino odkopne brežine



Odvisnost med naklonom terena in dolžino odkopne brežine



Odvisnost med naklonom terena in dolžino odkopne brežine



Da ima stanje hribine velik vpliv na oblikovanje odkopne brežine kažejo tudi rezultati analize naših merjenj (tabela 6).

Povprečna tlorska širina odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena in strukture preperine

Tabela 6

Vrsta hribine	TLORSKA ŠIRINA ODKOPNE BREŽINE (m)								
	Naklon terena								
	< 20 %			20 - 50 %			> 50 %		
	Struktura preperine			Struktura preperine			Struktura preperine		
	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.
apnenec (1)	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.3	-	1.7	1.1
dolomit (2)	0.8	0.8	0.7	-	1.4	1.3	-	2.2	1.9
tonalit (3)	1.1	1.2	-	1.7	2.1	-	2.8	2.6	-
skril (4)	1.3	1.2	-	2.0	1.7	-	3.1	2.3	-
gruže (5)	1.0	0.9	0.9	2.4	2.0	1.8	2.9	2.5	2.2

Glede na to, da ob preperevanju kamnine nastaja zemlja in kamenje, smo za našo analizo na osnovi ocene deleža posamezne vrste preperine oblikovali tri razrede. Tako smo v prvi razred uvrstili profile, pri katerih je razmerje preperine (zemlja:kamenje) od 100% zemlje pa do razmerja 80:20. Kot povprečje in najštevilnejši II. razred smo upoštevali profile, katerih delež preperine (zemlja:kamenje) znaša od 70:30 pa do 30:70. V tretji razred pa smo uvrstili profile z deležem preperine v razmerju 20:80 pa do čistega kamenja. Vrednosti v tabeli kažejo, da ima stanje hribine odločilno vlogo pri oblikovanju odkopne brežine predvsem pri večjih naklonih terena. Nepopolni podatki za hribino 3 in 4 pa nam ponovno dokazujejo, da smo v naši analizi zajeli reprezentativne profile na gozdnih cestah, grajenih v zelo močno prepereli hribini.

Poleg tega, da stanje hribine (stopnja preperelosti) vpliva na tlorisno zbirno odkopne brežine, pa struktura preperine vpliva tudi na naklon odkopne brežine (tabela 7).

Povprečni naklon odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena in strukture preperine

Tabela 7

Vrsta hribine	NAKLON ODKOPNE BREŽINE (m)								
	Naklon terena								
	< 20 %			20 - 50 %			> 50 %		
	Struktura preperine			Struktura preperine			Struktura preperine		
	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.
apnenec (1)	88	105	131	101	107	149	-	130	187
dolomit (2)	78	89	119	-	113	140	-	116	154
tonalit (3)	81	76	-	92	88	-	98	91	-
skril (4)	83	81	-	89	99	-	99	108	-
gružč (5)	67	80	86	90	89	87	93	95	110

Dobljene vrednosti v tabeli kažejo, da nam preperina, z večjim deležem trše kamnine, v hribini 1 in 2, omogoča izvedbo zelo strme odkopne brežine, kar ima lahko ob vrsti slabih strani pri

takšni gradnji (miniranje, škode, ...) tudi določene prednosti, v kolikor se za takšnjo gradnjo odločamo (manjši izkop, ožji izsek gozda, ...)

Glede na številne vrednosti in druge podatke o odkopnih brežinah na gozdnih cestah, smo izvedli tudi analizo odvisnosti vertikalne višine odkopne brežine od samega naklona brežine, seveda tudi tokrat ločeno glede na vrsto hribine.

Omenjene odvisnosti so prikazane na grafikonih 6 do 10 pri čemer lahko ugotovimo:

- da je zelo značilna odvisnost med višino brežine in njenim naklonom ugotovljena le v hribinah 1, 2 in 4 (apnenec, dolomit, skril) kar kažejo ugotovljeni korelacijski koeficienti r_{xy} , ti se gibljejo od 0,4398 pa do 0,5305.

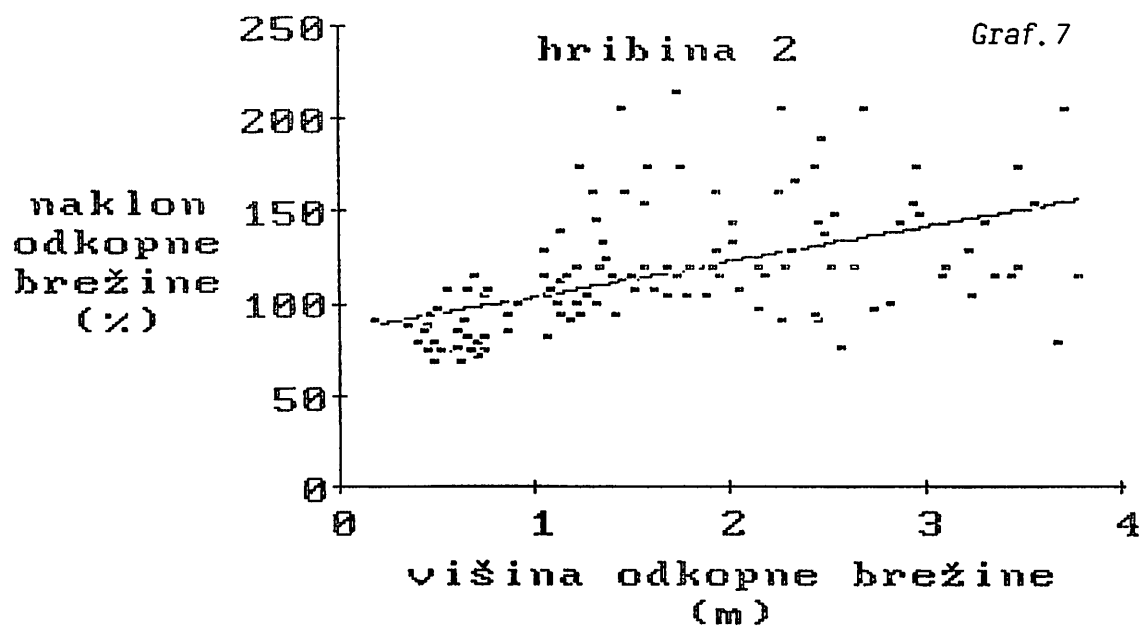
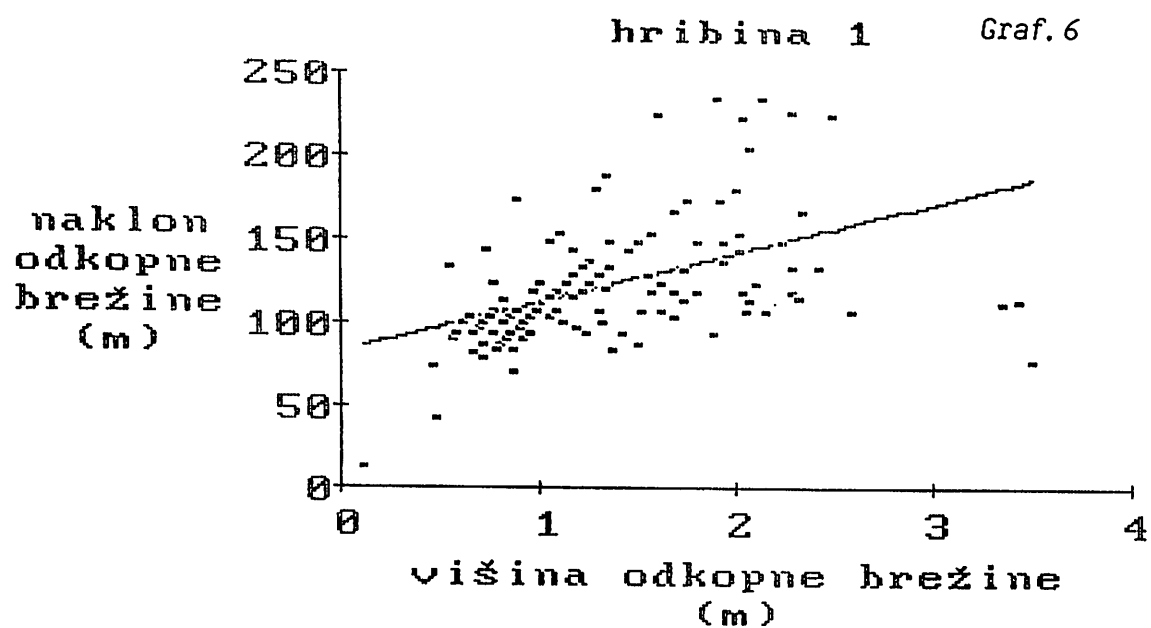
- da je ugotovljena odvisnost med višino brežine in naklonom brežine v hribini 3 (tonalit) še značilna (koeficient korelacije $r_{xy} = 0,2743$)

- ugotovljene vrednosti za hribino 5 (gruča) ne kažejo medsebojne odvisnosti (koeficient korelacije $r_{xy} = 0,1390$), kar smo lahko razlagamo na ta način, da se kljub številnim podatkom o naklonih odkopnih brežin, le-te v glavnem grupirajo okoli povprečne vrednosti.

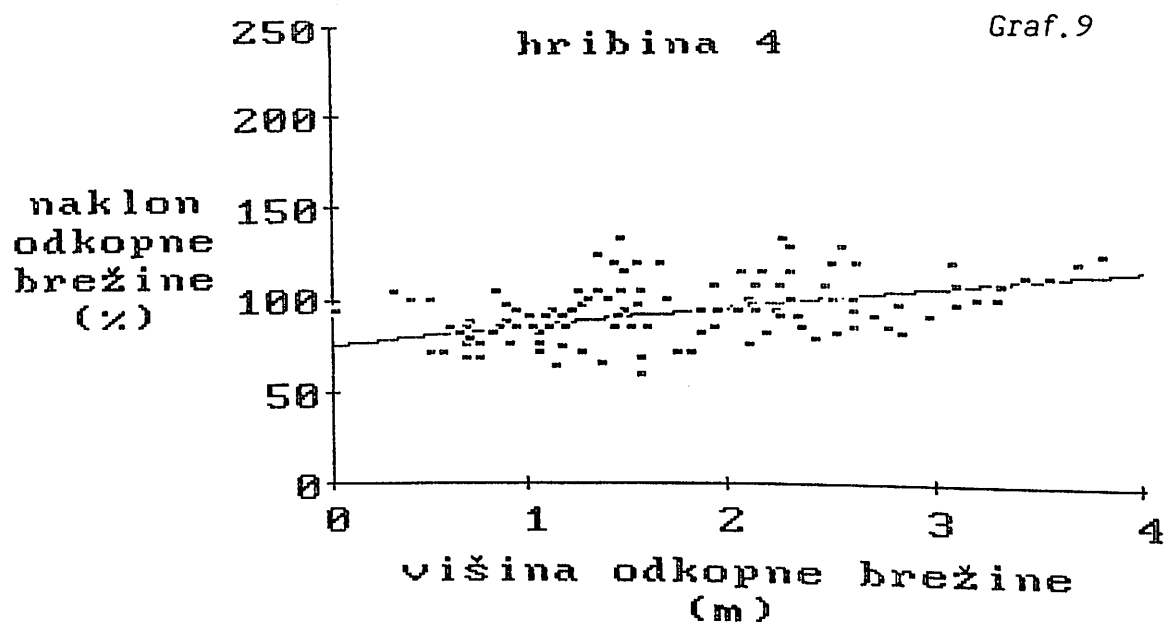
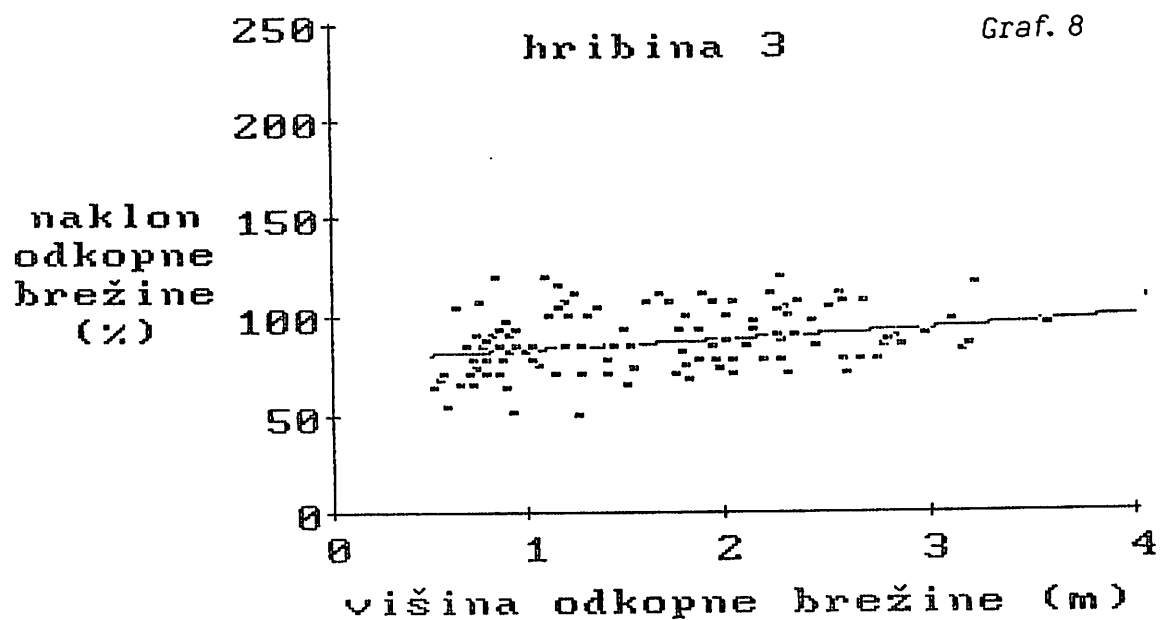
- pri izbiri oblike odvisnosti med višino brežine in njenim naklonom smo se tudi tokrat odločili za enačbo premice $y=a+bx$.

- hribina 1 in 2 (trda hribina) omogoča gradnjo odkopne brežine s znatno večjim naklonom kot ostale hribine, kar pomeni ob primerni tehnologiji gradnje prometnice veliko prednost predvsem pri gradnji v strmem terenu (manjši poseg v raščeno hribino...).

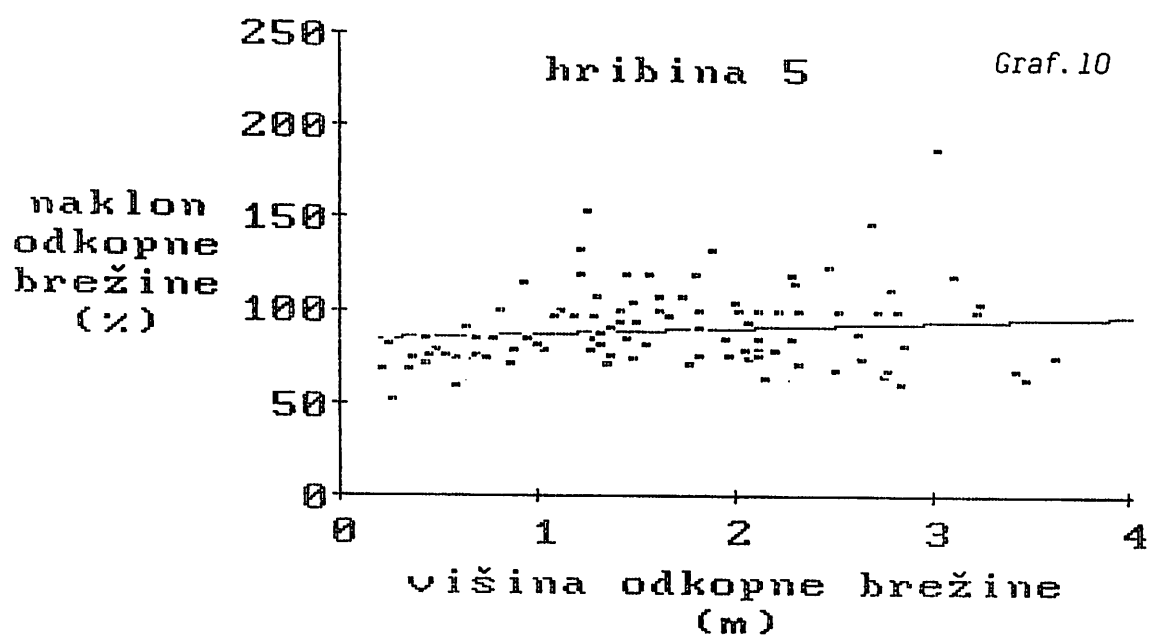
Odnosnost vertikalne višine odkopne brežine od naklona terena



Odvisnost vertikalne višine odkopne brežine od naklona terena



Odvisnost vertikalne višine odkopne brežine od naklona terena



Med dejavnike, ki vplivajo na tlorisno širino, naklon, obliko in stanje odkopne brežine uvrščamo tudi poraslost odkopne brežine z različnimi zelišči ter grmovnimi in drevesnimi vrstami. Odkopna brežina gozdne ceste namreč takoj po gradnji predstavlja golo površino, ki je izpostavljena različnim neugodnim vremenskim vplivom, kot je padavinska voda, sneg, mraz, veter, ... Istočasno pa takšna brežina predstavlja tudi golo površino tal, ki jo, ponekod že v nekaj letih, ponekod v daljšem času v izjemnih primerih pa sploh ne, poraste zelo številna in raznolika rastlinska vegetacija. Stopnja poraslosti odkopne brežine je seveda odvisna od vrste dejavnikov med katerimi so kot najpomembnejši naklon odkopne brežine, vrsta in stanje hribine, ustrezna temperatura, vlaga in svetloba, ...

Zastavlja se torej vprašanje, kolikšna je povprečna stopnja poraslosti odkopne brežine na gozdnih cestah z ozirom na vrsto in stanje hribine, kako hitro različna rastlinska vegetacija poraste imenovano brežino, in seveda kaj pomeni tako počasna odkopna brežina za sam gozd in gozdni prostor.

V ta namen smo za vsak reprezentančni profil na izbranih gozdnih cestah ocenili povprečno poraslost odkopne brežine, pri čemer smo za oceno deleža poraslosti (0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, 80-100%) oblikovali 5 stopenj in ob tem beležili tudi vrsto vegetacije (zelišča, grmovne vrste, drevesne vrste), ki poraste brežino tudi poražčajo. Tako analizirani podatki so prikazani v tabeli 8 in kažejo povprečno poraslost odkopnih brežin, ozelenjenih naravnim potom. Takšen način ozelenitve razja puleka nekoliko počasneje kot umetna ozelenitev, ima pa to prednost, da zagotavlja največjo trajnost, saj so rastlinske vrste, ki ravnino brežino porastejo, vsekakor najbolj prilagojene dognanim rastiščnim razmeram.

Povprečna poraslost odkopne brežine gozdne ceste v odvisnosti od vrste in stanja hribine

Tabela 8

Vrsta hribine	POVPREČNA PORASLOST ODKOPNE BREŽINE								
	Naklon terena								
	< 20 %			20 - 50 %			> 50 %		
	Struktura preperine			Struktura preperine			Struktura preperine		
	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.	I.raz.	II.raz.	III.raz.
apnenec(1)	4(1-3)	4(1-3)	3(1-2)	4(1-3)	3(1-3)	3(1-2)	-	3(1-3)	2(1)
dolomit(2)	-	4(1-3)	2(1)	-	3(1-3)	1(1)	-	2(1-2)	1(1)
tonalit(3)	4(1-3)	4(1-3)	-	4(1-3)	4(1-3)	-	4(1-3)	3(1-3)	-
skril (4)	4(1-3)	4(1-3)	-	4(1-3)	4(1-3)	-	3(1-3)	3(1-2)	-
gruže (5)	3(1-3)	3(1-3)	2(1)	3(1-3)	3(1-3)	2(1)	3(1-3)	2(1-3)	2(1)

Z ozirom na prikazano stopnjo poraslosti (1-5) lahko ugotovimo, da narava sama v veliki meri poskrbi za to, da kolikor je le mogoče sama sanira naš poseg v hribino. Ugotovljena povprečna

stopnje poraslosti se namreč giblje med 3 in 4, kar pomeni celo do 80% poraslo površino odkopne brežine. Seveda smo med analiziranimi profili našli tudi vrsto profilov, katerih odkopna brežina je bila popolnoma (100%) porasla z različno gozdno vegetacijo. Dolež poraslosti odkopne brežine je seveda odvisen od vrste različnih dejavnikov, med drugim predvsem od vrste in stanja hribine, naklona brežine, naklona terena in njegove reliefne nagibanosti, časa zaraščanja,...

Poleg vrednosti o povprečni stopnji poraslosti odkopnih brežin na gozdnih cestah pa so v tabeli 8 prikazani tudi podatki o vrsti vegetacije, ki takšno brežino porašča. Vrednosti (1-3) namreč kažejo vrsto vegetacije na odkopni brežini, pri čemer (1) pomeni poraslost z različnimi travami in zelišči, (2) pomeni prisotnost grmovnih vrst, (3) pa prisotnost posameznih drevesnih vrst. Dobljene vrednosti nam torej kažejo, da narava s svojo agresivnostjo največkrat kar sama poskrbi za to, da razen v izjemnih primerih, različna gozdna vegetacija, nekje preje, nekje pozneje, poraste tudi večji del odkopne brežine gozdne ceste. Tako porasla odkopna brežina na ta način ponovno prevzame vrsto funkcij gozda, ki so bile ob gradnji gozdne prometnice prav gotovo prizadete.

Zastavlja se tudi vprašanje, kako hitro različna gozdna vegetacija poraste odkopno brežino gozdne ceste. Omenjen proces je namreč odvisen od vrste dejavnikov (vrsta in stanje hribine, naklon odkopne brežine, leto gradnje prometnice, vrsta in razvojna faza gozda, številčnost rastlinojede divjadi,...), ki na tak ali drugačen način vplivajo tudi na samo hitrost zaraščanja odkopne brežine.

V ta namen smo še na raziskovalnih modelih izbrali in razvrstili gozdne ceste glede na leto gradnje v tri razrede. V prvi razred, smo tako uvrstili ceste, stare od 2 do 5 let (19 cest) v drugi razred ceste stare od 5 do 10 let (11 cest), in v tretji razred ceste, ki so bile zgrajene pred 10 in več leti (21 cest). Za vsak

tako oblikovani razred smo nato na osnovi ocene stopnje poraslosti odkopne brežine posameznega reprezentativnega profila ugotovili povprečno stopnjo poraslosti (tabela 9).

Povprečna stopnja poraslosti odkopne brežine glede na vrsto hribine in starost zgrajen prometnice

Tabela 9

Vrsta hribine	število merjenj	POVPREČNA PORASLOST (OB) starost gozdne prometnice		
		< 5 let	5-10 let	> 10 let
apnenec (1)	142	2(1-3)	3(1-3)	4(1-3)
dolomit (2)	142	1(1-2)	2(1-3)	3(1-3)
tonalit (3)	141	2(1-3)	3(1-3)	4(1-3)
skril (4)	142	2(1-3)	3(1-3)	4(1-3)
gruže (5)	127	1(1)	2(1-2)	3(1-3)

Na osnovi zapažanj v času merjenj na reprezentativnih profilih in rezultatov v zgornji tabeli (9) lahko ugotovimo, da različna gozdna vegetacija že v prvih petih letih poraste cca 1/3 površine odkopne brežine, pri čemer so poleg trave in različnih zeli prisotne že tudi štervilne mladice različnega gozdnega drevja (smreka, jelka, bukev, javor, bor ...). Stopnja poraslosti odkopne brežine je nato iz leta v leto večja, tako da lahko trdimo, da odkopna brežina ob nekaterih normalnih razmerah, po cca 15 letih, ponovno prevzame v glavnem vse funkcije, ki jih sicer opravlja gozd. Seveda so kot povsod tudi tu izjeme.

Hitra vegetacijska zaščita odkopne brežine tako omogoča oblikovanje bolj strme brežine kot sicer, preprečuje njeno erodiranje, omogoča manjši poseg v raščeno hribino, kar je za gradnjo gozdne prometnice predvsem v strmem terenu še tako pomembno.

Kot predstavlja odkopna brežina gozdne ceste rano v sami hribini, ponekod tudi zelo veliko in to z vsemi negativnimi posledicami, pa ima takšna odkopna brežina tudi vrsto dobrih strani. V naši analizi smo namreč ugotovili, da je:

- odkopna brežina mesto, kjer se že zelo hitro pojavijo številne drevesne vrste, ki jih ni daleč naokoli
- vegetacija na takšni brežini omogoča ohranitev in obstoj določenih žuželk v gozdnem prostoru (metulji,...)
- takšna vegetacija je ponekod tudi osnovni vir prehrane za določene živalske vrste
- tako pestra vegetacija na odkopni brežini postopoma razbija monotonost sestojev (monokulture) in kot gozdni rob postopoma prehaja v sam gozd.

Podobne ugotovitve navaja tudi raziskava o razvoju favne in flore na odkopnih brežinah, gozdnih cest (52).

Po končani gradnji gozdne ceste ostane odkopna brežina krajši čas gola površina, izpostavljena različnim oblikam erozije. Pri tem pomeni največji problem erozija, ki jo povzroča meteorna voda, ki predvsem na erodibilno občutljivih terenih in ob neustrezno oblikovani ter pred erozijo nezavarovani odkopni brežini, brazda in spodjeda ter odnaša manjše ali večje količine materiala iz brežine, in ga nato odlaga bodisi v koritnici, po vozniški, ali pa ga večja voda raznaša celo po gozdu. Posledica močnejšega delovanja vode so zato predvsem v labilnih terenih pogosti usadi, zdrsi, ..., ki jih naša raziskava obravnava pod imenom "Izjemni profili", zato bodo podrobneje analizirani v imenovanem poglavju.

Ob analizi izbranih reprezentativnih profilov pa smo na odkopnih brežinah spremljali tudi prisotnost blažjih oblik erozije, to je erozije, ki ne ogroža stabilnost samo brežine. Prisotnost erozije je namreč odvisna od vrste dejavnikov pri čemer so kot najvažnejši naklon terena, vrsta in stanje hribine, naklon odkopne brežine, čas gradnje in s tem v zvezi poraslost same brežine,... Tako smo ocenili stopnjo erozije, pri čemer smo pod:

- delno prisotna, upoštevali erozijo, ki na odkopni brežini ustvarja manjše brazde, vendar količina odnesenega materiala ne zasipava same koritnice ali jarka
- močno prisotna upoštevali erozijo, kjer tako nanese material že ovira normalno delovanje celotnega sistema odvodnjavanja.

Analize so pokazale, da sta imenovani obliki erozije, razen manjših izjem, prisotni v glavnem v hribini, ki jo sestavljajo skrilavci, laporji, fliš (skupina 3), za katere je značilno, da so pogosto zelo prepojeni z vodo. Na dolžini analiziranih cest v omenjeni hribini (43277 m) smo tako ugotovili, da sta imenovani obliki erozije prisotni na skupno 16 profilih, od tega na 7 profilih kot močno prisotni. Nadaljne analize so tudi pokazale, da gre tu za erozijo na odkopnih brežinah gozdnih cest, starih do 5 let, grajenih v terenu z naklonom nad 50% in preperino, sestavljeno z več kot 50% zemljine. Glede na to, da je erozija na odkopni brežini v največji meri odvisna od poraslosti same brežine, smo tudi ugotovili, da je erozija prisotna v močnejši obliki le na brežinah, poraslih do cca 20% (stopnja poraslosti I), kar kaže na to, da predstavlja takšna oblika erozije problem predvsem pri novozgrajenih gozdnih cestah v prvih dveh do treh letih. Nekako po 5 letih po gradnji in seveda ob ustrezni poraslosti odkopne brežine, erodiranje takšne brežine postopoma poneha.

Seveda tudi tu lahko naletimo na izjeme, pri čemer med povzročitelje erozije na odkopnih brežinah gozdnih cest poleg številnih drugih vzrokov (spuščanje lesa, odlaganje lesa,..) ob gozdni paži uvrstimo tudi divjad, ki si glede na svoje ustaljene poti (stečine), oblikuje nove poti tudi preko odkopne brežine, v kolikor seveda stanje brežine to omogoča. Ob iskanju ustrezne hrane, ki jo z leti ravno na takšni brežini najpogosteje tudi ni malo, s svojimi nogami ranjava travno ružo, kar prav gotovo lahko v določenih primerih pomeni tudi začetek novega erozijskega procesa.

Ob gradnji gozdne prometnice - gozdne ceste torej razpnejo v samo hribino, pri čemer odkopna brežina takšne prometnice lahko predstavlja nano, ki je vidna daleč naokoli, pogosto pa tudi daljši čas. Na ta način lahko vplivamo na lepoto in sklenjenost določenega kompleksa gozda, in s tem tudi na širši estetski videz same krajine.

Kot najpogostejša oblika odkopne brežine, ki ima zelo negativen vpliv na izgled prometnice, bodisi iz same prometnice ali širše okolice, je prav gotovo brežina, ki nastane pri gradnji gozdne ceste v zelo strmem in skalovitem terenu. Takšno brežino namreč predstavlja kamnita stena, ki je največkrat dalj časa tudi povsem gola ali porasla z minimalno zeliščno vegetacijo. Seveda tudi pri gradnji gozdne ceste v mehki hribini pogosto nastane odkopna brežina, ki močno izstopa od neke povprečne oblike in stanja. Stabilnost takšne brežine namreč zahteva predvsem v strmem terenu znatno manjši naklon same brežine, kar zahteva večji poseg v samo hribino in s tem znatno višjo brežino. Ob neustrezni strukturi gozda, neodgovorni gradnji, labilni hribini in še vrsti drugih negativnih dejavnikov, pa pomeni takšna brežina lahko še dodatno nevarnost, pri čemer lahko v obliki usada ali zdrsa povzroči dosti škodo ali celo nesrečo.

Odkopne brežine, ki jih srečujemo na gozdnih cestah v obliki stene, usada, zdrsa in v največji meri vplivajo na estetski videz same prometnice, so podrobneje analizirane v poglavju "Izjemni profili".

Poleg imenovanih oblik odkopne brežine lahko tudi odkopna brežina katerekoli druge gozdne ceste znatno spremeni estetski videz krajine, v kolikor seveda prometnica ni ustrezno položena (preko neporaslega pobočja,..), ustrezno zgrajena in seveda vzdrževana (neozelenjene brežine,...). Zaradi tega moramo že pri samem načrtovanju gradnje bodoče gozdne prometnice upoštevati tudi omenjen kriterij, ki pa mu žal še ne moremo določiti njegove prave vrednosti.

8.1.1.2 širina koritnice ali jarka

Voda ima od vseh naravnih virov vrsto lastnosti, ki v različnih okolizščinah delujejo različno, pogosto med seboj še tudi povsem nasprotujoče. V gozdnem prostoru je prisotna v raznih oblikah (meteorna, kapilarna,...), pri čemer ravno gozd s svojo vegetacijo skrbi za njeno normalno pretakanje, zadržanje, shranjevanje,..., in istočasno blazi njene možne negativne učinke, ki se lahko prezentirajo v različnih oblikah erozije, hudournikov itd.

Ob gradnji gozdne ceste razgalimo del površine gozda, pri čemer najpogosteje posežemo tudi v samo hribino. Pri tem odkopna brežina, ki je takoj po gradnji gola in jo z leti v večini primerov poraste različna gozdna vegetacija, vedno ni sposobna zadržati vse vode, ki pade na takšno brežino bodisi kot meteorna voda, ali pa pronica v obliki manjših ali večjih izvirov iz same brežine. Takšna voda se zato zbira v dnu odkopne brežine in v določenih primerih lahko pomeni veliko nevarnost za samo stabilnost brežine.

Poleg vode, ki poteka po odkopni brežini, jo medtem erodira in se zbira v njenem dnu, predstavlja največji zbiralnik meteorne vode na gozdni cesti samo vozišče. Na vozišču se posebno v času obilnih padavin lahko koncentira tako velika količina vode, da so ob tem malodane neizogibne poškodbe samega vozišča ali dela ceste, v kolikor ne poskrbimo za kontroliran odvod takšne vode na ustrezno mesto.

Da se torej izognemo možnim presenečenjem, ki nam jih lahko pripravi voda na cestišču gozdne ceste je nujno, da takšno vodo čim hitreje in čim bolj kontrolirano odvedemo na ustrezno mesto. Tako je samo odvodnjavanje gozdne ceste, v primeru, da gre za manjšo količino vode najpogosteje urejeno z izgradnjo koritnice. V kolikor pa koritnica ne zadošča za dobro odvodnjavanje predvsem

notranjega dela cestišča (nepropustno talna podlaga, degradiran gozd, področje z obilico padavin,...) pa moramo odvodnjavanje urediti z vzdolžnim jarkom.

Koritnica ali jarek predstavljata ožji pas cestnega telesa, ki povezuje spodnji rob odkopne brežine z preostalim delom cestišča. Njena širina je odvisna od vrste dejavnikov, pri čemer med glavne lahko uvrstimo predvsem vrsto in stanje hribine, naklon odkopne brežine, hidrološke razmere določenega območja, zaraslost pobočja nad gozdno cesto z različno gozdno vegetacijo, tehnologijo gradnje same prometnice, ..

Ob analizi podatkov opravljenih terenskih merjenj smo tako ugotovili (tabela 10), da se povprečna širina koritnice giblje od 0,6 do 0,8 metra, pri čemer pa imamo tudi izjeme. Tako namreč lahko ugotovimo, da je v posameznih primerih koritnica široka le 0,5 metra, da pa je ponekod široka celo 1,1 metra. Prikazani rezultati tudi kažejo, da pri večjem naklonu terena gradimo v povprečju ožjo koritnico. Takšna gradnja je zlasti pomembna v zelo strmem terenu in trdi hribini, saj zahteva manjši poseg v naravno hribino, nižja je ob tem odkopna brežina, nižji pa so ob tem tudi stroški same gradnje.

Tako kot odkopna brežina, predstavlja tudi koritnica na gozdni cesti mesto, kjer je močno izražena sposobnost naravne obnove gozda, v kolikor so za to seveda ustrezne razmere (vzdolžni naklon koritnice, ustrezna struktura preperine,...). V takšni koritnici se namreč pogosto zbira vrsta hranljivih snovi, ki razmeroma hitro omogočijo tudi razvoj različne gozdne vegetacije, posebno različnih vrst trave in zeli.

Na osnovi analize podatkov opravljenih terenskih merjenj in opazovanj, so tako v tabeli 10 prikazane tudi povprečne stopnje, poraslosti koritnice za posamezno vrsto hribine, v odvisnosti od naklona terena. Dobljene vrednosti kažejo, da različna gozdna vegetacija najbolj poraste koritnico gozdne ceste, grajene v ap-

nencu in najmanj koritnico, grajeno v pobožnem grušču. Ob tem moramo seveda opozoriti, da prikazane vrednosti veljajo kot povprečje vseh naših analiziranih profilov za pobožno vrsto hribine, ki jih glede na sestavo preperine uvrščamo v razred II. (razmerje zemlja: kamenje = 70:30 do 30:70), pri čemer tudi vzdolžni naklon koritnice ni večji od 8%.

Povprečna širina in poraslost koritnice gozdne ceste v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 10

Vrsta hribine	Širina koritnice (m) Naklon terena (%)			Stop. porasl. koritnice Naklon terena (%)		
	<20%	20-50%	>50%	<20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	0.8	0.7	0.6	4	4	3
dolomit (2)	0.8	0.7	0.6	4	3	2
tonalit (3)	0.8	0.8	0.7	4	3	2
skril (4)	0.8	0.7	0.7	4	3	2
grušč (5)	0.8	0.8	0.8	3	3	2

Z večjim naklonom terena seveda pada tudi stopnja poraslosti same koritnice, kar je lahko vzrok v večjem vzdolžnem nallonu koritnice, območju z obilico močnejših padavin, kot tudi preperinski sestavi hribine, pri čemer ob večjem naklonu terena najpogosteje prevladuje delež trše kamnine. Na stopnjo poraslosti seveda vplivajo tudi številni drugi vzroki, med drugim tudi vrsta in stanje gozda, stalež divjadi, prisotna paša, .., in tudi način vzdrževanja prometnice.

Pomeni pa močno porasla koritnica lahko tudi določeno nevarnost za samo vozišče, v kolikor si ob večjem nallivu voda poišče zaradi lažjega in hitrejšega pretoka pot kar po notranjem robu vozišča. Takšna voda lahko erodira samo vozišče, koritnico, z materialom, ki ga nosi s seboj pa zasipava jaške, propuste ali pa ga odlaga po gozdu.

Da se jarej izognemo morebitnim presenečenjem in pošlodbam gozdne ceste, ki nam jih predvsem na prometnicah, grajenih v erodibilno občutljivih terenih in v območju z obilico padavin, lahko prepreči razdiralna moč vode, si pomagamo na ta način, da namesto koritnice zgradimo jarek. Jarek namreč omogoča zajetje mnogo večje količine vode in njeno kontrolirano odvajanje na ustrezno mesto, v kolikor celoten sistem odvodnjavanja seveda deluje.

Na osnovi podatkov analiziranih reprezentančnih profilov, pri čemer je namesto koritnice zgrajen jarek (152 profilov) so v tabeli 11 prikazane povprečne širine jarka v odvisnosti od naklona terena.

Povprečna širina in stopnja poraslosti jarka gozdne ceste v odvisnosti od naklona terena in vrste hrabine

Tabela 11

Vrsta hrabine	Širina jarka (m)			Stop. porasl. jarka		
	Naklon terena (%)			Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50 %	> 50%	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	-	-	-	-	-	-
dolomit (2)	-	-	-	-	-	-
tonalit (3)	0.9	1.0	1.0	3	3	2
skril (4)	0.9	0.9	1.0	3	2	1
grusc (5)	1.0	1.1	1.1	3	2	1

Rezultati v tabeli kažejo, da znaša povprečna širina jarka od 0,9 do 1,1 metra, v posameznih primerih tudi do 1.3 metra, in da se za gradnjo jarka odločamo le na prometnicah, ki jih gradimo v stabilnih in erozijsko občutljivih terenih.

Analizirali smo tudi povprečno stopnjo poraslosti takšnega jarka (tabela 11), pri čemer lahko ugotovimo, da je površina jarka v primerjavi s koritnico znatno manj porasla in da z večjim naklonom terena poraslost jarka pada. Omenjena stopnja poraslosti jarka je seveda močno odvisna tudi od vzdolžnega naklona samega jarka. Naša opazovanja so namreč pokazala, da pri vzdolžnem nak-

lonu jarka nad 5% erozija se načinja tudi dno jarka, z večjim naklonom pa celo steno jarka, kar močno ovira njegovo močnejšo zaraščanje.

8.1.1.3 Širina vozišča

Najširši pas v celotni širini cestnega telesa gozdne ceste zajema vozišče, ki predstavlja namensko površino, po kateri poteka promet. Širina vozišča je odvisna od vrste različnih dejavnikov, pri čemer le-te lahko razvrstimo v tri glavne skupine in sicer:

- vpliv prometa (vpliv širine vozila, hitrost vožnje in gostota prometa)
- stabilnost ceste (velika nosilnost vozil in težka bremena zahtevajo za varno vožnjo predvsem v slabo nosilni podlagi pogosto tudi širše vozišče)
- gospodarnost gradnje (stroški celokupnega transporta morajo biti minimalni).

Podrobnejši opis posameznih dejavnikov in njih vpliv na širino vozišča gozdne ceste je opisan v posebni študiji (14).

Na osnovi povprečne širine vozišča na 694 izmerjenih reprezentativnih profilih smo izračunali povprečno širino vozišča za posamezno vrsto hribine, ločeno po naklonih terena. Dobljene vrednosti, ki veljajo za vozišče v preči, so prikazane v tabeli 12 in kažejo, da se povprečne širine vozišča neglede na vrsto hribine in naklon terena med seboj le malo razlikujejo in se gibljejo od 2,8 pa do 3,0 metra.

Prikazani rezultati seveda veljajo kot povprečje vseh merjenj, pri čemer smo na posameznih profilih ne glede na vrsto hribine izmerili povprečno širino vozišča tudi do 3,4 metra.

Povprečna širina in podolžni naklon vozišča v odvisnosti od vrste hribine in naklona terena

Tabela 12

Vrsta hribine	Širina vozišča Naklon terena			Podolžni naklon vozišča (%) Naklon terena		
	<20%	20-50%	>50%	<20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	2.9	2.8	2.8	4	4	5
dolomit (2)	3.0	2.8	2.8	4	5	6
tonalit (3)	2.9	2.9	2.9	4	5	5
skril (4)	3.0	2.9	2.9	5	6	5
gruše (5)	3.0	3.0	3.0	5	6	7

V okviru naše analize smo na vsakem reprezentativnem profilu izmerili tudi povprečni vzdolžni naklon samega vozišča. Rezultati v predhodni tabeli kažejo, da se povprečni vzdolžni naklon vozišča giblje od 4 pa do 7%, kar ob solidni gradnji in minimalnem vzdrževanju same ceste zagotavlja tudi ustrezno kvaliteto vožnje.

Glede na to, da je površina vozišča močno izpostavljena tudi različnim oblikam erozije (predvsem meteorne vode), nas je seveda zanimalo kakšne so poškodbe vozišča zaradi erozije, oziroma koliko materiala iz vozišča takšna erozija odnese. Ob analizi rezultatov naših merjenj smo ugotovili, da je bila erozija na vozišču prisotna le na 19 analiziranih profilih in to v hribini 3 na 4 profilih, hribini 4 na 6 profilih in v hribini 5 na 9 profilih in to le na profilih pri naklonu terena nad 50% in vzdolžnem naklonu vozišča med 8 in 10%. Pri tem smo na osnovi ocene ugotovili tudi količino odnešenega materiala, ki znaša v povprečju 0,06 do 0,07 m³ po posameznem profilu (dolžina profila od 25 do 30 metrov). Prisotnost erozije na vozišču omenjenih profilov je v glavnem posledica slabega oziroma pomanjkljivega vzdrževanja celotne ceste (zasuti dražniki, zasuti jarek ali koritnica,..), zaradi česar se takšen material najpogosteje ustavi šele v gozdu pod cesto.

V našem tako močno razgibanem gozdnem prostoru se želimo pri gradnji gozdnih cest kar najbolj prilagoditi danim naravnim terenskim razmeram, kar ima za posledico, da so gozdne ceste zelo različno od javnih cest zelo vijugave. Tako v študiji; Dobne A. Oblikovanje krivin glede na prevoz dolgega lesa, IGLB, 1977, avtor ugotavlja, da je v povprečnih terenskih razmerah kar 55 do 65% celotne dolžine gozdnih cest v krivinah, v bolj razgibanih terenih pa se ta delež povzpne celo do 80%. Glede na to, da mora biti pri vožnji po takšni cesti zagotovljena tudi ustrezna varnost, je nujno, da je vozišče v krivinah tudi ustrezno razširjeno. Zaradi tega se na gozdni cesti, v povprečnih terenskih razmerah, površina vozišča poveča od 5-15% pri 3 metre širokem vozišču v premi, oziroma 1-4% pri 3,5 metra širokem vozišču v premi.

Naša opazovanja v zvezi z razširitvami gozdnih cest v krivinah pa so tudi pokazala, da so omenjene razširitve pogostokrat narejene tudi na račun ožje koritnice, kar ima vsekakor lahko svoje prednosti, pa tudi vrsto slabosti.

8.1.1.4 širina hodnika ali bankine

Ožji pas v strukturi širine cestnega telesa zajema tudi hodnik ali bankino. Njegova širina je odvisna od vrste različnih dejavnikov med drugim predvsem od vrste hribine in njene strukture, naklona terena, širine vozišča, vrste prometnih sredstev, tehnologije gradnje same prometnice, pomembnosti prometnice, ... Naloga hodnika je predvsem v tem, da daje oporo zunanjemu robu vozišča, kar omogoča boljši iskoristek celotne širine vozišča. Med drugim daje, predvsem pri vožnji po gozdni cesti, grajeni v razgibanem in zelo strmem terenu, vozniku večji občutek varnosti; med samo vožnjo, omogoča umik pešcem pri srečevanju z različnimi motornimi vozili, na posameznih mestih omogoča tudi srečevanje

med različnimi motornimi vozili, pogosto predstavlja tudi del površine, na kateri lahko za krajši čas odložimo določeno vrsto materiala, itd.

Pri izrednotenju rezultatov merjenj širine hodnika na analiziranih reprezentančnih profilih smo ugotovili (tabela 13), da se povprečna širina hodnika na gozdni cesti giblje v razmeroma ozkih mejah in to od 0,7 do 0,9 metra.

Povprečna širina in poraslost hodnika v odvisnosti od vrste hribine in naklona terena

Tabela 13

Vrsta hribine	Širina hodnika Naklon terena			Stop. poras. hodnika Naklon terena		
	0-20%	20-50%	>50%	0-20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	0.8	0.8	0.7	4	4	4
dolomit (2)	0.8	0.8	0.8	4	4	3
tonalit (3)	0.9	0.8	0.8	4	4	4
skril (4)	0.9	0.8	0.7	5	4	3
grušč (5)	0.9	0.9	0.8	4	4	3

Vrednosti v tabeli 13 pomenijo povprečno širino hodnika in kažejo, da širina hodnika z naklonom terena razmeroma počasi pada. Seveda v posameznih primerih izmerjene vrednosti širine hodnika možno odstopajo od ugotovljenega povprečja, saj smo v posameznih primerih izmerili širino hodnika le 0,5 metra, kot tudi profile s širino hodnika 1,1 metra. Izgradnjo predvsem ožjega hodnika nam namreč omogoča gradnja z ustreznim bagrom, seveda ob ustrezni vrsti in strukturi hribine (zlaganje nasipa), predvsem pa ob primerni tehniki dela.

Hodnik gozdne ceste je zgrajen iz najrazličnejše vrste in oblike materiala, pri čemer spodnji del (dno) najpogosteje ostavlja različen material iz izkopa, vrhno plast pa material, ki ga uporabimo pri utrditvi vozišča oziroma pri izvedbi zgornjega ustroja same ceste.

Hodnik torej pomeni varovalni pas med voziščem in zgornjim robom nasipne brežine, istočasno pa predstavlja tudi pas gole površine, ki jo že po nekaj letih po gradnji poraste različna zeliščna vegetacija, med katero se že zelo kmalu pojavijo tudi mladike različnega gozdnega drevja (smreka, bukev, javor, ...). Na osnovi ocene deleža porasle površine hodnika na proučevanih profilih, so v tabeli ... prikazane tudi povprečne stopnje poraslosti hodnika (stopnja 1-5), pri čemer 5 pomeni 100% poraslo površino. Vrednosti kažejo, kako agresivna je gozdna vegetacija do golih površin, ki nastajajo v gozdu, da so takšne površine le ustrezno utrjene. Seveda moramo vedeti, da ima odločilno vlogo pri procesu zaraščanja takšnih površin predvsem struktura preperine.

Prikazane vrednosti torej pomenijo povprečno stopnjo poraslosti hodnika, torej ne glede na leto gradnje same prometnice. Ob podrobnejši analizi procesa zaraščanja hodnika smo namreč ugotovili, da v nekih normalnih razmerah (ustrezna preperinska sestava, svetloba, vlaga,..), takšen hodnik gozdne ceste že najkasneje 8-10 letih popolnoma poraste različna gozdna vegetacija in to od najrazličnejših vrst trav, zeli, pa do različnih grmovnih in drevesnih vrst. Takšna vegetacija, ki z leti poraste površino hodnika, tako ščiti omenjeno površino pred različnimi oblikami erozije, ima pa pomembno vlogo tudi kot dodaten vir prehrane posamezni vrsti divjadi, kar lahko v posameznih primerih delno ublaži tudi poškodbe, ki jih povzroča divjad s svojim objedanjem, lupljenjem, ... Res pa je, da je takšna vegetacija na hodniku gozdne ceste zaradi strojnega načina vzdrževanja same ceste, vlaženja lesa, ..., pogosto obsojena na propad, kar si gozdarji prav gotovo ne moremo šteti v dobro.

8.1.1.5 širina (tlorisa) nasipne brežine

že v uvodu v omenjeno poglavje smo omenili, da smo med skupno 730 analiziranimi reprezentančnimi profili v nadaljnjem iz vrednotenju upoštevali le vrednosti na profilih, ki imajo obliko mešanega profila, torej profile, pri katerih leži del cestnega telesa v raščeni hribini, del pa v nasipu. Tehnologija gradnje gozdnih cest, pri čemer težimo za čim popolnejšo vgraditvijo materiala iz izkopa v sam nasip prometnice (izravnava mas), tako zahteva znatno manjši poseg v raščeno hribino, s tem, da takšen nasip ob dodatni utrditvi prevzame tudi del obremenitve prometa, ki mu je takšna prometnica namenjena. Seveda izvedba takšnega nasipa povsod ni mogoča (velik naklon terena, neustrezen material, ..) brez dodatnih gradbenih posegov (betonski zid, kašte, ..), kar takšno gradnjo prometnice prav gotovo podraži.

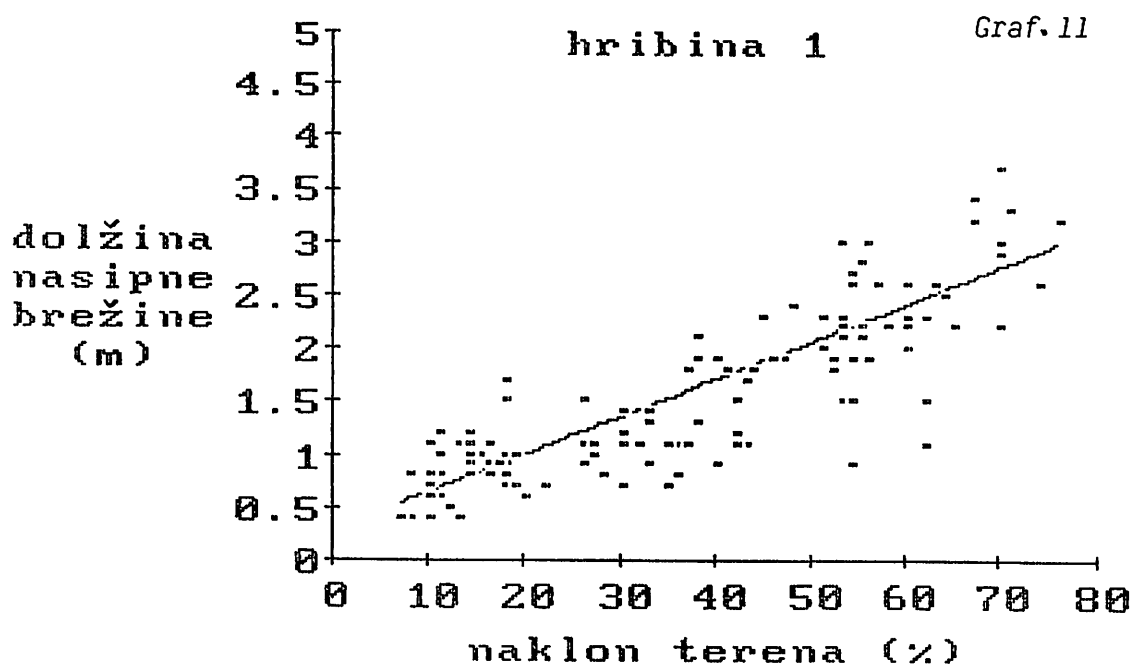
Nasip gozdne ceste je zgrajen iz najrazličnejše vrste in oblike materiala iz izkopa, odvisno pač od vrste in stanja hribine, kar ob različnih drugih dejavnikih (razrahljanost, drobljivost, vlažnost,..) močno vpliva na njegovo obliko, stabilnost, posamezne elemente nasipne brežine, Med drugim ima pri oblikovanju nasipa odločilno vlogo tudi uporabljena tehnologija gradnje, pri čemer lahko trdimo, da je predvsem v strmih terenih in pri gradnji v trdi hribini, predvsem iz vidika varovanja gozda in okolja, veliko bolj upravičena gradnja z bagrom, kot pa z buldožerjem, pa čeprav je slednja cenejša.

V zvezi z nasipom in nasipno brežino na gozdni cesti, smo naša glavna proučevanja usmerili predvsem v analizo treh najvažnejših elementov nasipne brežine in sicer dejanske dolžine nasipne brežine, njene tlorisne širine in seveda naklona nasipne brežine.

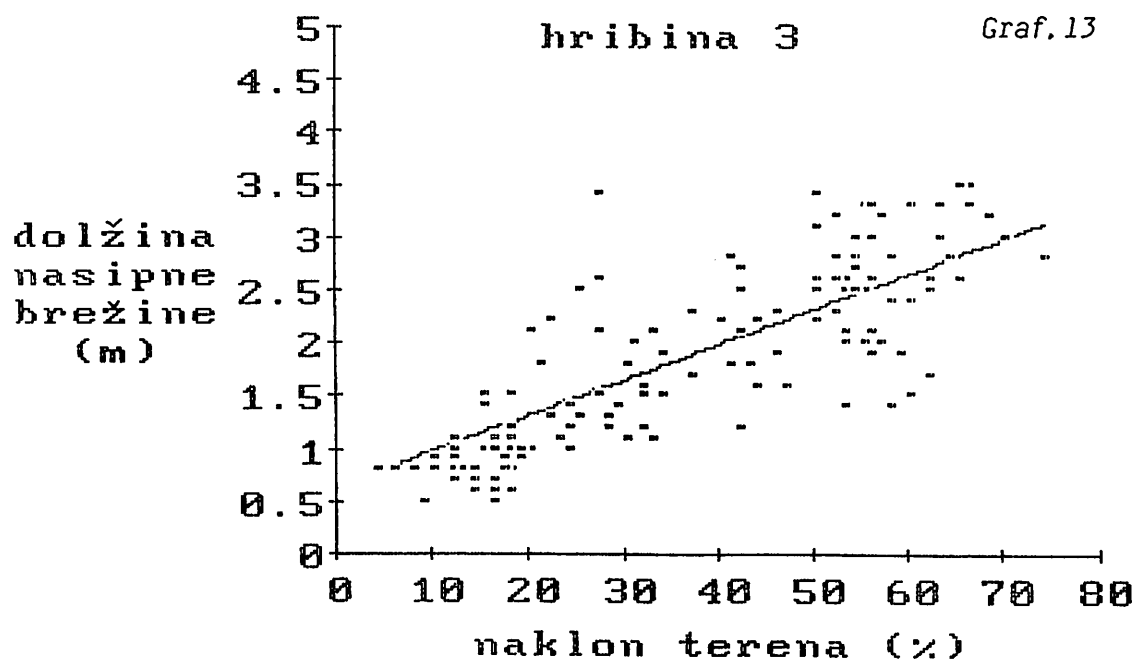
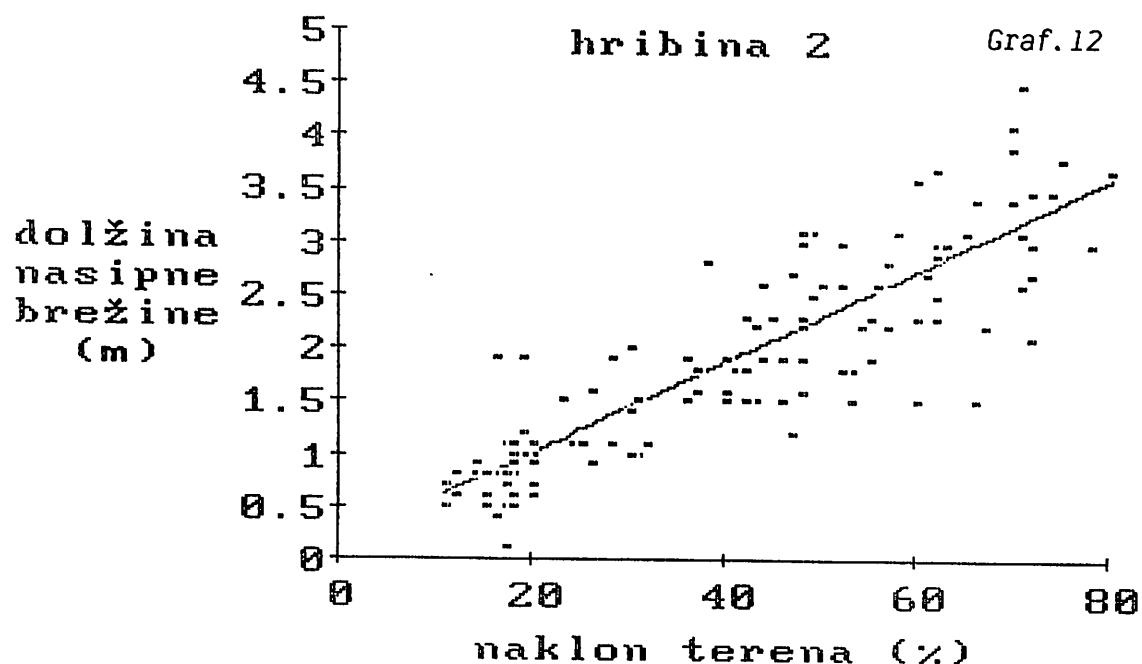
Dejanska dolžina nasipne brežine je odvisna od številnih dejavnikov, med drugim predvsem od naklona same brežine, vrste in stanja hribine oziroma materiala, ki sestavlja nasip in s tem

oblikuje samo nasipno brežino, naklona terena, poraslosti brežine, Na osnovi analize rezultatov opravljenih terenskih merjenj smo ugotovili, da znaša povprečna dolžina nasipne brežine 1.9 metra (upoštevano vseh 694 profilov) in da se dolžina nasipne brežine z naklonom terena spreminja. Ob analizi odvisnosti dolžine omenjene brežine od naklona terena smo namreč ugotovili, da je imenovana odvisnost zelo značilna, kar kažejo tudi izračunani koeficienti korelacije (r_{xy}), katerih vrednosti se gibljejo od $r_{xy} = 0,63$ pa do $r_{xy} = 0,81$.

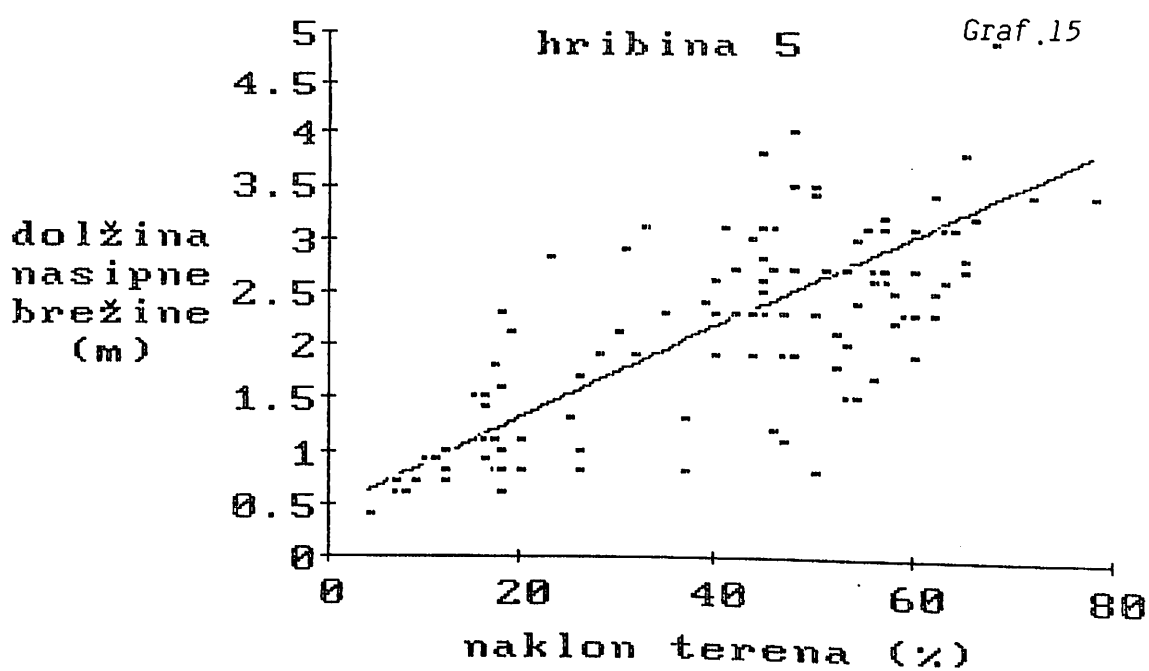
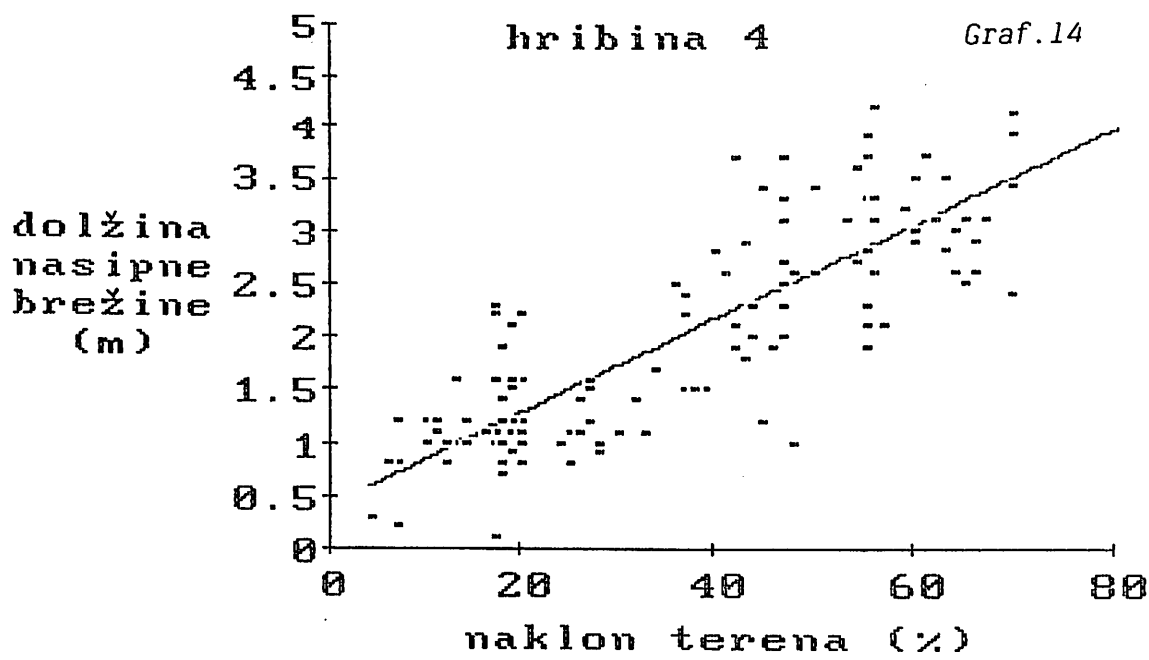
Odvisnost dolžine nasipne brežine od naklona terena in vrste hribine



Ovisnost dolžine nasipne brežine od naklona terena in vrste hribine



Odvisnost dolžine nasipne brežine od naklona terena in vrste hribine



Na grafikonih 10 do 15 je tako prikazana odvisnost dolžine nasipne brežine od naklona terena, ločeno glede na vrsto hribine, pri čemer lahko ugotovimo, da je meglica točk, ki kažejo posamezne odvisnosti, v hribini 1, 2 in 3 grupirana v razmeroma ozkem pasu, medtem, ko so vrednosti v hribini 4 in 5 nekoliko bolj razpršene. Slednje si lahko razlagamo bodisi kot posledico različne tehnologije gradnje (buldožer, bager) ali kot zelo pestro reliefno in s tem v zvezi tudi preperinsko strukturo hribine. Pri izbiri oblike odvisnosti smo tudi tokrat uporabili enačbo premice

$$y = a + bx.$$

Tako kot za odkopno brežino tudi za nasipno brežino lahko ugotovimo, da je njena tlorisna širina odvisna od vertikalne višine nasipne brežine in seveda od naklona same nasipne brežine. Medtem, ko je višina brežine, ki predstavlja višinsko razliko med spodnjim in zgornjim robom nasipne brežine, odvisna predvsem od naklona terena in širine planuma v razčleni hribini, pa je naklon nasipne brežine odvisen predvsem od vrste tal, granulacijske sestave nasipnega materiala, vlažnosti materiala, naklona podlage, načina gradnje, Podrobneje so posamezni dejavniki, ki vplivajo na naklon nasipne brežine opisani v literaturi 14.

Na osnovi izmerjene dolžine in naklona nasipne brežine na analiziranih reprezentativnih profilih, smo izračunali povprečno tlorisno širino in naklon nasipne brežine (tabela 14).

Dobljene vrednosti v omenjeni tabeli kažejo, da povprečna tlorisna širina nasipne brežine z naklonom terena razmeroma hitro narašča, s tem, da v trdi hribini (apnenec, dolomit) dosega nekoliko nižje vrednosti kot v ostalih vrstah hribine.

V razliko od ugotovljenega povprečnega naklona odkopne brežine, ki se giblje od 79 pa celo do 152%, smo tokrat ugotovili, da se povprečni naklon nasipne brežine giblje v znatno ožjih mejah in to le od 71 pa do 94%. Pri tem gradnja nasipa v trdi hribini

omogoča oblikovanje samega nasipa pod večjim naklonom kot sicer, seveda ob ustrezni strukturi hribine in tehnologiji gradnje. Tako kot odkopna brežina je tudi nasipna brežina obremenjena s številnimi negativnimi vplivi, kot naprimer slabenje lesa pri spretilu, odlaganje lesa, prehod in paša živine in divjadi, erozija, ki seveda dodatno vplivajo na njeno stabilnost in naklon.

Povprečna tlorsna širina in naklon nasipne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 14

Vrsta hribine	Tlorsna širina nasipne brežine (m)			Naklon nasipne brežine (%)		
	Naklon terena (%)			Naklon terena (%)		
	<20%	20-50%	>50%	<20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	0.9	1.4	2.5	84	90	94
dolomit (2)	0.8	1.6	2.7	78	86	89
tonalit (3)	1.1	1.8	2.8	81	86	90
skril (4)	1.2	2.0	3.1	79	87	93
gručač (5)	1.1	2.3	3.0	71	82	84

Tudi nasipna brežina, ki je takoj po gradnji gola, je izpostavljena močnemu zaraščanju z različno gozdno vegetacijo. Za razliko od odkopne brežine, ki v glavnem ohranja svojo strukturo kot razčena hribina, s tem, da jo po površini postopoma prekriva tanjša plast humusa, pa nasip in nasipna brežina sestavlja razrahljan material s številnimi primesmi, od katerih nekatere v nasip seveda ne sodijo (panji, vejevje, ...). Tako razrahljan material v nasipu seveda tudi znatno boljše pogoje za zaraščanje same nasipne brežine.

Ob analizi reprezentančnih profilov na proučevanih gozdnih cestah, smo ocenjevali tudi stopnjo poraslosti nasipne brežine in sicer po istih kriterijih kot za odkopno brežino. Dobljene vrednosti so prikazane v tabeli 15 in kažejo povprečno stopnjo poras-

losti nasipne brežine gozdne ceste. Iz tabele lahko razberemo, da različna gozdna vegetacija poraste malodane celotno povprečno nasipne brežine, pri čemer so prisotne različne vrste trav, zeli, gromovnic, kot tudi mladice bodočega gozda.

Povprečna stopnja poraslosti nasipne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 15

Vrsta hribine	Stopnja poraslosti nasipne brežine Naklon terena		
	< 20%	20 - 50%	> 50%
apnenec (1)	4(1-3)	4(1-3)	4(1-3)
dolomit (2)	5(1-3)	4(1-2)	3(1-2)
tonalit (3)	5(1-3)	4(1-3)	4(1-3)
skril (4)	5(1-3)	4(1-3)	4(1-3)
gruše (5)	4(1-3)	4(1-2)	4(1-2)

Podobno kot za odkopno brežino smo tudi za nasipno brežino analizirali hitrost poraščanja imenovane brežine (tabela 16).

Povprečna stopnja poraslosti nasipne brežine glede na vrsto hribine in starost zgrajene prometnice.

Tabela 16

Vrsta hribine	Število merjenj	Povprečna stopnja poraslosti starost zgrajene prometnice		
		< 5 let	5-10 let	> 10 let
apnenec (1)	142	3(1-2)	4(1-3)	5(1-3)
dolomit (2)	142	2(1-2)	4(1-3)	5(1-3)
tonalit (3)	141	3(1-2)	4(1-3)	5(1-3)
skril (4)	142	2(1-2)	4(1-3)	5(1-3)
gruše (5)	127	2(1-2)	3(1-3)	4(1-3)

Vrednosti v zgornji tabeli kažejo, da različna gozdna vegetacija poraste v prvih 5 letih približno polovico površine nasipne brežine, pri čemer so v glavnem prisotne različne trave in zeli. V naslednjih letih zarastanje nasipne brežine razmeroma hitro napreduje, pri čemer so vse pogosteje prisotne tudi mladice gozdnega drevja (smreka, jelka, javor, ...), ki se postopoma zraščajo z ostalim gozdnim prostorom. Na osnovi naših opazovanj lahko zaključimo, da celotna dolžina nasipne brežine gozdne ceste v cca 10-15 letih ponovno prevzame vse funkcije bližnjega gozda.

8.1.2 širina cestnega telesa

Širino cestnega telesa gozdne ceste (prečni profil same oblike mešanega profila) torej določajo vrednosti posameznih elementov cestnega telesa in sicer tlorisna širina odkopne brežine, širina koritnice ali jarka, širina vozišča, širina hodnika ali bankine in tlorisna širina nasipne brežine. Pri delnem vrednotenju podatkov opravljenih terenskih merjenj smo za osemjane elemente izračunali posamezne vrednosti, izvedli različne primerjave, analize, ... (poglavje 8.1.1), tako, da lahko na osnovi opravljenih analiz že podamo tudi povprečne vrednosti za širino cestnega telesa gozdne ceste. Ugotovljene vrednosti so prikazane v tabeli 17 in veljajo za gozdno cesto v premii.

Povprečna širina cestnega telesa v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 17

Vrsta hribine	Povprečna širina cestnega telesa (m)		
	Naklon terena		
	< 20%	20 - 50%	> 50%
apnenec (1)	6.20	6.80	8.00
dolomit (2)	6.20	7.30	8.90
tonalit (3)	6.90	8.20	9.90
skril (4)	7.10	8.30	10.10
grušč	6.70	9.20	10.10

Na osnovi prikazanih vrednosti v predhodni tabeli lahko ugotovimo, da je manjša širina cestnega telesa, seveda pri istem načinu terena, na apnenčasti podlagi, in da je omenjena širina zelo podobna tudi širina cestnega telesa na dolomitni podlagi, s tem, da so manjša odstopanja le pri večjih naklonih terena. Znatno širše cestno telo pa nastane pri gradnji gozdne ceste na tonalitu, različnih skrilavcih, flišu, grušču, ... (držbine 3,4,5), in to predvsem v terenih z večjim naklonom, kjer dosega celo širino preko 10 metrov.

Razlike v širini cestnega telesa po posameznih vrstah kamnine namreč nastajajo zaradi različnih fizikalnih in kemičnih lastnosti posameznih podlag. Medtem, ko apnenec mehansko prepereva počasi, kemično pa hitro, je dolomit manj odporen na mehansko preperevanje in bolj na kemično. Ilovnato glinasta preperečina na apnenecu in dolomitu navadno ni globoka, je pa relativno dobro odporna proti površinskemu ispiranju. Preperina tonalita je globoka, vendar tudi zelo slabo odporna proti vsem oblikam erozije. Tudi kamnine, kot so različni skrilavci, posrednjaki, lapor, (4 skupina) preperevajo zelo hitro in pri tem nastanejo debele sloje ilovice, gline, ..., ki se hitro ispirajo. Omenjene vrste kamnin so zelo podvržene vsem oblikam erozije. Za redno skupino kamnin, v katero uvrščamo različne grušče, prode, peske, morene, ... pa je značilno, da so resda odporne proti različnim oblikam erozije, so pa zelo podvržene spodjedanju, kar predstavlja veliko nevarnost predvsem v strmih terenih. Različne lastnosti podlag tako v znatni meri vplivajo na oblikovanje naravnega naklona odkopne brežine, ureditve sistema odvodnjavanja, tlorisno širino nasipne brežine ..., in s tem tudi na širino cestnega telesa.

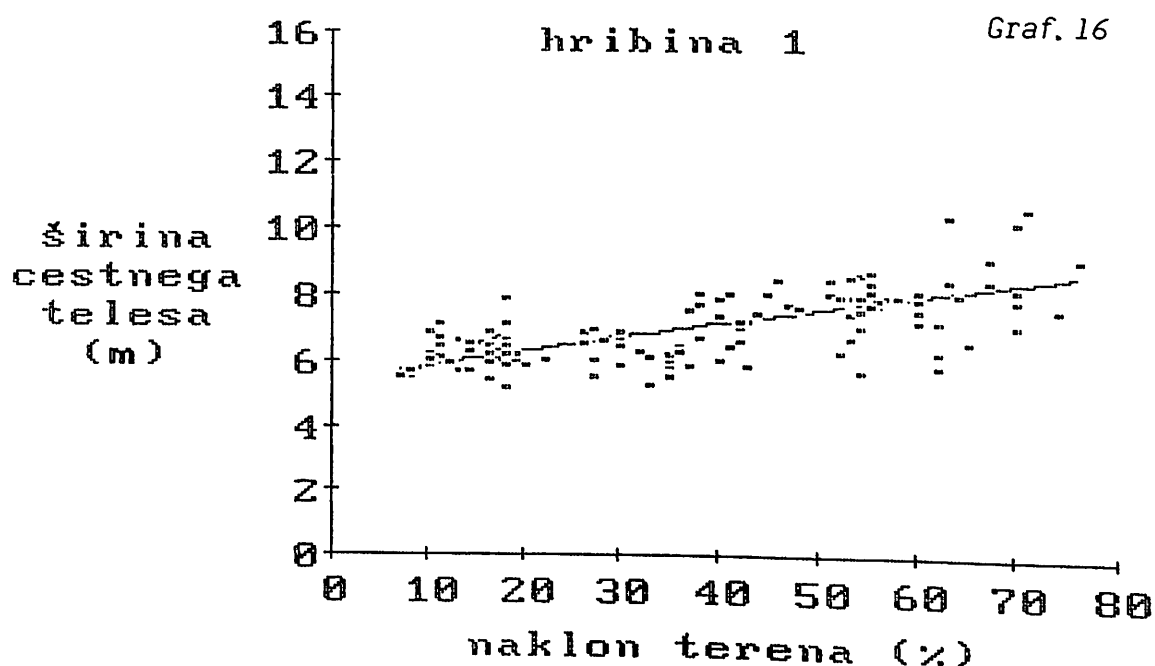
Na širino cestnega telesa seveda bistveno vpliva tudi naklon terena. Z izrednotenjem podatkov smo namreč ugotovili, da obstaja med širino cestnega telesa in naklonom terena značilna korelacijska odvisnost, kar kažejo tudi Pearsonovi korelacijska

koeficienti (m_{xy}), ki so od 0,60 do 0,74. Z večjim naklonom terena se namreč ne glede na vrsto hribine veča tudi širina cestnega telesa, kar lahko vidimo tudi na grafikonih 16 do 20.

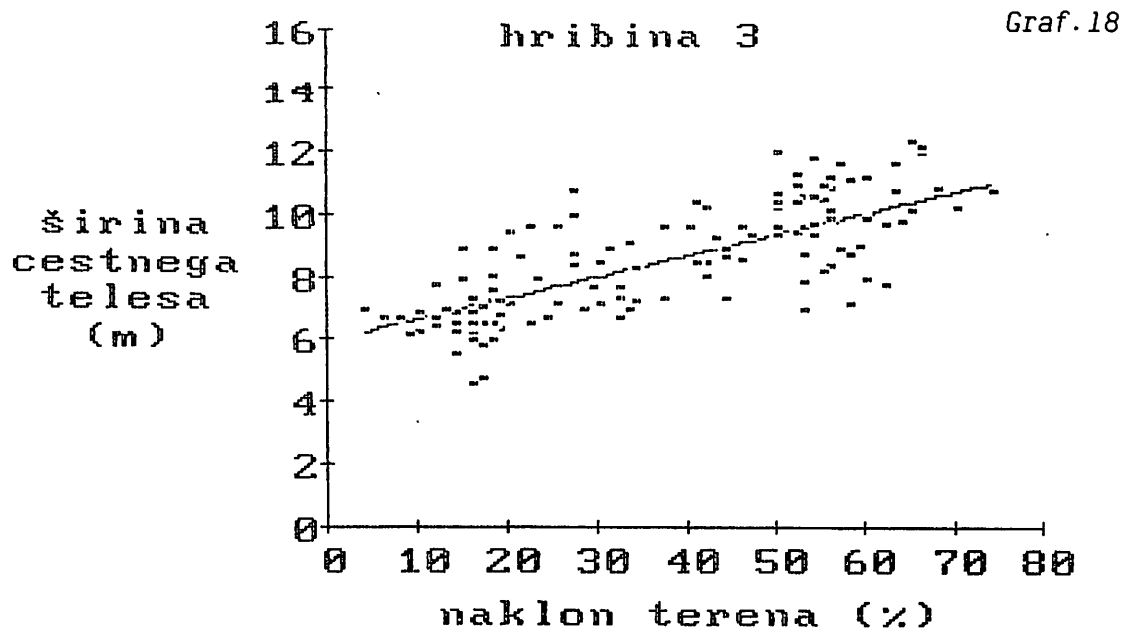
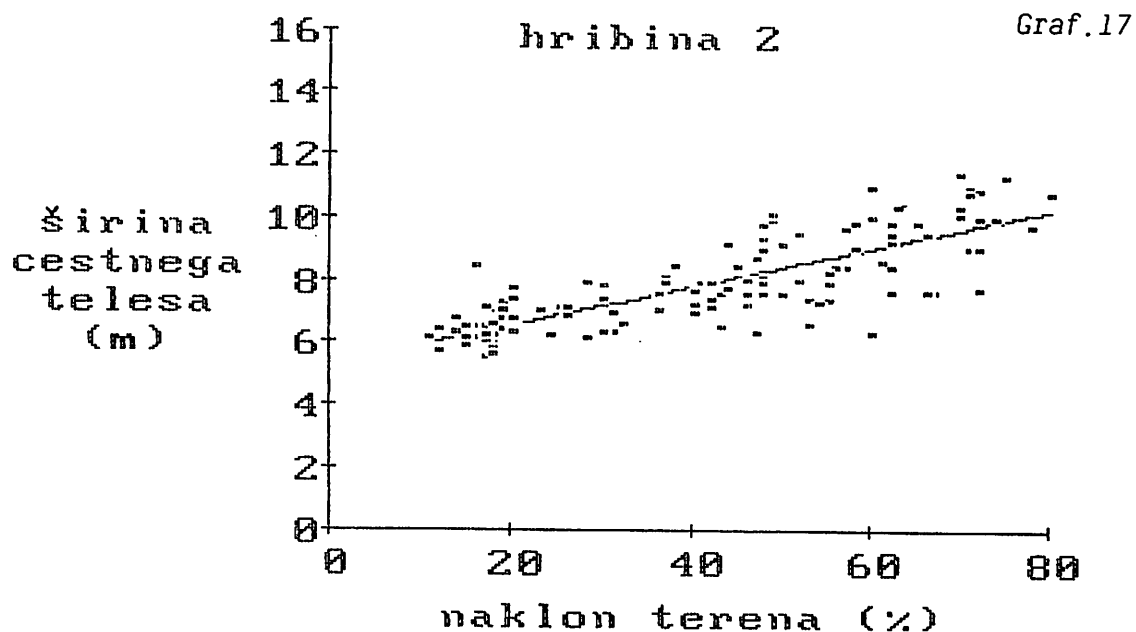
Glede na enakomerno razporejeno meglico točk smo dane odvisnosti izravnali z regresijsko črto oblike premice $y = a + bx$, pri čemer y pomeni širino cestnega telesa v metrih, x pa naklon terena izražen v %.

Dobljene vrednosti o širini cestnega telesa torej veljajo za prometnice, pri katerih je sistem odvodnjavanja urejen z izgradnjo koritnice in ustreznih cevni propustov. V kolikor pa moramo zaradi različnih drugih vzrokov (erodibilno območje, labilna hribina, področje z obilnimi padavinami,...) namesto koritnice zgraditi jarek, pa se širina cestnega telesa tem primerom poveča.

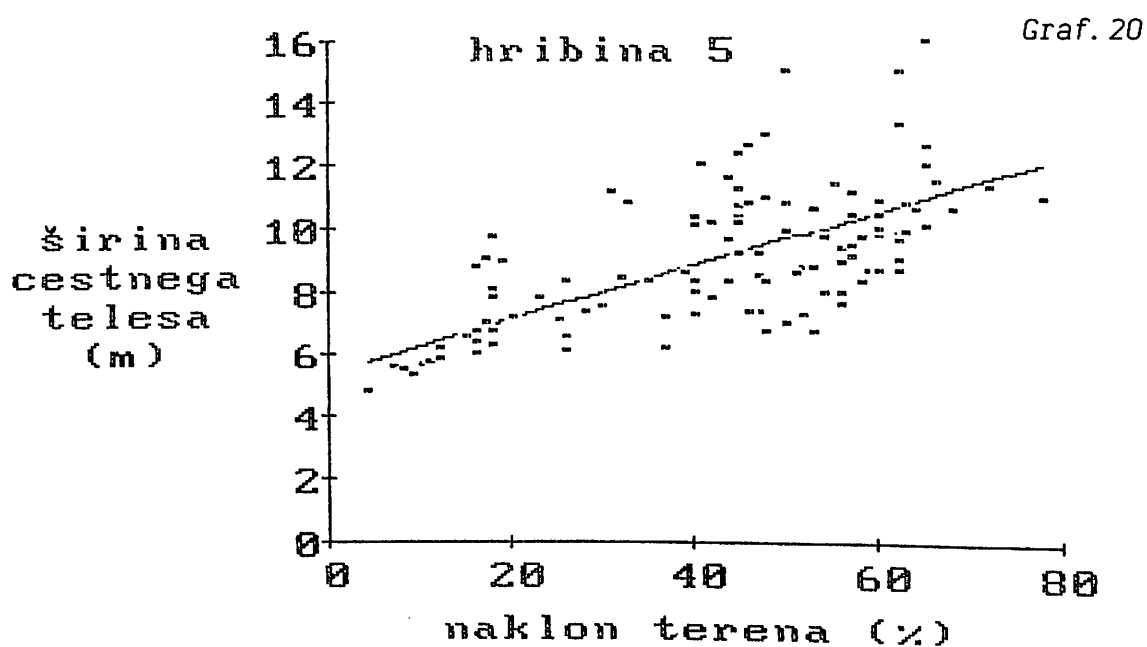
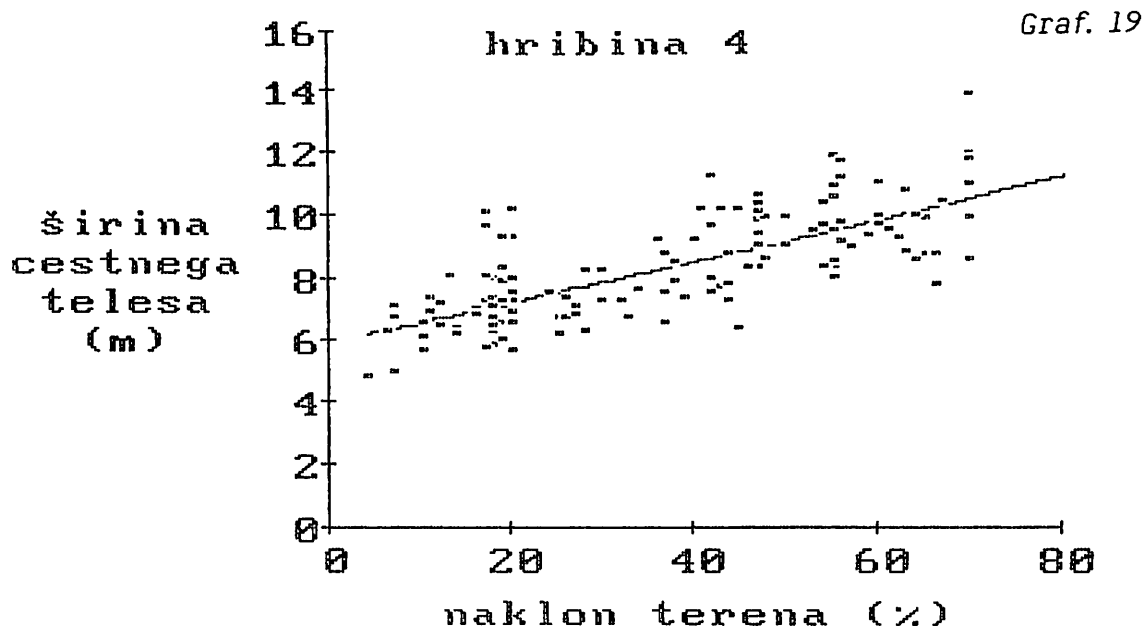
Odvisnost širine cestnega telesa od naklona terena in vrste hribine



Odvisnost širine cestnega telesa od naklona terena za vrste hrubina



Odvisnost širine cestnega telesa od naklona terena in vrsto hribine



Upravljenе analize so pokazale, da omenjeno povečanje, zaradi široke koritnice (povprečno od 0,6 - 0,8 metra) ni veliko, saj je zaradi tega širina cestnega telesa pri naklonu terena do 20% večja le za 0,1 metra, pri naklonu 20-50% za 0,2 metra in pri naklonu terena nad 50% za 0,3 metra, pri čemer je povprečna širina jarka 1.0 metra.

3. dejanski širini cestnega telesa gozdne ceste pri nas imamo danes malo konkretnih podatkov. Naj pri tem navedemo le ugotovitve Trafele (49), ki ugotavlja, da znaša širina cestnega telesa, to je širina planuma, povečana za širino nasipne in odkopne brežine pri cestah na Pohorju od 8,32 do 11,62 metra pri povprečnih naklonih od 21 do 29 stopinj (38-55%).

Teoretično širino cestnega telesa je na osnovi izravnave mas izkopa z nasipom in ob upoštevanju trajne razpenjanosti posamezne vrste materiala ugotavljal tudi Dobre (14).

Širina cestnega telesa na mehki in kamniti podlagi

Tabela 18

	Teoretična širina cestnega telesa (m)					
	Naklon terena (%)					
	20%	30%	40%	50%	60%	65%
Mehka podlaga	7.13	8.12	9.31	12.10	18.99	30.11
Kamnita podlaga		6.79	7.07	8.58	11.10	14.21

Iz tabele lahko ugotovimo, da z večjim naklonom terena hitro narašča tudi širina cestnega telesa, posebno v mehki hribini, kar vse nas opozarja na to, da smo pri takšni gradnji še toliko bolj previdni.

8.1.3 širina izsekanega pasu gozda

Gozdne prometnice v glavnem gradimo v gozdu, torej na površini, ki je poraščena z različnim gozdnim drevjem, grmovjem, itd. Predno pričnemo z zemeljskimi deli, moramo takšno površino seveda očistiti, to je posekati drevesa, odstraniti les, vejevje in vse ostalo, kar bi lahko oviralo samo gradnjo, ali kot tako ne sodi v cestno telo. Kako široka naj bo tako očiščena površina gozda je seveda odvisno od vrste različnih dejavnikov, ki jih lahko razdelimo v :

- a) dejavnike, ki vplivajo na večjo širino izsekanega pasu, kot so vlažnost nastižja, nepreglednost vozižja, prevoz dolgih sortimentov, nestabilno pobočje, ..
- b) dejavnike, ki vplivajo na manjšo širino izsekanega pasu, kot so manjši poseg v gozdni sestoj, manjša izguba pridelka, varovanje okolja, zaščita cestnega telesa ...

Vpliv omenjenih dejavnikov na širino izsekanega pasu gozda je podrobneje opisan v literaturi (14).

Gozdne prometnice gradimo zaradi gozda, s katerim gospodarimo, in ne zaradi prometnice same, zato pri gradnji omenjenih prometnic težimo za tem, da bo naš poseg za gozd kot za ves gozdni prostor čim manjši in seveda s čim manj negativnimi posledicami. Čim ozji bo izsekan pas gozda, tem manj bo na ta način porušena krajinska ali določena področja in to še posebno pri gradnji gozdnih prometnic na zelo strmih terenih, kjer so predvsem odkopne brežine pogostokrat zelo visoke, strme, in velikokrat tudi skalovite. Zaradi tega predvsem na mestu nasipne brežine postavimo večja in bolj kožata drevesa, ki nimajo neke večje vrednosti kot tehnični les, ki s svojimi krošnjami zastirajo tako nastalo rano po gradnji, istočasno pa nudijo tudi dodatno oporo samemu nasipu.

Poleg določene širine pasu gozda, ki ga moramo posekati zaradi načrtovane širine cestnega telesa (del tlorisne širine nasipne brežine, širina hodnika, vozišča, koritnice ali jarka, tlorisna širina odkopne brežine), moramo biti zelo previdni predvsem pri poseku gozdnega drevja nad odkopno brežino. S tem, ko pri gradnji gozdne prometnice posežemo v raščeno hribino, v veliki meri oslabimo stabilnost same hribine in oziroma pas gozda v neposredni bližini nad odkopno brežino, kar lahko predvsem v strmih terenih in slabo nosilni podlagi povzroči številne usade, zdrse, plazove, ... Zaradi tega moramo vrsti in strukturi hribine, naklonu same hribine, višini in naklonu odkopne brežine, vrsti in razvojni fazi gozda, ki obremenjuje hribino nad odkopno brežino, ..., nujno prilagoditi tudi širino izsekanega pasu gozda nad zgornjim robom odkopne brežine.

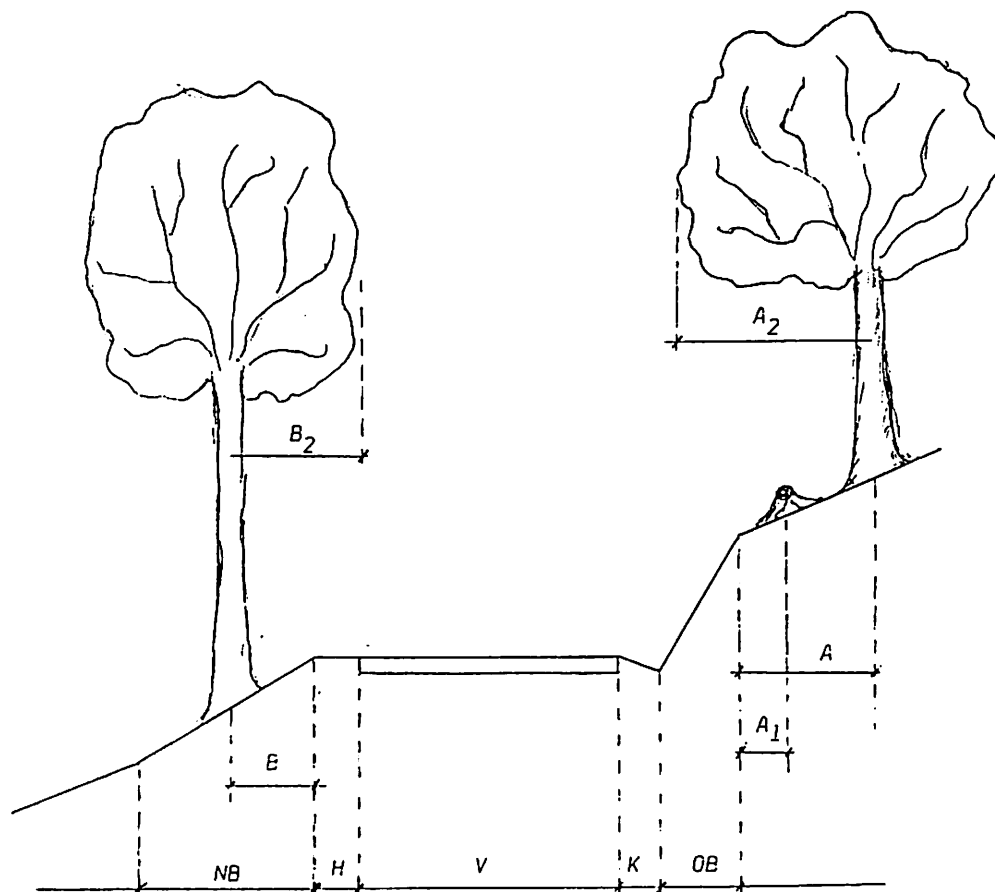
Da torej lahko podamo neke povprečne vrednosti o širini izsekanega pasu gozda, ki ga zahteva gradnja gozdne prometnice, smo ob analizi reprezentativnih profilov, delno na osnovi ocene, delno z meritvami, ugotovili posamezne vrednosti (elemente), ki jih potrebujemo pri omenjenem izračunu (skica 2).

Na osnovi vrste in stanja hribine, naklona hribine, vrste in razvojne faze gozda nad odkopno brežino, višine in naklona odkopne brežine ter njene poraslosti, smo ocenili nujno horizontalno širino izsekanega pasu gozda (A1) nad odkopno brežino, ki se zagotavlja mehanično in biološko stabilnost dreves nad zgornjim robom odkopne brežine, kot tudi stabilnost same odkopne brežine.

Ker pa vemo iz prakse, da za bodočo gozdno cesto pogostokrat izsekamo znatno širšo traso, kot je nujno, za kar poznamo vrsto vzrokov (način gradnje prometnice, realizacija etata, različno označena trasa za sekače in izvajalce gradnje, nestrokovna gradnja, ...), smo izmerili tudi povprečno oddaljenost prvih v stoječih dreves od zgornjega roba odkopne brežine, to je dejansko horizontalno širino izsekanega pasu gozda (A) nad odkopno brežino.

Posamezni elementi prežnega profila gozdne ceste

Skica 2



- A1 nujna širina izsekanega pasu
- A,B,..... dejanska širina izsekanega pasu
- A2,B2 pokrovnost krošnje
- H širina hodnika
- V širina vozišča
- K širina koritnice
- OB širina odkopne brežine

Ob tem smo izmerili tudi povprečno tlorisno širino krošnje robnih dreves (A2) in ocenili njeno asimetričnost. Podobno kot za izsekan pas gozda nad odkopno brežino, smo analizirali tudi širino izsekanega pasu gozda na spodnji strani ceste, pri čemer smo izmerili povprečno horizontalno oddaljenost prvih stoječih dreves do zunanjega roba hodnika (B), kot tudi povprečno tlorisno širino krošnje (B2). Med izvajanjem omenjenih meritev smo analizirali tudi eventualno prisotne poškodbe na stoječem drevju, njih nastanek, pri čemer smo glede na velikost samih poškodb ocenili tudi nadaljno perspektivo poškodovanih dreves (drevesa posekamo ali pustimo).

Na osnovi rezultatov opravljenih terenskih meritev in izvedenja tako dobljenih vrednosti, prikazujemo v tabeli 19 povprečne širine za posamezne iskane elemente (A1, A, A2, B, B2) in sicer ločeno za vsako hribino posebej.

Povprečna horizontalna širina posameznih elementov pri poseku trase gozdne ceste

Tabela 19

Vrsta hribine	Horizontalna širina posameznih elementov				
	Nad odkopom (m)			Pod nasipom (m)	
	A1	A	A2	B	B2
apnenec (1)	0.9	1.3	1.7	1.1	1.6
dolomit (2)	0.9	1.3	1.5	1.2	1.4
tonalit (3)	1.1	1.6	1.5	1.5	1.5
skril (4)	1.2	1.5	1.7	1.4	1.6
gruča (5)	1.2	1.6	1.6	1.5	1.6

Vrednosti v omenjeni tabeli veljajo kot povprečja za skupno 694 analiziranih prečnih profilov, pri čemer lahko ugotovimo, da je dejanska horizontalna širina izsekanega pasu gozda (A) nad odkopno brežino za cca 30-40% večja od nujno potrebne širine (A1), ki smo je ocenili na osnovi že predhodno omenjenih kriterijev.

Rezultati tudi kažejo, da lahko pri gradnji gozdne ceste v trdi in stabilni hribini (hribina 1.2) nad odkopno brežino posekamo v povprečju za cca 20% ožji pas gozda kot v mehki in labilni hribini.

Na osnovi izračunanih vrednosti v tabeli 19 in povprečne širine posameznih elementov cestnega telesa, smo tako izračunali vrednosti o dejanski in nujni povprečni širini izsekanega pasu gozda zaradi gradnje gozdne ceste (tabela 20).

Ugotovljene vrednosti v tabeli 20 torej kažejo, da zaradi gradnje gozdne ceste, pri povprečnem naklonu terena 39 % dejansko izsekamo pas gozda, ki je širok v povprečju od 7,80 pa do 9,60 metra, odvisno pač od vrste hribine.

Dejanska in nujna povprečna širina izsekanega pasu gozda zaradi gozdne ceste.

Tabela 20

Vrsta hribine	Povprečne širine posameznih elementov cestnega telesa in izsekanega pasu gozda (m)							Širina izsekanega pasu (m)	
	A	A1	DP	K	V	H	B	Dejanska	Nujna
apnenec (1)	1.3	0.9	1.1	0.7	2.8	0.8	1.1	7.80	6.90
dolomit (2)	1.3	0.9	1.4	0.7	2.9	0.8	1.2	8.30	7.40
tonalit (3)	1.6	1.1	1.9	0.8	2.9	0.8	1.5	9.50	8.40
skril (4)	1.5	1.2	1.9	0.7	2.9	0.8	1.4	9.20	8.00
grušč (5)	1.6	1.2	1.9	0.8	3.0	0.9	1.4	9.60	8.40

Ob nekoliko večji pazljivosti, in to predvsem pri izseku gozda nad zgornjim robom odkopne brežine, kot tudi pri sami gradnji, pa ugotavljamo, da je omenjena širina izsekanega pasu gozda lahko v povprečju še za cca 1 meter ožja.

Kot smo že omenili, na širino izsekanega pasu gozda zaradi gradnje gozdne ceste, vpliva vrsta različnih dejavnikov, med drugimi predvsem vrsta hribine in naklon terena. Zato v tabeli 21 prikazujemo vrednosti, ugotovljene na osnovi natančnejše analize podatkov naših merjenj, ki kažejo, kako se z naklonom terena spreminjajo povprečne vrednosti posameznih elementov (A,B), ki smo jih upoštevali pri našem izračunu dejanske povprečne širine izsekanega pasu gozda.

Iz prikazanih vrednosti v tabeli 21 lahko razberemo, da z naklonom terena dejanska širina izsekanega pasu gozda nad odkopno brežino razmeroma hitro naražča in to predvsem v mehkih in labilnih terenih. Izračunane vrednosti predstavljajo povprečno širino preseka gozda v posameznih stratumih, s tem, da posamezne vrednosti na terenu, zaradi različnih vzrokov, od ugotovljenega povprečja tudi močno odstopajo. Med vzroke za širše izsekan pas gozda ob gozdni prometnici, in to najpogosteje na spodnji strani (na nasipu) med drugim lahko štejemo tudi dodatne površine, omenjene različnim oblikam rekreacije, kot so površine za sankanje, smučarske tekaške steze, ...

Povprečna horizontalna širina elementov A in B v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 21

Vrsta hribine	Horizontalna širina elementov A in B					
	Naklon terena (%)					
	< 20 %		20 - 50 %		> 50 %	
	A	B	A	B	A	B
apnenec (1)	1.0	0.9	1.3	1.1	1.7	1.3
dolomit (2)	0.9	0.9	1.4	1.2	1.7	1.5
tonalit (3)	1.2	1.2	1.7	1.5	2.0	1.7
skril (4)	1.1	1.0	1.5	1.4	1.9	1.8
gruže (5)	1.4	1.0	1.7	1.5	1.8	1.9

Na osnovi številnih predhodnih analiz in ugotovitev, smo predvsem za praktično uporabo oblikovali tabelo 22, v kateri podajamo povprečno horizontalno širino pasu gozda (nujno), ki jo izvemo izsekali nad in pod osjo bodoče gozdne ceste.

Povprečna širina izsekanega pasu gozda v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 22

Vrsta hribine	Širina izsekanega pasu gozda (m)								
	Naklon terena <20%			Naklon terena 20-50%			Naklon terena >50%		
	nad osjo	pod osjo	skupaj	nad osjo	pod osjo	skupaj	nad osjo	pod osjo	skupaj
apnec (1)	3.7	3.1	6.8	4.1	3.3	7.4	4.6	3.4	8.0
dolomit (2)	3.8	3.2	7.0	4.5	3.4	7.9	5.2	3.7	8.9
tonalit (3)	4.3	3.6	7.9	5.3	3.7	9.0	6.2	3.9	10.1
skril (4)	4.2	3.4	7.6	5.1	3.6	8.7	6.2	3.8	10.0
gruč (5)	4.3	3.4	7.7	5.7	3.9	9.6	6.1	4.1	10.2

Vrednosti v predhodni tabeli kažejo, da zahteva gradnja gozdne ceste v mehki in labilni hribini in seveda predvsem v strmem terenu, širši izsek gozda, kot v trdi hribini, pri čemer so ugotovljene vrednosti predvsem rezultat dosedanjega klasičnega načina gradnje gozdnih cest (gradnja z buldožerjem + ...). Ob tem moramo seveda tudi opozoriti, da so pri izračunu širine izseka nad osjo, upoštevane vrednosti dejanske širine izseka (A), ugotovljene na terenu, zmanjšane za 30% (nujna širina izseka nad odkopno brežino).

Glede na vse večje zahteve po varovanju okolja, pa buldožer, kot osnovni stroj za zemeljska dela, pri gradnji gozdnih cest v današnjem času vse pogosteje zamenjuje bager, ki ob pravilni tehniki dela omogoča izvedbo ožjega cestnega telesa, zaradi česar je lahko ožji tudi izsekan pas gozda.

O širini izsekanega pasu gozda, ki ga moramo izsekati zaradi gradnje gozdne prometnice - gozdne ceste, piše v svoji študiji tudi DOBRETT (14), ki med drugim navaja, da je glede na mehanično in biološko stabilnost robnih dreves priporočljivo, da v normalnih terenskih razmerah posekamo vsa večja drevesa v pasu širine 2 metra nad zgornjim robom odkopne brežine. Glede same širine izsekanega pasu nad zgornjim robom, moramo omenjeno širino nujno prilagoditi dejanskemu stanju na terenu, medtem, ko na nasipni brežini skušamo ohraniti čim več dreves. V isti študiji podaja avtor tudi okvirne podatke o širini izsekanega pasu, ki jih prikazujemo v tabeli 23, in veljajo za neke povprečne terenske razmere.

Ob primerjavi podatkov o širini izsekanega pasu gozda v zgornji tabeli z rezultati naše analize (tabela 22) lahko tudi ugotovimo, da so si dobljene vrednosti med seboj zelo podobne.

Širina izsekanega pasu gozda (po Dobretu)

Tabela 23

Naklon terena	Trasa na mehki podlagi (m)			Trasa na kamniti podlagi (m)		
	pod osjo	nad osjo	skupaj	pod osjo	nad osjo	skupaj
do 20 %	3	5	8	-	-	-
30 %	3	6	9	3	4	7
40 %	3	6	9	3	4	7
50 %	4	7	11	3,5	4,5	8
60 %	5	8	13	4	5	9
nad 60 %	-	-	-	2	7	9

In kaj pomeni tako izsekan pas gozda in ob tem tudi zgrajena gozdna cesta za sam gozd in gozdni prostor. V kolikor torej upoštevamo povprečno širino izsekanega pasu gozda (dejansko), ki smo jo ugotovili pri naši raziskavi (8,9 metra), in današnjo gostoto gozdnih cest (14,6 m/ha), ter ob povprečnem naklonu terena (40%), pomeni tako izsekan pas gozda cca 1,3% produktivne

površine gozda. Ob predvideni optimalni gostoti gozdnih cest v gospodarskem gozdu, ki naj bi veljala za naše razmere (25 m/ha), in ob isti širini izseka gozda, bi to pomenilo cca 2,2 % skupne gozdne površine.

Širina izsekanega pasu gozda zaradi gozdne ceste, in s tem tudi celotno cestno telo, pa nikakor ne pomeni tudi trajno izgubo proizvodne površine gozda. Izredno agresivna gozdna vegetacija namreč že zelo kmalu po našem posegu (izsek gozda in gradnja gozdne ceste), poraste skoraj vsa gola mesta, ki so ob tem nastala in na ta način obnovi večino osnovnih funkcij, ki jih opravlja gozd. Zato lahko kot trajno izgubo proizvodne površine gozda smatramo le površino vozišča, koritnice in hodnika. Medtem, ko na nasipni brežini že v nekaj letih narava sama obnovi v celoti vse funkcije gozda, pa odkopna brežina razen v izjemnih primerih (brežina kot strma skalovita stena) zelo hitro obnovi prehranbeno funkcijo gozda, ki je danes za gozdarstvo vse bolj pomembna. Odkopno brežino seveda z leti delno poraste tudi različna gozdno drevje, katerega naloga pa je predvsem stabilizacija same odkopne brežine in seveda varovanje gozda nad samo prometnico. Tudi najpogosteje preširoko izsekan pas gozda nad odkopno brežino zelo hitro poraste gozd, ki se v začetku kot neke vrste gozdni rob, postopoma vklaplja v ostali del gozda.

Na osnovi naše raziskave smo ugotovili, da znaša delež skupne širine vozišča, koritnice in hodnika v odnosu na dejansko širino izsekanega pasu gozda v povprečju od 54% (hribina 1) do 46% (hribina 3). Od skupne širine izsekanega pasu gozd, ki ga torej izsekamo zaradi gozdne prometnice, tako v povprečju cca 56% omenjene širine pomeni trojno izgubo proizvodne funkcije gozda, kar pri predvideni optimalni gostoti (25 m/ha) pomeni cca 1,1% skupne gozdne površine.

V kolikor skupni povprečni širini vozišča, koritnice in hodnika, dodamo še povprečno tlorisno širino odkopne brežine ($\varnothing = 6,1$ metra), lahko ugotovimo, da je zaradi gozdnih cest, pri današnji

gostoti 14 m/ha, zmanjšana lesnoproizvodna površina gospodarskih gozdov le za 0,9%. Glede na predvideno optimalno gostoto gozdnih cest v gospodarskih gozdovih (25 m/ha) bi na ta način izgubili 1,5% gozdne površine.

Naše predhodne ugotovitve so torej rezultat analize 694 reprezentativnih profilov na skupno 51 že zgrajenih gozdnih cestah, in veljajo kot povprečje, seveda tudi v neklib povprečnih terenskih razmerah. Vedeti pa moramo, da se pri gradnji gozdnih cest, terenske razmere na že zelo majhnih razdaljah lahko bistveno spremenijo, zaradi česar moramo v posameznih primerih računati tudi z manjšimi ali večjimi odstopanji od ugotovljenih vrednosti. Zaradi tega je nujno, da predno se odločamo za gradnjo gozdne prometnice v določenem področju, predhodno podrobno spoznamo karakteristike same hribine, terena, gozda, ..., saj bodo v takem primeru morebitna presenečenja in škode na gozdu in okolju minimalne.

O širini izsekanega pasu gozda ter izgubi gozdne površine in s tem prirastka lesa, zaradi gradnje gozdnih cest, pišejo tudi številni drugi avtorji. Tako DOBRE (14) med drugim navaja, da bi ob povprečni širini izsekanega pasu gozda 9 metrov in gostoti cest 25 m/ha, izgubili zaradi gozdnih cest 2,25 % gozdne površine oziroma nekaj več kot 1% letnega prirastka. TRAFELA (49) v svoji raziskavi ugotavlja, da z izgradnjo ceste odvzamemo gozdu trajno iz gozdne proizvodnje tolikšen delež, kot ga ima površina cestnega telesa nasproti celotni površini gozda. Tako pri povprečni širini cestnega telesa 9.85 metra, ki jo ugotavlja pri analizi posameznih cest na Pohorju, in gostoti 25 m/ha, pomeni 2,5% izgube rastle površine, kar predstavlja tudi 2,5% manjšo proizvodnjo lesa. Omenjeno trditev avtor pogojuje s tem, da bo ta 10 metrski pas trajno neporasel z gozdnim drevjem.

Z vpražanjem izgube prirastka ob izseku določenega pasu gozda zaradi gozdnih prometnic se je ukvarjal tudi KRAMER (33), ki je ugotovil, da pri določeni širini pasov ni izgube na količinskem

prirastku, je pa prirastek zaradi asimetrične rasti drevesa slabše kakovosti. Robna drevesa namreč pri tem dosegajo manjši višinski in večji debelinski prirastek. Za iglavce (smreka) tako velja, da pri preseki širine do 5 metrov, ni izgube količinskega prirastka, pri širših presekih pa so izgube že prisotne. Tako je pri gostoti 20 m/ha, preseki širine 10 metrov, prirastek manjši za 1%, pri preseki širine 15 metrov 2% in pri preseki širine 20 metrov 3%. Za bukev, ki pa je mnogo bolj prilagodljiva na povečano svetlobo in prostor pa ugotavlja, da je izguba prirastka minimalna, če je izsek ožji od 8 metrov, in da žele izsekan pas širine nad 12 metrov povzroči tudi večjo izgubo prirastka.

8.1.3.1 Pokrovnost krošenj robnih dreves

Pri analizi reprezentativnih profilov smo si med drugim zastavili tudi vprašanje, kolikšna je povprečna pokrovnost krošenj robnih dreves (tloris krošnje, A2 - B2), ki omejujejo zgornji in spodnji rob izsekanega pasu gozda. Omenjena drevesa namreč zelo različno reagirajo na nove razmere, ki nastanejo po gradnji gozdne prometnice, pri čemer se tako spremenjenim razmeram skušajo z leti tudi žim bolj prilagoditi. Tako posamezna robna drevesa na račun povečane prisotnosti svetlobe, večjega prostora, ..., reagirajo s povečano in asimetrično rastjo krošnje, ki z leti lahko delno ali pa v celoti prekrije tudi celotno širino cestnega telesa. Seveda je reagiranje takšne krošnje odvisno od vrste različnih dejavnikov, med drugim predvsem od vrste in razvojne faze sestoja nad odkopno in pod nasipno brežino, naklona terena, kvalitete nastizča, vrste in stanja hribine, eventualno prisotnih poškodb na robnih drevesih, ki so nastale bodisi kot posledica nestrokovne ali neodgovorne gradnje same prometnice ali pri transportu lesa, itd.

Med drugim pa so takšna robna drevesa pogostokrat izpostavljena tudi vrsti negativnih učinkov, kot je naprimeroseni obil, delovanje vetra, ... , čemer predhodno niso bila prilagojena, kar v posameznih primerih pomeni za takšna drevesa tudi določene vrste škod.

Na osnovi izmerjenih vrednosti o povprečni pokrovnosti krošnje na posameznem reprezentativnem profilu (povprečna horizontalna razdalja med povprečno oddaljenim robnim drevesom in tlorisna roba povprečno široke krošnje (skica 2), smo izračunali povprečne širine pokrovnosti krošenj (A2, B2) analiziranih profilov (694), pri čemer ugotovljene vrednosti podajamo v tabeli 24 in sicer ločeno glede na naklon terena in vrsto hribine.

Povprečna pokrovnost krošnje robnih dreves v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 24

Vrsta hribine	Povprečna širina pokrovnosti krošnje (m)					
	Naklon terena (%)					
	< 20%		20-50%		> 50%	
	A2	B2	A2	B2	A2	B2
apnenec (1)	1.6	1.3	1.6	1.4	1.7	1.3
dolomit (2)	1.7	1.3	1.6	1.2	1.5	1.2
tonalit (3)	1.5	1.4	1.6	1.3	1.5	1.3
skril (4)	1.6	1.4	1.7	1.4	1.7	1.5
grušč (5)	1.5	1.2	1.7	1.3	1.7	1.4

Dobljene vrednosti v zgornji tabeli kažejo, da se povprečna pokrovnost krošenj robnih dreves (A2,B2), ne glede na vrsto hribine in naklon terena, giblje v razmeroma ozkih mejah, s tem, da meri pri drevesih nad odkopno brežino (A2) v povprečju od 1,5 do 1,7 metra, in pri drevesih v nasipu oziroma pod nasipom od 1,2 do 1,5 metra. Večje vrednosti za pokrovnost A2 so posledica močnejšega reagiranja robnih dreves oziroma njihovih krošenj na večjo

prisotnost svetlobe in več prostora, na kar posamezna drevesa reagirajo predvsem z močnim razraščanjem krošnje, ki tako dobi meano asimetrično obliko.

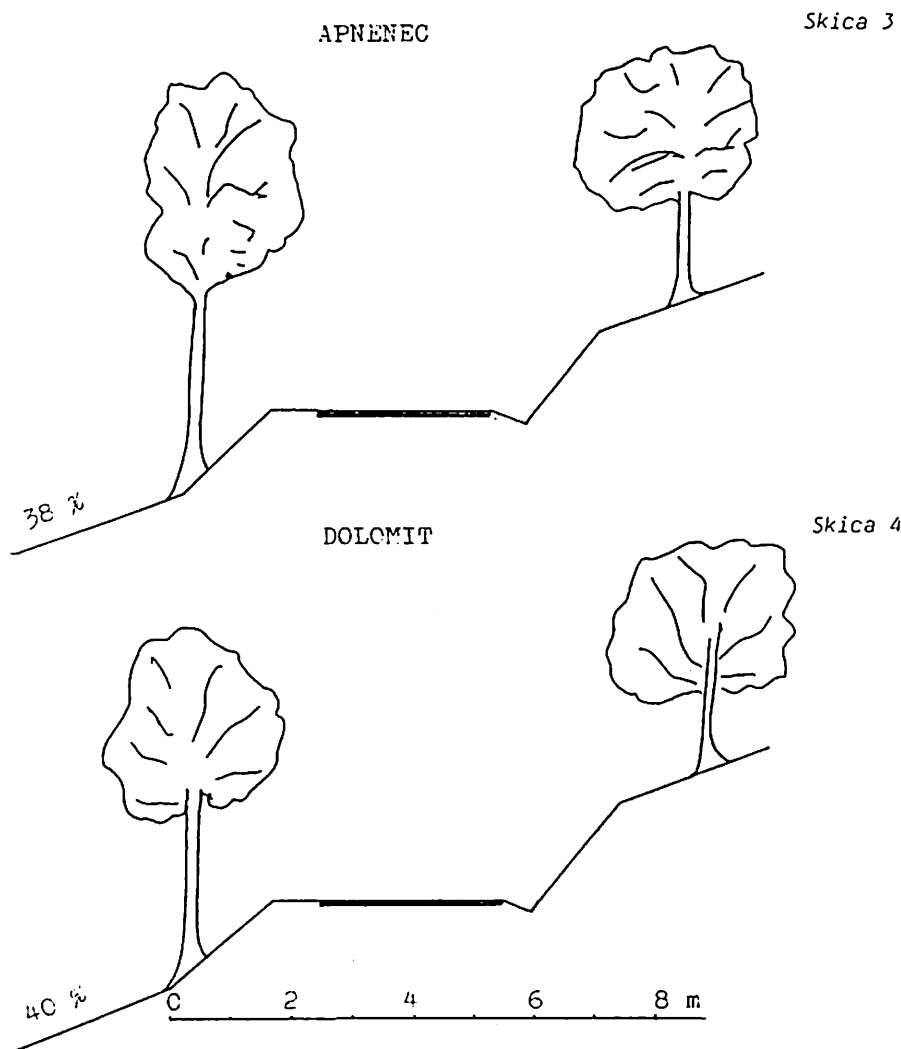
Med reprezentativnimi profili pa smo analizirali tudi številne profile, pri katerih dejanska pokrovnost krošnje močno odstopa od ugotovljenega povprečja. Tako se predvsem pri cestah, gradenih pred 10 in več leti, pri manjših naklonih terena, ob solidni gradnji, ustrezni širini izsekanega pasu gozda in predvsem ob zdravem in vitalnem gozdu (listavci), pogosto srečamo tudi v primerom, ko robna drevesa z obeh strani ceste, z močno asimetrično razvito krošnjo (A2, B2 - preko 3 metre), dejansko prekrivajo celotno cestno telo.

Na osnovi izračunanih vrednosti za posamezne preseke, ki oblikujejo predni profil gozdne ceste, lahko torej prikazemo obliko povprečnega prečnega profila analiziranih gozdnih cest, ki jo srečujemo za našim posegom (po gradnji) kot razmer obliki gozdnega prostora. Glede na to da je oblika prečnega profila gozdne ceste med drugim odvisna tudi od vrste hribine, v kateri prometnico gradimo, prikazujemo omenjene profile ločeno glede na vrsto hribine (skica 3 do 7).

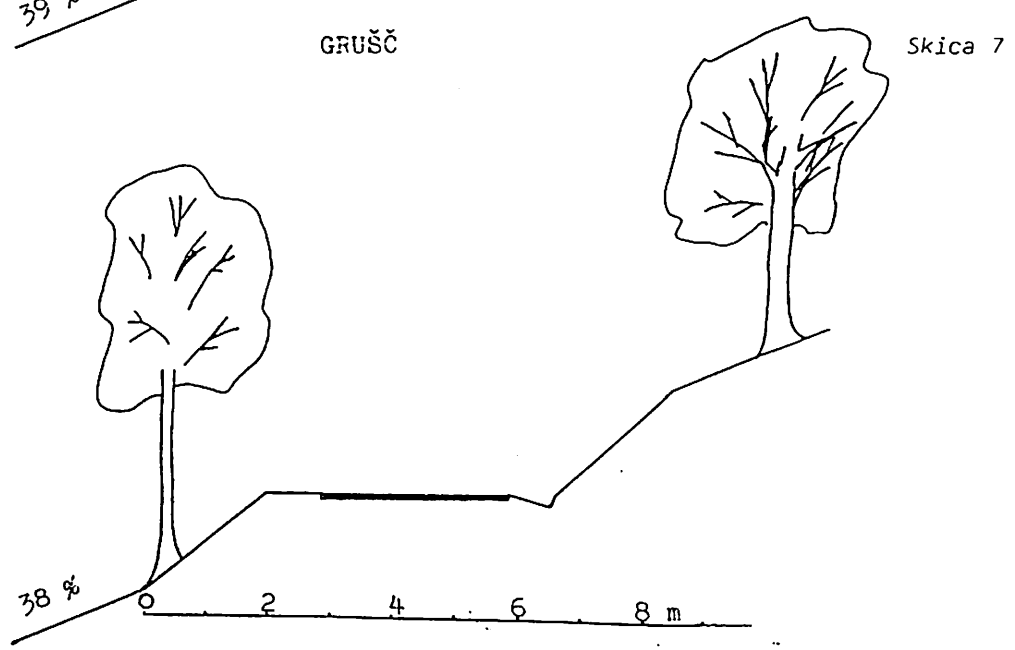
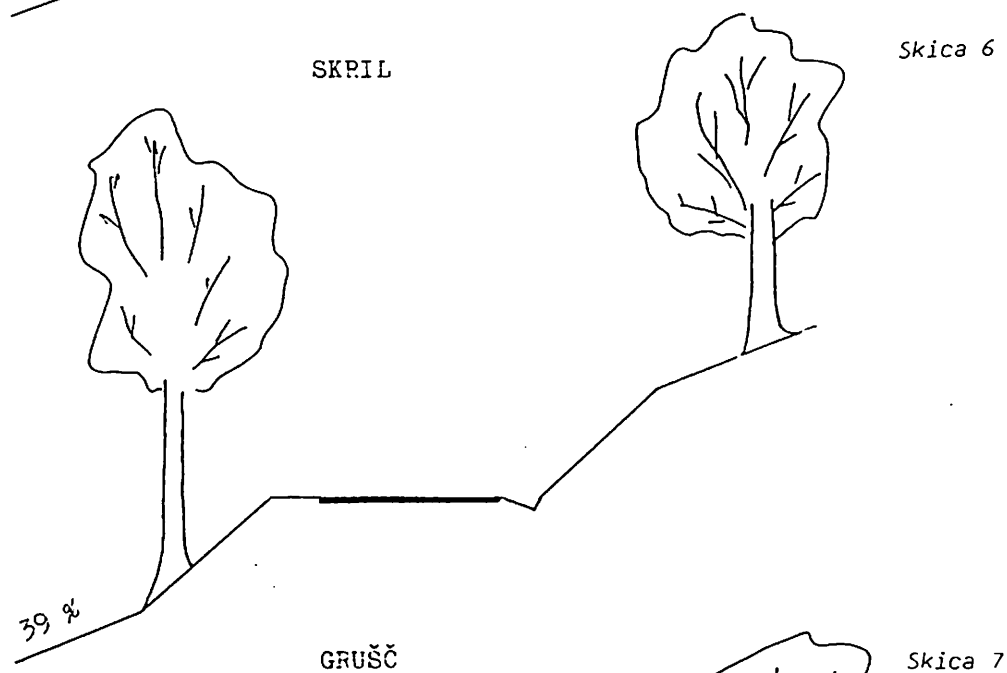
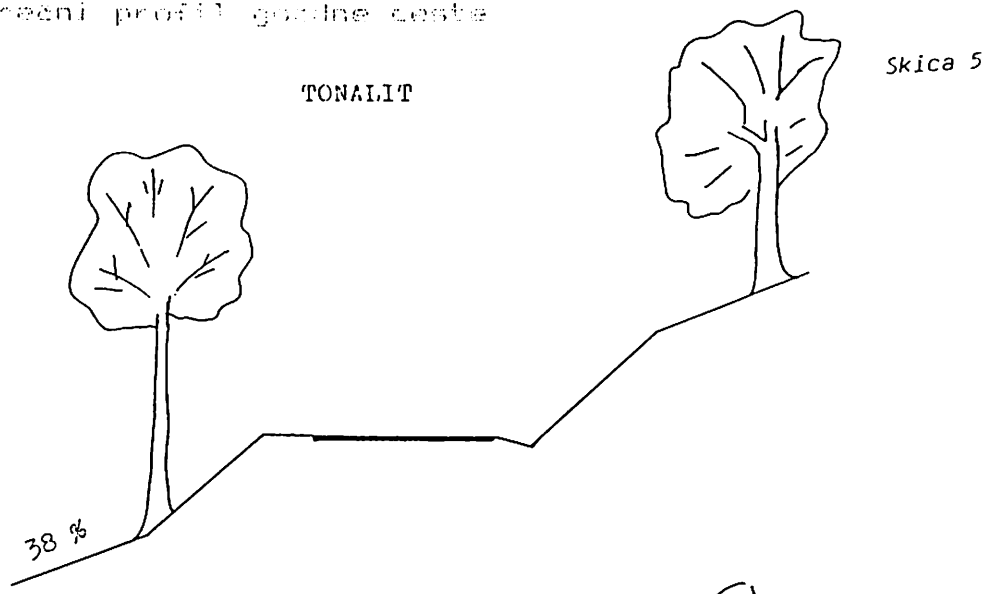
Lahko zaključimo, da na širino cestnega telesa in pri tem tudi naš poseg v samo hribino in gozdni prostor, med drugim vplivata predvsem vrsta tal in stanje hribine (naklon terena, stopnja preperine, ...). Trda hribina resda omogoča, da zgradimo ovjo cesto, čemur prilagodimo tudi širino izsekanega pasu gozda. Če pa v primeru cestnokovne in neodgovorne gradnje gozdne ceste v trdi hribini, predvsem v strmih terenih, neizogibne tudi poškodbe na gozdnem drevju in okolju. Za razliko od gradnje v trdi hribini, pa pri gradnji gozdne ceste v mehki hribini, oblikujemo znatno širše cestno telo, in to predvsem zaradi položnejše oblikovane odkopne brežine, ki zagotavlja njeno stabilnost in ob tem tudi

stabilnost gozda nad omenjeno hribino. Nekoliko let, pa se v
okoliščini tudi izsekan pod gozda nad odkopno hribino, ki
boljše obremenjuje že tako občutljivo hribino.

Povprečni prečni profil gozdne ceste



Povprečni prečni profil gozdne ceste



9.1.3.2 Poškodovanost dreves ob gozdni cesti

Pred gradnjo (ob izseku določene širine pasu gozda, odstranitvi posameznih vrednejših sortimentov, ...), med gradnjo (ob miniranju, odzivu, nakladanju, izkopu materiala na trasi, ...), kot tudi po gradnji (silaženje, skladičenje, nakladanje, prevoz gozdnih lesnih sortimentov, ..) prihaja do poškodb tistih dreves, ki zaključujejo zgornji in spodnji rob izsekanega pasu gozda.

Med najbolj številne poškodbe, seveda tudi z najtežjimi poškodbami za gozdno drevje, sodijo predvsem poškodbe, do katerih prihaja pri preboju trase v strmem terenu in tudi hribini, kjer se srečujemo z drobljenjem same hribine z pomočjo razstreliva. Razmet kamenja ob nestrokovnem in neodgovornem miniranju namreč močno poškoduje predvsem drevesa tik ob trasi bojišne ceste, kakor se število in jakost poškodb z razdaljo zmanjšuje. Še pa v gozdu, kljub vsemu še vedno srečujemo tudi s poškodbami, ki so nastale kot posledica neodgovornega miniranja, in se izražajo v svoji najbolj grobi obliki, to je kot frata. Ob nestrokovni razporeditvi minskih vrtn, preveliki količini uporabljenega razstreliva, nepoznavanju stanja hribine, ..., namreč takšno miniranje, in pri tem sam razmet kamenja melodane pokosi, polosi ali celo izruva določen pas gozdneg drevja pod samo traso. Omenjena oblika poškodb, kot posledica gradnje gozdnih cest, je analizirana v poglavju - izjemni profili.

Velik problem, pri gradnji gozdne ceste, je tudi umik materiala iz izkopa, ki najpogostje ob božnem odzivu konča v gozdu pod cesto. Ob odzivu kamnitega materiala iz izkopa so predvsem v strmem terenu neizbežne tudi poškodbe na stoječem drevju, ki se z oddaljenostjo od ceste lahko celo povečujejo. Kamenje, ki se ob odzivu kotali po pobočju, s svojo potjo postopoma pridobiva na hitrosti, pri tem pa ob zaletavanju v stoječe drevje lahko povzroči celo večje poškodbe kot samo miniranje. Kot ekstremna

oblika poškodb, ki jih predvsem v strmih in skalnatih terenih lahko povzroči takšen material iz izkopa, je tudi takrat lahko večja površina podrtega drevja pod cesto, torej frakci.

Pri dosedanjih načinih gradnje gozdnih prometnic (cest in vlek), prihaja do poškodb na posameznih drevesih, ki stojijo bodisi neposredno ob sami prometnici, v njeni neposredni bližini ali celo več deset metrov stran od prometnice. Medtem, ko drevesa, ki so močno poškodovana, običajno potem, ko je prometnica dograjena, posekamo, pa manj poškodovana drevesa pustimo in jih po potrebi posekamo kasneje. Posamezna drevesa namreč zelo različno reagirajo na poškodbe, ki nastanejo pri gradnji same prometnice in to na deblu, krošnji, kot tudi na koreninah.

Da lahko podamo oceno v vplivu različnih poškodb, ki v posameznih primerih prizadanejo stoječa robna drevesa, smo na proučevanih profilih in sicer na robnih drevesih v pasu 10 metrov pod in nad cesto analizirali še opazne poškodbe. Tako smo glede na nastanele poškodbe ločili:

- poškodbe, ki so nastale kot posledica gradnje gozdne prometnice (razkopanje, odziv materiala)
- poškodbe, ki so nastale v fazi spravila in transporta lesa (vlačenje, rampanje, nakladanje, vožnja, ...).

Ocenjevali smo tudi stopnjo poškodovanosti posameznih dreves, pri čemer smo oblikovali 4 ravne in sicer:

- 0 - nepoškodovano drevo
- 1 - na drevesu so opazne le manjše in redke poškodbe (do premera 2 cm), ki ne vplivajo na zmanjšanje vrednosti posameznih sortimentov in tudi ne slabijo vitalnosti samega drevesa (P1)
- 2 - na drevesu so prisotne poškodbe večjih dimenzij (do 5 cm), so tudi številnejše in že vplivajo na zmanjšanje sortimentne vrednosti lesa, kot tudi vitalnost samega drevesa (manjša in presvetljena krošnja) (P2)

iz tabele 25 lahko razberemo, da je glavni vzrok za nastale poškodbe na stojcih robnih drevesih predvsem neustrezna in neodgovorna gradnja same prometnice in da so omenjena poškodbe

Naklon terena	%	Stopnja poškodovanosti			Gradnja			nad osjo			nad osjo pod osjo		
		< 20%	20-50%	> 50%	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
10	< 20%	-	-	-	3	3	3	-	-	-	1	-	-
10	20-50%	-	-	-	13	6	8	-	-	-	1	-	-
10	> 50%	-	-	-	18	8	18	-	-	-	1	-	-
15	< 20%	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
15	20-50%	-	-	-	11	2	11	-	-	-	1	-	-
15	> 50%	-	-	-	17	2	17	-	-	-	1	-	-
20	< 20%	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	1	-
20	20-50%	-	-	-	7	-	-	-	-	-	3	-	-
20	> 50%	-	-	-	13	6	13	-	-	-	2	-	-
25	< 20%	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-
25	20-50%	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	1	-
25	> 50%	-	-	-	9	1	9	-	-	-	1	-	-
30	< 20%	-	-	-	7	1	7	-	-	-	2	1	-
30	20-50%	-	-	-	11	3	11	-	-	-	1	1	-
30	> 50%	-	-	-	16	3	16	-	-	-	1	-	-

Tabela 25

Skupni profilov s poškodovanimi robnimi drevesi

in vseh njegovih nastankov. Pri katerih smo ugotovili zahtevne poškodbe robnih drevesih, smo oblikovali tabelo 25, v kateri je prikazano, v katerih omenjenih kategorijah in analize priložnih poškodb na

skupni profilov (23).

Skupni profilov s poškodovanimi robnimi drevesi, torej drevesih, ki jih

so poškodovani, v veliki meri zaradi neustreznosti gradnje, in

prisotne izključno na drevju pod cesto (pod osjo). Število poškodb seveda z naklonom terena hitro narašča in to predvsem pri gradnji v trdi hribini, kjer so takšne poškodbe tudi najpogostejše. Pri analizi poškodb smo med drugim tudi ugotovili, da je kot glavni vzrok za nastale poškodbe predvsem razmet kamena pri drobljenju trde hribine. Omenjene poškodbe so najštevilnejše na drevesih tik ob robu ceste, naker z oddaljenostjo od ceste njihovo število naglo pada, tako da jih v oddaljenosti več kot 25 metrov od spodnjega roba ceste praktično ne najdemo več.

Povsem drugačne pa so poškodbe, ki jih povzročajo kamene, ki se kotali po pobočju. Tako nastale poškodbe predvsem v strmem terenu, lahko močno vplivajo na rast posameznega drevesa, njegovo kvaliteto, ... saj so pogostokrat zelo velike, predvsem pa so opazne daleč v gozdu (tudi preko 100 metrov in več od ceste).

Nikakor pa ne smemo tudi mimo poškodb, ki jih na stoječem hribov drevju vzdolž ceste lahko povzročajo tudi neodgovoren in nevaren način spravila lesa, ko ob vlačanju lesa po cesti, posamezne pripeta debla udarjajo in drgneje po stoječih drevesih pod cesto, pri čemer lahko povzročijo tudi močne poškodbe. Tudi pri laganju lesa in njegovo rampanje kar ob spodnjem robu ceste, naj neje pa tudi nakladanje takšnega lesa na kamione, najpogostejša mine brez poškodb. K sreči so omenjene vrste poškodb redke, pa so največkrat zelo velike.

Vidimo torej, da so drevesa, ki rastejo tik ob spodnjem robu gozdne ceste ali njeni neposredni bližini, tako med gradnjo, kot tudi po končani gradnji, na nenehnem udaru pred različnimi vrstami poškodb. Medtem, ko posamezne manjše rane, velika večina mož določene drevesne vrste razmeroma hitro zaraste, pa so posledice večjih poškodb lahko neprimerno hujše. Zaradi takšnih poškodb je namreč zmanjšana sortimentna vrednost dreves, manjša so prirastki, drevo postane občutljivo na napad drugih škodljivcev in bolezni, ...

Na vpliv gradnje gozdne ceste na obseg poškodb v sestoji piže tudi TRAFFIA (49), ki med drugim ugotavlja, da so predvsem zaradi gradnje gozdnih cest opazna oddaljenosti do 70 metrov, vendar pa so izrazite po številu in obsegu do oddaljenosti 10 metrov, kar v ekstremnih primerih pomeni tudi zmanjšanje letne proizvodnje v 10 metrskem pasu ob cesti tudi do 30 %.

Poškodbe na sestoji so pri dosedanjem načinu gradnje gozdnih cest, predvsem v strmih terenih in (rdi hribine (drobljenje hribine z uporabo razstreliva) lahko trdim, nelogibne. Zaradi tega moramo v bodoče predvsem pri gradnji gozdnih cest v težkih terenih težiti za tem, da s primerno tehnologijo gradnje, ustreznimi tehniko dela, odgovornostjo do dela, kot tudi primerno oprejo, skušamo obvarovati stoječa robna drevesa ob cesti pred možnimi poškodbami. Predvsem pa se moramo v bodoče izogibati gradnji gozdnih cest v terenu s naklonom nad 70% (razen izjemni primeri) in spravilo lesa iz neklenih področij prevesti spravilo z žičnicami.

8.1.4 Izjemni profili

Poleg normalnega prečnega profila gozdne ceste, smo v okviru naše raziskave analizirali tudi številne druge profile, ki smo jih imenovali kar izjemni profili. V omenjeno skupino profilov smo uvrstili površine v gozdnem prostoru, ki so namenjene predvsem obračanju kamionov ob izvozu lesa iz gozda (obračališča). vzdolž proučevanih gozdnih cest smo analizirali tudi površine, namenjene naklajanju oziroma sprečevanju različnih prevoznih sredstev, pri čemer omenjene površine služijo tudi kot mesto za odlaganje lesa po spravilu in kasnejše naklajanje na same kamione (izogibalnišča). Med izjemne profile smo uvrstili tudi številne usade, ki so nastali kot posledica nestrokovne gradnje gozdnih cest in to predvsem v labilnih področjih. Neodgovorno miniranje hrbne hribine in bočni odriv tako razdrobljenega materiala preko

na hribovskih cestah, sta predvsem v strmih terenu pogosto varovani zaradi manjše ali večje frate, to je dela gozdne površine, kjer je lesno kamenje dobesedno "pokosilo" del gozdnega drevja. Na posebnih mestih od gozdnih cestah se pogosto nahaja tudi material, primeren za izvedbo zgornjega ustroja gozdne ceste, zaradi česar so nastali manjši ali večji peskokopi. Po gradnji gozdne ceste v trdi, kompaktni hribini, ostane odkopna brežina kot slaba gola stena, ki močno kvari estetski videz same ceste, predvsem v strmih terenu pa lahko močno spremeni tudi izgled hribine določenega področja. Pri skupni dolžini 189.854 metrov gozdnih cest smo tako analizirali skupno 513 izjemnih profilov in to 51 obračališč, 389 izogibalšč, 31 usadov, 22 frat, 9 peskokopov in 11 odkopnih brežin v obliki stene.

6.1.4.1 Obračališča

Z izgradnjo gozdne ceste, skozi določeno področje gozdnega prostora, povečujemo njegovo odprtost in dostopnost. V kolikor več takšnih cest med seboj ni povezanih, temveč pomenijo neke vrste "olape krake", moramo na koncu vsake takšne ceste urediti tudi ustrezno obračališče, ki omogoča obračanje težkih in velikih gozdarskih kamionov, ki jih uporabljamo pri prevozu lesa.

Površina obračališča pomeni trajno izgubo lesnoproizvodne funkcije gozda, zaradi česar moramo takšno obračališče graditi na mestu, kjer bo poseg v gozd in samo hribino povzročil najmanjšo škodo za celoten gozdni prostor. Takšne površine so predvsem manjši platoji, sedla, grebeni, ..., kjer izgradnja takšnega obračališča, ob majhnem naklonu terena, pomeni tudi minimalen poseg v samo hribino. Poleg tega, da je površina obračališča v glavnem namenjena obračanju kamionov, pa predstavlja takšno obračališče tudi ustrezno mesto za začasno skladiščenje večjih količin posekanega lesa. Zaradi tega je zelo pomembno, da takšno obračališče predstavlja istočasno tudi stičišče večjega števila vlak, ki povezujejo številna sečišča s samo cesto.

V okviru naše raziskave smo tako analizirali skupno 51 različnih obračališč, in pri tem ugotovili povprečno površino gozda, ki jo lahko obračališče izloči iz gozdne proizvodnje (tabela 26).

Povprečna površina obračališča na gozdni cesti

Tabela 26

Vrsta hribine	Povprečna površina obračališča m ²		
	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	200	207	-
dolomit (2)	180	196	200
tonalit (3)	199	218	234
skril (4)	184	210	190
gružč (5)	188	220	200

Vrednosti v zgornji tabeli kažejo, da površina gozda, ki jo izločimo z izgradnjo ustreznega obračališča, s naklonom terena le minimalno naraste in se pri naklonu terena do 20% v povprečju giblje od 180 pa do 200 m² (analiziramo 22 obračališč), medtem ko pri naklonu terena od 20 do 50%, dosega vrednosti med 196 in 220 m² gozdne površine (analizirano 22 obračališč). Glede na to, da imajo obračališča, grajena v terenu s naklonom do 50%, najpogosteje obliko kroga, smo izračunali tudi povprečni premer takšne oblike obračališča (rob cestišča), ki znaša v povprečju od 15 pa do 17 metrov.

Povsem drugačna pa je oblika obračališča, zgrajenega v terenu s naklonom nad 50%, kjer ima poseg v hribino (izkop) obliko trapeza. Izkopan material je najpogosteje uporabljen pri oblikovanju širšega, a še varnega nasipa, ki je ravno tako sestavni del površine obračališča. Obračanje kamiona na takšnem obračališču je mogoče le z večkratno ponovitvijo, pri čemer pa mora biti voznik tudi silno previden. Izračunane vrednosti o površini izseka gozda, ki ga zahteva izgradnja takšnega

obračališča pri večjih naklonih terena (nad 50%) kažejo, da je površina takšnega izseka v povprečju v približno istih mejah, kot pri gradnji obračališč pri manjših naklonih terena.

Površina gozda, izločena zaradi izgradnje obračališča, tako trajno izgubi svojo lesnoproizvodno funkcijo. Vsaj delno pa takšna površina ohrani prehrabeno funkcijo gozda, saj različna zelišča in gozdna vegetacija že v nekaj letih (cca 10 let), in to neglede na vrsto hribine, poraste malodane vsa gola mesta, ki niso na nenehnem udaru različnih spravilnih sredstev, zloženih gozdnih lesnih sortimentov, ali težkih gozdarskih kamionov. Ob analizi stopnje poraslosti posameznih obračališč, ki smo jih analizirali v naši raziskavi, smo ugotovili tudi povprečno stopnjo poraslosti, ki se giblje med 2 in 3, kar pomeni cca 50% poraslo površino, ki jo ima obračališče na gozdni cesti. Tako prisotna vegetacija pa v posameznih primerih lahko pomeni tudi enega iz pomembnih virov prehrane in s tem tudi obstoja določenih vrst gozdnega biotopa.

8.1.4.2 Izogibališče

Ker je gozdna cesta najpogosteje enopasovna, moramo na posameznih mestih vzdolž ceste zgraditi številne manjše površine, ki omogočajo umik kamionov v primeru medsebojnega srečevanja ali pri srečanju z drugimi vozili, in s tem tudi nemoten potek celotnega prometa po prometnici. Takšno mesto imenujemo izogibališče, ki poleg tega, da omogoča umikanje in srečevanje različnih vozil, služi tudi kot mesto ob prometnici, kjer se najpogosteje zaključijo tudi faza spravila lesa (odlagališče) v kolikor je seveda v njegovi neposredni bližini priključek vlake na samo cesto.

Mesto ob cesti, kjer se odločamo za izgradnjo ustreznega izogibališča, je seveda odvisno predvsem od vrste in stanja hribine, reliefne razgibanosti terena in s tem preglednosti prometnice, gostote prometa, ki ga na takšni prometnici

pričakujemo Pri nižjih naklonih terena lahko zgradimo takšno izogibalnico s minimalnimi gradbenimi deli tako nad, kot tudi pod osjo ceste. Za gradnjo nad osjo, torej ob dodatnem posegu v hribino, se odločamo predvsem v primeru, ko se iz pobočja nad cesto naverujejo na samo cesto številne traktorske vlake, pri čemer tako urejena površina opravlja predvsem funkcijo odlagališča, torej mesta, kjer lahko vskladiščimo različne gozdne sortimente.

Pri večjih naklonih terena, pa se za izgradnjo izogibalnice nad osjo odločamo le v izjemnih primerih, saj takšna gradnja pomeni še dodaten in to zelo velik poseg v samo hribino. V strmih terenih tako gradimo izogibalnice praviloma pod osjo ceste, in to na posameznih daljših ravnih odsekih ceste, pogosto pa tudi v konveksnih krivinah, kjer ob preboju trase ostaja višek materiala, ki ga s pridom lahko uporabimo za dodatno razširitev in utrditev samega nasipa.

Koliko izogibalnic bomo zgradili na določeni dolžini gozdne ceste, je seveda odvisno predvsem od frekvence bodočega prometa po določeni prometnici, torej od pomembnosti same prometnice. V kolikor je promet po določeni gozdni cesti urejen enosmerno, kar se v praksi pojavlja zelo redko, prometnica pa je zgrajena izključno za gozdarske potrebe, tedaj izogibalnic vzdolž takšne prometnice dejansko ne rabimo. Nujno pa moramo ob takšnih prometnicah, in to predvsem v strmejših terenih, urediti ustrezna mesta za skladiščenje lesa, ki ga pri fazi spravila lesa spravimo na kamionsko cesto. To pa so najpogostejše mesta ob stičišču vlak in kamionsko cesto ali razširitve konveksnih krivin na strani nasipa.

Takoj, ko je po gozdni cesti predviden dvosmerni promet, pri čemer takšna prometnica dodatno odpira tudi posamezne kmetije ali v manjše zaselke, pa moramo na določeni medsebojni razdalji nujno zgraditi tudi ustrezno število izogibalnic. Gostota takšnih izogibalnic je odvisna predvsem od težavnosti samega terena

(razgiban, strm, nepregleden, ...), dolžine in kvalitete same ceste, površine gozda, ki jo takšna prometnica odpira, frekvence prometa, ...

Na gozdnih cestah, ki smo jih izbrali za našo raziskavo, smo poleg reprezentativnih profilov analizirali tudi vsa izogibaljšča, ki smo jih zasledili vzdolž omenjenih prometnic. Skupno smo tako analizirali 389 izogibaljšč, pri čemer smo pripravljali predvsem njihovo lego (nad osjo, pod osjo), površino, obliko, stopnjo poraslosti in seveda tudi vzrok za njihov nastanek. Število analiziranih izogibaljšč je prikazano v tabeli 27 in sicer ločeno glede na naklon terena in vrsto hribine.

Število izogibaljšč, ločeno glede na naklon terena in vrsto hribine

Tabela 27

Vrsta hribine	Število izogibaljšč			Skupaj
	< 20 %	20-50%	>50%	
apnenec (1)	22	30	26	78
dolomit (2)	17	23	20	60
tonalit (3)	28	40	36	104
skril (4)	26	45	31	102
gručč	9	22	14	45

Iz tabele 27 lahko ugotovimo, da število izogibaljšč do naklona terena 50% raste, naker pri večjem naklonu postopoma pada, s tem, da so najštevilčnejša izogibaljšča ob prometnicah, grajenih v mehki in labilni hribini (hribina 3, 4). Vzrok za večje število izogibaljšč v omenjeni vrsti hribine je predvsem ta, da je pri gradnji gozdne ceste v takšni hribini, zaradi večje stabilnosti same prometnice in hribine nad njo, kot tudi varnejše vožnje, predvsem v strmem terenu, nujen tudi večji ukop v raščeno hribino, kar pomeni veliko količino izkopanega materiala, ki ga moramo ob takšni gradnji odstraniti. Glede na dosedanji način gradnje gozdnih cest, pri čemer je večji del tako izkopanega

materiale, ob bočnem odzivu, najpogosteje končal na pobočju pod cesto, pa je bil del takšnega materiala na ustreznih mestih ob cesti tudi dodatno utrjen in oblikovan kot ustrezna izogibalica. Seveda ima na priročnost večjega števila izogibalic odločilno vlogo tudi močna reliefna razgibanost omenjene vrste hribine, promet, ...

Izogibalice pa ne gradimo samo na spodnji strani prometnice (na nasipu), temveč tudi nad osjo, pri čemer zahteva takšna gradnja dodaten poseg v raščeno hribino. Od skupno 369 analiziranih izogibalic smo analizirali kar 52 izogibalice, ki so bila zgrajena ob dodatnem posegu v raščeno hribino (nad osjo g.ceste).

Takšen poseg seveda trajno izloči iz gozdne proizvodnje določeno površino gozda, ki je tem večja, čim večji je naklon terena in čim manj stabilna je hribina. Z ozirom na obliko izogibalice, ki ima najpogosteje oblike krogovega odseka, smo ugotovili, da znaša povprečna površina gozda, ki ga zahteva izgradnja takega izogibalice v terenu z naklonom 40% cca 50 m², s tem, da je v trdi hribini (hribina 1,2) povprečna površina takšnega posega cca 40 m², v labilni hribini (hribina 3, 4, 5) pa cca 60 m². Površina izogibalice, zgrajenih na nasipu je v povprečju manjša in znaša cca 40 m².

Na osnovi vseh analiziranih izogibalic in skupne dolžine analiziranih gozdnih cest za posamezno vrsto hribine, smo ugotovili tudi povprečno razdaljo med posameznimi izogibalicami. Tako je povprečna razdalja med izogibalicami na gozdnih cestah, zgrajenih v apnenca 555 metrov, v dolomitu 571 metrov, v tonalitu 359 metrov, v skrilavcih 471 metra in v pobočnem grušču 576 metra, s tem, da je pri manjših naklonih terena (<40%) večja, pri večjih naklonih terena (>40%) pa manjša od ugotovljenega povprečja.

Z oziroma na to, da je površina izogibalnice neprestano na tleh različnih prometnih sredstev (kamioni, traktorji, osebnih avtomobilih,...), in da je takšna površina istočasno tudi mešča, kjer so pogosto skladiščeni tudi različni lesni proizvodi (hlodi, drva,...), je temu primerna tudi stopnja njene poražljivosti, ki znaša v povprečju od 1 do 2 (10-30 % površine). Pri tem različne trave in zeli poražajo v glavnem le odkopno brežino, v kolikor je izogibalnica zgrajena nad osjo, na izogibalnici, zgrajeni na nasipu, pa le rob, neposredno ob nasipu in nasipno brežino.

8.1.4.3 Usad

Z izgradnjo gozdne ceste najpogosteje zaračunamo v samo hribino, pri čemer lahko v določenih primerih močno vplivamo tudi na nadaljnjo stabilnost takšne hribine kot tudi gozda, v kolikor je le-ta poražča. Posledica tako porušene stabilnosti je lahko usad ali zdrs manjšega dela odkopne brežine, lahko pa so poškodbe tudi znatno hujše, saj je zaradi takšnega posega v hribino lahko močno ogrožena celo stabilnost večjega dela pobočja nad cesto.

Vzročev, zaradi katerih lahko pride tako med gradnjo kot tudi po končani gradnji gozdne ceste do usada na posameznem odseku odkopne brežine ali celo dela pobočja nad njo, je več med glavne pa vsekakor lahko uvrstimo vrsto in stanje hribine, naklon terena, ter način gradnje in vzdrževanje same prometnice.

Pri gradnji gozdne ceste v trdi in kompaktni hribini ni nevarnosti za nastanek usada. Ko pa se spremeni struktura takšne hribine, ko torej z gradnjo gozdne ceste posežemo v različne vrste preperine, ki imajo povsem specifične fizikalne, kemijske in mehanske lastnosti in ki nastajajo kot posledica različnih načinov preperevanja posameznih vrst kamnin, pa moramo biti pri takšni gradnji še bolj previdni. Najbolj nevarna pa je vsekakor gradnja gozdne ceste v mehkih in labilnih terenih, to je v kam-

traj, kjer pri obilnem preperevanju nastajajo debeli sloji
slivice, ilovaste glinice, glinice, ... ki so zaradi tudi slabo ali
zelo nepropustne tako, da so v takšnih hribovni različnih
kvaliteti usadih in odnosi zelo pogosti. Velika nevarnost za
menjših, ali večjih odvodov pa pomeni tudi poseg v hribovje,
ki so sestavljajo različni nanosi, kot so različni povi, peski,
grudci, ... in to zlasti v strmih pobočjih.

Pri izvedbi vsakega telesa gozdnih cest, ki so pravilno
izvedene hribovno nekakšno stopnico, ki je tem večja, čim večji je
naklon same hribovine. S tem seveda porušimo določeno ravnotežje,
saj je pas nad odkopno brežino na ta način izgubil mehansko
oporo, zaradi česar je njegova stabilnost odvisna le od obremenitve
nad v tleh. Večje, ko so dodatne obremenitve in pritiski nad
brežno brežino (gora, voda, sneg), večja je tudi verjetnost nastanka
usada ali odnesa, kar je posebno velika ob posegih v terenih z
večjimi nakloni.

Da se izognemo morebitnim presenečenjem (nastanku usada), je tudi
zelo pomembno, kako oblikujemo naklon odkopne brežine in kako ob
tem poskrbimo za njeno čim hitrejšo ozelenitev, kako reguliramo
odtok eventualne prisotne vode v obliki manjših ali večjih iz-
virov iz same odkopne brežine, kako poskrbimo za zmanjšanje
obremenitve površje nad cesto, kako vodnjakom že zgrajeno
prometnico, itd. Zaradi tega moramo predvsem v labilnih terenih,
kjer je voda stalno ali redno spremljevalec gradnje gozdnih cest,
še pri gradnji in oblikovanju odkopne brežine najino upoštevati
obravni naklon, ki ga zahteva za svoje stabilnost določena vrsta
in stanje hribovine, z ustreznim nasemenitvijo ustreznih zelišč in
trav čim hitreje doseči popolno ozelenitev brežine, kot tudi čim
hitreje odvesti prisotno vodo proč od same prometnice.

Da je nepazljivost pri gradnji gozdnih cest, ob spletu vrste v
drugih okoliščin (močno deževje, obilen sneg, ...), predvsem v
strmih in labilnih terenih, dejansko lahko vzrok za nastanek
usadov kažejo tudi naše ugotovitve. Na skupno 51 proučevanih

gozdnih cestah v skupni dolžini 169.942 metrov, smo namreč ugotovili kar 31 usadov, ki so nastali kot posledica gradnje gozdnih cest (tabela 28).

Število prisotnih usadov glede na vrsto hribine in naklon terena.

Tabela 28

Vrsta hribine	Število usadov		
	< 20%	20-50%	> 50%
apnenca (1)	-	-	-
dolomit (2)	-	-	-
tonalit (3)	-	-	3
skril (4)	-	8	11
gruča (5)	-	3	6

Ob natančnejši analizi omenjenih usadov smo med drugim ugotovili, da je kot glavni vzrok za njihov nastanek poleg naklona terena in vrste hribine, predvsem prevelik naklon odkopne brežine, ki jo oblikujemo ob gradnji prometnice, kot tudi prisotna voda, ki v posameznih primerih namaka omenjeno brežino. Kar na 25 analiziranih usadih smo namreč ugotovili prisotnost vode, in to v obliki manjših izvirov (po 3 izviri na 11 usadih, 7 izvira na 6 usadih, 1 izvir na 4 usadih), ali kot solzenje na manjši površini takšnega usada (4 usadi). Tako prisotna voda med drugim še dodatno erodira brežino usada, saj smo kar na 16 usadih ugotovili delno prisotno, na 4 pa celo močno prisotno erozijo. Med drugim tako nestabilna brežina usada onemogoča tudi njeno normalno poraščanje, saj smo za vse usade ugotovili le minimalno stopnjo poraslosti in sicer 1 (20% skupne površine).

Ob analizi prisotnih usadov vzdolž izbranih gozdnih cest, smo na osnovi dodatnih merjenj ugotovili tudi povprečno tlorisno površino takšnega usada. Glede na obliko usada, ki ima najpogosteje obliko presekanke elipse, smo ugotovili, da znaša povprečna tlorisna površina takšnega usada pri naklonu terena do 50% cca 70 m², medtem ko pri naklonu terena nad 50%, povprečno cca 90 m². V

ekstremnih primerih je seveda površina usada lahko tudi znatno večja od ugotovljenega povprečja. Tako smo za enega izmed analiziranih usadov, ugotovili povprečno površino kar 358 m², pri čemer pa se še pojavlja tudi nevarnost za nastanek novega erozijskega jarka.

Številni usadi vzdolž proučevanih gozdnih cest, pa imajo vsekakor vpliv tudi na estetski videz same prometnice, kot tudi videz širšega gozdnega prostora. Medtem, ko smo ugotovili, da od 31 analiziranih usadov, kar 23 usadov močno spremeni izgled prometnice na določenem mestu v gozdu, pa je prisotnost 8 usadov poleg vsega vidna tudi daleč v okolje, kar v znatni meri spremeni tudi estetski videz same krajine.

8.1.4.4 Frata

Med številnimi profili, ki smo jih proučevali v naši raziskavi, so tudi posamezne gole ali delno že porasle površine gozda, ki so nastale izključno kot posledca nestrokovne in neodgovorne gradnje gozdne ceste na posameznih odsekih trase (frate). Neustrezna geometrija vrtanja minskih vrtin in uporaba prevelike količine razstreliva pri drobljenju trde hribine, ter kasnejši odziv tako zdrobljenega materiala kar preko roba vozišča - po pobočju, ima predvsem v strmih terenih lahko usodne posledice za del stoječega drevja pod cesto. Velika hitrost in moč zaletavanja tako zdrobljenega kamena v stoječe drevje pod traso lahko dobesedno "pokosi" pas gozda pod cesto in frata je tu.

Najpogostejše mesto, kjer je velika verjetnost za nastanek frate je gradnja gozdne ceste v trdi hribini, kar lahko razberemo tudi iz tabele 29, kjer je prikazano število tako nastalih in analiziranih profilov vzdolž cest, ki smo jih proučevali.

Skupno število in povprečna tlorisna površina frate glede na naklon terena in vrsto hribine

Tabela 29

Vrsta hribine	Število frat			Povprečna površina frate (m ²)		
	Naklon terena			Naklon terena		
	< 20%	20-50%	>50%	<20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	-	2	7	-	650	1000
dolomit (2)	-	-	4	-	-	750
tonalit (3)	-	1	2	-	1000	1800
skril (4)	-	1	1	-	600	800
gružč (5)	-	1	3	-	300	400

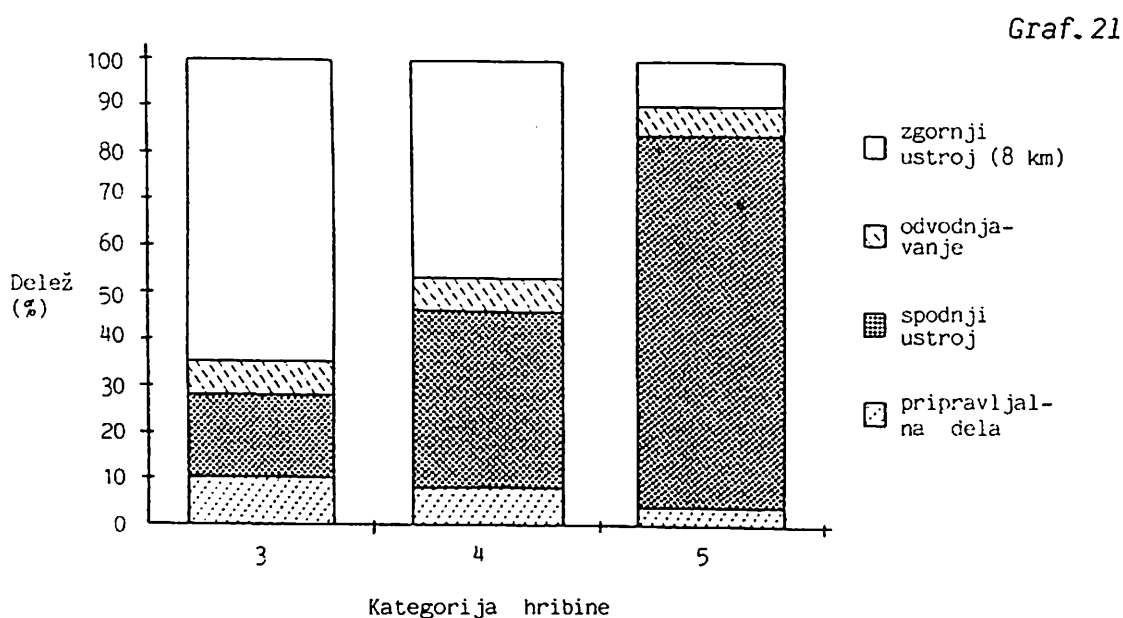
Najštevilčnejše so borej frate v apnencu in dolomitu, skupno kar 17, medtem, ko je njihovo število v ostalih vrstah hribine znatno manjše. Medtem, ko je oblika frate v vseh primerih približno isto - oblika lijaka, pa so si analizirane frate po površini med seboj zelo različne. Bolj, ko je strm teren, večji ko je poseg v hribino, večja je frata. V naši analizi smo tako ugotovili (tabela ...), da imajo najmanjšo tlorisno površino frate, ki so nastale v pobočnem gružču, in to površino od 300 do 400 m². Največjo fato pa smo zasledili pri gradnji gozdne ceste v tonalitu in sicer na odseku trase, kjer znaša povprečni naklon terena celo 102%. Površina omenjene frate znaša kar 2200 m².

Na nastalih fratah smo ocenjevali tudi stopnjo poraslosti lakane površine. Ob tem, da so frate, ki smo jih analizirali, nastale pred 5 in več leti, smo ugotovili, da najmanjšo povprečno stopnjo poraslosti dosegajo frate v pobočnem gružču (hribina 5) in sicer stopnjo 2 (40%). Za ostale frate smo ugotovili znatno večjo povprečno stopnjo poraslosti, ki znaša od 60 do 80%, pri čemer na posamezne primere lahko ugotovimo še tudi popolnoma obnovljen gozd v mlajši razvojni fazi (gošča, letvenjak).

2.1.4.5 Peskokop

Gradnja gozdnih cest v lahkih terenih je v glavnem zaključena. Teto vse bolj prebajajo v stevila in težko dostopna področja, pri čemer postaja tudi vse dražja. V kolikor razdelimo gradnjo gozdne ceste v štiri osnovna delovna opravila in sicer v pripravljajna dela, pripravo spodnjega ustroja, odvodnjavanje in izvedbo zgornjega ustroja, in ob tem primerjamo tudi stroške posameznih opravil, lahko ugotovimo, da predstavlja izvedba zgornjega ustroja gozdne ceste v posameznih primerih tudi preko 50% cene celotne gradnje (8).

Analiza relativnih stroškov gradnje gozdne ceste
(povp. naklon terena 40% - po Dobretu)



Vzrokov za tako velike stroške pri izvedbi zgornjega ustroja je več, med glavna pa vsekakor lahko uvrstimo:

- daljša prevozna razdalja ustreznega materiala ob visokih cenah prevoznih storitev.
- pomanjkanje ustreznih naravnih materialov za izvedbo zgornjega ustroja, kar povečuje njihovo ceno v urejenih gramoznicah.

Izdelava zgornjega ustroja gozdne ceste je zato največkrat odvisna od lokalnih razmer, v katerih poteka gradnja, pri čemer je najbolj smotrna uporaba materialov, ki se nahajajo na sami trasi ali v njeni neposredni bližini in so za nasipni material še ustrezni. To so predvsem materiali iz melišč, morene, nanosi, pri čemer izkop takšnega materiala, poleg posega zaradi gradnje gozdne ceste, pomeni še dodaten poseg v samo hribino in s tem v stabilen gozdni prostor.

Primernejši ko je material, večja je ponavadi tudi njegova poraba, zaradi tega pa je večja tudi tako nastala rana - peskokop.

Na gozdnih cestah, ki smo jih zajeli v naši raziskavi, smo analizirali tudi vse peskokope, ki smo jih zasledili ob omenjenih prometnicah. Skupno smo tako analizirali 9 takšnih peskokopov, s tem, da jih je bilo 5 v hribini, ki jo sestavljajo dolomiti oziroma dolomitizirani apnenci, 4 pa v pobožnem grušču. Velikost takšnega peskokopa je seveda od primera do primera različna in je odvisna predvsem od lokalnih potreb po določenem materialu, kot tudi od vrste in kvalitete samega materiala, ki ga tako uporabljamo ob sami gradnji prometnice. Pri naših merjenjih smo med drugim ugotovili, da znaša povprečna površina takšnega peskokopa (tlorisa), ki ob tem pomeni tudi trajno izgubo proizvodne funkcije gozda, v dolomitu cca 200 m², v pobožnem grušču pa cca 900 m². Da je izkop materiala in s tem tudi površina peskokopa v pobožnem grušču tako velika je seveda razumljivo, saj je v takšni hribini in to na ustreznih mestih, najpogosteje na raspolago velika količina materiala, zaradi česar v takšen peskokop naj-

pogosteje posegamo večkrat. Poleg tega pa so tudi stroški pridobivanja ustreznega materiala v takšni hribini neprimerno visoki, kot v drugih vrstah hribine.

Ker je torej ustreznih materialov za izvedbo zgornjega ustroja gozdne ceste v naravi vse manj, je razumljivo, da so že obstoječi peskokopi oziroma znana nahajališča ustreznega materiala na nenadnem udaru z vedno novimi izkopavanji in posegi v hribino. V ozkiški od številnih posegov, ki jih v gozdnem prostoru povzročamo z izgradnjo gozdnih cest, pri čemer nam narava samo pomaga tudi pri njihovi senaciji, pomenijo peskokopi v gozdnem prostoru najpogosteje vedno novo, a žal tudi vse večjo rano.

5.1.4.6 Stena

Pri preboju trase gozdne ceste v strmih terenu in tudi hribini, kjer se srečujemo z najtežjimi in tudi najbolj nevarnim opravilom, to je miniranjem, pogosto nastane odkopna brežina, ki predstavlja visoko, strmo, najpogosteje pa tudi trajno golo kamnito steno. Tako nastala odkopna brežina močno spremeni izgled same prometnice, ob eventualno prisotni frati na nasprotni strani takšne stene (pod osjo ceste), pa spremeni tudi izgled zbirnega gozdnega prostora. Z nastankom takšne stene je namreč pogostokrat povezan tudi nastanek frate pod cesto, saj masovno miniranje, ki ga zahteva preboj takšne hribine, kot tudi bočni odriv tako zrušljenega materiala po strmini, ne mine brez poškodb na nižje stoječem drevju, katerega končna faza je lahko tudi nastanek manjše ali večje frate.

Na gozdnih cestah, ki smo jih analizirali v naši raziskavi, smo odkopno brežino, kot izjemni profil -steno, upoštevali v primeru, ko je bila njena dolžina po osi ceste daljša od 25 metrov, njena vertikalna višina pa višja od 2 metra. Skupno smo tako ugotovili 11 imenovanih izjemnih profilov in sicer na treh gozdnih cestah na apnencu (7 profilov), na dveh gozdnih cestah na dolomitu (2

profila) in na eni gozdni cesti v tonalitu (2 profila). Omenjena vrsta izjemnih profilov je seveda prisotna izključno na gozdnih cestah, grajenih v trdi hribini in v terenu z naklonom nad 50%.

Pri analizi velikosti takšne stene, ki jo srečamo na posameznih mestih gozdne ceste, smo med drugim ugotovili, da se dejanska povprečna dolžina kot tudi višina takšne stene močno razlikujeta od naših mejnih vrednosti za imenovani profil, saj smo ugotovili povprečno dolžino takšne odkopne brežine kar 76 metrov, povprečno višino pa celo 4,3 metra. Naj navedemo tudi dimenzije največje stene, ki smo jo zasledili pri naši analizi, in to na odseku gozdne ceste na tonalitu, ki ima dolžino 180 metrov, ob povprečni višini 7 metrov.

Kot smo že omenili, je na posameznih odsekih gozdne ceste, kjer ima odkopna brežina obliko stene, pod osjo ceste najpogosteje prisotna druga oblika izjemnega profila, to je frata. Ob analizi izjemnih profilov smo namreč ugotovili, da ima tako kar v 10 primerih, prečni profil na odseku gozdne ceste takšno obliko, pri kateri ima odkopna brežina obliko stene, na spodnji strani ceste, torej pod nasipom, pa je prisotna manjša ali večja frata, odvisno pač od velikosti posega v samo hribino. Tako oblikovan prečni profil gozdne ceste pa prav gotovo močno spremeni pogled same prometnice, kot tudi žiršega gozdnega prostora, saj je stena, kot večja gola lisa, daljši čas vidna tudi daleč na okoli.

Poleg normalnega prečnega profila, ki ga najpogosteje oblikujemo v gozdnem prostoru ob izgradnji gozdne ceste, nastaja ob takšni gradnji tudi vrsta drugih profilov, ki jih imenujemo izjemni profili. Pri tem so nekateri izjemni profili nujno potrebni in so tudi sestavni del prometnice (obračališče, izogibalšče) zato jih tudi načrtno gradimo med gradnjo same prometnice, nekateri profili pa nastajajo kot posledica negativnih učinkov takšnega posega v gozdu (usad, frata, stena, ...). Za vse izjemne profile pa lahko ugotovimo, da dodatno obremenjujejo gozd in gozdni prostor, zaradi česar moramo biti pri gradnji gozdnih prometnic vse

bolj previdni, in nujne posege v gozdnem prostoru omejiti na minimum, s strokovnostjo, ustrezno tehnologijo, vestnostjo, ..., pa izločiti ali vsaj omiliti ostale negativne vplive, ki jih takšna gradnja lahko povzroči.

8.2 GOZDNA VLAKA

Za razliko od gozdne ceste, ki predstavlja v gospodarskem gozdu primarno prometnico, uvrščamo gozdne vlake med sekundarne gozdne prometnice, torej prometnice, ki so namenjene spravilu lesa. Medtem, ko so pri spravilu lesa z vprego, vlake nastale kot posledica takšnega načina spravila, pa je predpogoj za racionalno spravilo lesa s traktorji, predhodno zgrajeno omrežje ustreznih traktorskih vlak.

Tako kot pri gradnji gozdnih cest, tudi z gradnjo gozdnih vlak, nekje bolj, nekje manj, ranimo pobočje, vdiramo v ekosistem, začasno lahko ogolimo določeno površino gozda, vplivamo na tla, sestoj, zaradi vlak je v posameznih primerih povečana nevarnost nastanka novih erozijskih jarkov, itd.

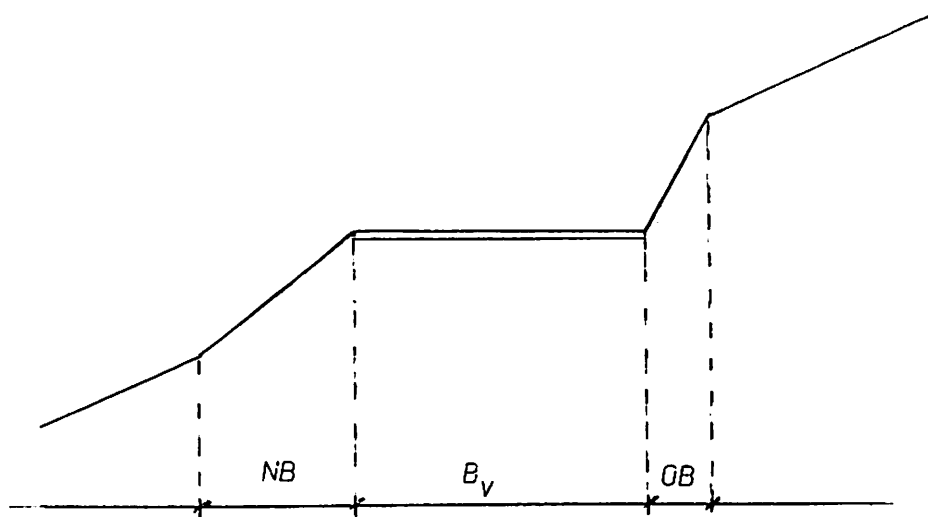
Z ozirom na to, da tudi pri gradnji gozdne vlake najpogosteje posežemo v hribino zelo podobno, kot pri gradnji gozdne ceste, pri čemer je tudi odziv gozda na takšen poseg v obeh primerih približno enak, podajamo v naslednjem poglavju le pomembnejše ugotovitve, kot rezultat analize reprezentančnih profilov na izbranih vlakah. Tudi v omenjeni analizi smo, tako kot pri gozdnih cestah, upoštevali le reprezentančne profile, ki imajo obliko mešanega profila, kar pomeni skupno 290 reprezentančnih profilov.

8.2.1 Elementi gozdne vlake

Kot na gozdnih cestah, je tudi na zgrajenih gozdnih vlakah najpogostejša oblika prečnega profila, mežani profil. Širino tega oblikovanega prečnega profila sestavljajo naslednji osnovni elementi (skica 8):

Osnovni elementi gozdne vlake

Skica 8



- širina (tlorisna) odkopne brežine (OB)
- širina planuma vlake (BV)
- širina (tlorisna) nasipne brežine (NB)

8.2.1.1 Širina (tlorisna) odkopne brežine

Narbolji grob poseg, ki ga naredimo ob gradnji gozdne vlake v samo hribino, predstavlja odkopno brežino. Njena širina je odvisna od vrste različnih dejavnikov, pri čemer imajo največji vpliv predvsem višina in naklon odkopne brežine, vrsta in stanje same hribine, kot tudi naklon terena, v katerem takšno vlako gradimo.

Na osnovi vrednosti, ki smo jih ugotovili ob analizi reprezentančnih profilov na proučevanih gozdnih vlakah, smo oblikovali tabelo 30, ki prikazuje povprečno tlorisno širino in naklon odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine.

Povprečna tlorisna širina in naklon odkopne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 30

Vrsta hribine	Tlorisna širina OB (m)			Naklon OB (%)		
	Naklon terena (%)			Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50%	> 50%	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	0.4	0.5	0.6	109	122	130
tonalit (3)	0.6	0.7	0.9	90	97	102
skril (4)	0.4	0.5	0.8	94	106	118

Iz tabele lahko ugotovimo, da tlorisna širina odkopne brežine na gozdnih vlakah z naklonom terena resda narašča, vendar znatno počasneje kot na gozdnih cestah. Nižja odkopna brežina, ki nastane pri gradnji vlake, pa omogoča tudi njeno oblikovanje ob večjem naklonu, posebno že, ko gre za gradnjo vlake v trdi hribini. Seveda na oblikovanje odkopne brežine odločilno vpliva tudi stanje same hribine.

Ker predstavlja gradnja gozdne vlake v primerjavi z gradnjo gozdne ceste, znatno manjši poseg v razčeno tereno, je tudi površina odkopne brežine gozdne vlake, ki je izpostavljena vsemogočim zunanjim vplivom, neprimerno manjša. Ob analizi reprezentančnih profilov smo namreč ugotovili, da je površina na odkopnih brežinah, razen v izjemnih primerih, prisotna le prva tri leta po končani gradnji, s tem, da je iz leta v leto manjša.

Površino omenjene brežine namreč že zelo kmalu poraste različna gozdna vegetacija (predvsem trave in zelišča), in jo tako obvaruje pred razdiralno močjo vode in erozijo. Na osnovi ocene stopnje poraslosti odkopnih brežin na analiziranih reprezentančnih profilih smo namreč ugotovili, da je odkopna brežina gozdne vlake, 5 let po končani gradnji, v povprečju porasla le med 50 in 70%. Pri vlakih, starejših od 5 let, se je imenovana brežina, razen v izjemnih primerih, že popolnoma porasla z različno gozdno vegetacijo.

8.2.1.2 širina planuma vlake

Površina, ki je na gozdni vlaki najbolj izpostavljena različnim negativnim vplivom, je prav gotovo planum vlake. Pri vožnji in vlačanju lesa po vlaki prihaja pogosto do drsenja koles in to najpogosteje ob vožnji traktorja navzgor. Ob tem deluje kolo traktorja kot neke vrste "kopač", ki rahlja tla pod kolesi in na ta način v planumu vlake povzroča manjše ali večje kolesnice, ki pa jih dodatno pogloblja tudi breme, ki ga traktor vleče za seboj. Takšne kolesnice pa lahko ob močnejšem defevju postanejo pravi odvodni jarki, in to ne samo za odvečno vodo, temveč tudi za različen material iz planuma same vlake. Erozijske na vlakih bo podrobneje obravnavana v posebnem poglavju (poglavje 8.2.4).

Med številnimi meritvami, ki smo jih opravili na izbranih reprezentativnih profilih, je bila tudi širina planuma in podolžni naklon vlake in to na odseku, ki mu je takšen profil reprezentativen (Tabela 31).

Povprečna širina planuma vlake v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 31

Vrsta hribine	Širina planuma vlake (m)		
	Naklon terena (%)		
	<20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	1.8	1.9	1.9
tonalit (3)	1.9	1.9	1.9
skril (4)	1.8	1.9	2.0

Ob analizi dobljenih vrednosti smo ugotovili, da je povprečna širina planuma vlake, ne glede na vrsto hribine in naklon terena, približno enaka in znaša od 1,8 do 2,0 metra. Posamezna manjša odstopanja so prisotna le v strmih in erodibilnih področjih, a v glavnem predvsem zaradi večje varnosti pri samem spraviu.

Rezultate analize podolžnega naklona proučevanih vlak prikazujemo v tabeli 32.

Povprečni podolžni naklon vlake v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 32

Vrsta hribine	Povprečni podolžni naklon vlake (%)		
	Naklon terena		
	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	6	6	7
tonalit (3)	7	8	8
skril (4)	10	12	14

Vrednosti v zgornji tabeli kažejo, da je povprečni podolžni naklon na vlakah, zgrajenih na apnencu le za malenkost nižji, kot na vlakah v tonalitu, in znaša v povprečju od 6 pa do 8%, s tem, da znaša maksimalni naklon na krajšem odseku vlake v apnencu kar 20%, v tonalitu pa celo 29%. Znatno večji podolžni naklon (povprečni) pa smo ugotovili na vlakah, zgrajenih v hribini 4 (skril, fliš, lapor, ..), in sicer kar od 10 do 14%. Večji podolžni naklon vlak v omenjeni hribini je predvsem posledica značilne reliefne razgibanosti imenovane hribine, ki je najpogosteje razrezana s številnimi globokimi jarki in dolinami, kot tudi slabe stabilnosti same hribine. Če neznaten in nestrokovno poseg v takšno hribino, ob nepravem času, na nepravem mestu, ima za določeno področje lahko številne negativne posledice. Zaradi tega skušamo s čim manj posegi v takšno hribino odpreti čim več gozdnega prostora, kar nam med drugim omogoča predvsem gradnja strmejših vlak. Seveda ima takšna gradnja tudi svoje negativne strani, pri čemer je na prvem mestu prav gotovo erozija planuma tako zgrajene vlake.

8.2.1.3 Širina (tlorisna) nasipne brezine

Zaradi čim manjšega posega v razčeno hribino, tudi gozdne vlake najpogosteje gradimo tako, da del planuma položimo v razčeno tla, del pa na nasip, ki ga zgradimo in oblikujemo iz materiala, ki ostaja pri samem izkopu hribine vzdolž vlake. Oblika nasipa, njegova stabilnost, naklon in tlorisna dolžina odkopne brezine, njena poraslost, ..., je tako, kot pri nasipu na gozdnih cestah, odvisna od številnih različnih dejavnikov, pri čemer imajo odločilno vlogo predvsem vrsta in stanje hribine, naklon terena, kot tudi uporabljena tehnologija gradnje same vlake.

Povprečna tlorisna širina in naklon nasipne brežine v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 33

Vrsta hribine	Tlorisna širina nasipne brežine (m) Naklon terena (%)			Naklon nasipne brežine (%) Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50%	>50%	< 20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	0.6	0.8	1.1	79	85	86
tonalit (3)	0.9	1.1	1.5	76	82	84
skril (4)	0.8	1.0	1.4	76	82	93

Ob iz vrednotenju podatkov, dobljenih pri analizi reprezentativnih profilov, smo ugotovili (tabela 33), da povprečna tlorisna širina nasipne brežine z večanjem naklona terena razmeroma počasi narašča, pri čemer v hribini 1 (apnenec) doseže vrednosti med 0,6 in 1,1 metra, v hribinah 3 in 4 (tonalit in skril) pa vrednosti med 0,9 in 1,5 metra.

Analiza naklonov nasipnih brežin pa je pokazala, da z naklonom terena narašča tudi povprečni naklon nasipne brežine, s tem, da so razlike med posameznimi nakloni, glede na vrsto hribine, minimalne. Seveda lahko, pri gradnji gozdne vlake v trdi hribini oblikujemo nasipno brežino pod mnogo večjim naklonom, kot smo ga ugotovili v naši analizi a le pod določenimi pogoji (ustrezna struktura hribine, način gradnje,...).

Nasip gozdne vlake je iz razrehljanega materiala iz izkopa, med katerim so pomešani tudi številni humuzni delci, ki med drugim omogočajo tudi hitrejšo zaraščanje same nasipne brežine z različno gozdno vegetacijo. Na osnovi ocene poraslosti nasipnih brežin na analiziranih profilih smo namreč ugotovili, da je na vlakah, zgrajenih pred cca 5 leti; v hribini 1, poraslo povprečno kar 80% celotne površine nasipne brežine, v hribini 3 povprečno

70 % površine, v hribini 4 pa je talna nasipna brežina. Na njem teje še popolnoma porasla z različnimi travami, zelizni, glavnicami, prisotne pa so tudi še posamezne mladice gozdne oršice.

8.2.2 širina gozdne vlake

Na osnovi ugotovljenih vrednosti posameznih elementov (1) sestavljajo prečni profil gozdne vlake (tlorisna širina odkopne brežine; širina planuma, tlorisna širina nasipne brežine), lahko torej podamo povprečno širino prečnega profila zgrajene gozdne vlake, ki jo najpogosteje zasledimo v gospodarskem gozdu. Dobljene vrednosti so prikazane v tabeli 34 in sicer ločeno glede na naklon terena in vrsto hribine.

Povprečna širina prečnega profila g.vlake v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 34

Vrsta hribine	Širina prečnega profila (m)		
	Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50%	> 50%
apnenec (1)	2.8	3.3	3.6
tonalit (3)	3.5	3.7	4.3
skril (4)	3.0	3.4	4.2

Vrednosti v zgornji tabeli torej kažejo, da je pri večjem naklonu terena širši tudi prečni profil gozdne vlake, pri čemer je lateno povečanje še posebej izrazito pri vlakah, zgrajenih v mehki in erodibilni hribini (hribina 3,4) in gre v glavnem na račun širše tlorisne širine odkopne in nasipne brežine. Med drugim je širina gozdne vlake odvisna tudi od številnih drugih dejavnikov, pri čemer imata odločilno vlogo predvsem vrsta pravilnega sredstva in tehnologija gradnje omenjene prometnice. Je pa gradnja trak-

torške vlake v primerjavi z gozdno cesto zelo poenostavljena, saj je z izvedbo planuma, gradnja omenjene prometnice praktično zaključena.

8.2.3 širina izsekanega pasu gozda

Tudi pri gradnji traktorke vlake moramo predhodno izsekati določen pas gozdnega drevja, v kolikor seveda vlake gradimo v samem gozdu, pri čemer pa je širina takšnega izseka, v primerjavi z izsekom na gozdni cesti, neprimerno ožja. Seveda moramo biti tudi pri omenjenem izseku pazljivi predvsem na drevesa nad zgornjim robom odkopne brežine. Na širino izseka namreč vpliva vrsta različnih dejavnikov, med drugim predvsem vrsta in stanje hribine, vrsta in razvojna faza gozda, tehnologija gradnje, vrsta uporabljenega pravilnega sredstva, ...

Z željo, da bo izsek drevja zaradi gradnje traktorke vlake čim ožji, lahko v mlajših sestojih (gošča, letvenjak) pustimo posamezna stoječa drevesa malodane tik ob zgornjem robu odkopne brežine. Takšna drevesa s svojimi koreninami večje odkopno brežino, s krošnjami pa jo tudi obvarujejo pred možnim izpiranjem ob eventualnem večjem deževju. Takoj, ko pa je nad odkopno brežino odrasel gozd, pa moramo predvsem pri gradnji v labilnih in strmih terenih, posekati nad odkopno brežino nekoliko širši pas gozdnega drevja. Ob gradnji imenovane prometnice oziroma odkopu dela hribine pod takšnim drevjem je namreč močno oslABLJENA stabilnost robnih dreves, saj imajo takšna drevesa pogosto poškodovan tudi velik del korenin, ki so zelo pomembne tudi iz vidika stojnosti oziroma stabilnosti za posamezno drevo.

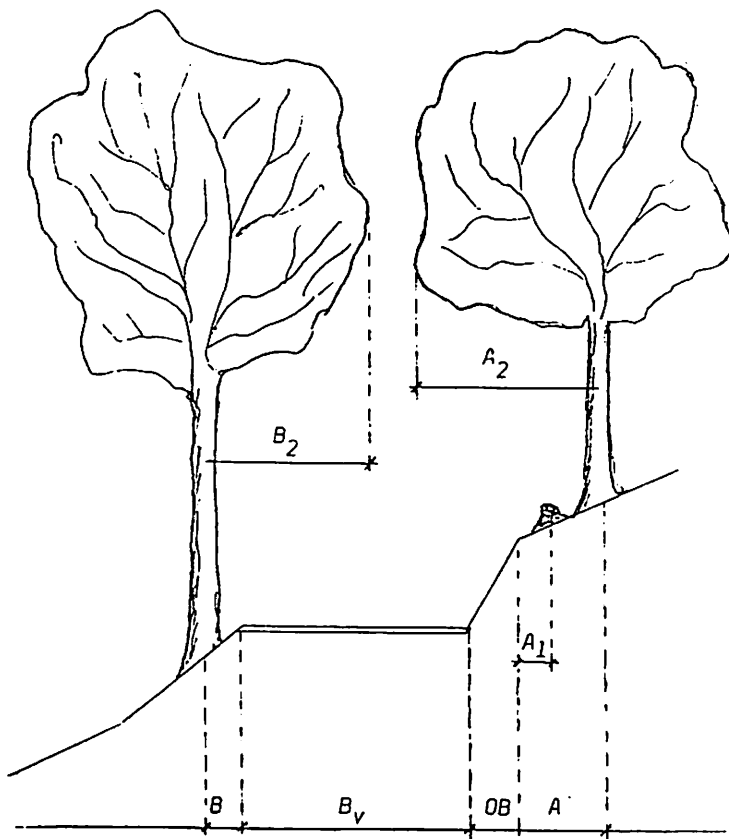
Za razliko od poseka dreves nad zgornjim robom odkopne brežine, pa na spodnji strani vlake, (na nasipu) pustimo čim več dreves, ki ob spraviu lesa predvsem obvarujejo nižje stoječa drevesa

pred možnimi poškodbami, ki jih lahko spravilo lahko povzroči, zaradi je pa takšna drevesa tudi zelo poškodba, ki jih povzroča tudi neustrezna gradnja same prometnice.

Podoben kot pri analizi gozdnih cest, smo tudi na agropatih traktorških vlakah, ugotavljali posamezne elemente prečnega profila vlake in izseka gozdnega drevja ob njej (skica 9).

Elementi prečnega profila traktorške vlake in izsekanega pasu gozda

Skica 9



- A_1 nujna širina izsekanega pasu
- A, B dejanska širina izsekanega pasu
- $A_2 B_2$ pokrovnost krošnje
- B_V planum vlake
- OB širina (tlorisna) odkopne brežine

Ob izrednotenju dobljenih podatkov smo tako izračunali povprečno širino za posamezne elemente prečnega profila in na osnovi ugotovljenih vrednosti tudi povprečno širino izsekanega pasu gozda (tabela 35).

Dejanska in nujna povprečna širina izsekanega pasu gozda zaradi gradnje traktorske vlake

Tabela 35

Vrsta hrbine	Povprečne širine posameznih elementov gozdne vlake in izsekanega pasu gozda (m)					Širina izsekanega pasu (m)	
	A	A ₁	OB	BV	B	Dejanska	Nujna
apnenec (1)	0.6	0.5	0.5	1.9	0.5	3.5	3.4
tonalit (3)	0.9	0.7	0.7	1.9	0.6	4.2	4.0
skril (4)	1.0	0.8	0.6	1.9	0.6	4.1	3.9

Iz tabele 35 lahko ugotovimo, da se dejanska širina izsekanega pasu gozda, le malenkostno razlikuje od nujne širine takšnega izseka. Tako zaradi gradnje gozdne vlake dejansko izsekamo pas gozda, ki je v povprečju širok od 3,5 do 4,2 metra, odvisno pač od vrste hrbine.

Vrednosti za posamezne elemente, prikazane v predhodni tabeli, veljajo kot povprečja vseh opravljenih merjenj, seveda pri povprečnem naklonu terena 40%. Razen povprečne širine planuma (BV), ki je neglede na naklon terena, v vseh primerih približno ista, pa se vrednost za ostale elemente, z naklonom terena spreminjajo in so pri nižjih naklonih terena nižje, pri višjih naklonih terena pa nekoliko višje od ugotovljenega povprečja. Med drugim smo tudi ugotovili, da so izračunane vrednosti o širini izsekanega pasu gozda (tabela 35), večje od širine povprečnega prečnega profila same prometnice (tabela 34), za kar je vzrok v predvsem široko izsekan pas gozdnega drevja nad zgornjim robom odkopne brežine, ki pa je predvsem v strmih in labilnih terenih in to predvsem iz vidika varnosti, tudi nujno potreben.

Traktorska vlaka tonej pomeni v primerjavi z gozdno cesto, veliko manjši poseg tako v gozd, kot tudi v samo hribino (ožji izsekani pas gozda, manjši odkop razšene hribine), saj se neprimerno bolj prilagaja različnim oblikam in stanju terena, strukturi sestaja, vrsti pravičnega sredstva, ..., kar vse se pogosto odraža v njenem zelo vijugavem poteku po gozdnem prostoru. Resda z izgradnjo traktorske vlake delno zmanjšamo tudi raztečo površino gozda, ki pa je minimalna in kratkotrajna, saj se v nekaj letih (3 - 5 let) takšno površino najpogosteje v celoti poraste različna gozdna vegetacija, v kolikor po takeni vlaki daljši čas ne spravljamo lesa in je površina vlake ustrezno zavarovana pred številnimi vrstami erozije, ki se na posameznih vlakah lahko pojavi. Zaradi tega lahko obravnavamo posek gozdnega drevja, zaradi izgradnje traktorske vlake, kot neke vrste geometrično redčenje, pri čemer prihranimo dreves, ki smo jih pri tem odstranili prevzamejo stoječa robna drevesa, tik ob vlaki. Da pomeni izsek določenega pasu gozdnega drevja zaradi gozdne vlake, dejansko neke vrste redčenje, vidimo tudi iz analize podatkov o sklenjenosti kroženj dreves na posameznih reprezentančnih profilih (tabela 36).

Število profilov s sklenjenimi kroženji v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 36

Vrsta hribina	Število analiziranih profilov			Število sklenjenih kroženj		
	Naklon terena (%)			Naklon terena (%)		
	< 20%	20-50%	> 50%	< 20%	20-50%	>50%
apnenec (1)	19	79	20	14	64	12
tonalit (3)	10	49	29	4	28	13
skril (4)	9	47	28	9	35	20

Večkratosti v zgornji tabeli namreč kažejo, da so na večini analiziranih profilov v hribinah 1 in 4 (mešani gozdovi), krošnji robnih dreves popolnoma sklenjene, pri čemer je asimetrična rast krošnje opazna le v posameznih primerih. Najbolj manjše število profilov s sklenjenimi krošnjami pa smo ugotovili v hribini 3, kar pa je vzrok predvsem v tem, da smo tu v glavnem analizirali vlake, zgrajene v starejših iglastih gozdovih.

Kolikošen je torej vpliv traktorske vlake na količinski prirastek sestoja, v naši raziskavi nismo proučevali. Lahko pa navedemo ugotovitve E. TRAFSLER (49), ki je v svoji raziskavi v smrekovih gozdovih Pohorja ugotovil, da vlake širine 2,8 - 3,5 metra, nimajo pomembnejšega vpliva na količinski prirastek sestoja. Do podobnih zaključkov je prišel v svoji raziskavi tudi F. IVANEC (95). Kramer (33) pravi, da preseke širine do 5 metrov nimajo vpliva na prirastek, pri čemer tako nastali prostor zapolnijo mlajše robne drevese in pri tem izkoristijo tudi nasplošjive hranilne snovi v tleh.

3.2.3.1 Poškodovanost dreves ob vlaki

Podobne proizvodnje brez kakršnih koli poškodb skorajda ni mogoče izvesti. V gozdni prostor namreč posegamo s številnimi ustreznimi in neustreznimi stroji in to tako pri gradnji gozdnih cest in traktorskih vlak (buldozerji, bagri, lafete, ...), kot tudi pri spravilu lesa (adaptirani kmetijski traktorji, zgibniki, ...). Uporaba takšnih strojev pogosto pušča za seboj številne manjše, ob neodgovorni uporabi posameznih strojev, pa tudi zelo velike poškodbe, in to bodisi na samem gozdnem drevju, kot tudi na gozdnih tleh, po katerih se takšen stroj premika.

Podobno, kot pri analizi poškodb na gozdnih cestah, smo v analizirali tudi poškodbe na robnih drevesih vzdolž proučevanih gozdnih vlak, pri čemer smo jih po nastanku razvrstili:

- poškodbe, ki so nastale ob gradnji same prometnice (minirvanje, odkop materiala, ...)
- poškodbe, ki so nastale med spravilom lesa

Med vrstami poškodb pa smo analizirali poškodbe, kot so hribine na deblu in koreninah, in poškodbe, kjer je bil velik del korenin posameznih robnih dreves celo potrgan.

Med poškodbami, ki smo jih zasledili na stoječih robnih drevesih na zgornji strani vlake, to je nad odkopno brežino, smo ugotovili izključno poškodbe, ki so nastale ob gradnji same prometnice, in sicer pri odkopu materiala. V trdi hribini, kjer korenine zelo težko prodrejo v globino in se večji del korenin največkrat prepleta tik pod površjem pogosto tudi zelo tanke plasti preperine (predvsem pri starejših sestojih), gradbeni stroji ob odkopu hribine večkrat močno poškodujejo oziroma kar potrgajo velik del korenin stoječih robnih dreves.

Pri našem proučevanju smo omenjeno vrsto poškodb, razen posameznih izjem, ugotovili le na koreninah dreves ob vlakah, zgrajenih v trdi hribini (apnencu). Tako smo ob vlakah, pri naključnem vzorcu od 20 do 50%, od skupno 73 analiziranih profilov, ugotovili omenjeno vrsto poškodb na 17 analiziranih profilih, pri čemer na terenu nad 50% pa med 20 profili kar na 11 profilih, pri čemer je bilo na robnih drevesih pri posameznih profilih v dolžini do 20 metrov, po naši oceni potrغانo vsaj 20% vseh korenin. Z oziroma na našo oceno stopnje poškodovanosti smo takšne poškodbe uvrstili v razred 2 do 3. Poleg tako velikih poškodb na koreninah dreves stoječih nad odkopno brežino, ki so torej prisotne predvsem v starejših sestojih, pa smo zasledili na posameznih koreninah in deblih tudi manjše odrgnine, ki pa so med drugimi tudi posledica spuščanja oziroma privlačevanja posameznih sortimentov podkopy v brežini na samo vlako. Kaj pomeni tako velika poškodovanost korenin za nadaljno rast in stojnost tako poškodovanega drevesa, nismo proučevali, si pa lahko predstavljamo.

Povsem drugačne posledice pa zasledimo na robnih drevesih na spodnji strani vlake, torej na nasipu. Največji delež seveda tudi tu predstavlja poškodbe zaradi gradnje, ki pa so predvsem posledica neodgovornega miniranja trde hribine in omika materiala iz izkopa v nasip. Posledica takšne gradnje so ponavadi številne manjše ali večje odprtine na deblih posameznih stojecih dreves ob vlaki. V posameznih primerih pa so poškodbe dreves zaradi neodgovorne gradnje lahko tudi zelo velike, pri čemer je kot končni rezultat takšnih poškodb lahko tudi manjša frata pod vlako.

Pri analizi vrste poškodb in ob tem tudi stopnje poškodovanosti robnih dreves na proučevanih profilih smo ugotovili, da so na mestih, kjer pri gradnji vlake za drobljenje hribine uporabimo razstrelivo, vedno prisotne tudi poškodbe. Tako nastale poškodbe, ki se kažejo predvsem v obliki odrgnin, so tem večje in tem številnejše, čim trša in kompaktnjša je hribina, čim večji je naklon pobočja, v katerem gradimo prometnico in seveda čim več razstreliva ob takšnem drobljenju uporabimo. Med skupno 118 analiziranimi profili v hribini 1 smo ugotovili poškodbe na robnih drevesih, ki so nastale pri miniranju hribine, kar na 76 profilih, pri čemer smo poškodbe po velikosti uvrstili v stopnjo 1 do 2. Podobne poškodbe smo ugotovili tudi na drevesih ob vlakah, zgrajenih v hribini 3, in sicer med 88 analiziranimi profili kar na 21 profilih, medtem, ko so bile poškodbe v hribini 4 minimalne. Med skupno 84 analiziranimi profili smo jih našli le na 9 profilih.

Poleg omenjene vrste poškodb, ki nastanejo zaradi razmeta kamenja ob miniranju hribine in večkrat poškodujejo najvrednejše dele posameznih dreves tudi nekaj metrov v sam gozd (do 10 m), s tem, da so z oddaljenostjo od roba vlake poškodbe vse manjše in redkejše, pa so pri gradnji vlake v trdi hribini na robnih drevesih prisotne tudi poškodbe, ki jih povzroča odriv materiala iz izkopa (kotaljenje skal), ali pa posamezni deli stroja, ki ga pri takšni gradnji uporabljamo (odrivna deska buldožerja,

gosenice, ...). Tako nastale poškodbe, so seveda v primerjavi s poškodbami ob odzivu materiala na gozdnih cestah, številne, in so prisotne v glavnem le na robnih drevesih, če pa pogosto zelo velike in lahko tudi usodne za bodočo rast tako poškodovanih dreves, saj kot take omogočajo dostop v drevo različnim vrstam boleznem in škodljivcem.

Na robnih drevesih traktorskih vlak pa lahko pogosto opazimo tudi številne zelo hude poškodbe (odrgnine) spodnjega dela debla in korenin, ki so nastale kot posledica spravila lesa. Medtem, ko so zaradi spravila lesa po vlakah, zgrajenih v ravnini, takšne poškodbe lahko prisotne na drevesih na obeh straneh vlake, pa so ob vlakah na pobočju (mežani prečni profil), takšne poškodbe prisotne le na drevesih pod vlako. Omenjene poškodbe so prisotne predvsem na drevesih ob krivinah, in to posebno pri spravilu daljših sortimentov ali kar celih debel. Zaradi tega se pri izseku pasu gozda zaradi gradnje vlake, na takšnih cestah pustimo posamezna manjvredna drevesa, ki tako obvarujejo kvalitetnejša drevesa pred tovrstnimi poškodbami. Po končanem spravilu tako poškodovana drevesa najpogosteje posekamo, posebno če, če so poškodbe zelo hude.

Med poškodbami, ki jih povzroča spravilo lesa s traktorji so tudi poškodbe korenin. Običajno ima drevo v radiusu 1 metra po 4 daljše primarne korenine premera nad 20 mm, ostalo pa zapolnijo korenine manjšega premera. Na kvadratnem metru je tako skupno od 60 do 120 korenin v skupni dolžini 200 - 500 metrov (Masterlund ...). Medtem, ko ob vožnji traktorja, kolesa te daljše korenine zdrobijo ali odtrgajo, pa prihaja pri debelejših koreninah do guljenja skorje, ki je največje ravno v času polne vegetacije. Seveda na odpornost korenin proti trganju v največji meri vpliva predvsem vrsta drevja in kvaliteta tal. Vsekakor pa so nepoškodovane korenine najboljša garancija za zdravo drevo.

Tla so mešanica trde, tekoče in plinaste substance, zaradi česar so pri spravilu lesa izpostavljena tudi doloženim deformacijam, kot so tolesnice. Pri tem je odločilni faktor za pojav takšnih poškodb količina vode v tleh. Vožnja po mokrih tleh namreč povzroča mežanje zgornjega mineralnega sloja z organskimi deli na površju, zaradi česar se veča gostota takšnih tal. Zaradi zunanjih pritiskov prihaja do zmanjševanja količine vode v tleh, zračnosti samih tal, kar močno ovira transporto vode in kisika, tako pomembnega za vegetacijo in zgornjo plast tal. Za pravilom v takšnih terenih pogosto ostajajo tudi številne vidne sledi - kolesnice, ki lahko postanejo ob obilnem deževju in pri večjem podolžnem naklonu pravi odvodni jarki z močno prisotno erozijo.

Natančnejše analize o številnih različnih poškodbah, ki jih v gozd in gozdni prostor prinašata tako gradnja traktorskih vlak, kot tudi samo spravilo lesa z ozirom na široko zastavljeno nalogo, nismo izvedli. Podajamo pa pomembnejše ugotovitve nekaterih domačih in tujih strokovnjakov, ki so se proučevali posamezne vzroke in vrste poškodb, s katerimi se srečujemo na gozdnih vlakih.

A. GREGORIČ (22) za jelov - bukov gozd dinarskega področja ugotavlja, da je tehnologija mehaniziranega spravila lesa v obliki dolgih delov debla (nad 6 metrov dolžine) neugodna, saj povzroča do 62% več tehnoloških poškodb na gozdnem drevju kot tehnologija spravila kratkih delov debla (4 do 6 m). Tehnološke poškodbe med drugim "prisilno" določajo tudi predčasen posek poškodovanih dreves, ki je odvisen predvsem od resnosti poškodbe, zmanjšujejo pa tudi letni debelinski prirastek takšnih dreves. Ob primerjavi povprečnih letnih prirastkov poškodovanih dreves bukve (pretežno rane zaradi odprtih) z istovrstnim prirastkom nepoškodovanih dreves ugotavlja, da je debelinski prirastek poškodovanih dreves manjši v povprečju kar za 6,02%. Posledice tehnoloških poškodb na bukvi seveda vplivajo tudi na gospodarsko (ekonomsko) vrednost lesa, saj znižujejo njegovo vrednost (v dinarjih) za cca 7%.

F. IVANEK (25) ugotavlja, da tehnološke poškodbe v gozdovih Pohorja znižujejo vrednost celotnega lesnega donosa od 4,8 do 9,07%, pri čemer pa so poškodbe to bukev nepomembne, ker ne povzročajo zmanjševanja vrednosti lesa (velika odpornost ostane tone bukve na Pohorju).

W. MENG (22) je v gozdovih ZRN (Baden Wurttemberg) analiziral posamezne tehnološke poškodbe (številu in resnost poškodb), pri čemer je ugotovil naslednje deleže:

- spravilo celih dreves 58,6% poškodb
- spravilo celih debel s traktorjem 25,6% poškodb
- spravilo celih debel s konji 11,8% poškodb
- spravilo kratkih sortimentov 3,2% poškodb

A. BUTORA in G. SCHWAGER (10) sta švicarske gozdarstvene analizirale tehnološke poškodbe glede na vrsto spravilnih sredstev in ugotovila, da povzročata:

- spravilo lesa z vitlom na daljinsko vodenje 7% poškodb
- spravilo lesa s konji 12% poškodb
- spravilo lesa s traktorji 25% poškodb
- z vitlom z žično vrvjo po tleh 33% poškodb
- ročno spravilo 38% poškodb

A. ÅGREN (1) je v gozdovih švedske raziskoval vpliv poškodb korenin zaradi vlak pri drevju, ki raste v 10 metrskem pasu na vsako stran kolesnic pravilnega sredstva. Pri tem ugotavlja, da različna pravilna sredstva poškodujejo korenine zelo različno, kar vpliva tudi na prirastek tako poškodovanih dreves. Omenjene poškodbe, ki jih povzročajo različni vlačilci, lahko zmanjšajo letni prirastek tudi do 30%, medtem, ko spravilo lesa s konji ne zmanjšuje omenjenega prirastka.

S. O. ANDERSON (49) je v svoji raziskavi prišel do podobnih ugotovitev, kot AGREN, pri čemer tudi ugotavlja, da se po 6 letih ugotovljene izgube na prirastku izgubijo.

I. WÄSTERLUND (56) je raziskoval za razmere na švedskem med sedemdesetih let, ko so bili pri sečnji in spravilu uporabljeni številni mehanizirani stroji, delež poškodovanega drevja po opravljenem redčenju. Pri tem je ugotovil, da je bilo poškodovano kar 21% ostalega drevja, v glavnem v obliki guljenja lubja, na vlakah pa so ostale globoke kolesnice, na 30% vseh vlak celo globlje od 10 cm. Rezultat takšnih poškodb je manjši prirastek, zmanjšana kvaliteta, infekcija z gnilobo, ... Po redčenjih v gozdovih norveške smorike, ki razvije razmeroma plitev koreninski sistem, je med drugim tudi ugotovil, da se zaradi tako globokih kolesnic in poškodb zaradi guljenja lubja, zmanjša prirastek za naslednjih 5 let, tudi do 30%.

8.2.4 Erozijska na vlakah

Taktonska vloga je torej gozdna prometnica, po kateri spravljamo les, pri čemer ob tem, ko jo gradimo, njen potek kolikor je le mogoče prilagajamo tudi obliki terena. Z ozirom na različno zmogljivost traktorjev, s katerimi danes vlačimo les, smer vlačjenja (navzgor ali navzdol), odpornost hrabine pred različnimi oblikami erozije, naklona terena, ... oblikujemo tudi podoljni naklon takšne vlake, ki pa je najpogosteje veliko večji, kot pri gozdni cesti.

Takoj po izgradnji vlake so vse gole površine vlake (planom, brežini) izpostavljene erozijskemu delovanju vode, pri čemer postane planom vlake tudi nekakšen zbiralnik meteorne vode in vode manjših ali večjih izvirov, kadar jim takšna vlaka preseka svojo ustaljeno pot.

V kolikor vlako zgradimo v dobro propustni hribini, prisotna voda ne predstavlja večje nevarnosti za erozijo. Ko pa vlako zgradimo v hribini, ki je za vodo slabo ali pa sploh nepropustna in je najpogosteje tudi zelo erodibilna, ko je podolžni naklon vlake prevelik, ko na prestni vlaki ne poskrbimo za kontroliran odvod prisotne vode, ..., je seveda erozija materiala iz vlake neizbežna. Poleg tega lahko prihaja pri vožnji ali vlačanju lesa po vlaki tudi do drsenja koles (posebno pri prazni vožnji navzgor), ki pri tem delujejo kot neke vrste "kopac". Kolesa ob takšnem podrsavanju rahljajo planum vlake in si ob tem oblikujejo manjše ali večje kolesnice. Ob deževju takšne kolesnice postanejo pravi odvodni jarki, po katerih voda odnaša tudi material iz vlake in ga odlaga na povsem drugem mestu. Pri tem je mož takšne vode in s tem količina odneženega materiala odvisna predvsem od količine vode in njene hitrosti, torej od dolžine vlake, intenzitete padavin in podolžnega naklona vlake, ter odpornosti samih tal na erozijo.

V okviru naše raziskave smo, poleg analize reprezentativnih profilov na celotni dolžini posamezne vlake, podrobneje analizirali tudi morebitno prisotnost erozije na planumu vlake. Pri tem smo izmerili podolžni naklon in dolžino erodiranega odseka na vlaki (dolžino erozijskega jarka), količino odneženega materiala in seveda razdaljo do mesta, kjer je voda takšen material ponovno odložila.

Na osnovi izvrednotenih podatkov opravljenih terenskih merjenj smo oblikovali tabelo 37, v kateri podajamo skupno dolžino erodiranega planuma analiziranih vlak, in sicer ločeno glede na naklon terena in vrsto hribine.

Erodirana dolžina planuma gozdnih vlak v odvisnosti od naklona terena in vrste hribine

Tabela 37

Vrsta hribine	Skupna dolžina analiz. vlak (m)	Erodirana dolžina planuma vlake (m)						Skupna erodir. dolžina vlak	
		Naklon terena (%)						m	%
		< 20%	20 - 50%		> 50%				
dolžina vlak	dolžina erodir. vlak	dolžina erodir. vlak	dolžina erodir. vlak	dolžina erodir. vlak	dolžina erodir. vlak				
apnenec (1)	7585	1315	60	4880	390	1390	140	590	8
tonalit (3)	7880	1300	180	4580	1110	2000	580	1870	24
skril (4)	6220	900	150	3670	960	1650	460	1570	25

Vrednosti v zgornji tabeli kažejo, da je najmanj erodiran planum na vlakah, zgrajenih v hribini 1 (apnenec, dolomiti). Pri skupni dolžini vlak (7585 m) smo namreč ugotovili erodiran planum le na dolžini 590 metrov, kar znaša cca 8% dolžine analiziranih vlak. Neprimerno večje poškodbe planuma zaradi erozije pa smo ugotovili na vlakah v hribini 3 in 4 (tonalit, skril, fliš,...), saj je bilo tu poškodovano kar 25% skupne dolžine planuma.

Na velikost poškodbe in s tem tudi na količino odnesenega materiala iz planuma vlake, ki jo lahko povzroči erozija vode, pa poleg vrste hribine in naklona terena odločilno vpliva predvsem podolžni naklon posameznega odseka na vlaki. Ob analizi erodiranih odsekov planuma vlak smo namreč ugotovili (tabela 38), da v tedi hribini gradimo vlake z razmeroma velikim podolžnim naklonom, da pa je količina erodiranega materiala kljub vsemu majhna.

Povprečni podolžni naklon erodiranega odseka in količina odneženega materiala na vlakah gozdnih cest

Tabela 33

Vrsta hribine	Povprečni podolžni naklon in količina erodiranega materiala								
	Naklon terena								
	< 20%			20 - 50%			> 50%		
	število odsekov	povpr. nakl. (%)	erodir. mater. (m ³)	število odsekov	povpr. nakl. (%)	erodir. mater. (m ³)	število odsekov	povpr. nakl. (%)	erodir. mater. (m ³)
apnec (1)	4	18	2	20	19	19	10	23	5
tonalit (3)	8	16	9	31	16	87	36	13	34
skril (4)	7	16	5	50	17	73	27	18	25

Na 34 erodiranih odsekih (hribina 1) smo izmerili podolžne naklone med 13 in 39%, pri čemer je bilo iz planuma odneženo skupno le cca 25 m³ materiala. Povsem drugačne vrednosti o prisotni eroziji pa smo ugotovili na vlakah v hribini 3. Na skupno 25 erodiranih odsekih, z nakloni od 6 pa do 30%, smo ugotovili neprimerno večjo količino odneženega materiala in to kar cca 130 m³. Podobne vrednosti smo ugotovili tudi na vlakah v hribini 4, kjer smo na 84 odsekih izmerili naklone med 10 in 34%, pri čemer je erozija vode odnesla iz planuma vlake cca 103 m³ materiala.

Pri eroziji planuma vlake nas je zanimalo tudi to, kam voda odnaša takšen material, oziroma kje ga ponovno odlaga. Kot mesto, kjer voda odnežen material ponovno odloži, smo predvideli 6 različnih možnosti (ostane na vlaki - na robu vlake - gre po gozdu - gre na prometnico - gre po travniku - gre v potok) in pri tem ugotovili (tabela 39), da je voda kar v 66 primerih tako erodiran material odložila na vlaki in sicer v manjših ali večjih konkavah, kotanjah, kolesnicah, .. V 15 primerih smo ugotovili, da je takšen material ostal kar na robu vlake, torej med kamnjem in vegetacijo na nasipu in nasipni brežini. Kar v 78 primerih pa je voda takšen material iz vlake odložila v gozdu pod nasipno brežino in to od 6 do 17 metrov daleč od spodnjega roba nasipa. Pogosto je priključek vlake na gozdno cesto del krajšega odseka

vlake s razmeroma velikim podolžnim naklonom, zato je takšen odložen material tudi močno erodiran, material pa najdemo najpogosteje tudi na gozdni cesti. Tako odložen material smo našli kar v 23 primerih. Medtem, ko primerov, kjer bi voda odločila material iz planuma na nižje ležečem travniku nismo našli (analizirali smo le vlake v gozdu), pa smo kar v 11 primerih ugotovili, da je voda takšen material odnesla v manjši ali večji jarek, od tu dalje pa...

število erodiranih odsekov na planumu gozdnih vlak in mesto kasnejšega odlaganja odneženega erodiranega materiala

Tabela 39

Vrsta hrbine	Število erodiranih odsekov na vlakah Mesto odloženega materiala														
	na vlaki			na robu vlake			v gozdu			na cesti			v potoku		
	naklon terena %														
	<20	20-50	>50	<20	20-50	>50	<20	20-50	>50	<20	20-50	>50	<20	20-50	>50
apnenec (1)	4	5	6	-	-	-	-	9	4	-	3	-	-	-	-
tonalit (3)	4	10	11	2	5	1	2	9	17	-	4	6	-	3	1
skril (4)	1	10	12	1	6	-	5	19	14	-	9	1	-	7	-

Iz omenjene analize lahko zaključimo, da mimo pravočasnega reševanja problema erozije, tako pri gradnji kot tudi pri kasnejšem vzdrževanju vlake ne moremo, še posebno ne, če je le-ta zgrajena v erodibilni hribini. Le z izgradnjo ustrezne vlake (padnična, pobočna, podolžni naklon 10-15%,..), takojšnjo zaščito vlake pred erozijo (zatravitev, vejevje, odvodni jarki, ...), uporabi ustreznega pravnega sredstva, pravilu lesa ob ustreznem času (v suhem, pozimi, ...), ..., lahko v znatni meri zmanjšamo poškodbe, ki nam jih na traktorski vlaki lahko povzroči erozijska moč vode. Pri vsem tem nam v veliki meri pomaga tudi narava sama, in to z bujnim zaraščanjem tako nastalih golih površin. Predvsem pa se moramo zavedati, da kolikor bolj labilna

in občutljiva je hribina, toliko previdnejši moramo biti pri odločanju za gradnjo gozdne prometnice, med drugimi tudi za gradnjo traktorske vlake.

8.2.5 Gostota gozdnih vlak

Traktorska vlaka je torej namenjena pretežno spravilu lesa z ustreznimi spravnimi sredstvi, kot so različne vrste adaptiranih kmetijskih in specialnih gozdarskih traktorjev. Spravilo lesa s traktorji seveda zahteva tolikšno gostoto vlak, da z vrvjo na traktorskem vitlu, brez večjih težav in škod, privlečemo do vlake tudi najbolj oddaljene sortimente, s tem, da mora traktor ostati na vlaki. Pri tem povzroča stoječe drevje, ki po sečnji ostane (praviloma najlepše drevje), dodatno oviro, kar seveda pogojuje tudi večjo gostoto vlak. Med drugim, na gostoto vlak in razdaljo zbiranja lesa vplivajo tudi številni drugi dejavniki, kot je kakovost sveta (kamenitost, nagib tla, geološka podlaga), sestoj (razvojna faza, gostota drevja, debelina drevja,..), tehnologija gradnje in vzdrževanja vlak, in seveda tehnologija zbiranja lesa.

V okviru raziskave, smo za posamezne zaključene enote - oddelke, v katerih smo podrobno analizirali posamezne traktorske vlake izračunali tudi gostoto zgrajenih vlak. Na osnovi podatkov, potrebnih za izračun gostote vlak, ki smo jih dobili na posameznih gozdnih gospodarstvih, smo v hribini 1 (apnenci, dolomiti) za posamezne oddelke ugotovili gostoto vlak med 120 in 182 m/ha. Večjo gostoto vlak smo ugotovili predvsem v površinsko zelo razgibanem kraškem svetu, kjer so vlake položene tudi zelo neenakomerno. Pri izračunu gostote vlak v hribini 3 (tonaliti) smo ugotovili neprimerno nižjo gostoto vlak in to le od 64 pa do 107 m/ha, s tem, da smo najnižjo gostoto ugotovili v najbolj strmih terenih. Razmeroma širok raspon v gostoti vlak, pa smo ugotovili v hribini 4 (skril, fliš) in sicer kar od 84 pa do 164 m/ha, pri

omerja je večja gostota vlak v posameznih oddelkih predvsem posledica nujne dodatne izgradnje gozdnih vlak zaradi spravlja lesa po sledolomu.

Optimalno gostoto vlak v gozdu ugotavljajo različni avtorji na različne načine, pri tem pa kot ugotavlja E. REBULA (45), dejansko gradimo 2 do 3 krat gostejše vlake, kot jih kažejo izračuni. Vzroke za gostejše vlake lahko iščemo predvsem v kapaciteti vitlov (40-60 m), naporu delavcev pri razvlačevanju težke žične vrvi po terenu, povečanih škodah, ki naraščajo z večanjem razdalje zbiranja ter zastoji pri zbiranju lesa zaradi zatikanja bremena pri vlaženju na večji razdalji, kot tudi času in stroških samega zbiranja.

E. REBULA (44) ugotavlja, da je gostota zgrajenega omrežja vlak zelo različna že med samimi gozdnimi gospodarstvi, pa tudi notraj gozdnih gospodarstev so velike razlike med zasebnimi in družbenimi gozdovi. Za neapnena področja (štajerska, Koroška) navaja da gradimo redkejše vlake (100 do 120 m/ha), na apnencu pa zaradi nagibanega sveta in skalovitosti gostejše vlake (170 do 200 m/ha). Isti avtor med drugim tudi ugotavlja (43), da kraški zapadast svet potrebuje bolj goste vlake v mlajših in gostejših sestojih, medtem, ko je v starejših, debelejših in redkejših sestojih gostota vlak lahko znatno manjša. Med drugim v svojih študijah o gostoti vlak (45) priporoča in dokazuje, naj bi se gostota vlak gibala od 90 do 120 m/ha, nikakor pa naj ne presega 150 m/ha.

F. VENJUST (51) navaja kot ciljno gostoto vlak na območju gozdnega gospodarstva Postojna v družbenem sektorju med 180 in 220 m/ha, v zasebnem sektorju pa med 150 in 180 m/ha.

J. MUŠIČ (37) ugotavlja gostoto vlak za razmere na gozdnem gospodarstvu Kranj, pri čemer navaja, da gostota vlak v terenih z naklonom 50 do 60 %, naj ne bo večja od 120 do 140 m/ha, medtem, ko v strmih in občutljivih terenih naj gostota vlak ne bo večja od 80 do 100 m/ha.

Gospodariti z gozdom brez ustrezno goste mreže gozdnih prometnic, med drugim tudi traktorskih vlak, je neracionalno. Pa vendar se moramo zavedati, da vsaka nova vlaka v gozdu pomeni tudi novo rano. Zaradi tega moramo biti pri naših odločitvah o gradnji vlak tudi silno previdni, in predvsem v labilnih terenih graditi redkejše vlake, pri spravilu lesa pa vložiti nekoliko več truda in pazljivosti.

9 GOZDNE PROMETNICE V RAZMERAH PROPADANJA GOZDOV

Današnji gozd doživlja in preživlja veliko pritisko pri čemer njegov razvoj in celo obstoj ogrožajo ():

- onesnaženo in zastrupljeno ozračje
- sodobne bolezni gozdnega drevja in kalamitete škodljivih insektov
- požari, žled, sneg, strela, poplave, hudourniki, erozija in druge ujme
- gradnja gozdnih cest in vlak, daljinovodov, smučišč
- številne poškodbe drevja zaradi neustrezne rabe stroja
- prevelik stalež rastlinojede divjadi
- demografska eksplozija človeka
- prekomerna raba lesa, predvsem kot vir energije
- pogosto menjavanje metod gospodarjenja
- slabo načrtovanje.

Za naštetе dejavnike, ki prav gotovo usodno vplivajo na obstoj današnjega gozda, lahko ugotovimo, da razen naravnih ujm večino teh povzroča človek sam. Pri tem pomeni enega izmed negativnih posegov v gozd in pri tem tudi v samo hribino gotovo tudi neodgovorna in nestrokovna gradnja gozdnih prometnic, to je gozdnih cest in vlak.

Gozd prometnice ne potrebuje. Gradimo in uporabljamo jih predvsem mi, gozdarji, ki s takšnim gozdom gospodarimo. Pri tem je za racionalno gospodarjenje v gozdu seveda nujno potrebna ustrezna gostota posamezne vrste gozdnih prometnic, po katerih glede na zastavljene naloge, predvidene v gozdnogospodarskih načrtih, v določenih časovnih presledkih prihajamo v gozd. V kolikor so to zdravi in vitalni gozdovi, so naši prihodi in posegi v gozdu redki in neboleči. Žal pa je takšnih gozdov danes vse manj, pri tem pa nam kar pred očmi še naprej neusmiljeno propadajo.

Vedno bolj zastrupljeno označuje vse pogostejši vetrolomi, žledolomi, kalamitete posameznih sledljivcev, ..., redčijo naše gozdove, ki tako postajajo iz dneva v dan bolj prosvetljeni in nestabilni, vse več je sušic, razjajujejo se lesne zaloge, ... Tako poškodovani gozdovi tudi niso več sposobni opravljati svojih številnih funkcij, pri čemer pa je tudi gospodarjenje s talnimi gozdovi, če temu sploh še lahko rečemo gospodarjenje, vse prejšnje kot lahko. In vendar tudi tako poškodovani gozdovi zahtevajo naše nenehno prisotnost, pogosto ukrepanje in nadzor nad dogajanjem v gozdu in to na vsej svoji površini.

Brez ustrezne gostote gozdnih prometnic, so možnosti našega ukrepanja v tako propadajočih gozdovih skorajda nemogoče. Rednih sečenj je vse manj, zato v gozd prihajamo v glavnem le še po sušicah ter polomljena in izravana drevesa, ki jih lahko opazimo danes tu, jutri povsem drugod, ob tem pa skoraj brez možnosti lahko le opazujemo uničujoč proces, ki mu ni videti konca.

Gozdne prometnice, ki se kot žile prepletajo po gozdnem prostoru, so torej tudi v razmerah, kot jih preživlja današnji gozd nujno potrebne. Pa vendar moramo trenutno opustiti kakršnokoli misel o nadaljni vsakoletni izgradnji novih 100 in več kilometrov gozdnih cest in 1000 in več kilometrov gozdnih vlak. V kolikor je izgradnja posamezne gozdne prometnice v določenih primerih (žled, vetrolom, ...) kljub vsemu nujno potrebno, pa jo moramo izvesti kar najbolj strokovno in s čim manj negativnimi učinki za že tako osiromašen gozdni prostor.

Pestrim terenskim in sestojnim razmeram, ki karakterizirajo naš gozd, moramo prilagoditi tudi različne načine spravila gozdnih lesnih sortimentov, pri čemer nikakor ne smemo mimo uporabe različnih žičnih naprav, ki so v določenih razmerah prav gotovo ustreznije, kot spravilo z traktorji.

Najbolj pomembna naloga pa je predvsem ta, da že obstoječe omrežje gozdnih prometnic ohranimo v takem stanju, da nam bo zagotovljeno tudi pri ukrepanje v gozdu tudi ob presenečajočih narave, ki so vsaj dan bolj pogosta, žal pa tudi vsak dan bolj boleča.

10 TEHNOLOGIJA GRADNJE GOZDNIH PROMETNIC

Gradnja gozdnih prometnic predstavlja poseg v prostor, pri katerem nastane rana, ki je lahko majhna in jo narava sama dokaj hitro zaceli, lahko pa je to rana, katere posledice so vidne daljši čas. Tako se pri gradnji gozdnih prometnic v skalnatem terenu srečujemo s problemom drobljenja hribine, ki ga najpogosteje izvajamo z miniranjem z vsemi posledicami. Tudi odstranitev materiala pri sami gradnji spodnjega ustroja je bila do nedavna največkrat rešena kar s stranskim odrivom, pri čemer so bile predvsem v strmem skalnatem terenu neizbežne tudi dodatne poškodbe zaradi kotalenja materiala po pobočju. Vrsta poškodb, ki jih prinaša v gozd in gozdni prostor predvsem v točkah in strmih terenih sama gradnja gozdnih prometnic, nas vodi v razmišljanje, kako naj v bodoče sploh še gradimo, da omenjene poškodbe kolikor je le mogoče omilimo.

Da torej čim bolj zmanjšamo nezaželene učinke, ki jih prinaša gradnja gozdnih prometnic v gozd in gozdni prostor je nujno, da je že sama trasa primerno položena, predvsem pa prometnica ustrezno grajena. Ob tem, da imamo pri sami gradnji na razpolago vrsto različne mehanizacije, za katero pa vero, da njena uporaba povsod ni najbolj primerna, je nujno, da pri izbiri samega stroja poznamo njegove dobre in slabe strani, saj le na tok način lahko upamo, da bo takšna gradnja tudi uspešna.

Kot osnovni stroj za zemeljska dela se pri nas pri izvedbi spodnjega ustroja gozdne prometnice še vedno uporablja buldožer, ki pa ga vse pogosteje zamenjuje bager. Medtem, ko se število buldožerjev v zadnjih letih povečuje razmeroma počasi, pa število bagrov narašča vse hitreje, kar kaže na njegovo vse večjo uporabo (tabela 40)

Število buldožerjev in bagrov v lasti gozdno-gozdarskih organizacij Slovenije

Tabela 40

leto	Buldožer			Bager		
	število	moč (kW)	Opr. ure	število	moč (kW)	Opr. ure
1956	24	-	-	-	-	-
1968	15	-	-	-	-	-
1970	24	1.576	25.416	-	-	-
1971	27	1.750	32.804	-	-	-
1972	31	1.887	36.763	-	-	-
1976	45	2.934	44.129	1	41	-
1978	48	2.916	55.879	3	93	1.707
1980	51	3.803	55.856	6	375	6.172
1982	66	4.977	76.408	12	1.038	11.614
1984	68	5.508	78.783	17	1.345	14.472
1986	66	5.746	75.288	17	1.467	19.537
1988	72	5.544	80.131	21	1.940	25.524

Seveda moramo vedeti, da gre to le za številčno stanje imenovanih strojev, ki so v lasti gozdarskih delovnih organizacij, da pa je danes pri gradnji gozdnih prometnic dejansko število bagrov znatno večje. Tu gre predvsem za usluge drugih podjetij in privatnikov.

Gradnja gozdnih prometnic se danes vse bolj odmika v težke strme terene, kjer je uporaba bagra iz vidika varovanja okolja trenutno najprimernejša in v posameznih primerih edina se upravičena. Zastavlja se torej vprašanje, kdaj je pri takšni gradnji ustreznejša uporaba buldožerja in kdaj bagra, kakšna je najprimernejša tehnika dela in kakšne so prednosti uporabe enega ali drugega stroja.

10.1 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA IZBIRO STROJA

Uvajanje novih strojev pri gradnji gozdnih prometnic ima za posledico tudi spremembo tehnologije same gradnje, pri čemer je potrebno upoštevati predvsem dva glavna dejavnika in sicer naklon terena in vrsto hribine (5).

Vpliv nalkona terena na razmejitev področja dela buldoženja oziroma bagra

Glede na način gradnje gozdnih prometnic lahko rečemo, da na izbiro ustrezne tehnologije gradnje v največji meri vpliva naklon terena. Od nalkona terena je namreč odvisna količina izkopa, oblika cestnega telesa po izkopu, širina planuma v načrtu, širina celotnega cestnega telesa, višina in naklon odhopeno in nasipne brežine,...

Kot najpogostejša oblika prečnega profila gozdne prometnice v pobožju je mešani profil. Pri tem leži del prometnice v načrtih tleh, del pa v nasipu, s čimer pri sami gradnji v znatni meri zmanjšamo kubaturo izkopa in še vrsto drugih negativnih posledic same gradnje. Naša želja pri sami gradnji je namreč ta, da čim več materiala iz izkopa uporabimo za izvedbo nasipa (izkopana mas) seveda ob tem, da tak nasip še omogoča varno vožnjo, kar je odvisno predvsem od vrste tal in nalkona terena, pri čemer je stabilnost nasipa pri nalkonu terena nad 60% in ob neustrečni gradnji že celo vprašljiva. V takem primeru moramo os prometnice pomakniti bolj v pobožje, s čimer se poveča kubatura izkopanega materiala, s tem v zvezi pa tudi stroški same gradnje. Tudi material iz izkopa v takem primeru ne smemo enostavno odvriniti po pobožju navzdol, posebno ko gre za gradnjo v tudi hribini, saj se v takem primeru poškodbe na stoječem drevju neizogibne, kakšna pa je prihodnost tako poškodovanega sestojja pa vemo. Takšen način gradnje pa ne pomeni nevarnosti samo za gozd, temveč se pod tako grajeno prometnico pogosto nahajajo še drugi objekti, kot so cesta, naselje, železnica, ...).

Vidimo torej, da gradnja gozdnih prometnic v pobožju prinaša veliko negativnih posledic, zato lahko pri uporabi stroje za zemeljska dela glede na naklon terena napravimo sledeče omejitve.

Naklon terena do 45%

Tu gre v glavnem za gradnjo gozdnih prometnic v položnem do zmerne strmem terenu, kjer material iz izkopa ob prečnem odzivu še po nekaj metrih oblikuje stabilen nasip, saj še ne prihaja do kotaljenja materiala po pobožju. Kot osnovni stroj za zemeljska dela lahko tu brez večje nevarnosti uporabimo buldožer.

Naklon terena od 45 do 60%

V terenu z naklonom 45 do 60% pa zahteva gradnja gozdne prometnice še znatno bolj kontroliran premik materiala iz izkopa v nasip. Ob stranskem odzivu materiala iz izkopa se namreč ustrezen nasip oblikuje samostojno vse težje, vedno daljša je nasipna brežina, velika pa je tudi nevarnost, da se bo večji del materiala, posebno ob gradnji v trdi hribini in pri večjem naklonu, ustavil šele na dnu pobožja.

Kot najustreznajši stroj, ki nam pri gradnji gozdne prometnice omogoča kontroliran premik materiala iz izkopa v nasip, je pri nas trenutno vsekakor bager. Za razliko od buldožerja, ki svoje delo opravlja tako, da se premika po trasi sem ter tja in ob tem odziva material iz izkopa prečno v nasip, pa deluje bager v glavnem iz svojega stojišča, pri čemer s svojo dolgo gibljivo ročico in veliko močjo obvlada razmeroma široko delovno območje (skica 10).

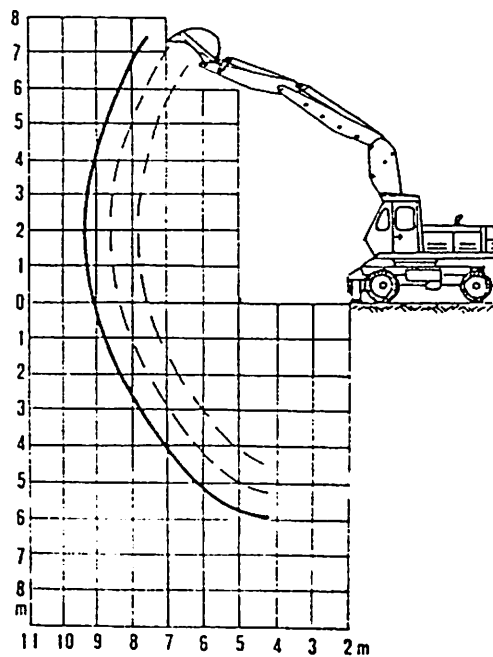
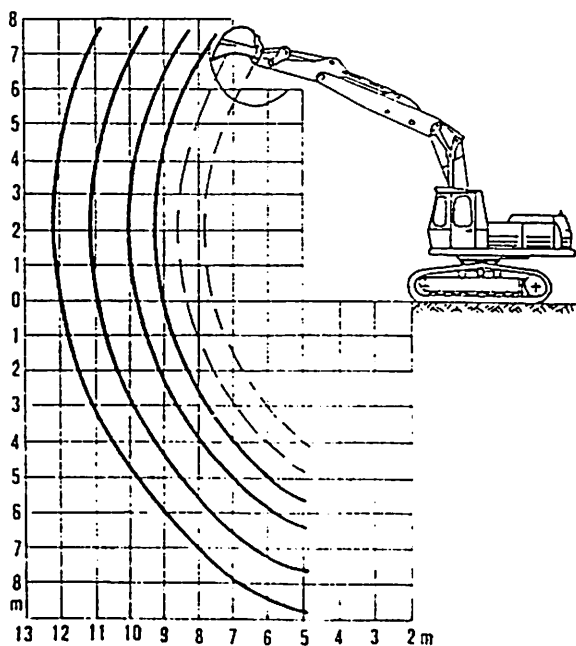
Bager tako lahko sam izkoplje material, ga nato lahko ali pa sam transportira, kontrolirano preloži ali vgradi, sortira, izkopava ponje na trasi, ... Mnogo bolj načrtno lahko tudi odlikuje odkopno in nasipno brežino, s čimer doseže pri presičnem transportu veliko izravnavo mas. Ob tem pri enaki širini plana bager v primerjavi z buldožerjem tudi manj zareže v pobočje, brežine so nižje, manjša je izguba gozdne površine, kar je v strmih terenu še kako pomembno.

Doseg ročice pri delu z bagrom Radoje Dakić

Skica 10

Goseničar
G-800 C

Kolesničar
G-600 B



Naklon terena nad 60%

Hribina z naklonom nad 60% predstavlja zelo strmo pobočje, kjer gradnja gozdne prometnice ob kakršnem koli nekontroliranem premiku materiala iz izkopa ni več opravičljiva. Razen v primeru predhodne izgradnje podpornega zidu je tu nemogoča izvedba stabilnega nasipa. Zaradi velikega naklona terena in kasnejše varne vožnje mora biti celotna trasa pomaknjena tudi v rešena tla, kar zahteva izkop in odvoz ogromne količine materiala.

V kolikor se torej že moramo odločiti za gradnjo prometnice v takšnem terenu je pri nas trenutno najprimernejši vsekakor bager, saj ob tem, ko lahko kontrolirano izvaja že sam izkop, lahko ves material sproti že tudi naklada na kamion za kasnejši odvoz. Seveda je odvoz materiala v nekaterih primerih potreben že pri nižjih naklonih terena, že posebno ko vrsta terena onemogoča izravnavo materiala iz izkopa z nasipom in s tem ustrezna tehnološka dela, že obstaja možnost večjih poškodb na gozdu, ali že so zahtevani kakšni izredno strogi varovalni ukrepi (naselje, železnica, cesta, ...).

Kot nam naklon terena pri gradnji gozdne prometnice omejuje uporabo določene tehnologije odnosno uporabo določene vrste stroja, tako nam naklon terena omejuje tudi upravičenost same gradnje. Področje z naklonom nad 70% namreč predstavlja mejo, po katerem razen v izjemnih primerih gozdne prometnice praviloma ne gradimo. V kolikor pa je takšna gradnja iz kateregakoli vzroka le potrebna, je nujen odvoz vsega izkopanega materiala.

Vrsta hribine in izbira ustrezne tehnologije gradnje

Vsekakor pa na izbiro ustrezne tehnologije gradnje gozdne prometnice v veliki meri vpliva tudi vrsta same hribine. Povsem drugače namreč poteka gradnja v mehki hribini, kjer celoten izkop materiala opravi ustrezen stroj za zemeljska dela brez predhod-

nega miniranja, medtem ko je predpogoj za izkop v trdi hribini nujno predhodno drobljenje, za kar so potrebni dodatni stroji, potrebna pa je tudi drugačna organizacija dela.

Izkop trde gornje promelnice v mehkem terenu razen v izjemnih primerih (slaba nosilna tla, plazovit teren, velik naklon, ...) ne predstavlja večjega problema. Ob tem je kot najprimernejši stroj za zemeljska dela v terenu do cca 45% vsekalor buldožer, medtem ko je pri večjih naklonih vsekalor primernejši ustrezen bager.

Povsem drugačna situacija pa nastopi tedaj, ko gre za izkop v trdi hribini, kjer brez predhodnega drobljenja same hribine ne gre. V tem primeru se namreč srečamo s problemom miniranja, torej uporabo razstreliva ter poškodbami in nevarnostmi, ki jih omenjeno delo prinaša. Vse to nas vodi v razmišljanje, na kakšen način eventualno zamenjati tudi omenjeno tehniko dela in s tem zmanjšati uporabo razstreliva na minimum.

Poleg klasičnega načina drobljenja trde hribine z uporabo razstreliva, pri čemer vrtanje minskih vrtilc zvalja vrsta ročnih vrstalcev z ročnimi kladivi ali z lafeto, se v novejšem času tudi na gornji cesti in vlaki vse pogostejše uporablja hidravlično udarno kladivo, ki omogoča takšen način drobljenja, pri katerem je uporaba razstreliva minimalno, v določenih primerih celo nepotrebna. Bistvo njegovega delovanja je v tem, da s posebno konico udarja po skali in jo na ta način tudi zdrobi. Velika prednost uporabe omenjenega kladiva je predvsem v tem, da predstavlja neke vrste priključek na bagru ali njemu podobnem stroju za zemeljska dela, da le ima ustrezne hidravlične karakteristike, katere potrebuje kladivo za normalno delovanje (hitrost pretoka olja pri maksimalnem tlaku, maksimalna obremenitev na najdaljši ročici, ...).

Na osnovi naših dosedanjih opazovanj lahko ugotovimo, da predstavlja uporaba bagra in hidravličnega kladiča takšno tehnološko gradnjo, kjer je celotno delo, to je drobljenje hrčbine in sam premik materiala, opravljeno najpogosteje z enim samim strojem in to brez večjih poškodb na sestoji in okolju. Dosedanji ustaljeni način gradnje s predhodnim miniranjem in s tem uporabo eksploziva namreč zahteva več različnih strojev, več vrtilcev, večje so poškodbe na gozdnem drevju in okolju, delo je naporno,....

Ko torej govorimo o prednostih uporabe hidravličnega kladiča moramo vedeti, da so poleg tehnološke prednosti le-te še:

- tehnološke in ergonomske prednosti: osvoboditev delavca ergonomsko najtežjega dela (vrtanja), ni prekomernih vibracij in ropota, zmanjšana je uporaba eksploziva in ob tem vrtanja (na določenih odsekih popolnoma), pri samem delu ni nikih presenečenj (drobljen material ostane na mestu), povečana je sigurnost samega dela, število strojev na gradbišču je minimalno, večji je izkoristek strojev (bager je popolnoma izkoriščen), za izurjenega strojarja je upravljanje enostavno, slabo vreme ni ovira.

- ekonomske prednosti: ni potrebna dodatna zaščita pomembnejših objektov (naselje, cesta, ...), manjši stroški nabave napram pnevmatskemu orodju, manjši stroški za osebne dohodke (manj ljudi), manjši skupni stroški zaradi manjšega števila strojev na gradbišču, večji izkoristek efektivnega časa (ni miniranja - ni umikanja strojev).

Seveda pa ima uporaba hidravličnega kladiča tudi določene pomanjkljivosti, saj je takšno kladičo neuporabno v primeru drobljenja zelo trde in slabo lomljive kamnine. Poleg tega, da je njegova nabavna vrednost silno visoka namreč zahteva za svoje normalno delovanje tudi zelo kvaliteten in dovolj močan bager, kajti v nasprotnem primeru so razne okvare in lomi na bagru malodane neizogibni ... Prve ocene tudi kažejo, da je uporaba

hidravličnega kladiva pri gradnji gozdne prometnice s planumom 3-4 m ob izkopu maksimalno do 4 m³/m' že racionalna, pri večjih izkopih pa ne več.

Pri gradnji gozdne prometnice - ceste, pa se na posameznih mestih srečamo tudi s problemom, kam z materialom iz izkopa, saj nam naklon terena in vrsta hribine onemogočata izvedbo nasipa. Prečni profil ceste iz oblike mešanega profila tako preide v obliko zaseka, pri čemer se celotna širina planuma pomakne v raščena tla, s tem pa se znatno poveča tudi kubatura samega izkopa. Dobimo torej veliko količino materiala, ki bi v primeru stranskega odnosa, posebno še, če gre za trdo hribino, na gozdnem drevju in okolju naredila dodatno škodo. Zaradi tega je edini še upravičen način takšne gradnje odvoz tako izkopanega materiala.

Za prevoz materiala iz izkopa pri omenjenem načinu gradnje lahko uporabimo vrsto različnih kamionov, ki nam jih ponuja težna avtomobilska industrija. Ob tem pa se pojavljajo težave pri samega nakladanju. Najustreznejši stroj za omenjeno opravilo pri nas je vsekakor bager, ki ob tem ko material izkoplje le-tega tudi naloži. Smo pa pri izbiri primernega bagra za takšno delo do neke mere omejeni. Pri gradnji gozdne prometnice v zelo strmih terenih (nad 60%) mora biti celotna trasa pomaknjena v raščena tla, kar je nujno za varno delo in kasnejšo varno vožnjo.

Kako globoko moramo pri sami gradnji prometnice v raščeno hribino, oziroma kako širok bo planum takšne prometnice, pa je v veliki meri odvisno tudi od konstrukcijske izvedbe samega bagra. Le-ta namreč potrebuje za svoje normalno delo določen delovni prostor, saj mora material, ki ga zajema z nakladalno žlico pri izkopu, prenesti na drugo stran, kjer stoji kamion. Pri tem mora s svojim zgornjim vrtljivim delom (vrtilno platformo) narediti obrat okoli osi minimalno za 180 stopinj. Glede na to, da imajo različne vrste bagerov omenjeno platformo oblikovano zelo različno, in da je del le-te pri nekaterih bagrih pomaknjen daleč nazaj, mora biti zato delovno območje stroja tako veliko,

da omogoča obrat najbolj oddaljene točke na neki platformi. Kako različno delovno širino potrebujejo nekateri bagri kažejo tudi številna merjenja. Tako potrebuje bager domače izdelave D-1000 HD (Radoje Dakić) za obrat zgornjega vrtljivega dela okoli osi za 180 stopinj, pri čemer je na eni strani kot ovirna vertikalna stena, drugo stran pa omejuje zunanji rob gosonice, od 4,4 do 4,6 metra, bager BGH 1000 D (14.oktobar) pa celo 5,0 metra. Za podoben obrat potrebujejo nekateri bagri tuje izdelave znatno manjšo širino, kot na primer Caterpillar 215 le 3,7 metra, RH 6 samo 3,8 metra, MF 450 D le 3,9 metra.

V primeru, ko nakladanje materiala z bagrom iz kakršnegakoli vzočka ni možno po spodnji strani (nad nasipno brežino), je možen način prenosa materiala tudi po zgornji strani, torej nad odkopno brežino, vendar je v primeru, ko ta ni previsoka (do cca 2,5 metra) in ko naklon terena ni prevelik (do cca 60%). Zaradi večje varnosti je takšno nakladanje predvsem pri večjem naklonu terena priporočljivo ob uporabi najkrajše ročice, saj je v tem primeru pot bremena najkrajša, boljši pa je tudi nadzor nad samim bremenom.

Seveda na širino planuma v razčlenih tleh pri omenjenem delu vpliva med drugim tudi to, kakšen bager je uporabljen, kolesnik ali goseničar. Res je pri kolesniku zgornji vrtljivi del (platforma) višje kot pri goseničarju, kar ima ob obratu le-te pri pravilni obliki odkopne brežine določeno prednost. Zahteva pa kolesnik v primerjavi z goseničarjem kar za cca 10-15% večjo širino zaradi stabilizacije samega stroja (), kar je v strmem terenu že tako pomembno. Ker pa ima delo z goseničarjem tudi vrsto drugih prednosti (ob premiku ni izgube zaradi ponovnega stabiliziranja stroja, tudi manjša neravnost ga ne ustavi, možnost dela ob vsaki vremenski situaciji, ...), je torej pri gradnji gozdne prometnice vsekakor primernejša uporaba bagra z goseničarja.

Vidimo torej, kako zelo pomembno je, kakšen bager imamo in kaj pri gradnji gozdne prometnice, v kolikor želimo, da bo naš poseg v hribino čim manjši ob že normalnem in varnem delu samega stroja. Pri tem pa se moramo vselej tudi zavedati, da nam že tako idealen stroj na terenu ne pomeni veliko, v kolikor z njim ne upravlja vesten strojnik.

Pri gradnji gozdnih prometnic se tudi pri nas kot osnovni stroj za zemeljska dela vse pogosteje uporablja bager, zaradi česar nas seveda zanima koliko takšna gradnja stane. Kljub temu, da je od uporabe prvega bagra pri nas preteklo že 14 let lahko rečemo, da njegova uporaba pridobiva na pomenu predvsem v nekaj zadnjih letih, ko se gradnja gozdnih prometnic vse bolj odraža na strmih skalnih pobočjih, pri čemer je vse večji poudarek tudi na samem varovanju okolja. Glede na to, da je tehnika dela s omenjenim strojem pri nas v glavnem šele v proučevanju, poleg tega pa je tudi zelo težko dati odgovor v nekih konkretnih vrednostih, saj moramo pri vsem tem upoštevati tudi številne druge dejavnike (škoda zaradi gradnje, tehnika dela, ...), ki pa jih zelo težko ovrednotimo, nekih natančnejših podatkov o stroških takšne gradnje se nimamo. Lahko pa v zvezi z delom bagra v primerjavi z buldožerjem (primerjava izkopa po m³) damo približno oceno stroškov takšne gradnje. Na osnovi podatkov o stroških gradnje po posameznih gozdnih gospodarstvih namreč ugotavljamo, da je gradnja z bagrom v strmem terenu (naklon do cca 40%) in mehli hribini za 20-40% dražja od gradnje z buldožerjem (v primerjavi so vrsti stroji približno iste moči).

Je pa tehnologija gradnje gozdnih prometnic z bagrom v svetu, predvsem v Avstriji in Švici, še znatno bolj poznana. Pri tem dajejo različni avtorji, na osnovi dolgoletnih izkušenj, glede omenjenega načina gradnje že tudi svoje ugotovitve.

B. NEUBER (5) ugotavlja, da je gradnja z bagrom (primerjava dela izkopa po m³), v položnejšem terenu za 15-20% dražja od običajne gradnje z buldožerjem. Za gradnjo v strmem terenu pa smatra, da

je z bagrom ugodnejša, se upoštevamo, da leta ne povzročata večjih škod. Tudi avtor pa med drugim tudi navaja, da je gradnja v primeru odvoza materiala kar za 50-100 % dražja, od gradnje, ko bager material iz izkopa vgrajuje v nesipno brežino.

Fl. GORTON (21) med drugim ugotavlja, da se v primeru gradnje v zelo strmih terenu (nad 70%), bager je potreben odvoz celotnega materiala iz izkopa, povečanje stroškov takšne gradnje giblje kar od 50 pa tja do 400%.

Navedene podatke seveda ne moremo prenašati k nam, saj gre za delo v povsem drugačnih razmerah. Pa vendar iz njih je lahko razbereno posamezne prednosti uporabe bagra in s tem nadaljno smer razvoja gozdnega gradbeništva.

10.2 TEHNIKA GRADNJE GOZDNE CESTE Z BAGROM

Predpogoj za uspešnost gradnje gozdne prometnice torej predstavlja uporabo ustreznega stroja in ob tem pravilne tehnike dela. Le na ta način namreč lahko izkoristimo prednosti, ki jih takšno delo prinaša. Ob tem pa moramo seveda vedeti, da na uspešnost takšne gradnje deluje tudi vrsta dejavnikov, na katere v določenem primeru lahko, na nekatere pa tudi ne moremo vplivati. Glede na to, da se danes pri gradnji gozdnih prometnic (cest in vlač) tudi pri nas že vse pogosteje uporablja bager, je prav, da si na kratko ogledamo tudi samo tehniko dela, ki je podrobneje že obdelana v posebni študiji (5).

Celotno tehniko dela z bagrom pri gradnji gozdne ceste lahko razdelimo v 5 faz.

Faza 1: odstranitev lesa iz trase

V kolikor iz kakršnegakoli vzroka podrti drevje (sortimenti) na trasi ni odstranjeno, in da pri sami gradnji prometnice ne pride do nepotrebnege zasipavanja ali zdrsa vrednejših sortimentov po

pobočju, si strojni pomaga na ta način, da pripravi posamezne dele drevesa z verigo na za to pripravljeno žlijunsko nakladalno žlico, in jih prenese na ustrezno mesto na rob že zgrajenega dela ceste. Na ta način lahko bager pobere les tudi do 12 metrov daleč, kar mu omogoča njegova izredno dolga ročica.

Faza 2: Odstranitev vejevja panjev humusa

Po odstranitvi lesa, uporabnega za nadaljno posadilno, ostanejo na trasi veje in drugi tanjši odpadki, ki jih nato bager s svojo nakladalno žlico preloži na spodnjo rob nasipne brežine in s tem naredi zaščitno pregrado za gozd pod cesto. V to pregrado preloži tudi ves ostali material, ki ne sme v sam nasip, izkopane panje pa nato položi preko pregrade in jo s tem še dodatno utrdi. Na celotnem profilu nato odstrani travno rušo in humus in ju polaga odnosno posipava po že zgrajeni nasipni brežini ali prelaga na ustrezno mesto za kasnejšo ureditev brežine. V samem nasipu je namreč lahko prisotna le manjša količina humusa.

Faza 3: Izkop jarka - pete nasipa

Na dnu bodoče nasipne brežine bager izkoplje oca 1 do 1,5 metrov širok jarek - peto nasipa, pri čemer izkopani material odlaga za predhodno narejeno zaščitno pregrado iz vejevja, panjev, ..., s čimer si znatno poveča koristno širino samega jarka. Izgradnja pete nasipa je seveda racionalna le v primeru, ko gre za gradnjo prometnice v mehki hribini.

Faza 4: Izvedba nasipa

Material iz izkopa nato bager prelaga najprej v jarek - peto nasipa, na katerem nato gradi ostali del nasipa. V kolikor se med materialom iz izkopa pojavlja tudi kamenje, polaga v podnožje nasipa najprej večje kose, nanje pa nato nalaga drobnejši material. Ob izvedbi pete nasipa, ki nam omogoča izgradnjo stabilnega nasipa (odvisno od vrste hribine in naklona terena),

nao za ceste ni potrebno toliko premakniti, samo položje kot vilen, s čimer se znatno zmanjša sama kubatura izkopa. V kolikor vsega materiala iz izkopa ni mogoče vgraditi v sam nasip, je pa mogoče odvoz, strojniki lahko izmenoma gradi nasip in višek materiala nakiada na kamion. Z bagrom grajen prečni profil je prikazan na skici 11.

Faza 5: Zaključna dela

Med važnejša zaključna dela, ki jih na gozdni cesti opravi bager, sodijo izravnavo planuma, ureditev odkopne in nasipne brežine in ureditev odvodnjavanja. Ob spretnem strojniku za izravnavo planuma tudi ni več potreben dodaten stroj (buldožer), temveč omenjeno delo opravi strojniki z bagrom odnosno njegovo zelo gibljivo ročico. Tudi za ureditev brežin je najustreznejši bager, saj mu dolga in gibljiva ročica omogoča velike manevrske sposobnosti. Le-te s pridom izkorišča pri dokončnem oblikovanju odkopne in nasipne brežine, ureditvi zgornjega roba odkopne brežine, ki je najpogostejši vzrok zasipanja koritnice, jarka, jaška, posipavanju nasipne brežine s humusom, Brez bagra si v današnjem času na gozdni cesti ne moremo zamisljati tudi ureditve odvodnjavanja, to je izkopa jarkov, propustov, ... , ki odločilno vplivajo na stanje odnosno kvaliteto same prometnice po gradnji, posebno ko gre za prometnico grajeno v erodibilnem področju.

Izmed treh osnovnih vidikov (tehnični, ekonomski, ekološki), s katerimi se srečujemo pri gradnji gozdnih prometnic, predstavlja velik problem predvsem zadnji ekološki vidik, kateremu moramo prilagoditi tudi samo tehnologijo gradnje. Lahko trdimo, da je za gradnjo gozdne prometnice v strmih terenu kot najustrežnejši stroj trenutno vsekakor bager, pri čemer ima gradnja z bagrom v primerjavi z buldožerjem vrsto prednosti, od katerih določene ne moremo podati z nekimi konkretnimi vrednostmi. Tu so mišljene predvsem poškodbe na sestoji in krajini, kjer trenutno edino pravilna uporaba bagra omogoča takšen način gradnje, kjer so le-te zares minimalne. Ob takšni gradnji je znatno manjši tudi poseg v raščeno hrabino, material iz izkopa bager kontrolirano preklada na ustrezna mesta, Veliko prednost pomeni tudi uporaba bagra in hidravličnega udarnega kladiča kot stroja za drobljenje tede hrabine, tako da lahko v veliki meri obvarujemo sestoj pred negativnimi posledicami, kakršne prinaša drobljenje hrabine z uporabo razstreliva.

Gozdna gospodarstva v Sloveniji torej gradijo gozdne prometnice (gozdne ceste in vlake) na zelo različne načine. Pri tem nam že znane in uporabljene tehnologije omogočajo izgradnjo imenovanih prometnic tako rekoč na vseh terenih z gospodarskim gozdom. Tehnoloških ovir torej ni, vendar pa je poseg toliko zahtevnejši, kolikor težji je teren, z zahtevnostjo pa se najpogosteje stopnjujejo tudi ekološke poškodbe. Da se torej čim bolj izognemo različnim možnim poškodbam, ki jih v gozd in gozdni prostor prinaša gradnja gozdnih prometnic, moramo biti zelo previdni predvsem pri izbiri najustrežnejše tehnologije gradnje, ki jo nameravamo uporabiti pri sami gradnji.

Vedeti pa moramo, da se kot osnovni člen omenjenega dela pojavlja človek in da je predvsem od njega odvisno, kakšna bo kvaliteta celotne gradnje. Zaradi tega moramo ob uporabi kakršnekoli tehnologije gradnje gozdne prometnice težiti za tem, da bo na ustreznem stroju zaposlen ustrezno izvežban in predvsem vester strojnik.

11 UGOTOVITVE

Gozdne prometnice, to so gozdne ceste, vlake in bližnice, omogočajo vsestransko rabo gozdnega prostora. Prilagodijo pa takšne prometnice v gozni prostor tudi številne negativne učinke, zaradi česar moramo biti že pri njihovem načrtovanju, gradnji, kot tudi kasnejšem vzdrževanju zelo previdni. Iz raziskave, ki temelji na analizi stanja že zgrajenih gozdnih cest in vlak, povzemanemo naslednje važnejše ugotovitve.

Gozdne ceste: ugotovitve slonijo na osnovi analiziranih 189.854 metrov gozdnih cest, 730 analiziranih prečnih profilih, starosti gradenj od dveh do dvajsetih let.

- Od skupno 730 slučajno izbranih in analiziranih prečnih profilov ima kar 694 profilov (95%) obliko mešanega profila, kar kaže, da se z gradnjo gozdnih cest kar najbolj prilagajamo oblikovitosti terena.

- Vozišče gozdne ceste po več letih dobi svojo obliko in je v povprečju široko od 2.8 do 3.0 metra (v premi), kar dokazuje, da gozdne ceste na splošno niso preširoke. Zaradi korženitev v krivinah se povprečna širina vozišča lahko poveča tudi do 15%.

- Način odvodnjavanja je najpogosteje urejen z izgradnjo koritnice, ki je v povprečju za okrog 30% ožja od jarka in meri od 0.6 do 0.8 metra. V strmih in erozijsko občutljivih terenih je nujen celovit in dobro vzdrževan sistem odvodnjavanja.

- Širina cestnega telesa gozdne ceste se v povprečju giblje od 6.2 do 10.1 metra (v trdi hribini od 6.2 do 8.9 metra, v mehki hribini od 6.8 do 10.1 metra). Omenjena širina je odvisna predvsem od naklona terena, vrste hribine, kot tudi od uporabljene tehnologije gradnje same prometnice.

- Od skupne širine izsekanega pasu gozda (povprečno 3.9 metra), ki ga izsekamo zaradi gozdne ceste pomeni trajno izgubo proizvodne površine gozda le okoli 50% skupne širine takšnega izseka, kar pomeni pri današnji gostoti gozdnih cest (14.6 m/ha) le okoli 0.7% skupne gozdne površine, pri predvideni optimalni gostoti

(255a/ha) pa le okoli 1.1% skupne površine gozda. Izredno agresivna gozdna vegetacija še v dobrih petnajstih letih po gradnji zarasle posamezne gole površine, ki so nastale pri sami gradnji gozdne prometnice.

- Pri današnji gostoti gozdnih cest (14.6 m/ha) je lesnoproizvodna površina gospodarskih gozdov manjša za 0.9%, pri predvideni gostoti 25 m/ha bi to pomenilo le 1.5% lesnoproizvodne površine, kar po ugotovitvah KRAMERJA (33) pomeni manj kot 1% izgube na prirastku lesa.

- Na 189.854 m analiziranih gozdnih cest smo ugotovili 520 izjemnih profilov (51 obračališč, 389 izogibališč, 31 usadov, 22 frat, 9 peskokopov, 11 sten), pri čemer posamezni imenovani profili dodatno zmanjšujejo proizvodno površino gozda.

- Erozija na gozdnih cestah je minimalna in je prisotna le na slabo vzdrževanih cestah, zgrajenih v strmih terenih (naklon nad 50%) in pri podolžnem naklonu vozišča nad 7%. Gubešen material s prometnice razen v izjemnih primerih ostaja v gozdu.

Vlake: Skupno je bilo analiziranih 64 vlak v dolžini 21.685 metrov in pri tem podrobno analizirano 300 prečnih profilov. Starost zgrajenih vlak je bila od 2 do 10 let.

- Zaradi vlake izsekamo pas gozda, ki je v povprečju širok od 3.5 do 4.2 m in ne pomeni trajnega zmanjšanja proizvodne površine gozda. Prirastek posekanih dreves prevzamejo robna drevesa tik ob vlaki.

- Povprečna širina planuma vlake je neglede na naklon terena in vrsto hribine približno enaka in znaša od 1.8 do 2.0 m.

- Povprečna širina vlake se giblje od 2.9 do 4.3 m in je odvisna tako od naklona terena kot tudi od vrste hribine, v kateri je zgrajena. Na širino vlake odločilno vplivata tudi vrsta pravičnega sredstva in tehnologija gradnje imenovane prometnice.

- Podolžni naklon planuma vlake je najpogosteje večji od podolžnega naklona planuma gozdne ceste in se giblje v povprečju od 6 pa do 14%. Večji podolžni naklon je poleg vrste in stanja hribine tudi vzrok za pogostejšo prisotnost erozije materiala na planumu vlake.

- V labilnih terenih (tonalit, skril, fliš, ...) erozija lahko poškoduje tudi do 25% skupne dolžine prometnice pri čemer odnežen material najpogosteje ostane v gozdu (na vlaki, med gozdnim drevjem, na gozdni cesti, ...). Le izjemoma, ko vlaka prečka potok, večji vodni izvir, hudournik, ..., nam voda lahko odnese manjšo količino materiala tudi izven gozda.

Novogradnje (predvsem gozdne ceste) naj bodo načrtovane predvsem v mlajših razvojnih fazah gozdnih sestojev, saj se takšni sestoji neprimerno hitreje prilagajajo spremembam, ki jih v gozdu povzroča gradnja posamezne prometnice. Naklon terena, pri katerem se še odločamo za gradnjo gozdne ceste naj, razen v izjemnih razmerah, ne presega 70%, pri čemer naj bo uporabljena takšna tehnologija gradnje, ki najbolj obvaruje gozd in okolje (trenutno gradnja z bagrom). Vsekakor pa v zelo strmih terenih ne smemo pozabiti na uporabo gozdne prometnice - žičnice, ki je danes v svetu še močno uveljavljena.

12 ZAKLJUČEK

Gozdna prometnica pomeni temelj za vsakršno smoteno gospodarjenje z gozdovi in lot taka omogoča obvladovanje reliefno zelo naribanega gozdnega prostora. Odpiranje gozdov z gozdnimi prometnicami, to je gradnja gozdnih cest in vtiak, ter proces pridobivanja lesa, pa povzročajo na gozdnem drevju in tleh številne različne poškodbe, ki se jim skorajda ne moremo izogniti. V kolikor so poškodbe, ob pravilnem načrtovanju, vodenju in spremljanju tehničnih posegov v gozd minimalne, jih gozd kot živ organizem najpogosteje preboli brez večjih negativnih posledic. V kolikor pa so poškodbe številnejše in težje, in ko so poškodovana tudi drevesa, ki so izbrana kot nosilci bodočih gozdnogojitvenih funkcij sestoja, pa je na ta način lahko močno prizadeta tudi vitalnost in s tem stabilnost bodočega sestoja. Zaradi tega moramo pri naših posegih v gozdnem prostoru poleg tehniško-ekonomskih načel, nujno upoštevati tudi ekološko-biološke načela, ki pogojujejo določeno ravnotežje celotnega gozdnega ekosistema.

Kako torej uskalditi nasprotujoča si človeška nagnenja in miselnost, je osnovni problem današnje ekologije. Tega ne bodo rešili niti brezbržni, še manj ekstremisti, kajti osnovno v naravi je ravnotežje. Nespametno je zato dolžiti civilizacijo, znanost, gospodarstvo in tehnologijo, kajti vse bomo močno potrebovali v naporih za rešitev in izboljšanje za življenje tako zelo važnega okolja z gozdovi vred.

Gozd je ogrožen o tem ni dvoma, zato vsi vsak po svojih močeh, storimo vse, da bi z njim ravnali tako, kot si zasluži če hočemo, da bo še naprej rezervar za vodo, filter za zrak, življenjski prostor divjadi, rekreacijski prostor človeka, ..., kajti v poruženem okolju ni človekove prihodnosti.

13 VIRI

1. AGREN A.: Produktionsverluste in Durchforstungsbestaenden. Die Folge der modernen Ruecketechnik.
2. ANKO, B.: Izbrana poglavja iz krajinske ekologije. Univerza Edvarda Kardelja, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 1987, skripta.
3. ANKO, B.: Perspektiva našega razvoja na področju splošno koristnih funkcij gozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, št.26, 1984.
4. BACKHAUS, G.: Analyse der Baumverletzungen beim Ruecken von Buchen - industrieholz in langer Form. Allgemeine Forstzeitschrift, št. 20, 1971.
5. BITENC, B.: Kdaj uporabiti buldozer in kdaj bager pri gradnji gozdnih cest, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1986.
6. BITENC, B.: Ugotavljanje vpliva gozdnih prometnic na gozdni prostor, Gozdarski vestnik, št. 6, Ljubljana, 1988.
7. BITENC, B., POTOČNIK, J.: Odvisnost širine cestnega telesa od naklona terena in vrste kamnine. Gozdarski vestnik, št.10, Ljubljana, 1989.
8. BITENC, B.: Drobilec KIRFY tudi na gozdni cesti. Gozdarski vestnik, št.4, Ljubljana, 1990.
9. BOJANIN, S.: Problematika finog otvaranja sastojina s oevrtov na klasifikacijo terena. Mehanizacija žumarstva, št. 6, 1981.
10. BUTURA, A.: SCHWAGER, G.: Holzernteschaeden in Durchforstungsbestaenden, Berichte Nr. 288. Eidgenoessische Anstalt fuer das forstliche Versuchswessen. CH 8903 Birmensdorf, 1986.
11. DOBRE, A.: Izkop trase gozdne ceste v tedi hribini, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1974.
12. DOBRE, A.: Nove naloge gozdnih prometnic. Sodobno kmetijstvo, št. 9, 1974.
13. DOBRE, A.: Oblikovanje krivin glede na prevoz dolgega lesa, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1977.

14. DOBRE, A.: Oblikovanje cestnega telesa in ozelenitev brozin pri gradnji gozdnih cest. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1978.
15. DOBRE, A.: Širina izsekanega pasu gozda na trasi gozdne ceste. Sodobno kmetijstvo, št. 7-8, 1980.
16. DOBRE, A.: Gradnja gozdnih vlak v Sloveniji. Gozdarski vestnik, št. 10, 1984.
17. DOBRE, A.: Problemi odpiranja gorskih gozdov s cestami. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1985.
18. DOBRE, A.: Obremenitev slovenskih gozdov z infrastrukturnimi objekti. Stabilnost gozda v Sloveniji - zbornik, Ljubljana, 1985.
19. DOBRE, A.: Izgradnja žumskih putova u predjelima, gdje se primjenjuju žičane. Mehanizacija žumarstva, št. 3-4, 1987.
20. FIRST, F.: Gozdarstvo v Zvezni republiki Nemčiji. Vesti, št. 2, 1989.
21. GORTON, F.: Praxis und Kosten einer landschaftsschonender Bauausführung von Forststrassen. Allgemeine forstzeitung, 1985, št. 8.
22. GREGORIČ, A.: Uporaba stroja in njegov vpliv na dinarski jelov-bukov gozd., Ljubljana, 1990, dokopis.
23. GREGORIČ, V.: Geologija za agronome in gozdarje. Ljubljana, 1979, skripta.
24. HILDEBRAND, E.E., WIEBEL, M.: Zur Bedeutung des Bodenwassergehaltes von Feinlehmstandorten bei Entstehung von Bodenschäden durch Befahrung. Allgemeine Forstzeitschrift, št. 25-26, 1986.
25. IVANEK, F.: Vrednotenje poškodb pri spravilu lesa v gozdovih na Pohorju. Strokovna in znanstvena dela, št. 51, Ljubljana, 1976.
26. JUŽNIČ, B.: Poškodbe pri sečnji in spravilu lesa v bukovih drogovnjakih. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 1984.
27. KALAN, J.: Skupine kamnin kot kriterij za izbiro raziskovalnih modelov. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1987.

28. KALAN, J.: Vpliv gozdnih prometnic na gozd in gozdni prostor. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1987.
29. KLEMENČIČ, I.: Stičnice in njihov pomen pri gradnji gozdnih cest. Gozdarski vestnik, 1961, str. 65.
30. KOŠIR, B.: Sekundarno odpiranje in sekundarne prometnice. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1985.
31. KOŠIR, B., DOBRE, A., MEDVED, M.: Stanje mehanizacije ter storilnosti in izkoriščanja delovnega časa delavcev v neposredni proizvodnji gozdarstva SR Slovenije konec leta 1988. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1989.
32. KOŠIR, B.: Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 1975.
33. KRAMER, N.: Wegebreite und Zuwachs im angrenzenden Bestand, Allgemeine Forstzeitschrift, št. 6, 1958.
34. LEIBUNDSUT, H.: Integrale Walderschliessung. Forstwissenschaftliches Centralblatt, št. 3, 1971.
35. MLINŠEK, D.: O škodljivih vplivih gozdnega gospodarstva na okolje. Gozdarski vestnik, št. 4, 1979.
36. MOISES, J.: Erinnerungen an die Frühzeit des mechanisierten Wegebaues in der Steiermark. Allgemeine Forstzeitung, št. 3, 1973.
37. MUŠIČ, J.: Problem odpiranja gozdov z gozdnimi vlakami na kranjskem gozdnogospodarskem območju. Gozdarski vestnik, št. 10, Ljubljana, 1984.
38. NEUBER, B.: Pfléglicher Forstwegebau im steilen und felsigen Terrain. Allgemeine Forstzeitung, 1977, št. 8.
39. NEUBER, B.: Landschaftsgerechter Forststrassenbau in Gebirge. Internationaler Holzmarkt, 1980, št. 11.
40. PESTAL, E.: Gozdne škode, ki jih povzročajo zgibni traktorji in njihovo preprečevanje. Gozdarski vestnik, št. 7-8, Ljubljana, 1970.
41. PINTAR, J.: Povirja voda (I. in II. del). Vodogradbeni inštitut, Ljubljana, 1982.

40. BURJANČEK, T.: Poslednje ter. probleme varstva tal in talnih virov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, št. 19, 1981.
41. REZINA, F.: Vlaki v gozdu. Gozdarski vestnik, št. 9, Ljubljana, 1979.
42. REZINA, F.: Koliko naj bo razdalja zbiranja. Gozdarski vestnik, št. 10, Ljubljana, 1984.
43. REZINA, F.: Optimalna gostota vlak. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 1984.
44. STEITZ, J.: Če več letastrof v alpskem prostoru. Gozdarski vestnik, št. 4, 1989.
45. STEINLIN, H.: Die Fenerschließung von Beständen mit Ruckegassen. Forsttechnische Informationen, Mainz, št. 10, 1983.
46. SWIFT, L. A.: Gravel and Grass Surfacing Reduces Soil Loss From Mountain Roads. Forest Science, št. 3, 1966.
47. TRAFELA, F.: Vpliv izgradnje gozdnih prometnic na proizvodnjo v gozdu. Univerza E. Kardelja, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 1986.
48. TRZESNIČEWI, A.: Logging in the Mountains of Central Europe. FAO, Rome, 1978.
49. VENCUST, F.: Izkušnje pri izgradnji traktorjskih vlak na visokem krogu Posočjanskega gozdnogospodarskega območja. Gozdarski vestnik, št. 10, Ljubljana, 1984.
50. VIDIC, J.: Ogrožene živalske vrste in njihovi habitati v gozdu. VTOZE za gozdarstvo BF, Ljubljana, 1986.
51. ZUPANČIČ, M.: Gozdni rob. Sodobno kmetijstvo, št. 1, 1977.
52. ŽABAR, Z.: Poslednje dravja ob vlakih pri spravilu različno dolgega lesa z IMT 550. Biotehniška fakulteta VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana 1982.
53. GERINI, R.: Projektiranje ceste in varstvo talja. Gozdarski vestnik, št. 6, 1975.
54. WAESTERLUND, L.: Skelet žumskog tla - omejujući činitelj prijenosa sila sa žumskih strojeva na podlogu. Šumski fakultet, Zagreb, 1988.
55. WINKLER, I.: Bodoči razvoj gozdarstva v Sloveniji. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 1987.