

Oxf. 383.1

DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ELEMENTE PREČNEGA PREREZA
GOZDNE CESTE

Mag. Andrej DOBRE, dipl.inž.gozd.
višji raziskovalni sodelavec
Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana
61000 LJUBLJANA, Večna pot 2, YU

Izvleček:

Dobre A.: Dejavniki, ki vplivajo na elemente prečnega prereza
gozdne ceste

V raziskavi je proučeno vprašanje, kako oblikovati telo gozdne ceste v prečnem prerezu, da bo zagotovljena potrebna stabilnost vozišča in brežin. V ta namen so proučeni osnovni dejavniki, ki vplivajo na širino vozišča (vpliv prometa, stabilnost ceste, gospodarnost gradnje) ter širino planuma. Nadalje so obdelani elementi odkopne in nasipne brežine. Kot vzporedno vprašanje je obravnavana širina pasu posekanega gozda zaradi trase.

Synopsis:

Dobre A.: Factors influencing the elements of the cross-section of
a forest road

The author studied the problem of forming the body of a forest road in the cross-section to guarantee the necessary stability of the road surface, and scarps. For this purpose the basic factors have been analyzed influencing the width of the road (traffic, stability, construction economics) and the width of the planum. Further, the elements of the dug-off and put-on scarps have been dealt with, and, as a parallel problem, the width of the forest belt cut off along the road line.

VSEBINA

IZVLEČEK IN SYNOPSIS

1. UVOD	8
2. METODIKA PROUČEVANJA	8
3. ELEMENTI PREČNEGA PREREZA GOZDNE CESTE	10
3.1. ŠIRINA VOZIŠČA	10
3.1.1. Širina vozišča v krivini	15
3.2. ŠIRINA PLANUMA	15
3.3. ŠIRINA CESTNEGA TELESA	21
3.3.1. Elementi odkopne brežine	21
3.3.2. Elementi nasipne brežine	28
3.3.3. Dejanska širina cestnega telesa	30
3.4. ŠIRINA IZSEKANEGA PASU GOZDA	34
4. POVZETEK GLAVNIH UGOTOVITEV	38
5. LITERATURA IN VIRI	40
6. POJMOVNO KAZALO	42

1. UVOD

Pri gradnji gozdnih prometnic prihaja v zadnjem obdobju do precejšnjih sprememb. Te spremembe izhajajo iz zahtev, ki jih postavlja današnji in bodoči promet v gozdu, današnja tehnika same gradnje prometnic ter večja zavzetost javnosti za varovanje naravnega okolja.

Prevoz dolgega lesa s težkimi vozili zahteva od gozdne ceste bolj izravnanost elemente, večjo širino, predvsem pa večjo stabilnost vozišča. Vse te zahteve narekujejo drugačen potek trase po razgibanem terenu in globlji položitev vozišča v sam teren. Zaradi takega položaja trase prihaja pri gradnji do večjih premikov zemeljskih mas, na pobočju nastajajo višje odkopne in nasipne brežine, s tem pa obsežnejše gole površine, izpostavljene razdrtnim silam erozije. Tudi tehnologija gradnje gozdnih cest, ki se na splošno danes še uporablja pri nas, ni naklonjena ozkim trasam in lepo oblikovanemu cestnemu telesu. Pri uporabi težkih strojev z veliko zmogljivostjo je večji poudarek na količini opravljenega dela, žal pa premalo na kakovosti. Kot posledica hitrega napredovanja gradnje pogosto ostaja cestno telo nepravilno oblikovano, neprilagojeno naravnim danostim, kar povzroča kasnejše večje vzdrževalne stroške in zelo počasno naravno saniranje brežin z vsemi neugodnimi posledicami.

S pričujočim prispevkom želimo podati nekatere ugotovitve, kako naj oblikujemo telo gozdne ceste v prečnem prerezu, da bo zagotovljena stabilnost vozišča in brežin ter da bomo pri tem kar najmanj posegli v gozdni prostor. Tematika je zelo obsežna, ker zajema številne probleme, ki se med seboj prepletajo.

2. METODIKA PROUČEVANJA

Za potrebe obravnavane raziskave je bila pripravljena metodika dela, ki je prilagojena namenu in smotrom v naprej postavljeni nalogi. V literaturi nismo zasledili nekih izdelanih metod za proučevanje elementov cestnega telesa na gozdnih cestah.

Za proučitev obravnavane tematike smo na terenu izbrali 4 trase gozdnih cest, ki smo jih uporabili kot stalne objekte proučevanja. Poleg sistematičnih meritev na teh večjih objektih smo posamezne podatke zbirali tudi z občasnimi meritvami na različnih trasah gozdnih prometnic v Sloveniji.

Objekti so bili izbrani po naslednjih kriterijih:

- dovolj velika pestrost hribine, ki je značilna za globino do 3 m v gričevnatem in predgorskem svetu;
- talna podlaga naj zajema karbonatna in kislata tla;
- teren naj po svoji razgibanosti zajema poprečne razmere, ki so značilne za gradnjo gozdnih cest v pretežnem delu Slovenije.

Na trasi opazovanih objektov smo vse želene podatke zbirali na posameznih prečnih profilih. Prečni profili so bili izbrani na značilnih lomih terena in na značilnih oblikah brežin. Največkrat so bili prečni profili izbrani na istem mestu kot so bili izbrani že pri zakoličevanju trase, saj smo tako najlažje primerjali podatke z glavnim projektom. Prečni profili so tako v statističnem smislu predstavljali vzorce za zbiranje terenskih podatkov.

Za zbiranje podatkov na posameznem profilu je bil izdelan snemalni list, ki je zajemal naslednje informacije:

- oznaka objekta in številka profila
- lega profila:
 - ekspozicija
 - nadmorska višina
 - terenska oblika
 - naklon pobočja
- geološka podlaga
- vodni režim :
 - propustnost tal
 - vodno zaledje
- elementi prečnega profila
 - planum :
 - širina
 - odkopna brežina:
 - osnovni naklon
 - poševna višina
 - koordinate profila
 - pedološki opis tal
 - stabilnost brežine
 - nasipna brežina:
 - naklon
 - poševna širina
 - sestava materiala

Pojasnilo k nekaterim informacijam:

- terenska oblika: osnovna oblika pobočja, na katerem se nahaja profil (osnovne oblike so: ravno pobočje, konveksno in konkavno)
- elementi prečnega profila: pedološki opis tal, stabilnost brežine, sestava hribine zajema opis poprečnega stanja na profilu, ki ga zajema pas širok 1 m.
Za stabilno brežino smo označevali tisto stanje na brežini, ko ni bilo opaziti posledic erozije, oziroma erozija ni ovirala ozelenitve in material ni zasipoval vznožja brežine.

Poleg meritev na terenu smo za 3 objekte proučili še nekatere podatke iz glavnih projektov zaradi primerjave, kolikšna so odstopanja podatkov v projektu od dejanskega stanja po izgradnji. Iz glavnih projektov smo analizirali naslednje podatke: naklon terena, širino planuma, naklone odkopnih in nasipnih brežin, višino odkopnih ter poševno širino nasipnih brežin.

3. ELEMENTI PREČNEGA PREREZA GOZDNE CESTE

Kadar hočemo pravilno oblikovati konstrukcijsko telo neke prometnice, v našem primeru gre za telo gozdne ceste, moramo predhodno podrobno proučiti vse osnovne elemente, ki tako telo sestavljajo. V ta namen smo proučili vse pomembnejše dejavnike, ki kakorkoli vplivajo na razsežnosti sestavnih elementov cestnega telesa v prečnem prerezu. Obenem smo skušali zajeti značilnosti prometa na gozdni cesti oziroma tiste specifičnosti, ki so prisotne pri gradnji gozdnih prometnic.

3.1. ŠIRINA VOZIŠČA

Vozišče je tisti del cestnega telesa, po katerem poteka promet, je torej namenska površina, zaradi katere pravzaprav gradimo vsako prometnico. Obravnavali bomo le širino vozišča, ne pa tudi debelino, čeprav se zavedamo, da sta si v določenih terenskih razmerah obe dimenziji v medsebojni odvisnosti.

Vozišče zajema v poprečnih terenskih razmerah najširši pas v cestnem telesu, zato ima tudi najmočnejši vpliv na širino planuma in s tem posebno tudi na dimenzije ostalih elementov cestnega telesa. Osnovne dejavnike, ki imajo neposredni ali posredni vpliv na širino vozišča gozdne ceste, bi po vsebini lahko združili v naslednje tri skupine:

- a) vpliv prometa
- b) stabilnost ceste
- c) gostota prometa

Ad a) V prvo skupino dejavnikov, ki izhajajo iz zahteve prometa, lahko štejemo:

- širino vozila
- hitrost vozila
- gostoto prometa

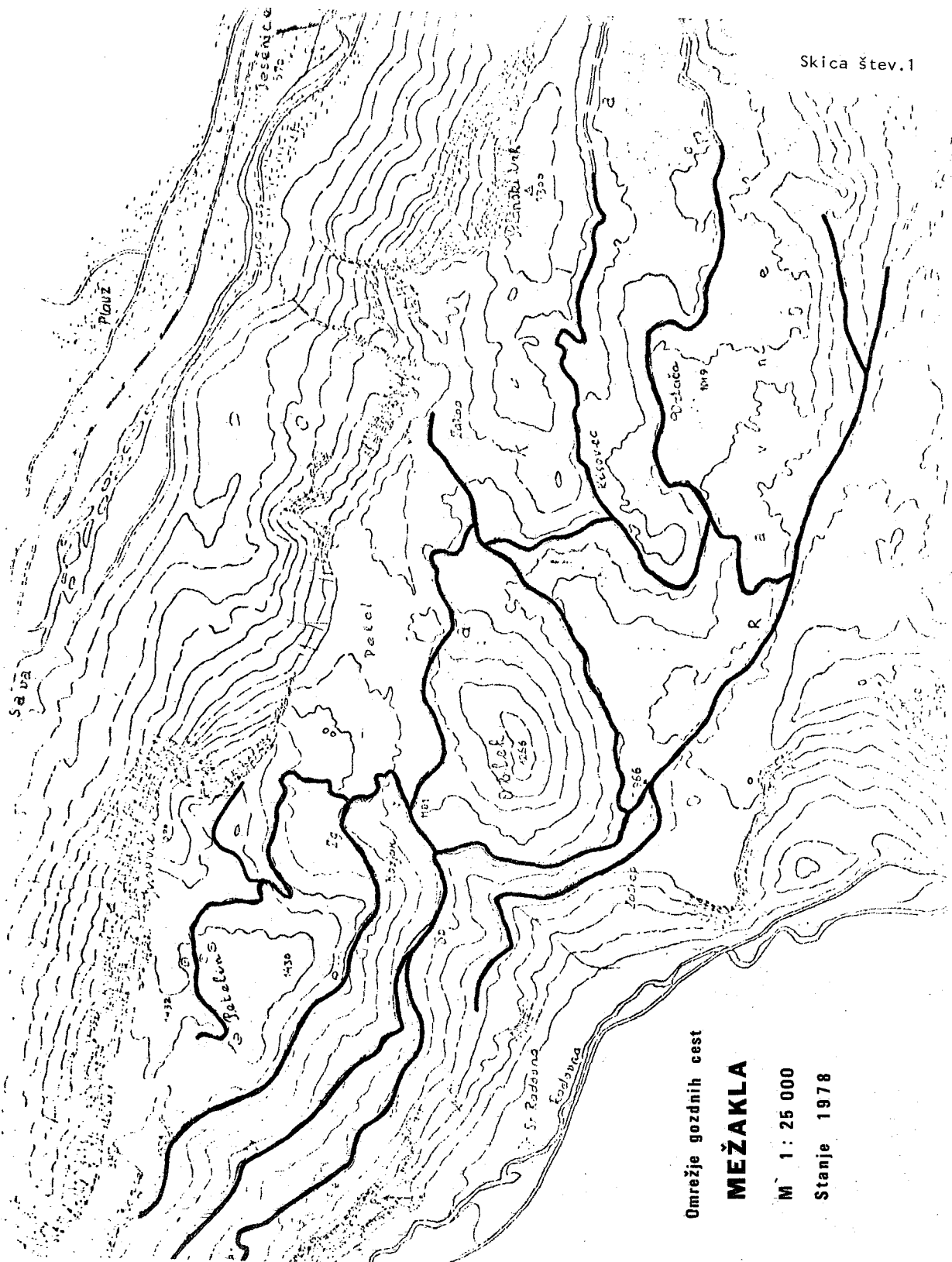
Š i r i n a v o z i l a na enopasovni cesti vpliva na širino vozišča posredno preko razmaka zunanjih koles. Ta razmak pri močnejših vozilih znaša 2,30 - 2,40 m. Močnejša in obenem tudi težja vozila zahtevajo zaradi varnejše vožnje tudi širši varnostni pas zlasti na slabo nosilni podlagi, kar je potrebno upoštevati pri načrtovanju in gradnji novih gozdnih cest.

H i t r o s t v o ž n j e vpliva na širino varnostnega pasu in s tem na širino vozišča. Na gozdnih cestah je hitrost prometa v primerjavi s prometom na javnih cestah razmeroma majhna (20 - 40 km/h). Zato sama hitrost enega vozila ni toliko odločujoča kot samostojni dejavnik, pač pa hitrost vozila nastopa kot pomemben dejavnik v sklopu gostote prometa.

G o s t o t a p r o m e t a vpliva tako na širino vozišča, na širino planuma kot na solidnost izvedb vseh elementov cestnega telesa. Nadalje je gostota prometa odločujoč dejavnik pri načrtovanju števila izogibališč oziroma pri odločitvi, ali naj bo cesta eno ali dvo pasovna. Večja gostota prometa zahteva večjo propustnost ceste, ki jo je mogoče zagotoviti z večjim številom izogibališč in z večjo vozno hitrostjo.

Kako različno so obremenjeni posamezni kraki gozdnih cest na istem gozdnem kompleksu nam lepo ilustrira primer analize cestnega omrežja

Skica števil. 1



Omrežje gozdnih cest

MEŽAKLA

M 1 : 25 000

Stanje 1978

na planoti Mežakla (GG Bled). Na skici šte. 1 je prikazana situacija cestnega omrežja, ki ima to značilnost, da se vse ceste navezujejo na eno samo izvozno cesto in da skoraj vse ceste nastopajo kot prosti cestni kraki. Na skici šte. 2 je shematično prikazano cestno omrežje s tem, da je vzdolž vsake ceste grafično podana tista površina gozda, ki kumulativno odpade na ustrezni del ceste. Površina gozda na ta način posredno predstavlja obremenitev ceste na posameznem odseku. Če nam je poznano, kolikšen promet tovornih in osebnih vozil zahteva gospodarjenje na 1 ha gozda, potem ni težko izračunati, kakšna bo gostota prometa oziroma kolikšna bo obremenitev ceste na posameznem odseku. Povsem logično je, da mora biti glavna cesta, ki je približno 20 krat bolj obremenjena kot poprečno posamezni kraki, tudi drugače zasnovana in solidneje zgrajena.

Ad b) Stabilnost ceste

Pod tem pojmom mislimo predvsem na nosilnost vozišča, ki je odvisno od vozišča konstrukcije in od matične podlage. Slabo nosilna podlaga oziroma slabo utrjeno vozišče zahteva večjo širino vozišča. Pri tem je potrebno zopet upoštevati gostoto prometa. Zahtevana stabilnost ceste je pomemben dejavnik tudi pri določanju širine tistega dela planuma, ki je položen v raščelih tleh. Delež planuma v raščelih tleh v mešanem profilu pa ima svoj vpliv na ostale elemente prečnega profila ceste, kar bo obravnavano pozneje.

Ad c) Gospodarnost gradnje

Pri določanju širine vozišča nas mora voditi osnovno načelo, ki se glasi: vsota gradbenih, vzdrževalnih in vozniških stroškov mora biti minimalna. Zato je v strmih terenih, kjer so običajno gradbeni stroški zelo visoki, povsem gospodarsko utemeljeno, da so elementi ceste skromnejši, pa čeprav s tem zmanjšamo udobnost vožnje.

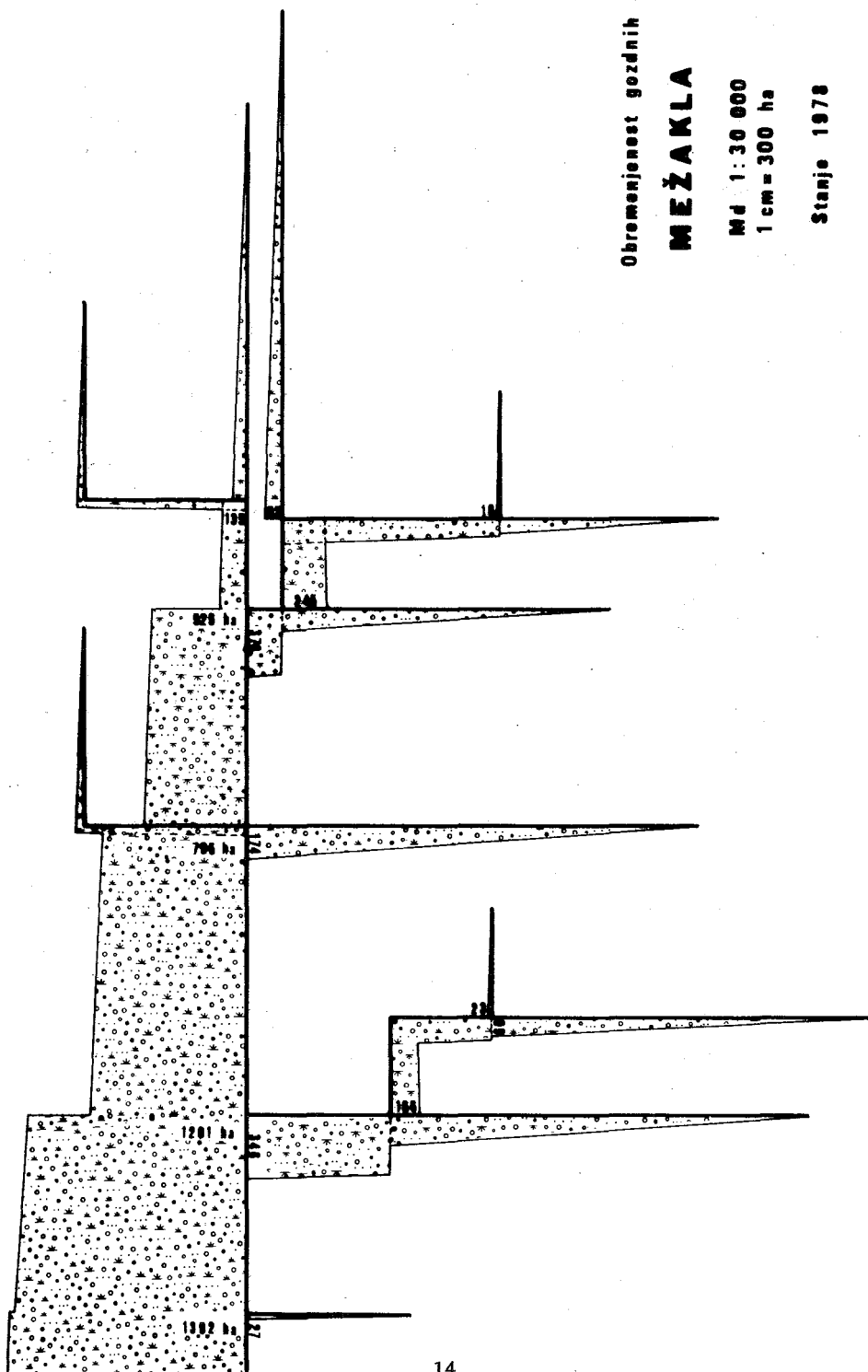
Čeprav smo do sedaj našteali precej dejavnikov, ki vplivajo na ožje ali širše vozišče, se dejanska širina vozišča v premii na enopasovni gozdni cesti praktično giblje v razmeroma ozkih mejah in sicer od

Obremenjenost gozdnih cest

MEŽAKLA

Md 1:30 000
1 cm = 300 ha

Stanje 1978



3,0 - 3,5 m. Ta širina vozišča povsem ustreza za gozdne ceste, ki jih danes gradimo oziroma jih bomo gradili v bližnjem obdobju.

3.1.1. Širina vozišča v krivini

V krivini mora biti vozišče toliko razširjeno, kolikor se kolesnica zadnjega kolesa vozila odmakne od kolesnice prednjega kolesa. Razširitev vozišča je odvisna od velikosti radija krivine, od vrste vozila in od središčnega kota krivine. O razširitvah vozišča v krivinah glede na navedene dejavnike na tem mestu ne bomo obravnavali, ker je bila ta problematika podrobneje obdelana v predhodni študiji (Lit.3) . Potrebno je le poudariti, da je v poprečnih terenskih razmerah od 55-65% celotne dolžine trase v krivinah, v bolj razgibanih terenih pa se ta delež povzpne celo do 80%. Za razširitev pridejo v poštev le tiste krivine, ki imajo manjši radij od 100 m pri širini vozišča 3,0 m in manjši radij od 40 m pri širini vozišča 3,5 m.

3.2. ŠIRINA PLANUMA

Planum predstavlja zgornjo ploskev spodnjega ustroja na katerem se zgradi zgornji ustroj. Z izvedenim planumom na trasi se zaključijo glavna zemeljska dela in cestno telo dobi svojo najosnovnejšo obliko. Pri naših proučevanjih nas zanima dvojje vprašanje, ki sta si v medsebojni odvisnosti in sicer:

- širina planuma na enopasovni gozdni cesti na pobočju
- delež širine planuma v raščeni tleh

Kadar leži cesta na pobočju, tedaj ima širina planuma odločujoč vpliv na višino odkopne in nasipne brežine ter na širino celotnega cestnega telesa, zato bomo tematiko o širini planuma nekoliko podrobneje proučili. Na širino planuma ceste na pobočju vpliva več dejavnikov, od katerih so najvplivnejši naslednji:

- a) širina vozišča
- b) širina hodnika oziroma koritnic
- c) način izvedbe odvodnjavanja
- d) širina planuma v raščeni tleh
- e) način izvajanja zemeljskih del

- f) razrahljanost nasipnega materiala
- g) splošna zahteva po širšem planumu.

V nadaljnjem bomo v kratkem razčlenili posamezne navedene dejavnike.

Ad a) Vprašanje vozišča je bilo obravnavano v prejšnjem poglavju

Ad b) Širina hodnikov oziroma koritnic

Širina hodnika je delno pogojena s širino vozišča, širše vozišče praviloma zahteva tudi širši hodnik. Sicer pa se širina hodnika oziroma koritnice na gozdni cesti giblje v razmeroma ozkih mejah od 0,4 - 0,6 m. V največ primerih zadostuje širina 0,5 m, kar navajajo tudi Smernice (Lit. 26).

Ad c) Način izvedbe odvodnjavanja

V primeru, da izvedba koritnice ne zadošča za dobro odvodnjavanje notranjega dela cestišča, tedaj je potrebno odvodnjavanje urediti z vzdolžnim jarkom. Zaradi jarka se delovni planum razširi za 0,8 - 1,2 m. Dodatni pás, ki ga zahteva jarek, je neugoden zato, ker je potreben precejšen dodatni izkop, kubatura tega izkopa se hitro večja z naklonom terena in s tem se zelo hitro večja tudi višina odkopne brežine.

Ad d) Širina planuma v raščениh tleh

Obravnavanje tega vprašanja je potrebno iz dveh vidikov in sicer:

- zagotoviti zadosten izkop materiala za prečno izravnavo mas pri določeni širini planuma;
- povečati stabilnost cestišča, kadar prisipa ni mogoče komprimirati do približno take mere, kot je komprimiran planum na raščениh tleh.

Najprej bomo obravnavali širino planuma v raščениh tleh glede na izravnavo mas. Pri naprej določeni širini planuma in pri pogoju, da se masa izkopa izravna z maso prisipa v prečni smeri, potem je pravilni izračun širine planuma v raščениh tleh osnova za izpolnitev postavljenih zahtev. Natančen matematični izračun za širino planuma v raščениh tleh, kar bomo označevali z znakom "a", ima bolj teoretičen pomen, ker v praksi zaradi številnih prepletajočih vplivov dostikrat ne moremo uporabiti eksaktnih računskih rezultatov. Obenem

pa izračunana vrednost "a" predstavlja spodnjo mejo širine zaseka, vsaka nadaljnja zahteva po stabilnejšem cestišču oziroma širšem pasu ob zunanji strani cestišča zahteva večjo širino planuma v raščeni tleh z vsemi posledicami na ostale elemente cestnega telesa.

Širina planuma v raščeni tleh zavisi od naslednjih parametrov:

- širina celotnega planuma (delovni ali operativni planum)
- naklon terena
- naklon odkopne in nasipne brežine
- delež trajne razrahljanosti hribine

Končna oblika obrazca, dobljena preko več matematičnih operacij, se glasi takole:

$$a = \frac{B}{1 + K \sqrt{1,0p}} \quad \text{Obraz.št.1}$$

Oznake v obrazcu pomenijo:

B = širina celotnega planuma

K = koeficient naklonov

p = procent trajne razrahljanosti hribine

Koeficient naklonov izračunamo po obrazcu:

$$K = \sqrt{\frac{n_n - m_n}{n_o - m_o}} \quad \text{Obraz.št.2}$$

Oznake v obrazcu za K pomenijo:

n_n = cotangens kota naklona terena na strani nasipa

m_n = cotangens kota naklona terena na strani odkopa

m_m = cotangens kota naklona nasipne brežine

m_o = cotangens kota naklona odkopne brežine.

Nadalje nas zanima širina planuma v raščeni tleh, kadar je postavljena zahteva za večjo stabilnost cestišča. S tem namenom v določenih primerih planum globlje položimo v raščena tla kot to zahteva matematični izračun za prečno izravnavo mas. Za koliko globlje v raščena tla

bomo položili planum pa je odvisno zopet od številnih dejavnikov, od katerih so najpomembnejši:

- razmerje med nosilnostjo planuma v raščenih tleh in na nasipu,
- pričakovana obremenitev vozišča,
- utrditev vozišča.

Ad e) Način izvajanja zemeljskih del

Na širino planuma v raščenih tleh v veliki meri vpliva tehnika izvajanja zemeljskih del pri gradnji spodnjega ustroja. Pri ročni gradnji je sama gradnja potekala razmeroma počasi, z orodjem in pripravami majhnih dimenzij, zato je bila taka gradnja zelo natančna in je lahko zadovoljila naprej postavljenim oblikam. Strojna gradnja je v tem pogledu prinesla bistvene spremembe. Najbolj grobo delo lahko opazujemo pri izvajanju spodnjega ustroja na pobočju z angledozerjem. Pri tej tehniki dela stroj samo odriva material iz izkopa v nasip. Mnoge slabosti, ki se pojavljajo pri delu z angledozerjem na strmem terenu, je mogoče odpraviti, če zemeljska dela izvaja bager, ki so ga v zadnjem obdobju tehnično zelo izpopolnili. Pri delu z bagrom je bolje izkoriščen material iz izkopa za nasip, zato je celotni planum lahko ožji in tudi globina planuma v raščenih tleh je lahko manjša.

Ad f) Razrahljanost nasipnega materiala

V literaturi je mogoče najti nekatere podatke o začetni in trajni razrahljanosti, vendar nam ti podatki za dejanske razmere v praksi lahko služijo le za orientacijo. Če povzamemo neko srednjo vrednost različnih podatkov, zbranih po literaturi (5, 8, 9, 10), pridemo do naslednjih vrednosti:

kategorija hribine:	razrahljanost	
	začetna:	trajna:
III.	20-25%	3-5%
IV.	25-34%	4-7%
V.	32-40%	8-12%
VI.	40-50%	10-15%

Pri oblikovanju nasipa moramo upoštevati, da bo tik po gradnji nastal nasip s kubaturo, ki bo zajemala razrahljanost z vrednostjo nekje med začetno in trajno razrahljanostjo. Zato bo tudi planum tik po gradnji nekoliko širši (okoli 10 cm pri nasipu iz mehkega materiala na naklonu terena 40% in pri širini planuma 5,0 m) od dokončne širine planuma. Podobno bo tudi nasipna brežina za nekaj stopinj (za 2° za gornji primer) strmejša od dokončno oblikovane brežine.

Ad g) Splošne zahteve po širšem planumu

Do sedaj smo obravnavali širino planuma le iz vidika prometnega pasu. Gozdna cesta pa pri današnji tehnologiji pridobivanja lesa oziroma pri današnjem in bodočem načinu gospodarjenja z gozdom dobiva čedalje širše naloge. Poleg voznega pasu postaja zelo pomemben tudi razširjen pas ob samem vozišču, saj služi za odlaganje lesa pri spravilu, za krojenje lesa, prevzema nalogo nekdanjega priročnega skladišča, nadalje služi za namestitve strojev, za srečavanje lahkih vozil s tovornjaki, za parkiranje lahkih vozil in podobno. Iz navedenih vidikov je zaželeno, da je planum na gozdni cesti na ustreznih mestih širši kot ga zahteva sam prometni pas. Velikost takih razširitev in njihova gostota vzdolž trase je odvisna od pomena same ceste in od možnosti izvedb na terenu.

3.2.1. Dejanska širina planuma

Z namenom, da bi ugotovili kolikšna nastane dejanska širina planuma pri praktičnem delu na terenu pri današnji tehnologiji gradnje gozdnih cest, smo analizirali 5 proučevanih objektov. Objekti so bili izbrani in proučeni iz vidika treh osnovnih parametrov in sicer: naklon terena, kategorija hribine, tehnologija gradnje. Pri vseh petih objektih je bila po projektu predvidena širina vozišča 3,0 m, širina koritnice 0,5 m, širina hodnika 0,5 m, torej širina planuma v premu naj bi znašala 4,0 m. Rezultati statistično izvrednotenih podatkov o širini dejanskega planuma glede na različne terenske razmere so podani v tabeli števil. 1.

Tabela št.1

Oznaka objekta	Poprečni naklon terena	Poprečna kategorija hribine		Uporabljen osnovni stroj	Popreč. širina planuma	Koef. variab.
IV.	47,4%	37% III.	63% IV.	ang. TG-90	5,67 m	11,2%
II.	53,5%	55% III.	45% IV.	" "	5,22 m	12,8%
I.	60,3%	72% III.	28% IV.	" "	4,45 m	7,6%
V.	65,9%	60% V.	37% IV.	bul. Cat. D-9G	5,67 m	9,7%
VI.	45,9%	65% V.	23% IV.	angl. TG-90	5,12 m	15,6%

Primerjava končnih podatkov med posameznimi objekti nam pokaže, da je bil poprečni planum na cesti, zgrajen v pretežno mehki hribini in na strmem terenu (objekt I.), več kot 1 meter ožji kot na cesti, zgrajeni na nekoliko položnejšem terenu in z manjšim deležem III. kategorije hribine (objekt IV.). Če pa analiziramo odvisnost širine planuma od naklona terena samo na eni trasi, nam statistična obdelava podatkov pokaže, da z večjo strmino terena sicer širina planuma nekoliko pada, vendar je ta korelacija statistično neznčilna.

Poprečna širina planuma na cesti, zgrajeni na trdni podlagi je na približno enako strmem terenu za 0,5 m ožja kot na terenu z mehkejšo podlago (primerjava objektov VI. in IV.).

Pri uporabi močnejšega in s tem večjega osnovnega stroja za izvedbo zemeljskih del zaradi načina dela nastane širši planum. To nam dokazuje poprečna širina planuma na objektu V., kjer je bil uporabljen buldožer Caterpillar D-9G s širino odrivne deske 4,8 m.

Na osnovi tabele šte.1 lahko povzamemo, da zaradi zagotovitve večje stabilnosti vozišča in zaradi razširitev v pogostih krivinah znaša poprečna širina planuma na gozdni cesti pri praktičnem izvajanju na terenu od 4,5 - 5,5 m odvisno od naklona terena, kategorije hribine in uporabe stroja.

Širina planuma vzdolž trase na posameznih prečnih profilih zelo variira.

Stopnjo spreminjanja nam najbolje prikaže koeficient variabilnosti, ki predstavlja v odstotkih izražen srednji odklon širine planuma od poprečne širine. Koeficient variabilnosti zajema vrednosti od 7-15% in je odvisen predvsem od razgibanosti terena. Po velikosti koeficient variabilnosti ni posebno velik, kar si razlagamo iz dejstva, da so veliki odkloni maloštevilni in da se največ odklonov grupira okoli poprečne vrednosti.

Pri statistični obdelavi podatkov o širini planuma so bili izločeni vsi tisti primeri, ki so na trasi nastopali izjemoma kot na primer: dodatne razširitve in izogibaljšča ali obračališča, velike razširitve na serpentinah in podobno.

Za stvarnejšo presojo podatkov, dobljenih na posameznem prečnem profilu, je potrebno pojasniti še način izvajanja zemeljskih del z osnovnim strojem. Pri delu z angledozerjem v mešanem profilu ne poteka izravnavo mas strogo v prečni smeri, ampak na daljšem odseku (10-15 m), zato tudi širina planuma ni dejanski odraz naklona terena in kategorije hribine na opazovanem prečnem profilu, ampak je to medsebojna odvisnost zlasti na razgibanem terenu precej zabrisana.

3.3. ŠIRINA CESTNEGA TELESA

Pod širino cestnega telesa razumemo tisto širino pasu vzdolž trase, ki je zaradi izgradnje prometnice spremenil svojo naravno ali prvotno obliko.

Širina cestnega telesa je odvisna od širine treh osnovnih elementov cestnega telesa in sicer od:

- širine celotnega planuma
- širine (tlorisa) odkopne brežine
- širine (tlorisa) nasipne brežine.

Širino celotnega planuma smo podrobneje obravnavali v prejšnjem poglavju, na tem mestu bomo proučili še širino odkopne in nasipne brežine.

3.3.1. Elementi odkopne brežine

Širina oziroma tloris odkopne brežine zavisi od dveh parametrov in sicer

od višine odkopne brežine in od njenega naklona. Oba parametra sta si v določeni mesedbojni odvisnosti.

Višina odkopne brežine je pogojena s položajem planuma v raščeni tleh, z naklonom terena ter z naklonom same brežine. Na osnovi teh treh parametrov lahko za vsak primer posebej izračunamo višino odkopne brežine po matematičnem obrazcu, ki smo ga razvili iz kotnih funkcij:

$$h_o = \frac{a \cdot \sin \alpha \cdot \sin (180 - \beta)}{\sin(\beta - \alpha)}$$

obraz.štev.3

pri tem pomeni:

- h_o = vertikalna višina odkopne brežine
- a = širina planuma v raščeni tleh
- α = naklon terena v stopinjah
- β = naklon odkopne brežine v stopinjah

S pomočjo obrazca štev. 3 smo izračunali ustrezne višine odkopnih brežin za primer, da je planum 2 do 4 m zasekan v raščena tla, da se naklon brežine giblje v mejah od 40 do 80° in da trasa leži na 10 do 80° nagnjenem terenu. Zaradi boljše preglednosti so podatki grafično prikazani na graf. štev. 1.

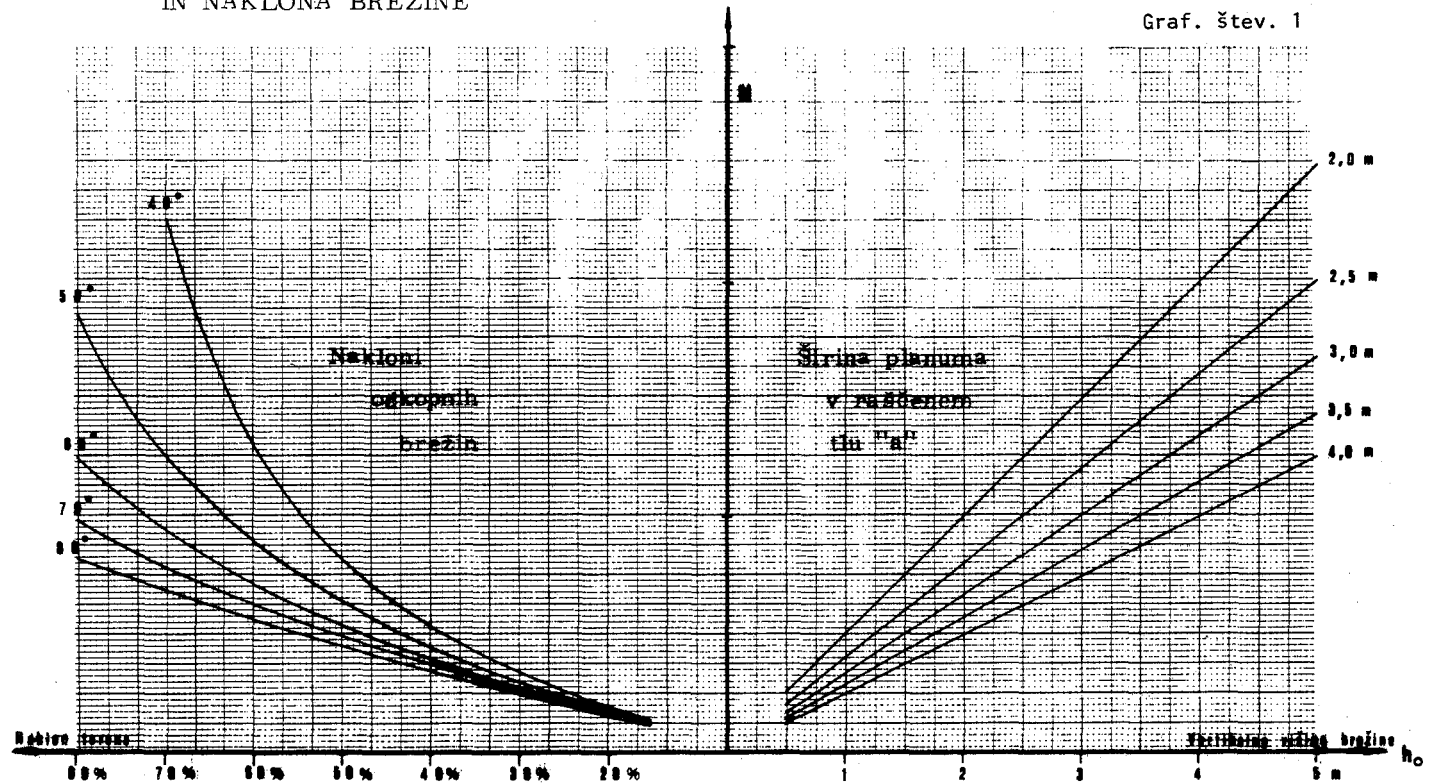
Naklon odkopne brežine je najpomembnejši element pri oblikovanju vsake brežine. Naklon brežine ima odločilen pomen za stabilnost brežine, za možnost ozelenitve ter vpliva na višino brežin, s čimer je tesno povezana celotna širina cestnega telesa.

Naklon odkopne brežine na določenem odseku prometnice zavisi od številnih dejavnikov, od katerih so najpomembnejši naslednji:

- a) - vrsta in stanje hribine z upoštevanjem vodnih razmer
- b) - višina brežine
- c) - rastiščni pogoji glede na možnost hitre ozelenitve
- d) - pomembnost prometnice
- e) - zunanji vplivi na brežino.

VERTIKALNE VIŠINE ODKOPNIH BREŽIN V ODVISNOSTI OD NAKLONA TERENA
IN NAKLONA BREŽINE

Graf. šte. 1



Ad a) Vrsta in stanje hribine z upoštevanjem vodnih razmer

Pri enakih ostalih razmerah na trasi je vrsta in stanje hribine prav gotovo najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na naklon odkopne brežine. Pri delitvi hribine glede na njeno vrsto smo uporabili najpreprostejšo delitev, ki jo v praksi najpogosteje uporabljajo, to je delitev na osnovi kategorij hribine, ki jih določajo gradbene norme (GN 200). Pod stanjem hribine pa razumemo preperelost kamenine, kadar obravnavamo V. in VI. kategorijo hribine, oziroma velikost, obliko in sprjetost kamnitih delcev pri IV. kategoriji hribine. Pri koherentnih tleh pa je pri stanju hribine potrebno upoštevati predvsem vodne razmere.

Ad b) Višina brežine

Uvodoma je potrebno razložiti, da smo pri proučevanju naklonov odkopnih brežin ločili dva pojma in sicer obliko oziroma naklon po gradnji in obliko oziroma naklon po naravnem oblikovanju. Pod pojmom oblika odkopne brežine po gradnji označujemo tisto obliko brežine, ki je nastala po končani izvedbi zemeljskih del na trasi. Oblika po naravnem oblikovanju pa pomeni tisto obliko oziroma naklon odkopne brežine, ko se je brežina pod vplivom klimatskih dejavnikov (padavine, zmrzovanje itd.) že ustalila in ni pričakovati bistvenih deformacij. Proces preoblikovanja traja vse dotlej, dokler ni izpostavljeno naravno ravnotežje med delovanjem zunanjih sil in močjo notranjih sil, ki povezujejo vrhne delce hribine, iz katerih je sestavljena brežina.

V okviru naše naloge smo proučevali pri vseh opazovanih trasah najprej obliko brežine po gradnji, na treh objektih pa smo v obdobju štirih let opazovali postopno spreminjanje odkopnih brežin od začetne oblike tik po gradnji do končne oblike, ko se je brežina naravnim potom ustalila.

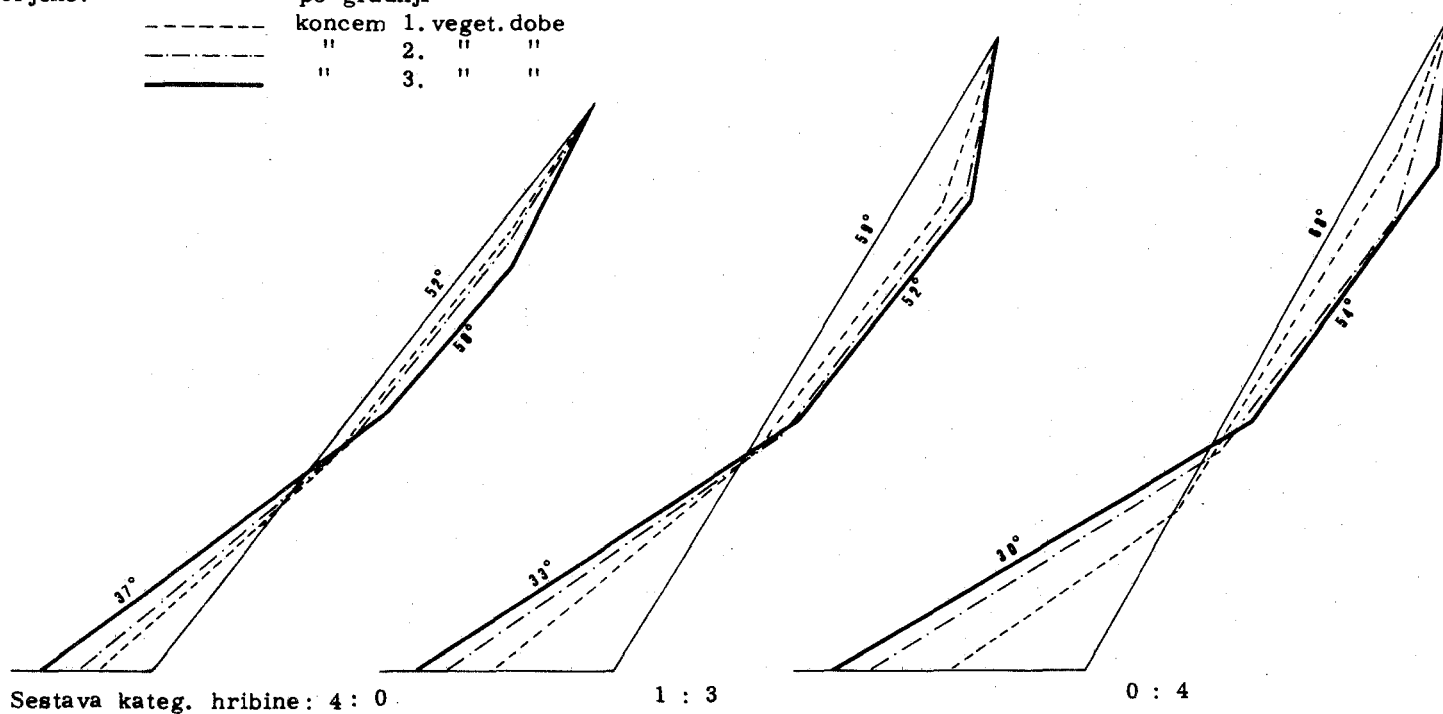
Kot primer spreminjanja oblike odkopne brežine skozi triletno obdobje podajamo skice prečnih prereзов odkopnih brežin na objektu IV.

SPREMINJANJE OBLIKE ODKOPNIH BREŽIN

M 1 : 20

Merjeno:

—————	po gradnji
- - - - -	koncem 1. veget. dobe
- - - - -	" 2. " "
—————	" 3. " "



Skice predstavljajo srednje vrednosti za profile s tako sestavo hribine, ki se je najpogosteje pojavljala na tej trasi. Iz skic je razvidno, da se na prvotnem več ali manj enakomernem naklonu brežine sčasoma začenjata pojavljati dva izrazitejša loma brežine oziroma da na brežini nastajajo tri ploskve z različnim naklonom. Proces preoblikovanja se prične okoli 30 - 50 cm izpod zgornjega roba brežine, odvisno od vrste in stanja hribine, predvsem pa od globine in gostote koreninskega pleteža. Voda iz površine brežine odnaša delce hribine. Ti delci se v obliki sipine nabirajo v vznožju brežine z razmeroma položnim naklonom. Proces izpiranja in kotalenja delcev iz brežine je najintenzivnejši v prvem in drugem letu po gradnji, kasneje se postopoma umiri, pri čemer ima pomembno vlogo proces ozelenjevanja brežine. Srednji del brežine je pod vplivom najmočnejšega delovanja površinske erozije in po ustalitvi predstavlja tisti naklon, pod katerim naj bi bila oblikovana celotna stabilna brežina.

Pas ob zgornjem robu brežine se oblikuje kot najbolj strm del celotne brežine. Zgornji rob odkopne brežine je tudi sicer najbolj kritičen del brežine. Tvori ga hribina, ki jo veže koreninski pletež rastlin na naravnem pobočju. Zgornji rob brežine sicer zadržuje določeno količino materiala na brežini in na ta način znižuje odkopno brežino, toda preprečuje hitro ozelenitev celotne površine brežine. Tako prihaja na prestrmih brežinah do značilnih previsnih robov, ki se ohranjajo še dolga leta po gradnji prometnice.

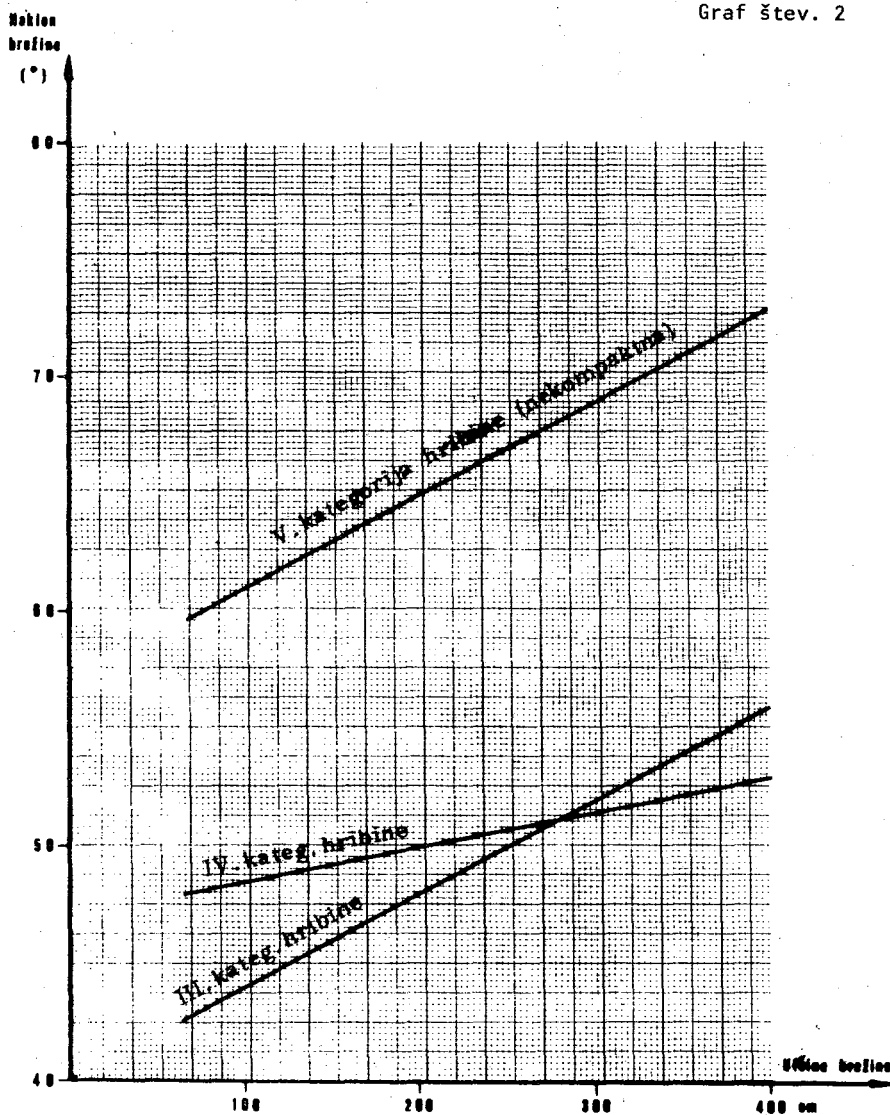
Na osnovi podatkov o ustaljenih brežinah podajamo na grafikonu števil. 2 okvirne podatke za oblikovanje naklonov odkopnih brežin na gozdnih cestah v normalnih razmerah, kjer višina brežine ne presega 4 m. Seveda so to le orientacijske vrednosti, ki jih je potrebno prilagoditi specifičnim razmeram na dejanski trasi.

Ad c) Rastiščni pogoji glede na možnost hitre ozelenitve.

Brežina bo toliko dalj časa pod neugodnim vplivom vremenskih dejavnikov (padavinska voda, veter, zmrzovanje itd.), čim dalj bo brez vegetacijske zaščite. Hitra vegetacijska zaščita omogoča obstoj za ne-

NAKLONI USTALJENIH ODKOPNIH BREŽIN GLEDE NA VIŠINO BREŽINE IN KATEGORIJO HRIBINE

Graf štev. 2



kaj stopinj bolj strmih odkopnih brežin, kar v strmem terenu lahko pomeni precejšen prihranek na izkopu in zmanjšanje tlorisa brežine. Torej, kjer ugotovimo na trasi na določenem odseku, da obstajajo pogoji (zastrtost krošenj, zadostna vlaga, ustrezna tla) za hitro naravno ozelenitev brežine, oziroma kjer je po gradnji predvidena takojšnja umetna ozelenitev, na takem mestu lahko oblikujemo nekoliko bolj strme brežine.

Ad d) Pomembnost prometnice

Podobno kot velja pomembnost prometnice za osnovno vodilo pri izboru konstruktivnih elementov prometnice, tako velja isto načelo tudi pri oblikovanju brežin. Pomembnejša prometnica, torej prometnica z gostejšim prometom, zahteva stabilnejše brežine, zato tudi bolj položne.

Ad e) Zunanji vplivi na brežino

Za uspešno opravljanje vseh nalog, ki jih ima gozdna cesta, ni odločujoč samo vozni pas, ampak tudi ostali vzporedni pasovi kot je to razširjeni del planuma, delno tudi odkopna in nasipna brežina. Brežina na gozdni cesti je na mnogih mestih obremenjena z različnimi zunanjimi posegi kot na primer: spuščanje lesa pri spravilu, odlaganje lesa, prehod živine, prehod divjačine, paša živine in divjačine po brežinah in podobno. Vsaka dodatna zunanja obremenitev brežine zahteva njeno ustrezno oblikovanje, kar vodi do zmanjšanja naklona brežine.

3.3.2. Elementi nasipne brežine

Širina oziroma tloris nasipne brežine zavisi od istih dveh parametrov kot pri odkopni brežini, to je od višine in od naklona nasipne brežine.

Višina nasipne brežine predstavlja višinsko razliko med spodnjim in zgornjim robom nasipne brežine. Zgornji rob brežine je razmeroma precej jasno zaznaven, medtem ko spodnji rob ni tako izrazit in zlasti na razgibanem terenu zelo hitro spreminja svoj potek vzdolž trase.

Naklon nasipne brežine se giblje v mnogo ožjih mejah kot naklon odkopnih brežin. Na oblikovanje naklona nasipne brežine vpliva mnogo dejavnikov od katerih bi omenili naslednje:

- a) - vrsta tal
- b) - granulacijska sestava nasipnega materiala
- c) - vlažnost materiala
- d) - naklon podlage
- e) - način gradnje
- f) - tujki v nasipu

Ad a) Vrsta tal

Pri tem mislimo predvsem na osnovno delitev tal na koherentna in nekoherentna. Pri koherentnih tleh pride do veljave vlažnost materiala, pri čistih nekoherentnih tleh pa granulacijska sestava.

Ad b) Granulacijska sestava nasipnega materiala

Če nasipni material sestavljajo kosi približno enake velikosti in oblike, tedaj bo naklon takega nasipa enakomeren. Kadar pa je material sestavljen iz zelo različnih frakcij, bo brežina dobila glabo konkavno obliko. Nasipni material z velikimi kosi tvori pri nizkih brežinah zelo neenakomerne naklone.

Ad c) Vlažnost materiala

Pri gradnji gozdnih cest imamo običajno opravka z naravno vlažnim materialom, ker nasipavamo neposredno iz izkopa. Vlažnost materiala (pri koherentnih tleh) ima močnejši vpliv predvsem pri nižjih nasipnih brežinah, ker omogoča izvedbo nekoliko strmejših brežin. Potrebno je upoštevati tudi primere, ko je material popolnoma razmočen. Tedaj lahko pride do drsenja nasipa, pri čemer se seveda brežina oblikuje pod zelo majhnim kotom.

Ad d) Naklon podlage

Kadar je podlaga oziroma teren, na katerem gradimo nasip, nagnjen več kot 35%, tedaj se grobi material pri nasipanju ne zaustavi v vznožju nasipa, ampak se kotali še dalje. S tem se vznožje nasipa

podaljšuje in spodnji rob brežine se oblikuje precej neenakomerno. Vpliv naklona podlage je tem večji, čim večji so kosi v nasipnem materialu.

Ad e) Način gradnje

Pri delu z buldožerjem se nasip oblikuje s kotalenjem materiala, ki ga stroj rine iz izkopa v nasip. Pri delu z bagrom pa nasip nastaja povsem drugače. Bager najprej sam izvede izkop za podnožje nasipa, nato začne graditi nasip s smotrnim nalaganjem materiala iz izkopa. Najdebelejše kose kamna polaga v vznožje nasipa, boljši material nato nalaga na zunanjo stran nasipa, slabšega v jedro nasipa. Zaradi takega načina gradnje je nasipna brežina oblikovana pod večjim naklonom.

Ad f) Tujki v nasipu

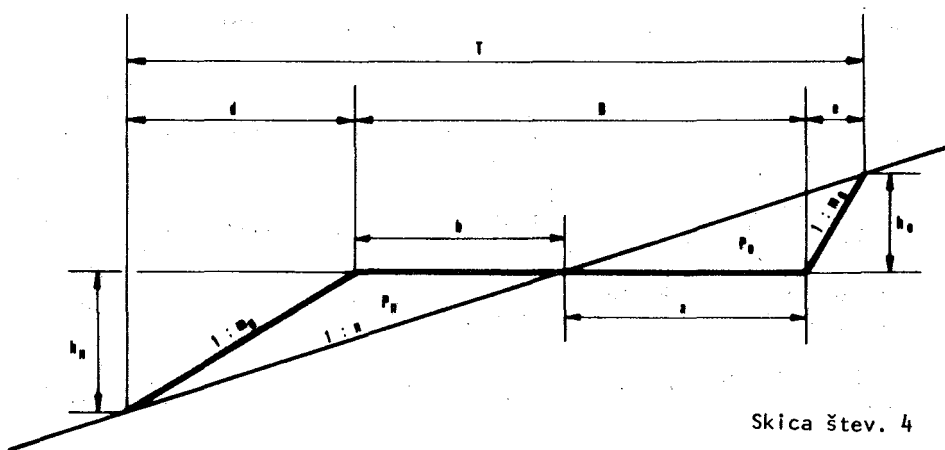
Pri gradnji gozdnih cest z buldožerjem se dogaja, da so med nasipni material pomešani še razni tujki, ki v nasip ne spadajo kot na primer: del panja, korenine, ostanki pri poseku dreves in podobno. Taki tujki na površini nasipa povzročajo lomljen naklon brežine, ki je v poprečju večji kot pri enakomerno oblikovani brežini.

Pri projektiranju upoštevamo le naklone nasipne brežine po naravnem oblikovanju in bi za gozdno cesto v poprečnih razmerah ter pri enakomerno oblikovani brežini znašali:

	< 40% naklona terena		> 40%	
za zemljino	36°	$m_n = 1,39$	35°	$m_n = 1,43$
za kamniti material	38°	$m_n = 1,28$	37°	$m_n = 1,32$

3.3.3. Dejanska širina cestnega telesa

Na osnovi predhodno podanih podatkov o dejanski širini planuma ter o elementih odkopne in nasipne brežine lahko sedaj podamo osnovne vrednosti o širini cestnega telesa na različno nagnjenem terenu in v različnih hribinah.



Skica šte. 4

Vrednost za posamezne elemente cestnega telesa so podane v tabelah šte. 2 in 3. Izračuni so napravljeni na osnovi priložene skice šte. 4. Kot izhodišče za celotni izračun je vzeta ustrezna širina planuma v raščenih tleh. S pomočjo te vrednosti in odgovarjajočega naklona odkopne brežine izračunamo površino izkopa. Z upoštevanjem trajne razrahljanosti materiala (5% za material III. kateg. hribine in 12% za material V. kateg. hribine) ter s predpostavko, da izvajamo prečni transport tega materiala, nato izračunamo površino nasipa, kar nam služi za izračun vseh elementov nasipne brežine s pomočjo matematičnega obrazca, ki upošteva kotne funkcije.

S seštevanjem vrednosti tlorisov odkopne in nasipne brežine ter širine planuma dobimo celotno širino cestnega telesa (T). Vrednost T z večanjem naklona terena narašča progresivno. Večja širina cestnega telesa na mehki podlagi nastane zaradi širšega planuma, kar je pogojeno z zahtevo po stabilnejšem spodnjem ustroju, predvsem pa zaradi položnejših odkopnih in nasipnih brežin.

Parametri cestnega telesa
(mehka podlaga)

Tabela števil . 2

Naklon terena	20%	30%	40%	50%	60%	65%
a širina planuma v raščnem tlu (m)	2,70	2,70	2,50	2,50	2,80	3,40
m _o kotangens kota naklona odkopne brežine	1,09	1,08	1,06	1,03	0,98	0,93
h _o višina odkopne brežine (m)	0,70	1,10	1,70	2,60	4,20	5,80
e tloris odkopne brežine (m)	0,76	1,19	1,80	2,68	4,12	5,39
f poševna višina (m) odkopne brežine	1,03	1,62	2,48	3,73	5,88	7,92
Po površina odkopa (m ²)	0,95	1,49	2,13	3,25	5,88	9,85
Pn površina nasipa (m ²)	0,99	1,56	2,23	3,41	6,17	10,34
b širina planuma v nasipu (m)	2,67	2,47	2,22	1,98	1,72	1,51
m _n kotangens kota naklona nasipne brežine	1,41	1,41	1,41	1,43	1,43	1,43
c poševna dolžina nasipne brežine (m)	1,23	2,17	3,44	6,03	12,64	24,19
d tloris nasipne brežine (m)	1,00	1,76	2,79	4,94	10,35	19,81
B širina planuma (m)	5,37	5,17	4,72	4,48	4,52	4,91
T širina cestnega telesa (m)	7,13	8,12	9,31	12,10	18,99	30,11

Parametri cestnega telesa
(kamnita podlaga)

Tabela štev. 3

Naklon terena	30%	40%	50%	60%	65%
a širina planuma v raščenem tlu (m)	2,30	2,30	2,50	2,80	3,00
m _o kotangens kota naklona odkopne brežine	0,76	0,61	0,49	0,41	0,39
h _o višina odkopne brežine (m)	0,90	1,23	1,66	2,25	2,65
e tloris odkopne brežine (m)	0,68	0,75	0,81	0,92	1,03
f poševna višina odkopne brežine (m)	1,11	1,14	1,85	2,43	2,85
Po površina odkopa (m ²)	1,04	1,42	2,08	3,15	3,98
Pn površina nasipa (m ²)	1,16	1,59	2,32	3,53	4,45
b širina planuma v nasipu (m)	2,18	1,96	1,77	1,55	1,40
m _n kotangens kota naklona nasipne brežine	1,28	1,28	1,32	1,32	1,32
c poševna dolžina nasipne brežine (m)	1,73	2,61	4,38	7,59	11,09
d tloris nasipne brežine (m)	1,63	2,06	3,50	6,06	8,86
B širina planuma (m)	4,48	4,26	4,27	4,12	4,32
T širina cestnega telesa (m)	6,79	7,07	8,58	11,10	14,21

3.4. ŠIRINA IZSEKANEGA PASU GOZDA

Zanima nas, kako širok pas gozda je potrebno izsekati, da bo zagotovljeno zahtevam, ki jih postavlja gradnje prometnice in da pri tem ne bo prišlo do premočnega posega v gozdni prostor.

Iz gradbenega vidika je zaželeno, da je širina izsekanega pasu čim večja, ker v tem primeru ni ovir pri samem izvajanju gradbenih del. Tako stališče je v polni meri upoštevano pri gradnji večjih javnih prometnic. Pri gradnji gozdnih cest je poleg zahteve prečnega profila prometnice potrebno upoštevati še mnoge druge dejavnike, ki lahko vplivajo na večjo oziroma manjšo širino izsekanega pasu.

Med pomembnejšimi dejavniki, ki zahtevajo večjo širino izsekanega pasu, lahko navedemo:

- a) - vlažnost rastišča
- b) - nepreglednost vozišča
- c) - način gradnje
- d) - prevoz dolgih sortimentov
- e) - nestabilno pobočje.

Ad a) Vlažnost rastišča

Na vlažnih rastiščih je zaželeno, da je izsekani pas nekoliko širši kot sicer. Širša preseka ugodno vpliva tako na samo cesto kot tudi na okolišni gozdni sestoj, ker omogoča hitrejše premikanje zračnih tokov in večji dostop sončnih žarkov na tla, z vsem tem pa hitrejši znižanje zračne in talne vlage. Cestišče z večjim svetlim profilom ima možnost, da se hitreje osuši, kar je pomembno zlasti v pomladanskem času in po dolgotrajnem deževju.

Ad b) Nepreglednost vozišča

V določenih primerih je zaradi boljše preglednosti vozišča potrebno posekati posamezna drevesa ali skupino dreves. Tak posek pride v poštev na bolj prometni cesti in sicer na notranji, nepregledni strani krivin.

Ad c) Način gradnje

Širšo preseko za traso napravimo tudi tedaj, kadar je na strmem terenu zaradi boljše stabilnosti nasipa in zaradi preprečevanja kotalenja materiala potrebno izdelati peto nasipa. V takem primeru je potrebno posekati vsa drevesa tudi na nasipni strani prometnice in v pasu, ki je namenjen za zgraditev pete nasipa. Uporaba bagra, kadar ta gradi nasip s postopnim nalaganjem materiala, zahteva sicer izsekani pas v širini celotnega delovnega prostora stroja, vendar je ta pas dosti ožji, kot pa v primeru, da zemeljska dela skupaj s peto nasipa izvaja buldožer.

Ad d) Prevoz dolgih sortimentov

V ostrih krivinah, na serpentinah, na priključkih je zaradi možnosti prevoza dolgih sortimentov potrebno na zunanji strani krivine razširiti izsekani pas. Razširitev svetlega profila oziroma razširitev izsekanega pasu je potrebna v razmeroma ozkem pasu (1-2 m) samo na prehodu iz preme v krivino in to v smeri polne vožnje.

Ad e) Nestabilno pobočje

Tudi nestabilno pobočje je lahko vzrok, da je potrebno izsekati širši pas dreves. Tak primer nastane tedaj, če bi drevesa zaradi svoje teže in delovanja vetra neugodno vplivala na stabilnost pobočja, ki je bilo prizadeto zaradi gradnje prometnice.

Ožjo preseko v gozdu naj bi izvedli predvsem zaradi:

- a) - manjšega vpliva izsekanega pasu na gozdni sestoj
- b) - manjše izgube prirastka
- c) - varovanja okolja
- d) - zaščite cestnega telesa.

Ad a) Manjši poseg v gozdni sestoj

Z izsekanim pasom širine 8-10 m prav gotovo vnesemo v ravnotežen gozdni sestoj precejšnje ekološke spremembe. Tako v neposredni okolici izse-

kanega pasu pride do spremembe temperature, talne in zračne vlage, do spremembe jakosti svetlobe ter delovanja vetra. Vse to ima določene posledice na razvoj sestoja. Razumljivo, da vpliv teh sprememb ni na vseh rastiščih in v vseh sestojih enak. Večje spremembe pri širši preseki bodo lažje prenesli sestoji z mešanimi drevesnimi vrstami, z bogatim podrastjem in na ugodnejših rastiščih. Vsekakor je za sestoj ugodneje, da je širina izsekanega pasu ožja, ker je v tem primeru prizadetost sestoja manjša.

Ad b) Manjša izguba prirastka

Manjšo izgubo na prirastku lesa bomo dosegli z ožjim izsekanim pasom. Z meritvami je ugotovljeno, da v okviru celotnega sestoja ni izgube v količinskem prirastku lesa, kadar izsekamo le ozek pas gozda, pač pa je prirastek ob posekani trasi slabše kakovosti zaradi asimetrične rasti dreves. Za iglavce (tipični predstavnik je smreka) velja, da ni izgube količinskega prirastka v sestoju, če izsekani pas ni širši kot 5 m. Za bukev, ki je mnogo bolj prilagodljiva na svetlobo in prostor, je ugotovljeno, da je izguba prirastka minimalna, če preseka ni širša kot 8 m.

Ad c) Varovanje okolja

Z namenom, da bi kar najmanj prizadeli naravno okolje, želimo biti pri poseku gozda zaradi gradnje prometnice še posebno previdni. Seveda niso vsi predeli enako občutljivi, bodisi iz širšega krajinskega vidika ali iz vidika občutljivosti reliefa. Ravninski predeli, planote in podobne terenske oblike niso tako občutljive, pač pa so problematična dolga in strma pobočja. Kadar želimo na občutljivem pobočju kar najbolj prikriti gradbeni poseg v naravo, moramo posebno paziti na drevesa na spodnji strani trase. Na mestu nasipne brežine pustimo vsa drevesa, ki nas ne ovirajo pri gradnji in ki nimajo posebne vrednosti kot tehnični les. Zlasti ohranimo košata drevesa, ki dobro zastirajo novo traso in imajo poleg estetskega videza še mnoge druge ugodne učinke.

Ad d) Zaščita cestnega telesa

Vegetacijski pokrov v določenih primerih lahko zelo ugodno vpliva na cestno telo, saj deluje kot nekakšen zaščitni dežnik nad cesto. Rastline kot zelišča, grmovje in drevesa s svojimi nadzemeljskimi deli prestrezajo padavinsko vodo in ob močnih nalivih razbijajo njeno udarno moč, ki ni tako majhna. Ta zaščitna vloga dreves je posebno pomembna za golo, slabo utrjeno vozišče, prav tako pa tudi za strme neobrasle brežine takoj po gradnji. Nadalje ima vegetacija izredno pomembno vlogo pri vezanju tal. Drevesa, zlasti tista z močnimi srčnimi koreninami prekoreninjajo tla v precejšnjo globino in povečujejo stabilnost podlage, na kateri je zgrajen nasipni del cestnega telesa. V suhih predelih želimo, da zadržimo vlago na cestišču, ker s tem omogočimo boljšo vezanost zgornjega ustroja.

V nadaljnjem bomo podali nekaj ugotovitev o poseku dreves nad odkopno brežino oziroma na tlorisu nasipne brežine.

Posek dreves nad odkopno brežino

Kadar ne želimo povečevati širine izsekanega pasu, potem naj ostanejo drevesa čim bližje zgornjemu robu odkopne brežine. Pri tem načelnem stališču je potrebno upoštevati le mehanično in biološko stabilnost robnih dreves, kajti njihov koreninski sistem ne sme biti preveč prizadet zaradi gradnje prometnice. Potrebna oddaljenost drevesa od zgornjega roba brežine za njegovo normalno rast je odvisna predvsem od višine odkopne brežine, stabilnosti podlage in koreninskega sistema drevesa. Zato je priporočljivo, da v normalnih terenskih razmerah posekamo vsa večja drevesa v pasu širine 2 m nad zgornjim robom odkopne brežine,

Posek dreves na tlorisu nasipne brežine

Na tlorisu nasipne brežine posekamo vsa tista drevesa, ki bi ovirala gradnjo prometnice oziroma bi kasneje lahko motila promet. Nadalje posekamo tudi tista drevesa, ki dajo gospodarsko vreden les in bi pri gradnji bila

zasuta do take višine, da bi bila ogrožena njihova nadaljna rast. Ostalo drevje, v kolikor ne želimo razširjati izsekanega pasu, ne posekamo, saj imajo rastoča drevesa na nasipni strani prometnice mnogotere naloge (zaščita ostalih dreves pred poškodbami, vezanje nasipa s podlago, varovanje cestnega telesa i.dr.).

Širina izsekanega pasu gozda (v metrih)

Tabela števil.4

Naklon terena	Trasa na mehki podlagi			Trasa na trdi podlagi		
	pod osjo	nad osjo	skupaj	pod osjo	nad osjo	skupaj
do 20%	3	5	8	-	-	-
30%	3	6	9	3	4	7
40%	3,5	6,5	10	3	4	7
50%	4	7	11	3,5	4,5	8
60%	5	8	13	4	5	9
nad 60%	-	-	-	4	7	11

Na osnovi do sedaj podanih ugotovitev podajamo v tabeli števil. 4 okvirne podatke o širini izsekanega pasu gozda za poprečne terenske razmere. Gozd se bo tem hitreje prilagodil nenadno izsekanem pasu tedaj, če bo ta gozd v mlajši razvojni fazi, po drevesnih vrstah mešan, ter raznodoben z bogatimi vertikalnimi sloji.

4. POVZETEK GLAVNIH UGOTOVITEV

Za pravilno risanje prečnih profilov v glavnih projektih za gozdne ceste, še bolj pa za pravilno izvajanje zemeljskih del moramo poznati, kako je oblikovano cestno telo, torej kako globoko v raščena tla je položeno cestišče, kako so nagnjene brežine in do kam cestno telo dejansko sega. Na

osnovi podanih podatkov, ki so bili dobljeni pri proučevanju dejanskega stanja na terenu, je mogoče za vsak položaj trase v poprečnih terenskih razmerah predvideti vse razsežnosti osnovnih elementov cestnega telesa. Glavne ugotovitve bi bile naslednje:

- Na širino vozišča gozdne ceste vplivajo predvsem naslednji dejavniki: vpliv prometa (širina vozila, hitrost vožnje, gostota prometa), stabilnost ceste in gospodarnost gradnje. Širina vozišča se giblje v ozkih mejah in v preči meri 3,0 - 3,5 m.

- Širina pranauma ceste na pobočju je odvisna od širine vozišča, širina hodnikov oziroma koritnic, načina izvedbe odvodnjavanja, širine planuma v raščeni tleh, razrahljanosti nasipnega materiala ter od splošnih zahtev po širšem planumu.

- Širina planuma v raščeni tleh mora zagotoviti zadosten izkop materiala za prečno izravnavo mas ter zadostno stabilnost cestišča na slabše nosilni podlagi. Podani so matematični obrazci za izračun potrebnih širin planuma, ki navedenim pogojem zadovoljujejo.

- Izvajanje zemeljskih del z bagrom omogoča boljše izrabo materiala, stabilnejšo izvedbo nasipa, zato je širina planuma lahko ožja.

- Poprečna širina planuma pri gradnji znaša 4,5 - 5,5 m, kar je odvisno od naklona terena, kategorije hribine in tehnologije gradnje.

- Naklon odkopne brežine zavisi od vrste in stanja hribine z upoštevanjem vodnih razmer, od višine brežine, rastiščnih pogojev glede na možnost hitre ozelenitve, od pomembnosti prometnice in od zunanjih vplivov na brežino. Podani so nakloni ustaljenih brežin v odvisnosti od višine brežine in kategorije hribine.

- Naklon nasipne brežine zavisi od vrste tal, granulacijske sestave, vlažnosti materiala, od naklona podlage in načina gradnje.

- Na večjo širino izsekanega pasu drevja na trasi gozdne prometnice vplivajo dejavniki kot so: vlažnost rastišča, nepreglednost vozišča, način gradnje, prevoz dolgih sortimentov in nestabilnost pobočja.

- Na manjšo širino izsekanega pasu vpliva zahteva po manjšem posegu v gozdni sestoj, manjši izgubi prirastka, varovanja okolja in zaščiti cestnega telesa.

- Širina poseka nad odkopno brežino zavisi od mehanične in biološke stabilnosti robnih dreves nad brežino.

- Širina poseka na tlorisu nasipa je odvisna od zahtev po širšem ali ožjem izsekanem pasu, ki ga zahteva trasa in od občutljivosti dreves na zasutje.

LITERATURA IN VIRI

1. ADAMEK, I.: Výstavba lesních cest, Praha 1967
2. ČRNAGOJ, B.: Optimalna širina šumskih putev, IGLGS, Ljubljana 1957
3. DOBRE, A.: Oblikovanje krivin glede na prevoz dolgega lesa, IGLG, Ljubljana 1977
4. DRETNIK, D.: Uporabnost stabilizacije tal pri gradnji gozdnih cest, Ljubljana 1969
5. FLÖGL, S.: Gradnja šumskih putev i pruga, Zagreb 1955
6. GRIMŠIČAR, A.: Geološki problemi pri gradnji sodobnih cest, Sodobna gradnja cest, Ljubljana 1969
7. HAAREN, A.: Moderner Waldstrassenbau - Probleme der Wegnetzplanung und der Ausbautechnik, Hannover 1956
8. HAFNER, F.: Regelprofile zur Massenermittlung beim Nulllinienverfahren, Allgemeine Forstzeitung 1965/7
9. HAFNER, F.: Forstlicher Strassen- und Wegebau, Wien 1971
10. JELIČIČ, V.: Korištenje dozera na izgradnji šumskih putev (disertacija), Sarajevo 1975
11. JENKO, R.: Zgornji ustroj cest, Dimenzioniranje II. del, praktične metode, Ljubljana 1966
12. JENKO, R.: Zemeljska dela, Ljubljana 1960

13. KLEMENČIČ, I.: Stičnice in njihov pomen pri gradnji gozdnih cest, Gozdarski vestnik 1961/3
14. KOCZWAŃSKI, S.; MORYL, J.: Badanie przekroju poprzecznego lésnych gruntowych drog stokowych, Lesnictwo 1969/50
15. KORBE, B.: Projektiranje in gradnja gozdnih cest na krajinsko občutljivih območjih, Gozdarski vestnik 1972/3
16. KRAMER, H.: Wegebreite und Zuwachs im angrenzenden Bestand, Allgemeine Forstzeitschrift 1958/6
17. NÄGELI, G.: Einfluss von Wegbreite, Hangneigung und Böschungswinkel auf die Baukosten eines Waldweges, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 1950/7-8
18. NEUBER, B.: Der mechanisierte Felsvortrieb in Forstwegebau, Allgemeine Forstzeitschrift 1975/14
19. NEUBER, B.: Pfleghcher Forstwegebau im steilen und felsigen Terrain, Allgemeine Forstzeitung 1977/8
20. PAHOLJČIŠIN, G.: Kak udeševit drožnoe stroiteljstvo v gorah. Lesnaja promišlenost 1969/5
21. PINTAR, J.: Prometnice in prostorske razmere, Zbornik seminarja "Ceste in krajina", Ljubljana 1970
22. ROTHMUND, H.: Der Lagerstreifen, Allgemeine Forstzeitschrift 1967/25
23. SCHONAUER, H.: Aktuelles von Forststrassenbau, Allgemeine Forstzeitung 1975/1
24. ŠRAJER, RAM : Gradjevinska statika, 3 deo, Gradjevinska knjiga, Beograd 1970
25. * Mehanika tla pri projektiranju i gradjenju puteva, Beograd 1964
26. * Smernice za sestavo investicijskih programov in glavnih projektov za gozdne ceste, Ljubljana 1962

POJMOVNO KAZALO

grafikon obremenitve cestnega omrežja	14
naklon odkopne brežine	22 - 28
naklon nasipne brežine	29 - 30
oblika odkopne brežine	24 - 26
posek dreves na tlorisu nasipne brežine	37
posek dreves nad odkopno brežino	37
razrahljanost materiala	18 - 19
širina cestnega telesa	21,30,- 33
širina izsekanega pasu gozda	34 - 38
širina planuma	15 - 21
širina planuma v raščeni tleh	16 - 18
širina vozišča v preli	10 - 15
višina odkopne brežine	22 - 23