

Prispelo/Received: 1990, maj

GDK 383: 113.3:114.32:663.26

**KOLIČINA DELA IN STROŠKI GRADNJE GOZDNIH CEST V ODVISNOSTI
OD NAKLONA TERENA IN KATEGORIJE HRIBINE**

Andrej DOBRE*

Izveček

Za lažjo presojo upravičenosti gradnje gozdnih prometnic je preučen vpliv naklona terena in kategorije hribine na količino ročnega in strojnega dela ter na stroške (skupne in pri posameznih izvedbenih fazah) pri gradnji gozdne ceste. Prikazan je vpliv lokacije materiala za utrditev zgornjega ustroja ter vpliv načina izvedbe odvodnjavanja na gradbene stroške. Napravljena je primerjava med stroški gradnje 1 km gozdne ceste in povprečno prodajno ceno lesa.

Ključne besede: naklon terena, kategorija hribine, normativi, izkop, stroški gradnje

**WORK QUANTITY AND FOREST ROAD CONSTRUCTION COSTS IN
RELATION TO THE TERRAIN SLOPE AND EXCAVATION MATERIAL
CATHEGORY**

Andrej DOBRE*

Abstract

In order to be able to judge as to the justifiability of forest road construction, the influence of terrain slope and excavation material cathegory on manual and machine work quantity and on costs (total and of individual construction phases) has been established in forest road construction. The influence of the location of the material intended for compaction of the upper layer and the influence of the drainage method on construction costs are presented. A comparison between construction costs of 1km of a forest road and the average selling price of timber has been made.

Key words: terrain slope, excavation material cathegory, standards, excavation, construction costs

* mag.dipl.inž.gozd., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo,
61000 Ljubljana, Večna pot 2, YU

KAZALO

1	UVOD	85
2	IZHODIŠČA ZA IZRAČUN KOLIČINE DELA IN STROŠKOV GRADNJE	86
2.1	Naklon terena	86
2.2	Kategorija hribine	86
2.3	Količina izkopa v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribinc	87
2.4	Normativi potrebnega dela in materiala	90
3	IZRAČUN POTREBNEGA DELA ZA ZGRADITEV 1 KM GOZDNE CESTE	90
3.1	Pripravljalna dela	92
3.2	Izvedba spodnjega ustroja	93
3.3	Izvedba odvodnjavanja	94
3.4	Izvedba zgornjega ustroja	95
3.4.1	Količina utrditvenega materiala	95
3.4.2	Prevoz utrditvenega materiala	96
3.4.3	Poraba časa pri izvedbi zgornjega ustroja	97
3.5	Skupna količina potrebnega dela	98
3.5.1	Količina ročnega dela	98
3.5.2	Količina strojnega dela	99
3.5.3	Poraba razstreliva	102
4	RELATIVNI STROŠKI GRADNJE 1 KM GOZDNE CESTE	103
4.1	Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja	107
4.2	Struktura stroškov pri izvedbi zgornjega ustroja	108
4.2.1	Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja	109
4.2.2	Pocenitev gradnje zaradi nahajališča utrditvenega materiala na gradbišču	111
4.3	Povečanje stroškov gradnje zaradi obcestnega jarka	111
4.4	Primerjava stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste s povprečno ceno lesa	112
5	RAZPRAVA	114
6	SUMMARY	116
7	REFERENCE	118

1 UVOD

Kljub intenzivni gradnji primarnih prometnic v gozdovih Slovenije v zadnjih 25 letih smo dosegli njih gostoto v povprečju komaj 15 m/ha, to pa je po merilih gozdarsko razvitih dežel spodnja meja za smotrno gospodarjenje z gozdom. Do optimalne odprtosti manjka v naših gozdovih še okoli 1/3 cest. Podatki o letnem obsegu gradenj gozdnih cest pa kažejo, da se je krivulja v zadnjih nekaj letih zaskrbnjujoče upognila navzdol in tudi obeti v bližnji prihodnosti niso nič boljši. Prav gotovo pa bo morala biti v prihodnje gradnja vsake nove prometnice dobro premišljena, skrbno načrtovana in utemeljena iz ekološkega, predvsem pa iz gospodarskega zornega kota.

Pri utemeljevanju gospodarske upravičenosti gradnje določene gozdne ceste je eden najpomembnejših kazalnikov prav gradbeni strošek, ki ga je težko vnaprej zanesljivo ugotoviti. Dostikrat se moramo zadovoljiti le z okvirnimi podatki bodisi pri določanju prednostnega reda same gradnje ali pri izbiri najustreznejše različice, kadar izbiramo med več mogočimi rešitvami. V takem primeru iščemo predvsem razmerje stroškov gradnje v različnih terenskih ali drugih delovnih razmerah. Prav zato, da se bomo pri izbiri različic lažje odločali po bolj stvarnih kazalnikih, smo preučili dva temeljna dejavnika (naklon terena in talno podlago), katera izmed vseh naravnih danosti, ki se v povprečnih razmerah pojavljajo vzdolž trase, najmočneje vplivata na količino potrebnega dela in seveda tudi na končno višino stroškov, ki so povezani z zgraditvijo primarne gozdne prometnice.

2 IZHODIŠČA ZA IZRAČUN KOLIČINE DELA IN STROŠKOV GRADNJE

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

- naklon terena
- kategorija hribine

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

2.1 Naklon terena

Za naše preučevanje smo naklone terena razvrstili v štiri razrede, in sicer:

oznaka razreda:	0 %	20 %	40 %	60 %
nagnjenost terena:	0–10 %	11–30 %	31–50 %	51–70 %

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

2.2 Kategorija hribine

Od leta 1981 je v veljavi nova klasifikacija hribine (JUS U. E 1.010), ki se uporablja pri izvajanju zemeljskih del pri gradnji javnih cest, koristno pa jo je mogoče uporabiti tudi pri gradnji gozdnih cest. Nova klasifikacija je zamenjala do tedaj v praksi uveljavljene gradbene norme GN 200. Pri naših preučevanjih smo upoštevali le tri temeljne kategorije hribine, ki najpogosteje nastopajo na trasah gozdnih cest. Označili smo jih z rimskimi številkami zaradi praktičnosti pri prikazovanju podatkov in ker je v praksi taka oznaka že ustaljena.

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

III.kat.hribine: mešane zemljine (mešanica nevezljivih grobozrnatih tal in drobnozrnatih zemljin)

IV.kat.hribine: poltrdna kamnita tla, ki se lahko kopljejo brez uporabe razstreliva

V.kat.hribine: trdna kamnita tla, pri katerih se pri izkopu uporablja razstrelivo. Sem spadajo vse vrste dolomitov in apnencev (sedimentne, metamorfne in eruptivne kamnine srednje trdnosti in razpokanosti).

2.3 Količina izkopa v odvisnosti od naklona terena in kategorije hribine

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

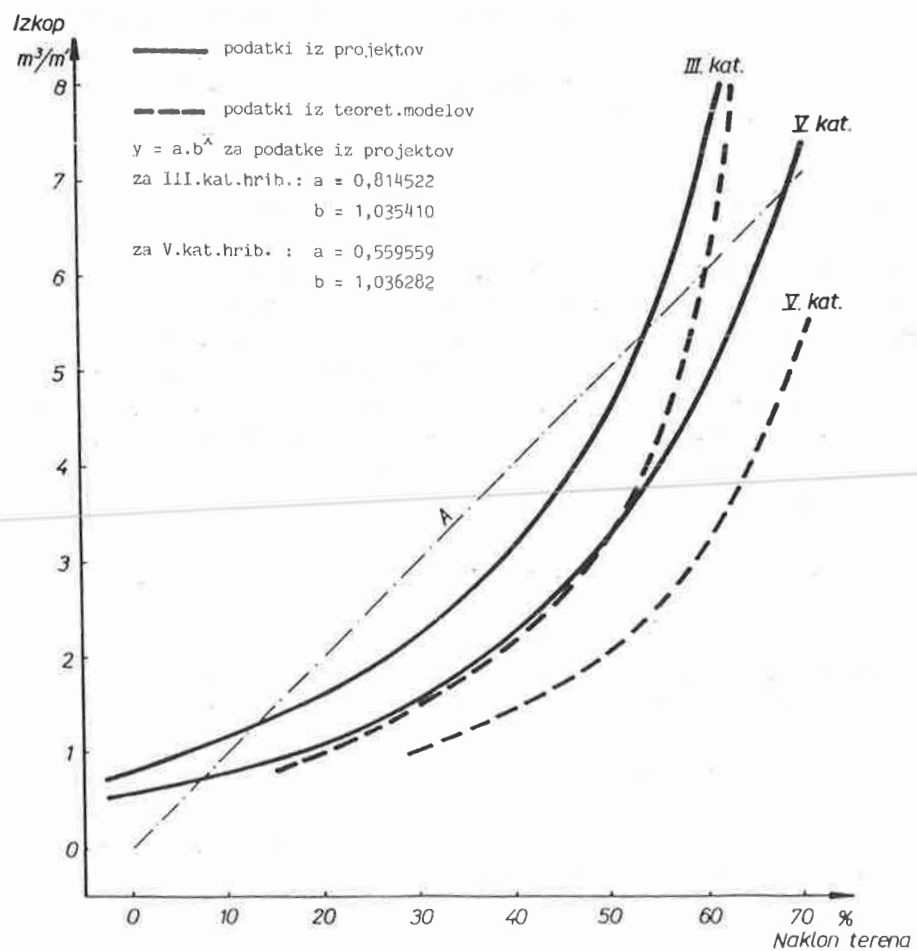
Pri ugotavljanju količine izkopa na tekoči meter trase lahko izhajamo iz:

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

1.3.1 Količina izkopa iz normalnih prečnih profilov

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

Količino izkopa ugotovimo iz normalnih prečnih profilov, na katerih je pri različnih naklonih terena cestno telo optimalno položeno v teren s pogojem, da sta glede na talno podlago zagotovljeni stabilnost vozišča in stabilnost odkopnih in nasipnih brežin. Tako ugotovljene količine izkopa (DOBRE 1982) so prikazane na sliki 1, kot primerjava z vrednostmi, dobljenimi iz projektov. Pri presoji podatkov o količini izkopa, dobljenih na teoretičnih podlagah, je treba pripomniti, da je bila pri izračunih upoštevana širina vozišča le 3,0 m, ne pa tudi dodatna povprečna razširitev vozišča v krivinah.



Slika 1: Količina izkopa na tekoči meter trase

Figure 1: Excavation quantity per one metre of a road

2.3.2 Količina izkopa, ugotovljena iz projektov

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

Da bi dobili stvarne podatke o količini izkopa na tekoči meter trase, smo preučili šest izvedbenih projektov gozdnih cest, ki so bile načrtovane v različnih kategorijah hribine. Za posamezne odseke ceste s čimbolj homogenimi parametri (prečni naklon terena in ista kategorija hribine) smo izračunali srednje vrednosti naklona terena ter povprečno količino izkopa. Tako dobljene podatke smo izravnali v krivulje in to prikazali na sliki 1. Grafično sta predstavljeni le mejni krivulji, torej za hribino v čisti III.kategoriji in V.kategoriji, za kateri je bilo dovolj podatkov, za hribino v čisti IV.kategoriji pa nismo imeli dovolj odsekov v različnih naklonih terena. Pri našem nadaljnjem računanju smo pri hribini v IV.kategoriji upoštevali vmesne vrednosti.

Iz potekov krivulj na sliki 1. lahko razberemo, koliko se podatki o količini izkopa iz projektov razlikujejo od podatkov, dobljenih na teoretičnih temeljih. Pri najpogostejšem naklonu terena (40%) je po projektih predviden od 40% (III.kat.hribine) do 55% (V.kat.hribine) večji izkop na tekoči meter trase, kot pa izhaja iz teoretičnega modela.

Na sliki 1. je zarisana tudi premica A, ki predstavlja količino izkopa, ki je po številčni vrednosti enaka 1/10 vrednosti naklona terena. Vse vrednosti tako iz podatkov iz projektov kot iz normalnih prečnih profilov se ujemajo z vrednostmi iz premice pri trasah, ki so načrtovane na položnih in zelo strmih terenih, na najpogostejših naklonih terena (40%) pa so izkopi precej manjši od vrednosti na premici A.

Če bi primerjali količino izkopa na tekoči meter trase na posameznem profilu, kot jo predvideva projekt, ter dejansko izmerjeno kubaturo izkopa po končani gradnji ceste, potem bi verjetno ugotovili precejšnje razlike, ki so nastale iz najrazličnejših vzrokov. Ker v praksi najpogosteje upoštevamo količino izkopa za nadaljnje izračune (določanje normativov, izdelava predračunov) iz podatkov v projektih, smo tudi pri naših izračunih potrebnega dela in iz tega izhajajočih stroškov gradnje upoštevali vrednost iz podatkov, dobljenih iz projektov (slika 1).

2.4 Normativi potrebne dela in materiala pri gradnji gozdnih cest

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

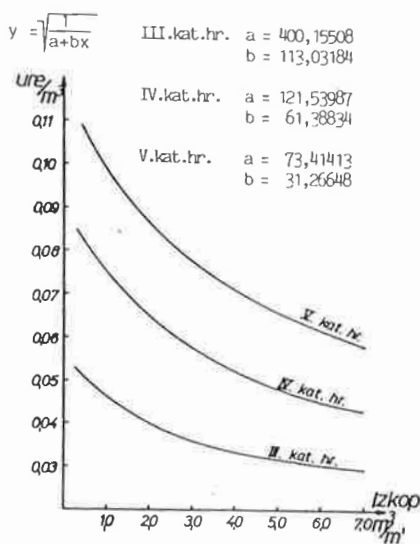
Pri našem izračunu skupnih stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste smo izhajali iz tehle podmen:

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

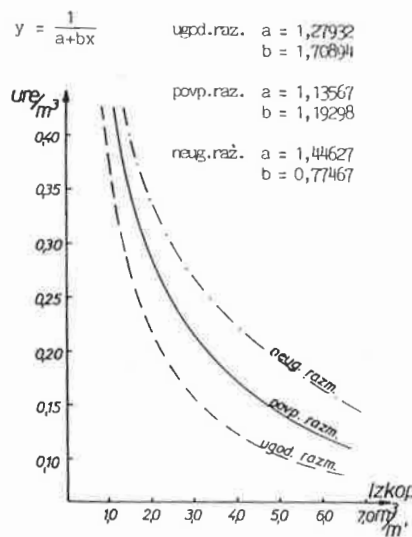
Treba je pojasniti, zakaj je bila upoštevana le klasična tehnika gradnje in ne tudi sodobnejša. Temeljni namen preučevanja je bil v tem, da se ugotovi vpliv dveh najmočnejših dejavnikov naravnih danosti na stroške gradnje pri uporabi enake tehnike dela. Če so znani elementi določenega načina dela, je kasneje mogoče primerjati nove rezultate, ki se kažejo v spremenjenih učinkih ali ekonomskih kazalnikih kot posledica vpeljevanja drugačnih načinov dela (nova tehnika gradnje, novi stroji idr.).

3 IZRAČUN POTREBNEGA DELA ZA ZGRADITEV 1 km GOZDNE CESTE

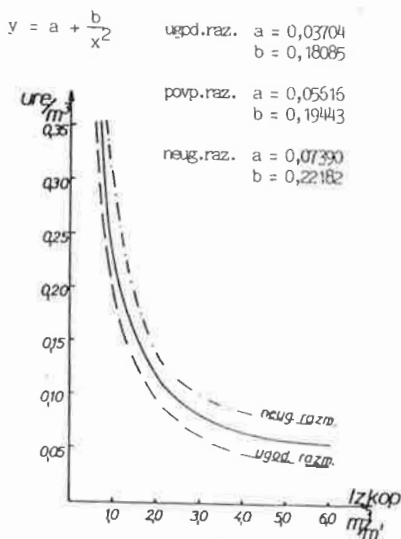
Pri izračunavanju potrebne dela za zgraditev 1 km gozdne ceste smo upoštevali enake postavke, kot so navedene v normativih za gradnjo gozdnih cest in vlak (1984) in se tudi najpogosteje uporabljajo v praksi. Celotno izvajanje del na gradbišču gozdne ceste je razdeljeno na 4 faze, in sicer:



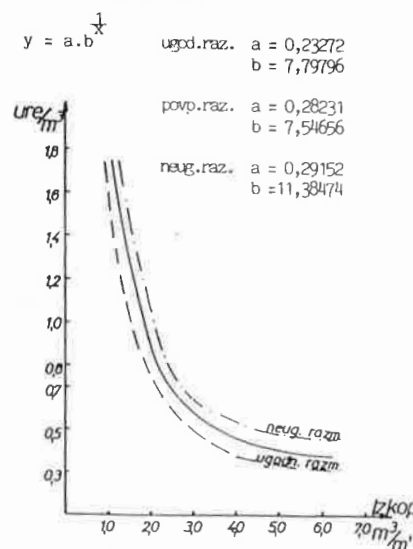
Slika 2: Normativi za odkop
Figure 2: Excavation standards



Slika 3: Normativi za vrtnje min. vrtin
Figure 3: Standards for drilling of blast-holes



Slika 4: Normativi za delo minerja
Figure 4: Standards for miner's work



Slika 5: Normativi za razstrelivo
Figure 5: Standards for detonator

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

3.1 Pripravljalna dela

Pripravljalna dela zajemajo tale opravila:

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

V naslednji preglednici so navedeni podatki o potrebnem delu (število ur) pri posameznih postavkah, glede na naklon terena in vrsto talne podlage. Pri izračunu potrebnega dela, v postavki čiščenja trase, smo upoštevali normativ 0,02 ure/ m², kot je navedeno v normativih 1984. V primerjavi z vrednostimi pri drugih postavkah je po našem mnenju navedeni normativ razmeroma velik.

Pri računanju podatkov za postavko krčenja panjev je upoštevano 450 dreves na 1 ha gozda, od tega je 80% panjev s premerom, manjšim od 30 cm, in 20% panjev s premerom, večjim od 30 cm. Panje je treba minirati le na mehki podlagi, na kamniti podlagi pa je miniranje panjev upoštevano že pri miniranju kamnine. Panje odstranjuje buldožer TG 100.

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

Table 1: Time (hours) used for preparation work (1 km of a road)

Vrsta opravila	Delo opravlja	Talna podlaga	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Zavar.osi trase	kval.delav		15	18	24	27
Čiščenje trase	delavec	mehka	160	170	180	260
		kamnita	140	140	140	180
Krčenje panjev	miner	mehka	16	18	15	19
	buldož.		25	28	24	20

3.2 Izvedba spodnjega ustroja

Za izvedbo spodnjega ustroja so potrebna tale dela:

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

V naših izračunih smo upoštevali izvedbo spodnjega ustroja z buldožerjem TG 100. Iz normativov, ki so predstavljeni na slikah 2 do 5 in veljajo za porabo časa za potrebna dela pri odkopu in miniranju za 1 m³ hribine, smo izračunali porabo časa za izvedbo 1 km spodnjega ustroja na različnih naklonih terena in na različnih talnih podlagah. Podatki so prikazani v preglednici 2.in 3.

Preglednica 2: Poraba časa (ure) za izvedbo spodnjega ustroja brez dodatnih del (1 km trase)

Table 2: Time (hours) needed for road-bed construction not including auxiliary work (1km of a road)

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

Podatkom, navedenih v 2. in 3. preglednici je treba dodati tale pojasnila:

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

Preglednica 3: Poraba časa (ure) za dodatna dela pri izvedbi spodnjega ustroja (1 km trase)

Table 3: Time (hours) needed for auxiliary work in road-bed construction (1 km of a road)

Vrsta opravila	Delo opravljeno	Kategorija hribine	Naklon terena			
			0%	20%	40%	60%
Dodatna dela	buldožer	III.	12	14	17	23
	bager	III.	–	3	6	15
	buldožer	IV.	12	14	17	24
	bager	IV.	–	3	7	19
	buldožer	V.	–	4	4	7
	bager	V.	10	10	10	10
	VRTALEC	V.	43	46	46	48
	VRT.STROJ	V.	30	34	34	37
	MINER	V.	29	31	31	32

3.3 Izvedba odvodnjavanja

Odvodnjavanje ceste, ki je narejeno le za odtok padavinske vode, zajema pri gradnji na prepustni talni podlagi le polaganje cevnih prepustov, na neprepustnih tleh pa tudi izkop občestnih jarkov.

3.3.1 Polaganje cevnih prepustov

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

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

3.3.2 Izkop obcestnega jarka

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

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

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

3.4 Izvedba zgornjega ustroja

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

3.4.1 Količina utrditvenega materiala

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

Preglednica 4: Količina utrditvenega materiala**Table 4: The quantity of compaction material**

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

Vrednosti v preglednicah 4 do 6, ki so navedene v oklepaju, veljajo za primere, kadar ne izdelamo utrjene koritnice.

Pri izračunu količine utrditvenega materiala smo upoštevali povprečno širino vozišča 420 cm, ki smo jo ugotovili na temelju tehle podmen:

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

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

3.4.2 Prevoz utrditvenega materiala

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

Razdalje prevoza utrditvenega materiala pri gradnji gozdnih cest v Sloveniji so razmeroma precejšnje. Iz izidov ankete za ugotavljanje gospodarske zmožljivosti gozdnogospodarskih območij smo izbrali tele podatke:

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

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

Dobre A.: Količina dela in stroški gradnje gozdnih cest

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

Pri izračunih potrebnega časa za prevoz utrditvenega materiala za zgraditev 1 km ceste, to je prikazano v 5. preglednici, smo upoštevali kapaciteto kamiona–8 m³ materiala in vožnjo po cesti v povprečnih razmerah (podložni naklon ceste 4–8%).

Preglednica 5: Poraba časa za prevoz utrditvenega materiala za 1 km ceste

Table 5: Time required for the transportation of compaction material for 1km of a road

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

3.4.3 Poraba časa pri izvedbi zgornjega ustroja

Ko je utrditveni material pripeljan na gradbišče, ga je treba izravnati po planumu v debelino plasti, ki ustreza zahtevani nosilnosti, ter ga komprimirati. Poraba časa za potrebna opravila pri izvedbi zgornjega ustroja je prikazana v 6. preglednici.

Preglednica 6: Poraba časa (ure) za izvedbo zgornjega ustroja (1 km ceste)

Table 6: Time (hours) required for upper road-layer construction of (1km of a road)

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

3.5 Skupna količina potrebnega dela za zgraditev 1 km ceste

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

3.5.1 Količina ročnega dela

V 7. preglednici so prikazani podatki o potrebni količini ročnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste glede na naklon terena in kategorijo hribine.

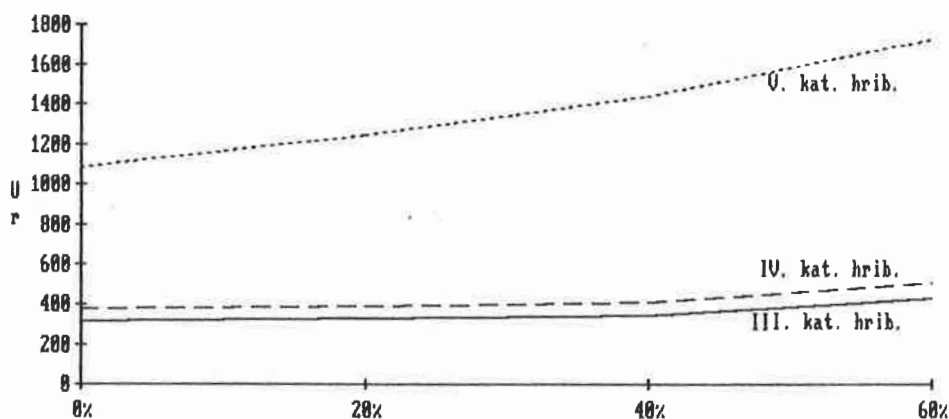
Preglednica 7: Količina ročnega dela (ure) za zgraditev 1 km ceste

Table 7: Manual work quantity (hours) required for the construction of 1km of a road

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

Za lažjo predstavitev razmerja potrebnega ročnega dela pri gradnji ceste na različnih naklonih terena ter v različnih kategorijah hribine smo številčne podatke iz 7. preglednice prikazali na sliki 6. Iz poteka krivulj lahko ugotovimo tole:

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



Slika 6: Količina ročnega dela za zgraditev 1 km ceste

Figure 6: Manual work quantity needed for the construction of 1km of a road

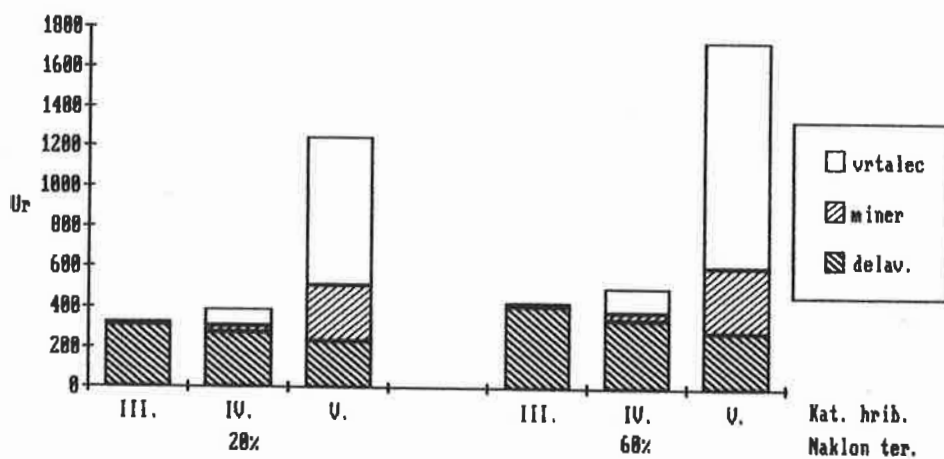
Zanimiva je tudi struktura ročnega dela; to je prikazano na sliki 7. Prikazana je struktura ročnega dela pri gradnji ceste na naklonu terena 20% in naklonu 60%, in sicer v različnih kategorijah hribine. Razlike izhajajo predvsem iz različnih potreb po miniranju kamnine; pri tem odpade večina celotnega dela na vrtalca.

3.5.2 Količina strojnega dela

S podobnimi kazalniki, kot smo prikazali količino potrebnega ročnega dela za zgraditev 1 km gozdne ceste, prikazujemo v 8. preglednici količino potrebnega strojnega dela. Podatki so prikazani ločeno po fazah izvedbe, vrsti opravil in strojev, ki delo opravljajo, ter pri različnih naklonih terena in kategorijah hribine.

Preglednica 8: Količina strojnega dela (ure) za zgraditev 1 km ceste
Table 8: The quantity of machine work (hours) required for the construction of 1km of a road

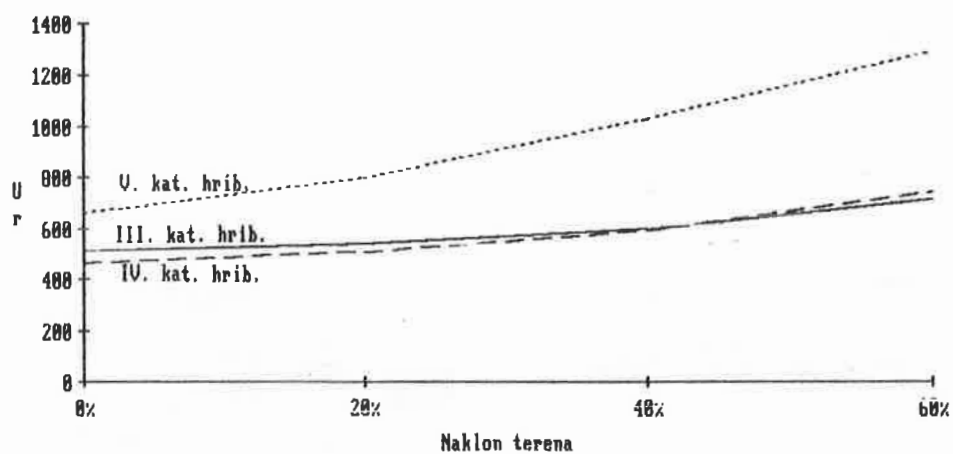
Faza izvedbe	Vrsta opravil	Vrsta stroja	Kateg. hrib.	Naklon terena				
				0%	20%	40%	60%	
Priprav. dela	Krčenje panjev	buld.	III.–IV.	25	28	24	20	
			III.	57	81	140	253	
			IV.	77	112	185	314	
	Odkop, odriv in dodatna dela		V.	72	111	203	345	
			iii.	–	3	6	15	
Spodnji ustroj		bager	IV.	–	3	7	19	
		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



Slika 7: Struktura ročnega dela
Figure 7: Manual work structure

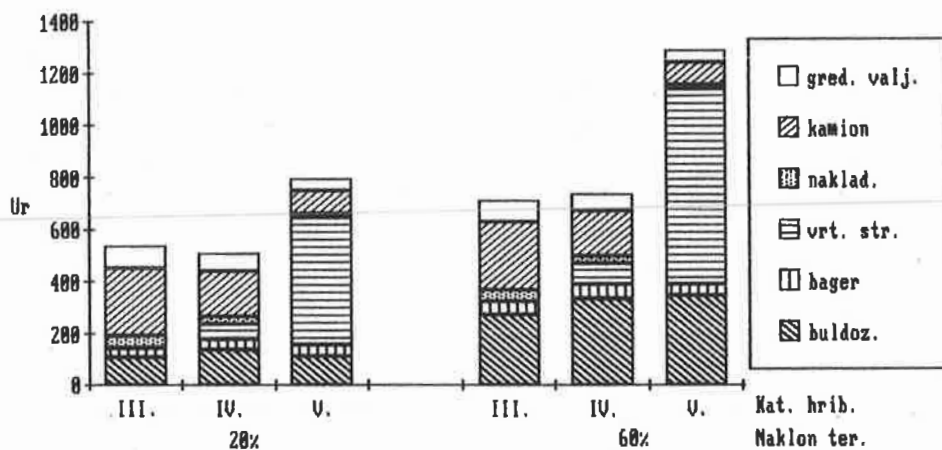
Tudi za količino strojnega dela smo pripravili grafični prikaz (slika 8), iz katerega razberemo, da ima naklon terena pri gradnji ceste na mehki podlagi le manjši vpliv, dosti večjega pa pri gradnji na kamniti podlagi, saj se količina strojnega dela skoraj podvoji pri gradnji na naklonu 60% v primerjavi z gradnjo na ravnem svetu. Velik vpliv ima seveda kategorija hribine, saj se količina strojnega dela pri gradnji na kamniti podlagi (V.kat. hribine) prav zaradi miniranja na vseh naklonih terena močno razlikuje od količine, potrebne v razmerah, ki so značilne za gradnjo na mehki podlagi.

Kako zelo vpliva na skupno količino strojnega dela miniranje kamnine, vidimo na sliki 9, ki prikazuje strukturo strojnega dela pri gradnji ceste na naklonu terena 20% in 60%. Pri gradnji ceste na določenem naklonu terena je količina dela buldožerja, bagra, grederja in valjarja skoraj nespremenjena glede na kategorijo hribine, temveč se s kategorijo hribine bistveno spremeni količina dela za vrtni stroj in kamion, ki prevažata utrditveni material. S povečanjem deleža kamnine se zaradi potrebe po miniranju povečuje obseg dela vrtnega stroja, znižuje pa potreba po količini utrditvenega materiala in s tem potreba po prevozih takega materiala.



Slika 8: Količina strojnega dela za zgraditev 1km ceste

Figure 8: Machine work quantity needed for the construction of 1km of a road



Slika 9: Struktura strojnega dela

Figure 9: Machine work structure

3.5.3 Poraba razstreliva za zgraditev 1 km ceste

Pri gradnji gozdne ceste uporabljamo razstrelivo, kadar imamo panje ter drobimo kamnine pri izvedbi spodnjega ustroja. Kolika je poraba razstreliva pri omenjenih opravilih, odvisno od naklona terena in talne podlage, prikazuje 9. preglednica.

Preglednica 9: Poraba razstreliva (kg) za zgraditev 1 km ceste

Table 9: Explosive consumption (kg) in the construction of 1km of a road

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

Poraba razstreliva, navedena v 9. preglednici, velja tedaj, ko panje krčimo z buldožerjem TG 100 in ko pri miniranju vrtamo vertikalne vrtine malega premera. Pri računanju porabe razstreliva so bile upoštevane povprečne razmere (miniranje v srednje trdi kamnini, enakomerno drobljivi). Pri miniranju v neugodnih razmerah (žilava kamnina, težko drobljiva) se poraba razstreliva poveča za okoli 20%, v ugodnih razmerah (kamnina je delno preperela, lahko drobljiva) pa zmanjša za okoli 18%.

Kadar opravljamo pri gradnji gozdne ceste zemeljska dela z bagrom, miniranje pri krčenju panjev ni potrebno, zmanjša pa se tudi potreba po miniranju v IV. kategoriji hribine za okoli 60%. Za normalen potek dela z bagrom je potrebno poprejšnje miniranje le pri delu v V. kategoriji hribine, vendar je v tem primeru poraba razstreliva manjša kot pri delu z buldožerjem, zlasti če je kamnina bolj preperela in drobljiva.

Iz podatkov v 9. preglednici lahko tudi ugotovimo, da je vpliv naklona terena na skupno porabo razstreliva manjši, kot bi pričakovali glede na kubaturo izkopa na tekoči meter trase. Treba je pojasniti, da je specifična poraba razstreliva pri manjših izkopih mnogo večja kot pri večjih in da se precejšen del razstreliva porabi pri izdelavi koritnice in izravnavi planuma pri gradnji na kamniti podlagi; na to pa naklon terena ne vpliva.

4 RELATIVNI STROŠKI ZA ZGRADITEV 1 km GOZDNE CESTE

Pri ugotavljanju ekonomske upravičenosti gradnje kake ceste je strošek gradnje prav gotovo eden najpomembnejših kazalnikov, ki ga moramo upoštevati. Zaradi

hitrega spreminjanja cen nam izračunani strošek gradnje, izražen v dinarskih vrednostih, ne bi veliko koristil, zato bomo v našem primeru stroške gradnje izrazili v relativnih vrednostih. Zanimajo nas predvsem razmerje stroškov pri gradnji ceste na različnih naklonih terena in na različnih talnih podlagah (kategorijah hribine).

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

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

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

V 10. preglednici so prikazani podatki o relativnih stroških za zgraditev 1 km gozdne ceste na različnih naklonih terena in v različnih kategorijah hribine. Podatki so prikazani ločeno, po posameznih fazah izvedbe.

Na sliki 10, kjer so grafično prikazani sumarni podatki iz 10. preglednice, lahko zelo nazorno vidimo, kako se spreminjajo stroški gradnje glede na strmino terena in vrsto talne podlage. Ugotavljamo tole:

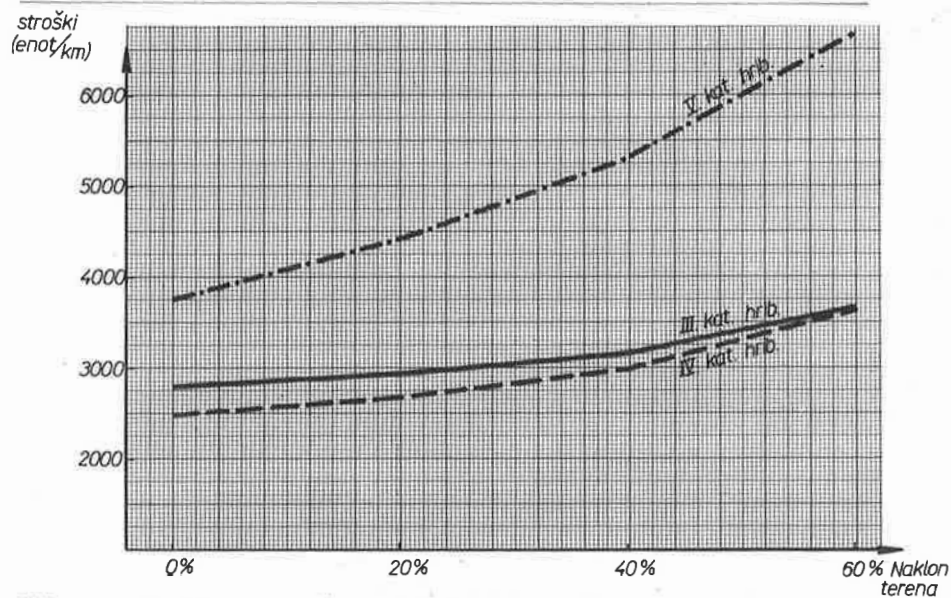
- Skupni stroški gradnje so najnižji pri gradnji v IV. kategoriji hribine.
- Razlika med stroški gradnje v III. in IV.kategoriji hribine je majhna, z večanjem naklona terena se zmanjšuje in pri naklonu 60% so stroški skoraj enaki.
- Pri gradnji gozdne ceste na mehki podlagi (III.kat. hribine) je vpliv naklona terena na stroške razmeroma majhen, dosti večji je pri gradnji na kamniti podlagi (V. kat.hribine); to je razvidno na sliki 11;
- Stroški gradnje na kamniti podlagi so na vseh naklonih terena precej večji (od 35% do 80%) od stroškov gradnje na mehki podlagi.

Dobre A.: Količina dela in stroški gradnje gozdnih cest

Preglednica 10: Relativni stroški za zgraditev 1 km ceste

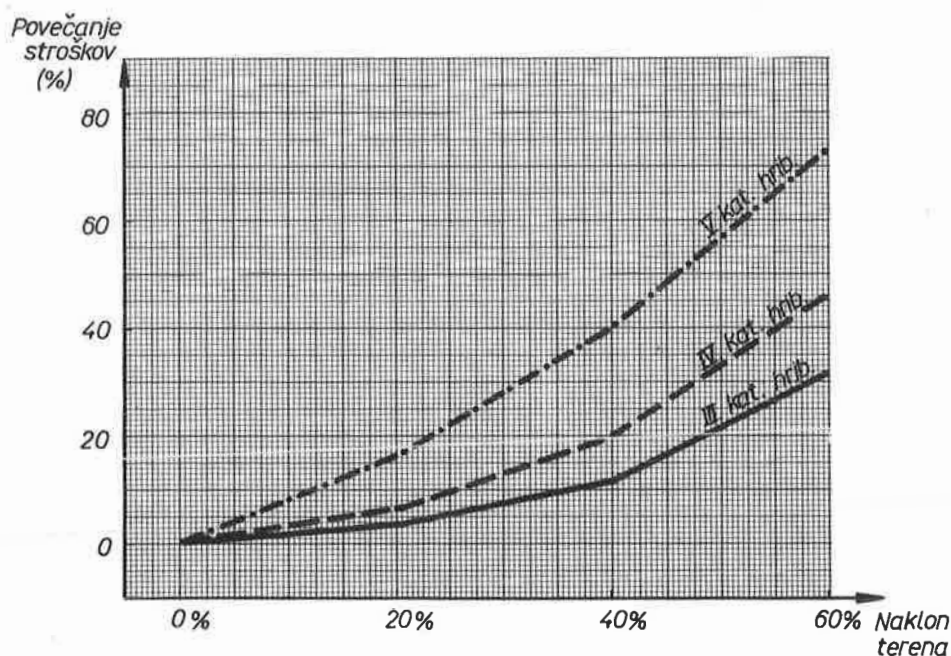
Table 10: Relative Costs of 1km of a Road

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



Slika 10: Stroški za zgraditev 1 km gozdne ceste

Figure 10: Construction costs of 1km of a forest road



Slika 11: Vpliv naklona terena na stroške gradnje (Osnova so stroški pri 0% naklona terena)

Figure 11: Terrain slope influence on construction costs (Costs at a 0%–terrain slope serve as a basis)

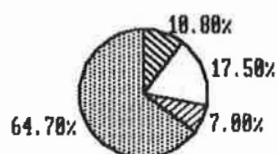
Zanimala nas je struktura stroškov za zgraditev 1 km ceste po fazah izvedbe. Struktura stroškov se spreminja z naklonom terena in s kategorijo hribine. Analizirali smo stroške gradnje na 40 odstotno nagnjenem pobočju kot primer naklona terena, na katerem najpogosteje gradimo gozdne ceste.

Iz 12. slike razberemo tole:

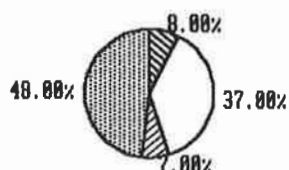
- Pripravljalna dela zajemajo od 10,8% (III.kat.hribine) do 3,1% (V.kat.hribine) od skupnih stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste.
- Izvedba spodnjega ustroja je najcenejša pri gradnji v III. kat.hribine, nanjo odpade 17,5% skupnih stroškov, najdražja pa je pri gradnji v V.kat.hribine, kjer zajema kar 79% vseh stroškov.
- Odvodnjavanje je po absolutnih stroških približno enako pri vseh kategorijah hribine, preračunano v relativne vrednosti pa pri gradnji na mehki podlagi zajema 7%, na kamniti podlagi pa 45.

– Izvedba zgornjega ustroja je najdražja pri gradnji na mehki podlagi (zajema 65% vseh stroškov), najcenejša pa pri gradnji na kamniti podlagi (14% vseh stroškov). Tudi če izrazimo razmerje stroškov v absolutni vrednosti, je izvedba zgornjega ustroja pri gradnji na mehki podlagi 2,8–krat dražja kot pri gradnji na kamniti podlagi.

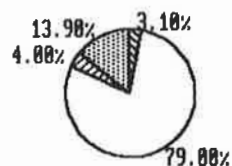
III. kategorija hribine



IV. kategorija hribine



V. kategorija hribine



Slika 12: Delež stroškov pri gradnji 1 km ceste (Naklon terena 40%)

Figure 12: Cost share in the construction of 1 km of a road (with a 40%–terrain slope)

Po strukturi stroškov lahko presodimo, pri katerih fazah izvedbe gradnje je smotrno večje prizadevanje za racionalizacijo dela in s tem pocenitev stroškov gradnje.

4.1 Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja

Izvedba spodnjega ustroja zahteva izmed vseh faz dela največje stroške; to velja za gradnjo na kamniti podlagi, zato je struktura stroškov glede na vrsto opravil zelo poučna. Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja pri gradnji na naklonu terena 40% je prikazana na sliki 13.

Ugotavljamo tole:

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

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

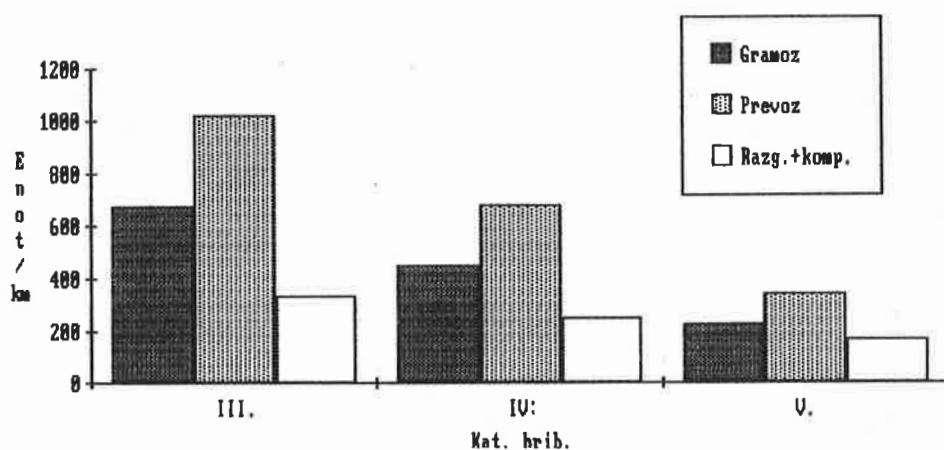


Slika 13: Struktura stroškov pri izvedbi spodnjega ustroja (Naklon terena 40%)
 Figure 13: Cost structure in the road-bed construction (with a 40%-terrain slope)

Pri izvedbi spodnjega ustroja na kamniti podlagi je treba vso pozornost nameniti tehniki miniranja; ta naj bo prilagojena razmeram na trasi, upoštevati je treba varnost in humanost pri delu, gospodarnost in cilj miniranja ter zahtevo, da se sme okolje čim manj poškodovati. Prav pri miniranju se v praksi često dogaja, da s premalo pazljivim delom napravimo hude rane na okoliškem sestoju; to povzroči upravičeno kritiko javnosti, prizadeti gozd pa se čez dolgo časa le težka opomore.

4.2 Struktura stroškov pri izvedbi zgornjega ustroja

Pri gradnji gozdne ceste na mehki podlagi zajema izvedba zgornjega ustroja največji strošek, skoraj 2/3 skupnih stroškov gradnje. Na sliki 14 je predstavljena struktura stroškov po temeljnih postavkah, in sicer za gradnjo v III., IV. in V.kategoriji hribine. Podatki veljajo za primere, ko utrditveni material vozimo na razdalji 8 km.



Slika 14: Struktura stroškov pri izvedbi zgornjega ustroja (Razdalja prevoza 8 km)

Figure 14: Cost structure in the upper road-layer construction (transportation distance 8km)

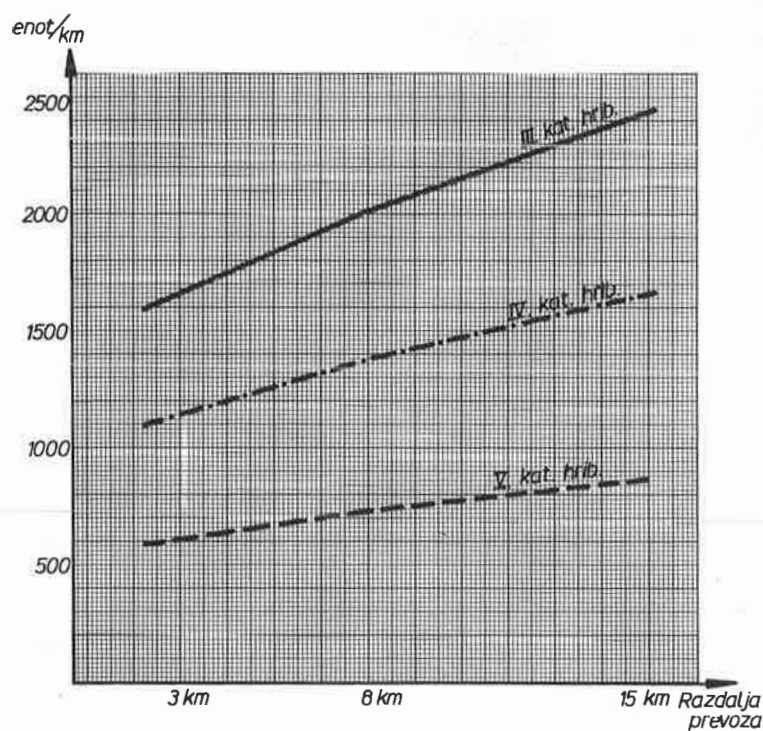
Iz slike lahko razberemo:

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

4.2.1 Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja

Pri izvedbi zgornjega ustroja zajemajo največji delež stroški za prevoz utrditvenega materiala in so najbolj odvisni od prevozne razdalje. Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja pri gradnji v različnih kategorijah hribine

kaže slika 15. Prevozna razdalja najmočneje vpliva pri gradnji ceste na mehki podlagi (III. kat.hribine), ker je v tem primeru potrebnih za prevoz utrditvenega materiala tudi največ voženj. Pri podaljšanju prevozne razdalje od 3 km na 15 km se strošek zgornjega ustroja v III.kat.hribine poveča za 45%, celoten strošek za zgraditev 1 km gozdne ceste pa se poveča za 27%; to velja za gradnjo na 40 odstotno nagnjenem pobočju.



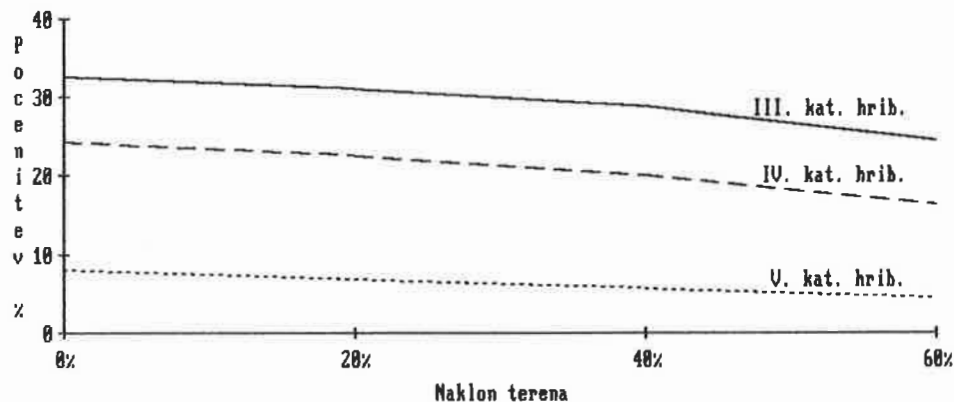
Slika 15: Vpliv prevozne razdalje na stroške zgornjega ustroja
Figure 15: The influence of transport distance on upper road-layer costs

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

4.2.2 Pocenitev gradnje zaradi nahajališča utrditvenega materiala na gradbišču

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

Dosti bolj uporabni so podatki, če pocenitev v prejšnjem primeru preračunamo na celotne stroške za zgraditev 1 km gozdne ceste; to je prikazano 16. sliki. Pri gradnji ceste na naklonu terena 40% znašajo pocenitve v III.kat.hribine kar 28,6%, v V.kat.hribine pa 5,5%.



Slika 16: Pocenitev gradnje ceste zaradi utrditvenega materiala na trasi

Figure 16: Lower costs of road construction due to compaction material in road

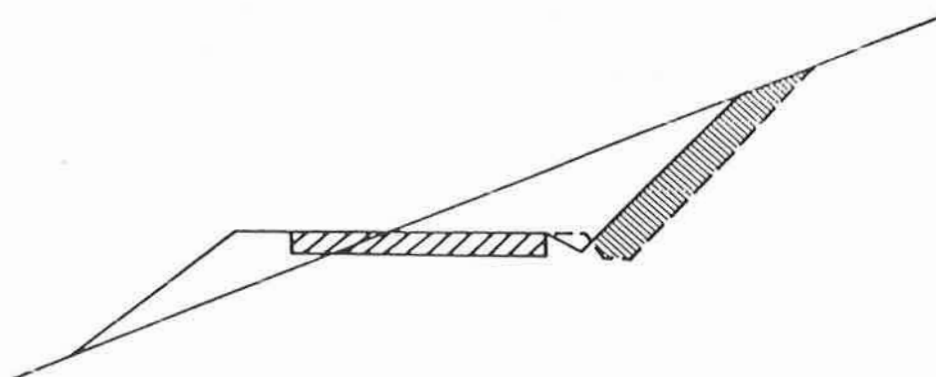
Kadar utrditveni material vozimo na razdalji 8 km, iz svoje gramoznice, to pomeni, da odpade strošek nabave materiala, so pocenitve približno za polovico manjše kot so predstavljene na 16. grafikonu.

4.3 Povečanje stroškov gradnje zaradi obcestnega jarka namesto koritnice

Na neprepustni talni podlagi in kadar pričakujemo večjo količino padavinske vode, je namesto koritnice treba izkopati obcestni jarek na notranji strani cestišča

(slika 17). Zaradi takšnega načina odvodnjavanja se znatno poveča količina izkopa, zlasti na bolj strmih pobočjih; s tem se seveda poveča strošek za izvedbo spodnjega ustroja. Delna poccnitev pa nastane pri izvedbi zgornjega ustroja, ker ni treba utrditi koritnice. Za koliko se poveča skupni strošek za zgraditev 1 km gozdne ceste, če naredimo namesto koritnice jarek, je mogoče odbrati na sliki 18.

Podatke smo izračunali le za gradnjo v mehki hribini (III.kat.hribine), ker pride navedeni primer v poštev pogosteje prav na takih terenih. Večje povečanje stroškov zaradi jarka na ravnem terenu v primerjavi s položnim terenom izhaja iz tega, ker v ravnini izkopljemo jarek na obeh straneh ceste, na nagnjenem terenu pa le na eni strani.



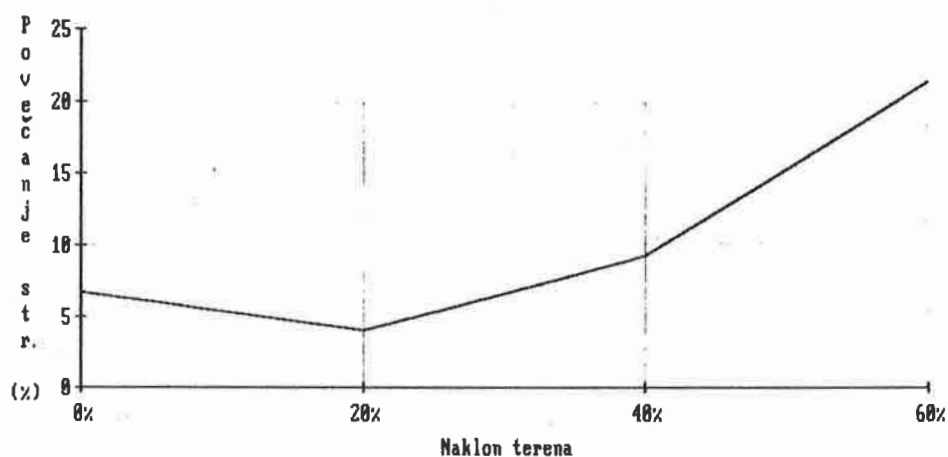
Slika 17: Prečni profil ceste z jarkom

Figure 17: Transverse profile of a road with a ditch

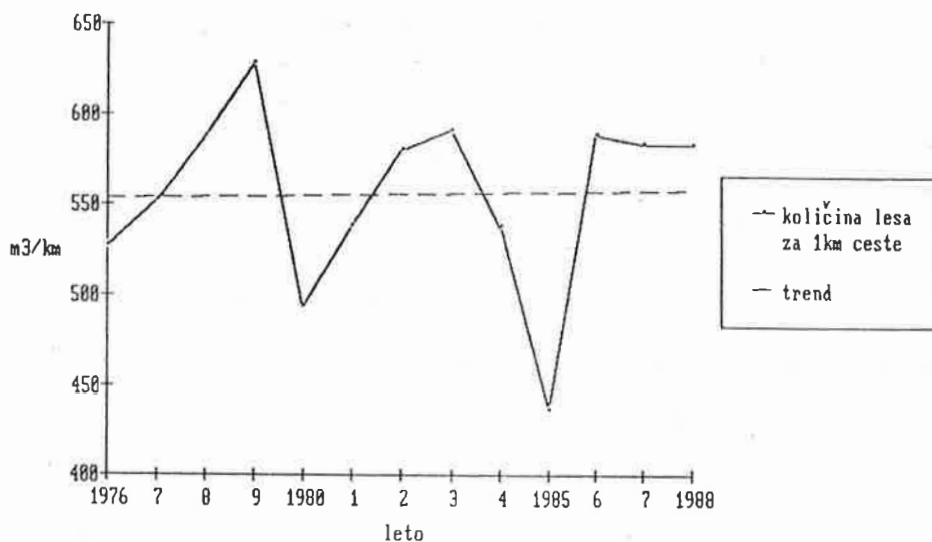
4.4 Primerjava stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste s povprečno ceno lesa

Prav gotovo je zanimiv in tudi koristen podatek o tem, koliko kubikov lesa povprečne vrednosti je treba prodati na trgu, da za izkupiček od prodanega lesa zgradimo 1 km povprečno drage gozdne ceste. Prodaja lesa je temeljni vir prihodka večine gozdnogospodarskih organizacij, zato je navedeno razmerje obenem dober kazalnik za presojo o gospodarski zmožnosti odpiranja gozdov v kakem predelu. V ta namen smo zbrali podatke o povprečni ceni prodanega lesa v Sloveniji (podatki Splošnega združenja za gozdarstvo) med letoma 1976–1988 ter podatke o povprečnih stroških za zgraditev 1 km gozdne ceste (podatki Samoupravne interesne skupnosti za gozdarstvo). Iz navedenih podatkov smo izračunali količino lesa, katerega vrednost ustreza stroškom za zgraditev 1 km

gozdne ceste, to je prikazano na sliki 19. Povsem razumljivo je, da cene lesa na trgu nihajo in da vsako leto niso izdelani enaki gozdni sortimenti.



Slika 18: Povečanje stroškov gradnje ceste zaradi jarka (III. kategorija hribine)
Figure 18: Greater costs of forest construction due to a ditch (the third category of excavation material)



Slika 19: Količina prodanega lesa za zgraditev 1 km gozdne ceste
Figure 19: The quantity of wood sold for 1km of a forest road

Tudi stroški gradnje gozdnih cest se zelo spreminjajo glede na težavnost gradnje. Vendar kljub navedenim med seboj neodvisnim nihanjem različnih dejavnikov indeksi količine lesa v posameznih letih le razmeroma malo nihajo okoli povprečja, ki znaša za obdobje 1976–88 556 m^3 . Na sliki 19 zarisana črta A, ki pomeni izravnane podatke za posamezno leto, nakazuje ugotovitev, da se v obdobju 1976–1988 stroški gradnje gozdnih cest v primerjavi s povprečno ceno lesa skoraj niso spremenili. Seveda pa bi pri nadrobnejši analizi navedenih razmerij morali upoštevati še druge kazalnike; kar pa bi preseglo namen obravnavane tematike.

5 RAZPRAVA

Pri preučevanju stroškov za zgraditev 1 km gozdne ceste smo pri dozdašnjih izračunih izhajali iz podmene, da imamo na celotni trasi le eno vrsto hribine. V praksi takih primerov ni prav veliko. Ponavadi gradimo na terenih, kjer so hribine različnih kategorij, njihov delež pa se vzdolž trase lahko tudi spreminja. Pogosteje poteka celotna trasa le v III. kategoriji hribine, skoraj nikoli pa ne le v čisti kamnini (V.kat.hribine). Kadar so na trasi različne kategorije hribine, lahko nastopita dva različna primera:

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

Ko računamo stroške gradnje ceste za celotno traso, moramo v vsakem opisanem primeru ravnati drugače.

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

V drugem primeru (b), ko imamo različne deleže hribine na istem prečnem profilu, izračun stroškov gradnje ni več tako preprost. Če želimo stroške gradnje natančno izračunati, moramo za vsako skupino prečnih profilov z enakim deležem hribin ločeno računati vrednosti pri posamezni postavki stroškov za (količina izkopa na tekoči meter trase, širina vozišča na trdni podlagi idr.). Za približno oceno stroškov gradnje si lahko pomagamo tudi tako, da skupne stroške

Dobre A.: Količina dela in stroški gradnje gozdnih cest

izračunamo na temelju deleža zastopanosti posameznih kategorij hribin. Kako zanesljivi so taki izračuni, bomo prikazali z naslednjim zgledom:

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

Preglednica 11: Stroški za zgraditev 1 km ceste pri razmerju hribin 50% III. in 50% V. kategorije

Table 11: Construction costs of 1km of a road at excavation material proportion of 50% of the third and 50% of the fifth category

Faza izvedbe	Stroški po dejan. stanju		Razlike po propor. izračunu	
	enot/km	%	enot/km	%
1 – pripravljalna dela	187,6	3,9	+ 66,5	+35,4
2 – spodnji ustroj	3.406,0	70,4	-1.035,5	-30,4
3 – odvodnjavanje	215,6	4,4	+ 2,0	+ 0,9
4 – zgornji ustroj	1.030,2	21,3	+ 356,3	+34,6
Skupaj	4.839,4	100,0	- 610,7	-12,6

V 11. preglednici so prikazani stroški za zgraditev 1 km gozdne ceste, če upoštevamo dejanske razmere na trasi ter razlike od izračunanih vrednosti v primeru, ko smo upoštevali 50% stroškov gradnje v III. in 50% stroškov v V. kategoriji hribine. Velike razlike se pokažejo pri stroških spodnjega ustroja (-30,4%) in stroških zgornjega ustroja (+ 34,6%). Razlike pri stroških spodnjega ustroja nastanejo zaradi tega, ker so normativi za miniranje pri manjši količini izkopa na tekoči meter trase večji, kot če upoštevamo povprečno količino izkopa. Pri stroških zgornjega ustroja nastane večja razlika zaradi razmeroma velike širine vozišča na kamniti podlagi in zaradi tega, ker je potrebno manj dodatnega utrditvenega materiala. Ker imajo razlike pri najobsežnejši fazi izvedbe negativen predznak, pri vseh drugih pa pozitivnega, končna razlika niti ni tako velika in v našem primeru znaša -12,6%; to pomeni, da bi bil za toliko predračun prenizek v primerjavi z dejanskim stanjem.

Pri preučevanju stroškov gradnje cest v različnih terenskih razmerah nas zanima tudi razmerje med najnižjimi in najvišjimi stroški. Naši dozdašnji izračuni kažejo (preglednica 10), da je to razmerje 1 : 2,6. REBULA (1985) je pri primerjanju gradbenih stroškov med 22 gozdnimi cestami pri treh gozdnih gospodarstvih

ugotovil razmerje 1 : 2,6 ki je zgolj po naključju enako razmerju, ki ga kažejo naši računi, vendar ugotovljeno razmerje v obeh primerih izhaja iz povsem drugačnih izhodišč. Seveda pa so v praksi ta razmerja lahko mnogo večja, saj moramo upoštevati zelo različne možnosti za nabavo utrditvenega materiala, zahteve po odvodnjavanju, potrebe po gradnji različnih tehničnih objektov idr.

Za zelo raznolike razmere na celotnem ozemlju Švice za potrebe računanja optimalne odprtosti gozda ABEGG (1988) razvršča stroške gradnje gozdnih cest v 4 razrede, pri katerih je razmerje med skrajnimi vrednostmi celo 1 : 8. V okviru enega gozdnogospodarskega območja v običajnih terenskih razmerah lahko pričakujemo razmerje 1 : 2, če ne upoštevamo dodatnih stroškov za graditev tehničnih objektov.

6 SUMMARY

Construction costs are among the most important indices in the decision making as regards the justifiability of the construction of a road. Construction costs are conditioned by many factors, of which terrain slope and excavation material category have the greatest influence. Observing a definite construction technique (work by means of a bulldozer and classical mining) and equal technical road elements, the dependence of manual work and machine work as well as of construction costs on the two above stated factors has been established.

The data taken from forest road construction standards, issued by the Splosno združenje gozdarstva Slovenije (General Association of Slovene Forestry) in 1984, served as the basis for the calculation of work quantity and thus also of construction costs. Due to the fact that the standards for the construction of road-bed, including mining, are conditioned by the excavation quantity per one metre of a road, the dependence of excavation quantity on the terrain slope at a definite excavation material category had been established based on construction plans. The total forest road construction procedure has been divided into 4 phases (preparation work, road-bed construction, drainage and road superstructure). For each construction phase the necessary quantity of manual and machine work as well as construction costs have been calculated and expressed as a unit which represents a manhour of the most simple work.

Total construction costs are lowest in the construction in the fourth category of excavation material, they are a little higher in the third category of excavation material, while in the fifth category of excavation material they are by 50–80% higher in comparison to the construction in the fourth category of excavation

material. Terrain slope has the greatest influence on costs in road-bed construction because costs increase by 4,7 times at a 60%-terrain slope in construction in the third category of excavation material or by 2.0 times in the construction in the fifth category of excavation material in comparison to the construction in flat terrain. Excavation material category has a great influence on costs, which holds true of the road-bed as well as of the upper road layer construction. With the most frequent terrain slope (40%), the road-bed construction in a stone terrain is 7.6 times more expensive than that in soil terrain, while the construction of the upper road layer is 2.8 times cheaper. Due to the fact that the construction of road-bed on stone bed rock is much more expensive than on soil terrain and the construction of the upper road layer is cheaper, the category of excavation material has by far smaller influence on the costs of the construction of the total road than it might be concluded from individual data. Similar could be claimed for the influence of the terrain slope. In forest road construction on soft ground, total construction costs also depend on the fact whether a surface-water drain or a road ditch is required for the draining off of precipitation water and on the location of the material intended for the compaction of the upper road layer.

For Slovene situation, it was established that the average costs for the construction of 1km of a forest road in the period from 1976–1988 equalled the selling value of 556m³ of forest timber assortments and that this relation had not essentially changed in the last 12 years.

7 REFERENCE

1. ABEGG, B. 1988. Wirtschaftliche Erschliessung von Wäldern in Hanglagen. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Berichte 302.
2. CIMPERŠEK, M. 1989. Računalniški obračun del pri gradnji gozdnih prometnic. *Gozdarski vestnik*, 47, 5, s. 228–230.
3. DOBRE, A. 1982. Dejavniki, ki vplivajo na elemente prečnega prereza gozdne ceste. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 20, 1, s. 5–42.
4. DOBRE, A.; BEDEN, D.; BITENC, B. 1984. Normativi za gradnjo gozdnih cest in vlak. Splošno združenje gozdarstva, Ljubljana.
5. GORTON, F. 1985. Praxis und Kosten einer landschaftsschonenden Bauausführung von Forststrassen. *Allgemeine Forstzeitung*, 96, 9, s. 241–244.
6. REBULA, E. 1985. Vlačenje ali vožnja pri transportu gozdnih sortimentov? Ljubljana, Strokovna in znanstvena dela 77, Biotehniška fakulteta in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo.
7. WEIGER, F. 1984. Entwicklung und Zielsetzung der Walderschliessung in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 39, 42, s. 1042–1044.