

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

UPORABA TEŽKIH BULDOŽERJEV CATERPILLAR D-8H IN
D-9H PRI GRADNJI GOZDNIH CEST NA OBMOČJU
GOZDNEGA GOSPODARSTVA BLED

LJUBLJANA, 1979

oxf. 383 (497.12 9.9. Bled)

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

UPORABA TEŽKIH BULDOŽERJEV CATERPILLAR D-8H IN
D-9H PRI GRADNJI GOZDNIH CEST NA OBMOČJU
GOZDNEGA GOSPODARSTVA BLED

LJUBLJANA, 1979

Nosilec naloge:

Borut BITENC, dipl. inž.

V.d.direktor:

Milan KUDER, dipl. inž.

VSEBINA

stran:

1. UVOD	1
2. METODA SNEMANJA	2
3. BULDOŽER CATERPILLAR D-8H	3
3.1. TEHNIČNI PODATKI ZA CATERPILLAR D-8H	3
3.2. MESTO SNEMANJA	3
3.3. REZULTATI SNEMANJA	4
3.3.1. Struktura delovnega časa	4
3.3.2. Učinkovitost buldožerja	8
3.4. ZAPAŽANJA	13
4. BULDOŽER CATERPILLAR D-9H	14
4.1. TEHNIČNI PODATKI ZA CATERPILLAR D-9H	14
4.2. MESTO SNEMANJA	15
4.3. REZULTATI SNEMANJA	15
4.3.1. Struktura delovnega časa	15
4.3.2. Učinkovitost buldožerja	18
4.4. ZAPAŽANJA	22
5. BULDOŽER TG-90	23
5.1. TEHNIČNI PODATKI ZA BULDOŽER TG-90B in TG-90C	23
5.2. UČINKOVITOST BULDOŽERJA	24
6. STROŠKI GRADNJE	29
7. ZAKLJUČKI	32
8. LITERATURA	34

E/133

1. U V O D

Dan na dan se v vseh panogah gospodarstva srečujemo z vprašanjem, kako poceniti proizvodnjo oziroma kako doseči čim večji ekonomski efekt. Z istim problemom se srečuje tudi sodobno gozdarstvo in v zvezi s tem tudi ena izmed panog - gozdno gradbeništvo.

V fazi pridobivanja lesa predstavlja prevoz največji strošek. Zmanjšanje le-tega je nujno vezano na ustrezno gostoto gozdnih prometnic, izgradnja le-teh pa je odvisna predvsem od razpoložljivih finančnih sredstev. Tu pa smo predvsem zaradi drage delovne sile primorani iskati rešitev v uporabi ustrezne mehanizacije. Seveda tudi tu pretirana naglica ni priporočljiva, saj imajo lahko napačne odločitve v končni fazi težke posledice.

Pretežni delež dela in stroškov pri gradnji cest predstavljajo zemeljska dela. V ta namen je bila skonstruirana cela vrsta različnih strojev, med katerimi je najpomembnejši in dandanes nepogrešljiv buldožer.

Pri gradnji gozdnih cest se pri nas pojavi prvi buldožer že leta 1959. Od tedaj dalje se je izmenjala že cela vrsta različnih tipov omenjenih strojev in to od najmanjših, v zadnjem času pa tudi do največjih. Industrija se namreč pri svojem proizvodnem programu ne ozira na potrebe gozdarstva temveč na gradnjo javnih cest in avtocest, temu primerni pa so tudi stroji. Naloga gozdarjev je torej med vsemi temi različnimi tipi izbrati najprimernejšega.

V zadnjem desetletju se tudi pri gradnji gozdnih cest vse pogosteje uporabljajo najtežji, največji in tudi najmočnejši stroji za zemeljska dela kot so CATERPILLAR D-8 in D-9, TG-170. Uvajanje kakršne koli novitete na neko novo področje je vezano s kopico problemov, ki govorijo bodisi v prid ali proti. Odgovor na to, koliko je upravičena uporaba omenjenih strojev pri izkopu trase gozdne ceste v strmem terenu, kolikšna je storilnost v različnih terenskih razmerah (naklon terena, vrsta hribine...), kakšni so stroški takega izkopa in kakšno je stanje trase po končanem delu

(širina planuma, poškodbe ...) pa naj bi dala analiza opazovanj, dobljenih v času gradnje.

2. METODA SNEMANJA

Na osnovi izdelanega načrta je bila na terenu zakoličena trasa bodoče ceste. Na vsakem posnetem profilu je bila zaznamovana os ceste, zgornji rob odkopne brežine in na najbližjem nižje stoječem drevesu tudi niveleta ceste.

Samo snemanje je potekalo v treh etapah:

a) Opis terena in obstoječe mehanizacije.

Tu so zajeti predvsem splošni podatki terenskega stanja vzdolž trase (naklon terena med posameznimi profili, število in velikost panjev, večje skale ...) in podatki o prisotni mehanizaciji na gradbišču.

b) Merjenje časov posameznih opravil.

Beleženi so časi vseh del, ki so se odvijali na trasi in to od vrtanja, miniranja, do odrida z buldožerjem, raznoraznih zastojev in odmorov ...).

c) Stanje trase po končani gradnji.

Po končani gradnji odnosno po končanem preboju trase z buldožerjem in izravnavo planuma so izmerjeni naslednji podatki: širina planuma v raščnem tlu, skupna širina planuma, višina in naklon odkopne brežine, ocenjena je kategorija terena od profila do profila, poškodbe na obstoječem sestoju ...

Ker je snemanje omenjenih strojev potekalo na popolnoma različnih objektih, bodo tudi nadaljne analize obravnavane ločeno.

3. BULDOŽER CATERPILLAR D-8H

Že sam pogled na omenjeni stroj daje človeku videz izrednih dimenzij in neverjetnih zmožnosti. Del tega nazorno ilustrirajo že sami tehnični podatki proučevanega stroja.

3.1. TEHNIČNI PODATKI ZA CATERPILLAR D-8H

- Moč motorja: 270 HP
- število valjev: 7
- transmisija: POWER SHIFT
- dolžina stroja: 8,15 m
- širina stroja: 3,00 m
- višina s kabino: 3,10 m
- teža: 33.000 kg
- plug; a) višina: 1,36 m
b) širina: 4,00 m
- gosenice; a) širina: 0,61 m
b) nalegla
površina: 3,26 m²
c) širina med
gosenicami: 2,13 m
- teža riperja: 5.700 kg
- klirens stroja: 0,60 m
- leto nabave: 1974
- število opravljenih
obratovalnih ur: 6.000 obr.ur
- skupni delovni staž
strojnika: 21 let
- delovni staž na
omenjenem stroju: 4 leta

3.2. MESTO SNEMANJA

Snemanje omenjenega stroja je bilo opravljeno v mesecu juniju 1978 na področju Karavank, in to pri gradnji gozdne ceste

v Suhelj. Opazovan je bil izkop druge polovice trase (od ϕ 62 dalje), ki poteka po blago razgibanem vendar dokaj strmem terenu (poprečni naklon 69%) na n.v. cca 1300 m. Na krajšem odseku je potek trase razmeroma horizontalen, nato pa se z naklonom 3-4% blago spušča k obračališču na dnu hudournika. Sam teren je pretežno III. in IV.kategorije, ki ga na posameznih mestih presekaajo razmeroma močni jarki. Le-ti so bili zaradi predhodnega daljšega deževja pred snemanjem še posebno živi, kar je povzročalo pri sami gradnji predvsem na začetku nemalo težav. Kot drevesna vrsta se pojavlja smreka s posamično primesjo macesna.

V času gradnje je bila na trasi prisotna tudi gradbena ekipa gozdnega gospodarstva, ki pa je pri sami gradnji sodelovala le na prvih 200 m. Tu so se namreč na posameznih mestih pojavile večje samice, ki jim tudi CAT D-8H ni bil kos, pa jih je bilo zato potrebno predhodno razminirati. Na gradbišču je bila torej prisotna še naslednja mehanizacija: buldožer TG-90, kompresor STEYR 1100 in kompresor FAGRAM 700. Celotna ekipa je štela 5 delavcev.

3.3. REZULTATI SNEMANJA

3.3.1. Struktura delovnega časa

Zaradi boljšega pregleda poteka celotnega dela na gradbišču je zelo koristno poznati strukturo delovnega časa. Le-ta nam namreč omogoča dejanski vpogled v časovno zaposlitev posameznega stroja in nam s tem daje možnost za določene organizacijske spremembe.

Podatki o strukturi delovnega časa za posamezne dneve snemanj ter sumarno so podani v tabeli št.1. Važnejše postavke v tabeli pomenijo naslednje:

2. Skupni čas snemanja: zajema celotni čas snemanja proučevanega stroja.
4. Kubatura izkopane trase: pomeni kubaturo izkopa trase na dolo-

TABELA 1

STRUKTURA DELAVNEGA ČASA ZA CATERPILLAR D-8H

Datum sne - manja	Skupni čas snemanja	Dolžina izkopane trase	Kubatura izkopane trase	ČAS EFEKTIVNEGA DELA			Priprav- ljalno zaključni čas	Odmori	Zastoji
				Groba iz- ravnava spod.us- troja	Izravna- va pla- numa	Skupni čas			
	min	m	m ³	min	min	min	min	min	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14.6.78	381	270	1183	333	38	371	-	10	-
15.6.78	594	419	1640	432	65	497	58	16	23
16.6.78	525	132	1354	352	23	375	75	22	53
SKUPAJ	1500	823	4168	1117	126	1243	133	48	76
				74%	9%	83%	9%	3%	5%

čenem odseku, izračunano na osnovi izmerjenih elementov na posameznih profilih po končani gradnji.

5. Groba izravnava spodnjega ustroja: zajema čas, ki ga stroj porabi za dejanski izkop trase s tem, da se čim bolj približa poteku nivelete, gornjemu robu odkopne brežine, in da si ustvari možnost nadaljnjega napredovanja. V tem času je zajet tudi čas odstranjevanja panjev, ki pa omenjenemu stroju kljub velikim dimenzijam (do 70cm) ne predstavlja neke resne ovire.
6. Izravnava planuma: zajema čas, porabljen za oblikovanje cestnega telesa (izravnava višine planuma z višino nivelete, oblikovanje odkopne in nasipne brežine ...)
8. Pripravljalno zaključni čas: tu so zajeti časi opravi in sicer ogrevanje motorja, dolivanje goriva, kontrola olja in pomembnejših vijakov..)
10. Zastoji: zajeti so časi, ko stroj dejansko stoji bodisi zaradi okvare, vrtanja odnosno miniranja, nepripravljene trase ...).

Podatki o strukturi delovnega časa iz tabele št.1 so še nazorneje predloženi v grafični obliki in sicer v prilogi št.1. Dobljeni podatki torej kažejo na naslednje:

- Od skupnega delovnega časa je izredno velik delež časa, ko stroj efektivno dela na izgradnji trase (kar 83 %). Da je omenjeni procent tako velik gre zasluga predvsem buldožeristu, ki je s svojimi dolgoletnimi izkušnjami, voljo do dela in seveda z odličnim strojem zelo uspešno napredoval po trasi. Seveda je za tak uspeh potrebna tudi odgovarjajoča kategorija terena.
- Glede na celodnevni delovnik (poprečno 8,3 ure na dan) prese- neča nizek procent odmorov, kar kaže na izredno delavnost in

STRUKTURA DELOVNEGA ČASA ZA
CATERPILLAR D-8H

ure		delež		
1,3		5,0 %		zastoji
0,8		3,0 %		odmori
2,2		9,0 %		pripravljalno zaključni čas
2,1	20,7	9,0 %	83 %	izravnava planuma
18,6		74,0 %		EFEKTIVNO DELO
				groba izravnava spodnjega ustroja

spretnost buldožerista. Malico je strojnik zaužil kar med samim delom, kar ima vsekakor svoje pozitivne kot tudi negativne strani. Verjetno je temu kriva taka delovna navada.

- Od vseh časov pa še najbolj preseneča izredno nizek procent zastojev (le 5% celotnega časa). Samo opazovanje je namreč pokazalo, da bi bil v tem primeru lahko ta procent še nižji. Tu namreč ne gre za zastoje kot posledica nekih okvar, klepetanja ali česa podobnega temveč gre izključno za zastoje, do katerih je prišlo samo zaradi nepripravljene trase (še nepodrto

drevje na trasi, preozko izsekana trasa , nezaznamovan gornji rob odkopne brežine, ...).

3.3.2. Učinkovitost buldožerja

Kot glavni pokazatelj uspešnosti vsakega stroja je njegova učinkovitost. V ta namen so bila opravljena tri celodnevna snemanja in dobljene vrednosti kasneje statistično obdelane. Rezultati so podani v tabeli 2 in so naslednji:

TABELA 2

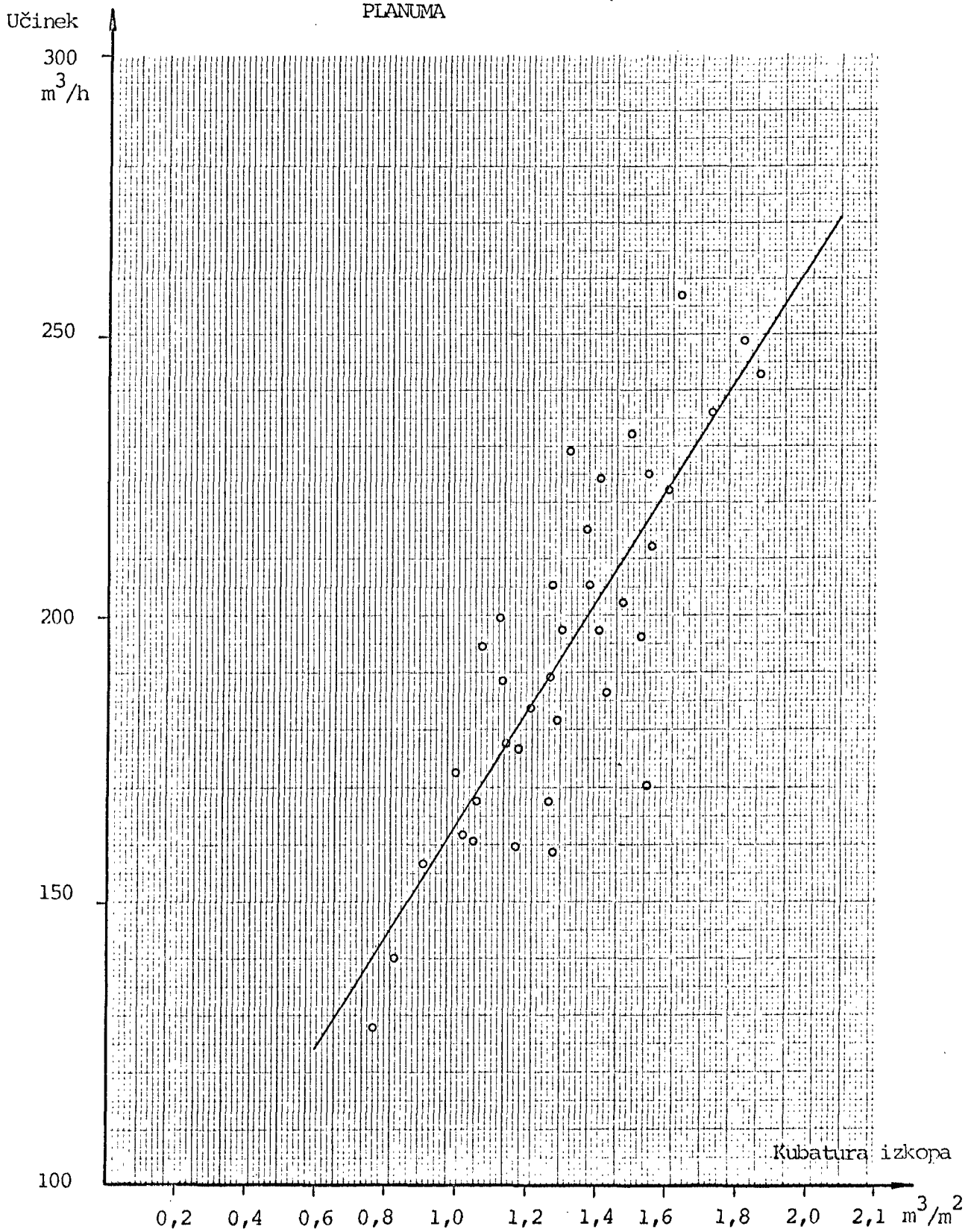
UČINKOVITOST BULDOŽERJA
CATERPILLAR D-8H

Datum snemanja	Dolžina izkopane trase	Kubatura izkopane trase	Čas efektivnega dela	U č i n k i	
	m	m ³	min	m ³ /h	m'/h
14.6.78	270	1183	371	191,3	43,7
15.6.78	419	1640	497	198,0	50,6
16.6.78	134	1345	375	215,2	21,4
SKUPAJ oz. poprečno	823	4168	1243	201,2	39,7

Vrednosti iz zgornje tabele kažejo na to, da je učinkovitost prva dva dni približno enaka, da pa se občutno poveča tretji dan. Analiza omenjenega rezultata je namreč pokazala, da je vzrok za to povečanje kubatura izkopanega materiala na enoto površine planuma. Da je učinkovitost bistveno odvisna od tega namreč nazorno kaže graf.št.1, dobljen na osnovi obdelanih terenskih podatkov. Ravno zadnji dan se je namreč vršil izkop trase v izredno strmem terenu (tudi do 90%), kar je povzročilo ogromne kubike izkopanega materiala na razmeroma kratki razdalji.

Obdelava rezultatov tridnevnega snemanja je torej pokazala, da je znašala poprečna efektivna učinkovitost buldožerja CAT

UČINKOVITOST BULDOŽERJA CATERPILLAR D-8H
V ODVISNOSTI OD KUBATURE IZKOPA PO m^2



D-8H v terenu III. in IV.kategorije na proučevani trasi kar 201 m³/h ali poprečno 39,7 tek.m/h.

Ker je samo snemanje potekalo po sekcijah (od profila do profila) in ker je bil med temi profili beležen tudi delež posa - mezne kategorije terena je na osnovi tako dobljenih podatkov izdelan graf.št.2, ki kaže odvisnost med učinkovitostjo in kategorijo terena. Omenjena krivulja velja seveda izključno za III. in IV. kategorijo terena. Vzrok, da je v III. kategoriji terena učinkovitost toliko manjša je predvsem v predhodnem daljšem deževju, ki je močno namočilo teren, in v veliki teži stroja, zaradi česar prihaja do ugrezanja in drsenja stroja, s tem pa do manjšega izkoristka proizvedene potisne sile.

Analiza o tem, v kolikšni meri je učinkovitost odvisna od razdalje odriva ni bila izvršena. V ilustracijo pa so v tabeli 3 navedeni podatki, dobljeni v literaturi [1] in sicer za oba stroja (CAT D-8H in D-9H) in za teren I. - IV. kategorije.

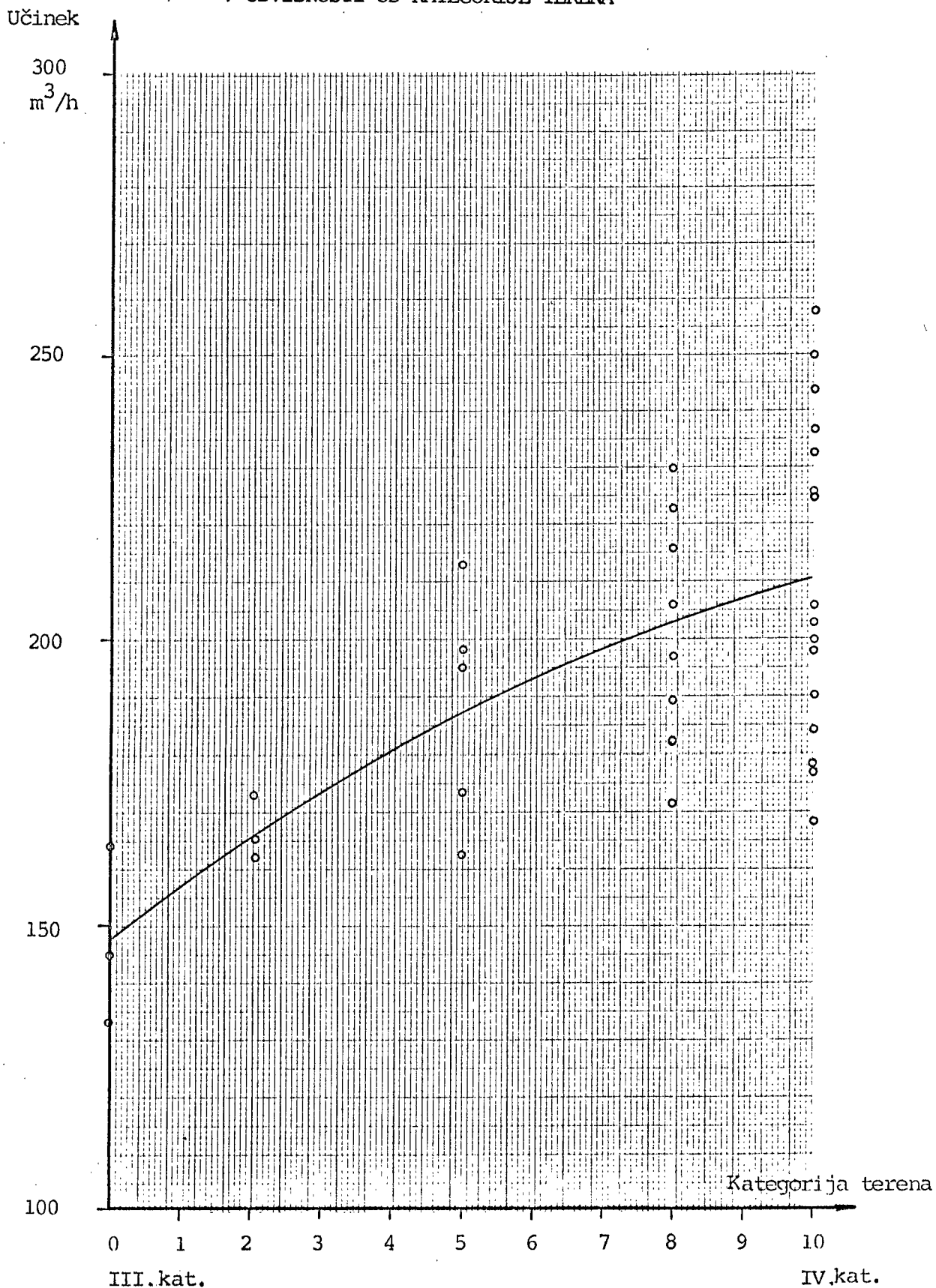
TABELA 3

UČINKOVITOST BULDOŽERJEV CATERPILLAR D-8H in D-9H

V ODVISNOSTI OD RAZDALJE ODRIVA

Razdalja odriva	CATERPILLAR D-8H		CATERPILLAR D-9H	
	U č i n k i		U č i n k i	
	teoret.	prakt.	teoret.	prakt.
m	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
20	333	140	648	272
30	226	95	441	186
40	166	70	323	136
50	130	55	252	106
60	100	42	195	82
70	80	34	156	66
80	65	27	127	53
90	54	23	106	45
100	44	18	86	36
110	38	16	73	31
120	30	13	58	24

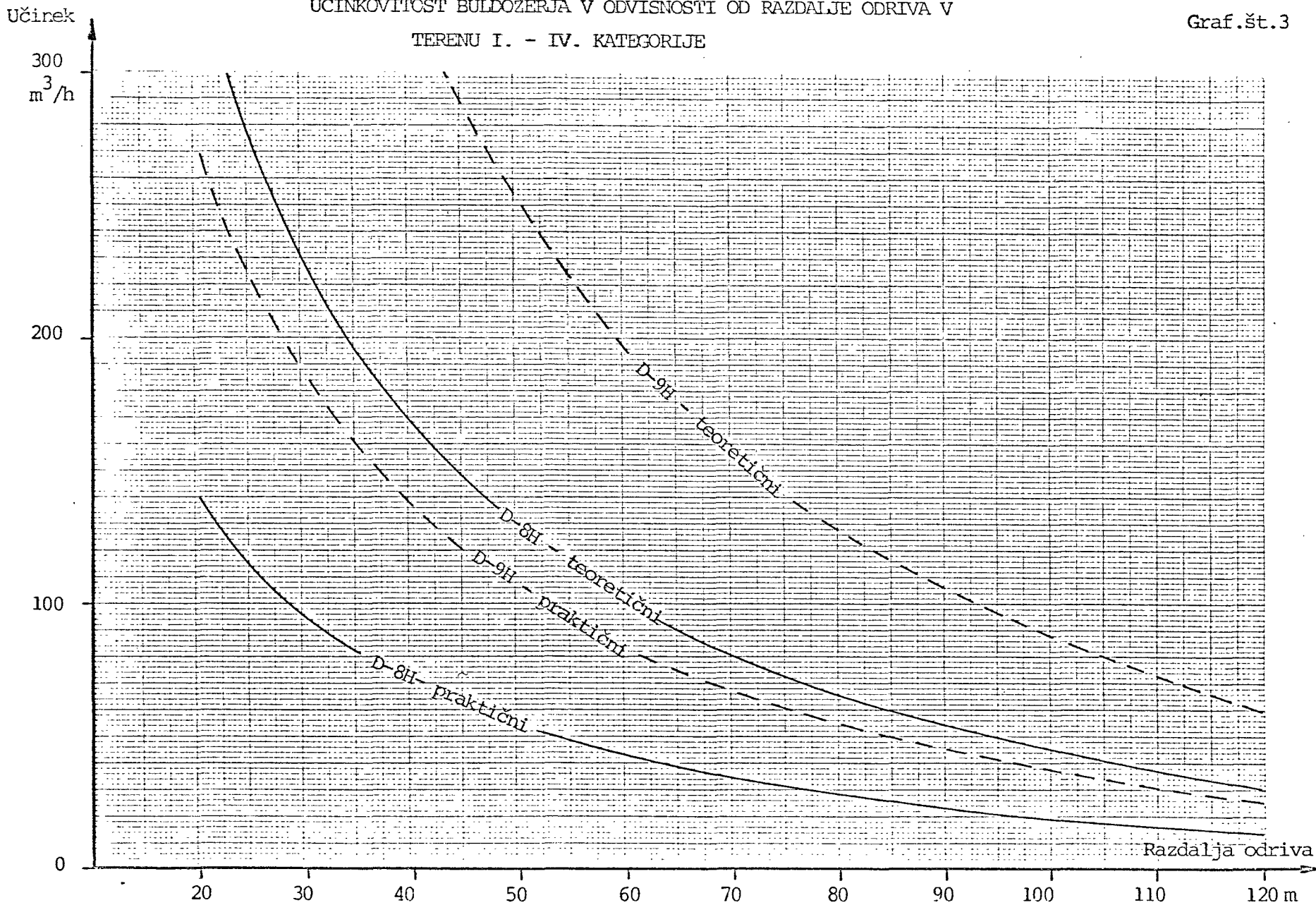
UČINKOVITOST BULDOŽERJA CATERPILLAR D-8H
V ODVISNOSTI OD KATEGORIJE TERENA



UČINKOVITOST BULDOŽERJA V ODVISNOSTI OD RAZDALJE ODRIVA V

Graf.št.3

TERENU I. - IV. KATEGORIJE



Zaradi boljše primerjave so izračunane vrednosti ponazorjene tudi na graf.št.3 in kažejo na to, da se moramo pri gradnji gozdnih cest izogibati podolžnemu transportu in strmeti za čim boljšo izravnavo zemeljskih mas v prečni smeri.

3.4. ZAPAŽANJA

Opazovanje buldožerja CATERPILLAR D-8H pri izkopu trase omenjene gozdne ceste je pokazalo naslednje:

- Ob dobrem strojniku je to stroj velikih zmogljivosti. To potrjujejo tudi sami rezultati, saj so učinki, ki jih dosega predvsem v IV.kategoriji terena izredni.
- Zaradi velike lastne teže je stroj manj primeren za mehkejša področja, neuporaben pa je za vlažna in razmočena tla.
- Najboljše rezultate dosega predvsem na mestih, kjer je velika količina materiala po m^2 planuma, ta pa je na zelo strmih pobočjih.
- Zaradi širine odrivne deske (4,0 m), predvsem pa zaradi svoje lastne teže in varnosti se v večjih strminah ukopava globoko v raščeno tlo, kar povzroča, da znaša poprečna širina planuma 5,10 m namesto 4,0 m, kot predvideva glavni projekt.
- Predvsem na takih mestih in v starih in redkih sestojih zaradi tega zdrsi ogromna količina materiala globoko v dolino, z njim pa tudi panji podrtih dreves na trasi, ki s tem, ko se zaletavajo v nižje stoječa drevesa povzročajo redke, a razmeroma velike rane.
- V kolikor bi bil omenjeni stroj angledozer bi bili učinki vsaj še 10% večji.

4. BULDOŽER CATERPILLAR D-9H

Za lažjo primerjavo s tipom D-8H podajam nekaj pomembnejših tehničnih podatkov stroja, uporabljenega v času našega proučevanja.

4.1. TEHNIČNI PODATKI ZA CATERPILLAR D-9H

- Moč motorja: 410 HP
- število valjev: 7
- transmisija: POWER SHIFT
- dolžina stroja: 8,60 m
- širina stroja: 3,07 m
- višina s kabino: 3,76 m
- teža: 43.700 kg
- plug: a) višina: 1,82 m
- b) širina: 4,00 m
- gosenice; a) širina: 0,69 m
- b) nalegla površina: 4,10 m²
- c) širina med gosenicami: 2,29 m
- klirens stroja: 0,60 m
- leto nabave: 1978
- število opravljenih obr.ur: 80 obr.ur
- skupni delovni staž strojnika: 16 let
- delavni staž na omenjenem stroju: 2 meseca.

Tehnični podatki za imenovani tip stroja torej kažejo, da gre po zunanjem izgledu med obema tipoma D-8H in D-9H za razmeroma majhne konstrukcijske spremembe. Glavna razlika se namreč pojavi pri moči stroja, kjer je pri tipu D-9H kar za 140 HP večja. Seveda pa že razmeroma majhne spremembe v konstrukciji pomenijo pri takem stroju veliko spremembo teže, kar v omenjenem primeru znaša celih 10 ton !

4.2. MESTO SNEMANJA

Samo snemanje omenjenega stroja je bilo opravljeno pri gradnji gozdne ceste "Hrušica" na razmeroma strmem levem pobočju med Jesenicami in Hrušico (n.v.cca 800 m) in sicer v decembru 1978. Poprečni naklon trase na odseku, na katerem se je vršilo snemanje znaša + 4%. Teren, po katerem poteka trasa, je apnenčasta skalna podlaga, večinoma pokrita z debelejším pobočnim gruščem, na posameznih mestih pa se pojavljajo tudi manjši kompleksi kompaktnih skal. Sam teren je pretežno IV. in V. kategorije, na posameznih mestih in sicer predvsem na začetku trase in v vrhnjih plasteh tudi III. kategorije, pojavljajo pa se tudi krajši odseki VI. kategorije.

Omenjena pestrost terena torej zahteva za normalno delo popolno gradbeno ekipo. Tako je bila prisotna na trasi v času gradnje poleg buldožerja CAT D-9H še gradbena ekipa gozdnega gospodarstva in sicer: buldožer TG-90, kompresor FAGRAM 700, kompresor STEYR 1100 s skupno 6 delavci. Buldožer TG-90 sicer ni bil uporabljen direktno pri izkopu trase, temveč je služil le za premik kompresorja, ostali čas pa je bil zaposlen pri izravnavi posipnega materiala, saj se je omenjena trasa takoj tudi posipavala.

4.3. REZULTATI SNEMANJA

4.3.1. Struktura delovnega časa

Celotna obremenitev proučevanega stroja ločeno po dnevih in sumarno je podana v tabeli 4, in še nazorneje predočena v grafični obliki na prilogi št.2.

Dobljene vrednosti kažejo naslednje:

- Glede na celodnevni delavnik je znašal poprečni delovni čas (pri 6 dneh snemanja) samo 7,4 ure.
- Da je procent porabljenega časa za grobo izravnavo spodnjega

TABELA 4

STRUKTURA DELAVNEGA ČASA ZA CATERPILLAR D-9H

Datum sne- manja	Skupni čas snemanja	Dolžina izkopane trase	Kubatura izkopane trase	ČAS EFEKTIVNEGA DELA			Priprav- ljalno zaključni čas	Odmori	Zastoji
				Groba iz- ravnava spod.us- troja	Izravna- va pla- numa	Skupni čas			
	min	m	m ³	min	min	min	min	min	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.12.78	410	170	419	202	65	267	45	18	80
6.12.78	419	103	321	198	79	277	56	18	68
7.12.78	440	83	254	94	101	195	50	14	181
12.12.78	480	224	910	356	-	356	85	25	14
13.12.78	462	146	435	55	300	355	75	17	15
18.12.78	437	107	411	188	67	255	40	21	121
SKUPAJ	2648	833	2750	1093	612	1705	351	113	479
				41%	23%	64%	13%	4%	19%

STRUKTURA DELAVNEGA ČASA ZA
CATERPILLAR D-9H

ure		delež		
8,0		19,0 %		zastoji
1,9		4,0%		odmori
5,8		13,0 %		pripravljalno zaključni čas
10,2	28,4	23,0 %	64,0 %	izravnavna planuma
18,2		41,0 %		groba izravnavna spodnjega ustroja

EFEKTIVNO DELO

ustroja tako majhen (le 41%) je vzrok v nenehnem menjavanju strukture tal vzdolž trase. Kljub veliki moči stroja se namreč pojavljajo odseki (večja kompaktna skala, posamezne večje samice), kjer brez predhodnega miniranja ne gre, kar vse zmanjšuje čas učinkovitega dela stroja.

- Kar 23% celotnega časa stroja je porabljeno za izravnavo planuma, torej za odziv materiala, ki je bil naknadno razminiran. To so predvsem večje skale samice ali pa kompleksi večjih skal,

ki brez dodatnega miniranja onemogočajo dokončen izkop trase (planum v višini nivelete, širino planuma, pravilno oblikovano odkopno brežino ...).

- Nekoliko večji je v temu primeru tudi delež pripravljajno zaključnega časa, ki znaša kar 13%. To je povsem razumljivo, saj je bil stroj popolnoma nov in je zato predvsem na začetku potreben pogostejših kontrol, poleg tega pa je tudi čas ogrevanja stroja zaradi hudega mraza nekoliko daljši.
- Izredno velik delež, kar 19% pa tokrat predstavljajo zastoji. Tudi tu ne gre za kako okvaro na samem buldožerju, temveč so to zastoji, do katerih prihaja izključno v zvezi z vrtanjem in miniranje. Tu je mišljen predvsem izredno hud mraz (tudi do -17°C), ki je povzročal nenehno zamrzovanje vrtalnih kladi, potrebno je bilo daljše segrevanje samega kompresorja, seveda pa tudi delavno vzdušje samih vrtalcev zaradi tako hudega mraza ni bilo najboljše. Oviro pa je predstavljala tudi cca 70 cm debela snežna odeja, ki je onemogočala delo vrtalcem pred samim buldožerjem. Le-ta je namreč šele pri svojem prvem preboju odkrival mesta, ki so mu onemogočala nadaljni izkop in so bila nujno potrebna za miniranje. Tako so vrtalci čakali, kdaj se bo buldožer ustavil pred oviro, da jo razminirajo in obratno. Ker pa se je predvsem na zadnjem delu trase teren nenehno menjal, je bilo teh zastojev razmeroma veliko.

4.3.2. Učinkovitost buldožerja

Učinkovitost omenjenega stroja je ugotovljena na osnovi obdelanih podatkov v času šestdnevni snemanj. Dobljene vrednosti so prikazane v tabeli 5 in kažejo naslednje:

Bodisi za posamezni dan kot tudi v poprečju presenečajo razmeroma nizki učinki stroja. Z izjemo četrtega dne, ko je stroj delal kolikor toliko normalno (ni bilo vrtanja in miniranja, večje količine samic, drugih večjih zastojev ...) so vse ostale vrednosti kljub izredni moči stroja in izrednemu prizadevanju strojnika

UČINKOVITOST BULDOŽERJA CATERPILLAR D-9H

Datum snemanja	Dolžina izkopane trase	Kubatura izkopane trase	Čas efektivnega dela	U č i n k i	
	m	m ³	min	m ³ /h	m ³ /h
5.12.78	170	419	267	94,2	38,2
6.12.78	103	321	277	69,5	22,3
7.12.78	83	254	195	78,1	25,5
12.12.78	224	910	356	153,4	37,7
13.12.78	146	435	355	73,5	24,7
18.12.78	107	411	255	96,7	25,2
SKUPAJ oz. poprečno.	833	2750	1705	96,8	29,3

pod pričakovanjem. Glavni vzroki za to so naslednji:

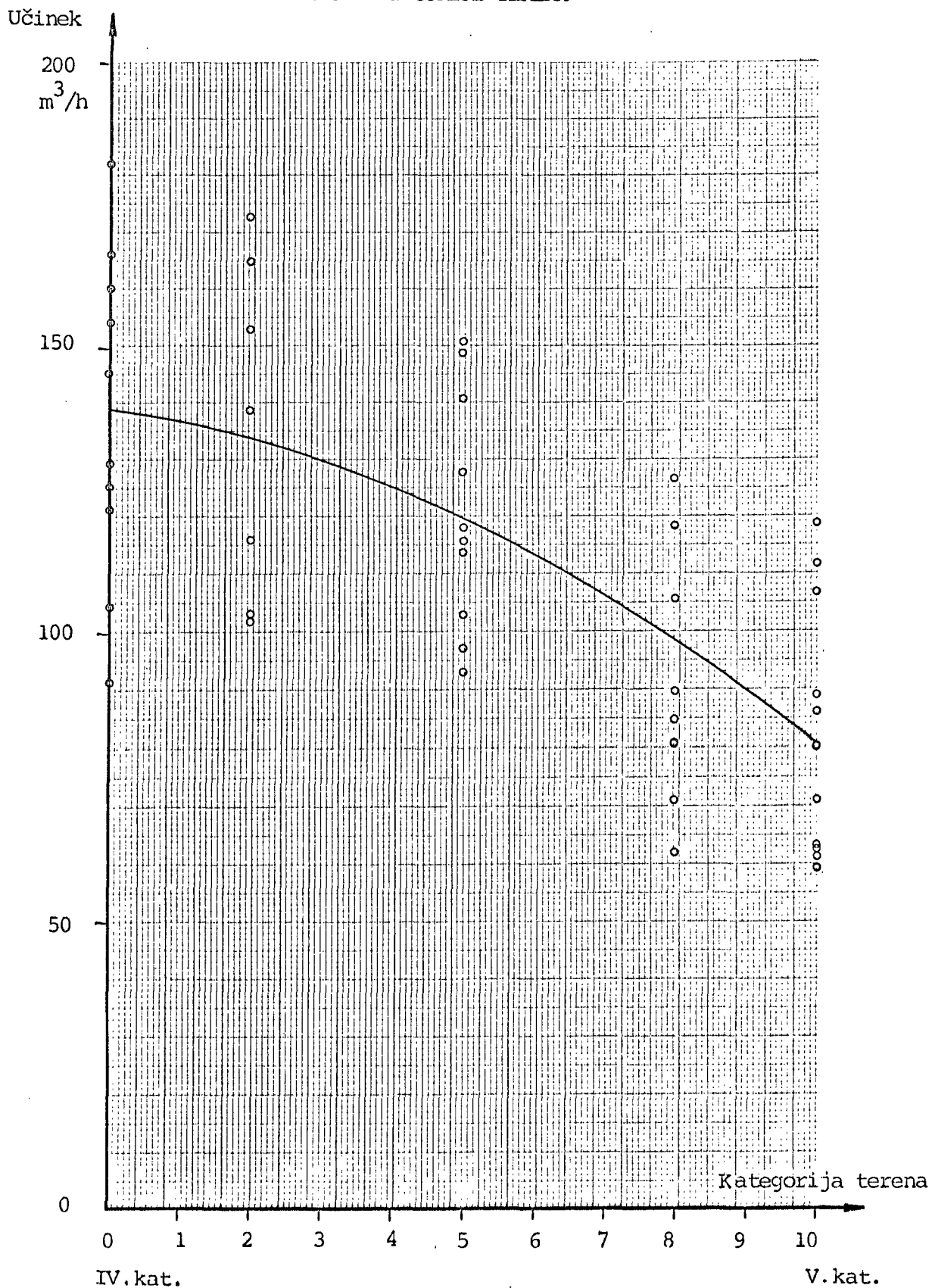
- a) Zaradi nenehnega menjavanja kategorije terena je strojnik poizkušal s samim strojem opraviti čimveč izkopa, samo da je čas čakanja, ki nastaja zaradi vrtnanja in miniranja čim krajši. Zaradi tega je pogostokrat izgubljal veliko časa, ko je iz vseh mogočih strani obkopal kako večjo skalo samico, se na trasi obračal in si pomagal z riperjem, vendar v neštetih primerih brezuspešno.
- b) Pri odzivu večjih samic (tudi do 5 m³) ali kompleksa manjših skal, ko le te zaradi velike strmine zdrse daleč v dolino, prihaja zato do pomanjkanja materiala in to predvsem pri premagovanju konkavnih krivin. Tako se je pogosto vračal nazaj (tudi do 20 m), kjer si je nakopal ustreznega materiala in si ga nato naril na ustrezno mesto, da si je s tem omogočil napredovanje.
- c) Pogostokrat se je ob tem, ko je s strojem odzival plast za plastjo na posameznih mestih pokazala preperela a razmeroma velika skala. Ob neštetih poizkusih in izgubi časa je kljub vsemu neštetokrat sledilo miniranje.

- d) Omenjeni problem je povzročal hude težave tudi vrtalcem, saj je bil efekt prvega miniranja take skale neštetokrat zelo majhen, tako da je bilo kljub izredni moči stroja pogosto potrebno še dodatno miniranje.
- e) Slabo razminirani odsek trase je imel za posledico, da je ob odzivu prihajalo do zatikanja odzivne deske ob večje skale. Vse to je povzročalo, da se pred odzivno desko tako kotali le par manjših skal, namesto par kubikov materiala.
- f) Posebno poglavje pa predstavlja človeški faktor, torej strojnik na buldožerju. Še tako dober in močan stroj brez dobrega strojnika pomeni zelo malo. Res je, da ima buldožerist že 16 let delovne dobe, vendar na omenjenem stroju ni delal. Vrsto let je bil namreč voznik raznoraznih nakladalnikov, manjših buldožerjev in zadnja 4 leta voznik buldožerja TG-170.

Ob opazovanju pri sami gradnji se je videlo, da je stroj dobro obvladal, da pa na gozdni cesti še ni delal. Probleme mu je namreč delalo predvsem prilagajanje višine planuma višini nivelete. Neštetokrat se je namreč pojavljal nivo planuma visoko nad ali pod predvideno niveleto. Tudi pri samem izkopu ni imel nekega sistema postopnega odziva in poglobljanja, tako da mu je nemalokrat, predvsem v krivinah, zmanjkovalo materiala (predvsem v V. kategoriji terena in pri velikih strminah, kjer se material kotali daleč v dolino). Zaradi tega je posegal globoko v raščeno tlo, tako da je nastajala širina planuma tudi do 7 metrov. Kljub izredni zavzetosti pa je neštetokrat precenjeval tudi zmogljivost stroja, tako da je tudi pri tem po nepotrebnem izgubljal čas.

- g) Vpliv na samo učinkovitost stroja pa imajo tudi vremenske razmere. Razmeroma debela snežna odeja je onemogočala delo vrtalcem pred samim buldožerjem. Huden mraz je povzročal, da so vrtalna kladiva nenehno zamrzovala, zaradi česar so namesto klasičnega načina vrtanja in miniranja neštetokrat uporabljali kar mine nalepke, katere učinek pa pogostokrat ni najboljši. Izredno huden mraz pa je povzročal tudi nejevoljo pri

UČINKOVITOST BULDOŽERJA CATERPILLAR D-9H V ODVISNOSTI OD KATEGORIJE TERENA



vrtalcih, zaradi česar kar ne morejo od ognja in so puščali buldožerista, da se je s strojem zaletaval v kako večjo skalo na vse načine, čeprav je bilo že takoj jasno, da brez miniranja ne bo uspel.

Na osnovi rezultatov terenskega snemanja je sestavljen tudi grafikon št.4, ki kaže, kako se spreminja učinkovitost stroja v odvisnosti od kategorije terena. Formirani sta le dve kategoriji in sicer IV., ki zajema lahko prehodne terene (III in IV. kategorija terena) in po V., kjer je miniranje nujno potrebno (V. in VI. kat. terena). Na podlagi ocene deleža posamezne kategorije med dvema profiloma in časa efektivnega dela stroja je nato izračunana učinkovitost stroja od profila do profila. Dobljena krivulja torej kaže, da z večanjem deleža trše kamenine, torej z večanjem deleža miniranja, učinkovitost stroja razmeroma naglo pada.

4.4. ZAPAŽANJA

Glavna zapažanja pri izgradnji omenjene gozdne ceste z buldožerjem CATERPILLAR D-9H so naslednja:

- Zaradi nenehnega menjavanja kategorije terena je bilo stroju dejansko onemogočeno normalno delo.
- Pogosto umikanje zaradi vrtnanja in miniranja in še cela vrsta drugih činiteljev je namreč povzročalo, da so doseženi učinki razmeroma nizki.
- Nepripravljena trasa, predvsem brez zaščitnih barier, ki bi vsaj delno zadržale odrinjen material je bila vzrok, da je prihajalo do zelo velikih poškodb na nižje stoječem drevju.
- Izredna moč stroja je omogočala odziv večjih samic ali skalnih blokov (5m^3 in več), ki so ostajali po miniranju. Te so se kotale daleč v dolino in z vso silo zadevale ob stoječa drevesa ter pri tem povzročale tako hude rane, da je bilo marsikatero drevo kasneje obsojeno na propad.

- Zaradi ogromnih količin materiala, ki se je tako predvsem na strmih pobočjih skotalil v dolino, je pogosto prihajalo do pomanjkanja materiala predvsem pri premagovanju konkavnih oblik terena. Zaradi tega je sledil globlji poseg v raščen teren, kar je imelo za posledico tudi večjo širino planuma. Na opazovanem odseku trase je znašala poprečna širina planuma 5,50 metra.

5. BULDOŽER TG - 90

V nasprotju z že opisanima strojema CATERPILLAR D-8H in D-9H, ki sta med buldožerji kot prava velikana, pa se v gozdarstvu v te namene že vrsto let uporablja buldožer domače proizvodnje TG-90, izdelek tovarne 14.oktober iz Kruševca. Seveda je v daljšem času omenjeni tip doživel že celo vrsto sprememb oziroma izboljšav, tako, da sta danes v uporabi predvsem dva tipa, in sicer TG-90B in TG-90C. Za lažjo primerjavo navajam nekaj važnejših tehničnih podatkov.

5.1. TEHNIČNI PODATKI ZA BULDOŽER TG-90B in TG-90C

	<u>TG-90B</u>	<u>TG-90C</u>
- Moč motorja	90 HP	97 HP
- število valjev	4	6
- transmisija	mehanična	POWER SHIFT
- dolžina stroja	5,44 m	5,44 m
- širina stroja	2,50 m	2,50 m
- teža	12975 kg	13000 kg
- plug; a) višina	0,85 m	0,85 m
b) širina	3,33 m	3,33 m
- klirens stroja	0,30 m	0,30 m
- število riperjev	3-5	3-5

Podatki torej kažejo, da sta si omenjena tipa strojev zelo podobna. Glavna razlika pa se pojavlja predvsem v tem, da ima novejši tip TG-90C že vgrajeno POWER SHIFT transmisijo (hidrodina-

mično), medtem ko je pri starejšem tipu še mehanična.

Prednost hidrodinamične transmisije je namreč v tem, da omogoča spreminjanje hitrosti in smeri gibanja tudi pod obremenitvijo.

Glede na to, da ni bilo mogoče izvršiti snemanja buldožerja TG-90, kot je bilo predvideno na samem terenu, so kot rezultati prikazane vrednosti, ki jih navaja tozadevna literatura [6] (prof. dr. Vladimir Jeličić: Koriščenje dozera na izgradnji šumskih puteva). Omenjene vrednosti so dobljene na podlagi analize terenskih snemanj, ki so se vršila pri gradnji gozdnih cest v Sloveniji in Bosni in to še v letih 1966-67. Rezultati kot taki sicer danes niso primerni za neke natančnejše primerjave, vendar že nakazujejo probleme, s katerimi se pri današnji cestogradnji zelo pogosto srečujemo.

5.2. UČINKOVITOST BULDOŽERJA

Na osnovi obdelanih podatkov terenskih snemanj, ki so se vršila na območju 4 gozdnih gospodarstev je sestavljena tabela št. 6, ki prikazuje, kakšne učinke dosega omenjeni stroj pri gradnji gozdnih cest.

TABELA 6

UČINKOVITOST BULDOŽERJA TG-90

Gozdno gospodarstvo	Delež kat. terena			Učinek	
	III.	IV.	V.	doseženi	koeficient izkoristka
	%	%	%	m ³ /h	
ŠIP Sanski Most	30	40	30	17,27	0,166
ŠIP Foča	80	20	-	32,06	0,308
ŠIP Foča	100	-	-	28,89	0,277
GG Ljubljana	80	20	-	26,17	0,251
GG Maribor	50	30	20	32,68	0,314

Tabela torej podaja naslednje vrednosti:

- a) Kategorija terena: Dobljene vrednosti predstavljajo odstotek zastopanosti posamezne kategorije na vseh trasah določenega področja.
- b) Učinek - dosežen: Podan je učinek, ki ga stroj pri sami gradnji dejansko dosega. Vrednosti predstavljajo poprečni učinek na posameznem področju.
- c) Koeficient izkoristka: Na osnovi doseženega in teoretičnega učinka je izračunan koeficient izkoristka učinka, ki je v stvari pokazatelj izkoristka delovnega časa in pogojev delovišča. Da so doseženi rezultati res izredno nizki v primerjavi z rezultati, ki jih stroj dosega v splošnem gradbeništvu kaže že medsebojna primerjava koeficientov izkoristka. V splošnem gradbeništvu je namreč ob najboljših pogojih dela omenjeni koeficient kar 0,77 ob najslabših pa 0,35. Vzroki za take razlike so naslednji:
- razmeroma majhna količina izkopa po tekočem metru trase,
 - nenehno menjavanje kategorije terena,
 - pogosti zastoji pri delu zaradi slabo pripravljene trase,
 - večji panji, ki sploh niso ali pa so slabo razminirani,
 - večja razdalja odrida izkopenega materiala,
 - neredno vzdrževanje strojev in s tem pogostejši kvari,
 - neizvežbanost strojnika,

Iz vsega omenjenega sledi, da na učinek buldožerja vplivajo zelo različni činitelji. To potrjujejo tudi rezultati, prikazani v tabeli 7, kjer so po različnih avtorjih navedeni učinki v odvisnosti od razdalje odrida. Naj omenim, da so učinki, ki jih navaja prof. Jeličić dobljeni na podlagi preračunanega teoretičnega učinka. Omenjene vrednosti torej veljajo za III. kategorijo terena in sicer za dozerje moči od 90-100 HP.

Za boljšo predstavo so vrednosti iz tabele št. 7 ponazorjene tudi v grafični obliki in sicer na grafikonu št. 5. Izmed vseh najbolj izstopajo podatki, ki jih navaja tovarna CATERPILLAR, kar je povsem razumljivo, kajti s takimi tovarniškimi podatki proizvajalec dela reklamo za svoj proizvod. Preseneča pa velika razlika v

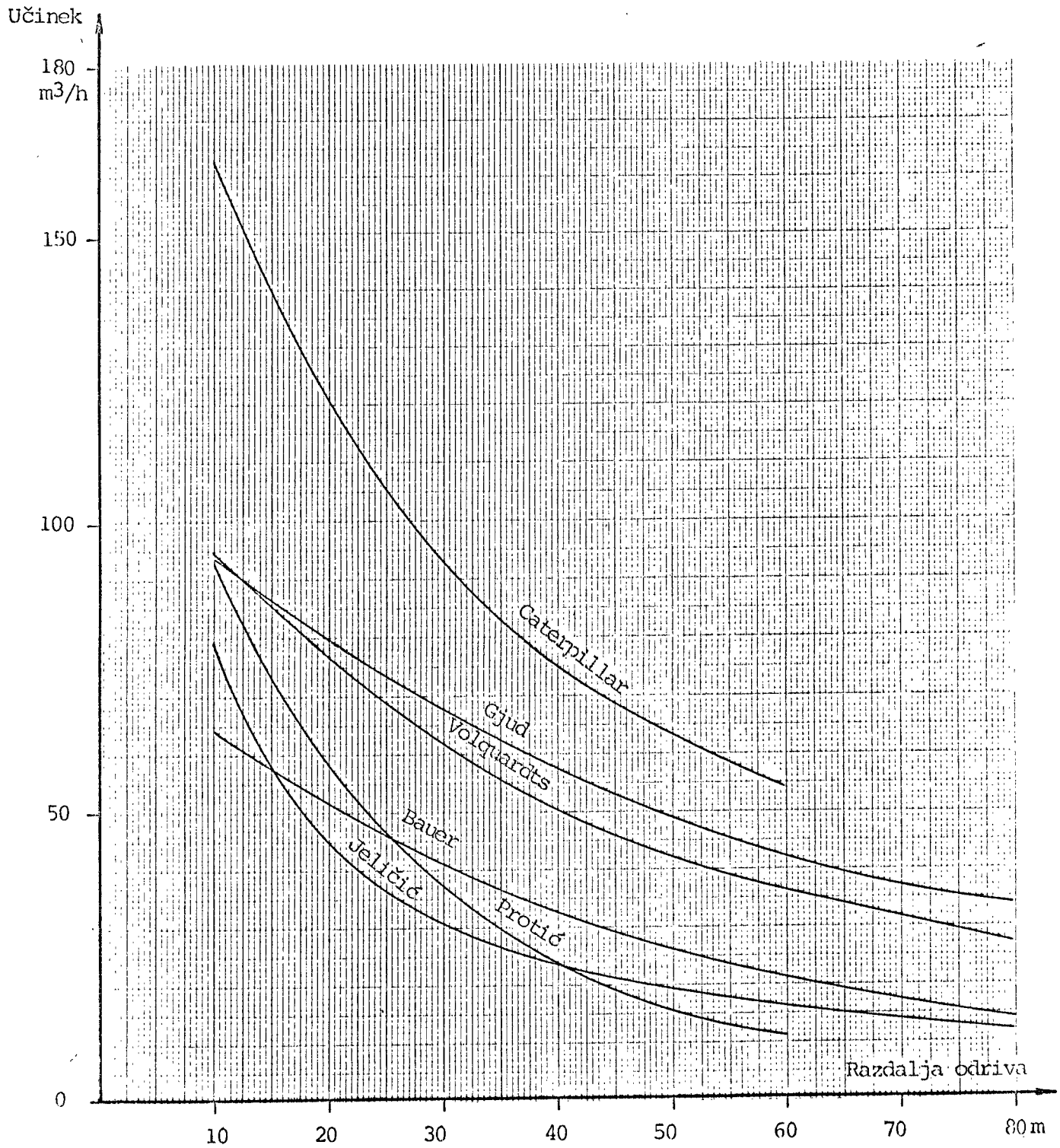
TABELA 7

UČINKOVITOST V ODVISNOSTI OD RAZDALJE ODRIVA
 Dozerji od 90-100 HP v III. kategoriji terena

Razdalja odrive	U Č I N K I					
	Po Jeličić-u	Po Gjud-u	Po Protić-u	Po Caterpillar-u	Po Volquardts-u	Po Bauer-u
	TG-90B(90 HP)	TG-90B(90HP)	TG-90B(90 HP)	D-7(93 HP)	HD-11(100 HP)	HD-11(100 HP)
m	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
10	80	94	93	164	95	64
20	44	80	58	121	77	51
30	30	68	37	93	62	41
40	23	58	24	75	50	32
50	19	49	15	63	42	26
60	16	42	11	54	37	21
70	13	37	-	-	32	17
80	12	34	-	-	27	14

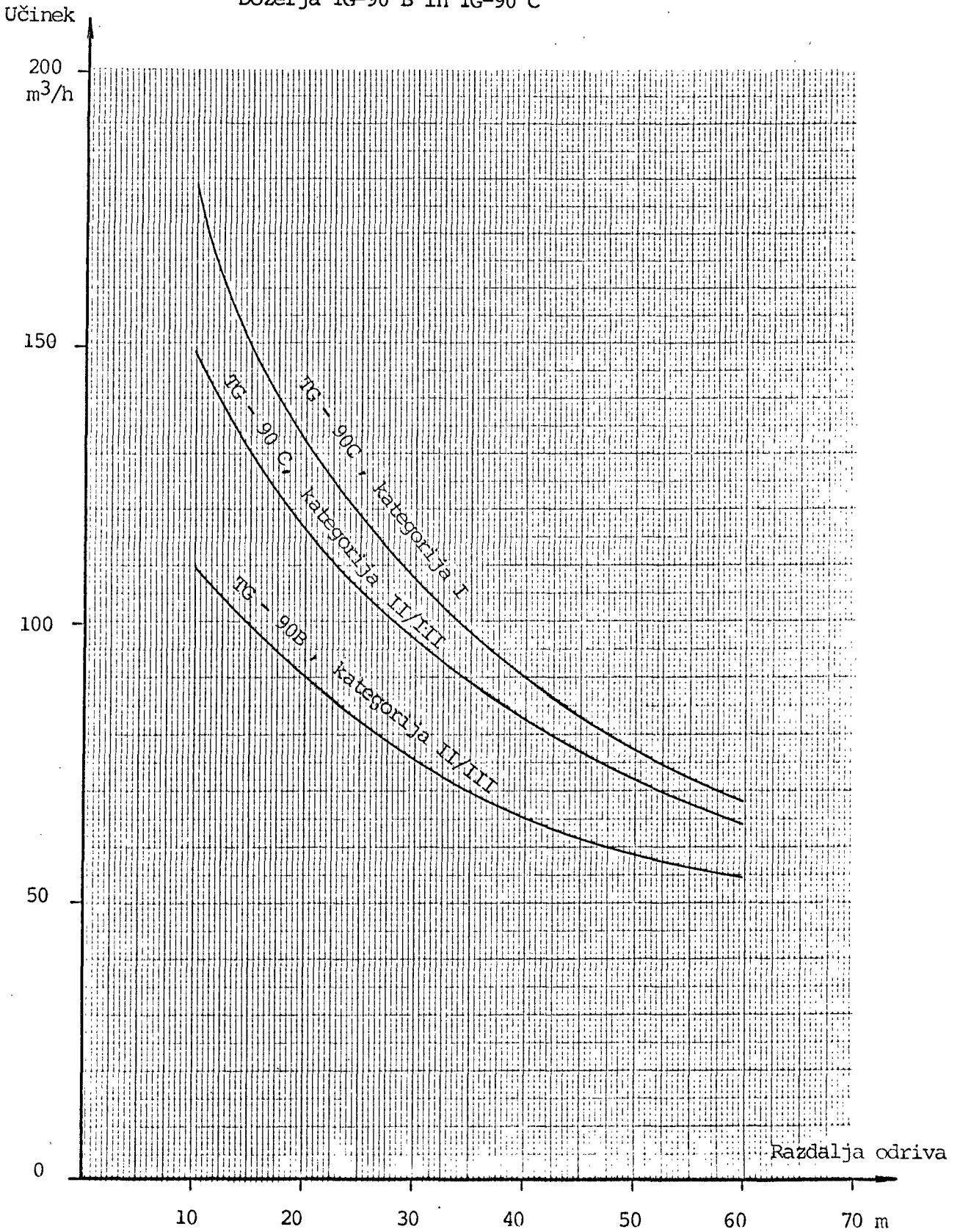
UČINKOVITOST V ODVISNOSTI OD RAZDALJE ODRIVA

Dozerji od 90-100 HP v III.kat. terena



UČINKOVITOST V ODVISNOSTI OD RAZDALJE ODRIVA

Dozerja TG-90 B in TG-90 C



podatkih, ki jih navajata GJUD in PROTIĆ. Medtem, ko po GJUDU učinki z razdaljo padajo razmeroma počasi, pa je ta pad po PROTIĆU zelo nagel.

Najnovejše podatke o učinkih, ki jih dosega proučevani stroj, pa navaja literatura [8]. Izvršena je namreč primerjava med tipom TG-90B in TG-90C v I., II. in III. kategoriji terena in to predvsem z namenom ugotoviti prednosti novejšega tipa z že vgrajeno hidrodinamično transmisijo.

Končni rezultati [8] so prikazani v grafični obliki in to na grafikonu št.6 in kažejo, da so učinki, ki jih dosega novejši tip TG-90C veliko višji. Ta razlika je opazna predvsem pri krajših razdaljah odziva, kjer pride izredna manevrska sposobnost stroja še toliko bolj do izraza.

Prikazana je torej cela vrsta rezultatov, ki jih navajajo različni avtorji in vsi se med seboj več ali manj razlikujejo. To je seveda povsem razumljivo, saj se pojavlja niz različnih faktorjev, ki tako ali drugače vplivajo na učinek samega stroja. Zaradi izredne pestrosti omenjeni rezultati za nadaljne primerjave niso uporabni, tako da bi morala biti v ta namen izvršena lastna snemanja, kar pa v našem primeru ni bilo mogoče.

6. STROŠKI GRADNJE

Analiza opazovanj in dobljenih rezultatov pri gradnji gozdnih cest z buldožerjem CATERPILLAR D-8H in D-9H je pokazala, da gre tu za stroj izrednih zmogljivosti. Zaradi tega potrebuje za svoje normalno delo ogromne količine izkopa, ki pa mu je zagotovljena le na večjih gradbiščih (avtoceste, prekopi, jezovi ...). Vse to delo pa je domena večjih gradbenih podjetij in le te si lahko privoščijo prizadevek, kot je nabava takega stroja.

Popolno nasprotje pa se pojavlja v gozdarstvu, kjer gozdna gospodarstva letno zgradijo poprečno 20-30 km cest. Poleg tega se je pri gradnji gozdnih cest potrebno prizadevati, da so gozdne ceste

nepretirano široke (s tem ohranjamo plodno gozdno površino), da se čim bolj prilagajajo obliki terena (da niso kot tujki v gozdu), da z omenjeno gradnjo ne delamo večjih škod in ne odpiramo novih erozijskih žarišč in da jih zaradi omejenih finančnih sredstev gradimo le tam, kjer so res nujno potrebne.

Vse to namtorej kaže, da predstavlja gradnja gozdnih cest takemu stroju letno le nekaj dni intenzivnega dela. Zaradi tega je investicija ene gozdno gospodarske organizacije v nabavo takega stroja le za gradnjo gozdnih cest neekonomična in zato neustrezna. Zato pa je v nasprotnem primeru, v kolikor gradimo gozdne ceste z omenjenimi stroji, potrebno iskati uslugo pri podjetju, ki z močnejšo mehanizacijo že razpolaga. Seveda je vse to vezano z dodatnimi težavami, saj ponudnik pri tem diktira svoje pogoje, kot so cena obratovalne ure stroja, čas gradnje, priprava trase, ...

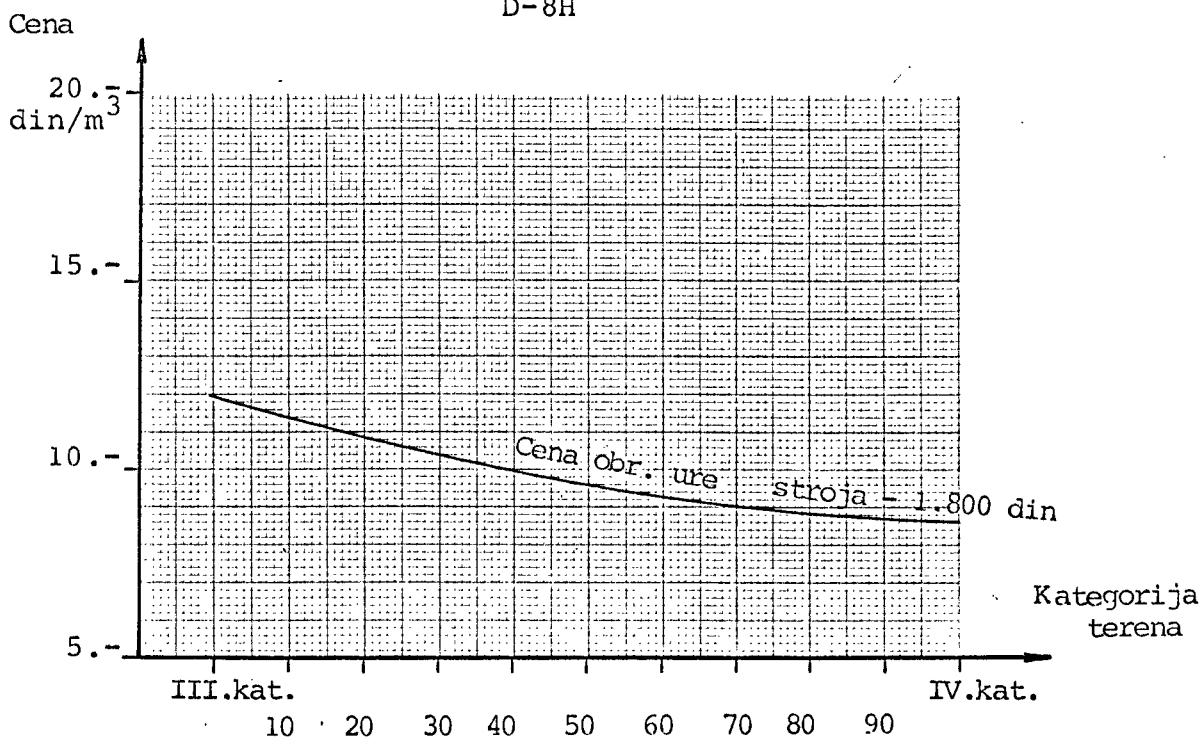
Ker gre torej v našem primeru za uslugo, ki nam jo je izvršilo gradbeno podjetje, kalkulacija cene obratovalne ure stroja ni izvršena. Je pa na osnovi rezultatov terenskih meritev za oba proučevana stroja izračunana cena izkopa 1 m³ materiala. Vrednosti so prikazane na grafikonu št. 7 in 8 in sicer ločeno za vsak stroj in kažejo naslednje:

- Pri delu z buldožerjem CATERPILLAR D-8H stroški izkopa z večanjem deleža IV. kategorije terena padajo. To je razumljivo, saj so doseženi učinki stroja v III. kategoriji znatno nižji kot v IV. kategoriji. Vzrok za to je predvsem v tem, da se je delo vršilo po dolgotrajnem deževju in so bila tla na posameznih mestih zelo razmočena. Zaradi velike teže je zato prihajalo do ugrezanja in drsenja stroja. Predvidevamo, da bi bila razlika med učinki III. in IV. kategorije znatno nižja, v kolikor bi bila tla suha, s tem pa tudi razlika v ceni samega izkopa.

Na grafikonu št. 3 pa je prikazano gibanje cene izkopa z buldožerjem CATERPILLAR D-9H in sicer v IV. in V. kategoriji terena. Krivulja kaže, da z večanjem deleža trše kamenine učinki razmeroma naglo padajo in da temu primerno naraščajo stroški samega izkopa.

CENA IZKOPA 1 m³ MATERIALA ZA CATERPILLAR

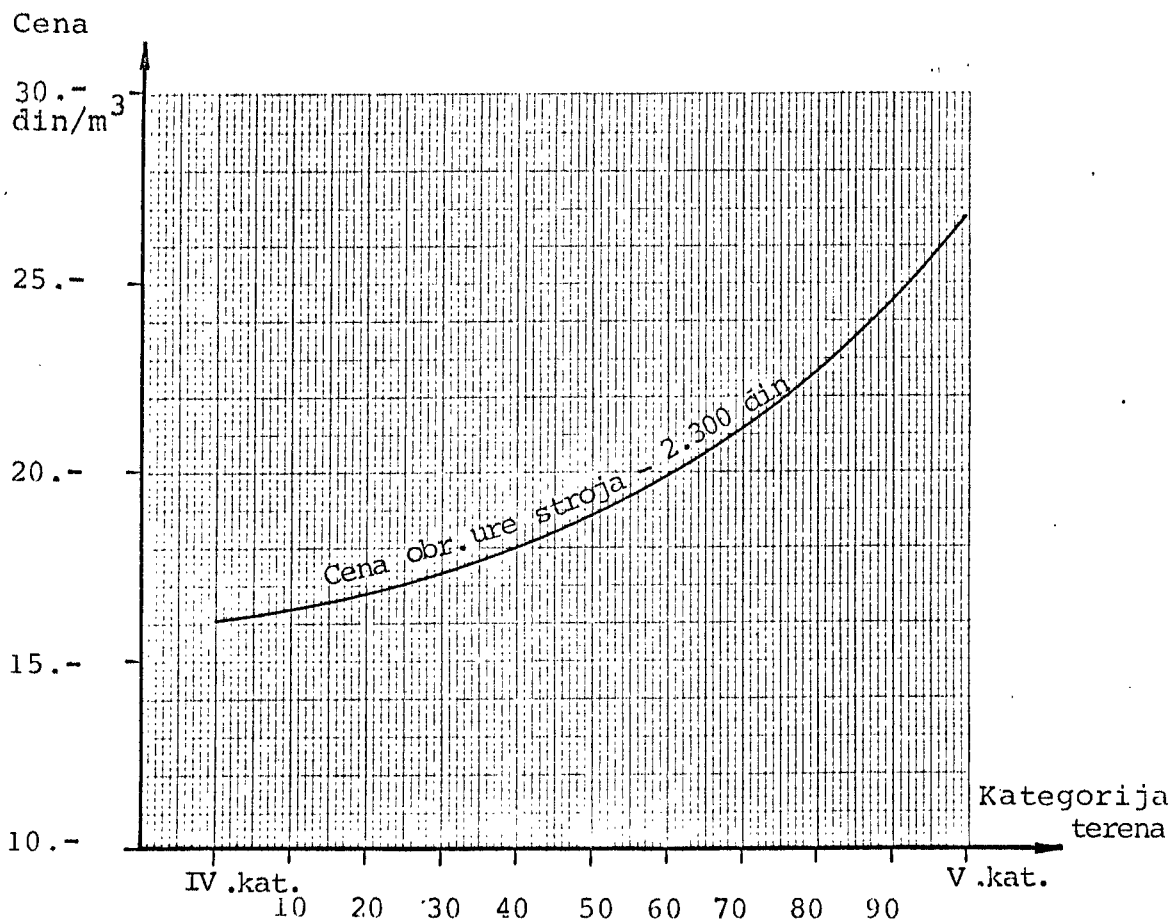
D-8H



Graf.št.8

CENA IZKOPA 1 m³ MATERIALA ZA CATERPILLAR

D-9H



Naj omenim, da krivulji na obeh grafikonih predstavljata izključno stroške buldožerja in da šele vsota z vsemi ostalimi stroški (vrtanje, miniranje, ...) predstavlja končno ceno izkopa 1 m³ materiala.

Glede na to, da za buldožer TG-90 niso bile izvedene lastne meritve, navedeni podatki pa so si med seboj tako različni, povrh vsega pa so še razmeroma zastareli, izračun stroškov gradnje z omenjenim strojem ni izveden .

7. ZAKLJUČKI

Proučevanje gradnje gozdnih cest z buldožerjema CATERPILLAR D-8H in D-9H je pokazalo naslednje:

- Omenjeni stroj potrebuje za svoje normalno delo daleč vnaprej pripravljeno traso in predvsem dobro izvežbanega strojnika.
- Najboljše rezultate dosega v terenu IV.kategorije, nekoliko slabše v terenu III.kategorije in najslabše v terenu V.kategorije, zaradi česar so tudi stroški izkopa tu največji.
- Zaradi velike lastne teže je neustrezen za mehka, vlažna in zamočvirjena tla.
- Njegova izredna moč mu omogoča odziv velikih skalnih blokov in večjih samic, ki ob kotaljenju povzročajo na stoječem drevju ogromno škodo.
- Širina odrivne deske, velika lastna teža in varnost pri delu predvsem v strmih terenih povzročajo, da se stroj ukopava globoko v raščeno tlo, zaradi česar se pojavlja večja širina planuma, višje so odkopne brežine, ...
- Na strmem terenu V. in VI.kategorije je zaradi večjega ukopavanja v raščeno tlo večji delež vrtanja, miniranja, večje so poškodbe, večji so s tem stroški gradnje.

Vse omenjeno nas torej sili v razmišljanje, s kakšnim strojem zamenjati buldožer pri gradnji v strmem in težkem terenu. V deželah, kjer so pri gradnji cest v takih terenih prisiljeni veliko skrb polagati predvsem na varstvo okolja, uporabljajo kot osnovni stroj

bager. Prednosti omenjenega stroja so velike, saj je pri taki gradnji boljše sortiranje materiala iz izkopa v nasip, planum je ožji, brežine so nižje, predvsem pa je omogočena takšna tehnologija miniranja, ki je najbolj racionalna glede vrtanja in na okolju napravi najmanj poškodb.

Vprašanje varovanja okolja, predvsem v krajinsko občutljivih področjih, ter pocenitev gradnje gozdnih cest je čedalje bolj prisotno tudi pri nas. Ugotovitve, dobljene pri proučevanju izgradnje spodnjega ustroja s težkim buldožerjem ponovno dokazujejo, da je gradnja gozdnih cest specifična, saj na storilnost mehanizacije in na ekonomičnost gradnje vpliva zelo veliko dejavnikov. Vsak teh dejavnikov pa ima na posamezni trasi oziroma odseku trase lahko zelo različno močan oziroma prevladujoč vpliv. Pri uvajanju novih strojev bo tem manj presenečenj, čim temeljiteje bomo predhodno poznali tako lastnosti strojev kot tudi terenske in druge razmere bodočega gradbišča.

8. L I T E R A T U R A

1. Dindensky, V.: Limitujuće tehnicke a ekonomické podmienku použitia ťažkých dozerov pri stavbe lesných ciest. Vedecke práce vyskonného ustavu lesného hospodarstva vo Zvolen, 1977
2. Dobre, A.: Proučevanje normativov pri strojni gradnji gozdnih cest. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana 1968
3. Dobre, A.: Izkop na trasi gozdne ceste v trdni hribini. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana 1974
4. Dobre, A.: Oblikovanje cestnega telesa in ozelenitev brežin pri gradnji gozdnih cest. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana 1978
5. Gortnar, F.: Stroji za gradnjo in vzdrževanje cest. Skupnost cestnih podjetij, Ljubljana 1966
6. Jeličić, V.: Korištenje dozera na izgradnji šumskih puteva - doktorska disertacija, Sarajevo 1975
7. Todorović, D.: Kapaciteti gradjevinških mašina. Mašinski fakultet Beograd i industrija 14. oktobar Kruševac - Zbornik radova, Kruševac 1975
8. Žigon, J.: Caterpillar D-9G na delu v naših gozdovih. Soški gozdar 1976, šte. 3-4
9. * Caterpillar Purchasing Guide, 1969
10. * Caterpillar Performance Handbook, 1970
11. * World Construction, 1974
12. * Prospekti raznih tovarn:
 - Caterpillar SAD.
 - "14. oktobar", Kruševac.