

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
pri Biotehniški fakulteti

ANALIZA PREVOZOV POSIPNEGA MATERIALA NA  
GOZDNIH TLEH

LJUBLJANA, april 1978

oxf. 383.3/4 :305

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
pri BIOTEHNIŠKI FAKULTETI

ANALIZA PREVOZOV POSIPNEGA MATERIALA NA  
GOZDNIH CESTAH



S e s t a v i l :

Borut BITENC, dipl.ing.

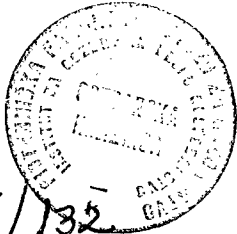
*Borut Bitenc*

D i r e k t o r :

Milan KUDER, dipl.ing.

*Milan Kuder*

LJUBLJANA, april 1978



E/132

# VSEBINA

Stran:

0.	UVOD	1
1.0	KRATEK OPIS OBJEKTOV SNEMANJA	1
2.0	METODIKA DELA	2
2.1	Kategorizacija cest	2
2.2	Faze dela pri prevozu posipnega materiala	3
2.2.1	Manipulacija v peskokopu	3
2.2.2	Vožnja po obstoječi cesti	4
2.2.3	Manipulacija na gradbišču	9
3.0	PRIMER PRAKTIČNE UPORABE REZULTATOV	12
3.1	Predpostavke za izračun	12
3.2	Potek izračuna	13
4.0	OPOMBE	14

## KAZALO PRILOG

Priloga št. 1	: Poraba časa za manipulacijo v peskokopu	5
Priloga št. 2	: Poprečne hitrosti vožnje dvoosnih in triosnih kamionov pri različnih naklonih in kategorijah cest	6
Priloga št. 3	: Hitrosti vožnje triosnih kamionov pri različnih naklonih ceste II. kategorije	7
Priloga št. 4	: Poraba časa za vožnjo na določeni razdalji pri določeni hitrosti	8
Priloga št. 5	: Zastoji med vožnjo zaradi medsebojnega srečavanja kamionov	10
Priloga št. 6	: Poraba časa za manipulacijo na delovišču	11
Priloga št. 7	: Odvisnost hitrosti vožnje od naklona ceste pri prevozu s kamionom OM 150 s polprikolico	15

## 0. U V O D

Pri gradnji gozdnih cest se srečujemo s problemi, ki nas silijo k razmišljanju o tem, kako naj gradimo, da bodo stroški same gradnje čim nižji pri še ustrezni kvaliteti opravljenega dela. Enega izmed takih stroškov predstavlja tudi prevoz nasipnega materiala, ki predstavlja precejšen delež v končni ceni zgrajene utrjene gozdne ceste. Ker pa so gradbeni obrati pri GG pri takih prevozih v večini primerov odvisni od tujih uslug, je pravilna odločitev o uporabljeni mehanizaciji izrednega pomena.

Z namenom, da se dobijo okvirni podatki o strukturi delovnega časa pri prevozu posipnega materiala je bilo na območju gozdnega gospodarstva Bled izvedeno terensko snemanje na petih gradbiščih in sicer pri prevozu materiala z dvoosnimi in triosnimi kamioni.

### 1.0. KRATEK OPIS OBJEKTOV SNEMANJA

1.1. Prevoz z dvoosnimi kamioni je bil sneman na treh objektih in sicer pri rekonstrukciji traktorske vlake v dolini Kot pri Mojstrani in na dveh novograjenih gozdnih cestah na Jelovici. Pri prevozu so bili uporabljeni 4 različni tipi kamionov in sicer: MERCEDES 1313, MERCEDES 1620, MAN 13230 in FAP 13 SK. Na vseh objektih skupaj je bilo posneto 28 polnih ciklusov voženj.

1.2. Snemanje prevoza s triosnimi kamioni je bilo opravljeno na Pokljuki pri navozu nasipnega materiala na dve novozgrajeni gozdni cesti. Pri prevozu so uporabljali 5 različnih tipov kamionov in sicer: MERCEDES 2623, MERCEDES 2624, MERCEDES 2626, MAN 26230 in FIAT 679 T. V času dvodnevni snemanj je bilo na obeh objektih opravljeno 18 ciklusov voženj.

Na terenu dobljene vrednosti snemanja za obe vrsti kamionov so bile nato računsko obdelane in so kot končni rezultati v nadaljevanju elaborata tudi prikazane.

## 2.0. METODIKA DELA

### 2.1. Kategorizacija cest

Na hitrost določenega vozila pri navozu posipnega materiala vplivata dva osnovna pokazatelja in sicer:

- podolžni naklon ceste
- kategorija ceste

Za razvrstitev ceste oziroma posameznega odseka ceste v določeno kategorijo so bili uporabljeni naslednji trije kriteriji:

#### A) Širina ceste:

	<u>število točk:</u>
a) ozka cesta: vozišče široko manj kot 3 m	1
b) srednje široka cesta: vozišče široko od 3-3,5 m	2
c) široka cesta: vozišče široko več kot 3,5 m	3

#### B) Stanje ceste:

a) slabo vzdrževana	1
b) srednje vzdrževana	2
c) dobro vzdrževana	3

#### C) Preglednost ceste:

a) nepregledna	1
b) srednje pregledna	2
c) pregledna	3

Na podlagi ocene vpliva posameznega kriterija na hitrost vožnje je bilo nato postavljeno razmerje teže posameznega kriterija in sicer:

$$A : B : C = 1 : 3 : 2$$

Vsota tako dobljenih točk je bila nato osnova za formiranje treh razredov in s tem razvrstitve posameznih odsekov cest v tri različne kategorije. Posamezni razredi zajemajo naslednje število točk:

Število točk	Kategorija ceste
6 - 9	I
10 - 14	II
15 - 18	III
∅	D

Kot posebna kategorija ceste (oznaka D) se je upošteval odsek v gradnji, to je tisti odsek, na katerega so navažali nasipni material.

## 2.2. Faze dela pri prevozu posipnega materiala

Celotni cikel pri prevozu zajema naslednje tri faze dela:

- a) manipulacija v peskokopu
- b) vožnja po obstoječi cesti
- c) manipulacija na gradbišču.

### 2.2.1 Manipulacija v peskokopu

Pod pojmom manipulacija v peskokopu so zajeta vsa opravila v zvezi s premikom kamiona oziroma času posameznih opravil, ki se vršijo med tem, ko se kamion nahaja v peskokopu. Sem štejemo obračanje kamiona ob prihodu v peskokop, njegova vožnja do mesta nakladanja, samo nakladanje materiala na kamion in zastoji, ki nastanejo v zvezi s temi opravili.

Pri snemanju so bili merjeni vsi časi posameznih opravil v peskokopu vendar so v končnem rezultatu vsi časi grupirani le v dve postavki in sicer čisto nakladanje, vsi ostali časi pa so združeni in imenovani kot zastoji.

Nakladanje nasipnega materiala na dvoosne kamione je na vseh treh objektih opravljal nakladalnik STT N-800. Z meritvami je bilo ugotovljeno, da predstavlja ena, zvrhano naložena nakladalna žlica  $0,9 \text{ m}^3$ , kar je služilo za oceno kubature vsakokratnega bremena žlice in s tem celotnega tovora vsakega kamiona. Tako je bilo na podlagi snemanja ugotovljeno, da znaša poprečno breme pri prevozu z dvoosnimi kamioni  $5,6 \text{ m}^3$  in da potrebuje nakladalnik, da naloži na kamion  $1 \text{ m}^3$  materiala  $0,8$  minute. Časi vseh ostalih opravil v peskokopu pa so združeni v postavki "zastoji", njih poprečna vrednost pa znaša  $1$  minuto.

Za nakladanje posipnega materiala na triosne kamione pa je bil uporabljen nakladalnik CATERPILLAR 955 K. Polno naložena nakladalna žlica predstavlja tu  $1,7 \text{ m}^3$ , poprečno breme kamiona pa  $9,5 \text{ m}^3$ . Čas nakladanja  $1 \text{ m}^3$  materiala na kamion znaša tu le  $0,2$  minute. Skupni čas vseh ostalih opravil v peskokopu (zastoji)

pa je isti kot pri dvoosnih kamionih in sicer 1 minuto.

Za enostavnejše ugotavljanje časa celotne manipulacije v peskokopu je na osnovi terenskih meritev izdelana priloga št.1, ki omogoča neposredno odčitavanje časa, ko se kamion nahaja v peskokopu.

### 2.2.2 Vožnja po obstoječi cesti

Časovno nadjaljša operacija pri prevozu posipnega materiala je sama vožnja po že obstoječih cestah. Pod pojmom vožnja so zajeti naslednji časi:

- čista vožnja polnega in praznega vozila
- zastoji, ki se pojavljajo zaradi srečevanja kamionov med seboj,
- ostali zastoji, do katerih prihaja vzdolž trase prevoza od peskokopa do gradbišča in nazaj.

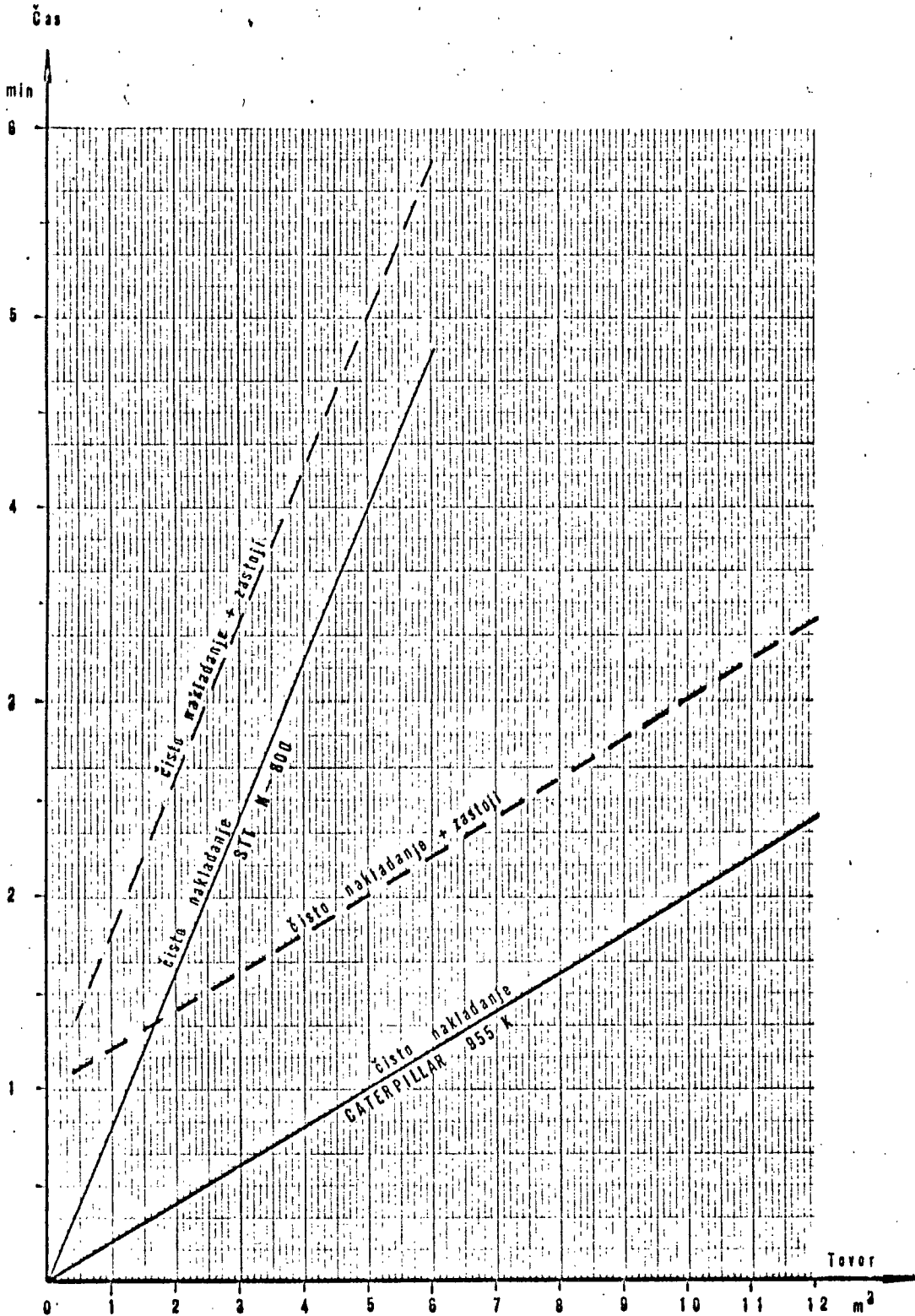
Čas za čisto vožnjo je odvisen od hitrosti vozila in od razdalje prevoza. Hitrost pa je zopet odvisna od vrste vozila (dvoosni ali triosni kamion), od podolžnega naklona ceste ter od kategorije ceste.

Iz vrednoteni podatki terenskih meritev, grupirani po navedenih parametrih so podani na prilogi št. 2. Na grafikonu so prikazane te izravnane vrednosti, ki predstavljajo neke poprečne vrednosti. Seveda so lahko pri posamezni vožnji precèjšnja odstopanja od poprečnih vrednosti. Kot primer take razpršenosti podatkov nam lahko služi priloga št. 3, ki prikazuje individualne hitrosti različnih triosnih kamionov pri vožnji po cesti II. kategorije. V razpršenosti je zajeta vsa pestrost številnih vplivov na hitrost vožnje. Zanimivo bi bilo proučiti vplivnost posameznih dejavnikov, kar pa bi presegalo načrtani okvir tega elaborata. Naj pripomnimo, da izravnane krivulje na prilogi št.3 predstavljajo poprečne in srednje hitrosti za polno in prazno vožnjo, kakor tudi za vzpone in padce.

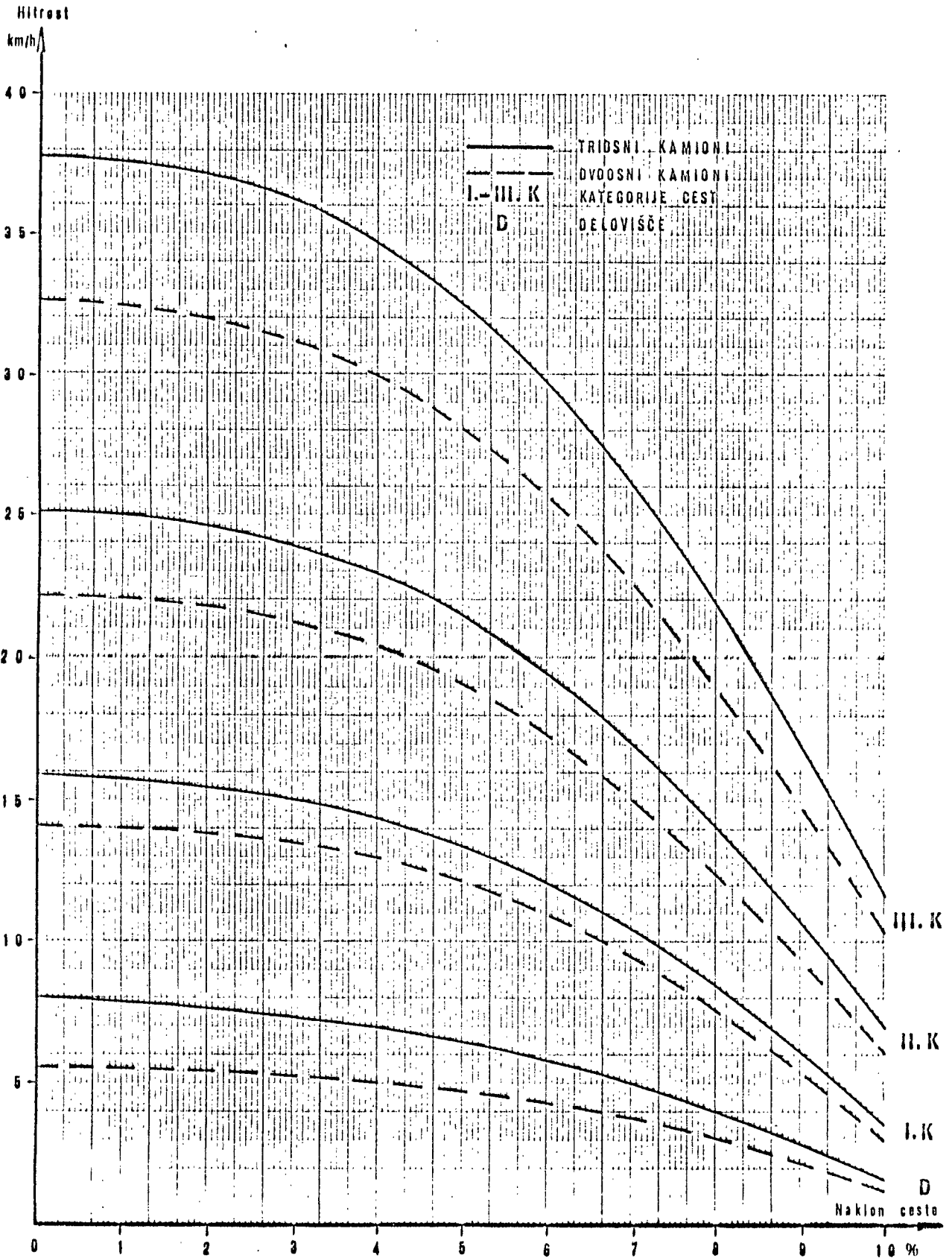
Za praktično uporabo služi prilogi št. 4, iz katere je mogoče odčitavanje časov vožnje pri ugotovljeni hitrosti in pri določeni razdalji.



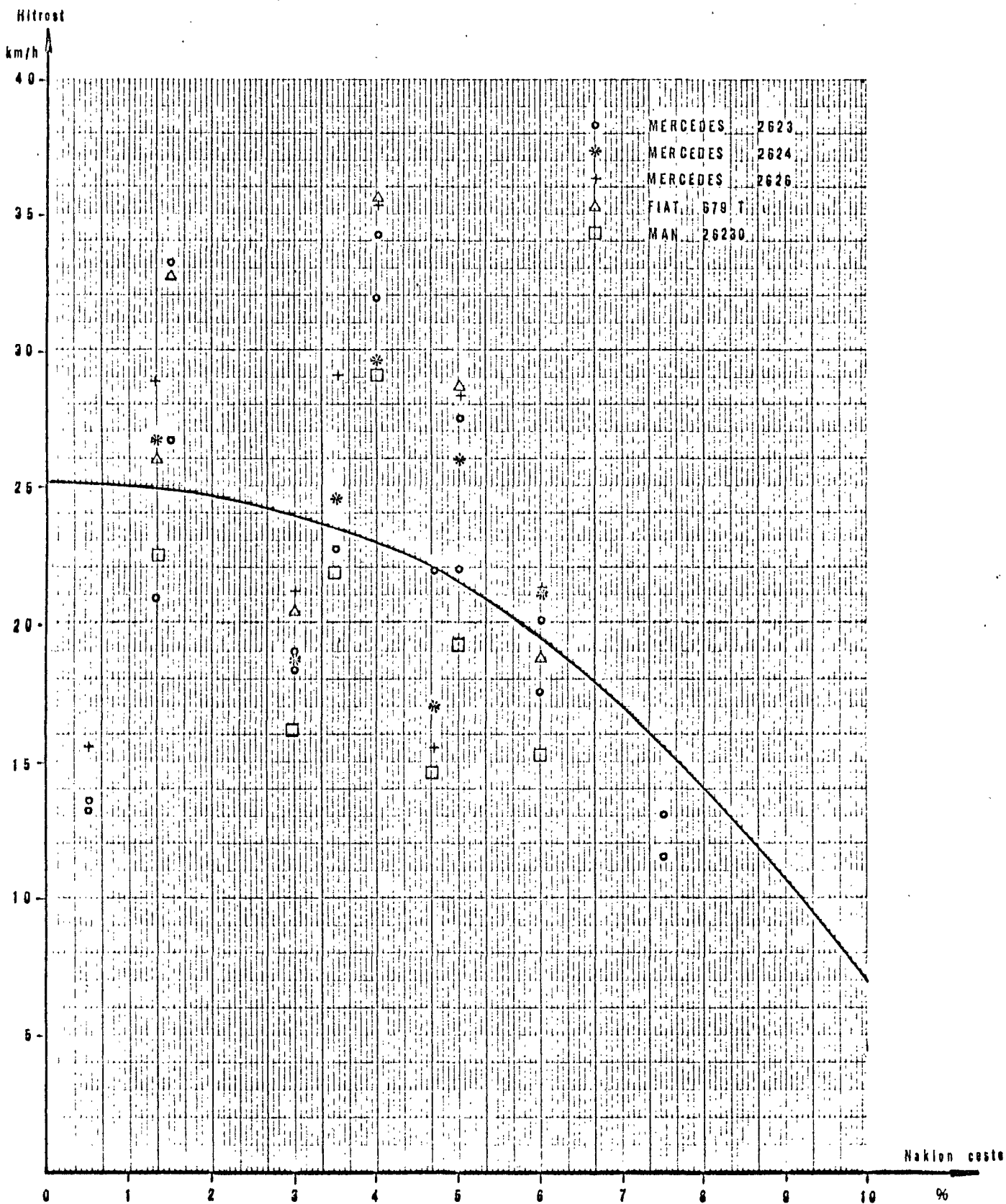
# Poraba časa za manipulacijo v peskokopu



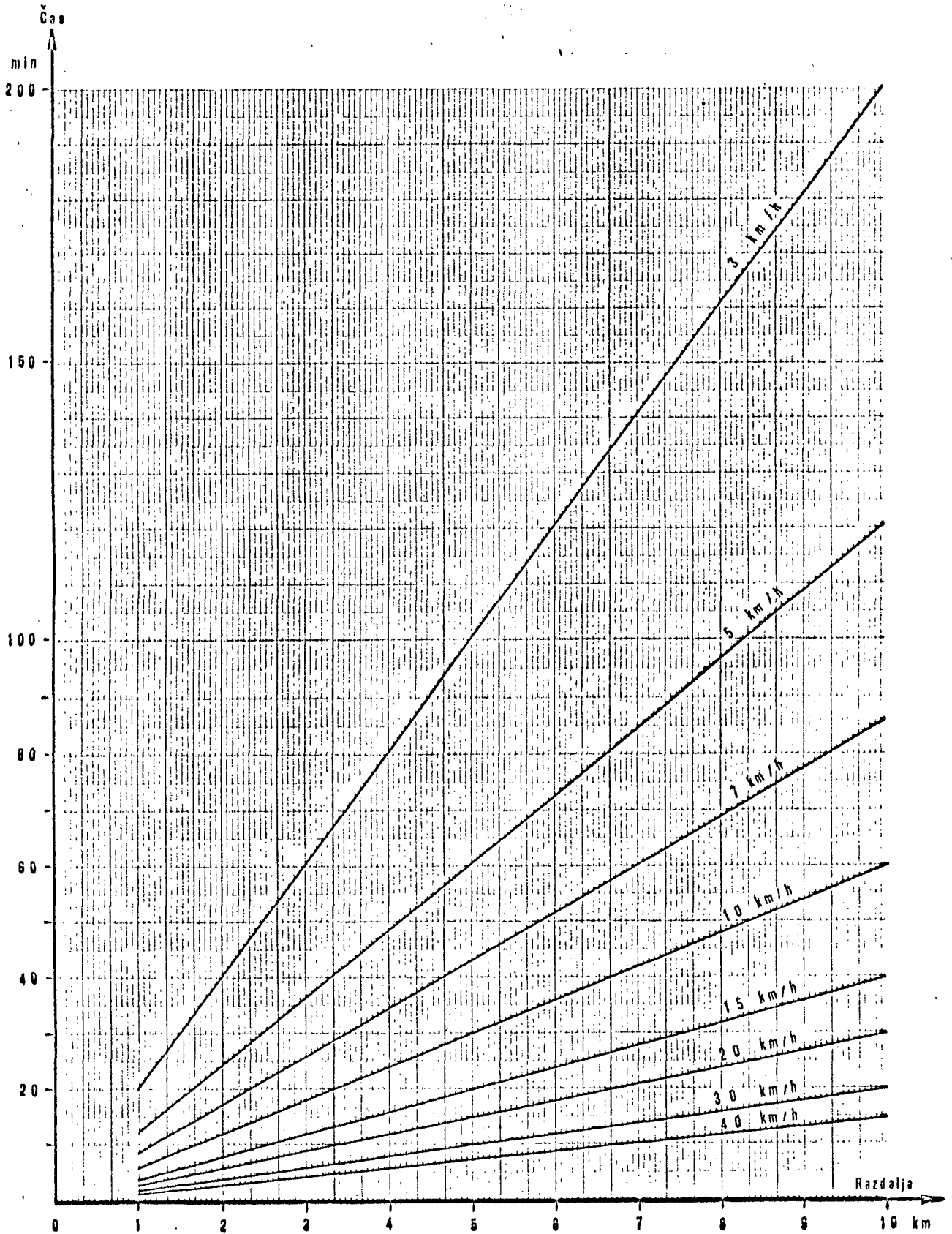
# Povprečne hitrosti vožnje dvoosnih in triosnih kamionov pri različnih naklonih in kategorijah cest



# Hitrosti vožnje trilosnih kamionov pri različnih naklonih ceste druge kategorije



# Poraba časa za vožnjo na določeni razdalji pri določeni hitrosti



Med vožnjo po obstoječih cestah prihaja do zastojev in sicer zaradi medsebojnega srečavanja kamionov. Te zastoji so seveda različno dolgi in so predvsem odvisni od vrste in števila kamionov, od števila izogibališč in od kategorije ceste.

Na osnovi terenskih podatkov izračunane vrednosti zastojev zaradi medsebojnega srečavanja pri različnih kategorijah cest so prikazane na prilogi št. 5. Podatki namreč kažejo, da do največjih zastojev prihaja na cestah prve kategorije in da so zastoji nekoliko manjši na cestah II. kategorije. Pri vožnji po cestah III. kategorije pa do teh zastojev ne prihaja ali pa so zanemarljivo majhni. (Priloga št.5 - velja za enkratno vožnjo.)

Med samo vožnjo pa se pojavlja še cela vrsta drugih zastojev, bodisi zaradi objektivnih ali subjektivnih vzrokov. Po analizah terenskih snemanj je ta delež razmeroma velik in znaša kar 20 % od časa čiste vožnje.

### 2.2.3 Manipulacija na gradbišču

Velik delež časa v celotnem ciklusu prevoza zajema tudi manipulacija na gradbišču. Gradbišče zajema tisti odsek novozgrajene ceste, na katerega se navaža nasipni material. Tudi tu se vrste različne delovne operacije kot so:

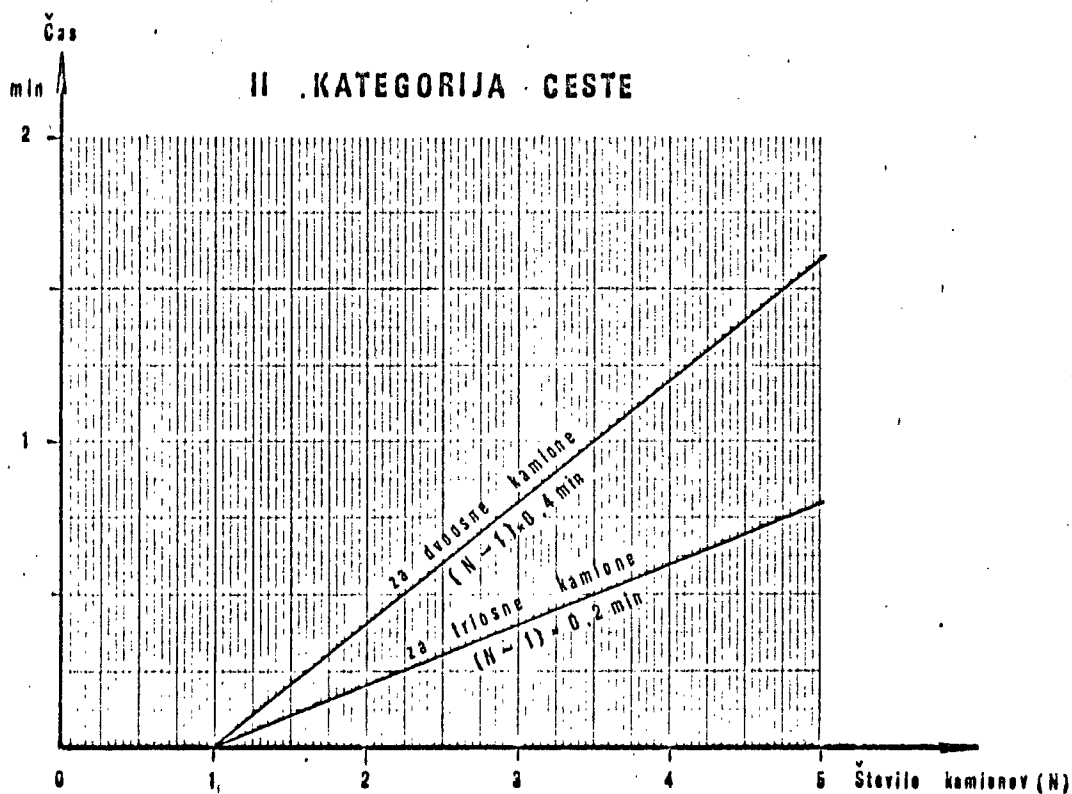
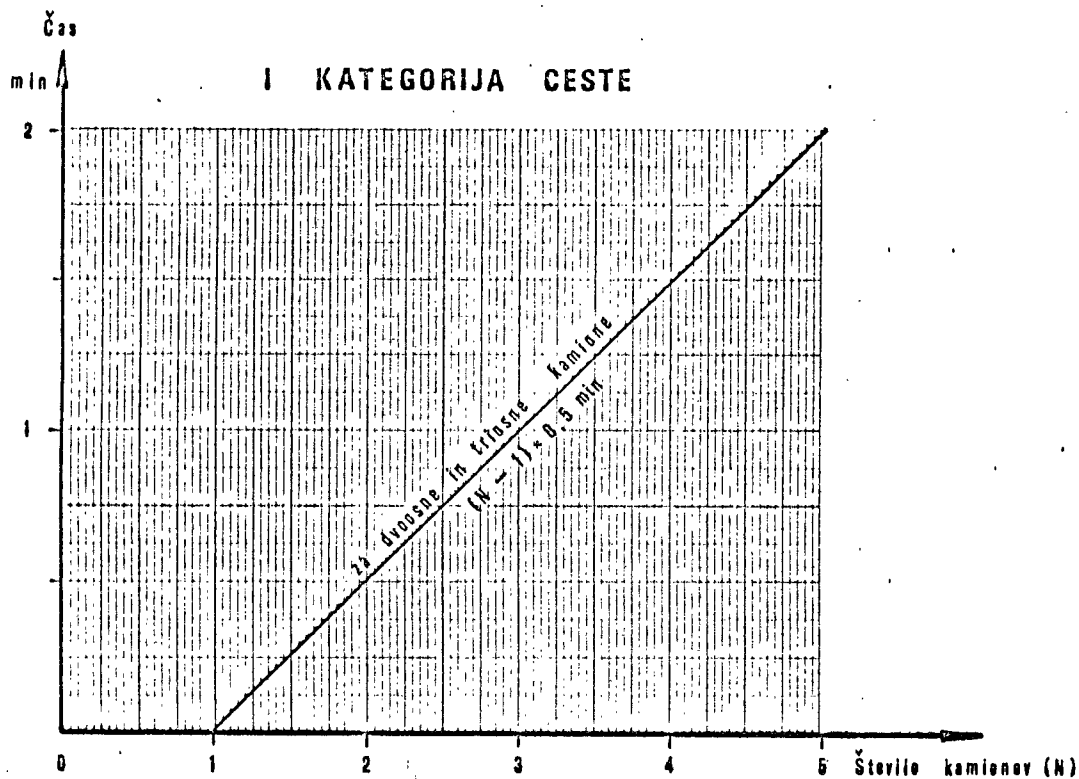
- obračanje
- vožnja do mesta stresanja
- stresanje
- razni zastoji

Pojavlja se torej cela vrsta časov, ki ločeno nimajo neke večje uporabne vrednosti. Zato so bile posamezne operacije oz. časi posameznih operacij združeni v le dva pokazatelja in sicer:

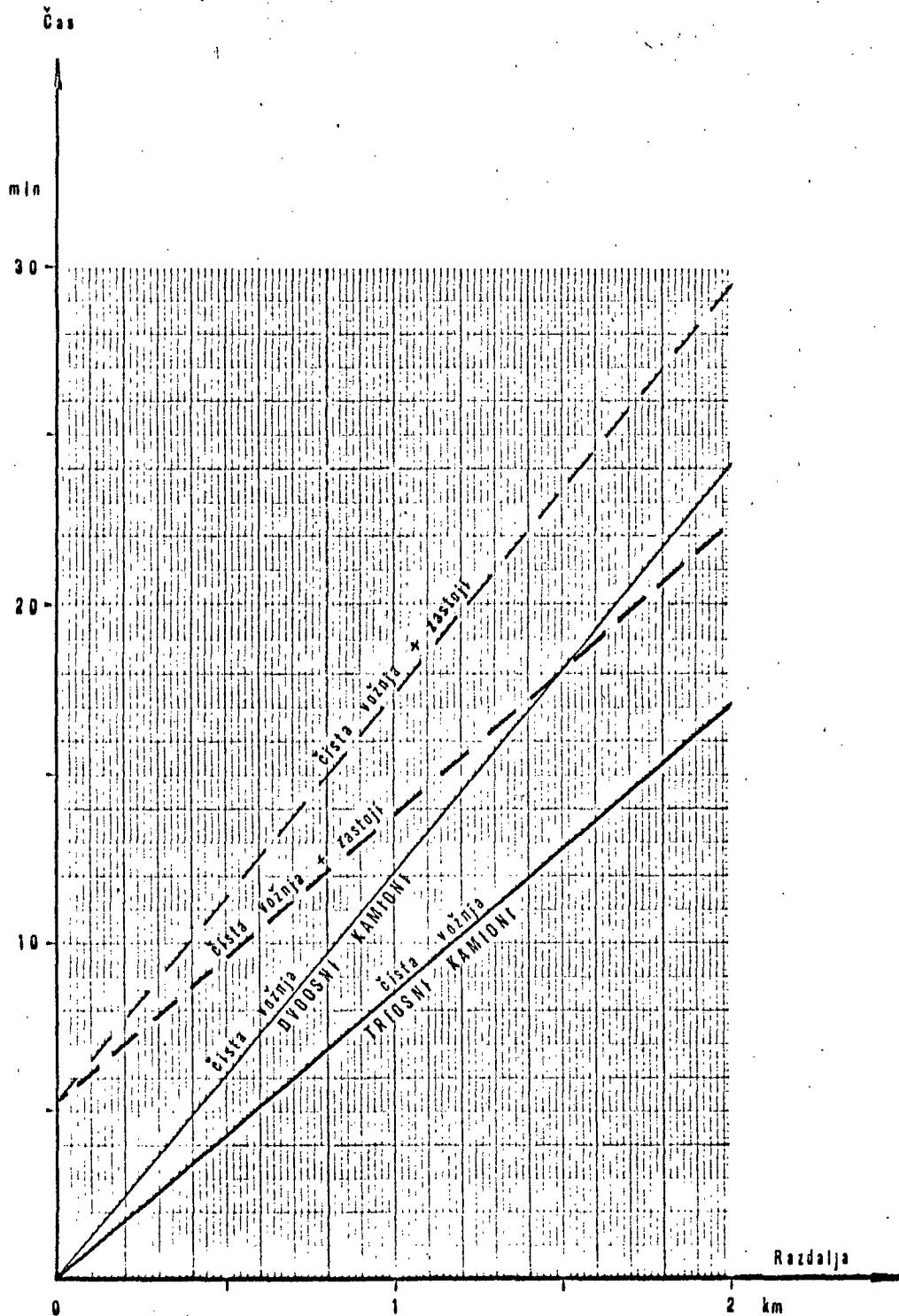
- čas čiste vožnje po gradbišču
- ostali časi, imenovani zastoji

Na podlagi tako analiziranih terenskih podatkov so hitrosti vožnje po gradbišču za obe vrsti kamionov prikazane že na prilogi št. 2. Razmeroma velik pa je čas zastojev in znaša pri dvoosnem kamionu 5,8 minut in pri triosnem kamionu, 5,3 minute. Vzrok za tako velike zastoje je iskati predvsem v neure-

# Zastoji med vožnjo zaradi medsebojnega srečavanja kamionov



## Poraba časa za manipulacijo na delovišču



jenih obračališčih in izogibališčih.

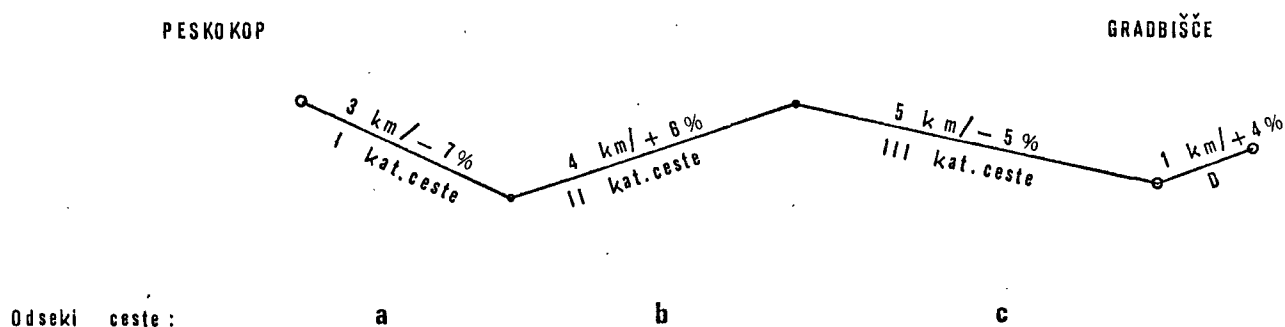
Za enostavnejše ugotavljanje skupnega časa za manipulacijo na gradbišču je sestavljena priloga št. 6. Sestavljena je na osnovi poprečnih hitrosti kamionov (5 km/h za dvoosni in 7 km/h za triosni kamion) pri vožnji po cesti v gradnji pri naklonu 4 %, kar je razvidno iz priloge št. 2 (krivulja z oznako D).

### 3.0 PRIMER PRAKTIČNE UPORABE REZULTATOV

Na novo zgrajeni odsek gozdne ceste je potrebno navoziti nasipni material iz peskokopa, ki je na določeni oddaljenosti od gradbišča. Zanima nas, katero vozilo (dvoosni ali triosni kamion) je glede na porabo časa za 1 m<sup>3</sup> prepeljanega materiala ustrežnejše.

#### 3.1 Predpostavke za izračun

##### 1. PODOLŽNI PROFIL TRASE PREVOZA



##### 2. NAKLADANJE V PESKOKOPU

Nakladalnik: CATERPILLAR 955 K

Vsebina polne žlice: 1,7 m<sup>3</sup>

Čas za nakladanje 1 m<sup>3</sup> : 0,4 minute



Dvoosni kamioni

Triosni kamioni

3. POPREČNO PREPELJANA KOLIČINA MATERIALA V ENEM CIKLUSU

5 m<sup>3</sup>

10 m<sup>3</sup>

4. ŠTEVILO UPORABLJENIH KAMIONOV

4

4

3.2. Potek izračuna

1. MANIPULACIJA V PESKOKOPU (Priloga št. 1)

2,0 minute

3,0 minute

2. VOŽNJA PO OBSTOJEČI CESTI

A) Hitrost vožnje (Priloga št.2)

na odseku ceste - a: 15 km/h

17 km/h

" " b: 11 km/h

12 km/h

" " c: 28 km/h

32 km/h

B) Čas čiste vožnje (Priloga št. 4)

na odseku ceste - a: 24,0 min.

21,0 min.

" " b: 44,0 min.

40,0 min.

" " c: 22,0 min.

19,0 min.

≅ = 86,0 min.

≅ = 80,0 min

C) Zastoji med vožnjo zaradi medsebojnega srečavanja (Priloga št. 5)

na odseku ceste - a: 1,2 min.

0,6 min.

" " b: 1,5 min.

1,5 min.

≅ = 2,7 min.

≅ = 2,1 min.

D) Zastoji med vožnjo (20 % od časa čiste vožnje)

20% ≅ B = 17,0 min.

20 % ≅ B = 16,0 min.

Skupni čas vožnje po obstoječi cesti ( A + B + C + D).

≅ = 105,7 min.

≅ = 98,1 min.

3. MANIPULACIJA NA GRADBIŠČU (Priloga št. 6)

29,8 min.

22,3 min.

#### 4. SKUPNI ČAS VOŽNJE V ENEM CIKLUSU (1 + 2 + 3)

<i>Dvoosni kamioni</i>	<i>Triosni kamioni</i>
v peskokopu: 2,0 min.	3,0 min.
vožnja: 105,7 min.	98,1 min.
<u>na gradbišču: 29,8 min.</u>	<u>22,3 min.</u>
≅ = 137,5 minut	≅ = 123,4 minut

#### 5. KOLIČINA PREPELJANEGA MATERIALA V ENEM DNEVU

S predpostavko, da traja delovni dan 10 ur, od tega je 9 ur učinkovitih, opravijo dvoosni kamioni skupno 14 ciklusov, triosni kamioni pa 16 ciklusov. Količina prepeljanega materiala z dvoosnimi kamioni torej znaša:

$$14 \text{ ciklusov} \times 5 \text{ m}^3 = 70 \text{ m}^3$$

in triosnimi kamioni:

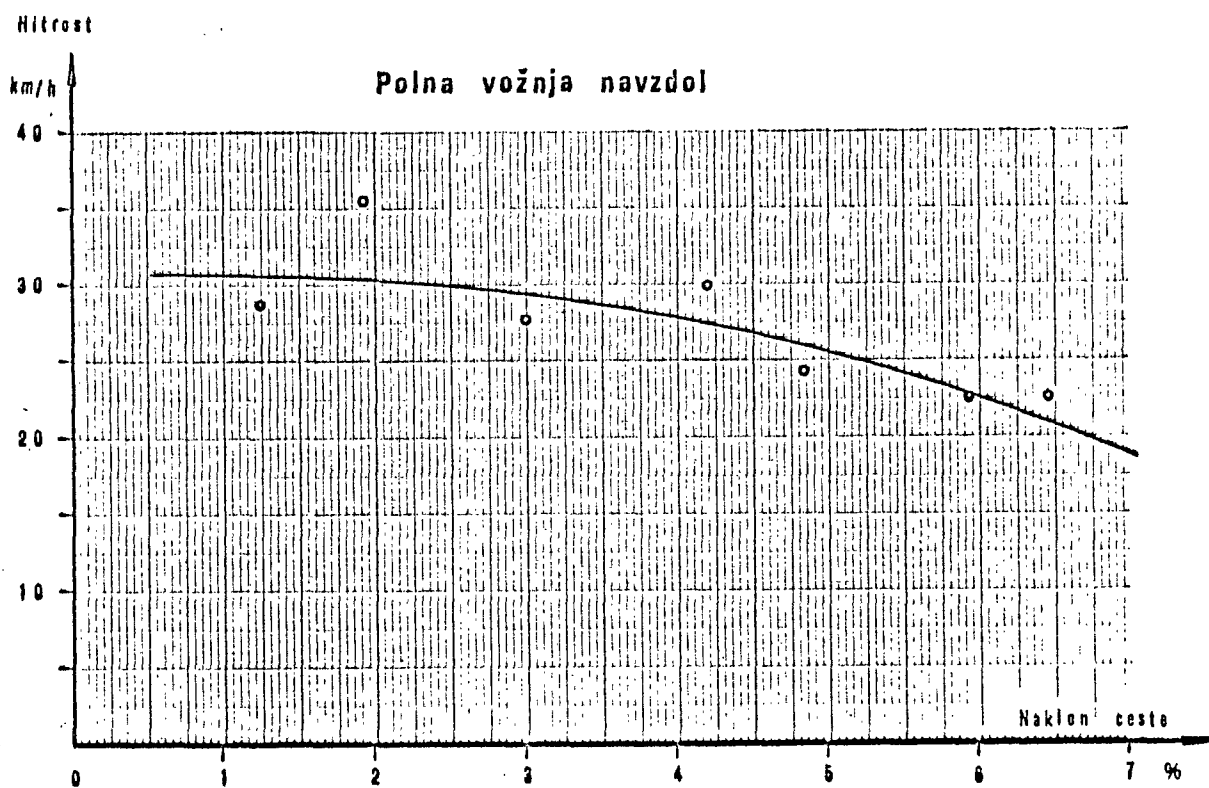
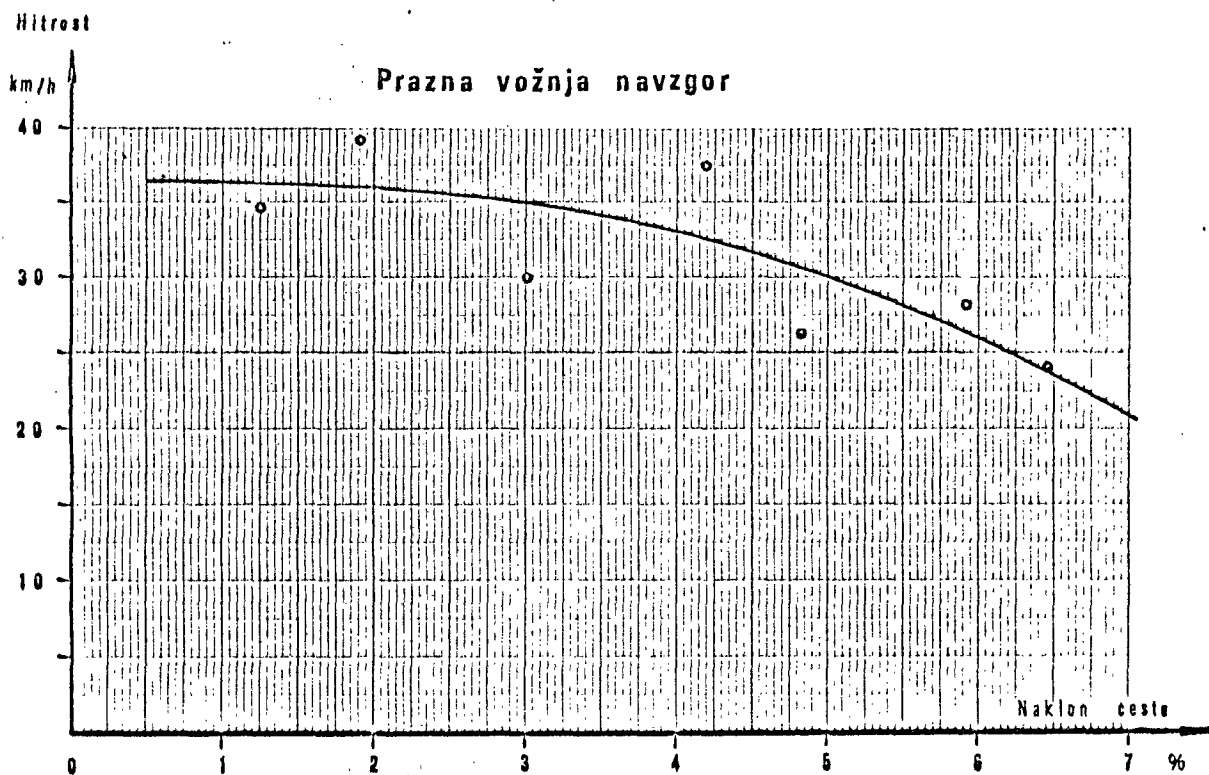
$$16 \text{ ciklusov} \times 10 \text{ m}^3 = 160 \text{ m}^3$$

Končni rezultat torej kaže, da so lahko stroški prevoza s triosnimi kamioni tudi do 2,3 x večji, pa se nam prevoz v primerjavi z dvoosnimi še vedno izplača.

#### 4.0 O P O M B E

Rezultati študije so zaradi svoje praktične uporabe prikazani predvsem v grafični obliki in veljajo torej za neke povprečne razmere. Sama opazovanja so namreč pokazala, da ima lahko nepravilna in nepopolna organizacija celotnega poteka dela silno velik vpliv na končni rezultat. Tu so mišljeni predvsem nepotrebni zastoji, do katerih lahko pride zaradi grupiranja kamionov v peskokopu in nepotrebne čakanja na nakladanje. Velik problem predstavljajo tudi neurejeni odseki cest in s tem v zvezi tudi neurejena izogibaljšča, kot tudi slaba organizacija uporabljene mehanizacije na samem gradbišču. Moramo se namreč zavedati, da edino ob dobri organizaciji dela lahko pričakujemo tudi dobre rezultate.

# Odvisnost hitrosti vožnje od naklona ceste pri prevozu s kamionom OM 150 s polprikolico



Nekatere probleme prevoza lesa po gozdnih cestah je obdelal že tov.Mulec Roman v svoji diplomski nalogi z naslovom: "Poraba goriva med prazno in polno vožnjo pri prevozu lesa s kamioni na različnih naklonih cest". Res je, da so bila njegova glavna opazovanja usmerjena predvsem na porabo goriva pri prevozu lesa, vendar tudi rezultati o hitrostih vožnje (priloga št. 7) kljub manjšemu številu opazovanj kažejo iste zakonitosti, kot so jih pokazala naša proučevanja.