

Oxf: 375.4 : 305/306 : 383.2 : (497.12)

*Izveček:*

*REBULA, E.:*

**SPRAVILO Z ZGIBNIKI LKT-81 V SLOVENIJI**

*Leta 1983 smo proučevali spravilo z zgibniki LKT-81 v Sloveniji.*

*V študiji so ugotovitve o značilnostih vlak, bremen, hitrostih gibanja, vplivu posameznih dejavnikov na potek dela in o pričakovanih učinkih spravila z LKT v določenih terenskih in sestojnih okoliščinah.*

*Abstract:*

*REBULA, E.:*

**SKIDDING BY TRACTORS LKT-81 IN SLOVENIA**

*In 1983, the skidding by tractors LKT-81 was investigated. As result, statements were gained concerning the characteristics of skidding roads, loads, motion velocities, the progressing of the work, and the expected effects of skidding by LKT in given field and stand conditions.*

*prof. dr. EDVARD REBULA*  
*Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo*  
*61000 Ljubljana, Večna pot 83, YU*

## 1. UVOD

Gozdna gospodarstva v Sloveniji so v letu 1983 v večjem obsegu začela uvajati v proizvodnjo češke zgibne traktorje LKT-81. K temu so jih prisilile razmere na tržišču. Zgibni traktorji iz zahodnih držav so postali zaradi poznanih zunanjetrgovinskih težav naše države praktično nedostopni. Zelo so se podražili. Njihov uvoz pa je še dodatno omejeval (praktično preprečeval) režim uvoza, vseh mogočih dovoljenj in soglasij. Tako so v Slovenijo uvozili istočasno 12 traktorjev LKT-81.

LKT-81 je stroj nove izvedbe. Do sedaj jih v Sloveniji nismo uporabljali. Tudi drugod v SFRJ ne ali zelo malo. Zato ni bilo nobenih izkušenj in podatkov o njihovi uporabnosti, učinkovitosti in primernosti v naših razmerah. Poznali smo rezultate proučevanj zgibnega traktorja LKT-80 (BOJANIN 81) in izkušnje hrvaških in bosanskih gozdarjev s temi traktorji. Podatki proučevanj in izkušnje sosednjih gozdarjev pa so bile lahko le napotilo, pripomoček pri oceni uporabnosti LKT-81 v naših okoliščinah. Izhajale so iz bistveno drugačnih okoliščin in pogojev dela. Poleg tega pa se po svojih značilnostih precej razlikujeta tudi sama stroja.

Da bi dobili željene podatke o uporabnosti traktorjev LKT v naših okoliščinah, smo na pobudo odbora za pridobivanje sortimentov pri Splošnem združenju gozdarstva in sodelovanjem njegovih članov, izvedli pričujočo raziskavo.

Cilji raziskave so bili:

- *Ugotoviti učinke strojev v različnih sestojnih in terenskih okoliščinah.* Zanimalo nas je zlasti, kateri dejavniki in v kakšni meri vplivajo na učinke stroja pri spravilu.
- *Ugotoviti razlike med učinki pri posameznih gospodarstvih.* Zanimala nas je velikost razlik in njihovi vzroki. Preverili naj bi tezo, da so razlike med gozdnimi gospodarstvi posledice objektivnih razlik v pogojih dela.
- *Preveriti ugotovitve o uporabnosti rastišč za kazalce pogojev dela in pričakovanih učinkov.* Z raziskavo učinkov na različnih rastiščih smo preverili dosedanje ugotovitve (REBULA 1983) o uporabnosti rastišča kot kazalca delovnih okoliščin v sestoji.

Delo zgibnikov smo snemali pri gozdnih gospodarstvih Bled, Celje, Kočevje, Maribor in Postojna. Snemali so delavci in strokovnjaki gozdnih gospodarstev. Računalniško obdelavo podatkov smo izvedli na VTOZD za gozdarstvo. Potrebne programe je sestavila Stanka Godler, ki je tudi obdelala podatke. Avtor je podatke izvednotil in napisal to poročilo.

## 2. METODIKA DELA

### 2.1 Zbiranje in priprava podatkov

Spravilo lesa na terenu smo snemali po metodiki, ki jo je uporabil KRIVEC (1979) pri svojem proučevanju spravila lesa s traktorji. Uporabili smo tudi isti snemalni list. Metodika je podrobno opisala v citirani študiji (KRIVEC 1979) in jo ne kaže ponavljati.

Snemali smo na različnih vlakah in v različnih sestojih. V vsakem sestoji naj bi posneli

okoli 30 ciklusov, da bi tako lahko izračunali posebno regresijo in korelacijo. Toliko podatkov naj bi zbrali tudi na enem tipu vlake.

Snemali smo spravilo lesa v 17 revirjih 5 gozdih gospodarstev. Snemali smo v 13 rastlinskih združbah. Skupno smo posneli 495 ciklusov. To je do sedaj največji vzorec, ki smo ga obdelali pri proučevanju spravila lesa.

Vsak snemalni list smo prekontrolirali. Izločili smo tiste, kjer ni bil posnet cel ciklus ali če je razlika med kontrolnim časom in vsoto vseh posnetih časov presegala 1%.

Iz snemalnih listov smo podatke prenesli v Zbirnik podatkov vlačjenja in Zbirnik podatkov zbiranja in rampanja. V zbirnikih smo podatke snemanja dopolnili in pripravili za prenos na medije računalniške obdelave. Oblika in vsebina obeh zbirnikov je razvidna na strani 174 in 175.

Nekatere podatke smo v zbirnike kar prepisali (vse čase in tovore). Druge pa smo preoblikovali. V nadaljevanju podajamo le tista navodila za vpis podatkov v zbirnike, ki se nanašajo na take preoblikovane ali dopolnjene podatke.

Ker obdelujemo ločeno vlačjenje (prazno in polno vožnjo, variabilni čas) od zbiranja in rampanja (fiksni časi) smo izdelali dva zbirnika. Tako lahko tudi vse potrebne podatke odluknjamo v isto kartico.

#### *Zbirnik podatkov zbiranja in rampanja*

- *Povprečna razdalja*: pomeni povprečno razdaljo razvlačevanja vrvi oziroma privlačevanja posameznih navez (tovorov) vseh posameznih privlačevanj z vrvmi, ki oblikujejo celotno breme tega ciklusa vlačjenja. Izračunamo jo tako, da izračunamo povprečje vseh razdalj zbiranja za breme v snemalnem listu. V zbirnik jo vpišemo v celih metrih.
- *Povprečen nagib*: izračunamo ga kot povprečje (aritmetična sredina) vseh posameznih privlačevanj svežnjev v bremenu.

Da bi lahko zvezno obdelali vse nagibe (pozitivne in negativne) zbiranja, preračunamo povprečni nagib v „zenitno razdaljo“ s tem, da je naš „zenit“ + 100%. Preračunamo tako, da od 100% odštejemo povprečni nagib. Na primer:  $100 - (+ 15) = 85$  če je pozitiven nagib – vzpon, ali  $100 - (- 15) = 115$ , če je negativen nagib – privlačevanje navzdol. V snemalni list vpišemo „zenitno“ razdaljo v celih %.

#### *Zbirnik podatkov vlačjenja*

Sem vpisujemo podatke, ki se nanašajo ali vplivajo na polno in prazno vožnjo traktorja in pa zastoje med dvema ciklusoma.

- *Razdalja*: Prepišemo razdaljo (v m) iz snemalnega lista.
- *Naklon*: Vpišemo naklon vlake v %. Pri določanju naklona se ravnamo po naklonu v smeri vlačjenja bremena. Padec v tej smeri označujemo z –, vzpon pa s +.

Naklon je povprečni nagib vlake od začetka do konca vlačjenja. Izračunamo ga iz višinske razlike in dolžine vlake. Višinsko razliko in dolžino vlake določimo iz vzdolžnega profila vlake.

- *Koeficient naklona*: Koeficient naklona je razmerje med vsoto vzponov in padcev vlake ter dolžino vlake.

$$E = \frac{\sum \text{vzponov} + \text{padcev}}{\text{dolžina vlake}} \cdot 100$$

$$E = \frac{\sum \text{višinskih razlik}}{\text{dolžina vlake}} \cdot 100$$

(glej KRIVEC, A.: Proučevanje traktorskega spravila – Lj. 1979 str. 154–155). Gre za to, da namesto povprečnega naklona dobimo boljši kazalec razmer na vlakah, ki imajo proti-vzpone. Take vlake so skoraj pravilo na krasu. S „koeficientom naklona“ zajemamo skupen vpliv strmine bodisi padcev ali protivzponov.

Koeficient naklona izračunamo iz ustreznih podatkov, ki jih odčitamo iz podolžnega profila.

## 2.2. Računalniška obdelava podatkov

Ločeno smo obdelovali fiksne čase – zbiranje in rampanje – in ločeno prazno in polno vožnjo – vlačenje traktorja.

Zbiranje so postopki, s katerimi zberemo les od panja – mesta podiranja in izdelave – do vlake. Sem smo združili delovne elemente:

- razvlačevanje prazne vrvi,
- vezanje bremena,
- privlačevanje bremena do traktorja.

Z rampanjem smo označili opravila na cesti. Sem spada:

- odvezovanje tovora,
- poravnavanje tovora ob cesti.

Vlačenje obsega prazno vožnjo traktorja od ceste do mesta zbiranja in polno vožnjo traktorja z bremenom do ceste.

### 2.2.1. Zbiranje in rampanje

Podatke snemanja za isto ali podobno rastišče smo združili v enotne populacije.

Tako smo ločeno obdelali podatke za rastišča oziroma rastlinske združbe:

- Abieti-Fagetum homogynetosum
- Abieti–Fagetum lycopodietosum in omphalodetosum
- Abieti-Fagetum praealpinum
- Dryopterido-Abietetum
- Abieti-Fagetum scopolietosum
- Neckero-Abietetum
- Dryopterido-Abietetum
- Luzulo-Abietetum
- Luzulo-Fagetum
- Adenostylo-Fagetum



# ZBIRNIK PODATKOV VLAČENJA

GG \_\_\_\_\_ Vlaka \_\_\_\_\_ Datum snemanja \_\_\_\_\_  
 Revir \_\_\_\_\_ Traktor \_\_\_\_\_ Snemalec \_\_\_\_\_  
 Odd., ods. \_\_\_\_\_ Vitef \_\_\_\_\_

Zaporedna številka	V L A K A				T O V O R			V O Ž N J A T R A K T O R J A		N E P R O D U K T I V N I Č A S V L A Č E N J A			
	Razdalja	Naklon	Koeficient naklona	Delež protivzponov	Kosov	m <sup>3</sup>	Ton	Prazna	Polna	Okvare, popravila	Objektivni zastoji	Subjektivni zastoji	Odmor, fiz. potrebe, oddih
	(m)	(%)	(%)	(%)				(min)	(min)				
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Za vsako rastišče smo izračunali regresijske in korelacijske odvisnosti:

1. Časov zbiranja ( $Y_6$ ) v odvisnosti od razdalje ( $X_1$ ), povprečnega nagiba zbiranja ( $X_2$ ), števila kosov v bremenu ( $T_1$ ), velikosti bremena v  $m^3$  ( $T_2$ ), mase bremen v tonah ( $T_3$ ), velikosti povprečnega kosa ( $T_2/T_1$ ).

Vse te odvisnosti smo izračunali za breme kot celoto in za čase za 1  $m^3$  sortimentov oziroma 1 tono mase bremena.

2. Časov rampanja ( $Y_7$ ) v odvisnosti od:

- števila kosov v bremenu ( $T_1$ )
- velikosti bremena v  $m^3$  ( $T_2$ )
- mase bremena ( $T_3$ )
- velikosti povprečnega kosa ( $T_2/T_1$ )

S primerjanjem regresijskih enačb in narisanih krivulj smo sklepali o podobnosti oz. različnosti časov za posamezno opravilo v danih delovnih pogojih.

### 2.2.2 Vlačenje po vlaki

Pri vlačanju smo iskali odvisnosti časov prazne ( $Y_1$ ), polne ( $Y_2$ ) in prazne in polne vožnje skupaj ( $Y_3$ ) od:

- razdalje vlačanja ( $X_1$ )
- naklona vlačanja ( $X_2$ )
- koeficienta nakona ( $X_3$ )
- velikosti bremena: števila kosov v bremenu ( $T_1$ ), bremena v  $m^3$  ( $T_2$ ) in mase bremena ( $T_3$ ).

Odvisnosti smo najprej računali za vsako vlako posebej. S primerjavo regresij in poznavanja (opisa) vlake smo sklepali o podobnosti oziroma različnosti pogojev dela. Na osnovi tega smo vlake združevali v naslednje kategorije:

- 1.) Apnenec: 1.1 spravilo navzdol  
1.2 spravilo ravno  
1.3 spravilo navzgor  
1.4 spravilo zelo navzdol
- 2.) Neapnenec: 2.1 spravilo navzdol  
2.2 spravilo ravno  
2.3 spravilo navzgor

Za vsako kategorijo smo izračunali vse odvisnosti, dosežene hitrosti in velikosti bremena.

O združevanju vlak, vzrokih (temeljnih, osnovah) zanj in načinih bomo podrobneje poročali ob podaji rezultatov raziskave. Prav tako bomo tam opisali tudi del metodike snemanja in obdelave podatkov. To je zato, da se izognemo ponavljanju in zagotovimo lažje spremljanje izvajanja.



### 3. SESTAVA DELOVNEGA ČASA IN ORGANIZACIJA DELA

Pri proučevanju dela smo snemali cele delavnike. Tako je v snemanem času zajet tudi odmor za malico (glavni odmor) in pripravljalo zaključni čas.

Sestavo časa smo analizirali s stališča delavca po naslednjih elementih:

- produktivni čas
- neproduktivni čas.

Neproduktivni čas smo razčlenili na:

- Okvare in popravila ( $D_1$ ): čas, porabljen za odstranitev okvar na stroju, priključkih ali opremi.
- Objektivni zastoji ( $D_2$ ): čas ko traktorist oziroma pomočnik ni delal na produktivnih opravilih zaradi zunanjih vzrokov. Tu gre prvenstveno za zastoje, ki nastajajo ob zatikanju lesa ob ovire.
- Subjektivne zastoje ( $D_3$ ): sem smo šteli čase ko delavec ni delal, in ta čas ni bilo mogoče opredeliti kot odmor ali fiziološko potrebo.
- Odmori, oddihi, fiziološke potrebe ( $D_4$ ). Sem smo šteli vse čase, ko jih delavec porabi zase oziroma za svojo rekreacijo.

Na vseh traktorjih sta bila zaposlena dva delavca:

- traktorist: delavec, ki je vozil traktor, odvezoval les na rampi in sodeloval pri zbiranju sortimentov. Tu je poleg upravljanja stroja tudi razvlačeval vlečno vrv in zavezoval sortimente.
- pomočnik: Pomočnik je praviloma ostajal ob vlačanju na sečišču. Tu je, v času ko je traktorist vlekel tovor na rampo, pripravljala naslednji tovor. Nataknil je vrvne zanke, določil smeri vlačanja in po potrebi očistil smeri oziroma usmeril sortiment. Po prihodu traktorista s traktorjem je razvlačeval vrv in zapenjal sortimente.

Izjemoma je na enem sečišču (GG Bled) delal sam traktorist.

Čestokrat sta oba delavca kvalificirana traktorista in se pri delu izmenjujeta. Prav tako običajno oba delavca delata pri pripravljalo-zaključnih delih oziroma odpravljanju vseh zastojev.

Snemali smo le delo traktorista. Delo pomočnika nismo snemali posebej, ker bi bil za to potreben poseben snemalec. Zato se vsi podatki o časih nanašajo le na traktorista oziroma stroj. Ocenjujemo, da je delež produktivnega časa pri pomočniku znatno nižji od traktoristovega. Zato je izključeno, da bi pri njem lahko prišlo do preobremenitev.

S premislekom lahko tudi ugotovimo, da je traktorist najbolj obremenjen, če je cel dan na stroju. Če pa se izmenjujeta, je manj obremenjen, tako s fizičnim naporom, še bolj pa z vplivi ropota in vibracij. Zato lahko zaključimo, da je sestava delovnega časa za delavca običajno ugodnejša od te, ki jo bomo prikazali. Prikazana sestava delovnega časa je tako v bistvu ekstrem in velja le za traktorista, če je cel delavnik na stroju.

Sestavo delovnega časa smo analizirali za vsako delovišče ločeno. Razlike so bile precejšnje. Za vse razlike nismo mogli dobiti logične razlage. Del razlik izhaja iz različnih delov-

nih navad delavcev, slučajnih vplivov stroja in okolja, ter interpretiranja vzrokov zanje pri snemalcih. Zato smo jih šteli kot slučajne.

Drugi del razlik pa izhaja iz pogojev dela. Ti vplivajo na objektivne zastoje in povzročajo, da so ti daljši ali krajši. Te razlike smo šteli kot odraz delovnih okoliščin. Zato smo združili snemanja za analizo sestave delovnega časa v kategorije, kot je to prikazano v *razpredelnici 1 in 2*.

Razpredelnica 1: SESTAVA DELOVNEGA ČASA PRI VLAČENJU

KATEGORIJA	Produktivni čas – polna in prazna vožnja Y <sub>3</sub> %	Neproduktivni čas				
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	Skupaj
		%	%	%	%	
Apnenc – dol	76,17	4,73	10,61	1,75	6,74	23,83
Apnenc – ravno	89,87	5,61	4,29	–	0,23	10,13
Apnenc – gor	75,39	9,29	8,19	0,15	6,98	24,61
Skupaj apnenc	76,66	6,38	9,42	1,10	6,46	23,34
Neapnenc	73,83	3,70	7,81	0,96	13,70	26,17
VSE SKUPAJ	75,06	6,93	9,13	0,99	7,89	24,94

Iz razpredelnice 1 lahko zaključimo:

1. Traktorist dela pri vlačanju lesa produktivno 75% delovnega časa. 7% časa porabi za popravila stroja in opreme in 9% za odpravljanje vseh zastojev (odklanjanje ovir) pri vlačanju. Skupaj je torej prekinitev dela vsled stroja in zunanjih okoliščin okoli 16%. Zaradi delavca pa delo ne teče 8,40% časa.
2. Razlike v času prekinitev dela zaradi stroja med posameznimi delovnimi okoliščinami so znatne. Na apnencu je teh prekinitev 15,78% delovnega časa, na neapnencu pa le 11,51%. Razlika 4,27% predstavlja kar 1/3 tovrstnih zastojev.  
Tudi znotraj vlak na apnencu so razlike pri teh prekinitvah velike. Tako je pri vlačanju navzgor takih prekinitev 17,48% delovnega časa, pri vlačanju navzdol pa le 15,34%. Najmanj jih je pri vlačanju v kategoriji ravno, kjer jih je le 9,90%. (Zadnji podatek je jemati previdno, ker je vzorec razmeroma majhen.)
3. Razlike pri subjektivnih zastojih in odmorih izhajajo iz različnih navad in organizacij dela v zvezi s prehrano na delovišču ter beleženja časa glavnega odmora. Tega so nekateri snemalci beležili k rampanju (na apnencu), drugi pa k vlačanju (neapnenc). Zato so tu tako velike razlike, ki pa so popolnoma subjektivne.
4. Razlike v trajanju prekinitev dela zaradi okvar in objektivnih zastojev so tako velike in logične, da jih kaže upoštevati pri računanju dodatnih časov.

Sestava časa pri zbiranju in rampanju je podana v razpredelnici 2. Tudi tu smo podatke zbrali v večje kategorije.

V kategorijo „APNENEC-LEPO“ smo uvrstili rastlinske združbe A. F. omphalodetosum in A. F. lycopodietosum.

Kategorija „APNENEC-SREDNJE“ obsega združbo A. F. scopolietosum.

V kategoriji „APNENEC-GRDO“ so združbe s kamenitim, strmim in zelo težkim prehodnim površjem. To so A. F. homogynetosum, Neckero-Abietetum, Adenostylo-Fagetum in Luzulo-Fagetum.

V kategorijo „NEAPNENEC“ smo uvrstili združbe s Pohorja (Luzulo-Abietetum in Dryopterido-Abietetum).

## Razpredelnica 2: SESTAVA DELOVNEGA ČASA PRI ZBIRANJU IN RAMPANJU

KATEGORIJA	Produktivni del. čas (Y <sub>g</sub> )	Neproduktivni delovni čas				
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	Skupaj
	%	%	%	%		
Apnec – lepo	67,78	3,93	12,35	1,64	14,30	32,22
Apnec – srednje	67,23	1,65	14,56	–	16,56	32,77
Apnec – grdo	63,50	8,00	14,83	0,40	13,27	36,50
Skupaj apnec	67,72	5,52	13,68	0,44	12,63	32,28
Neapnec	69,81	1,71	20,51	2,03	5,94	30,19
VSE SKUPAJ	68,23	4,60	15,32	0,83	11,02	31,77

Opomba: Apnec skupaj ni povprečje gornjih treh kategorij.

Iz razpredelnice 2 lahko zaključimo:

1. Delovni čas pri zbiranju in rampanju tvori okoli 2/3 ali 68% produktivnega in 32% neproduktivnega delovnega časa. Sestava je bistveno različna in odvisna od delovnih okoliščin.
2. Delež prekinitev zaradi stroja in objektivnih vzrokov (D<sub>1</sub> in D<sub>2</sub>) hitro narašča s poslabševanjem delovnih pogojev. Teh prekinitev je na apnencu, po podatkih v razpredelnici, manj kot na neapnencu. Podatek za neapnec je nekoliko izkrivljen. Povzročila ga je zelo različna sestava sortimentov, kar se izraža v povprečnem kosu (na apnencu je 0,46 m<sup>3</sup>, na neapnencu pa 0,30 m<sup>3</sup>). Zato je v tovoru toliko več kosov vsled tega tudi veliko več zastojev pri zbiranju. V debelejšem lesu je teh zastojev na neapnencu komaj 17,23%.
3. Delež zastojev zaradi delavca je precej različen. Vzroki za razlike so subjektivni in smo jih navedli že pri vlačanju.
4. Tudi tu so razlike v deležu prekinitev postopka zaradi stroja in objektivnih zastojev velike in logične. Zato jih kaže upoštevati pri računanju dodatnih časov.
5. V primerjavi s sestavo delovnega časa pri vlačanju je pri zbiranju in rampanju sortimentov precej večji delež neproduktivnega časa.

Zastoji zaradi stroja in objektivnih vzrokov so večji skoraj za 1/3 (14,67% pri vlačanju in 19,92% pri zbiranju). Razlika izhaja zlasti iz objektivnih zastojev. Teh je veliko več pri zbiranju kot vlačanju, kar je normalno in logično.

Razlika pri zastojih zaradi delavca izhaja iz glavnega odmora, ki je največkrat beležen pri rampanju. Drugi del razlike je verjetno subjektivne narave. Zato kaže upoštevati dodatni čas delavca le v povprečju zbiranja in vlačanja.

V razpredelnici 3 so podani skupni časi zbiranja in vlačanja in njihova skupna sestava.

### Razpredelnica 3: POSNETI ČAS ZBIRANJA IN VLAČENJA TER NJIHOVA SESTAVA

OPRAVILO	Enota mere	Produktivni čas	Neproduktivni čas		Skupaj
			zaradi stroja in bremena	zaradi delavca	
Zbiranje in rampanje	min %	9487 68,2	2771 19,9	1647 11,9	13.905 100
Vlačenje	min %	8483 75,0	1815 16,1	1004 8,9	11.302 100
SKUPAJ SPRAVILO	min %	17970 71,3	4586 18,2	2651 10,5	25.207 200

V razpredelnici 3 vidimo, da so snemanja trajala skupno 25.207 minut ali 420 ur oziroma skoraj 53 delovnih dni. To je zelo velik vzorec. Vsebuje 495 ciklusov.

Nadalje vidimo, da v naših pogojih že preko polovice (55%) delovnega časa porabimo za zbiranje in rampanje. Za samo vlačenje pa porabimo le 45% časa. Tako razmerje je celo pri organizaciji I+1, ko je pri stroju poleg traktorista še pomočnik in na povprečni razdalji vlačjenja komaj 442m.

Podatek je nekoliko zaskrbljujoč. Zaskrbljeni smo lahko zato, ker uporabljamo zelo velik in drag stroj več kot polovico časa za opravila (zbiranje), za kar sploh ni namenjen in bi jih lahko opravili z drugimi (cenejšimi) stroji.

Podrobnejša sestava delovnega časa in iz nje izračunana slika delavnika je prikazana v razpredelnici 4.

### Razpredelnica 4: SESTAVA DELOVNEGA ČASA IN SLIKA DELAVNIKA PRI SPRAVILU Z LKT-81

OPRAVILO	POSNETI DELOVNI ČAS		SLIKA DELOVNIKA	
	Trajanje min	Sestava %	min	%
Prazna vožnja	3962	15,72	75	21,9
Razvlačevanje vrvi	1945	7,72	37	10,8
Vežanje tovora	2263	8,98	43	12,6
Privlačevanje	1618	6,42	31	9,1
Polna vožnja	4521	17,93	86	25,2
Odvezovanje	2479	9,83	47	13,7
Rampanje	1182	4,69	23	6,7
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS	17970	71,29	342	100
Neproduktivni čas zaradi stroja in tovora	4586	18,19	87	25,5
Neproduktivni čas zaradi delavca	2651	10,52	51	14,9
SKUPAJ NEPRODUKTIVNI ČAS	7237	28,71	138	40,4
VSE SKUPAJ	25,207	100	480	140,4

Vidimo, da delavec dela produktivno 342 minut, 87 minut odpravlja zastoje zaradi okvar stroja ali zatikanje sortimenov, 51 minut pa porabi zase. Delež zastojev zaradi delavca je razmeroma majhen. Če pa upoštevamo organizacijsko obliko in skrajševanje delavnika, pa tudi tak delež zadostuje.

V sliki delavnika ni vštet pripravljalo zaključni čas, ki ga lahko ocenimo na okoli 20 minut dnevno.

Iz razpredelnice 4 lahko povzamemo, da v produktivnem času delavec:

47,1% časa vozi traktor (polna in prazna vožnja),  
32,3% zbira sortimente od panja k traktorju (razvlačevanje vrvi, vezanje, privlačevanje) in  
20,4% časa porabi za delo na cesti (odvezovanje in rampanje sortimentov).

Ponovno lahko ugotovimo, da je delež fiksnih časov zelo velik. Zelo velik je zlasti delež časov za dela na cesti.

Zastojev zaradi delavca je dobrih 10%. Zaradi njih je potrebno dodati produktivnemu času skoraj 15%. Upoštevaje še zastoje zaradi stroja in tovora je treba produktivnemu času v povprečju dodati:

- za vlačenje 37,9% časa,
- za zbiranje in rampanje 44,1% časa.

Gornji deleži veljajo v povprečju. Iz razpredelnice 1 in 2 pa je razvidno, da se deleži zastojev pri delih v različnih okoliščinah zelo razlikujejo, zato jih kaže tudi upoštevati.

#### 4. VLAKE

Delo smo snemali na velikem številu vlak. Na posamezni vlaki smo posneli najmanj 4 vožnje. Da smo dobili primerno velike populacije za regresijsko in korelacijsko analizo zakonitosti in zvez pri vlačanju po vlaki, smo podatke iz posameznih vlak združili v večje populacije. Kriterij za združevanje je bila podobnost pogojev dela pri vlačanju. O podobnosti smo sklepali iz:

- delovišča
- geološke podlage
- naklona
- koeficienta naklona.

Na posameznem delovišču smo snemali delo le enega traktorja. Tu je bila enotna geološka podlaga, zato smo vlake v okviru enega delovišča združevali le po naklonu oziroma koeficientu naklona. Tako smo oblikovali 12 skupin vlak in za vsako izračunali vse potrebne parametre. S primerjavo izračunanih parametrov smo ugotovili, da so si pri istih kategorijah vlak zelo podobni. Zato smo skupine še naprej združevali, tako da smo na koncu dobili le 7 skupin. Najpomembnejši kazalci posameznih skupin vlak so podani v razpredelnici 5.

Podatki v razpredelnici pomenijo:

Minimalni naklon ali dolžina je podatek o ugotovljenem ciklusu z najmanjšim naklonom v smeri vlačanja oziroma najkrajšo dolžino vlačanja v dani kategoriji vlak.

## Razpredelnica 5: ZNAČILNOSTI POSAMEZNIH VLAK

KATEGORIJE VLAKE		Naklon vlake			Povprečni koeficient naklona %	Dolžina vlake		
		Minimalni %	Maksimalni %	Povprečje %		Minimalna m	Maksimalna m	Povprečje m
APNENEC	Navzdol (D)	-5	-17	-11	-12	94	1146	559
	Ravno (R)	-9	+7	0	13	172	543	335
	Navzgor (G)	1	26	+4	15	39	750	304
	Zelo navzdol (ZD)	-1	-34	-24	-24	86	480	283
NEAPNENEC	Navzdol (D)	-14	-26	-18	-18	230	1400	682
	Ravno (R)	-1	+3	0	9	365	520	442
	Navzgor (G)	+5	+13	+11	12	120	293	149

Maksimalni naklon je največji izmerjeni naklon vlake pri posameznem ciklusu v določeni kategoriji vlak. Isto velja tudi za dolžino.

Povprečni naklon, koeficient naklona in povprečna dolžina vlake so aritmetične sredine vseh vlačenj (ciklusov) v določeni kategoriji vlak.

Vlake smo združili najprej v dve skupini:

- Apnenc: to so vse vlake iz gozdnih gospodarstev Bled, Kočevje in Postojna.
- Neapnenc: to so vlake, ki niso na apnencu. Sem smo uvrstili vse vlake s Pohorja (GG Maribor) in fliša (Sežana).

Nadalje smo vlake v okviru vsake grupe razvrstili v naslednje kategorije:

1. Spravilo navzdol (D): Vlake z izrazitim naklonom v smeri vlačjenja in brez večjih protivzponov. Povprečni nagib teh vlak je na apnencu – 11%, na neapnencu pa – 18%. Ker ni bilo večjih protivzponov, je povprečni koeficient naklona zelo podoben povprečnemu naklonu. Skrajnosti naklonov teh vlak so – 5% in – 26%.
2. Spravilo ravno (R): Gre za vlake konkavnega ali konveksnega profila. Njihov povprečni naklon je blizu 0% in se zelo razlikuje od povprečnega koeficienta naklona, ki je na apnencu 13%, na neapnencu pa 9%. Skrajnosti naklona posameznih vlačenj so na apnencu – 9% in + 7%, na neapnencu pa – 1% in + 3%.  
Za te vlake je značilno, da imajo daljše protivzpone.
3. Spravilo navzgor (G): Vlake imajo izrazit in več (na neapnencu) ali manj (na apnencu) enakomeren vzpon v smeri vlačjenja. Povprečni naklon vlak je + 4% na apnencu oziroma + 11% na neapnencu in je zelo podoben povprečnemu koeficientu naklona.
4. Na apnencu smo izločili tudi kategorijo spravila zelo navzdol. Gre za vlake z zelo velikimi nakloni v smeri vlačjenja (do 34%). Na teh vlakih se prazen traktor vzpenja težko in počasi. Zaradi velike strmine in nevarnosti je tudi vožnja navzdol počasna. Zato so hitrosti na teh vlakih sorazmerno majhne.

Verjetno veljajo iste zakonitosti tudi za take vlake na neapnencu. Tu jih nismo proučevali.

Iz razpredelnice 5 je razvidno, da se dolžina vlak krajša z vzponom v smeri vlačjenja. Pri spravi navzdol smo izmerili dolžine celo do 1400 m. Pri spravi navzgor pa le okoli polovico tega. Pojav je logičen, in izhaja iz razporeditve cest in možnosti izbire sprava na gornjo ali spodnjo cesto. Izjema so doline na krasu, če ni ceste v dolini. Zato so tu dolžine pri spravi navzgor daljše.

Ob proučevanju oziroma snemanju sprava so bile vlake v glavnem suhe.

## 5. VELIKOST IN SESTAVA BREMENA

Količino sortimentov, ki so jo naenkrat privlekli s traktorjem, smo imenovali breme. Podajali smo jo v m<sup>3</sup> in tonah. Menimo, da je podajanje v enotah mase (tonah) primernejše od prostorninskih enot. Enote mase upoštevajo razlike v gostotah (volumenskih težah) lesa, ki so zlasti velike med iglavci ( $G = 0,95 \text{ t/m}^3$  – iglavci v lubju) in listavci ( $G = 1,1 \text{ t/m}^3$ ).

V času snemanja sprava so skupno spravili 495 tovorov, kar je bilo 2320,66 m<sup>3</sup> oziroma 2317,16 ton, s 5605 kosi.

Breme zelo variira. To nam kažejo naslednji podatki o značilnostih bremena:

### Razpredelnica 6: ZNAČILNOSTI BREMENA

Značilnost	Skrajnosti		Povprečje
	minimum	maksimum	
Število kosov kom.	1	27	11,32
Volumen m <sup>3</sup>	1,27	11,46	4,69
Masa ton	1,21	10,99	4,68

Zanimalo nas je, kaj vpliva na velikost bremena. Korelacijska in druge analize so nam omogočile naslednje ugotovitve:

Na velikost bremena najbolj vpliva naklon vlake. Poleg naklona vlake značilno vplivajo na velikost bremena še:

- število kosov v bremenu oziroma velikost povprečnega kosa,
- razdalja vlačjenja.

Velikost bremena je premosorazmerna z naklonom vlake v smeri vlačjenja. Breme raste z naklonom v smeri vlačjenja in pada s protivzponi. Velikost bremena omejuje vlečna sila traktorja. Zato traktorist prilagaja breme vlečni sili traktorja in okoliščinam (protivzponom) na vlaki. To nam najboljše kažejo podatki v razpredelnici 7.

## Razpredelnica 7: VELIKOST BREMENA NA VLAKAH RAZLIČNIH NAKLONOV

KATEGORIJA VLAKE	Enota mere	APNENEC			NEAPNENEC		
		Skrajnosti		Povprečje	Skrajnosti		Povprečje
		min	maks.		min	maks.	
Spravilo navzdol	m <sup>3</sup> ton	1,89 1,98	11,46 10,99	5,20 5,38	3,08 2,91	8,37 7,50	5,62 5,22
Spravilo ravno	m <sup>3</sup> ton	1,99 2,12	6,24 5,93	4,18 4,07	2,56 2,43	5,63 5,35	3,92 3,72
Spravilo gor	m <sup>3</sup> ton	1,27 1,21	6,78 6,30	4,27 4,17	2,62 2,49	5,71 5,42	4,06 3,87

V kategoriji zelo navzdol na apnencu je povprečni tovor 7,08 m<sup>3</sup> oziroma 7,38 tone.

Iz razpredelnice 7 lahko povzamemo:

1. Velikost bremena variira na apnencu bolj kot na neapnencu.
2. V enakih kategorijah vlak so na apnencu bremena nekoliko manjša kot na neapnencu. V razpredelnici so sicer drugačni podatki. Upoštevati pa moramo, da so bili sortimenti na neapnencu drobnejši in je zaradi tega breme manjše.
3. Velikost bremena je največja pri vlačanju navzdol. Breme v tej kategoriji vlak se zelo razlikuje od bremen v ostalih dveh kategorijah. Pri vlačanju na vlakah kategorije ravno je breme praktično enako bremenu v kategoriji vlak navzgor.
4. Pomembna je ugotovitev, da so bremena v kategoriji ravno in navzgor enaka. Iz tega in poznavanja profila vlak v kategoriji ravno lahko sklepamo, da velikost bremena odreja le velikost vzpona, manj pa njegova dolžina.

Breme je enako veliko na vlakah, ki imajo enak vzpon na celi dolžini in na vlakah, kjer je vzpon le na delu dolžine vlake. Traktorist prilagodi velikost bremena kritičnemu delu vlake. Za traktor zapne toliko sortimentov kot jih lahko privleče čez kritični (najbolj strmi) del vlake. Tako ohranja hitrost traktorja več ali manj isto.

Ta ugotovitev je pomembna zato, ker nam kaže (kot bomo videli še pozneje), da so učinki na vlakah z daljšimi protivzponi enaki kot na vlakah, kjer vlačimo les navzgor.

Velikost bremena je premosorazmerna z velikostjo povprečnega kosa v bremenu. Korelacija je razmeroma ohlapna ( $R = 0,464$  oziroma  $I = -0,535$  z reciprokom), vendar zelo značilna.

Pojav je logičen. Povzročata ga dva vzroka. Prvi je omejeno število zank in s tem omejena možnost števila zapetih kosov. Drugi vzrok pa izhaja iz načina gospodarjenja pri nas, ko ni golih sečenj. Tako pogojuje drobno drevje (manjši povprečni kosi) manjšo koncentracijo napadlih sortimentov na enoti površine. To pa povzroča, da mora traktorist zbrati breme z večje površine, če hoče zapeti enako veliko breme. To lahko naredi le, če zbira sortimente na daljši razdalji ali če zbira sortimente z več „stojišč“ traktorja. Oboje je zamudno in naporno in ima svojo mejo smotrnosti.

Gornje trditve nam potrjuje tudi raziskava zveze velikosti bremena in števila kosov v bre-



menu. Ta kaže, da velikost bremena (v  $m^3$ ) z rastjo števila kosov v bremenu sprva hitro narašča. Z vsakim kosom naraste za približno  $0,20 m^3$ . Narašča, dokler število kosov v tovoru ne doseže število 12. Kaže, da je v naših razmerah optimalno število kosov v mejah 10–15. V teh majeh (upoštevaje naklon vlake) je velikost bremena skoraj enaka. Z večjim številom kosov (nad 15) velikost bremena zelo hitro pada. Z vsakim nadaljnjim kosom pade za približno 3%.

Velikost bremena je premosorazmerna z razdaljo vlačjenja. Z večjo razdaljo narašča velikost bremena. Zveza (korelacija) je zelo ohlapna toda značilna ( $r = 0,247$ ). Ugotovljena zakonitost je zanimiva in logična. Za prakso pa ni pomembna, ker se velikost bremena z razdaljo zelo malo spreminja in nanjo odločilneje vplivajo drugi obravnavani vplivi.

Logičnost pojava izhaja iz spoznanja, da traktorist zavestno išče optimum med fiksnimi časi (zbiranje in rampanje) in naporji pri teh opravilih in naporji ter časi pri vožnji (polni in prazni). Na krajših razdaljah ni smotrno vložiti veliko časa in napora za zbiranje optimalnega bremena. Na dolgih razdaljah, ko je odločilen čas vožnje, in je pri tem napor traktorista praktično enak, če vleče veliko ali malo breme, pa je smotrno zbrati optimalno breme glede na vlačenje in zato vložiti nekoliko več časa in napora v zbiranje bremena.

## 6. ZBIRANJE IN RAMPANJE

Zbiranje in rampanje sta dve opravili pri spravilu lesa s traktorji, ki tvorita t.i. fiksne čase. Njihovo trajanje in druge značilnosti niso odvisne od razdalje vlačjenja. Pač pa nanje vplivajo drugi dejavniki, ki izhajajo iz okoliščin, v katerih opravljamo to opravilo. Zbiranje poteka od panja do vlake – v sestoji – in na začetku spravila. Rampanje poteka na ali ob cesti, to je na koncu opravila. Skupno obema opraviloma je breme z vsemi svojimi značilnostmi in vplivi.

### 6.1 Zbiranje sortimentov

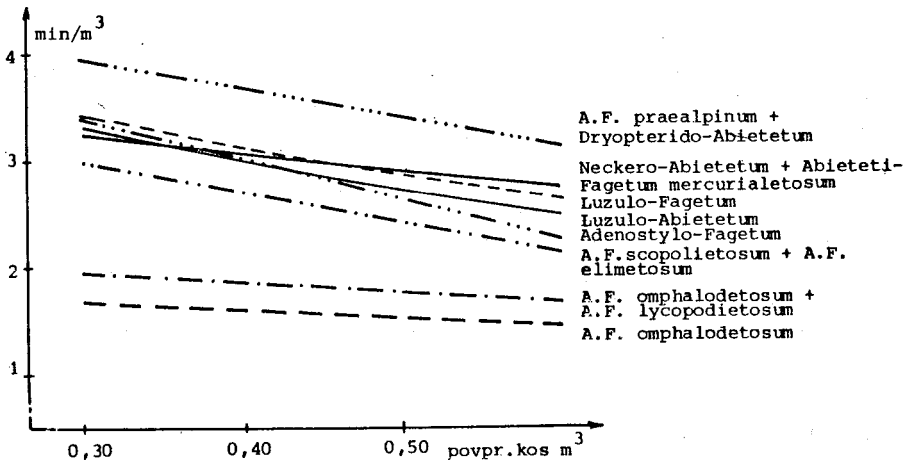
Okoliščine zbiranja sortimentov, ki vplivajo na učinek zbiranja, smo razdelili v dve skupini. V prvo smo uvrstili okoliščine, ki izhajajo iz tal in sestoja. Nanje ne moremo vplivati, so dane. Opredelili smo jih z rastiščem. Sem sodijo npr. prehodnost sveta, gostota sestoja, kamenitost sveta, oblika in sestava drevja, jakost odkazila ipd. Vse te okoliščine vplivajo na potek zbiranja. Skupen kazalec njihovega vpliva pa je po dosedanjih raziskavah rastlinska združba (REBULA 1983).

Druge okoliščine oziroma dejavnike lahko spreminjamo, jih kontroliramo. Taki so: razdalje zbiranja, naklon zbiranja, velikost bremena, velikost kosov, število kosov ipd. Te dejavnike smo merili in ugotavljali medsebojne zveze in vplive.

Vpliv rastišča na čase zbiranja  $1 m^3$  sortimentov kaže diagram 1. Tu je prikazana linearna zveza (regresija) produktivnih (čistih) časov zbiranja  $1 m^3$  sortimentov v odvisnosti od velikosti povprečnega kosa v bremenu. Izločen je vpliv razdalje in naklona zbiranja.

Diagram 1: Čas zbiranja 1 m<sup>3</sup> sortimentov na različnih rastiščih v odvisnosti od povprečnega kosa v bremenu

Der erforderliche Zeitaufwand in min/m<sup>3</sup> bei Holz sammeln in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Volumen von Holzstücken in einer Last. Die Geraden stellen verschiedene Waldtypen (Pflanzengesellschaften) dar.



Iz diagrama vidimo:

1. Časi zbiranja so v najneugodnejših okoliščinah skoraj trikrat daljši od onih na najbolj ugodnih.
2. Ne da bi posebej analizirali značilnosti razlik, lahko trdimo, da se časi na posameznih rastiščih med seboj bistveno razlikujejo.
3. Kot običajno pri razporeditvah je skrajnosti malo (malo je težkih rastišč). Skrajnosti se med seboj zelo razlikujejo. Večina rastišč se po pogojih dela razvršča blizu povprečja. Med seboj se le malo razlikujejo.

4. Najkrajši časi zbiranja sortimentov so ugotovljeni v združbi Abieti-Fagetum omphalodetosum in Abieti-Fagetum scopolietosum. Gre za rastišče z majhnimi nagibi in z malo površinskega kamena. Na površini tal ni ovir zbiranju. Ovir so le drevje in podrast.

Drugo skrajnost in najdaljše čase smo ugotovili na zelo strmem in težko prehodnem (skalovitem) svetu. Gre za rastišča Neckero-Abietetum in A. F. mercurialetosum.

Najdaljše čase zbiranja smo ugotovili sicer v združbi A. F. praealpinum. Upoštevati pa je, da je v tej združbi delal samo traktorist brez pomočnika. Zato so posneti časi daljši. Za primerjavo z ostalimi bi bilo potrebno čase skrajšati za 30–40%. Tako bi to rastišče prišlo zelo blizu povprečja.

Gornja dognanja nam potrjujejo dosedanje ugotovitve (REBULA 1983), da je rastlinska združba primeren kazalec vplivov rastišča (sveta) in sestoja na učinke dela v sestoji. Rastlinska združba je kot kazalec univerzalna in presega meje posameznih gozdnih gospodarstev.

Regresijske enačbe, ki podajajo zvezo med produktivnimi časi zbiranja 1 m<sup>3</sup> sortimentov in razdaljo zbiranja, velikostjo povprečnega kosa in velikostjo bremena, so zbrani v razpre-

delnici 8 in 9. V razpredelnici 8 je za nekatera rastišča podana linearna zveza med časi in povprečnim kosom, v razpredelnici 9 pa med časi in reciprokom povprečnega kosa, za druga rastišča.

**Razpredelnica 8: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI PRODUKTIVNIH ČASOV ZBIRANJA 1 m<sup>3</sup> SORTIMENTOV (Y<sub>6</sub>)**

$$\text{Regresijska enačba } Y_6 = a + bx_1 + ck$$

RASTLINSKA ZDRUŽBA	Regresijski koeficienti			Multipli korelacijski koeficient R	Povprečen kos m <sup>3</sup>
	a	b	c		
A. F. omphalodetosum in lycopodietosum	1,814	0,0276	-0,935	0,6897	0,84
luzulo-Fagetum	3,223	0,066	-2,696	0,5907	0,55
A. F. prealpinum	3,479	0,086	-2,721	0,7382	0,53
Adenostylo-Fagetum	3,157	0,096	-3,943	0,6409	0,47
A. F. scopolietosum	2,232	0,102	-2,616	0,6519	0,56
Neckero-Abietetum A. F. + mercurialetosum	3,654	-	-1,484	0,5960	0,69

Opomba: X<sub>1</sub> = razdalja zbiranja v m  
 K = velikost povprečnega kosa v bremenu m<sup>3</sup>  
 A. F. = Abieti-Fagetum

**Razpredelnica 9: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI PRODUKTIVNIH ČASOV ZBIRANJA 1 m<sup>3</sup> SORTIMENTOV (Y<sub>6</sub>)**

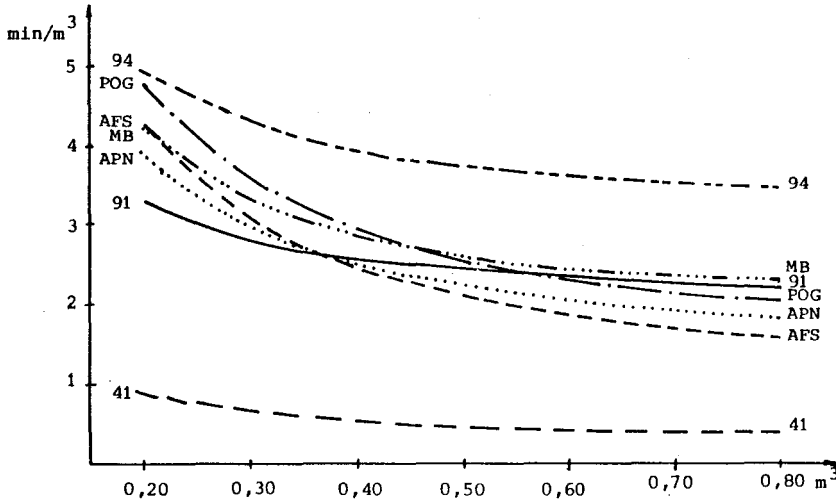
$$\text{Regresijska enačba: } Y_6 = a + bx + c/K$$

RASTLINSKA ZDRUŽBA	Regresijski koeficienti			Multipli korelacijski koeficient R	Povprečen kos m <sup>3</sup>
	a	b	c		
Luzulo-Abietetum	1,8026	-	0,2946	0,3380	0,61
Dryopterido-Abietetum	3,5106	-0,0355	0,3855	0,4955	0,21
A. F. omphalodetosum	0,2641	-	0,1245	0,4201	0,33
A. F. scopolietosum	-1,0924	0,1134	0,7395	0,7417	0,56
Povprečje apnenec	-0,3383	0,0956	0,5635	0,6618	0,46
Povprečje nepnenec	1,6400	-	0,5015	0,7221	0,30

Grafični prikaz razmerij produktivnih časov zbiranja in velikosti povprečnega kosa je podan tudi na diagramu 2.

Diagram 2: Čas zbiranja 1 m<sup>3</sup> sortimentov na različnih rastiščih v odvisnosti od povprečnega kosa v bremenu

Der erforderliche Zeitaufwand in min/m<sup>3</sup> bei Holz sammeln in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Volumen von Holzstücken in einer Last. Die Kurven stellen verschiedene Waldtypen und Standortverhältnisse dar.



Iz razpredelnic in diagrama lahko zaključimo:

1. Na čas zbiranja sortimentov značilno vplivata velikost kosov v bremenu (podana z velikostjo povprečnega kosa) in razdalja zbiranja.
2. Časi zbiranja so obratno sorazmerni z velikostjo kosov v bremenu. Z naraščanjem velikosti kosa pada čas zbiranja. Čas se znižuje približno za 0,2 do 0,4 min/m<sup>3</sup> za vsakih 0,1 m<sup>3</sup> spremembe velikosti povprečnega kosa. Pri manjših kosih čas z naraščanjem velikosti kosa zelo hitro pada. Približno pri povprečni velikosti kosa 0,35–0,40 m<sup>3</sup> se ublaži intenzivnost padanja in z večjo velikostjo le počasi pada. Na slabših rastiščih (težja prehodnost) so krivulje bolj strme; čas zbiranja z velikostjo hitreje pada.
3. Časi zbiranja naraščajo z razdaljo zbiranja. Naraščanje je v različnih rastiščih precej različno. Na nekaterih rastiščih vpliva razdalje nismo ugotovili. Na lepih rastiščih naraste čas zbiranja za vsak m razdalje za okoli 0,03 min/m<sup>3</sup>, na grših in težje prehodnih pa celo do 0,1 min/m<sup>3</sup>.
4. Razdalja zbiranja je odvisna od gostote vlak. Povprečna razdalja zbiranja je na apnencu 15,37 m, na neapnencu pa še enkrat večja 30,86 m. Ta razdalja je v obeh slučajih zelo konstantna. Standardna napaka povprečja na apnencu je komaj 0,325 m ali ± 3% in koeficient variacije komaj 40%. Na neapnencu je standardna napaka povprečja 1,033 m oziroma ± 3% in koeficient variacije komaj 35%. To kaže, da je razdalja zbiranja na podobnih rastiščih zelo podobna in da je povprečje razdalje precej enako. Pri konkretnem določanju časa zbiranja za delovišče (normiranju) pa itak upoštevamo povprečno razdaljo. Upošteva še razmeroma neznamen vpliv spremembe razdalje na čase zbiranja (glej prejšnjo točko), kaže pri izdelavi normativov upoštevati le povpreč-

no razdaljo in izračunati normative le za povprečne razdalje. Tako poenostavimo normative in izločimo en vhod.

5. Korelacijski koeficienti se gibljejo v mejah od 0,30 do 0,75. Pretežno so okoli 0,60. To velja tako za multiple kot parcialne korelacijske koeficiente. To pomeni, da smo z razdaljo zbiranja in velikostjo povprečnega kosa v tovoru pojasnili le dobro tretjino variance. Drugače povedano: na čase zbiranja vpliva še veliko drugih dejavnikov, ki jih nismo kontrolirali. Eden takih je velikost bremena, ki zelo vpliva na čas zbiranja  $1 \text{ m}^3$ . Posebne analize namreč kažejo, da je čas zbiranja le malo odvisen od velikosti bremena. To pa povzroča veliko varianco časov zbiranja  $1 \text{ m}^3$  sortimentov in tako znižuje korelacije.

Podrobnejša analiza paricalnih korelacijskih koeficientov kaže, da so koeficienti pri velikosti povprečnega kosa znatno večji (skoraj še enkrat večji) kot pri razdalji zbiranja. Parcialni korelacijski koeficienti med časi zbiranja  $1 \text{ m}^3$  sortimentov in velikostjo povprečnega kosa so pretežno okoli 0,55 do 0,60, pri razdalji zbiranja pa le okoli 0,30.

Vse to kaže na vpliv velikosti povprečnega kosa, ki vpliva tudi na velikost bremena in tako posredno (z interakcijo) tudi na čas zbiranja  $1 \text{ m}^3$  sortimentov. Ugotovljene korelacije nam utemeljujejo predlog o vhodih v normative, ki smo jih predlagali v točki 4.

6. V spravljenih bremenih so bili največkrat pomešani iglavci v lubju (smreka, jelka) in listavci (pretežno bukev). Zato smo vpliv drevesne vrste ugotavljali posredno – preko njihove gostote lesa (volumne teže). Vse korelacije smo računali tudi med časi zbiranja in masami bremen in povprečnih kosov. Računana gostota lesa je bila pri listavcih 26% večja kot pri iglavcih. Kljub temu korelacijski koeficienti časov in mase niso nič večji kot pri časih in kubaturi bremena. Iz tega lahko sklepamo, da drevesna vrsta, izražena s svojo različno gostoto lesa, ne vpliva bistveno na čase zbiranja. Zato menimo, da so normativi zbiranja lahko enotni za vse drevesne vrste.
7. Povprečne velikosti kosov, prikazane v razpredelnicah 8 in 9, so precej enotne. Njihov dejanski ugotovljeni razpon pa je veliko večji. Giblje se od 0,08 do preko  $2 \text{ m}^3$ . Pretežno se gibljejo od 0,30 do 0,80  $\text{m}^3$ . To je tudi področje, kjer so podatki zanesljivi. Ekstrapolacija je pri manjših kosih, zaradi hitrega naraščanja časov zbiranja, precej tvegana. Nasprotno pa je ekstrapolacija navzgor, zaradi izravnane in umirjenega poteka krivulj zelo zanesljiva.

## 6.2 Rampanje sortimentov

Ko privleče traktorist s traktorjem sortimente do ceste, jih tu odveže, razsortira in poravnava ob cesti. Če so spravljali samo iglavce, teh niso sortirali, ker so vse odpeljali na centralna mehanizirana skladišča. Če pa so spravljali iglavce in listavce, so jih ob cesti uskladiščevali ločeno. Pri listavcih so praviloma ločili tudi hlode od drobnega industrijskega lesa oziroma drv.

Vsa ta opravila smo označili z rampanjem.

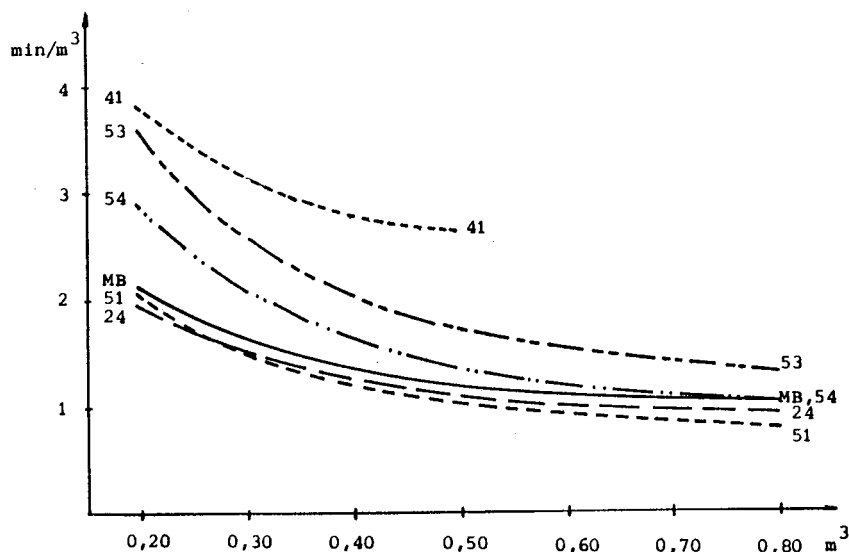
Rampanje opravljamo na tako imenovanih rampnih prostorih ob cesti. Na čase rampanja vpliva kakovost (velikost, primernost, stičnice ceste, širina itd.) rampnega prostora in pa samo breme. Vpliva rampnega prostora nismo mogli opredeliti s primernim kazalcem. Ugotavljali smo le njihov vpliv. V razpredelnici 10 podajamo regresijske in korelacijske

koeficiente zveze velikosti povprečnega kosa (K) in časa rampanja  $1 \text{ m}^3$  sortimentov ( $Y_7$ ) na različnih rampnih prostorih in pri različni sestavi bremen. Na diagramu 3 pa je grafični prikaz teh razmerij.

Razpredelnica 10: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI  
 PRODUKTIVNIH ČASOV RAMPANJA  $1 \text{ m}^3$  SORTIMENTOV  
 Regresijska enačba:  $Y_7 = a + b \cdot 1/K$

Sestava bremena	Opis rampnega prostora in pogojev dela	Regresijski koeficienti		Korelacijski koefic. R
		a	b	
Samo iglavci	Ozka gorska cesta – mnogokratniki (24)	0,569	0,2786	0,7094
	Pohorje – mnogokratniki (MB)	0,691	0,2761	0,7078
Mešano iglavci in listavci	Drobni sortimenti – slabi rampni prostori (41)	1,817	0,3959	0,3739
	Visoki kras – mnogokratniki – slabi rampni prostori (53)	0,561	0,5979	0,7702
	Visoki kras – mnogokratniki – povprečje (54)	0,474	0,4780	0,7851
	Visoki kras – mnogokratniki – ugodni prostori (51)	0,422	0,3176	0,6314

Diagram 3: Časi rampanja  $1 \text{ m}^3$  sortimentov v odvisnosti od kakovosti rampnega prostora in velikosti kosa  
 Der erforderliche Zeitaufwand in  $\text{min}/\text{m}^3$  bei Holzschlichtung in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Volumen von Holzstücken, Die Kurven stellen verschiedene Geländeverhältnisse Holzschlichtungsplätzen



Iz razpredelnice 10 in diagrama 3 lahko povzamemo:

1. Čas rampanja 1 m<sup>3</sup> sortimentov je odvisen od sestave bremena (čisti, mešani), kakovosti rampnega prostora in velikosti povprečnega kosa v bremenu.
2. Pri bremenih, sestavljenih le iz ene drevesne vrste (čistih) je čas sortiranja krajši ali ga sploh ni. Zato so tudi časi rampanja krajši.
3. Kakovostnejši rampni prostori so tisti, kjer traktor lahko premikamo in obračamo. Cestišče je dovolj široko. Prostora za rampanje in sortiranje je dovolj in je ugoden (primeren prostor pod cesto). Na takih prostorih je čas rampanja krajši.
4. Čas rampanja je obratnosorazmeren velikosti kosov v bremenu. Velikost povprečnega kosa v bremenu pojasni preko 50% variance časov rampanja 1 m<sup>3</sup> sortimentov, kar je razmeroma mnogo. Korelacijski koeficienti so pri drobnejših sortimentih nižji.
5. O vplivu posamezne drevesne vrste, o poteku regresijskih krivulj, o možnostih in tveganjih ekstrapolacije ipd. so pri rampanju ugotovljene enake zakonitosti kot pri zbiranju in jih tu ne kaže ponavljati.
6. Rampanje traja okoli 60–70% časa zbiranja.

### 6.3 Zbiranje in rampanje

V uvodnih besedah tega poglavja smo opisali, kaj je skupnega zbiranju in rampanju in v čemu se ta opravila razlikujejo.

Pri natančnejšem delu, ali če so razlike med rampnimi prostori znatne, je pri normiranju nujno upoštevati pogoje zbiranja in rampanja. Pri praktičnem normiranju in v pogojih, ko težko opredelimo (ločimo) kakovost rampnih prostorov, pa kaže ta razmeroma majhen vpliv zanemariti. To lahko naredimo tako, da prištejemo regresijskim enačbam zbiranja regresijsko enačbo za povprečne pogoje rampanja. Lahko tudi, če tako ocenimo, regresijskim enačbam zbiranja v grdem svetu prištejemo rampanje na neugodnih rampnih prostorih. Lahko pa to naredimo tudi tako, da za konkretno sečišče (rastišča) izračunamo ustrezne korelacijske in regresijske koeficiente za skupne čase zbiranja in rampanja v odvisnosti od vplivnih dejavnikov, kot so razdalja zbiranja, velikost bremena, povprečen kos, drevesna vrsta ipd. To smo tudi naredili za vsa sečišča, snemana v naši raziskavi.

Navajanje vseh podrobnosti, vseh regresijskih enačb, presega okvir te raziskave. Zato bomo tu podali le najbistvenije. Regresijski in korelacijski koeficienti so podani v razpredelnici 11. Grafično pa je to prikazano na diagramu 4.

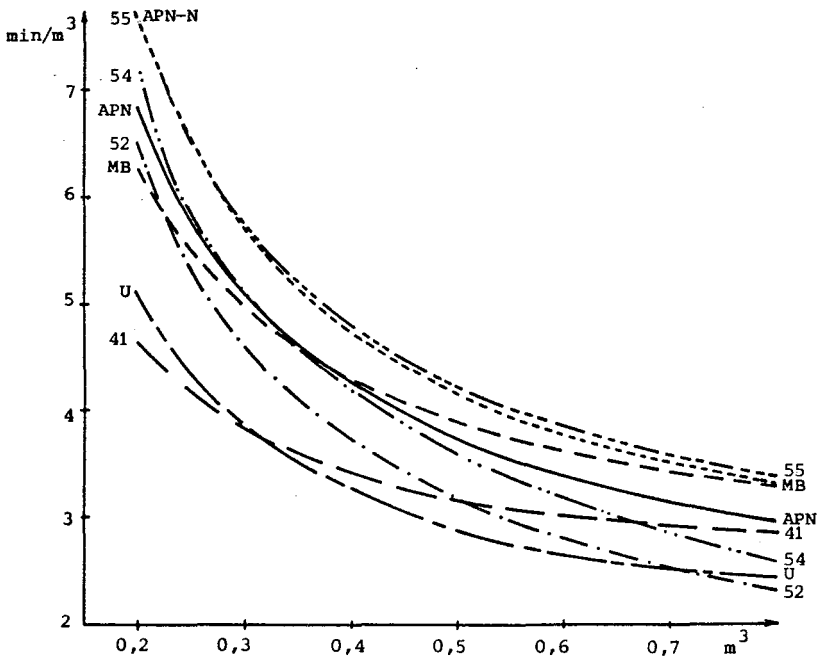
Na diagramu 4 so podani časi zbiranja in rampanja 1 m<sup>3</sup> sortimentov le v odvisnosti od velikosti povprečnega kosa, pri konstantni razdalji zbiranja 15 m.

Podrobnejša analiza regresijskih in korelacijskih koeficientov in drugih vplivov nam kaže, da vse zakonitosti ugotovljene in opisane pri obdelavi zbiranja oziroma rampanja sortimentov veljajo tudi tu. Je pa nekaj razlik, ki jih bomo pojasnili:

Razpredelnica 11: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI ČASOV  
ZBIRANJA IN RAMPANJA 1 m<sup>3</sup> SORTIMENTOV  
Regresijska enačba  $Y_B = a + bx_1 + c/K$

OKOLIŠČINE RASTLINSKA ZDRUŽBA	Regresijski koeficienti			Multipli korelacijski R
	a	b	c	
Apnenec neugodno APN-N	0,579	0,083	1,170	0,77
Povprečje apnenca APN	0,118	0,105	1,021	0,81
Apnenec ugodno U	0,875	0,046	0,692	0,69
Neapnenec – povprečje MB	2,331	–	0,777	0,79
Neckero-Abietetum 55	0,814	0,076	1,153	0,75
A. F. scopoliotosum 54	-0,767	0,126	1,209	0,83
A. F. omphalodetosum 41, 52	0,351	0,039	1,106	0,84

Diagram 4: Čas zbiranja in rampanja 1 m<sup>3</sup> sortimentov v odvisnosti od povprečnega kosa  
Der erforderliche Zeitaufwand in min/m<sup>3</sup> bei Holz sammeln und –  
Schlichtung in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Volumen von  
Holzstücken. Die Kurven stellen verschiedene Standorts –  
und Geländeverhältnisse dar





1. Korelacijski koeficienti multiple korelacije so tu znatno višji kot pri zbiranju ali rampanju.

Pri zbiranju in rampanju skupaj smo z razdaljo zbiranja in velikostjo povprečnega kosa pojasnili okoli 60–70%, skoraj 2/3 variance časov. To je skoraj še enkrat več kot pri zbiranju ali rampanju. To kaže, da so te regresijske enačbe bolj zanesljive.

2. Isto kot za multiple korelacijske koeficiente velja tudi za parcialne. Parcialni korelacijski koeficienti časov zbiranja in rampanja s povprečnimi kosi so od 0,75 do 0,85, z razdaljami pa 0,30 do 0,45 (razen za neapnec). To kaže, da je vpliv posameznega dejavnika tu močnejši. Tudi tu je vpliv velikosti povprečnega kosa znatno višji od razdalje zbiranja.

V prilogi so podani delovni časi zbiranja, rampanja in skupno zbiranja in rampanja. Ti časi in iz njih izračunani delovni učinki so izračunani tako, da smo produktivne čase posameznih regresijskih enačb, za ustrezne pogoje, povečali za neproduktivni čas.

## 7. VLAČENJE

Z vlačanjem smo označili polno in prazno vožnjo traktorja po vlaki. Pri prazni se traktor giblje od ceste na sečišče k sortimentom. Pri polni pa v obratni meri, ko vleče breme od panja k cesti.

### 7.1 Prazna vožnja traktorja

Pri prazni vožnji traktorja smo proučevali vpliv dolžine, naklona in koeficienta naklona na čas prazne vožnje traktorja oziroma na njeno hitrost. Poleg teh dejavnikov smo poizkušali dognati še vpliv drugih dejavnikov, ki se odražajo v kakovosti vlake.

V razpredelnici 12 smo prikazali regresijske in korelacijske koeficiente ter povprečne hitrosti prazne vožnje za posamezne vlake. Vlake smo označili po naklonu v smeri polne vožnje, kot smo opisali pri opisu vlak. Zato moramo upoštevati:

DOL — pomeni prazno vožnjo navzgor  
RAVNO — pomeni konkavne ali konveksne vlake  
GOR — pomeni prazno vožnjo navzdol.

Hitrost vožnje je izračunana kot kvocient skupne prevožene razdalje in skupno za to opravilo posnetega časa.

Grafični prikaz zveze časov vožnje in razdalje je podan v diagramu 5. Iz razpredelnice 12 in diagrama 5 lahko povzamemo:

1. Na vlakah, kjer spravljamo les navzdol, dosežejo traktorji LKT-81 povprečno hitrost 0,8 – 1 m/sek (3–3,5 km/h). Na teh vlakah vpliva na čas vožnje, in s tem tudi na hitrost, le razdalja. Vpliv naklona vlake smo ugotovili le na neapnencu in na eni vlaki na apnencu.

Hitrost gibanja na posameznih vlakah se precej razlikuje. Tudi ugotovljene korelacije so

Razpredelnica 12: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI  
 REGRESIJSKIH ENAČB PRAZNE VOŽNJE TRAKTORJA  
 Regresijska enačba  $Y_1 = a + bx_1 + cx_1^2 + dx_2 + ex_3$

OZNAČBA VLAKE IN SPRAVILA	POVPREČJA				REGRESIJSKI KOEFICIENTI					Multipl. korelac. koeficient R
	Razdalja	Naklon	Koefi- cient naklona	Hitrost	a	b	c	d	e	
	$X_1$ hm	$X_2$ %	$X_3$ %	m/sek						
Apnenec – DOL PO	6,44	-10,1	11,8	0,94	2,02	–	0,038		0,640	0,69
Apnenec – DOL KO	2,34	-13,6	11,8	0,68	0,39	2,28				0,44
Skup. apnenec – DOL	6,59	-10,8	11,8	0,91	1,03	2,22	-0,085			0,74
Apnenec Z DOL 53	2,83	-24,2	24,5	0,40	-42,58	2,47		0,381		0,80
Apnenec – RAVNO 55	3,35	0,2	12,9	0,97	0,88	1,45				0,62
Apnenec – GOR 52	2,15	11,7	12,8	0,71	-1,19	–	0,214	–	0,396	0,72
Apnenec – GOR 56	2,98	8,2	10,2	0,95	0,12	2,54	-0,222			0,79
Apnenec – GOR 24	3,41	23,0	22,5	0,86	7,22	2,24	-0,091	-0,089	-0,052	0,99
Skupaj apnenec GOR	3,04	14,3	15,3	0,87	5,66	1,32	–	-0,045	0,668	0,85
Neapnenec – DOL 91	6,82	-17,8	18,0	0,91	-28,35	–	0,061	2,952	-3,208	0,96
Neapnenec – RAVNO 94	4,42	0,3	10,4	1,23	-3,10	2,06	–	–	–	0,84
Neapnenec – RAVNO 61	11,39	-4,0	7,9	1,26	-18,04	2,90				0,56
Neapnenec – GOR 95	1,49	11,4	11,7	1,12	3,30	0,50	–	–	0,157	0,88
Skupaj NEAPNEC	6,23	-1,6	12,3	1,10	-17,59	-0,78	0,126	0,258	-0,165	0,97

OPOMBA: Naklon ( $X_2$ ) je v regresijskih enačbah upoštevan kot „zenitna razdalja“

$$X_2 = 100 - N$$

razmeroma nizke. Pojav je razumljiv in logičen, saj se pri tem opravi giblje traktor navzgor, kjer gibanje najbolj ovirajo kratki, veliki vzponi in ovire, kot so skale in luknje na vlaki. Teh vplivov pa nismo zajeli in pojasnili.

Povprečna hitrost vožnje je poleg drugega odvisna tudi od razdalje. To je zato, ker smo v čas vožnje šteli tudi čas obračanja traktorja. Zaradi tega so na kratkih vvlakah ugotovljene manjše hitrosti vožnje, na daljših pa daljše.

Skrajnost sprava navzdol je vlaka (53), ki smo jo označili z ZELO DOL. Tu je zaradi naklona hitrost komaj 0,40 m/sek.

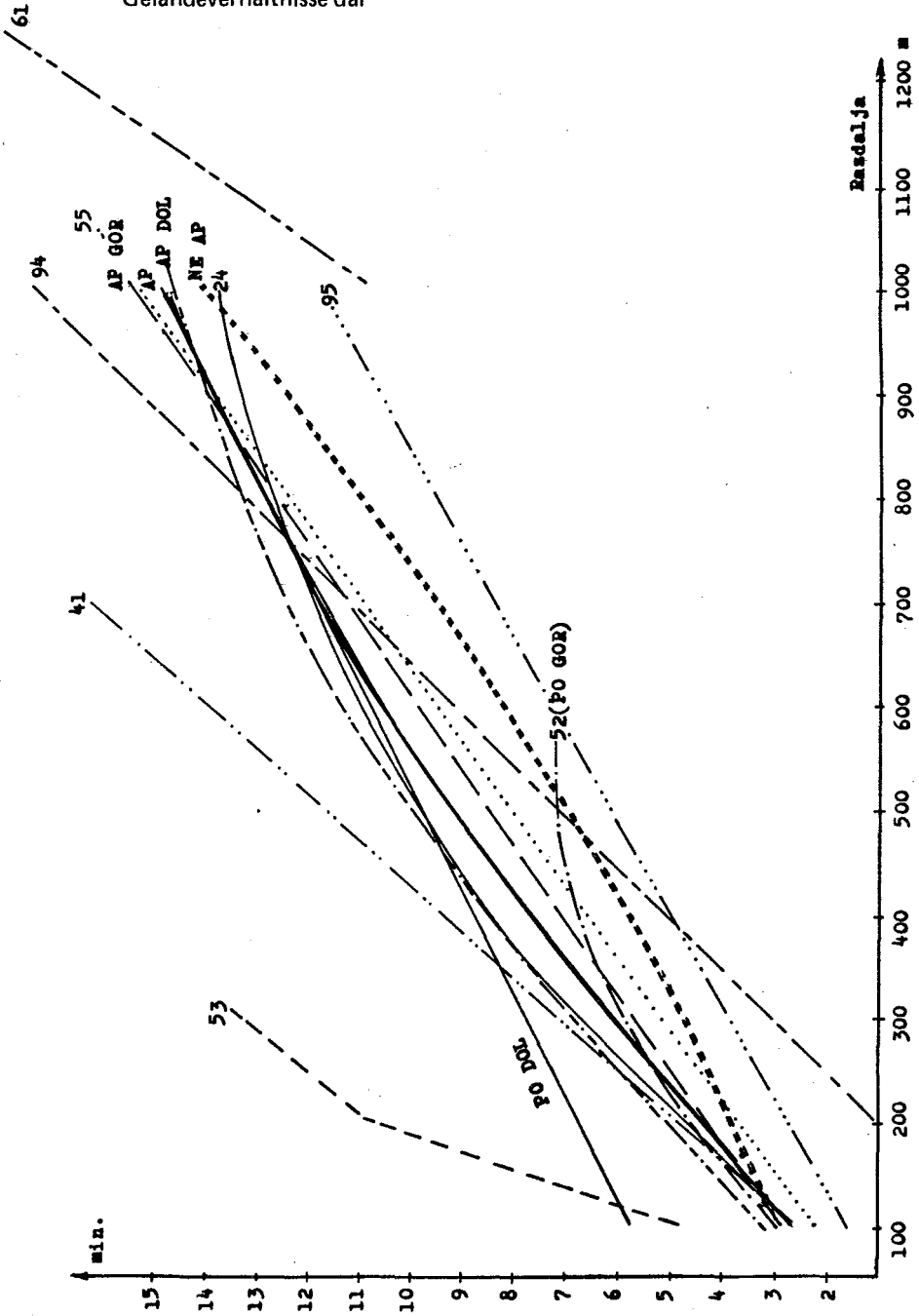
- Pri spravi navzgor so hitrosti prazne vožnje od 0,71 do 0,95 m/sek. Hitrosti so v ožjih okvirih in v povprečju praktično enake hitrostim pri spravi navzdol, kar ni logično. Razlog je v razdalji vožnje, ki je pri spravi navzgor bistveno krajša. Ta vpliva, da so izračunane hitrosti nekoliko manjše od dejanskih med vožnjo.

Pri spravi navzgor gre prazna vožnja navzdol. Poleg razdalje skoraj na vseh vlakah na apnencu vpliva na čas vožnje še naklon ali koeficient naklona vlake. Oba kažeta, da z večjim naklonom (ali koeficientom naklona) čas vožnje narašča in s tem pada hitrost vožnje. Vidimo torej, da tudi pri prazni vožnji navzdol večji nagibi ovirajo vožnjo. Gre za varnost vožnje in tresenje pri vožnji, ki vplivata na hitrost in jo tako na bolj strmih vlakah zmanjšata.

Korelacijski koeficienti so pri spravi navzgor od 0,72 do 0,99, v povprečju 0,85. So znatno višji od onih pri spravi navzdol. Z merjenimi dejavniki smo pojasnili okoli 70% variance časov vožnje, kar je precej.

Diagram 5: Čas prazne vožnje v odvisnosti od razdalje

Die Fahrtzeit des Knickschleppers ohne Last in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Kurven bzw. Geraden stellen verschiedene Geländeverhältnisse dar



- Značilnosti prazne vožnje pri vlakah z označbo RAVNO so vmes med vlakami DOL in GOR.
- Na neapnencu so ugotovljene znatno višje hitrosti (nižji časi) kot na apnencu. Korelacije so tu znatno boljše. Manjše pa so razlike v ugotovljenih hitrostih na posameznih vlakah.
- Podrobnejša analiza korelacij s parcialnimi korelacijskimi koeficienti kaže, da je pretežno na vseh vlakah največja korelacija časov z razdaljo vlake. Na apnencu je znatno pomembnejši linearni člen ( $r = 0,48$ ). Na neapnencu pa kvadratni člen. Parcialni korelacijski koeficient je tu 0,68. Na neapnencu je najmočnejši vpliv naklona vlake ( $r = 0,72$ ), dočim je vpliv koeficienta naklona razmeroma majhen ( $r = -0,32$ ). Na apnencu pa ta dva dejavnika vplivata približno enako. Parcialna korelacijska koeficienta časa vožnje in naklona oziroma koeficienta naklona vlake sta okoli 0,20.
- Pregled časov vožnje v odvisnosti od razdalje na diagramu 5 nam kaže veliko pestrost. Krivulje za spravilo GOR so na krajših razdaljah pod krivuljami za spravilo DOL. To kaže, da so hitrosti prazne vožnje pri spravilu GOR večje.  
Nekatere krivulje (53, 41, 52, 61, 94) imajo zelo čudne smeri ali višine. Vzrok za to je v ozkem razponu razdalj posnetih vlak. Zato so krivulje v pretežni meri ekstrapolirane. To opozarja na nevarnost ekstrapolacije. To nam potrjujejo tudi korelacijski koeficienti, ki so na vlakah, kjer smo snemali spravilo v velikem razponu razdalj, zelo visoki.

## 7.2 Polna vožnja

Pri polni vožnji, kjer je v bistvu vlačenje v ožjem smislu, smo poleg vplivov vlake proučevali tudi vpliv tovora na čase polne vožnje. Ugotovljene zveze in značilnosti smo prikazali v razpredelnici 13 in diagramu 6. V razpredelnici nismo prikazali povprečnih znakov vlake, ki so enaki kot pri prazni vožnji in so podani v razpredelnici 12.

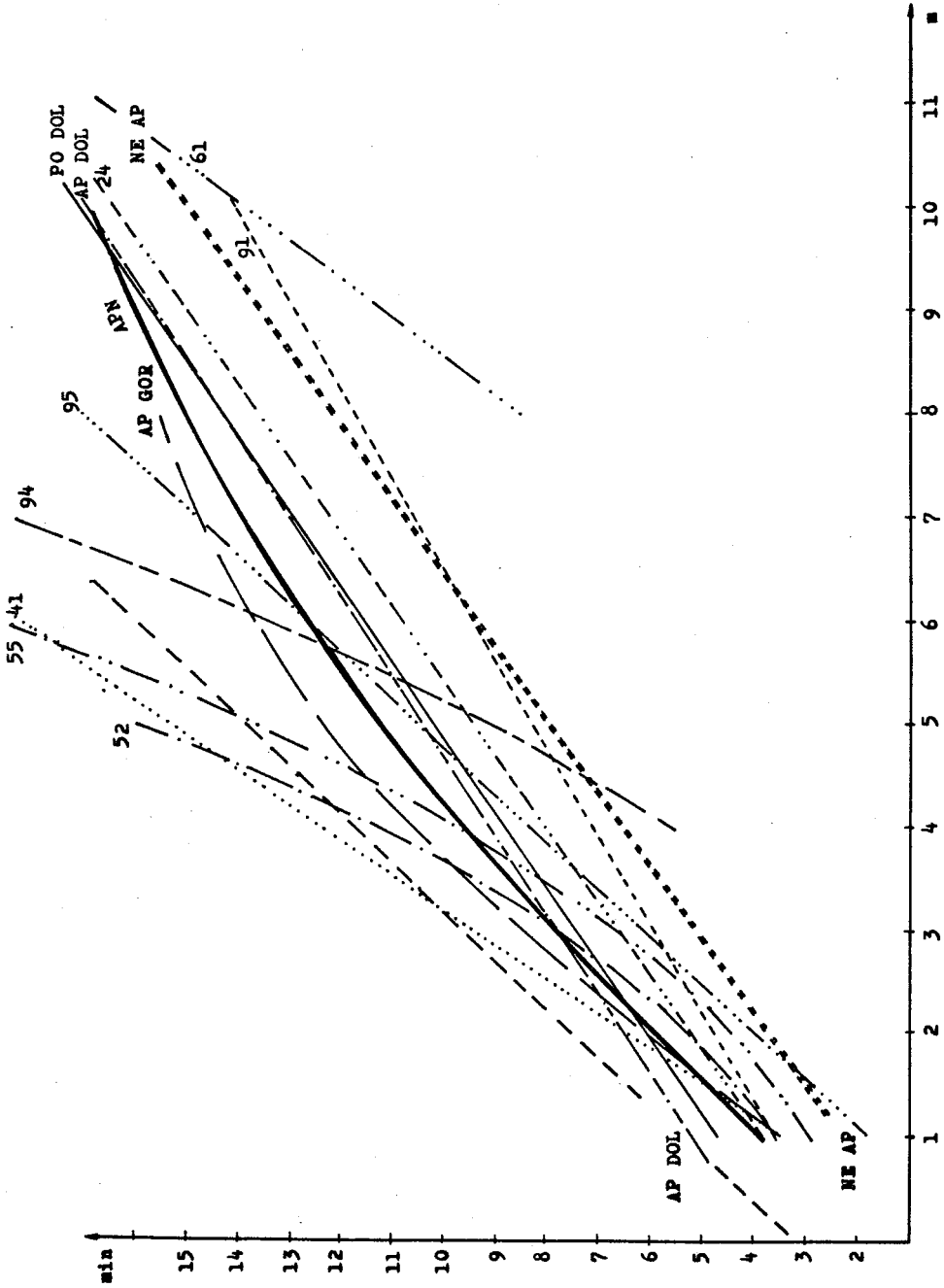
Razpredelnica 13: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI REGRESIJSKIH EAČB POLNE VOŽNJE TRAKTORJA

$$\text{Regresijska enačba: } Y_2 = a + bx_1 + cx_2 + dx_2 + ex_3 + fT_1 + gT_2$$

OZNAČBA VLAKE IN SPRAVILA			POVPREČJA				Regresijski koeficienti							Multipl korelac. koeficient R	
			Bremena			Hitrost m/sek	a	b	c	d	e	f	g		
			kosov T <sub>1</sub>	m <sup>3</sup> T <sub>2</sub>	ton T <sub>3</sub>										
A p n e n c u	DOL	PO	10,9	5,4	5,5	0,88	94,15	—	0,040	-0,954	1,493	—	0,856	0,79	
		KO	13,8	4,5	5,1	0,52	8,41	—	—	-0,758	—	—	1,753	0,62	
		Skup.	11,5	5,2	5,4	0,83	0,83	1,310	—	—	—	—	0,587	0,73	
	ZELO DOL	53	11,7	7,1	7,4	0,51	-18,49	2,299	—	0,171	—	—	—	—	0,75
		RAVNO	55	8,1	4,2	4,1	0,69	2,51	—	0,449	—	—	—	—	0,89
	G O R	52	6,4	4,3	4,2	0,83	3,087	—	0,443	—	—	—	—	—	0,94
		56	8,5	4,4	4,3	0,55	24,89	—	0,470	-0,260	—	0,327	—	—	0,93
24		8,8	4,0	3,9	0,79	7,99	1,293	—	-0,098	—	—	—	—	0,85	
Skup.		8,2	4,3	4,2	0,83	0,51	3,16	0,169	—	—	—	—	—	0,79	
N e a p n e n c u	DOL	91	9,4	5,6	5,2	1,10	-113,03	1,307	—	1,183	-1,357	-0,130	0,558	0,88	
	RAVNO	94	18,8	3,9	3,7	1,05	- 8,30	3,469	—	—	—	—	—	0,84	
	RAVNO	61	19,1	2,9	3,4	1,07	22,99	—	—	—	—	—	2,009	0,58	
	GOR	95	16,4	4,1	3,8	0,87	- 7,12	7,580	-1,230	—	0,155	—	—	0,93	
	Skupel		15,8	4,2	4,1	1,05	1,0	1,45	—	—	-0,182	—	—	0,97	

Diagram 6: Čas polne vožnje v odvisnosti od razdalje

Die Fahrtzeit des Knickschleppes mit Last in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Kurven bzw. Geraden stellen verschiedene Geländeverhältnisse dar



V razpredelnici 13 smo za boljši pregled in povezavo podali tudi podatke o povprečnih bremenih na posameznih vlakah. Komentar o teh je že pri opisu bremen in ga tu ne kaže ponavljati. Opisali bomo le ugotovljeni vpliv bremena na čase polne vožnje. Iz razpredelnice 3 in diagrama 6 lahko povzamemo naslednje:

1. Hitrosti polne vožnje so v posamezni kategoriji vlak precej različne. Na apnencu so znatno (za okoli 0,2–0,3 m/sek ali okoli 0,8 km/h) manjše od onih na neapnencu. Vlačenje navzdol je hitrejše – 0,83 m/sek na apnencu in 1,10 m/sek na neapnencu – od vlačena navzgor, kjer je povprečna hitrost na apnencu 0,63 m/sek, na neapnencu pa 0,87 m/sek. Vidimo, da je hitrost pri vlačenu navzdol večja za okoli 0,20 m/sek (okoli 0,7 km/h) od one pri vlačenu navzgor.
2. Analiza regresijskih in parcialnih korelacijskih koeficientov kaže, da na čas polne vožnje na neapnencu in spraviu navzgor bolj vpliva vlaka (razdalja, naklon, koeficient naklona), pri spraviu navzdol pa breme.
3. Kjer na čase vlačena bolj vpliva vlaka, kot smo navedli v prejšnji točki, so tudi znatno višji multipli korelacijski koeficienti in delež pojasnjene variance.
4. Pri spraviu navzdol značilno vpliva na čas polne vožnje (in s tem na hitrost) tudi breme. Pojav si lahko razložimo takole. Pri spraviu navzdol, zlasti če ni protivzponov, vleče lahko traktor zelo velika bremena. Velikost bremena ne opredeljuje niti vlaka niti vlečna moč traktorja. Opredeljuje ga koncentracija sortimentov (gostota in velikost) na sečišču, ki vplivata na možnost in smotrnost oblikovanja optimalnega bremena. Zato velikost bremena zelo variira. To pa vpliva na zatikanja in ovire na vlaki. Zato je vpliv bremena tu značilen.  
Zagotovo velikost bremena še bolj vpliva pri vlačenu navzgor. Vendar tu traktorist omejuje breme in ga prilagaja vlečni sili traktorja na posamezni vlaki. Ta bremena so tudi manjša, zato lažje oblikuje optimalno breme. Posledica je, da breme manj variira in zato ne vpliva na čas vlačena. Rekli bi, da je tu vpliv bremena izločen.
5. Pri spraviu navzgor na apnencu je multipli korelacijski koeficient pri združenih vlakah znatno nižji kot na vsaki vlaki posebej. Stanje opozarja o nesmotrnosti združevanja različnih vlak. Gre za različno kakovost vlak na GG Bled (24) od onih v Postojni (52,56). Različnost kaže hitrost gibanja traktorja.
6. Posebej smo analizirali vpliv velikosti povprečnega kosa v bremenu na čas vlačena bremena. Ugotovili smo značilen vpliv le na nekaterih vlakah. Večji povprečni kos največkrat povečuje čase vlačena. To je v nasprotju s spoznanji od drugod. Razložimo si lahko z interakcijo kosa in bremena. Večji kos povečuje velikost bremena in skozi to daljši čas vlačena.

### 7.3 Vlačenje sortimentov

Z vlačem sortimentov smo označili s skupnim izrazom prazno in polno vožnjo traktorja.

Za praktično rabo nas največkrat zanima le podatek o skupnem času, učinku, stroških ipd. za vlačenje kot tako, to je za prazno in polno vožnjo skupaj. Poleg tega pa taka obravnava razkrije še nekaj zakonitosti. Na vsaki vlaki pelje namreč traktor v obe smeri, to je gor in dol in se tako izravnavajo nekatere razlike, ki jih sicer ugotavljamo pri vožnji navzgor in navzdol, če obravnavamo ločeno prazno in polno vožnjo.

Razpredelnica 14: REGRESIJSKI IN KORELACIJSKI KOEFICIENTI REGRESIJSKIH ENAČB VLAČENJA SORTIMENTOV S TRAKTORJEM LKT 81

$$\text{Regresijska enačba: } Y_3 = a + bx_1 + cx_2^2 + dx_2 + ex_3 + fT_1 + gT_2$$

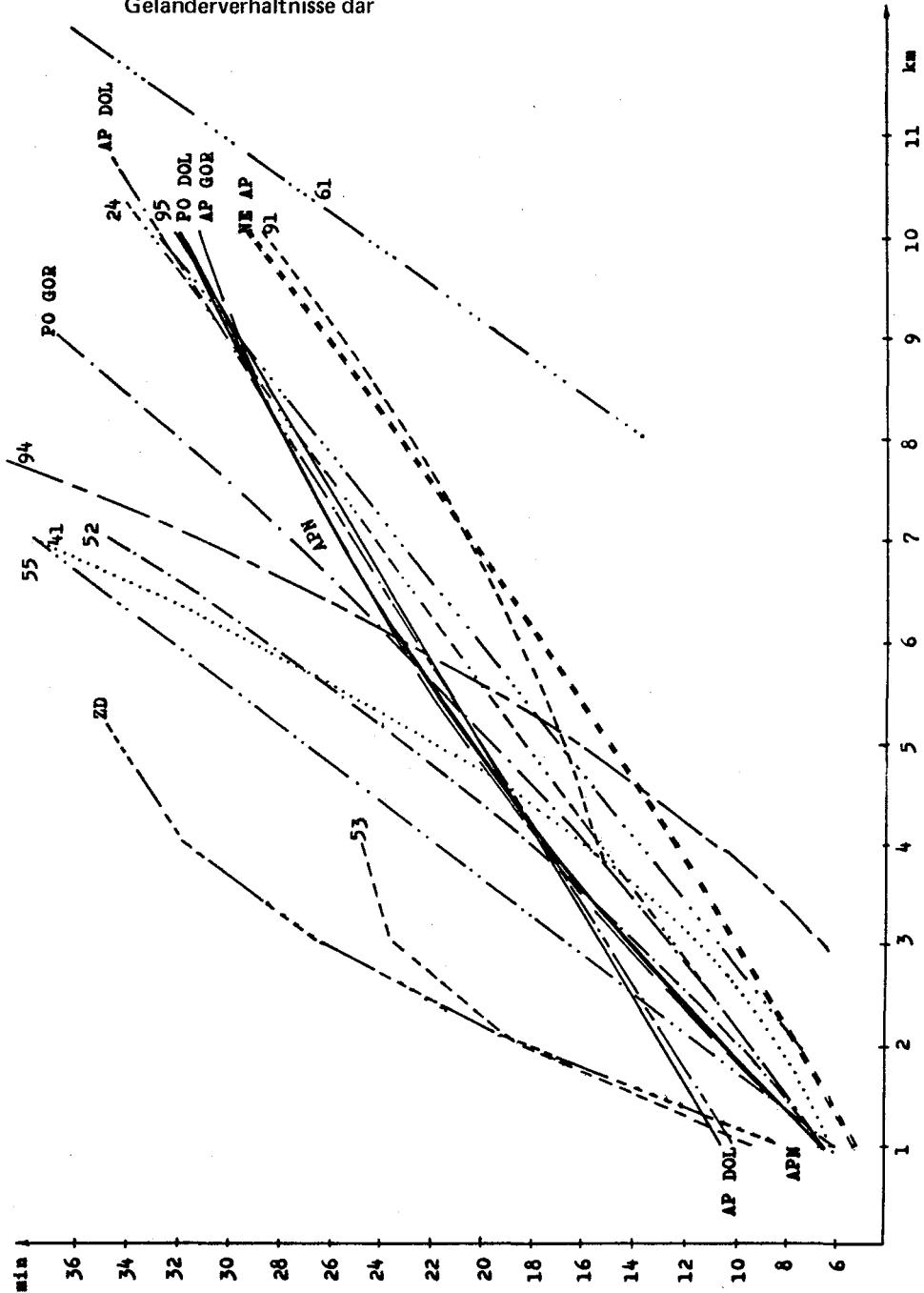
OZNAČBA VLAKE IN SPRAVILA			Regresijski koeficienti							Multi- pli- R	Korelacijski koeficient				
			a	b	c	d	e	f	g		Parcialni				
APNENEC	DOL KO	PO Skup.	129,0	-	0,068	-1,276	2,442	-	0,578	0,78	0,25	-0,27	0,44	-	0,19
			5,97	3,72	-	-	-1,050	-	2,395	0,87	0,37	-	-0,55	-	0,47
			3,85	2,49	-	-	-	0,710	0,78	0,78	-	-	-	0,21	
APNENEC	ZELO DOL RAVNO		-81,05	4,80	-	0,552	-	-	0,82	0,71	0,73	-	-	-	
			-0,90	4,40	-	-	-	-	0,89	0,89	-	-	-	-	
	GOR	82	0,87	-	0,873	-	-	0,485	0,94	0,93	-	-	0,42	-	
		58	33,28	3,98	-	-0,375	-	0,420	0,94	0,91	-0,50	-	0,40	-	
		24	13,13	1,68	0,122	-0,126	-	-	0,99	0,98	-0,81	-	-	0,27	
	Skup.	2,04	4,69	-0,168	-	-	-	0,91	0,91	-	-	-	-		
	VSE SKUPAJ	1,25	4,02	-0,155	-	-	-	0,88	0,84	-	-	-	-	0,13	
NEAPNENEC	DOL	91	-878,68	3,00	-	5,992	-8,872	-	0,99	0,98	0,95	-0,87	-	-	
	RAVNO	94	-11,40	5,53	-	-	-	-	0,88	0,88	-	-	-	-	
	GOR	95	0,16	3,31	-	-	-	-	0,94	0,94	-	-	-	-	
	SKUPAJ		-21,60	-	0,161	0,358	-0,422	-	0,88	0,88	0,80	0,57	-	-	

Vlačenje sortimentov smo podrobno obdelali in tudi tu iskali medsebojne zveze in vplive merjenih dejavnikov. Nekaj podatkov te obdelave je zbranih v razpredelnici 14. Na diagramu 7 pa je podana odvisnost produktivnega časa vlačanja sortimentov od razdalje.

Iz razpredelnice in diagrama lahko povzamemo:

1. Zakonitosti, ugotovljene za prazno in polno vožnjo, največkrat veljajo tudi za njuno skupno obravnavo. Lahko celo ugotovimo, da so ugotovljene zakonitosti tu še bolj poudarjene.
2. Povprečne hitrosti vlačanja se med seboj nekoliko razlikujejo. Razlike v glavnem (razen skrajnosti) niso velike. Podrobnejša analiza razlik hitrosti in potek krivulj na diagramu 7 dopušča domnevo, da so hitrosti vlačanja več ali manj enake. Upoštevati pa moramo le dele krivulj, kjer ni ekstrapolacij. Na izračunano hitrost vplivajo namreč dolžine vlak in drugi slučajni vplivi, ki jih nismo kontrolirali. Ti nam zamegljujejo sliko, zato ni utemeljeno računati regresije dolžine in časa vlačanja za vsako vlako ločeno. Menimo celo, da lahko združimo vse vlake na apnencu v eno regresijo in v drugo vse na neapnencu. Za praktični izračun normativov smo to tudi naredili. Normativi so podani v prilogi.
3. Značilno se razlikujejo hitrosti vlačanja na apnencu od onih na neapnencu. Časi vlačanja na neapnencu so znatno nižji od onih na apnencu. Na apnencu traktor vozi znatno počasneje.
4. Pri primerjanju krivulj na diagramu 7 je upoštevati, da so dejanske razdalje vlačanja navzdol od 300–1100 m in navzgor od 100–500 m. Zato so vsi podatki izven tega razpona ekstrapolirani in zato precej tvegani, zlasti pri vlačanju navzgor.
5. Pri vlačanju navzdol na apnencu je čas vlačanja razmeroma malo odvisen od razdalje. Na njega zelo vpliva naklon vlake in velikost tovora. Kažejo ga parcialni regresijski koeficienti. So višji pri naklonih in tovoru kot pri razdalji. To kaže, da je treba jemati zvezo razdalje in časov vlačanja precej široko oziroma rezervirano. Koeficienti regresije za podatke iz GG Postojna pri vlačanju navzdol kažejo, da narašča čas vlačanja približno za 1,2 min za vsak % večjega naklona. Zelo vplivajo protivzponi, ki se kažejo v

Diagram 7: Čas prazne in polne vožnje v odvisnosti od razdalje  
 Die Fahrtzeit des Knichschleppers mit und ohne Last in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Kurven bzw. Geraden stellen verschiedene Geländeverhältnisse dar





močnem vplivu koeficienta naklona. Vpliv vzponov in protivzponov je tu tako velik, da zamegli zvezo razdalje in časa vlačjenja. Čas vlačjenja z razdaljo zelo počasi narašča.

6. Nasprotno od navedenega v točki 5 pa je vpliv razdalje na čase vlačjenja pri vlačjenju navzgor in na neapnencu zelo velik. Tu nam razdalja pojasni okoli 80–90% vse variance časov vlačjenja. Drugi kontrolirani dejavniki tu skoraj nič ne prispevajo k pojasnitvi variance časov vlačjenja.

## 8. ZAKLJUČKI

*Iz izvedene raziskave lahko povzamemo naslednje najpomembnejše zaključke:*

- 1. Okoliščine, v katerih spravljamo les, se zelo hitro spreminjajo. Sprememba kateregakoli dejavnika vpliva na potek in učinke dela. Primeren kazalec delovnih pogojev v gozdu je rastlinska združba.*
- 2. Ugotovili smo značilen vpliv delovnih pogojev na sestavo delovnega časa. Delež neproduktivnega časa narašča v težjih delovnih pogojih. Narašča delež zastojev zaradi relaksacije delavca. Še večje razlike pa smo ugotovili v deležu objektivnih zastojev, ki izhajajo iz stroja oziroma bremena. Razlike so tako velike, da jih kaže upoštevati pri računanju potrebnega delovnega časa.*
- 3. Velikost bremena je odvisna od naklona vlake, debeline lesa (velikosti povprečnega kosa) in razdalje vlačjenja. Velikost bremena se zmanjšuje z vzponom v smeri vlačjenja. Traktorist prilagaja velikost bremena vzponu (naklonu) vlake oziroma minimalni efektivni vlečni sili traktorja na teh vzponih in tako ohranja razmeroma konstantno hitrost. Tako je velikost bremena dejavnik, ki pogojuje različne učinke na vlakah različnih naklonov. Velikost bremena narašča z velikostjo kosov v bremenu in razdaljo vlačjenja.*
- 4. Ugotovljeno je, da prazen traktor premaguje vzpone do preko 40%. Na vzponih 27 do 30% pa je traktor še vlekel tovor okoli 4 ton.*
- 5. Dolžina vlak, na katerih smo snemali delo, je bila zelo različna. Ugotovili smo, da dosežejo dolžine pri spravi navzdol tudi do 1500 m. Spravilo navzgor je krajše in le redko presega 400 m.*
- 6. Učinek zbiranja je odvisen od okoliščin v sestoji, velikosti povprečnega kosa in razdalje zbiranja. Okoliščine v sestoji kot so kamenitost, nagib, prehodnost smo zajeli s kazalcem; rastlinsko združbo. Z razdaljo zbiranja čas zbiranja narašča, z večjimi kosi pa pada. Vpliv velikosti kosa je močnejši od razdalje zbiranja.*
- 7. Na učinek rampanja vpliva sestava bremena, kakovost rampnega prostora in velikost kosa v bremenu. Če je tovor sestavljen iz različnih drevesnih vrst ali sortimentov, jih na cesti sortirajo. To podaljšuje čase rampanja. Prav tako podaljšuje čase rampanja večje število kosov v bremenu.*
- 8. Učinek vlačjenja je odvisen od razdalje in naklona vlake, sestave bremena ter matične podlage. Hitrost vožnje traktorja je na apnencu nižja kot na neapnencu. Čas vožnje je na neapnencu in pri spravi navzgor odvisen skoraj izključno le od razdalje. Tu razdalja pojasni 80–90% vse variance časov vlačjenja. Vpliv bremena na čas vlačjenja pri spravi navzgor je v bistvu izločen, ker traktorist prilagaja breme razmeram na vlaki. Pri spravi navzdol na čas vlačjenja poleg razdalje zelo močno vplivajo še velikost bremena in naklon vlake. Zato je tu korelacija časov z dolžino vleke razmeroma šibka.*

## 9. ZUSAMMENFASSUNG

### RÜCKUNG MIT KNICKSCHLEPPER LKT-81 IN SLOVENIEN

*Im Jahre 1983 haben forstwirtschaftliche Organisationen in Slovenien eine grössere Zahl von Knickschleppern LKT-81, die in Werk „Radoje Dakić,, (Soczialistische Republik Montenegro) in Zusammenarbeit mit dem tschechoslovakischen Hersteller produziert wird, angeschafft. Das Ziel dieser Untersuchung war erstens die Brauchbarkeit dieser Traktoren in forstwirtschaftlichen Verhältnissen Sloveniens, und zweitens die Brauchbarkeit der Pflanzengesellschaften (Waldtypen) als Anzeiger für Arbeitsverhältnisse im Walde zu überprüfen. Die Ergebnisse sind hier zusammengefasst:*

- 1. Arbeitsverhältnisse im Walde bei Holzrückung sind sehr wechselreich und schwer erfassbar. Deshalb ist die Pflanzengesellschaft (Waldtyp) ein brauchbarer Anzeiger für die Arbeitsverhältnisse.*
- 2. Die Zusammensetzung der Arbeitszeit wird signifikant durch Arbeitsverhältnisse beeinflusst. In schwierigen Arbeitsverhältnissen nimmt der Anteil der unproduktiven Zeit zu. Durch Erholungsbedürfniss der Arbeiter kommt es öfter zum Stillstand. Noch bedeutender sind Zeitverluste, die dabei durch die Maschine oder die Last entstehen. Die Differenzen sind bei der Bestimmung der erforderlichen Arbeitszeit zu berücksichtigen.*
- 3. Der Umfang der Last hängt vor der Neigung des Rückeweges, vom durchschnittlichen Durchmesser von Holzstücken und von der Rückeentfernung ab.*

*Der Umfang der Last nimmt mit zunehmender Steigung des Rückeweges ab. Durch Anpassung an die Steigung bzw. an die minimale effektive Zugkraft des Schleppers wird relativ konstante Geschwindigkeit erreicht. Somit ist durch den Umfang der Last die Arbeitsleistung an verschiedenen steilen Rückewegen bestimmt.*

*Bei stärkeren Holz und bei längeren Rückeentfernungen nimmt der Umfang der Last zu.*

- 4. Ohne Last kann der Schlepper Steigungen bis 40% bewältigen, bei Steigungen 27–30% wurden noch Lasten von 4 t geschleppt.*
- 5. Die Länge von Rückewegen wo die Zeitaufnahmen gemacht wurden, war sehr verschieden, und betrug bei Rückung bergab bis 1500 m, dagegen bei Rückung bergauf nur selten mehr als 400 m.*
- 6. Die Arbeitsleistung bei Holz sammeln hängt von Bestandesverhältnissen, von der durchschnittlichen Stärke der Holzstücke und von der Entfernung ab. Bestandesverhältnisse, wie Felsigkeit der Bodenoberfläche, Geländeneigung usw. werden durch Pflanzengesellschaft als Anzeiger erfasst. Mit zunehmender Entfernung nimmt der erforderliche Zeitaufwand beim Holz sammeln zu, jedoch bei grösseren Holzstücken nimmt er ab. Der Einfluss der Grösse von Holzstücken ist bedeutender als der Einfluss der Entfernung.*
- 7. Arbeitsleistung bei der Holzschlichtung hängt von der Zusammensetzung der Last und von Holzschlichtungsplatz ab.*

*Aus verschiedenen Holzarten und Holzsortimenten zusammengesetzte Last muss sortiert werden, was mehr Zeit erfordert. Auch aus vielen Stücken zusammengesetzte Last erfordert mehr Zeit bei der Holzschlichtung.*

8. *Die Arbeitsleistung bei der Holzruckung hängt verständlicherweise von der Neigung des Rückeweges, von der Zusammensetzung der Last und dazu vom Grundgestein ab. Das Gelände auf Kalkgrundlage ist dabei weniger günstig.*

*Auf Nicht-Kalkgrundlage ist die Arbeitsleistung beim Rückung bergauf fast, nur von der Entfernung abhängig. Die Entfernung ist dabei mit 80–90% and der Gesamt-Varianz des Leitaufwandes beteiligt. Der Umfang der Last bei Rückung bergauf trägt wenig zur Varianz bei, da sich die Schlepper-Fahrer den Verhältnissen des Rückeweges anpassen und die Last entsprechend klein halten.*

*Beim Rücken bergab wird die Arbeitsleistung sehr stark vom Umfang der Last und von der Neigung des Rückeweges bestimmt. Die Länge des Rückeweges hat hier relativ einen geringen Einfluss.*

## LITERATURA

1. AJDIČ, J., 1977: *Gospodarnost spravila iglavcev z zgibnimi traktorji na Pohorju. Magistr. naloga, Maribor 1977*
2. BOJANIN, S., 1981: *Istraživanja utroška vremena i učinka traktora LKT-80 kod izvlačenja drva. Mehanizacija šumarstva 6 (198)s 202–216, Zagreb*
3. KRIVEC, A., 1979: *Proučevanje traktorskega spravila lesa. IGLG, Ljubljana 1979*
4. REBULA, E., 1983: *Mehaniziranje rada i njegova proizvodnost. Zbirka referatov, Opatija 1983*
5. REBULA, E., 1983: *Uporabnost značilnosti sestoja in rastišča za napovedovanje izdelovalnih časov sečnje in spravila. Ljubljana 1983*
6. SEVER, S., 1980: *Istraživanje nekih eksploatacijskih parametara traktora kod privlačenja drva. Disertacija, Zagreb 1980*

## PRILOGA

V prilogi so podani ugotovljeni normativi zbiranja in vlačjenja s traktorjem LKT-81. Normativi so izračunani takole: Regresijske enačbe produktivnega časa za posamezno opravilo smo povečali za neproduktivni čas. To smo naredili tako, da smo regresijske koeficiente pomnožili z razmerjem delovnega in produktivnega časa ( $K = T_d : T_p$ ) ugotovljenim pri proučevanju dela.

Pri vlačanju po vlaki smo čase računali iz regresij za polno in prazno vožnjo skupaj. Za apnenec smo upoštevali skupno regresijo za vlačenje navzgor in navzdol. Ravno tako smo naredili na neapnencu. Regresijske enačbe smo najprej povečali za neproduktivni čas in nato delili z maso povprečnega tovora za posamezne pogoje dela, kot je razvidno iz obrazca.

$$N = \frac{T_p \cdot D}{Q} ; T_p = f(s)$$

V obrazcu pomeni:

- N = časovni normativ min/tono
- $T_p$  = produktivni čas vlačjenja tovora na razdalji s. Razdalje smo podaljali v hm (hektometrih).  $T_p$  smo računali kot funkcijo razdalje (s).
- D = razmerje delovnega in produktivnega časa
- Q = masa tovora v tonah

Normativi so podani za zbiranje, rampanje, za zbiranje in rampanje skupaj in za vlačenje. Podani so za okoliščine dela kot so opredeljene v poglavjih 6 in 7.

Pri vlačanju so podani normativi le za vlačenje navzdol in navzgor. Za vlačenje RAVNO – je jemati normative za kategorijo NAVZGOR.

Snemanje smo opravili v ugodnih vremenskih prilikah ob suhem vremenu. Zato veljajo normativi le za te okoliščine. Ob mokrem vremenu in blatnih vlakah je potrebno predložene normative ustrezno korigirati.

Priloga 1: SPRAVILO Z LKT 81 – NORMATIVI ZBIRANJA

Povpre- čen kos  m <sup>3</sup>	A P N E N E C						NEAPNENEC (POHORJE)	
	P O G O J I D E L A							
	UGODNI		POVPREČNI		NEUGODNI		min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan
	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan		
0,10	8,23	58,3	12,19	39,4	13,28	36,1	9,52	50,4
0,15	5,92	81,1	12,54	56,2	9,43	50,9	7,12	67,4
0,20	4,77	100,6	6,71	71,5	7,51	63,9	5,93	80,9
0,25	4,07	117,9	5,62	85,4	6,36	75,5	5,22	91,9
0,30	3,61	133,0	4,89	98,2	5,59	85,9	4,73	101,5
0,40	3,03	158,4	3,98	120,6	4,63	103,7	4,13	116,2
0,50	2,69	178,4	3,43	139,9	4,05	118,5	3,78	127,0
0,60	2,46	195,1	3,06	156,9	3,67	130,4	3,55	135,2
0,70	2,29	209,6	2,80	171,4	3,39	141,6	3,37	142,4
0,80	2,17	221,2	2,61	183,9	3,18	150,9	3,25	147,7
1,00	1,99	241,2	2,33	206,0	2,90	165,5	3,06	156,9

Priloga 2: SPRAVILO Z LKT 81 – NORMATIVI RAMPANJA

Povpre- čen kos  m <sup>3</sup>	KAKOVOST RAMPNIH PROSTOROV							
	LEPI		SREDNJI		SLABI		SKUPNO APNENEC	
	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan
0,10	4,93	97,4	5,60	8,57	8,05	59,6	7,65	62,8
0,15	3,62	132,6	4,12	116,5	5,74	83,6	5,39	89,1
0,20	2,96	162,2	3,37	142,4	4,60	104,4	4,27	112,4
0,25	2,57	186,8	2,93	163,8	3,91	122,8	3,59	133,7
0,30	2,31	208,7	2,62	183,2	3,45	139,1	3,15	152,4
0,40	1,92	250,0	2,13	225,4	2,87	167,3	2,58	186,1
0,50	1,64	292,7	1,82	263,7	2,52	190,5	2,24	214,3
0,60	1,46	328,8	1,62	296,3	2,30	208,7	2,02	237,6
0,70	1,33	360,9	1,48	324,3	2,13	225,4	1,86	258,1
0,80	1,25	384,0	1,39	345,3	2,00	240,0	1,74	275,9
1,00	1,11	432,4	1,23	390,2	1,83	262,3	1,56	307,7

Priloga 3: SPRAVILO Z LKT 81 – NORMATIVI ZBIRANJA IN RAMPANJA

Povprečen koš m <sup>3</sup>	P O G O J I D E L A							
	Ugodni		Povprečni		Neugodni		Povpr. apnenec	
	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan	min/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /dan
0,10	12,52	38,3	19,54	24,5	12,30	22,5	17,59	27,3
0,15	9,12	52,6	13,58	35,4	15,17	31,6	12,57	38,2
0,20	8,32	57,7	10,60	45,3	12,09	39,7	10,04	47,8
0,25	6,40	7,50	8,81	54,5	10,25	46,8	8,53	56,3
0,30	5,72	83,9	7,61	63,1	9,02	53,2	7,53	63,7
0,40	4,87	98,6	6,12	78,4	7,48	64,2	6,28	76,4
0,50	4,36	110,1	5,23	91,8	6,57	73,1	5,52	87,0
0,60	4,02	119,4	4,63	103,7	5,95	80,7	5,02	95,6
0,70	3,78	127,0	4,21	114,0	5,51	87,1	4,67	102,8
0,80	3,60	133,3	3,89	123,4	5,18	92,7	4,40	109,1
1,00	3,34	143,7	3,44	139,5	4,72	101,7	4,02	119,4

Priloga 4: SPRAVILO Z LKT 81 – NORMATIVI VLAČENJA PO VLAKI

Razdalja vlačjenja m	A P N E N E C				N E A P N E N E C			
	Navzdol (N)		Navzgor (G)		Navzdol (N)		Navzgor (G)	
	min/ton	ton/dan	min/ton	ton/dan	min/ton	ton/dan	min/ton	ton/dan
100	1,63	293,9	2,13	225,8	1,16	413,8	1,57	305,7
200	2,58	186,3	3,35	143,1	1,69	284,0	2,30	208,9
300	3,46	138,9	4,50	106,7	2,25	213,3	3,05	157,3
400	4,27	112,5	5,56	86,4	2,83	169,6	3,83	125,3
500	5,02	95,7	6,53	73,5	3,42	140,4	4,64	103,4
600	5,70	84,2	7,42	64,7	4,03	119,1	5,47	87,7
700	6,32	76,2	8,23	58,4	4,66	103,0	6,33	75,8
800	6,87	69,8	8,95	53,6	5,26	91,3	7,22	66,5
900	7,36	65,2	9,58	50,1	6,00	80,0	8,13	59,1
1000	7,78	61,7	10,13	47,4	6,23	77,0	9,08	52,9
1100	8,14	58,9	10,60	45,3	6,95	69,1	10,04	47,8

