



Universitatea Transilvania din Braşov

Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere

**Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și
Măsurători Terestre**



**EVALUAREA PERFORMANTELOR UNOR
ECHIPAMENTE ŞI SISTEME TEHNICE
UTILIZATE ÎN OPERAȚII DE EXTRACȚIE,
TRANSPORT ŞI PRELUCRARE PRIMARĂ A
LEMNULUI**

**Prezentarea tezei de abilitare,
Braşov, 28 august 2015**



Cuprins:

Realizări științifice și profesionale

Planul de evoluție și dezvoltare a carierei



2. Evaluarea performanțelor ferăstrielor mecanice în operații de doborâre prin utilizarea unor procedee tehnice constând dintr-o singură tăietură de doborâre și implicații ale aninării arborilor

2.1. Introducere

2.2. Materiale și metode

2.2.1. Localizarea studiului

2.2.2. Colectarea datelor

2.2.3. Analiza datelor

2.3. Rezultate

2.3.1. Statistici descriptive

2.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp

2.3.3. Estimarea productivității

2.4. Concluzii



2. Evaluarea performanțelor ferăstrielor mecanice în operații de doborâre prin utilizarea unor procedee tehnice constând dintr-o singură tăietură de doborâre și implicații ale aninării arborilor

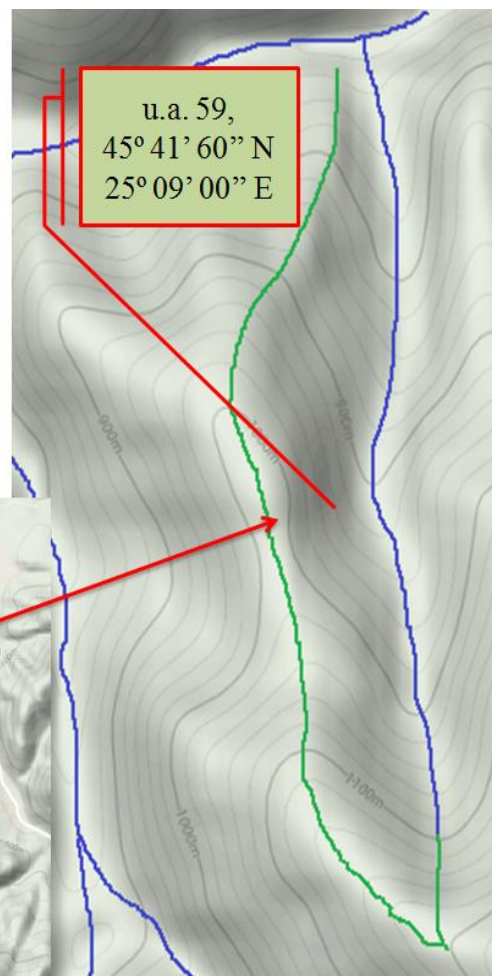
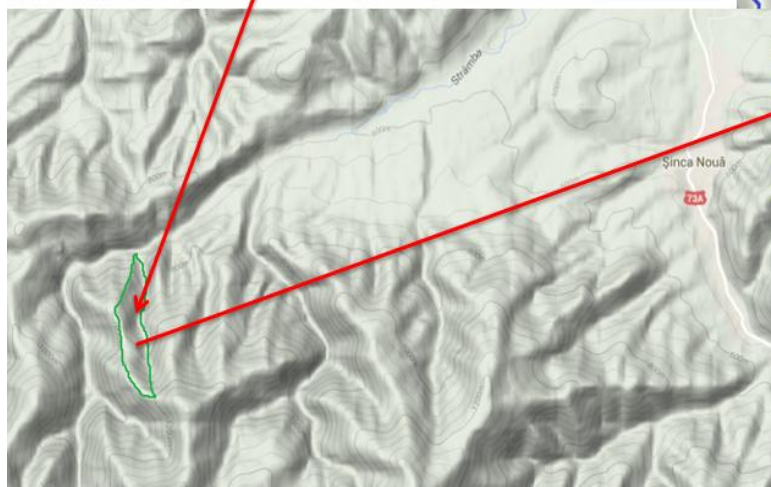
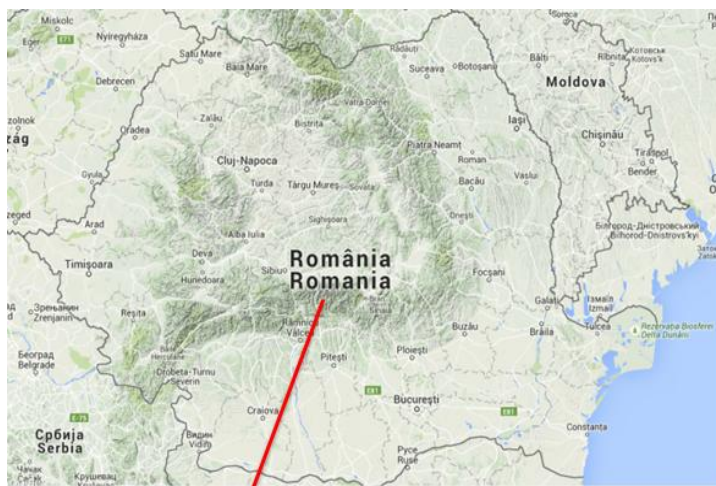
2.1. Introducere

- ▶ Utilizarea ferăstrielor mecanice:
 - ▶▶ *capabilitate;*
 - ▶▶ *mediu operațional.*
- ▶ Procedeele tehnice de execuție a operațiilor:
 - ▶▶ *funcționalitate;*
 - ▶▶ *funcții tehnice.*
- ▶ Efectul aninării arborilor în performanțele operațiilor de doborâre:
 - ▶▶ *nestudiat.*



2.2. Materiale și metode

2.2.1. Localizarea studiului



Suprafață: **6,5** ha;
Declivitate: **47%**;
Altitudine: **850** m;
Compoziție: FA+CA+ME;
Diametru: **12,8** cm;
Volum arbore mediu:
0,150 m³/fir;
Volum de extras: **74** m³;
Metodă: **trunchiuri și catarge**;
Ferăstrău mecanic: **H55**.



2.2. Materiale și metode

2.2.2. Colectarea datelor

- ▶ Prin implementarea unui studiu de timp;
- ▶ Fișe de teren & cronometre profesionale, cronometrare continuă, $N=413$;
- ▶ Organizarea muncii:

$$CMD = EM_{DAD} + EM_{ADTD} + EM_{ETD} + EM_{CA}$$

- ▶ Consumul de timp:

$$T_{CMD} = T_{DAD} + T_{ADTD} + T_{ETD} + T_{CA}$$

- ▶▶ realimentarea ferăstrăului - T_{RF} ;
- ▶▶ ascuțirea lanțului - T_{ALF} ;
- ▶▶ reparații sumare - T_{RSF} ;
- ▶▶ timpul consumat datorită diferitelor întârzieri (TI);
- ▶▶ timpul implicat de dezaninarea arborilor (T_{DA});
- ▶ Variabilele operaționale:
 - ▶▶ distanța dintre arborii de recoltat succesiv (DAD);
 - ▶▶ diametrul la înălțimea cioatei (DC);
 - ▶▶ diametrul la înălțimea pieptului (DP);
 - ▶▶ înălțimea arborelui (HA).



2.2. Materiale și metode

2.2.3. Analiza datelor

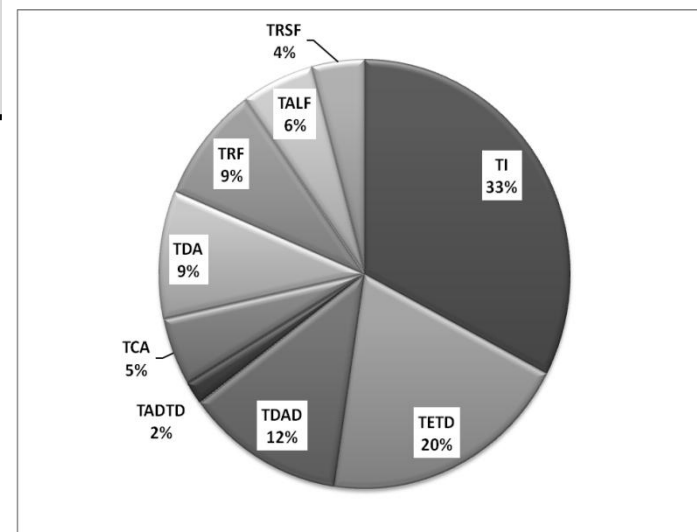
- ▶ Centralizare în MS Excel;
- ▶ Prelucrări suplimentare: timp, volumul fiecărui arbore (VA) în funcție de DP și HA ;
- ▶ Analiză statistică:
 - ▶▶ Detectarea multicoliniarității $R=0,5$;
 - ▶▶ Statistici descriptive;
 - ▶▶ Analiza regresiei $\alpha=0,001$ ($p<0,001$);
- ▶ Estimarea indicatorilor performanței productive:
 - ▶▶ pe baza producției realizate (estimate - P) și a consumului de timp;
 - ▶▶ productivitatea netă ($Pnet$) și productivitatea brută ($Pbrut$):
 - ▶▶▶ prin luarea în considerare a consumului de timp în care s-au executat doar activități productive - $Pnet1$;
 - ▶▶▶ prin luarea în considerare a consumului de timp cu activități productive și suportive ($TP+TS$) - $Pnet2$.
 - ▶▶▶ cel de-al doilea indicator, s-a calculat prin raportarea producției realizate (P) la consumul total de timp înregistrat în activitățile de teren, timp ce a inclus și întârzierile (TI) de diferite naturi ($TT=TP+TS+TI$).



2.3. Rezultate

2.3.1. Statistici descriptive

Denumire variabilă, abreviere, unitate de măsură	Media
Diametrul la înălțimea cioatei - DC (cm)	17,300
Diametrul la înălțimea pieptului - DP (cm)	13,110
Înălțimea arborelui - HA (m)	16,480
Volumul arborelui - VA (m ³)	0,150
Distanța între arborii de doborât - DAD (m)	5,000
Timpul consumat cu deplasarea între arborii de doborât - T_{CMDD} (s)	11,740
Timpul consumat cu alegerea direcției tehnice de doborât - T_{ADTD} (s)	1,630
Timpul consumat cu execuția tăieturii de doborâre - T_{ETD} (s)	18,640
Timpul consumat cu căderea arborelui - T_{CA} (s)	4,850
Timpul unui ciclu de muncă la doborâre, fără întârzieri - T_{CMD} (s)	36,870
Timpul consumat cu dezanierea arborelui - T_{DA} (s)	9,150





2.3. Rezultate

2.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp

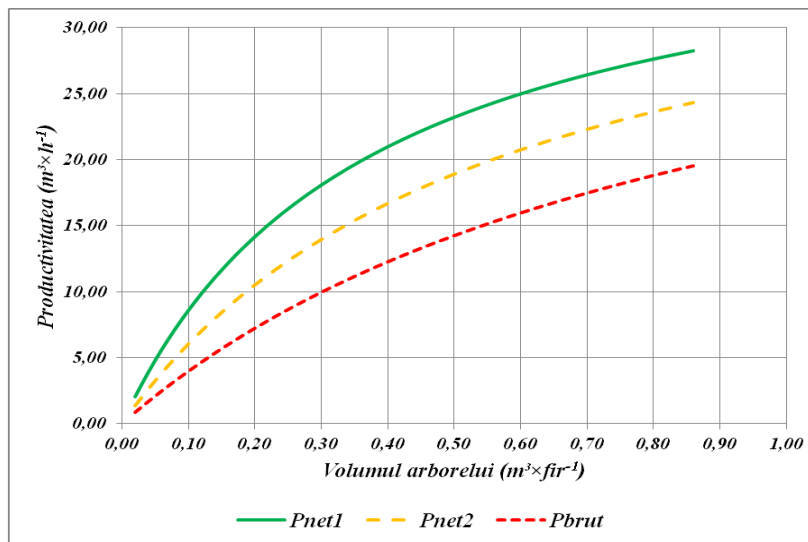
Modele empirice	Statisticile modelului				
	N	Semn. <i>F</i>	<i>R</i> ²	Variabila independentă	Valoare <i>a p</i>
$T_{DAD} (s) = 2,70 \times DAD (m) - 1,74$		<0,0001	0,56	<i>DAD</i>	<0,0001
$T_{ETD} (s) = 1,75 DC (cm) - 11,34$	413	<0,0001	0,77	<i>DC</i>	<0,0001
$T_{CMD} (s) = 2,28 \times DP (cm) + 2,93 \times DAD (m) - 7,75$		<0,0001	0,48	<i>DP</i>	<0,0001
				<i>DAD</i>	<0,0001



2.3. Rezultate

2.3.3. Estimarea productivității

Categoria de timp	Producție realizată (m ³)	<i>Pnet1</i> (m ³ ×h ⁻¹)	<i>Enet1</i> (h×m ⁻³)	<i>Pnet2</i> (m ³ ×h ⁻¹)	<i>Enet2</i> (h×m ⁻³)	<i>Pbrut</i> (m ³ ×h ⁻¹)	<i>Ebrut</i> (h×m ⁻³)
<i>TP</i> = 19006 sec.	60,2	11,36	0,088	-	-	-	-
<i>TS</i> = 7308 sec.	60,2	-	-	-	-	-	-
<i>TT</i> = 39084 sec.	60,2	-	-	-	-	5,54	0,180
<i>TI</i> = 12770 sec.	60,2	-	-	-	-	-	-
<i>TP+TS</i> = 26314 sec.	60,2	-	-	8,24	0,121	-	-





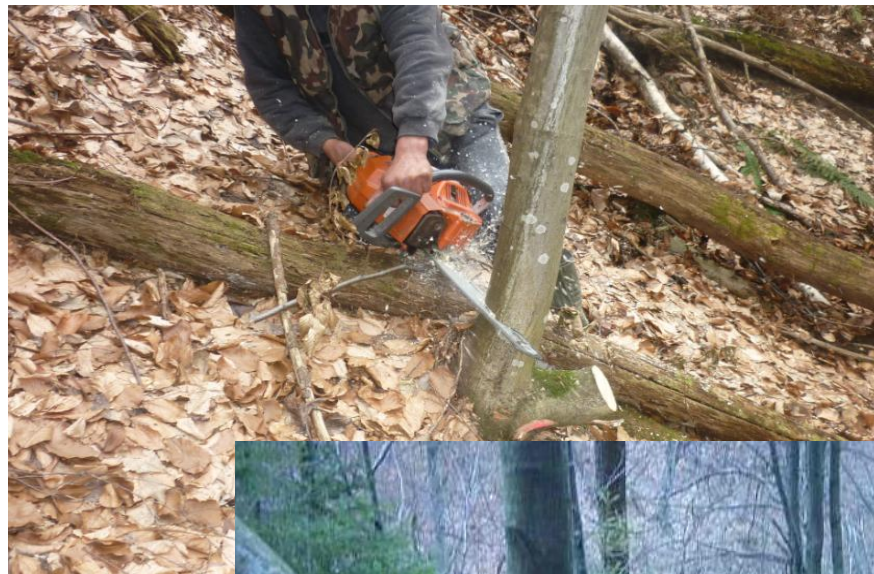
2.4. Concluzii

► Execuția tăieturii de doborâre = 19 sec., **dezaninare** = **9 sec.**, ciclu de muncă = 37 sec.;

► În modele, predictorii aleși au fost semnificativi;

► Productivitate scăzută: **5,54** $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$, prin includerea întârzierilor și de ordinul a **8,24** $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$ prin excluderea acestora.

► Circa **44** $\text{m}^3 \times \text{zi}^{-1}$, ceea ce o mașină multifuncțională poate realiza într-o oră;





3. Evaluarea modului de execuție a procedeeelor tehnice la doborârea arborilor cu ferăstraie mecanice

3.1. Introducere

3.2. Materiale și metode

3.2.1. Localizarea studiilor

3.2.2. Colectarea datelor

3.2.3. Analiza datelor

3.3. Rezultate

3.3.1. Statistici descriptive

3.3.2. Comparații între procedurile aplicate și cele recomandate

3.3.3. Pierderi de lemn: proceduri aplicate vs. proceduri recomandate

3.4. Concluzii



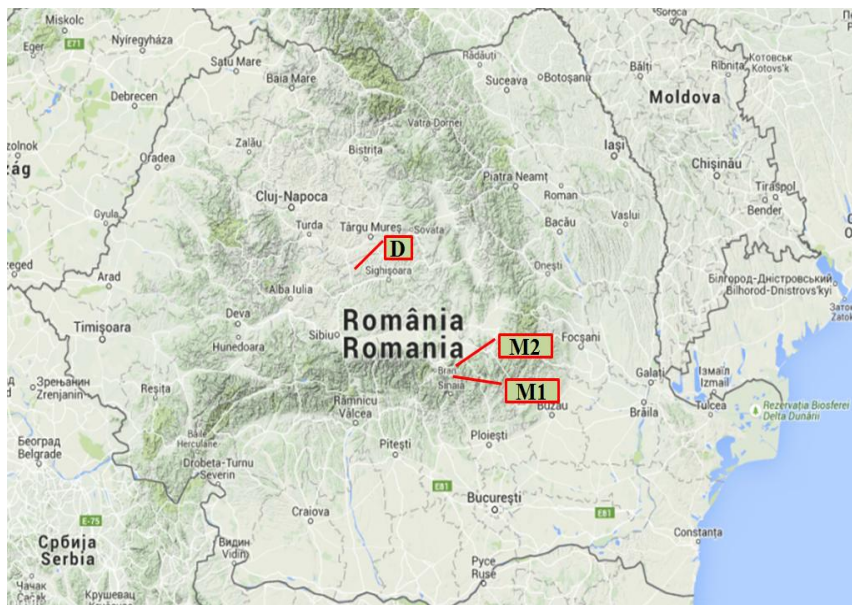
3.1. Introducere

- ▶ Ferăstraiele mecanice sunt încă utilizate pe scară destul de largă în operații de recoltare a lemnului;
- ▶ Doborârea arborilor se execută prin implementarea unor procedee tehnice care vizează securitatea muncii și economia de lemn;
- ▶ Consumul de lemn la doborâre este cel sub formă de rumeguș și cel din calupul tapei;
- ▶ Global (recoltare cu ferăstraie mecanice și colectare cu diferite mijloace) pierderile de lemn pot fi de ordinul a 5% din masa inițială;
- ▶ În România, consumurile de lemn au fost reglementate la 1-2%;
- ▶ În România, (MMFPS 2014), în sectorul economic al silviculturii și exploatarelor forestiere se înregistrează un număr de 106 accidente de muncă anual din care (**locul 2**):
 - ▶▶ 63 rezultă în incapacitate temporară de muncă;
 - ▶▶ **10 rezultă în dizabilități;**
 - ▶▶ **33 rezultă în deces;**
 - ▶▶ **26,9% din cele care rezultă în dizabilități și deces se datorează obiectelor și materialelor aflate în cădere;**
 - ▶▶ **21,2% din cele care rezultă în dizabilități și deces se datorează neefectuării operațiilor necesare privind asigurarea securității muncii/reevaluării corecte a riscurilor;**
 - ▶▶ În topul listei de non-conformități: **realizarea operațiilor forestiere de către personal necalificat.**



3.2. Materiale și metode

3.2.1. Localizarea studiilor



Abreviere	Specii aflate în compoziția arboretului	Tipul tratamentului	Intensitatea extracției, proporția volumului extras din volumul total (%)	Decliv. medie teren (%)
<i>M1</i>	Brad Molid Fag	Tăieri accidentale *	10	45
<i>M2</i>	Molid	Tăieri rase	100	25
<i>D</i>	Gorun Carpen Fag	Tăieri progresive	35	5

* Extragerea unor arbori de brad afectați de uscare



3.2. Materiale și metode

3.2.2. Colectarea datelor

▶ 3 studii de caz:

▶ ▶ După doborârea fiecărui arbore, s-au efectuat măsurători asupra:

- ▶ ▶ ▶ înălțimii arborelui (*HA*);
- ▶ ▶ ▶ diametrului la înălțimea pieptului (*DP*);
- ▶ ▶ ▶ diametrului la înălțimea cioatei (*DC*);
- ▶ ▶ ▶ adâncimii tapei (*AT*);
- ▶ ▶ ▶ adâncimii tăieturii din partea opusă tapei (*ATPOT*);
- ▶ ▶ ▶ și înălțimii maxime a tapei (*HT*).

▶ În total, s-au analizat în cele trei locații un număr de 348 de arbori doborâți (*M1*=15, *M2*=70, *D*=263).



3.2. Materiale și metode

3.2.3. Analiza datelor

- ▶ Bază de date MS Excel;
- ▶ Prescripții tehnice din literatura de specialitate privind dimensiunile tăieturilor de doborâre:

$$ATR (cm) = 0,333 \times DC$$

$$ATPOTR (cm) = 0,667 \times DC - 3,000$$

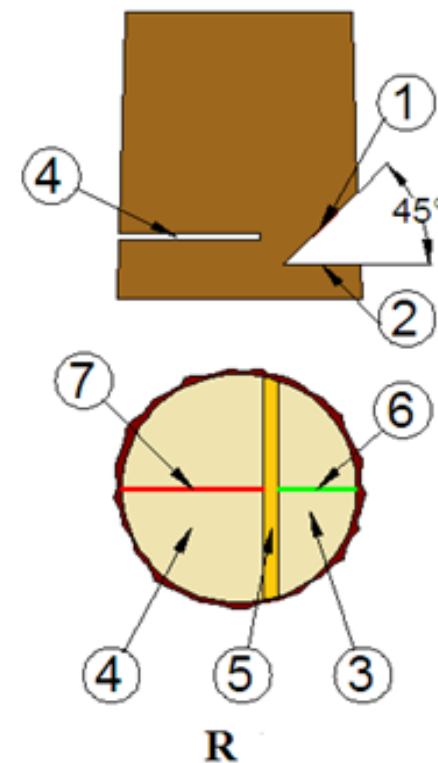
$$DTR = 45^\circ$$

$$LZF = 3 \text{ cm}$$

- ▶ Comparare statistică (Statistica 8.0):

AT-ATR, ATPOT-ATPOTR și IT-ITR

- ▶ Calculul volumului de lemn (potențial) pierdut în cele două scenarii (recomandat - *VLPR*, aplicat - *VLPA*);
- ▶ Estimarea ratei pierderilor de volum (*PV*) datorată aplicărilor tăieturilor de doborâre.

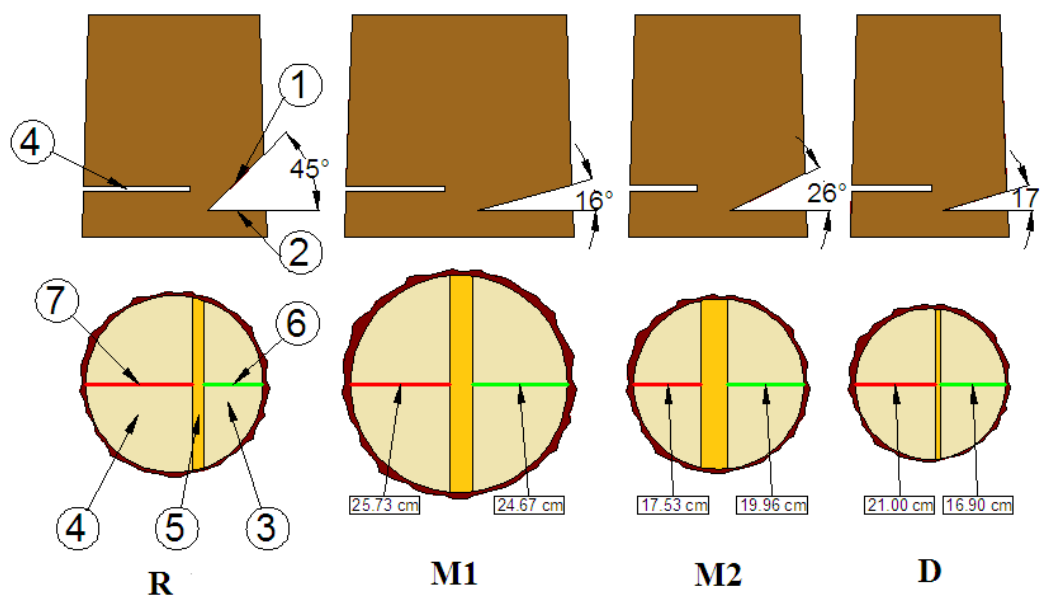




3.3. Rezultate

3.3.1. Statistici descriptive

Parchet/variabile	Număr de observații	Media (Mediana)*
M1		
<i>ATR</i> (cm)	15	18,760
<i>ATPOTR</i> (cm)	15	34,510
<i>ITR</i> (cm)	15	18,760
M2		
<i>ATR</i> (cm)	70	14,730
<i>ATPOTR</i> (cm)	70	26,470
<i>ITR</i> (cm)	70	14,730
D		
<i>ATR</i> (cm)	263	13,000*
<i>ATPOTR</i> (cm)	263	23,000*
<i>ITR</i> (cm)	263	13,000*



* Valoarea mediane a fost utilizată ca statistică descriptivă pentru datele ce nu au trecut testul de normalitate



3.3. Rezultate

3.3.2. Comparații între procedurile aplicate și cele recomandate

Parchet	Șiruri comparate	Tipul testului implementat	Valoarea p	Diferență semnificativă
<i>M1</i>	<i>AT-ATR</i> (cm)	t	=0,0870	-
	<i>IT-ITR</i> (cm)	t	<0,0001	*
	<i>ATPOT-ATPOTR</i> (cm)	t	=0,0613	-
	<i>VLPA-VLPR</i> (m ³)	Wilcoxon	=0,0006	*
<i>M2</i>	<i>AT-ATR</i> (cm)	t	<0,0001	*
	<i>IT-ITR</i> (cm)	t	<0,0001	*
	<i>ATPOT-ATPOTR</i> (cm)	t	<0,0001	*
	<i>VLPA-VLPR</i> (m ³)	Wilcoxon	<0,0001	*
<i>D</i>	<i>AT-ATR</i> (cm)	Wilcoxon	<0,0001	*
	<i>IT-ITR</i> (cm)	Wilcoxon	<0,0001	*
	<i>ATPOT-ATPOTR</i> (cm)	Wilcoxon	<0,0001	*
	<i>VLPA-VLPR</i> (m ³)	Wilcoxon	<0,0001	*

*Nivel de semnificație: $\alpha = 0,05$

Caracteristic a testată	Parchete comparate	Tipul testului	Valoarea p	Diferență semnificativă
<i>AT</i> (cm)	<i>M1-M2-D</i>	Kruskal-Wallis	=0,01305	*
<i>ATPOT</i> (cm)	<i>M1-M2-D</i>	Kruskal-Wallis	<0,00000	*
<i>IT</i> (cm)	<i>M1-M2-D</i>	Kruskal-Wallis	<0,00000	*
<i>VLPA</i> (m ³)	<i>M1-M2-D</i>	Kruskal-Wallis	<0,00000	*

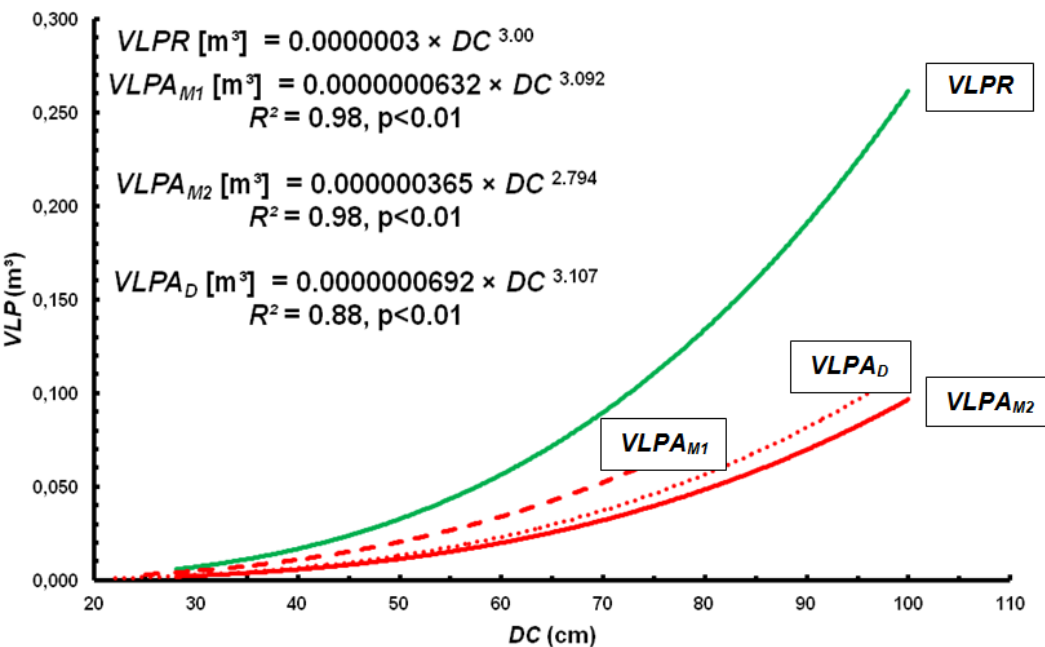
*Nivel de semnificație = 0.05



3.3. Rezultate

3.3.3. Pierderi de lemn: proceduri aplicate vs. proceduri recomandate

Parchetul	Volumul arborelui mediu ($m^3 \times fir^{-1}$)	Specii recoltate	% din volum pierdut ca VLPA	% din volum pierdut ca VLPR
<i>M1</i>	1,25	Brad	1,20	3,17
<i>M2</i>	1,30	Molid	1,11	1,74
<i>D</i>	0,72	Gorun Carpen Fag	0,89	2,25





3.4. Concluzii

- ▶ Diferențe semnificative între procedurile recomandate și cele efectiv aplicate pentru un același operator;
- ▶ Muncitorii au cunoștințe cu privire la procedurile recomandate;
- ▶ Diferențe semnificative între procedurile recomandate și cele efectiv aplicate inter-operator;
- ▶ Sporul în volumul pierdut prin aplicarea procedurilor recomandate nu este foarte mare;
- ▶ Extinderea studiilor, dezvoltare de programe de training, conștientizare, programe de evaluare periodică etc.



4. Performanțele operaționale la utilizarea atelajelor în operații de extracție a lemnului

4.1. Introducere

4.2. Materiale și metode

4.2.1. Localizarea studiilor

4.2.2. Colectarea datelor

4.2.3. Analiza datelor

4.3. Rezultate

4.3.1. Statistici descriptive

4.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp

4.3.3. Estimarea productivității

4.4. Concluzii



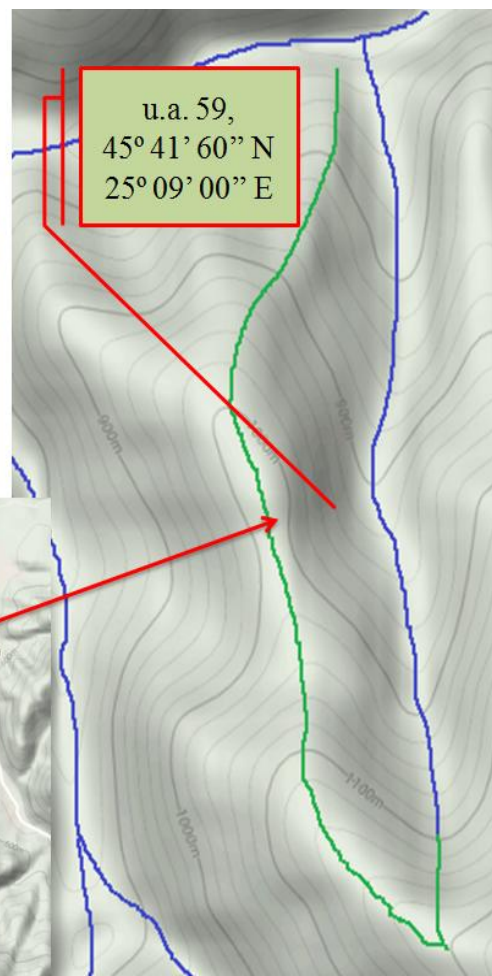
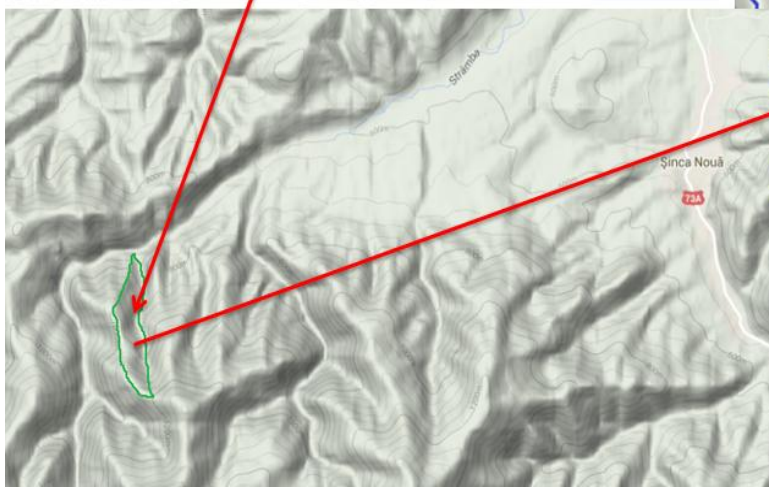
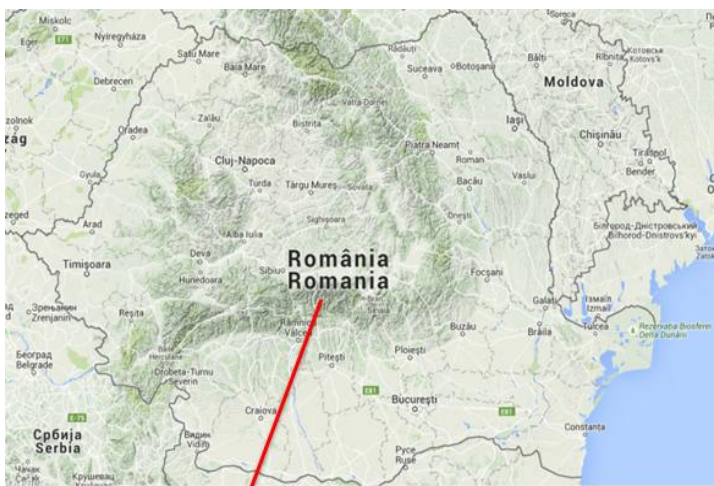
4.1. Introducere

- ▶ Încă reprezintă o alternativă tehnică viabilă (companii mici, fermieri), uneori reprezintă o tradiție;
- ▶ Performanțe de mediu îmbunătățite comparativ cu unele echipamente forestiere;
- ▶ Utilizabile în arborete dese, dimensiuni reduse ale arborilor;
- ▶ Efort ridicat și performanțe productive mai mici;
- ▶ Se utilizează frecvent atât în România cât și în alte țări;
- ▶ Fenomenul nu este unul izolat, nici vechi, și nici unul specific țărilor aflate în dezvoltare;



4.2. Materiale și metode

4.2.1. Localizarea studiului



Suprafață: **6,5** ha;
Declivitate: **47%**;
Altitudine: **850** m;
Compoziție: FA+CA+ME;
Diametru: **12,8** cm;
Volu arbore mediu:
0,150 m³/fir;
Volu de extras: **74** m³;
Metodă: *trunchiuri și catarge*.



4.2. Materiale și metode

4.2.2. Colectarea datelor

- ▶ Prin implementarea unui studiu de timp;
- ▶ Fișe de teren & cronometre profesionale, cronometrare continuă, $N=47$;
- ▶ Organizarea muncii:

$$CMCA = EM_{CG} + EM_{LS} + EM_{CP} + EM_{DS}$$

- ▶ Consumul de timp:

$$T_{CMCA} = T_{CG} + T_{LS} + T_{CP} + T_{DS}$$

- ▶▶ timpul consumat datorită diferitelor întârzieri (TI);

- ▶ Variabilele operaționale:

- ▶▶ distanța de colectare (DC);

- ▶▶ declivitatea traseelor de colectare (DTC);

- ▶▶ numărul de piese de lemn atașate la fiecare cursă în plin (NPL);

- ▶▶ diametrele (DGG , DCS) și lungimile (LPL) pieselor de lemn;

- ▶▶ numărul de opriri pe traseele de colectare (NO) care au fost necesare pentru

odihna animalului și refacerea capacității de muncă a acestuia.



4.2. Materiale și metode

4.2.3. Analiza datelor

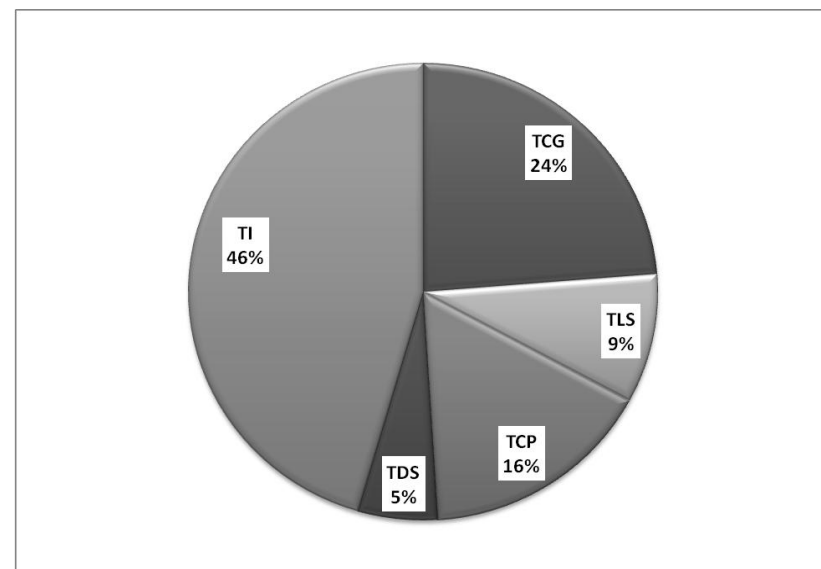
- ▶ Centralizare în MS Excel;
- ▶ Prelucrări suplimentare: timp, volumul sarcinii (VA) și lungimea sarcinii (LS);
- ▶ Analiză statistică:
 - ▶▶ Detectarea multicoliniarității $R=0,5$;
 - ▶▶ Statistici descriptive;
 - ▶▶ Analiza regresiei $\alpha=0,05$ ($p<0,05$);
- ▶ Estimarea indicatorilor performanței productive:
 - ▶▶ pe baza producției realizate (estimate - P) și a consumului de timp;
 - ▶▶ productivitatea netă (P_{net}) și productivitatea brută (P_{brut}):
 - ▶▶▶ prin luarea în considerare a consumului de timp în care s-au executat doar activități productive - P_{net} ;
 - ▶▶▶ prin raportarea producției realizate (P) la consumul total de timp înregistrat în activitățile de teren, timp ce a inclus și întârzierile (TI) de diferite naturi.



4.3. Rezultate

4.3.1. Statistici descriptive

Denumirea variabilei, abreviere, unitate de măsură	Media
Variabile operaționale	
Diametrul la capătul subțire, DCS (cm)	8,320
Diametrul la capătul gros, DCG (cm)	15,180
Lungimea piesei de lemn, LPL (m)	7,710
Volumul piesei de lemn, VPL (m ³)	0,090
Numărul de piese pe sarcină NPL	7,280
Lungimea sarcinii, LS (m)	11,240
Volumul sarcinii, VS (m ³)	0,684
Distanța de colectare, DC (m)	307,230
Declivitatea traseului de colectare, DTC (%)	12,520
Numărul de opriri pentru odihnă (NO)	0,910
Consum de timp	
Consum de timp la cursa în gol, T_{CG} (s)	407,230
Consum de timp la legarea sarcinii, T_{LS} (s)	157,000
Consum de timp la cursa în gol, T_{CP} (s)	276,450
Consum de timp la dezlegarea sarcinii, T_{DS} (s)	94,150
Timp pe ciclu de muncă de colectare fără întârzieri, T_{CMC} (s)	1671,00
Întârzieri, TI (s)	2607,110





4.3. Rezultate

4.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp

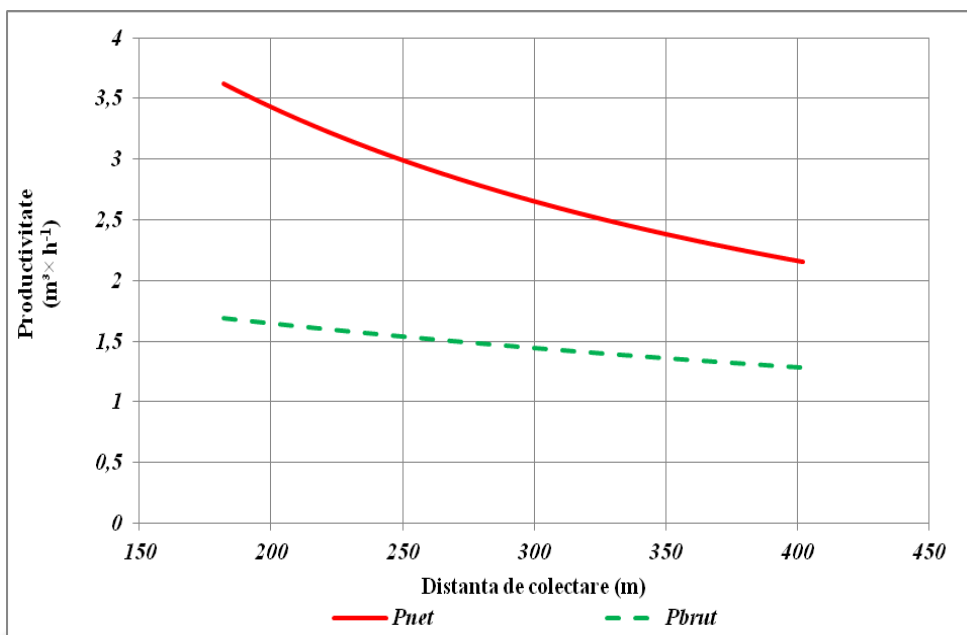
Model empiric	Statisticile modelului				
	<i>N</i>	Sig. <i>F</i>	<i>R</i> ²	Variabilă independentă	Valoarea <i>p</i>
$T_{CG} (s) = 0,98 \times DC (m) + 105,37$	47	<0,001	0,63	<i>DC</i> (m)	<0,001
$T_{LS} (s) = 25,84 \times NPL - 31,01$	47	<0,001	0,77	<i>NPL</i>	<0,001
$T_{CP} (s) = 132,88 \times VS (m^3) + 1,47 \times DC (m) - 66,49 \times DTC (\%)$	47	<0,001	0,59	<i>VS</i> (m ³)	=0,020
				<i>DC</i> (m)	<0,001
				<i>DTC</i> (%)	=0,040
$T_{DS} (s) = 10,76 \times NPL + 13,83$	47	<0,001	0,54	<i>NPL</i>	<0,001
$T_{CMC} (s) = 2,10 \times DC (m) + 32,05 \times NPL + 56,93$	47	<0,001	0,59	<i>DC</i> (m)	<0,001
				<i>NPL</i>	<0,001



4.3. Rezultate

4.3.3. Estimarea productivității

Categoria de timp	Producție realizată (m ³)	<i>P</i> _{net} (m ³ ×h ⁻¹)	<i>E</i> _{net} (h×m ⁻³)	<i>P</i> _{brut} (m ³ ×h ⁻¹)	<i>E</i> _{brut} (h×m ⁻³)
<i>TP</i> = 43937 sec.	32,158	2,635	0,380	-	-
<i>TT</i> = 80625 sec.	32,158	-	-	1,436	0,696
<i>TI</i> = 36688 sec.	32,158	-	-	-	-





2.4. Concluzii

- ▶ Consumul de timp la cursa în gol a fost afectat de distanță, cel de la cursa în plin de distanță, volumul sarcinii și declivitatea traseului, iar cel la nivelul unui ciclu de muncă de distanță și de numărul de piese atașate;
- ▶ Productivitate mică de ordinul a $1,4 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ pentru condițiile unei distanțe de colectare medii de circa 310 metri;
- ▶ Limitare la distanțe de extracție scurte;
- ▶ Tandem cu mijloace mecanizate de capacitate mare;
- ▶ Exinderea studiilor și în alte condiții operaționale, nivel populațional.





5. Evaluarea performanțelor operaționale ale tractoarelor skidder în operații de colectare a lemnului

5.1. Sinteza preocupărilor naționale și internaționale în evaluarea performanțelor tractoarelor skidder în operații de colectare a lemnului

5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu troliul montat pe tractor

Introducere, materiale și metode, rezultate și concluzii

5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

Introducere, materiale și metode, rezultate și concluzii



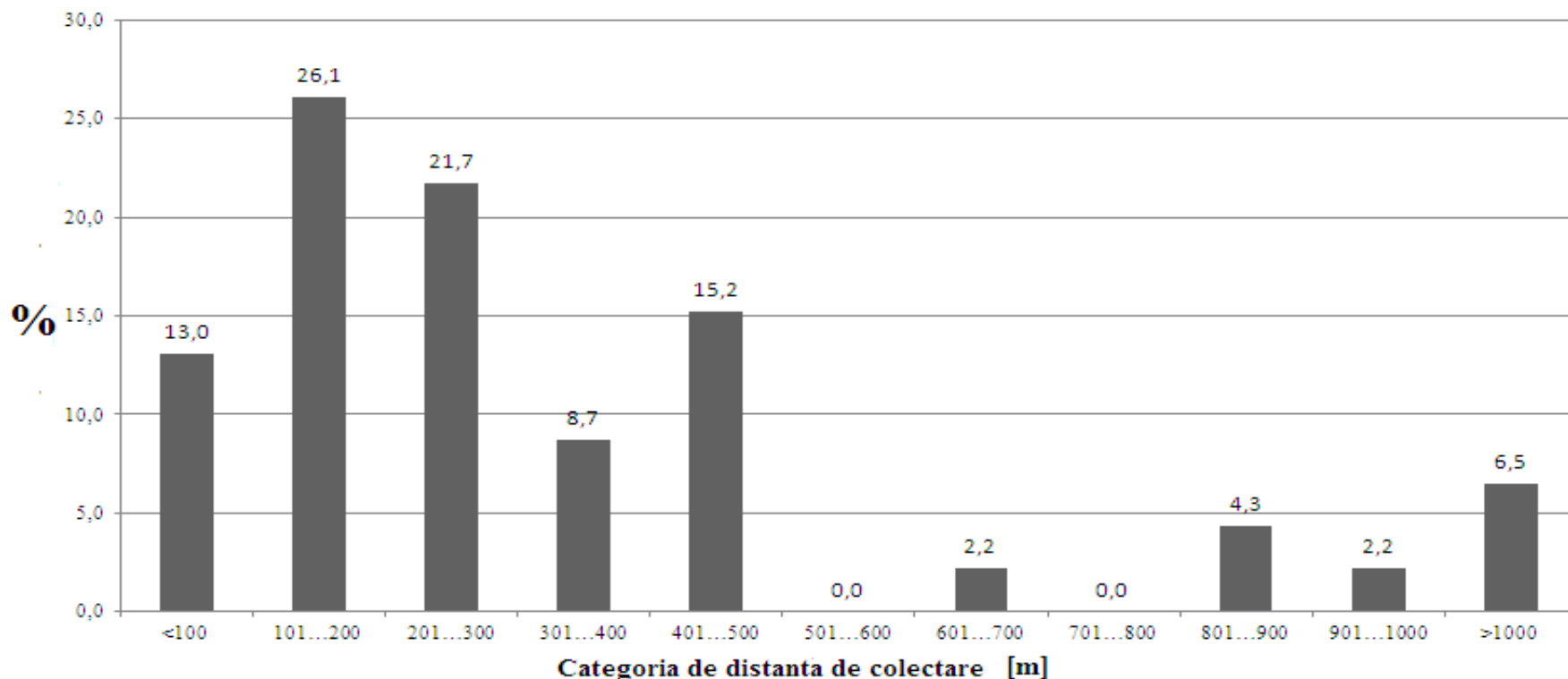
5.1. Sinteza preocupărilor naționale și internaționale în evaluarea performanțelor tractoarelor skidder în operații de colectare a lemnului

- ▶ Studiu de sinteză, toate sursele de date disponibile în română și în engleză;
- ▶ Cuvinte cheie: skidding, winch, grapple, clambunk, tractor, hauling etc.;
- ▶ 29 de studii, 56 de substudii (tratamente în studiul de față);
- ▶ Studiu narativ;
- ▶ Rezultate cheie:
 - ▶ ▶ 4 substudii în România (15 în Italia, 7 în Turcia, 8 în Iran);
 - ▶ ▶ Volumul arborelui mediu: $0,046 - 4,600 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$ (media de $1,320 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$);
 - ▶ ▶ Declivitatea terenului: 0-60%;
 - ▶ ▶ Deplasarea lemnului înspre amonte (24%);
 - ▶ ▶ Lungimi mult mai mari ale pieselor în cazul operațiilor românești;
 - ▶ ▶ Distanțe de adunat mai mari în cazul României;
 - ▶ ▶ Sarcini deplasate pe cursă mai mari în cazul României;
 - ▶ ▶ Distanțe de apropiat mai mari în cazul României;
 - ▶ ▶ Productivități mai mici în cazul României.



5.1. Sinteza preocupărilor naționale și internaționale în evaluarea performanțelor tractoarelor skidder în operații de colectare a lemnului

► Puțin studiate condițiile specifice de accesibilitate redusă.





5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.1. Introducere

- ▶ Operația de adunat este caracterizată de un nivel intermediar de mecanizare;
- ▶ Performanțele operaționale depind de cele individuale ale muncitorilor;
- ▶ Performanțele muncitorilor depind de mediul operațional;
- ▶ În condiții operaționale dificile (distanțe mari de adunat, declivități mari) efortul depus de muncitori este considerabil și afectează consumul de timp;
- ▶ În general, la adunatul cu trolul montat pe tractor, consumul de timp ocupă proporții însemnate în consumul total de timp productiv.



5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu troliul montat pe tractor

5.2.2. Localizarea studiilor



Specificații

Valori descriptive

Specificații	Valori descriptive
Nume	Bota - <i>M1</i> Pârâul din Mijloc - <i>M2</i>
Locație	45° 37' 31" N - 26° 09' 48" E 45° 39' 46" N - 26° 10' 12" E
Tratament și tipul tăierii	Tăieri accidentale Tăieri succesive
Suprafața (ha)	50,10 10,20
Declivitatea terenului (%)	47 58
Compoziția	75Brad-21Molid-4Fag 96Fag-3Molid-1Brad
Volum de extras (m ³)	414 3020
Volumul arborelui mediu (m ³ ×fir ⁻¹)	1,4 4,6



5.2. Evaluarea performanţelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.3. Colectarea datelor de teren

- ▶ Două tractoare: TAF 690 OP (*S1*) și TAF 657 (*S2*).
- ▶ $N = 569$: $N=208$ pentru *S1* în *M1*, $N= 284$ pentru *S2* în *M1*, $N=43$ pentru *S1* în *M2* și $N=34$ de observații pentru *S2* în *M2*.
- ▶ Organizarea muncii:
 $CMATT = EM_{PT} + EM_{TMC} + EM_{LP} + EM_{TMS} + EM_{DP}$
- ▶ Consumul de timp:
 $TATT = T_{PT} + T_{TMC} + T_{LP} + T_{TMS} + T_{DP}$
- ▶ Variabile operaționale:
 - ▶▶ diametrele la capetele groase și subțiri ale pieselor de lemn (*DCG*, *DCS*), lungimile pieselor (*LP*);
 - ▶▶ declivitatea terenului pe direcția de adunat (*DDA*);
 - ▶▶ distanța de adunat (*DA*);
 - ▶▶ direcția de adunat (înspre amonte, înspre aval) – *D*;
 - ▶▶ specia (*S*).





5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.4. Colectarea datelor

- ▶ Prin implementarea unui studiu de timp;
- ▶ Fișe de teren & cronometre profesionale, cronometrare continuă, $N=47$;
- ▶ Organizarea muncii:

$$CMCA = EM_{CG} + EM_{LS} + EM_{CP} + EM_{DS}$$

- ▶ Consumul de timp:

$$T_{CMCA} = T_{CG} + T_{LS} + T_{CP} + T_{DS}$$

- ▶▶ timpul consumat datorită diferitelor întârzieri (TI);

- ▶ Variabilele operaționale:

- ▶▶ distanța de colectare (DC);

- ▶▶ declivitatea traseelor de colectare (DTC);

- ▶▶ numărul de piese de lemn atașate la fiecare cursă în plin (NPL);

- ▶▶ diametrele (DGG, DCS) și lungimile (LPL) pieselor de lemn;

- ▶▶ numărul de opriri pe traseele de colectare (NO) care au fost necesare pentru

odihna animalului și refacerea capacității de muncă a acestuia.



5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.5. Centralizarea datelor și analiza statistică

- ▶ Bază de date MS Excel;
- ▶ Variabilele pe scară nominală (parchetul, echipa de muncă, direcția de adunat) au fost codificate;
- ▶ Volumele pe piese (**VP**) au fost calculate în aceleași foi prin utilizarea variabilelor de natură dendrometrică colectate în teren;
- ▶ Analiza a fost condusă în sensul unor studii de modelare-comparative:
 - ▶▶ testarea normalității datelor;
 - ▶▶ analiza multicolarității;
 - ▶▶ dezvoltarea de statistici descriptive;
 - ▶▶ modelare: $M1 \times S1$ (1), $M1 \times S2$ (1), $M2 \times S1$ (1), $M2 \times S2$ (1), $M1 \times S1 \times S2$ (2), $M2 \times S1 \times S2$ (2), $M1 \times M2 \times S1 \times S2$ (3);
 - ▶▶ comparare: $(M1 \times M2)$, $(S1 \times S2)$, $(S1 \times S2 \times M1)$, $(S1 \times S2 \times M2)$.



5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.6. Modele privind consumul de timp

Variabila explicată și cel mai bine estimat model (secunde)	R ²	F	Semn. F	Variabilă independentă	Valoarea p
	<i>MI×SI (N=208)</i>				
$T_{TMC} = -3,69 + 1,89 \times DA + 0,67 \times DDA - 11,11 \times D$	0,57	91,09	< 0,001	DA(m) DDA (%) D*	< 0,001 < 0,000 = 0,002
$T_{TMS} = 13,50 + 2,41 \times DA$	0,44	163,31	< 0,001	DA (m)	< 0,001
$T_{ATT} = 34,28 + 13,22 \times VP + 4,76 \times DA + 1,27 \times DDA - 27,05 \times D$	0,56	65,90	< 0,001	VP (m ³) DA (m) DDA (%) D*	= 0,006 < 0,000 = 0,003 = 0,003
	<i>MI×S2 (N=284)</i>				
$T_{TMC} = 1,74 + 2,11 \times DA + 0,49 \times DDA - 23,44 \times D$	0,48	89,19	< 0,001	DA (m) DDA (%) D*	< 0,001 = 0,001 < 0,001
$T_{TMS} = 1,47 + 2,84 \times DA + 0,31 \times DDA$	0,59	202,28	< 0,001	DA (m) DDA (%)	< 0,001 = 0,022
$T_{ATT} = 52,52 + 14,67 \times VP + 5,60 \times DA + 0,63 \times DDA - 35,17 \times D$	0,60	102,84	< 0,001	VP(m ³) DA(m) DDA(%) D*	= 0,002 < 0,001 = 0,039 < 0,001
	<i>M2×SI (N=43)</i>				
$T_{TMC} = -9,67 + 2,47 \times DA$	0,71	101,12	< 0,001	DA (m)	< 0,001
$T_{TMS} = 18,83 + 3,48 \times DA$	0,66	78,134	< 0,001	DA(m)	< 0,001
$T_{ATT} = 6,08 + 26,68 \times VP + 6,91 \times DA$	0,73	53,56	< 0,001	VP (m ³) DA (m)	= 0,008 < 0,001
	<i>M2×S2 (N=34)</i>				
$T_{TMC} = 3,32 + 2,48 \times DA$	0,76	103,72	< 0,001	DA(m)	< 0,001
$T_{TMS} = -26,12 + 8,46 \times DA$	0,46	27,56	< 0,001	DA (m)	< 0,001
$T_{ATT} = 48,32 + 12,85 \times DA$	0,64	52,29	< 0,001	DA (m)	< 0,001



5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.6. Modele privind consumul de timp

Variabila explicată și cel mai bine estimat model (secunde)	R^2	F	Semn. F	Variabilă independentă	Valoarea p
$MI \times S1 \times S2$ (N=492)					
$T_{TMC} = -1,44 + 2,01 \times DA + 0,60 \times DDA - 17,68 \times D$	0,51	167,56	< 0,001	DA (m)	< 0,001
				DDA (%)	< 0,001
				D^*	< 0,001
$T_{TMS} = 9,54 + 2,72 \times DDA$	0,53	534,44	< 0,001	DA (m)	< 0,001
$T_{ATT} = 32,34 + 14,52 \times VP + 5,30 \times DA + 0,83 \times DDA - 30,60 \times D + 30,60 \times S$	0,59	138,41	< 0,001	VP (m ³)	< 0,001
				DA (m)	< 0,001
				DDA (%)	= 0,001
				D^*	< 0,001
				S^{**}	= 0,001
$M2 \times S1 \times S2$ (N=77)					
$T_{TMC} = -2,13 + 2,40 \times DA$	0,71	190,52	< 0,001	DA (m)	< 0,001
$T_{TMS} = -73,18 + 22,74 \times VP + 4,92 \times DA + 81,55 \times S$	0,47	21,38	< 0,001	VP (m ³)	= 0,015
				DA (m)	< 0,001
				S^*	= 0,006
$T_{ATT} = -68,72 + 40,99 \times VP + 8,37 \times DA + 140,26 \times S$	0,66	47,27	< 0,001	VP (m ³)	< 0,001
				DA (m)	< 0,001
				S^{**}	< 0,001
$MI \times FA2 \times S1 \times S2$ (N=569)					
$T_{TMC} = -2,23 + 2,13 \times DA + 0,53 \times DDA - 17,52 \times D$	0,56	238,84	< 0,001	DA (m)	< 0,001
				DDA (%)	< 0,001
				D^*	< 0,001
$T_{TMS} = -22,05 + 9,82 \times VP + 3,05 \times DA + 0,59 \times DDA + 11,51 \times S$	0,44	108,73	< 0,001	VP (m ³)	< 0,001
				DA (m)	< 0,001
				DDA (%)	< 0,001
				S^{**}	< 0,001
$T_{ATT} = -5,21 + 25,80 \times VP + 5,82 \times DA + 1,29 \times DDA - 17,70 \times D + 30,27 \times S$	0,60	155,49	< 0,001	VP (m ³)	< 0,001
				DA (m)	< 0,001
				DDA (%)	= 0,017
				D^*	< 0,001
				S^{**}	< 0,001



5.2. Evaluarea performanțelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.7. Consumul de timp pe elemente de muncă

Blocul	Proporția de participare a consumului de timp în ciclul de muncă de adunat					
	T_{PT}	T_{TMC}	T_{LP}	T_{TMS}	T_{DP}	T_{ATT}
$M1 \times S1$	10	27	17	39	7	100
$M1 \times S2$	11	25	13	39	12	100
$M2 \times S1$	8	24	17	46	5	100
$M2 \times S2$	12	18	14	47	9	100

Specificații	Tratament	Statistici descriptive				
		Sume	Mediana ± Ab.St.	Min	Max	Ampl.
Declivitatea pe direcția de adunat, DDA (%)	$M1 \times S1$	-	20,0±12,8	3	63	60
	$M1 \times S2$	-	20,0±13,9	2	70	68
	$M2 \times S1$	-	35,0±16,1	5	61	56
	$M2 \times S2$	-	22,5±15,1	5	50	45
Distanța de adunat, DA (m)	$M1 \times S1$	-	18,0±12,9	1	52	52
	$M1 \times S2$	-	20,0±12,7	2	60	58
	$M2 \times S1$	-	23,0±24,4	2	85	83
	$M2 \times S2$	-	13,0±17,3	3	65	62



5.2. Evaluarea performanţelor la adunatul cu trolul montat pe tractor

5.2.8. Comparaţii între tratamente

Variabila comparată = <i>TATT</i>	<i>N</i>	Suma ranguri	Test Kruskal-Wallis	Valoarea <i>p</i>
<i>M1×M2</i>				
<i>M1</i>	492	134907	15,687	0,0001
<i>M2</i>	77	27258		
<i>S1×S2</i>				
<i>S1</i>	351	65811	8,641	0,0033
<i>S2</i>	218	96354		
<i>S1×S2×M1</i>				
<i>S1</i>	208	45384	14,285	0,0002
<i>S2</i>	284	75894		
<i>S1×S2×M2</i>				
<i>S1</i>	43	1679	< 0,000	0,9836
<i>S2</i>	34	1324		



5.3. Evaluarea performanțelor la adunatul cu troliul montat pe tractor

5.2.9. Concluzii

- ▶ Distanța de adunat reprezintă, poate, cel mai important factor la explicarea variației consumului de timp în operații de adunat;
- ▶ Declivitatea traseului de adunat afectează variația consumului de timp mai ales în cazul acelor elemente de muncă executate manual și la nivel ce ciclu de muncă;
- ▶ Direcția de adunat afectează variația consumului de timp mai ales în cazul acelor elemente de muncă executate manual și la nivel ce ciclu de muncă;
- ▶ Mărimea eșantioanelor poate releva sau ascunde efectele unor variabile operaționale în consumul de timp;
- ▶ Tractarea mecanică a pieselor de lemn a consumat cel mai mult timp;
- ▶ Consumul de timp cu poziționarea și asigurarea stabilității tractorului poate fi contextual;
- ▶ Performanța la operațiile de adunat cu troliul montat pe tractor diferă în raport cu caracteristicile mediului operațional și cu comportamentul operațional al echipelor de muncă, în limitele testelor neparametrice aplicate, aspecte ce ar trebui luate în considerare atunci când se dezvoltă modele empirice pentru estimarea consumului de timp.



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.1. Introducere

- ▶ Indiferent de funcțiile pe care le îndeplinesc pădurile, gestionarea adecvată a acestora implică existența unei rețele de transport dezvoltată la parametri optimi;
- ▶ *Soluția zero* nu este posibilă;
- ▶ Desimea rețelei în România: 6,1 m drum/ha și frecvent distanțe de colectare mari;
- ▶ Se preconizează construcția a încă 6500 km de drum forestier, probabil în condiții de versant;
- ▶ Vor genera investiții substanțiale și vor trebui amplasate optim;
- ▶ Tractoarele se folosesc în mod majoritar în operații de colectare a lemnului în România;
- ▶ Rolul modelelor empirice privind consumul de timp și productivitatea muncii în dimensionarea rețelei de transport.

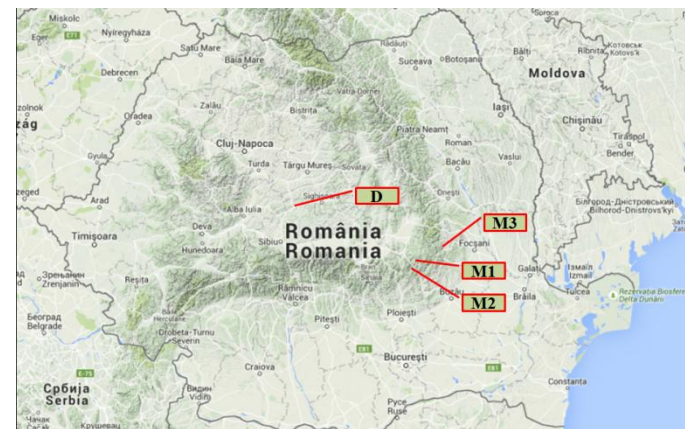


5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.2. Surse de date

► 6 studii de timp (*ST1-ST6*) în patru parchete (*M1, M2, M3, D*) în 2013 și 2014.

► TAF 690 OP - *S1* (4 studii), TAF 657 - *S2* (2 studii), care au fost operate de câte o formație de muncă compusă din câte doi muncitori, dintre care un tractorist și un legător, având experiențe în muncă diferite.



Abrevierea parchetului	Localizarea parchetului	Felul tăierii	Suprafața parchetului (ha)	Volumul arborelui mediu ($m^3 \times fir^{-1}$)	Declivitatea medie a terenului (%)
<i>M1</i>	45° 37' 44" N 26° 09' 50" E	Accidentală	50,10	1,40	47
<i>M2</i>	45° 39' 46" N 26° 10' 12" E	Succesivă	10,20	4,60	58
<i>M3</i>	45° 48' 32" N 26° 39' 12" E	Progresivă	25,50	2,50	30
<i>D</i>	46° 10' 50" N 24° 40' 54" E	Progresivă	7,30	1,10	5



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.3. Colectarea și prelucrarea datelor

- ▶ S-au implementat studii de timp detaliate la nivel de element de muncă;

$$CMCT = EM_{CG} + EM_{PT} + EM_{TMC} + EM_{LP} + EM_{TMS} + EM_{DP} + EM_{AS} + EM_{CP} + EM_{DS} + EM_{PP}$$

$$TCT = T_{CG} + T_{PT} + T_{TMC} + T_{LP} + T_{TMS} + T_{DP} + T_{AS} + T_{CP} + T_{DS} + T_{PP} \text{ și } TI$$

- ▶ Variabile operaționale colectate în teren: *DCG*, *DCS*, *LP*, *S*, *DA*, *DDA*, *D*, *NP*, *DAP*, *DTA*;

- ▶ Centralizare în MS Excel;

- ▶ Variabilele operaționale *VP* și *VS* s-au calculat la birou;

- ▶ Consumul de timp s-a regrupat pe operații:

$$TCT = TATT + TAP$$

- ▶ Unele variabile operaționale s-au exclus din analize ulterioare.



5.3. Evaluarea performanţelor în operaţii de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populaţional

5.3.4. Designul statistic și analiza datelor

- ▶ Tratamentele individuale ($M1-M5, D$) respectiv tratamentul global (G).
- ▶ Studii observaționale tipice de modelare:
 - ▶ ▶ testarea normalității datelor (testul Shapiro-Wilk, $\alpha=0,01, p>0,01$);
 - ▶ ▶ analiza multicolarității (matricea corelației, $R=0,5$);
 - ▶ ▶ dezvoltarea statisticilor descriptive;
 - ▶ ▶ testarea normalității datelor (testul Shapiro-Wilk, $\alpha=0,01, p>0,01$);
 - ▶ ▶ modelare ($\alpha=0,05, p<0,05$ pentru modelul global al regresiei respectiv $\alpha=0,05, p<0,05$ pentru fiecare variabilă independentă);
 - ▶ ▶ calcularea proporțiilor de participare a întârzierilor în timpul total consumat la locul de muncă;
 - ▶ ▶ estimarea indicatrilor performanțelor productive.



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.5. Statistici descriptive

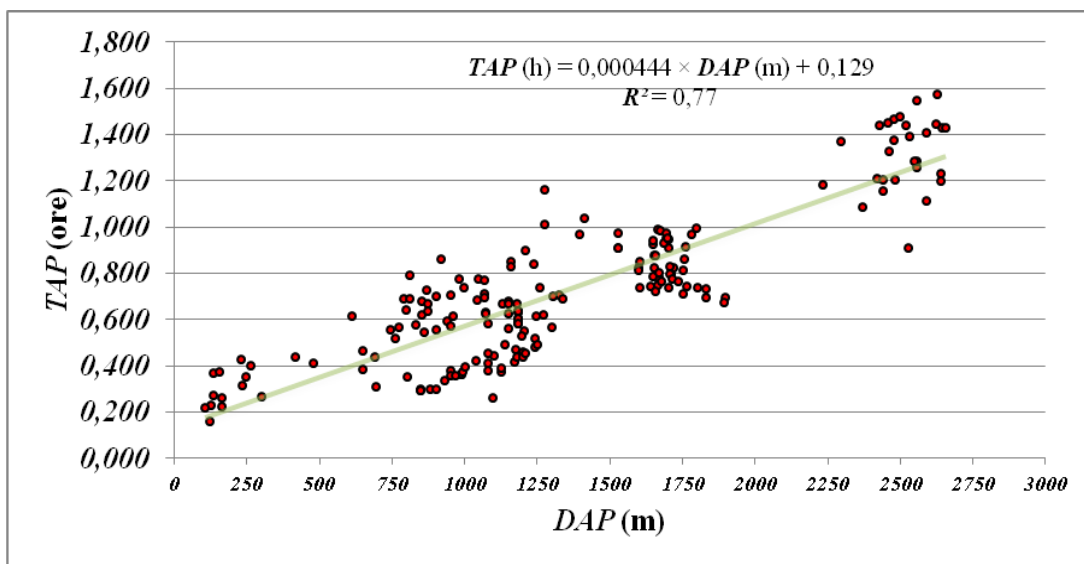
Tratament	Variabila, unitatea de măsură	N	Statistica descriptivă					Sume
			Valoarea minimă	Valoarea maximă	Ampl. de variație	Mediana	Abaterea standard	
<i>G</i>	<i>DA</i> (m)	190	2,63	79,33	76,60	16,55	± 12,23	-
	<i>NP</i>	190	1,00	13,00	12,00	5,00	± 2,54	955
	<i>VS</i> (m ³)	190	1,50	12,43	10,93	5,66	± 1,69	1109,04
	<i>DAP</i> (m)	190	107,00	2657,00	2550,00	1199,00	± 633,40	-
	<i>TATT</i> (ore)	190	0,03	0,76	0,76	0,20	± 0,11	40,431
	<i>TAP</i> (ore)	190	0,16	1,57	1,41	0,70	± 0,32	138,813
	<i>TCT</i> (ore)	190	0,28	1,94	1,66	0,90	± 0,33	179,245



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.6. Modele globale pentru estimarea consumului de timp

Model empiric	Statisticile modelului				
	<i>N</i>	Sig. <i>F</i>	<i>R</i> ²	Var. indep.	Val. <i>p</i>
$TCT (h) = 0,0115 + 0,0056 \times DA (m) + 0,0446 \times NP + 0,0004 \times DAP (m)$	190	<0,05	0,70	<i>DA</i> (m) <i>NP</i> <i>DAP</i> (m)	< 0,05 < 0,05 < 0,05
$TATT (h) = 0,0044 \times DA (m) + 0,0279 \times NP - 0,0115$	190	<0,05	0,51	<i>DA</i> (m) <i>NP</i>	< 0,05 < 0,05





5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.7. Structura consumului de timp

Tratament	Variabila, unitatea de măsură	Statistica descriptivă					
		TATT	TAP	TCT	TP*	TI	TTLM**
M1×S1	Consum timp (ore)	8,972	23,686	32,658	32,658	33,391	66,049
	Proporția din TCT (%)	24,47	72,53	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	49,45	50,55	100,00
M1×S2	Consum timp (ore)	13,138	29,501	42,639	42,639	32,166	74,805
	Proporția din TCT (%)	30,81	69,19	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	57,00	43,00	100,00
M2×S1	Consum timp (ore)	1,649	20,633	22,282	22,282	26,730	49,012
	Proporția din TCT (%)	7,22	92,78	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	45,46	54,54	100,00
M2×S2	Consum timp (ore)	2,921	12,264	19,186	19,186	44,419	63,605
	Proporția din TCT (%)	15,22	84,78	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	30,16	69,84	100,00
M3×S1	Consum timp (ore)	5,256	12,217	17,473	17,473	6,795	24,268
	Proporția din TCT (%)	30,08	69,92	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	72,00	28,00	-
M4×S1	Consum timp (ore)	8,494	36,513	45,007	45,007	18,652	63,659
	Proporția din TCT (%)	19,66	80,34	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	23,57	76,43	100,00
G	Consum timp (ore)	40,431	138,813	179,245	179,245	162,153	341,398
	Proporția din TCT (%)	22,56	77,44	100,00	-	-	-
	Proporția din TTLM (%)	-	-	-	52,50	47,50	100,00

Notă: TP* - timp productiv, nu include consumul de timp la operații în platformele primare, TP=TCT; TTLM** - timp total la locul de muncă, nu include operațiile din platformele primare



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.8. Indicatori ai performanței productive

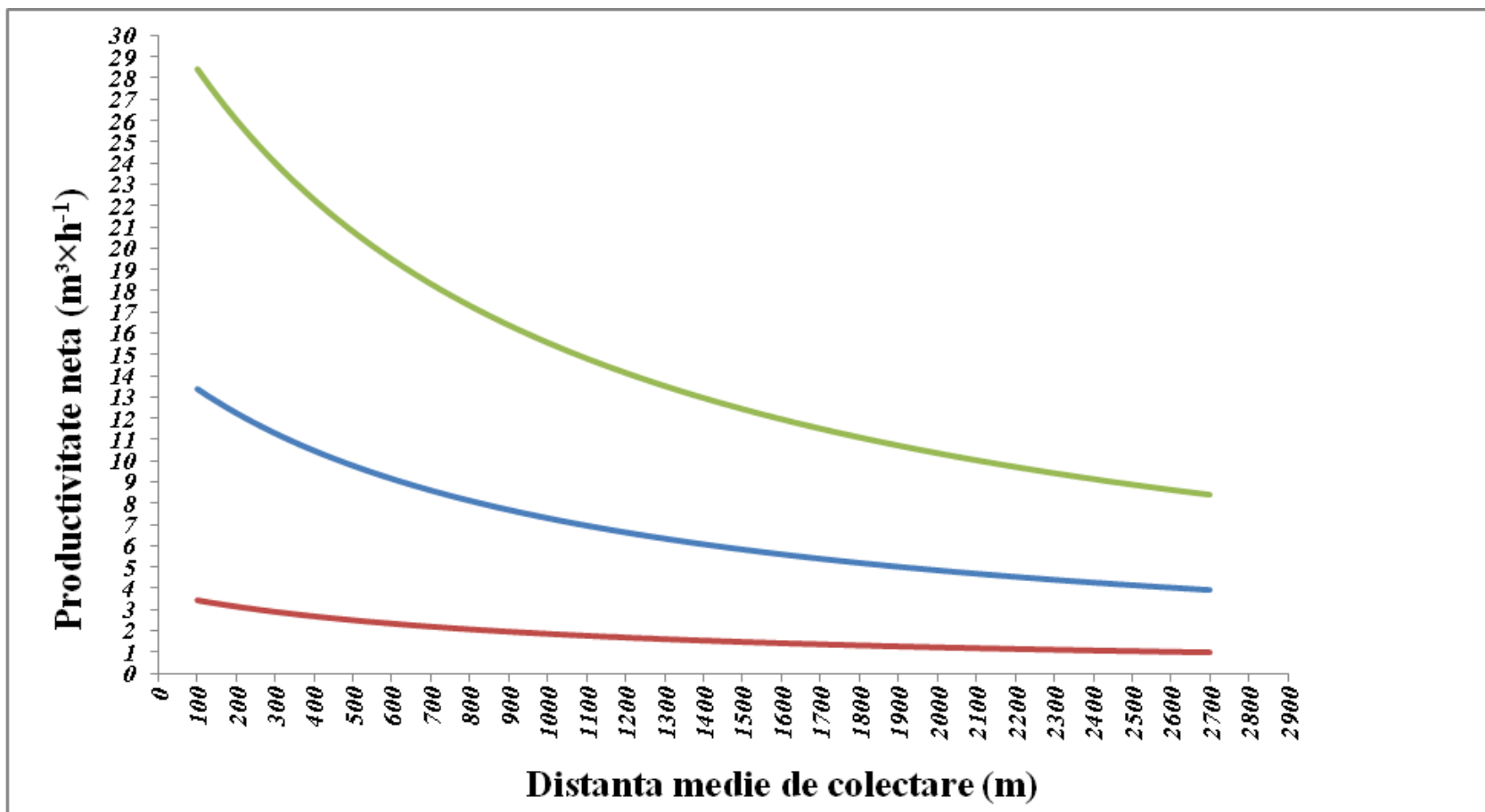
Tratamentul	TP* (h)	TTLM** (h)	Producție realizată (m ³)	<i>P</i> _{net} (m ³ ×h ⁻¹)	<i>E</i> _{net} (h×m ⁻³)	<i>P</i> _{brut} (m ³ ×h ⁻¹)	<i>E</i> _{brut} (h×m ⁻³)
<i>M1</i> × <i>S1</i>	32,658	66,049	267,28	8,184	0,122	4,047	0,247
<i>M1</i> × <i>S2</i>	42,639	74,805	247,57	5,806	0,172	3,310	0,302
<i>M2</i> × <i>S1</i>	22,282	49,012	93,98	4,218	0,237	1,917	0,522
<i>M2</i> × <i>S2</i>	18,186	63,605	64,50	3,547	0,282	1,014	0,986
<i>M3</i> × <i>S1</i>	17,473	24,268	220,75	12,634	0,079	9,096	0,110
<i>M4</i> × <i>S1</i>	45,007	63,652	214,97	4,776	0,209	3,377	0,296
G	179,245	341,398	1109,04	6,187	0,162	3,249	0,308

Notă: *TP** - timp productiv, nu include consumul de timp la operații în platformele primare, *TP*=*TCT*; *TTLM*** - timp total la locul de muncă, nu include operațiile din platformele primare



5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.8. Indicatori ai performanței productive





5.3. Evaluarea performanțelor în operații de colectare a lemnului cu tractoare skidder pe baza unor date colectate la nivel populațional

5.3.9. Concluzii

- ▶ Modelele dezvoltate acoperă o plajă largă de variație a factorilor operaționali;
- ▶ Modelele pot fi utilizate în:
 - ▶ ▶ studii privind dimensionarea rețelei de transport;
 - ▶ ▶ estimarea costurilor de producție;
 - ▶ ▶ estimarea performanțelor de mediu etc.
- ▶ Rezultatele au indicat o proporție însemnată a consumului de timp cauzat de întârzieri;
- ▶ O gestionare adecvată a timpului la locul de muncă poate conduce la creșteri în productivitate;
- ▶ Distanțele de colectare exagerat de mari afectează semnificativ productivitatea în operații de colectare cu tractoare.



6. Evaluarea performanţelor echipamentelor de procesare ataşate unor instalaţii cu pilon

6.1. Introducere

6.2. Materiale și metode

6.2.1. Localizarea studiilor

6.2.2. Colectarea datelor

6.2.3. Analiza datelor

6.3. Rezultate

6.3.1. Statistici descriptive

6.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp

6.3.3. Estimarea productivității

6.4. Concluzii



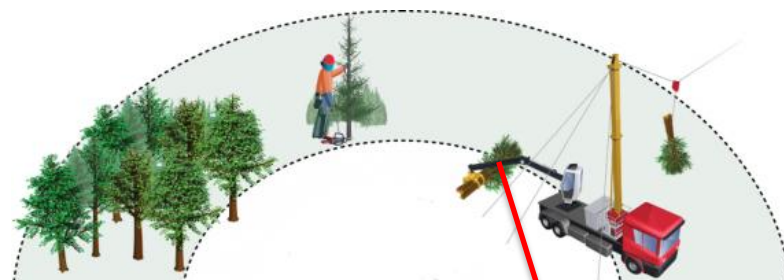
6.1. Introducere

- ▶ România: aproximativ 150 de funiculare;
- ▶ Prestație ecologică superioară la colectarea lemnului comparativ cu echipamentele ce utilizează solul drept suport la deplasare;
- ▶ Instalațiile cu cablu: clasic vs. IP;
- ▶ PTY: dezvoltate în țările central europene, unde au o tradiție mare în utilizare;
- ▶ PTY: costuri ridicate de operare și consum important de energie;
- ▶ PTY: limitate tehnic la distanțe de extracție scurte-medii;
- ▶ PTY: consum de timp important ca pondere pentru operațiile de procesare în platforma primară, dar (probabil) mult mai performante comparativ cu sistemele tradiționale românești.



6.2. Materiale și metode

6.2.1. Locația studiului, organizarea muncii și descrierea echipamentului studiat



Parchet	Suprafață (ha)	Compoziția arboretului	Vârsta (ani)	Diametrul mediu (cm)	Înălțimea medie (m)	Volumul arborelui mediu (m ³)
<i>R1</i>	15,4	Molid	50	21	20	0,224
<i>R2</i>	13,5	Molid	50	15	17	0,128



6.2. Materiale și metode

6.2.2. Colectarea și analiza datelor

- ▶ Studiu de timp, design statistic de modelare, proceduri de culegere video;
- ▶ $N = 135$;
- ▶ diametrul la înălțimea pieptului (DP);
- ▶ înălțimea arborelui (HA);
- ▶ diametrele la capătul gros și subțire (DCG , DCS) și lungimea (LP);
- ▶ volumul arborelui - VA , numărul de secționări pe arbore - NS .



6.2. Materiale și metode

6.2.2. Colectarea și analiza datelor

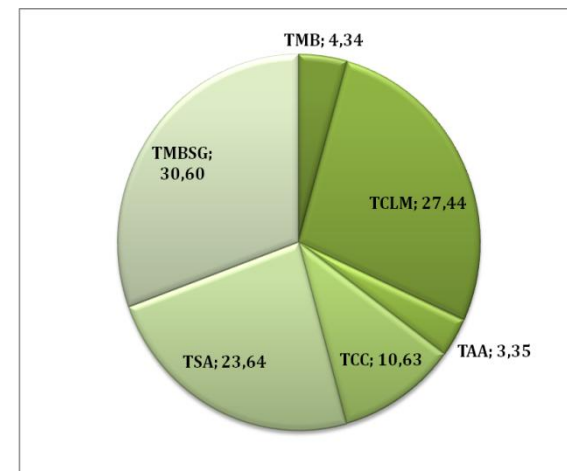
Numele și descrierea elementelor de muncă (timp)	Abrevieri	
	Element de muncă	Element de timp
Mișcarea brațului de la locul de repaus la primul arbore de procesat și înapoi la locul de repaus, după terminarea sarcinilor	EM_{MB}	T_{MB}
Curățirea locului de muncă de crăci	EM_{CLM}	T_{CLM}
Apucarea arborelui	EM_{AA}	T_{AA}
Curățirea de crăci	EM_{CC}	T_{CC}
Secționarea arborelui	EM_{SA}	T_{SA}
Mișcarea brațului între stivele de lemn și/sau grămada de crăci	EM_{MBSG}	T_{MBSG}
Întârzieri de natură personală	-	TIP
Întârzieri de natură operațională	-	TIO
Ciclu de muncă la procesare	$CMPA$	TPA



6.3. Rezultate

6.3.1. Statistici descriptive

(Denumirea) Abrevierea variabilei și unitate de măsură	N, Sume	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Mediana	Abaterea standard
Număr de arbori procesați - <i>NA</i>	135	-	-	-	-
Diametrul la înălțimea pieptului - <i>DP</i> (cm)	-	10,0	42,0	20,00	±6,87
Înălțimea arborelui - <i>HA</i> (m)	-	4,0	25,0	14,00	±4,75
Volumul arborelui - <i>VA</i> (m ³)	36,92	0,020	1,206	0,208	±0,224
Număr de secționări - <i>NS</i>	500	1	9	4	±1,49
<i>T_{MB}</i> (s)	453,1	0,81	15,00	3,00	±2,36
<i>T_{CLM}</i> (s)	2867,9	0,00	135,25	15,17	±22,86
<i>T_{AA}</i> (s)	350,6	1,00	15,67	2,00	±1,84
<i>T_{CC}</i> (s)	1111,1	0,00	52,37	6,00	±8,27
<i>T_{SA}</i> (s)	2470,6	4,00	50,00	17,00	±8,24
<i>T_{MBSG}</i> (s)	3198,7	6,50	96,00	21,00	±13,18
<i>TPA</i> (s)	10452,0	26,00	288,50	70,38	±38,16
<i>TIP</i> (s)	343,3	-	-	-	-
<i>TIO</i> (s)	387,4	-	-	-	-

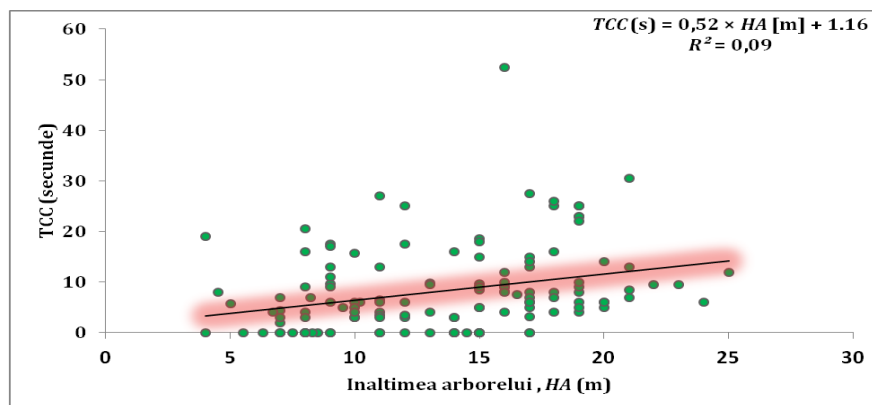
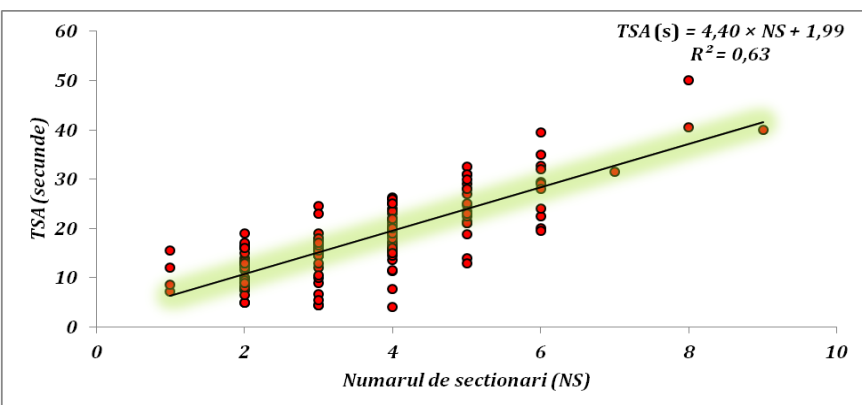




6.3. Rezultate

6.3.2. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp la procesarea lemnului

Categoria de consum de timp luată în considerare	R^2	N	Termen liber	Coeficienții variabilelor independente (valori p)	
				VA (m^3)	NS
Consum de timp la procesare, fără întârzieri - <i>TPA</i> (secunde)	0,39	135	25,59	46,62 ($p=0,003$)	10,48 ($p<0,001$)
Consum de timp la procesare, fără întârzieri - <i>TPA</i> (secunde)	0,35	135	20,97	-	15,17 ($p<0,001$)
Consum de timp la procesare, fără întârzieri - <i>TPA</i> (secunde)	0,30	135	51,75	92,84 ($p<0,001$)	-
Consum de timp la procesare fără întârzieri, exclusiv curățirea locului de muncă - <i>TPA</i> * (secunde)	0,48	135	21,95	26,42 ($p=0,002$)	7,29 ($p<0,001$)
Consum de timp la procesare fără întârzieri, exclusiv curățirea locului de muncă - <i>TPA</i> * (secunde)	0,44	135	19,33	-	9,95 ($p<0,001$)
Consum de timp la procesare fără întârzieri, exclusiv curățirea locului de muncă - <i>TPA</i> * (secunde)	0,35	135	40,16	58,59 ($p<0,001$)	-





6.3. Rezultate

6.3.3. Analiza performanței echipamentului studiat - productivitatea muncii. Compararea cu un sistem tradițional

Categoria de consum de timp (ore)	Producție realizată (m ³)	<i>P</i> _{net} (m ³ × h ⁻¹)	<i>P</i> _{brut} (m ³ × h ⁻¹)
<i>TPA</i> = 2,90	36,92	12,72	-
<i>TPA</i> * = 2,11	36,92	17,52*	-
Timp total la locul de muncă, inclusiv întârzieri <i>TT</i> = 3,11	36,92	-	11,89

Descrierea echipamentului și procesului/operațiilor	Eficiență (h × m ⁻³)
Acest studiu: <i>curățire de crăci, secționare, sortare, manipulare și stivuire cu același echipament (excluzând curățirea locului de muncă)</i>	0,06
Acest studiu: <i>curățire de crăci, secționare, sortare, manipulare și stivuire cu același echipament (incluzând curățirea locului de muncă)</i>	0,08
Echipamente tradiționale: <i>curățire de crăci și secționare cu ferăstrău mecanic, manipulare cu tractor și stivuire manuală</i>	1,01



6.4. Concluzii

- ▶ Performanțe mari în operațiile efectuate în platformele primare;
- ▶ Este necesară dezvoltarea adecvată a rețelei de transport forestier;
- ▶ Metoda arborilor;
- ▶ Îmbunătățiri legate de o organizare mai bună a locului de muncă sau de organizarea muncii în sine;
- ▶ Adecvare în cazul terenurilor accidentate, arborete de rășinoase, unde opțiunile tehnice oricum sunt limitate;
- ▶ Mult mai performant în platformele primare decât sistemele tradiționale;
- ▶ Un același echipament poate realiza toate operațiile.



7. Evaluarea performanțelor unor echipamentelor forestiere utilizate în facilități de stocare a masei lemnoase

7.1. Introducere

7.2. Materiale și metode

Localizarea studiului, colectarea și analiza datelor

7.3. Rezultate

7.3.1. Statistici descriptive

7.3.2. Comparații. Indicatori ai performanței productive

7.4. Concluzii



7.1. Introducere

- ▶ Transportul lemnului pe rețeaua auto are o pondere majoritară în România;
- ▶ Uneori se recurge la stocarea lemnului în depozite intermediare de unde se expediază spre procesatori;
- ▶ Expedierea se poate realiza pe calea ferată sau, din nou, prin intermediul mijlurilor auto;
- ▶ Unele dintre utilajele de bază în depozitele intermediare sunt macaralele;
- ▶ Operațiile de încărcare sunt grevate de consum de timp și energie.



7.2. Materiale și metode

Localizarea studiului, colectarea si analiza datelor

- ▶ macara FUCHS 714 MU;
- ▶ fișiere video din sistemul de supraveghere al incintei depozitului;
- ▶ 4 vagoane (V1-V4) și 2 mijloace auto (A1-A2);
- ▶ V1×3m, V2×3m, V3×3m, V4×4m, A1×4m, A2×4m;
- ▶ N= 263, NA= 87, NV= 176.

Denumire	Abreviere	Unitate de măsură
Ciclu de muncă la încărcare	<i>CMI</i>	-
Ajustarea echipamentului	<i>EM_{AE}</i>	-
Mișcarea în gol a brațului macaralei	<i>EM_{MBG}</i>	-
Apucarea lemnului cu graifarul	<i>EM_{APL}</i>	-
Aranjarea lemnului în graifăr	<i>EM_{ALG}</i>	-
Mișcarea în sarcină a brațului macaralei	<i>EM_{MBS}</i>	-
Eliberarea lemnului în mijlocul de transport	<i>EM_{EL}</i>	-
Aranjarea lemnului în mijlocul de transport	<i>EM_{AL}</i>	-
Consumul de timp fără întârzieri pe ciclu de muncă de încărcare	<i>TIM</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de ajustarea echipamentului	<i>T_{EA}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de mișcarea brațului macaralei în gol	<i>T_{MBG}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de apucarea lemnului cu graiferul	<i>T_{APL}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de aranjarea lemnului în graifer	<i>T_{ALG}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de mișcarea brațului macaralei în plin	<i>T_{MBS}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de eliberarea lemnului în mijlocul de transport	<i>T_{EL}</i>	Secunde
Consumul de timp implicat de aranjarea lemnului în mijlocul de transport	<i>T_{AL}</i>	Secunde





7.3. Rezultate

7.3.1. Statistici descriptive

Tratamentul	Statistica descriptivă	T_{MBG} (s)	T_{APL} (s)	T_{ALG} (s)	T_{MBP} (s)	T_{EL} (s)	T_{AL} (s)	TIM^* (s)
V×3m	Media	5,55	8,06	6,59	5,39	5,95	11,12	44,45
	Mediana	4,00	6,00	5,00	5,00	5,00	7,00	40,66
	Abaterea standard	±4,69	±6,57	±7,14	±2,24	±5,49	±11,37	±15,85
	Sume	854,00	1242,00	1015,00	830,00	917,00	1713,00	6845,98

Notă: distanța medie de deplasare a brațului - 5m; numărul de piese încărcate: 715;

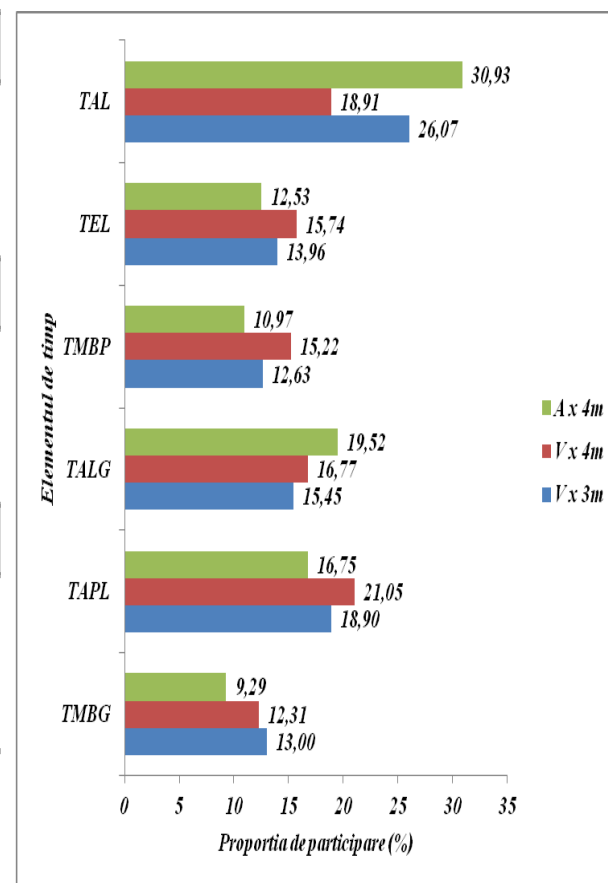
*Include ajutstările echipamentului

V×4m	Media	4,63	7,93	6,32	5,73	5,93	7,12	46,41
	Mediana	5,00	6,00	6,00	5,00	5,00	4,00	44,76
	Abaterea standard	±1,09	±4,68	±5,35	±1,82	±3,06	±7,89	±10,68
	Sume	190,00	325,00	259,00	235,00	243,00	292,00	1903,00

Notă: distanța medie de deplasare a brațului - 7m; numărul de piese încărcate: 201;

*Include ajutstările echipamentului

A×4m	Media	5,14	9,26	10,79	6,07	6,93	17,10	59,75
	Mediana	5,00	8,00	8,00	6,00	6,00	11,00	54,79
	Abaterea standard	±3,92	±7,26	±10,60	±1,88	±6,00	±15,85	±24,56
	Sume	447,00	806,00	939,00	528,00	603,00	1488,00	5197,99





7.3. Rezultate

7.3.2. Comparații. Indicatori ai performanței productive

Alternative testate	H Corectat	Grade de libertate	Valoarea p	Diagnoză
<i>Există diferențe privind consumul de timp la nivel de ciclu de muncă între vagoanele încărcate cu sortimente de lemn cu lungimea de 3 m?</i>	11,91	2	< 0,01	*
<i>Există diferențe privind consumul de timp la nivel de ciclu de muncă între camioanele încărcate cu sortimente de lemn cu lungimea de 4 m?</i>	17,44	1	< 0,01	*
<i>Există diferențe privind consumul de timp la încărcare indiferent de mijlocul încărcat?</i>	29,83	2	< 0,01	*

Notă: *diferențe semnificative

Tratamentul analizat	Productivitatea la încărcare	
	m ³ × h ⁻¹	bușteni × h ⁻¹
V1×3m	62,91	266,94
V2×3m	54,84	352,29
V3×3m	64,63	375,99
V4×3m	74,23	380,24
V×3m	64,63	375,99
V×4m	74,23	380,24
A1×4m	90,85	335,82
A2×4m	44,71	164,46
A×4m	58,99	217,47



7.4. Concluzii

- ▶ Studiile care să raporteze rezultate cu privire la operații de încărcare au fost limitate;
- ▶ În studiul de față, încărcarea vagoanelor a fost mai productivă decât a autocamioanelor;
- ▶ Lungimea sortimentelor pare a afecta productivitatea muncii la încărcare;
- ▶ Au existat diferențe semnificative privind consumul de timp pe ciclu de muncă între tratamentele analizate;
- ▶ Sunt necesare studii mai detaliate pentru a se delimita efectele anumitor variabile în explicarea consumului de timp.



8. Evaluarea performanțelor operaționale ale echipamentelor de debitare a buștenilor

8.1. Introducere

8.2. Materiale și metode

Localizarea studiului, colectarea și analiza datelor

8.3. Rezultate

8.3.1. Statistici descriptive

8.3.2. Modele și indicatori ai performanței productive

8.4. Concluzii



8.1. Introducere

- ▶ în 2007, în industria lemnului din România, industriile relaționate cu extracția și procesarea primară a acestuia aveau o proporție de participare de aproape 32%;
- ▶ în 2007 facilitățile de prelucrare primară a lemnului, în număr de circa 7000, cu capacități de procesare de 8-10 m³ pe zi au manufacturat circa 4,470 milioane m³ de cherestea;
- ▶ ferăstraiele panglică sunt cunoscute drept alternative tehnice în producția de cherestea, iar utilizarea acestora în transformarea integrală a buștenilor în cherestea presupune mai multe faze de manipulare și tăiere;
- ▶ rata de recuperare a cherestelei din bușteni ca și viteza cu care acești bușteni pot fi convertiți în cherestea au un impact major asupra costurilor de operare a facilităților de debitare;
- ▶ studiile ce au raportat date cu privire la performanțele productive ale facilităților și echipamentelor de debitare a lemnului sunt relativ puține iar, în România lipsesc.



8.2. Materiale și metode



- ▶ Consumul de timp, pentru fiecare repetiție de debitare (***TD***), în care ***TD*** a fost obținut prin însumarea tuturor categoriilor de timp înregistrate pentru fiecare repetiție de tăiat;
- ▶ Specia (***S***), diametrul la mijlocul bușteanului (***DB***), lungimea bușteanului (***LB***), umiditatea, numărul de tăieturi la nivel de buștean (***NT***);
- ▶ Fiecare piesă de cherestea: lățimea (***LC***) și grosimea (***GC***).
- ▶ Volumul fiecărui buștean (***VB***), timpul consumat pentru debitarea fiecărui buștean (***TDB***), volumul cherestei rezultate și rata de recuperare (***RR***) s-au calculat pe baza datelor culese inițial.

Specia (esența)	Numărul de bușteni debitați	Numărul de piese de cherestea debitate și grosimea acestora		
		0,025 m	0,030 m	0,050 m
Stejar	6	5	0	34
Fag	6	0	5	34
Anin	6	51	0	11
Molid	6	75	0	6
Brad	6	52	4	13
TOTAL	30	193	9	98



8.3. Rezultate

8.3.1. Statistici descriptive

Caracteristici observate	Statistici descriptive			
	Valoarea minimă	Valoarea maximă	Amplitudinea de variație	Media \pm Abaterea standard
GLOBAL				
Diametrul la mijlocul buşteanului (cm)	27,00	62,00	35,00	42,03 \pm 9,02
Număr de tăieturi pe buştean	4	16	12	9,77 \pm 3,61
Lungimea buşteanului (m)	2,00	6,00	4,00	3,50 \pm 0,88
Volumul buşteanului (m ³)	0,118	0,865	0,747	0,456 \pm 0,228
Reziduuri (m ³)	0,043	0,247	0,204	0,149 \pm 0,060
Rata de recuperare (%)	54,24	79,15	24,92	65,50 \pm 6,80
Umiditate (%)	21,21	65,89	44,68	44,01 \pm 13,30
Consum de timp la debitare pe buştean(s)	122,00	880,00	758,00	468,30 \pm 219,66



8.3. Rezultate

8.3.2. Modele și indicatori ai performanței productive

Model empiric	R^2	N	Semn. F	Statisticile modelului	
				Variabilă independentă	Statistica p
$TDB (s) = 36,091 \times NT + 93,528 \times LB (m) + 217,550 \times VB (m^3) - 310,70$	0,95	30	< 0,01	NT	< 0,01
				LB	< 0,01
				VB	< 0,01
$TD [s] = 2,689 \times S^* + 8,992 \times LB (m) + 79,173 \times LC (m) - 9,97$	0,71	293	< 0,01	S	< 0,01
				LB	< 0,01
				LC	< 0,01

* Specia: $S=0$ pentru stejar, $S=1$ pentru fag, $S=2$ pentru anin, $S=3$ pentru molid, $S=4$ pentru brad

$$RR (\%) = 16,369 \times VB (m^3) + 58,039, N = 30, R^2 = 0,30$$

$$VA (m \times s^{-1}) = 0,1115 - 0,0002 \times CU (\%) - 0,228 \times GC (m) - 0,078 \times LC (m)$$



8.4. Concluzii

- ▶ O rată de recuperare de circa 66% (s-a inclus în calcul volumul buştenilor inclusiv coaja ca valoare de referință).
- ▶ Timpul consumat la debitare depinde într-o măsură mare de numărul de tăieturi executate, lungimea și volumul buşteanului ($R^2 = 0,95$);
 - ▶ Consumul de timp este afectat de conținutul în umiditate al lemnului (cu o magnitudine foarte mică), lungimea buşteanului (egală cu lungimea cherestelei) și lățimea cherestelei rezultate. Totuși, se acceptă faptul că operatorul, prin comportamentul său operațional ar fi putut să influențeze viteza de avans în mai multe moduri.
 - ▶ Rezultatele studiului de față pot fi utile în înțelegerea dinamicii procesului, dar și pentru a discerne între performanțele pe care echipamentul studiat le are comparativ cu cele care există în România sau la nivel internațional.
 - ▶ În viitor, ar trebui evaluate performanțele unei game mai largi de echipamente ce se utilizează în operații de debitare, dat fiind faptul că se cunosc foarte puține aspecte în acest sens (capacitate de producție și volumul producției, fără a se cunoaște exact dinamica proceselor și performanțele în termeni de consum de energie sau în termeni similari celor prezentați anterior).



9. Concluzii privind cercetările realizate și originalitatea acestora

- ▶ Prima sinteză privind stadiul de implementare a studiilor de timp în România;
- ▶ Prima sinteză privind performanțele ferăstraielor mecanice;
- ▶ Prima sinteză privind performanțele tractoarelor skidder;
- ▶ Punerea în evidență a performanțelor la operații de doborâre prin procedee constând dintr-o singură tăietură ca și a efectului dezaninării arborilor;
- ▶ Evidențierea modului în care se realizează din punct de vedere tehnic operațiile de doborât cu ferăstraie mecanice, inclusiv a pierderilor de volum, în contextul actual privind frecvența accidentelor profesionale;
- ▶ Analiza performanțelor în operații nemecanizate de colectare desfășurate pe distanțe medii;
- ▶ Studiul și evidențierea magnitudinii factorilor care afectează performanțele la adunatul cu trolul montat pe tractor;
- ▶ Studiul performanțelor la colectarea lemnului cu tractoare pe baza unor date culese la nivel populațional și pentru o amplitudine de variație largă a factorilor operaționali;
- ▶ Analiza performanțelor unor echipamente reprezentând stadiul actual de dezvoltare tehnologică și elaborarea în premieră a unor modele privind consumul de timp al acestora;
- ▶ Analiza performanțelor echipamentelor de încărcare și debitare a lemnului.



10. Planul de evoluție și dezvoltare a carierei

Până în prezent:

- ▶ Studii absolvite;
- ▶ Activitatea profesională;
- ▶ Activitatea științifică:
 - ▶ ▶ 6 cărți;
 - ▶ ▶ 9 articole ISI Web of Science;
 - ▶ ▶ 5 articole în volumele unor conferințe indexate de ISI Web of Science;
 - ▶ ▶ peste 40 articole indexate BDI;
 - ▶ ▶ 14 proiecte de cercetare + 1 proiect didactic;
 - ▶ ▶ membru în comitete editoriale și recenzor.

În viitor:

...



Va mulțumesc pentru atenție!