

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Silvicultură şi Exploatare Forestiere

Ing. Cătălin Cosmin MUNTEANU

# TEZĂ DE DOCTORAT

**CERCETĂRI PRIVIND COLECTAREA LEMNULUI CU  
FUNICULARE ÎN ZONELE MONTANE**

**RESEARCH ON CABLE YARDING IN MOUNTAINOUS  
TERRAIN**

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător ştiinţific

Prof.dr.ing. Gheorghe IGNEA

BRAŞOV, 2018

D-lui (D-nei) .....

## COMPONENȚA

### Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Braşov

Nr. .... din .....

PREȘEDINTE:

Prof.dr.ing. Lucian CURTU  
Decan – Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere  
Universitatea Transilvania din Braşov

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof.dr.ing. Gheorghe IGNEA  
Universitatea Transilvania din Braşov

REFERENȚI:

Conf.dr.ing. Nicușor BOJA  
Decan – Facultatea de Științe ale Naturii, Inginerie și Informatică  
Universitatea de Vest „Vasile Goldiș” din Arad  
C.S.gr. I dr.ing. Lucian Constantin Dincă  
INCD „Marin Drăcea”  
Conf.dr.ing. Eugen IORDACHE  
Universitatea Transilvania din Braşov

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat: 27.06.2018, ora 13, sala S1II, (Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere) a Universității Transilvania din Braşov.

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa munteanucatalincosmin@yahoo.com.

Totodată, vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim!



## **Cuvânt înainte**

*Această teză de doctorat a fost elaborată sub îndrumarea științifică a domnului prof.univ.dr.ing. Gheorghe Ignea, căruia îi mulțumesc pentru acceptarea ca doctorand, pentru sprijinul și indicațiile acordate pe întreaga perioadă de pregătire și elaborare a tezei de doctorat.*

*Cu această ocazie, mă înclin în fața distinșilor mei profesori de la Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Braşov, pentru cunoștințele dobândite în perioada studenției, care au pus bazele formării profesionale.*

*De asemenea, mulțumirile mele se îndreaptă către distinșii membri ai Comisiei de evaluare și susținere a tezei de doctorat, domnul prof.univ.dr.ing. Alexandru Lucian Curtu, Președintele Comisiei - Decan al Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Braşov, precum și referenților științifici: conf.dr.ing. Nicușor Boja - Decan al Facultății de Științe ale Naturii, Inginerie și Informatică din Arad, C.S.gr.I dr.ing. Lucian Constantin Dincă - INCD „Marin Drăcea”, conf.dr.ing. Eugen Iordache.*

*Mulțumiri deosebite adresez domnului prof.univ.dr.ing. Stelian Alexandru Borz, Prodecan al Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Braşov, pentru sfaturile științifice și sprijinul acordat în perioada elaborării tezei.*

*Aduc respectuoase mulțumiri întregului colectiv didactic de la Departamentul Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, în mod deosebit doamnei prof.univ.dr.ing. Valentina Doina Ciobanu, șef lucrări univ. dr.ing. Elena Mușat, conf.univ. dr. ing. Rudolf Derczeni și conf.univ.dr.ing. Eugen Iordache.*

*Un sprijin valoros la culegerea datelor din teren am primit din partea domnului ing. Daniel Paul Dima, căruia îi adresez sincere mulțumiri. Cu ajutorul dânsului a fost posibilă colaborarea cu compania Wyseen, lider pe piața de funiculare forestiere la nivel internațional.*

*Nu în ultimul rând vreau să mulțumesc familiei, care m-a încurajat și susținut în perioada elaborării tezei, în special fiicei mele (11 luni) pentru că m-a ținut treaz nopțile și soției pentru intelegere.*

Autorul



## Cuprins

Pag.rezumat / Pag.teză

|                                                                                                                                   |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Capitolul 1. Introducerea. Stadiul actual al cunoştinţelor în domeniu. Scopul şi obiectivele lucrării .....                       | 8/11  |
| 1.1. Introducere.....                                                                                                             | 8/11  |
| 1.2. Caracteristicile fondului forestier din România şi relaţia acestora cu eficienţa operaţiilor de exploatare a lemnului.....   | 8/11  |
| 1.3. Sisteme tehnice de exploatare a lemnului ce integrează funiculare în operaţii de colectare ....                              | 9/14  |
| 1.4. Scopul şi obiectivele lucrării .....                                                                                         | 10/29 |
| Capitolul 2. Materiale şi metode.....                                                                                             | 12/30 |
| 2.1. Localizarea studiilor de teren pentru evaluarea consumului de timp şi a productivităţii muncii prin metode tradiţionale..... | 12/30 |
| 2.2. Materiale şi metode utilizate în etapa premergătoare culegerii datelor de teren.....                                         | 15/33 |
| 2.3. Materiale şi metode utilizate în etapa culegerii datelor de teren .....                                                      | 16/34 |
| 2.4. Colectarea datelor de teren de natură ergonomică - nivelul potenţial de expunere la zgomot .....                             | 18/37 |
| 2.5. Prelucrarea datelor de teren.....                                                                                            | 20/40 |
| 2.6. Analiza statistică a datelor de teren.....                                                                                   | 23/44 |
| 2.6.1. Paşii utilizaţi în analiza statistică .....                                                                                | 23/44 |
| 2.6.2. Analiza preliminară a bazei de date pentru identificarea eventualelor probleme de consistenţă .....                        | 23/45 |
| 2.6.3. Identificarea şi tratarea valorilor aberante .....                                                                         | 24/45 |
| 2.6.4. Testarea şi verificarea normalităţii datelor .....                                                                         | 24/46 |
| 2.6.5. Dezvoltarea statisticilor descriptive .....                                                                                | 25/47 |
| 2.6.6. Analiza corelaţiei .....                                                                                                   | 25/48 |
| 2.6.7. Modelarea prin tehnica regresiei liniare .....                                                                             | 26/49 |
| 2.7. Estimarea indicatorilor performanţei productive .....                                                                        | 27/49 |
| 2.7.1. Estimarea productivităţii şi a eficienţei.....                                                                             | 27/49 |



|                                                                                                                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.7.2. Estimarea consumului de carburant .....                                                                                                                            | 27/50 |
| 2.8. Materiale şi metode utilizate în studiile comparative .....                                                                                                          | 28/51 |
| 2.8.1. Sursele de date .....                                                                                                                                              | 28/50 |
| 2.8.2. Concepte şi strategii utilizate în realizarea de comparaţii .....                                                                                                  | 29/51 |
| 2.9. Evaluarea percepţiei administraţiei pădurilor de stat cu privire la posibilitatea de utilizare a sistemelor tehnice forestiere .....                                 | 31/54 |
| 2.10. Materiale şi metode utilizate în cercetarea bibliografică .....                                                                                                     | 36/59 |
| Capitolul 3. Rezultate şi discuţii.....                                                                                                                                   | 37/60 |
| 3.1. Rezultate, discuţii şi concluzii privind studiul realizat în Zona Test 1.....                                                                                        | 37/60 |
| 3.1.1. Analiza normalităţii datelor.....                                                                                                                                  | 37/60 |
| 3.1.2. Consumul de timp, carburant şi producţia realizată în Zona Test 1 .....                                                                                            | 37/60 |
| 3.1.3. Modele de consum de timp pentru Zona Test 1 .....                                                                                                                  | 39/62 |
| 3.1.4. Productivitatea muncii şi consumul de carburant în Zona Test 1 .....                                                                                               | 42/65 |
| 3.1.5. Discuţia, interpretarea rezultatelor şi concluzii pentru Zona Test 1 .....                                                                                         | 42/65 |
| 3.2. Rezultate, discuţii şi concluzii privind Zona Test 2 .....                                                                                                           | 44/67 |
| 3.2.1. Analiza normalităţii datelor.....                                                                                                                                  | 44/67 |
| 3.2.2. Consumul de timp şi variabilele operaţionale în Zona Test 2 .....                                                                                                  | 45/67 |
| 3.2.3. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp în Zona Test 2 .....                                                                                           | 47/70 |
| 3.2.4. Discuţia şi interpretarea rezultatelor şi concluzii pentru Zona Test 2 .....                                                                                       | 49/72 |
| 3.3. Rezultate şi discuţii privind compararea între condiţii de muncă şi tehnologii .....                                                                                 | 51/74 |
| 3.3.1. Rezultate privind simularea şi compararea între ZT1 şi ZT2 în ceea ce priveşte consumul de timp .....                                                              | 51/74 |
| 3.3.2. Rezultate privind compararea între eficienţa muncii observată în studiul de faţă şi reglementările normative româneşti .....                                       | 53/76 |
| 3.3.3. Rezultate privind simularea condiţiilor operaţionale în zonele test şi compararea acestora cu prevederile normative în funcţie de distanţa de apropiat .....       | 55/78 |
| 3.4. Rezultate şi discuţii privind percepţia şi opiniile administratorilor de păduri cu privire la sistemele tehnice utilizate în operaţii de exploatare a lemnului ..... | 56/79 |



|                                                                                                                                             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 3.4.1. Numărul de chestionare returnate și numărul de răspunsuri valide .....                                                               | 56/79  |
| 3.4.2. Percepții și opinii cu privire la productivitatea și costul utilizării sistemelor tehnice de exploatare a lemnului.....              | 56/79  |
| 3.4.3. Percepții și opinii cu privire la ergonomie, nivelul de instruire și securitatea muncii.....                                         | 59/83  |
| 3.4.4. Impactul asupra mediului – performanța de mediu .....                                                                                | 61/86  |
| 3.4.5. Adecvarea la standardele FSC, eficacitate pentru arii protejate și nivelul personal de acceptare .....                               | 63/89  |
| 3.4.6. Sistemul tehnic de exploatare a lemnului ideal în percepția respondenților .....                                                     | 64/91  |
| 3.5. Rezultate și discuții privind nivelul de expunere la zgomot .....                                                                      | 66/93  |
| 3.5.1. Numărul de observații și distribuția nivelului de presiune acustică în funcție de timpul observat .....                              | 66/91  |
| 3.5.2. Statistici descriptive privind nivelul de presiune acustică caracteristic unor funcții tehnice specifice funicularului studiat ..... | 67/94  |
| Capitolul 4. Concluzii. Recomandări. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare.....                                             | 70/97  |
| 4.1. Concluzii .....                                                                                                                        | 70/97  |
| 4.2. Recomandări și direcții de cercetare de abordat în viitor .....                                                                        | 74/101 |
| 4.3. Contribuții personale.....                                                                                                             | 75/102 |
| Bibliografie .....                                                                                                                          | 77/103 |
| ANEXE .....                                                                                                                                 | 83/109 |
| Anexa 1.....                                                                                                                                | 83/109 |
| REZUMATUL LUCRĂRII.....                                                                                                                     | 83/109 |



## Contents

|                                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Chapter 1. Introduction. State of art. Goal and objectives.....                                                       | 8/11  |
| 1.1. Introduction.....                                                                                                | 8/11  |
| 1.2. Characteristics of the forests in Romania and their relation to performance of timber harvesting operations..... | 8/11  |
| 1.3. Timber harvesting systems integrating cable yarding.....                                                         | 8/14  |
| 1.4. Goal and objectives.....                                                                                         | 10/29 |
| 2.1. Study locations.....                                                                                             | 12/30 |
| 2.2. Materials and methods used before field data collection.....                                                     | 15/33 |
| 2.3. Materials and methods used in the field.....                                                                     | 16/34 |
| 2.4. Ergonomics. Exposure to noise.....                                                                               | 19/37 |
| 2.5. Data processing.....                                                                                             | 20/40 |
| 2.6. Statistical analysis.....                                                                                        | 23/44 |
| 2.6.1. Statistical design.....                                                                                        | 23/44 |
| 2.6.2. Consistency check.....                                                                                         | 24/45 |
| 2.6.3. Treatment of outliers.....                                                                                     | 24/45 |
| 2.6.4. Normality check.....                                                                                           | 25/46 |
| 2.6.5. Descriptive statistics.....                                                                                    | 25/47 |
| 2.6.6. Analysis of correlation.....                                                                                   | 26/48 |
| 2.6.7. Modelling using linear regression.....                                                                         | 26/49 |
| 2.7. Estimates of productive performance.....                                                                         | 27/49 |
| 2.8. Data comparison.....                                                                                             | 28/50 |
| 2.9. Evaluation of the state forest managers' perception on the possibility to use different harvesting systems.....  | 31/54 |
| 2.10. Bibliographical research.....                                                                                   | 36/59 |
| 3.1. Results, discussion and conclusions for the Field Test 1.....                                                    | 37/60 |



|                                                                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.1.1. Normality check.....                                                                                     | 37/60 |
| 3.1.2. Time and fuel consumption and production in Field Test 1.....                                            | 37/60 |
| 3.1.3. Time consumption prediction models in Field Test 1.....                                                  | 40/62 |
| 3.1.4. Productivity and fuel consumption in Field Test 1.....                                                   | 42/65 |
| 3.1.5. Discussion, interpretation and conclusions for the Field Test 1.....                                     | 43/65 |
| 3.2. Results, discussion and conclusions for the Field Test 2.....                                              | 44/67 |
| 3.2.1. Normality check.....                                                                                     | 44/67 |
| 3.2.2. Time and fuel consumption and production in Field Test 2.....                                            | 45/67 |
| 3.2.3. Time consumption prediction models in Field Test 2.....                                                  | 47/70 |
| 3.2.4. Discussion, interpretation and conclusions for the Field Test 2.....                                     | 50/72 |
| 3.3. Discussion, interpretation and conclusions for the Field Test 2.....                                       | 51/74 |
| 3.3.1. Results of simulation and data comparison between FT1 and FT2 in terms of time<br>consumption.....       | 51/74 |
| 3.3.2. Comparison between field studies and the Romanian standards.....                                         | 54/76 |
| 3.3.3. Effect of yarding distance.....                                                                          | 55/78 |
| 3.4. Perception and opinions of state forest managers on the use of different timber harvesting<br>systems..... | 57/79 |
| 3.4.1. Number of questionnaires and valid responses.....                                                        | 57/79 |
| 3.4.2. Perception and opinions on productivity and costs.....                                                   | 57/79 |
| 3.4.3. Perception and opinions on ergonomics, safety and training.....                                          | 60/83 |
| 3.4.4. Perception and opinions on impact on the environment.....                                                | 62/86 |
| 3.4.5. Compliance to FSC standards and adequacy for protected areas.....                                        | 64/89 |
| 3.4.6. The ideal timber harvesting system.....                                                                  | 65/91 |
| 3.5. Result on exposure to noise.....                                                                           | 67/93 |
| 3.5.1. Number of observations and sound pressure level as a function of observed time.....                      | 67/93 |
| 3.5.2. Descriptive statistics on sound pressure level as specific to some technical functions.....              | 68/94 |





|                                                          |        |
|----------------------------------------------------------|--------|
| 4. Conclusions, recommendations and future research..... | 70/97  |
| 4.1. Conclusions.....                                    | 70/97  |
| 4.2. Recommendations and further research.....           | 75/101 |
| 4.3. Personal contributions.....                         | 76/102 |
| References.....                                          | 77/103 |
| Annexes.....                                             | 84/109 |
| Annex 1.....                                             | 84/109 |
| Abstract.....                                            | 84/109 |



## **Capitolul 1. Introducerea. Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu. Scopul și obiectivele lucrării**

### **1.1. Introducere**

În România, utilizarea funicularelor forestiere este una modestă, intrând în declin începând cu anii 1990, an până în care acestea se utilizau la o scară mult mai mare. Acest lucru se datorează, pe de o parte, faptului că în prezent nu se mai produc pe plan intern funiculare de distanță medie-lungă, iar pe de altă parte nu există centre de pregătire pentru funiculariști.

Drept consecință, în prezent, se utilizează pe scară largă, tractoare articulate forestiere și tractoare agricole adaptate pentru lucrul în pădure, chiar dacă din punct de vedere al reliefului fondul forestier este distribuit majoritar în teren accidentat, unde funicularul reprezintă o opțiune mai bună, din punct de vedere ecologic, în colectarea lemnului.

În contextul actual, în care procesul exploatărilor forestiere devine tot mai complex, atât din punct de vedere tehnico-economic cât și ecologic, caracterizat de un interes tot mai scăzut pentru munca în pădure, ceea ce conduce la un deficit de forță de muncă, reintroducerea funicularelor forestiere ar putea reprezenta una dintre soluțiile viabile pentru contracararea efectelor de mediu, precum și pentru realizarea unui management certificat al pădurilor din România.

Ținând cont că forța de muncă în sectorul forestier este în declin, folosirea funicularelor forestiere redă posibilitatea lucrului pe perioade îndelungate de timp, datorită dependenței mai mici de stare vremii dar și a solului, ceea ce înseamnă o creștere timpului de lucru dar și a productivității pe parcursul anului, iar în zonele greu accesibile, acolo unde relieful nu permite construirea drumurilor de acces, sau în zonele prohibitive din punct de vedere al eficienței, funicularele forestiere reprezintă singura soluție viabilă din punct de vedere economic și ecologic.

### **1.2. Caracteristicile fondului forestier din România și relația acestora cu eficiența operațiilor de exploatare a lemnului**

Pădurile României ocupă circa 29% din suprafața țării, fiind majoritar distribuite în zone montane unde predomină relieful accidentat. Pădurile care îndeplinesc funcții de producție și protecție reprezintă circa 50% din total și sunt gestionate, în mare majoritate, prin tratamente silviculturale intensive. Un astfel de mod de gospodărire generează intensități de extracție relativ mici și este implementat prin promovarea regenerării naturale.

Pădurile de fag acoperă circa 31% din totalul suprafeței păduroase - circa 2 milioane hectare iar pădurile de molid ocupă circa 22% din totalul suprafeței păduroase - circa 1,43 milioane hectare predominând zonele montane (Șofletea și Curtu, 2008).

Utilizarea funicularelor forestiere în teren accidentat este susținută și de legea forestieră românească în exercițiu prin anumite prevederi specifice ce vizează limitarea impactului operațiilor forestiere.

Operațiile de exploatare a lemnului ce se desfășoară în teren accidentat reprezintă, în mod particular, adevărate provocări deoarece acestea sunt caracterizate de o dificultate ridicată și de expunerea muncitorilor la pericole profesionale. În astfel de condiții, chiar declivitatea terenului reprezintă un factor care afectează performanța umană (Spinelli et al., 2015a) prin necesitatea muncitorilor de a se



deplasa frecvent înspre amonte şi aval. Astfel de condiţii sunt specifice operaţiilor de exploatare a lemnului unde adunatul masei lemnoase se realizează cu cablul de sarcină al funicularelor sau cu trolii montate pe tractor. Când astfel de operaţii se desfăşoară pe distanţe foarte lungi, consumul de timp şi productivitatea muncii sunt afectate (Borz et al., 2014a) în timp ce efortul fizic depus poate creşte ca efect al declivităţii terenului, distanţei de operare şi masei cablului cu care se operează. În mod special, efortul fizic este substanţial în cazul acelor muncitori care sunt folosiţi pentru montarea-demontarea instalaţiei (Ottaviani et al., 2011) precum şi pentru acei muncitori care realizează munca cu cabluri (Kirk şi Sullman, 2001; Stampfer et al., 2010). Astfel de efecte au fost studiate prin cercetări relaţionate cu ergonomia muncii în activitatea forestieră, cercetări care au vizat dezvoltarea unor practici sau dispozitive capabile să reducă efortul fizic depus de muncitori în teren accidentat (Ottaviani et al., 2011; Stampfer et al., 2010). Una dintre măsurile ce pot fi aplicate pentru a se limita efortul fizic depus de muncitori constă din limitarea sau reducerea distanţelor pe care se desfăşoară operaţiile cu cabluri. De exemplu, se consideră că limita tehnică şi ergonomică de desfăşurare a cablurilor de sarcină prin mijloace manuale este de 50 m (Oprea, 2008, Ciubotaru, 1996). Pe de altă parte, operaţiile forestiere ce vizează lucrul cu cabluri sunt limitate din punct de vedere ecologic la distanţe de până la 20-30 m în cazul tăierilor selective (Oprea, 2008), deoarece în astfel de tăieri nu există spaţii (culoare) suficiente pentru extracţia lemnului fără afectarea arborilor remanenţi. Dacă la primele tăieri din cadrul tratamentului tăierilor progresive pot fi create spaţii suficiente pentru desfăşurarea cablurilor pe distanţe mai mari, cu efecte pozitive asupra consumului de timp şi a productivităţii muncii, în cazul răriturilor lucrurile sunt complet diferite, deoarece spaţiile disponibile sunt foarte mici.

### **1.3. Sisteme tehnice de exploatare a lemnului ce integrează funiculare în operaţii de colectare**

Ecosistemele forestiere, prin complexitatea de care sunt caracterizate, sunt capabile, în anumite condiţii, să furnizeze o gamă largă de servicii. Printre serviciile al căror efect este tangibil se numără serviciile de aprovizionare, în care se încadrează şi serviciile de aprovizionare cu lemn pentru diferite utilizări. Utilizarea lemnului ca material pentru diverse utilizări este cunoscută din cele mai vechi timpuri. Totuşi, pentru aducerea acestei resurse în circuitul economic este necesară aplicarea unei game de lucrări, parte dintre ele de natură pur forestieră.

Operaţiile de exploatare a lemnului sunt parte integrantă a acestor lucrări. Conform literaturii de specialitate româneşti, aceste operaţii sunt grupate în procese parţiale precum recoltarea, colectarea, lucrările din platformele primare, transportul tehnologic şi lucrările din centrele de sortare şi preindustrializare a lemnului (Oprea, 2008, Ciubotaru, 1996). Parte dintre acestea se desfăşoară în cuprinsul fondului forestier. Acestea sunt recoltarea, colectarea, lucrările din platforma primară şi, parţial, transportul tehnologic.

Sistemele tehnice de exploatarea a lemnului, sunt definite, simplificat, drept un set integrat de echipamente, unelte, forţă de muncă etc., care lucrează sinergic pentru realizarea unui produs cu valoare adăugată. În acelaşi timp, există şi se aplică mai multe metode de exploatare, dar acestea nu sunt elemente definitorii ale unui sistem tehnic de exploatare al lemnului. De exemplu, funicularele forestiere pot opera atât sub metoda arborilor (Borz et al., 2014a) cât şi sub metoda sortimentelor definitive la cioată (Oprea, 2008). Nu sunt excluse nici metode de exploatare intermediare din punct de vedere al nivelului de transformare al lemnului în operaţiile specifice procesului de recoltare.

Din acest punct de vedere, funicularele forestiere pot fi integrate în următoarele tipuri principale de sisteme tehnice de exploatare a lemnului (mecanizate complet sau parţial):



- Recoltare cu ferăstraie mecanice, colectare (adunat şi apropiat) cu funicular clasic, operaţii în platforma primară executate cu alte mijloace;
- Recoltare cu ferăstraie mecanice, colectare (adunat şi apropiat) cu instalaţie cu pilon, operaţii în platforma primară executate cu instalaţia cu pilon;
- Recoltare cu ferăstraie mecanice, colectare parţial mecanizată (adunat cu atelaje, apropiat cu funicular) cu funicular clasic, operaţii în platforma primară executate cu alte mijloace;
- Recoltare cu ferăstraie mecanice, colectare parţial mecanizată (adunat cu atelaje, apropiat cu funicular) cu instalaţie cu pilon, operaţii în platforma primară executate mecanizat cu instalaţia cu pilon;
- Recoltare mecanizată (maşini multifuncţionale), colectare cu funicular clasic sau instalaţie cu pilon, urmate de lucrări în platforma primară executate cu alte mijloace sau cu instalaţia cu pilon;
- Alte combinaţii de echipamente şi utilaje forestiere, cu integrarea funicularelor în operaţii de colectare.

Evident, nu toate sistemele tehnice de exploatare a lemnului ce integrează funicularul sunt utilizate curent în România. Aici, predomină utilizarea funicularelor de distanţă lungă, clasice (Oprea, 2008; Matsuno şi Koike, 2012, Ungureanu, 1997), amplasate în configuraţii gravitaţionale. Acestea reprezentau deja o tehnologie bine-cunoscută în anii 60 în timp ce instalaţiile cu pilon au început să se dezvolte începând cu anii 70, înlocuindu-le treptat pe primele, pe fondul existenţei unei reţele de transport forestier bine dezvoltată în ţările cu tehnică forestieră avansată (Heinimann et al., 2001).

Actualele instalaţii cu pilon, integrând dispozitive de manipulare şi procesare (curăţire de crăci şi secţionare) a lemnului în platformele primare, au fost dezvoltate începând cu anii 90, reprezentând stadiul actual de dezvoltare tehnologică în materie de funiculare forestiere (Heinimann et al., 2001).

Îmbunătăţirile aduse între timp, au constat din înlocuirea cablurilor de sarcină clasice, din oţel, cu cabluri sintetice pentru operaţiile de adunat lateral în scopul uşurării efortului fizic depus de muncitori, precum şi din folosirea de ciochinare automate controlate radio în acelaşi scop (Stampfer et al., 2010).

Cu toate acestea, transferul unor astfel de tehnologii în România a fost mai lent, probabil şi datorită costurilor de achiziţie foarte mari. Totuşi, astfel de funiculare sunt utilizate, deşi la scară mică, în România (Borz et al., 2011; Borz et al., 2014a).

#### **1.4. Scopul şi obiectivele lucrării**

Scopul general al lucrării de faţă a fost acela de a evalua performanţele colectării lemnului cu funiculare în zonele montane, cu o importantă componentă centrată pe evaluarea consumului de timp şi a productivităţii muncii în operaţii de colectare a lemnului cu funiculare forestiere de concept clasic dar de construcţie modernă în principalele tipuri de intervenţii ce se aplică în silvicultura românească. Aceste tipuri de intervenţii au fost tăierile progresive şi răriturile.

Pe baza datelor culese, prelucrate şi analizate, s-a recurs şi la efectuarea de comparaţii între performanţele funicularelor moderne ca efect al tipului de intervenţie silvotehnică precum şi la comparaţii între rezultatele obţinute în prezenta lucrare şi cele prevăzute de normativele în vigoare. Datele culese prin utilizarea unor colectori moderni de date au fost utilizate atât în analize de natură ergonomică cât şi în evaluarea posibilităţilor de automatizare a colectării de date în studii de timp.



La fel, prin implementarea unui chestionar cantitativ, s-a încercat evaluarea percepţiei şi opiniilor administratorilor de păduri de stat din România cu privire la adecvarea unor sisteme tehnice de exploatare a lemnului pe baza un set de indicatori de performanţă.

Prin urmare, obiectivele lucrării au fost următoarele:

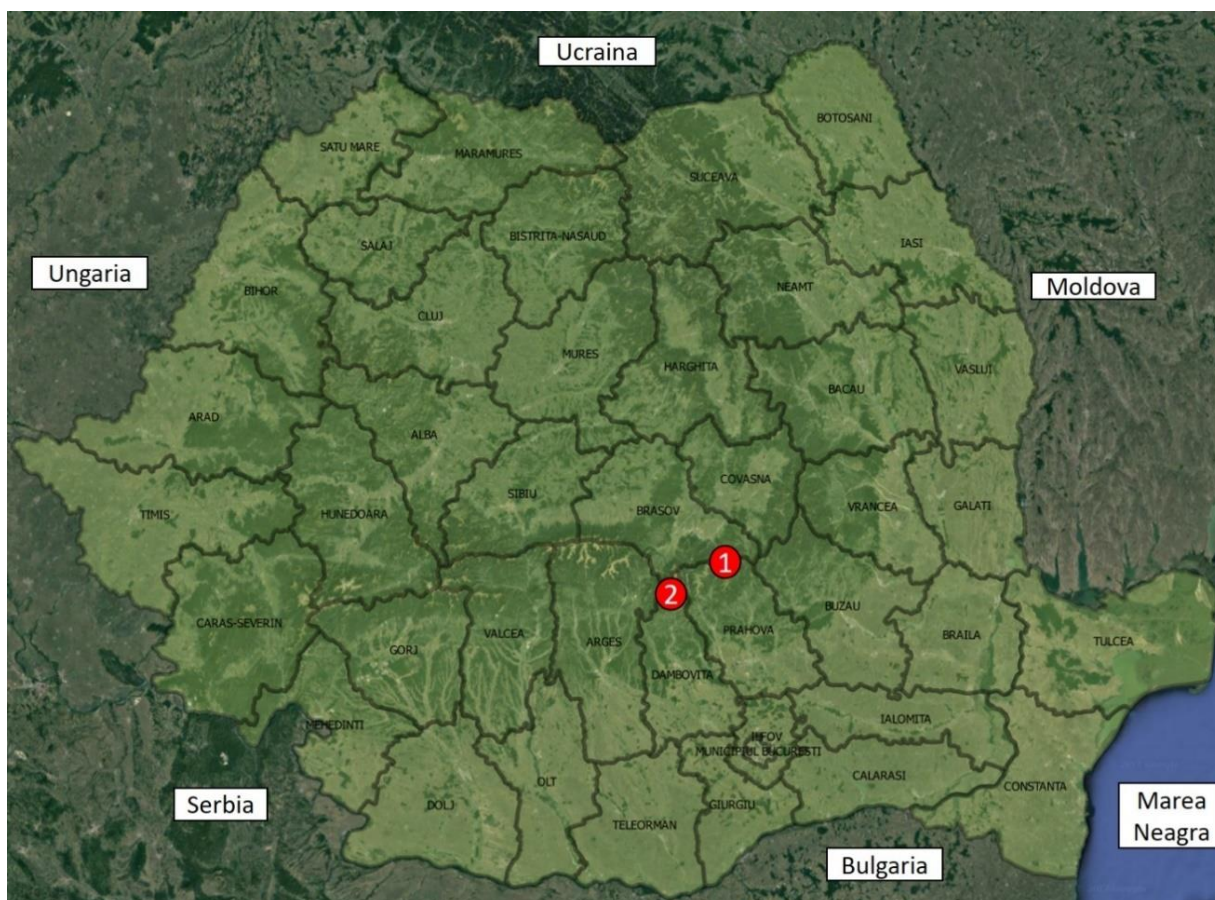
- (i) De a estima consumul de timp şi carburant în operaţii de colectare a lemnului cu funiculare gravitaţionale moderne;
- (ii) De a modela consumul de timp caracteristic colectării lemnului cu funiculare moderne în funcţie de anumiţi factori operaţionali;
- (iii) De a estima productivitatea şi eficienţa muncii caracteristice funicularelor gravitaţionale moderne în tăieri progresive şi în rărituri;
- (iv) De a compara performanţele caracteristice funicularelor gravitaţionale moderne în cele două tipuri de intervenţii silvotehnice;
- (v) De a compara performanţele caracteristice funicularelor gravitaţionale moderne cu cele specifice unor modele similare, de concept mai vechi;
- (vi) De a evalua percepţia şi opiniile administratorilor de pădure de stat cu privire la oportunitatea utilizării unor sisteme tehnice de exploatare a lemnului pe baza un set de indicatori de performanţă cheie;
- (vii) De a se evalua nivelul potenţial de expunere la zgomot în operaţii de colectare a lemnului cu funiculare pentru operatorul grupului de acţionare care este (potenţial) cel mai expus la astfel de noxe;
- (viii) De a se evalua posibilitatea utilizării de doziometre pentru nivelul de presiune acustică în identificarea unor elemente de muncă sau operaţii specifice colectării lemnului cu funiculare moderne amplasate în configuraţie gravitaţională.



## Capitolul 2. Materiale și metode

### 2.1. Localizarea studiilor de teren pentru evaluarea consumului de timp și a productivității muncii prin metode tradiționale

Datele utilizate în această lucrare provin din două studii efectuate în teren pe parcursul anului 2016 - 2017. În ambele locații s-a operat cu același funicular forestier, cu aceeași echipă de muncă, constând din angajați ai aceleiași companii, remunerați în același sistem.



**Figura 2.1: Localizarea geografică a studiilor efectuate. Legendă: 1) – Cheia, județul Prahova; 2) – Moroeni, județul Dâmbovița**

**Figure 2.1: Geographic locations of the studies. Legend: 1) – Cheia, Prahova County; 2) – Moroeni, Dâmbovița County**





**Tabelul 2.1: Caracteristicile descriptive elementare pentru locațiile luate în studiu**

**Table 2.1: Basic description of the study areas**

| Parametrul                                                                           | Cod utilizat în lucrare | Localizare geografică           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Unitatea amenajistică 120A,<br>Unitatea de producție IV Brătei,<br>tăieri progresive | Zona Test 1 (ZT1)       | 45° 26' 13'' N - 25° 54' 56'' E |
| Unitatea amenajistică 51A, Unitatea<br>de producție IV Suzana, rărituri              | Zona Test 2 (ZT2)       | 45° 15' 27'' N - 25° 17' 50'' E |

Prin urmare, eventualele diferențe în termeni de performanță a muncii pot fi datorate doar diferențelor în termeni de condiții operaționale.

Primul studiu s-a efectuat într-o tăiere progresivă localizată pe raza O.S. Măneciu, în vecinătatea localității Cheia, județul Prahova (Figura 2.1, Tabelul 2.1). Cel de-al doilea studiu de teren s-a realizat pe raza O.S. Pucioasa, în vecinătatea localității Moroieni, județul Dâmbovița (Figura 2.1, Tabelul 2.1).

**Tabelul 2.2: Caracteristicile descriptive ale studiului observațional din Zona Test 1**

**Table 2.2: Descriptive statistics of the observational study carried on in test area no. 1**

| Parametrul                                                    | Valoarea              |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Date generale privind managementul forestier</b>           |                       |
| Suprafața (ha)                                                | 23,50                 |
| Declivitatea medie (°)                                        | 30                    |
| Specii                                                        | 10 Fag                |
| Volum brut pe picior (m <sup>3</sup> )                        | 8414                  |
| Volum brut inclusiv creșterea pe 5 ani (m <sup>3</sup> )      | 8664                  |
| Volum de recoltat pe 10 ani (m <sup>3</sup> )                 | 2964                  |
| Intensitatea de extracție pe 10 ani (%)                       | 34                    |
| <b>Date dendrometrice și operaționale</b>                     |                       |
| Vârsta medie (ani)                                            | 180                   |
| Diametrul mediu la 1,30 m (cm)                                | 60                    |
| Înălțimea medie (m)                                           | 30                    |
| Numărul arborilor de extras                                   | 548                   |
| Volum de extras conform amenajamentului (m <sup>3</sup> )     | 1536                  |
| Volum extras conform studiului de față (m <sup>3</sup> )      | 1622                  |
| Volumul arborelui mediu (m <sup>3</sup> × fir <sup>-1</sup> ) | 2,96                  |
| Intensitatea extracției                                       | 19                    |
| Tratamentul silvicultural (tipul lucrării)                    | Tăieri progresive     |
| Metoda de exploatare                                          | Sortimente definitive |

Datele descriptive elementare ale celor două arborete luate în studiu se prezintă în Tabelul 2.2 și în Tabelul 2.3. Caracteristic ZT1 a fost faptul că operațiile de colectare a lemnului s-au efectuat în tăieri



progresive, în arborete mature (Tabelul 2.2) caracterizate de un volum de extras pe fir şi la hectar mare, motiv pentru care s-a aplicat metoda sortimentelor definitive la cioată pentru exploatarea lemnului, ca măsură de corelare a sarcinilor colectate cu capacitatea funicularului utilizat.

În ZT2 s-a studiat performanţa operaţională a colectării lemnului cu funiculare în rărituri aplicate în arborete de solid.

Caracteristic acestui studiu a fost faptul că volumele de extras la hectar şi pe fir au fost mai reduse, oferind posibilitatea colectării mai multor piese simultan în aceeaşi sarcină, motiv pentru care s-a recurs la aplicarea metodei trunchiurilor şi catargelor (Tabelul 2.3).

**Tabelul 2.3: Caracteristicile descriptive ale studiului observaţional din Zona Test 2**

**Table 2.3: Descriptive statistics of the observational study carried on in test area no. 2**

| Parametrul                                                    | Valoarea              |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Date generale privind managementul forestier</b>           |                       |
| Suprafaţa (ha)                                                | 16,10                 |
| Declivitatea medie (°)                                        | 33                    |
| Specii                                                        | 10 Molid              |
| <b>Date dendrometrice şi operaţionale</b>                     |                       |
| Vârsta medie (ani)                                            | 69                    |
| Diametrul mediu la 1,30 m (cm)                                | 22                    |
| Înălţimea medie (m)                                           | 19                    |
| Numărul arborilor de extras                                   | 8062                  |
| Volum de extras conform amenajamentului (m <sup>3</sup> )     | 2084                  |
| Volumul arborelui mediu (m <sup>3</sup> × fir <sup>-1</sup> ) | 0,258                 |
| Tratamentul silvicultural (tipul lucrării)                    | Rărituri              |
| Metoda de exploatare                                          | Trunchiuri şi catarge |

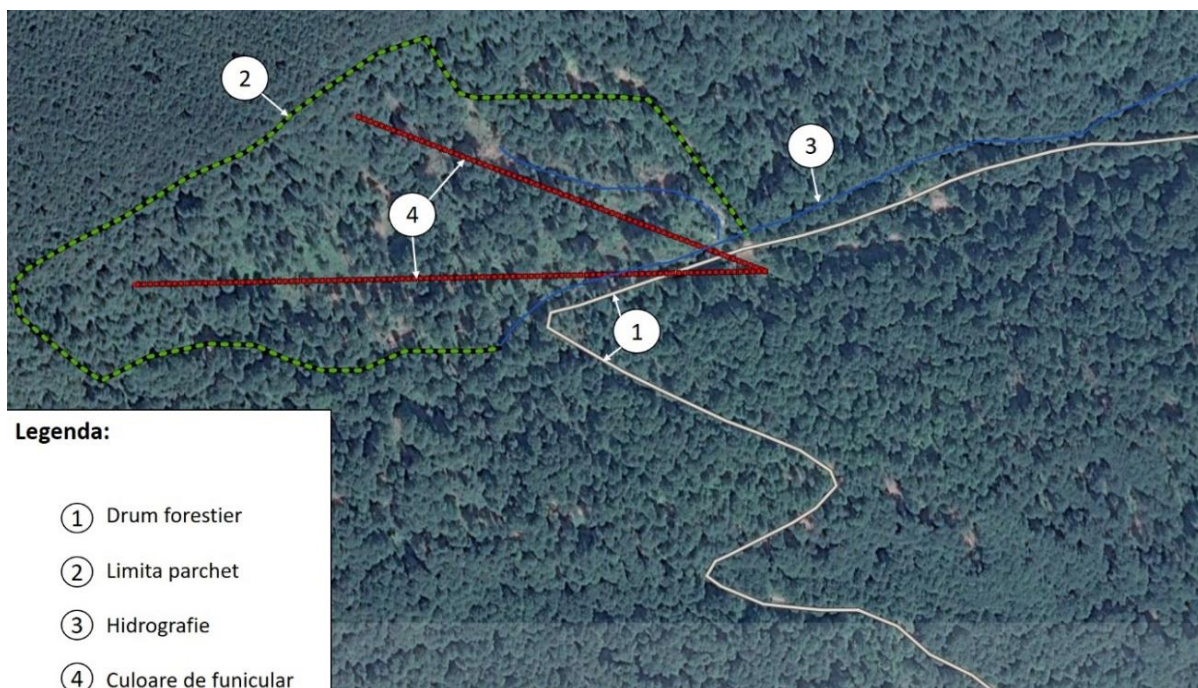
În ZT1, funicularul luat în studiu s-a utilizat la colectarea integrală a masei lemnoase, ceea ce a presupus realizarea operaţiilor de adunat şi apropiat. Prin comparaţie, în ZT2, funicularul a fost utilizat numai în operaţiile de scos şi apropiat. Operaţia de adunat s-a realizat cu atelaje care s-au utilizat pentru concentrarea lemnului în tasoane plasate în apropierea liniei de funicular.

În ambele zone de studiu operaţiile de recoltare s-au executat cu ferăstraie mecanice, diferenţele constând în nivelul de transformare al arborilor recoltaţi. Operaţiile de manipulare din platformele primare au fost executate cu un tractor de tip forwarder, în primul caz direct, după detaşarea sarcinilor şi acumulare unei cantităţi suficiente de material lemnos, iar în al doilea caz după fasonarea catargelor cu ferăstraie mecanice.

În Figura 2.2 se prezintă schema de montare a funicularului pe două trasee succesive ce s-au luat în studiu pentru ZT1.

În ZT2, linia de funicular a fost amplasată pe trasee paralele, distribuite astfel încât distanţele medii de adunat cu atelaje să fie sub 100 metri.





**Figura 2.2: Schema de ansamblu a Zonei Test 1 – ZT1**

**Figure 2.2: Detailed map of the study area no. 1**

În ambele zone de studiu, numărul de suporturi intermediari a fost eşalonat cu distanţa de amplasare a funicularului, pe baza unui proiect tehnic de montare a liniei de funicular întocmit într-un program dedicat şi având la bază măsurători de teren specifice.

## 2.2. Materiale şi metode utilizate în etapa premergătoare culegerii datelor de teren

În vederea colectării datelor de teren, un prim pas a fost acela de a consulta literatura de specialitate cu privire la implementarea studiilor de timp în operaţii forestiere de exploatare a lemnului.

Pe baza informaţiilor culese s-au elaborat fişe de culegere a datelor de teren organizate pentru surprinderea consumului de timp la nivel de element de muncă, precum şi a variaţiei unor factori operaţionali cum ar fi declivitatea terenului pe traseul de adunat lateral cu funicularul, distanţa de adunat lateral, declivitatea pe traseul de apropiat şi distanţa de apropiat.

Carnetele de teren au fost prevăzute cu câmpuri de înregistrare a acestor variabile pentru fiecare ciclu de muncă. Pentru operaţiile observate în ambele zone de studiu, un ciclu de muncă s-a divizat (a constatat) din următoarele elemente de muncă:

- Cursa în gol;
- Coborârea cablului de sarcină la sol;
- Desfăşurarea în lateral a cablului de sarcină;
- Legarea sarcinii;



- Tras mecanic şi ridicarea sarcinii la cărucior;
- Cursa în plin;
- Coborârea sarcinii în platforma primară;
- Dezlegarea sarcinii în platforma primară;
- Ridicarea cablului la cărucior.

Aceste elemente de muncă au fost încadrate sub forma unor câmpuri de colectare a datelor în carnetele de teren. Suplimentar, pentru evaluarea producţiei realizate, s-au prevăzut câmpuri pentru diametrele, lungimile şi volumele pieselor colectate în fiecare sarcină.

Apoi, s-a recurs la procurarea instrumentelor şi aparatelor necesare pentru colectarea datelor de teren. Acestea au constat din:

- Cronometru profesional pentru implementarea unui studiu de timp prin cronometrare continuă;
- Un telemetru laser forestier pentru măsurarea distanţelor;
- O ruletă forestieră;
- O clupă forestieră;
- Vopsea şi spary forestier pentru marcaje;
- Un receptor GPS pentru localizare;
- Un telemetru laser Nikon Forestry Pro pentru măsurarea de distanţe şi declivităţi;
- O cameră fotografică digitală pentru colectarea de fotografii şi fişiere video pentru analiză;
- Un sonometru înregistrator de producţie Extech, clasa 1;
- Baterii reîncărcabile necesare pentru diferite aparate şi instrumente.

### **2.3. Materiale şi metode utilizate în etapa culegerii datelor de teren**

Dat fiind faptul că în studiile de teren s-a utilizat metoda cronometrării continue, nu a fost posibilă separarea în cadrul unui ciclu de muncă a unor întârzieri de durate foarte scurtă. Din acest motiv, în ambele zone de studiu, implementarea cronometrării a pornit de la premisa unui studiu de timp cu incluziunea întârzierilor caracterizate de o durată totală mai mică de 15 minute într-o oră de muncă.

Astfel de abordări sunt specifice şi acceptate în acele situaţii în care se utilizează pe scară largă munca manuală şi se utilizează frecvent în studiile de timp forestiere (Acuna et al., 2012).

Cronometrările au fost efectuate prin pornirea cronometrului utilizat la începutul zilei de muncă şi notarea pe caietul de teren a timpului (în format ora : minut : secundă) caracteristic fiecărui punct de fixare (rupere). Această abordare a presupus definirea unor puncte de fixare specifice operaţiilor şi elementelor de muncă studiate, după cum se prezintă în Tabelul 2.4.

Pentru măsurarea distanţelor s-a utilizat un telemetru Nikon Laser Forestry Pro. Distanţele de adunat s-au măsurat cu ocazia fiecărui ciclu de muncă prin vize directe la înălţimea ochiului, de sub linia de funicular până la locul în care s-a desfăşurat cablul trăgător.



Cu aceeaşi ocazie s-au măsurat şi declivităţile terenului pe direcţia de adunat lateral, utilizându-se acelaşi instrument.

În acele cazuri în care sarcinile au fost preluate pentru apropiat de sub linia de funicular, distanţa de tras lateral şi declivitatea terenului au fost considerate nule.

**Tabelul 2.4. Descrierea elementelor de timp (muncă) şi a punctelor de fixare**

**Table 2.4. Description of time and work elements and of the fixation points**

| Element de muncă (timp)                        | Abrev.            | Descriere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cursa în gol                                   | T <sub>CG</sub>   | Începe atunci când căruciorul se angajează în mişcare spre amonte şi se sfârşeşte atunci când acesta se opreşte pentru adunat lateral. A inclus mici întârzieri cauzate de trecerea peste saboţi.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Coborârea cablului de sarcină                  | T <sub>CCS</sub>  | Începe atunci când căruciorul este blocat pe cablul purtător iar cablul trăgător începe să coboare spre sol şi se termină atunci când cablul ajunge la sol. A inclus mici întârzieri cauzate de comportamentul operaţional al operatorului.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Desfăşurarea cablului de sarcină               | T <sub>DCS</sub>  | Începe atunci când cablul trăgător este preluat de legător şi se sfârşeşte atunci când legătorul ajunge la locul de legare. A inclus mici întârzieri cauzate de dificultăţile de teren.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Legarea sarcinii                               | T <sub>LS</sub>   | Începe atunci când legătorul se angajează în legarea sarcinii şi se termină atunci când sarcina a fost complet legată. A inclus mici întârzieri cauzate de condiţiile de teren locale.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tras mecanic şi ridicarea sarcinii la cărucior | T <sub>TMRS</sub> | Începe când operatorul funicularului începe trasul mecanic şi se sfârşeşte când sarcina este complet suspendată sub cărucior, iar căruciorul este deblocat de pe cablul purtător. A inclus întârzieri datorate dezlegărilor involuntare ale sarcinii, trecerii peste obstacole şi deplasării muncitorilor. Include atât ciclurile de muncă în care sarcinile au fost adunate din lateral cât şi ciclurile de muncă în care sarcinile au fost ridicate de sub linia de funicular. |
| Cursa în plin                                  | T <sub>CP</sub>   | Începe atunci când căruciorul se deplasează înspre aval şi se termină când căruciorul ajunge la platforma primară. A inclus mici întârzieri cauzate de trecerea peste suportii intermediari.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Coborârea sarcinii                             | T <sub>CS</sub>   | Începe când operatorul eliberează cablul trăgător şi se termină când sarcina ajunge la sol. A inclus mici întârzieri cauzate de reconfigurarea poziţiei sarcinii la sol.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dezlegarea sarcinii                            | T <sub>DS</sub>   | Începe când legătorul din platforma primară iniţiază prima sa acţiune relaţionată cu dezlegarea sarcinii şi se termină când ciochinarele au fost ataşate la cablul trăgător.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ridicarea cablului                             | T <sub>RC</sub>   | Începe când operatorul funicularului acţionează cablul trăgător şi se termină când căruciorul începe să se deplaseze înspre amonte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ciclul de muncă                                | TCM <sub>15</sub> | Suma timpului, inclusiv întârzieri mai mici de 15 minute într-o oră.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



În cazul distanţei de apropiat, s-a recurs la amplasarea unor marcaje în teren pentru facilitarea măsurării. În acest scop, premergător desfăşurării studiului, s-a executat o serie de măsurători, din aproape în aproape, cu utilizarea telemetrului. La distanţe egale, vizibile dintr-un punct în altul, s-au marcat repere pe arborii marginali culoarului liniei de funicular, indicând distanţa până la platforma primară.

După începerea studiului, distanţele de apropiat s-au determinat ca diferenţă sau sumă dintre distanţa de la proiecţia la sol a căruciorului în timpul fiecărui ciclu de muncă până la cel mai apropiat reper.

Distanţa dintre proiecţia căruciorului la sol şi cel mai apropiat reper a fost determinată fie cu ruleta (în cazul distanţelor foarte mici) fie cu telemetrul (în cazul distanţelor mari).

Volumul sarcinilor colectate s-a determinat în ZT1 precis, prin măsurarea diametrelor şi a lungimilor pieselor colectate în cadrul fiecărei sarcini. Acest demers a fost realizat de către personalul societăţii comerciale ca măsură premergătoare remunerării activităţii şi a fost posibil datorită unui număr de piese relativ mic pe cursă şi a dimensiunilor reduse ale acestora în termeni de lungime.

În cazul ZT2, acest lucru nu a mai fost posibil datorită numărului mare de piese pe sarcină şi a lungimii mari a acestora; de asemenea, includerea unui cercetător pentru măsurarea acestor caracteristici nu a fost posibilă la data realizării studiului şi, datorită numărului mare de piese dintr-o sarcină, utilizarea unor proceduri de măsurare în platforma primară este chiar contraindicată pentru că ar fi fost afectat desfăşurarea în mod obişnuit a studiului. Totuşi, pentru estimarea producţiei realizate, în acest caz s-au preluat datele de la societatea comercială de prelucrare a lemnului înspre care a fost trimisă masa lemnoasă colectată pe durata studiului.

Datele de teren s-au colectat pentru un număr de 18 zile operaţionale în primul caz (ZT1) şi pentru un număr de 9 zile operaţionale în cel de-al doilea caz (ZT2). Toate datele colectate au fost înscrise în carnetul de teren, în câmpurile prevăzute în acest sens.

Cu ocazia studiului de teren realizat în ZT1, s-au cules şi date cu privire la consumul de carburant pentru efectuarea operaţiilor. În acest sens, au fost monitorizate atent toate alimentările cu motorină ale grupului de acţionare al funicularului. Consumul de carburant pe zile şi la nivel de total au fost notate în carnetul de teren pe baza unor măsurători ce s-au efectuat la fiecare alimentare. Acesta a fost utilizat mai departe în calcularea unor parametri de performanţă specifici.

#### **2.4. Colectarea datelor de teren de natură ergonomică - nivelul potenţial de expunere la zgomot**

Pentru colectarea datelor de teren cu privire la nivelul potenţial de expunere la zgomot s-a utilizat un colector de date de producţie Extech, modelul SDL 600. Astfel de instrumente sunt capabile să înregistreze date cu privire la nivelul de presiune acustică şi să le stocheze pe un card de memorie de tip SD în format Microsoft Excel.

Precizia de măsurare a datelor este în domeniul  $\pm 1,4$  dB ceea ce este conform cu standardele instrumentelor de tipul 2 conform standardelor ANSI şi IEC 61672. Dintre capacităţile şi funcţionalităţile specifice se menţionează următoarele:

- Domeniul de măsurare: 30-130 dB;
- Posibilitatea de pornire a măsurătorilor (înregistrărilor) în mod auto sau manual;
- ieşire analog pentru conexiune la un analizator sau înregistrator;



- Ecran mare de tip LCD;
- Posibilitatea de stocare a 99 de citiri înregistrate manual și a 20,000 citiri înregistrate automat pe carduri cu capacitatea de 2 Giga biți;
- Stocarea datelor citite cu etichete temporale în format Microsoft Excel, fișiere ușor de transferat și analizat pe calculator;
- Rate de eșantionare programabile de utilizator, cuprinse între 1 și 3600 secunde;
- Funcții de înregistrare și stocare a valorilor minime, maxime, reținere a datelor și închidere automată în timpul în care instrumental nu se utilizează;
- Card SD, protecție a ecranului, 6 baterii AA și cutie de transport ușoară;
- Domeniul de frecvențe în care măsoară: 31,5-8000 Hz;
- Scări de ponderare: A și C;
- Timp de răspuns: două opțiuni - rapid (125 milisecunde) și încet (1 secundă);
- Dimensiuni : 250 x 73 x 48 mm;
- Masa : 520 grame.

În mod normal, standardele cu privire la măsurarea nivelului de presiune acustică (Directiva Europeană 2003/10/EC, ISO 9612/2009, ISO 11201/2010) prevăd montarea sonometrelor la o distanță de circa 10 cm de urechea subiectului care se supune unui studiu dat. Totuși, datorită mărimii aparatului înregistrator, precum și a condițiilor ce caracterizează sarcina de muncă pentru operatorul grupului de acționare, acest deziderat a fost imposibil de atins. De asemenea, dată fiind pericolozitatea muncii în operații executate cu funiculare forestiere, încărcarea suplimentară a ariei de control a comenzilor grupului de acționare nu este recomandată.

Chiar și în cazul unor condiții mai facile de muncă, cum ar fi cele specifice tocătoarelor echipate cu cabine, montarea unor dispozitive de dimensiuni mari la nivelul urechii subiectului luat în studiu este dificil de realizat, recurgându-se la soluții alternative, capabile să descrie nivelul de expunere la zgomot (Poje et al., 2015).

Din aceste motive, s-a recurs la amplasarea instrumentului înregistrator în lateral de grupul de acționare, pe o direcție perpendiculară față de frâna aerodinamică, la o distanță de circa 2 m, amplasat la sol.

Prin colectarea de date, urmată de analiza acestora, s-a pornit de la premisa că, dacă nivelul de presiune acustică echivalent este mai mare decât cel reglementat, la o distanță de circa 2 metri față de sursă, atunci, nivelul echivalent real de presiune acustică la nivelul sursei și la nivelul urechii operatorului vor fi mai mari, impunându-se măsuri de corecție ergonomică.

Pentru colectarea de date, instrumentul a fost setat să opereze continuu, cu înregistrare automată, la o rată de eșantionare de o secundă, cu timp de răspuns rapid, și cu preluarea de date pe scara de ponderare A (dBA).

În acest mod, s-au colectat continuu date pe o perioadă de trei zile operaționale (1, 5 și 6 aprilie 2016), de la începutul până la sfârșitul activităților în fiecare zi de muncă, date ce s-au stocat pe cardul de memorie internă și care s-au preluat din locația în care s-au aplicat tăieri progresive - ZT1.

Dat fiind faptul că datele cu privire la nivelul de presiune acustică sunt preluate concomitent cu etichete de indică data și timpul curent, presetabile de utilizator prin utilizarea unui calculator, aceste



date au fost utilizate şi pentru a se evalua posibilităţile de colectare automată a datelor cu privire la consumul de timp în operaţii de colectare a lemnului cu funicularul.

## 2.5. Prelucrarea datelor de teren

Pentru datele de teren colectate în mod tradiţional, care au fost utilizate în studiile de timp, prelucrarea a vizat, similar oricărui studiu de timp, aducerea acestora într-un format pretabil analizei statistice.

Acest lucru s-a realizat în mai multe etape procedurale:

- În primul rând, s-a construit o bază de date în format Microsoft Excel, în care să se centralizeze datele culese din teren la nivel de ciclu de muncă;
- Apoi, pentru fiecare ciclu de muncă, s-au introdus timpii corespunzători punctelor de fixare în câmpuri alăturate, în format „Time”. Aceste date au fost preluate din carnetele de teren;
- Formatul „Time” al MS Excel permite introducerea unor astfel de date, inclusiv calcularea automată a diferenţelor dintre două valori alăturate, pe care le converteşte în format numeric. Aceste proceduri au fost utilizate pentru calcularea automată prin diferenţă a consumului de timp pe elemente de muncă, precum şi a întârzierilor separate în cadrul fiecărui ciclu de muncă;
- Restul variabilelor s-au înscris în câmpurile corespunzătoare, manual, prin preluarea lor din carnetele de teren;
- Baza de date a fost salvată în acest mod, pe zile de muncă precum şi la nivel de zonă test. Această bază de date a servit ca bază de date preliminară necesară efectuării analizelor statistice;
- În baza de date astfel întocmită, s-au prevăzut câmpuri de date pentru introducerea consumurilor de carburanţi conform datelor preluate prin observaţii directe în teren. Aceste valori au fost introduse sistematizat, corelat cu acele cicluri de muncă între care s-au efectuat realimentări. În mod obişnuit, acestea au fost prevăzute la nivel de sfârşit de zi de muncă;
- Pe baza datelor culese din teren şi introduse în baza de date construită în acest fel, s-au derivat alţi parametri de interes necesari în analiza statistică;
- Pentru datele culese cu instrumentul Extech SDL600, s-a utilizat programul software specific pentru descărcarea datelor, după care fişierele Microsoft Excel rezultate s-au centralizat într-o singură bază de date Excel, organizată pe zile de colectare şi la nivel total;
- Aceste date au fost prelucrate suplimentar pentru a se extrage elementele de interes, după cum urmează:
  - Datele culese pentru cele trei zile de observaţie s-au comasat într-un singur şir, comun, structurat după un identificator de la 1 la circa 80000 (secunde de înregistrare);





- S-a recurs la utilizarea unor praguri de separare a unor regimuri de funcţionare specifice pe baza reprezentării grafice a datelor cu privire la nivelul de presiune acustică în funcţie de timp. Aceste praguri au fost stabilite la:
  - $NPA \leq 60$  dBA: pentru regimul de utilizare în care motorul grupului de acţionare a fost considerat a fi oprit, caz în care a fost posibilă apariţia următoarelor evenimente: tras lateral cablu de sarcină, legare sarcină, dezlegare sarcină, pauze din diverse motive;
  - $NPA > 60$  şi  $NPA \leq 70$  dBA: pentru regimul de utilizare în care motorul grupului de acţionare a fost considerat a fi pornit dar nu în sarcină, caz în care a fost posibilă apariţia următoarelor evenimente: tras lateral cablu de sarcină, legare sarcină, dezlegare sarcină, pauze din diverse motive;
  - $NPA > 70$  şi  $NPA \leq 85$  dBA: pentru regimul de utilizare în care motorul grupului de acţionare a fost considerat a fi pornit şi funcţionând în sarcină, caz în care a fost posibilă apariţia următoarelor evenimente: tras mecanic, ridicare şi coborâre cablu trăgător, fără cursa în plin sau în gol;
  - $NPA > 85$  şi  $NPA \leq 110$  dBA: pentru regimul de utilizare în care motorul grupului de acţionare a fost considerat a fi pornit şi funcţionând în sarcină, caz în care a fost posibilă apariţia cursei în gol;
  - $NPA > 110$  dBA: pentru regimul de utilizare în care motorul grupului de acţionare a fost considerat a fi pornit şi funcţionând în sarcină, caz în care a fost posibilă apariţia cursei în plin;
- Pe baza pragurilor stabilite, s-a recurs la recategorizarea datelor, astfel încât valorile nivelului de presiune acustică (NPA) să se reorganizeze pe coloane specifice în funcţie de categoria în care au fost încadrabile. S-a utilizat pentru acest lucru o procedură simplă de clasificare scrisă în cod Visual Basic for Applications, având forma de mai jos:

**Lista 2.1: Cod Visual Basic for Applications pentru implementarea pragurilor de separare a nivelului de presiune acustică.**

**List 2.1: Visual Basic for Applications code used to implement the separation thresholds of the sound pressure level.**

*Sub test()*

*'Distribuirea valorilor pentru cele trei zile, in functie de pragurile pentru nivelul de presiune 'acustica*

*For i = 0 To 80000*

*Select Case Cells(2 + i, 4).Value*

*'Motor oprit, prag de 60*

*Case Is <= 60*

*Cells(2 + i, 6).Value = Cells(2 + i, 4).Value*

*Cells(2 + i, 7).Value = ""*

*Cells(2 + i, 8).Value = ""*

*Cells(2 + i, 9).Value = ""*

*Cells(2 + i, 10).Value = ""*

*'Motor pornit, fara munca, prag de 70*



```
Case Is <= 70
  Cells(2 + i, 6).Value = ""
  Cells(2 + i, 7).Value = Cells(2 + i, 4).Value
  Cells(2 + i, 8).Value = ""
  Cells(2 + i, 9).Value = ""
  Cells(2 + i, 10).Value = ""

'Motor pornit, tras, ridicat, coborat, prag de 85
Case Is <= 85
  Cells(2 + i, 6).Value = ""
  Cells(2 + i, 7).Value = ""
  Cells(2 + i, 8).Value = Cells(2 + i, 4).Value
  Cells(2 + i, 9).Value = ""
  Cells(2 + i, 10).Value = ""

'Motor pornit, cursa in gol, prag de 110
Case Is <= 110
  Cells(2 + i, 6).Value = ""
  Cells(2 + i, 7).Value = ""
  Cells(2 + i, 8).Value = ""
  Cells(2 + i, 9).Value = Cells(2 + i, 4).Value
  Cells(2 + i, 10).Value = ""

'Motor pornit, cursa in plin, prag de 110
Case Is > 110
  Cells(2 + i, 6).Value = ""
  Cells(2 + i, 7).Value = ""
  Cells(2 + i, 8).Value = ""
  Cells(2 + i, 9).Value = ""
  Cells(2 + i, 10).Value = Cells(2 + i, 4).Value
End Select
Next i
End Sub
```

- După reclasificarea datelor s-au utilizat relații de calcul standardizate pentru a se calcula nivelul echivalent de presiune acustică, relații ce s-au extras din standardele în vigoare și se prezintă în cele ce urmează;

$$LAeq [dB(A)] = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \sum_{t_1}^{t_2} t_i \times 10^{0,1 \times LAeq_i} \right] \quad (1)$$

$$LAeq, Te [dB(A)] = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times LAeq, n} \right] \quad (2)$$

$$LEX, 8h [dB(A)] = LAeq, Te + 10 \log \left[ \frac{Te}{8h} \right] \quad (3)$$

în care:

T – perioada de timp luată în considerare;

t1 – referința temporală de început;

t2 – referința temporală de sfârșit;





$t_i$  – intervalul de timp în perioada  $T$ ;  
 $LA_{eqi}$  – nivelul de presiune acustică în intervalul de timp  $t_i$ ;  
 $LA_{eq}$  – nivelul de presiune acustică caracteristic unei operații;  
 $LA_{eq, Te}$  – nivelul de presiune acustică într-o zi nominală de lucru;  
 $LA_{eq, n}$  – nivelul de presiune acustică al eșantionului  $n$ ;  
 $n$  – numărul zilei de eșantionare;  
 $N$  – numărul total de zile;  
 $LEX, 8h$  – expunerea ponderată la zgomot pentru o zi nominală de 8 ore;  
 $Te$  – durata efectivă a unei zile de lucru.

- După reorganizarea datelor și utilizarea relațiilor de calcul menționate anterior, s-a recurs la compararea datelor cu pragurile prevăzute de normele în vigoare.

## 2.6. Analiza statistică a datelor de teren

### 2.6.1. Pașii utilizați în analiza statistică

Pașii specifici analizei statistice pentru studiul de față au fost cei tipici pentru studiile de timp observaționale de modelare (Acuna et al., 2012). În principiu, aceștia au fost:

- Analiza preliminară a bazei de date pentru identificarea eventualelor probleme de consistență;
- Identificarea și tratarea valorilor aberante („outliers”);
- Testarea/verificarea normalității datelor;
- Dezvoltarea statisticilor descriptive;
- Analiza corelației;
- Modelare statistică prin tehnica regresiei liniare.

Acești pași au fost implementați, majoritar, prin utilizarea programului software Microsoft Excel.

Pentru datele privind nivelul de presiune acustică, analiza statistică a constatat din calculul principalelor indicatori statistici descriptivi (valoarea minimă, valoarea maximă, amplitudinea de variație, media, mediana și abaterea standard), aspecte ce s-au realizat la nivelurile de recategorisire menționate anterior și la nivel total. Apoi, s-au utilizat datele provenite din ecuațiile utilizate pentru a se caracteriza mai departe nivelul de expunere la zgomot.

### 2.6.2. Analiza preliminară a bazei de date pentru identificarea eventualelor probleme de consistență

Acest pas a fost necesar tocmai datorită modului de calculare al diferențelor dintre datele incluse în baza de date, reprezentând, majoritar consumul de timp măsurat prin metoda cronometrării continue. Această etapă a avut drept scop verificarea modului de calcul al diferențelor între valorile de tip „Time” astfel încât să nu apară valori aberante datorită modului de calcul, automat, al consumului de timp pe elemente de muncă.

Analiza bazei de date a constatat din verificarea atentă a rezultatelor efectuării diferențelor între valori de tip „Time” înscrise succesiv în baza de date. Unde s-au constatat anumite probleme, s-a recurs la tratarea acestora și la recalcularea lor.



După tratarea adecvată a tuturor problemelor, diferenţele obţinute, considerate valide, s-au rearanjat într-o bază de date nouă, conţinând consumurile de timp pe elemente de muncă (măsurate în secunde), valorile specifice ale variabilelor operaţionale colectate cu ocazia desfăşurării activităţilor de teren, precum şi valori calculate pe baza celor existente în baza de date iniţială (*e.g.* consumul total de timp).

După încheierea acestei etape, bazele de date specifice s-au salvat într-o nouă versiune (pentru păstrarea datelor iniţiale separat de cele ce au servit analizei statistice), în fişiere separate pentru cele două zone test, ZT1 şi ZT2.

### 2.6.3. Identificarea şi tratarea valorilor aberante

Literatura de specialitate furnizează un set de metode pentru identificarea şi tratarea valorilor aberante („outliers”). Astfel de metode se concretizează sub forma unor teste statistice mai mult sau mai puţin riguroase, precum şi sub forma unor analize grafice (Acuna et al., 2012; Zar, 2010).

De asemenea, valorile aberante pot să apară ca efect al diferitelor cauze. În studiile de timp conduse prin tehnici tradiţionale, manuale, astfel de erori au o probabilitate mai mare, tocmai datorită tehnicilor care se aplică în conducerea studiilor. Cauzele pot fi diverse, începând cu scrierea eronată a unor valori în faza de teren, transferarea eronată a unor valori în bazele de date constituite în format electronic în faza de birou, erori de calcul datorate unor formule înscrise incorect în bazele de date etc.

Totuşi, nu toate valorile care se abat de la valoarea medie, într-o măsură mai mare sau mai mică, pot fi considerate ca fiind valori aberante. De aceea, una dintre metodele practicate şi acceptate în tratarea valorilor aberante specifice studiilor de timp forestiere constă din analiza grafică a seturilor de date. O astfel de abordare îi permite cercetătorului să decidă dacă una sau mai multe valori din şirul de date chiar este o valoare aberantă.

Pentru analiza valorilor aberante s-a recurs la reprezentarea grafică a duratelor ciclurilor de muncă identificate în raport cu distanţa de apropiat, pentru ambele zone test, ZT1 şi ZT2.

Pe baza norului de puncte identificat şi pe criterii logice, s-au exclus acele valori considerate, din diverse motive, a nu aparţine şirului de date. De exemplu, pentru ZT1, dintr-un număr total de 608 cicluri de muncă observate în teren, s-a păstrat în urma analizei un număr de 558 de cicluri de muncă considerate valide. În ZT2, din numărul iniţial de 321 de cicluri de muncă observate în teren, s-a păstrat un număr de 316 de cicluri de muncă considerate valide.

### 2.6.4. Testarea şi verificarea normalităţii datelor

Testarea şi verificarea normalităţii datelor reprezintă un pas absolut necesar în acele studii de natură statistică care vizează estimarea statisticilor descriptive (Zar, 2010).

De modul în care se distribuie datele depinde alegerea descriptorilor statistici potriviţi pentru caracterizarea unui set de date.

În studiile de timp practicate în ingineria forestieră, testarea normalităţii datelor se aplică prin utilizarea unui set amplu de tehnici statistice, începând cu cele mai simple, care vizează dezvoltarea unor histogramme de frecvenţă şi terminând cu teste robuste cum ar fi testul Shapiro-Wilk (Acuna et al., 2012). Din păcate, în Microsoft Excel, opţiunile de testare a normalităţii datelor sunt limitate deoarece nu se pot implementa teste robuste.



Pentru datele din studiul de faţă s-au implementat proceduri de analiză a normalităţii datelor care au luat în considerare asimetria datelor, urmate de testarea grafică a quantilelor distribuţiei cu cele aşteptate pentru distribuţia ideală (tehnică cunoscută în literatura de specialitate drept *Q-Q plot*). Prima tehnică are două opţiuni:

- Dacă valoarea asimetriei setului de date -  $A$  este mai mare decât  $2 \times (6/N)^{-2}$ , atunci există probabilitatea ca şirul de date analizat să provină dintr-o distribuţie normală;
- Dacă valoarea asimetriei setului de date -  $A$  este mai mică sau egală cu  $2 \times (6/N)^{-2}$ , atunci există probabilitatea ca şirul de date analizat să nu provină dintr-o distribuţie normală.

Testarea normalităţii datelor s-a efectuat pentru toate variabilele luate în studiu, incluzând aici consumul de timp pe elemente de muncă, la nivel de ciclu de muncă precum şi pentru toate variabilele operaţionale.

### 2.6.5. Dezvoltarea statisticilor descriptive

Statisticile descriptive sunt utile în descrierea unui set de date. În studiile de timp, statisticile descriptive sunt utile pentru a caracteriza anumite relaţii dintre variabile precum consumul de timp şi variabilele operaţionale (independente).

Astfel de statistici pot să descrie modul de grupare al valorilor în jurul valorii centrale a şirului de date, precum şi varianţa acestora ce poate fi caracterizată prin amplitudinea şirului de date, abaterea standard etc. Pentru fiecare variabilă luată în analiză, şi pentru fiecare zonă test, în studiul de faţă s-au calculat parte sau toate dintre următoarele statistici descriptive:

- Numărul de observaţii;
- Sumele valorilor;
- Procentele de participare;
- Valorile minime;
- Valorile maxime;
- Valoarea medie;
- Mediana;
- Amplitudinea de variaţie;
- Abaterea standard.

Toate aceste statistici au fost calculate în Microsoft Excel, prin utilizarea funcţiilor dedicate de calcul disponibile în acest program.

### 2.6.6. Analiza corelaţiei

Analiza corelaţiei este un pas statistic important necesar în vederea implementării analizelor ce vizează modelarea datelor prin tehnici ale regresiei. Astfel, variabilele independente preconizate a fi utilizate în analiza regresiei trebuie să nu fie puternic corelate între ele, deoarece un astfel de fenomen poate



conduce la creşterea artificială a unui parametru - coeficientul de determinaţie ( $R^2$ ) - ce caracterizează capacitatea predictivă a unui model dat.

Părerile cu privire la pragul ( $R$ , coeficientul de corelaţie simplă) care ar trebui folosit pentru excluderea unei variabile sunt împărţite. De exemplu, Zar (2010) consideră că utilizarea în acelaşi model a două variabile dintr-o aceeaşi pereche poate fi acceptată atunci când coeficientul de corelaţie dintre acestea este de până la 0,8-0,9. Însă, în studiile existente valorile coeficientului de corelaţie sunt de fapt mult mai mici (e.g. Sabo şi Porşinsky, 2005).

În studiul de faţă s-a utilizat un prag al intensităţii corelaţiei considerată medie spre puternică conform scării Roemer-Orphal ( $R = 0,75$ ). Pe baza acestui prag, s-a întocmit câte o matrice a corelaţiei care a conţinut toate variabilele independente pentru ambele zone test, ZT1 şi ZT2. Pentru întocmirea matricei corelaţiei s-a utilizat funcţia specifică existentă în Microsoft Excel.

După implementarea acestor proceduri, în acele cazuri în care s-au constatat coeficienţi de corelaţie mai mari sau egali de 0,75, s-a recurs la excluderea unei variabile din perechea analizată.

Excluderea unei variabile din fiecare pereche s-a realizat pe criterii pur logice, luându-se în considerare posibilă (potenţială) contribuţiei fiecărei variabile analizate în explicarea consumului de timp.

#### **2.6.7. Modelarea prin tehnica regresiei liniare**

Dat fiind faptul că, în cazul unora dintre modele, au fost disponibile mai multe variabile independente ce puteau fi luate în considerare în explicarea consumului de timp la nivel de ciclu de muncă sau la nivelul unui anumit element de muncă, pentru modelare s-a recurs la analiza regresiei prin implementarea procedurilor statistice specifice regresiei liniare multiple (regresia liniară prin cele mai mici pătrate, regresia ordinară liniară).

Ca procedură de alegere a celui mai bun model s-a aplicat tehnica regresiei retrograde pas cu pas, conform căreia s-au evaluat atât semnificaţia statistică a modelului global cât şi semnificaţia statistică la nivelul fiecărei variabile independente.

Cele două teste de semnificaţie s-au aplicat la fiecare iteraţie specifică procedurii regresiei retrograde pas cu pas, prin evaluarea rezultatelor testelor de semnificaţie comparativ cu un grad de încredere de 95% ( $\alpha = 0,05$ ;  $p \leq 0,05$ ).

Aprecierea capacităţii de predicţie a unui model global ales ca fiind definitiv, s-a apreciat prin prisma coeficientului de determinaţie ajustat ( $R_{aj.}^2$ ), prin înmulţirea acestuia cu 100. Prin urmare, s-a apreciat proporţia în care variaţia simplă sau comună a uneia sau mai multor variabile independente explică variaţia unei variabile dependente ce a caracterizat consumul de timp la nivelul unui element de muncă sau la nivelul unui ciclu de muncă.

Astfel de proceduri statistice sunt acceptate şi consacrate în caracterizarea capacităţii de predicţie a unui model de regresie în studii de timp din ingineria forestieră (Acuna et al., 2012).

În acele cazuri în care s-a utilizat tehnica regresiei liniare simple pentru caracterizarea relaţiilor de dependenţă dintre o variabilă dependentă şi o variabilă independentă, s-au aplicat aceleaşi proceduri de testare a semnificaţiei modelului global (variabilei independente).

Au fost cazuri în care reprezentarea grafică a acestor modele a fost necesară, din diferite raţiuni, precum cea de a pune în evidenţă variabilitatea unui set de date dat, sau pentru comparare unor seturi



de date. În astfel de cazuri, pe lângă reprezentarea grafică a setului (seturilor) de date, s-au inclus în aceasta şi modelul de regresiei, ecuaţia de regresie aferentă şi coeficientul de determinaţie.

În cazul în care s-au dezvoltat modele specifice regresiei liniare multiple, statisticile descriptive aferente modelului (numărul de observaţii aflat la baza elaborării modelului, coeficientul de determinaţie şi testele de semnificaţie) s-au prezentat sub formă tabelară.

## **2.7. Estimarea indicatorilor performanţei productive**

### **2.7.1. Estimarea productivităţii şi a eficienţei**

Productivitatea ( $\text{m}^3 \times \text{h}^{-1}$ ) şi eficienţa ( $\text{h} \times \text{m}^{-3}$ ) muncii s-au estimat pentru acele situaţii în care au existat toate datele necesare pentru estimarea acestor parametri. În principiu, aceste demersuri s-au realizat pentru zona test 1, unde s-au efectuat măsurători de precizie asupra producţiei realizate prin colectarea lemnului cu funicularul.

Productivitatea s-a estimat ca raport dintre producţia realizată şi consumul total de timp fără întârzieri, în timp ce eficienţa s-a estimat ca raport invers. Terminologia utilizată şi modul de calcul (estimare) a parametrilor menţionaţi a fost adoptată din lucrarea lui Björheden et al. (1995).

În ceea ce priveşte consumul de timp, acest a inclus acele întârzieri, imposibil de separat în activitatea de teren şi care au cumulat mai puţin de 15 minute într-o oră de muncă. Astfel de abordări sunt specifice domeniului forestier unde cronometrarea precisă a elementelor de muncă şi separarea unor întârzieri foarte mici este, practic, imposibil de realizat atunci când se utilizează tehnici tradiţionale ale studiului timpului. Cu toate acestea, astfel de metode sunt acceptate şi consacrate în domeniul ingineriei forestiere (Acuna et al., 2012).

Prin urmare, eficienţa şi productivitatea muncii au fost estimate drept acei indicatori ai performanţei productive care au inclus consumul de timp inclusiv întârzierile care au cumulat mai puţin de 15 minute într-o oră de muncă:  $P_{15}$  şi  $E_{15}$ .

Merită menţionat aici că, deşi s-a utilizat această abordare, în realitate întârzierile au fost mult mai mici, neajungând la 15 minute într-o oră de muncă. La cursele în plin şi în gol precum şi la coborârea cablului trăgător, astfel de întârzieri au fost minime. Ele s-au manifestat mai mult la desfăşurarea cablului trăgător, legarea sarcinii, trasul mecanic şi ridicarea sarcinii la cărucior precum şi la dezlegarea sarcinii.

În cazul ZT2, productivitatea şi eficienţa muncii au fost estimate pe baza înregistrărilor de gestiune din cadrul societăţii comerciale care a desfăşurat activitatea de exploatare a lemnului în zona test.

### **2.7.2. Estimarea consumului de carburant**

Consumul de carburant s-a estimat prin realizarea de măsurători directe în cazul ZT1. În cazul ZT2, acesta s-a estimat pe baza înregistrărilor de gestiune a societăţii comerciale ce a desfăşurat activitatea de exploatare a lemnului în zona de studiu.



În primul caz, s-au măsurat toate intrările de carburant (motorină) efectuate pe măsură ce lucrările de colectare a lemnului au progresat pe suprafața parchetului. Aceste observații s-au condus pe toată durata studiului de teren.

Consumul unitar de carburant în ZT1 s-a estimat ca raport dintre cantitatea totală de carburant consumată și producția realizată. În ZT2, consumul unitar de carburant s-a estimat pe baza datelor oferite de compania de exploatare a lemnului.

## 2.8. Materiale și metode utilizate în studiile comparative

### 2.8.1. Sursele de date

Un prim set de date utilizat în studiul de față a fost cel preluat din studiile de caz efectuate în zonele test ZT1 și ZT2 în care s-au condus studii de timp prin implementarea unor proceduri similare de colectare, prelucrare și analiză a datelor.

Totuși, analiza comparativă a unora dintre scenariile luate în calcul, a utilizat doar acele observații care au fost considerate a fi adecvate pentru comparare, după o analiză atentă a acestora. Pentru ambele seturi de date, elementele de muncă studiate au fost aceleași, după cum s-a precizat anterior.

Tabelul 2.5 prezintă o comparație între condițiile operaționale specifice din cele două zone test. După cum se observă, au fost atât similitudinii cât și diferențe între cele două zone test.

De exemplu, panta terenului a fost relativ aceeași în ambele locații, prin urmare s-a considerat ca fiind controlată din punct de vedere statistic. Distanța de apropiat a variat între 100 (150) și circa 600 de metri pentru ambele cazuri.

Principalele diferențe au fost cele legate de distanța de adunat lateral care a fost mult mai mare în cazul ZT1. Modul de organizare al muncii, tipul de funicular utilizat și echipa de muncă au fost similar în ambele locații, după cum s-a precizat anterior.

**Tabelul 2.5. Comparație între condițiile operaționale dintre cele două zone test**

**Table 2.5. Comparison between the operational conditions of the two field study tests**

| Parametru                                                                                       | Valoare                                   |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Zona de studiu                                                                                  | ZT1                                       | ZT2                                  |
| Localizare                                                                                      | 45° 26' 12.80" N<br>-<br>25° 54' 55.62" E | 45° 15' 27" N<br>-<br>25° 17' 50" E, |
| <b>Date descriptive generale</b>                                                                |                                           |                                      |
| Suprafața (ha)                                                                                  | 23,50                                     | 16,10                                |
| Panta medie (°)                                                                                 | 30                                        | 33                                   |
| Specia                                                                                          | 100% Fag                                  | 100% Molid                           |
| <b>Date descriptive privind parametrii importanți pentru operațiile de colectare a lemnului</b> |                                           |                                      |
| Vârsta medie (ani)                                                                              | 180                                       | 69                                   |



|                                                               |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diametrul de bază mediu (cm)                                  | 60                    | 22                    |
| Înălţimea medie (m)                                           | 30                    | 19                    |
| Numărul de arbori de extras                                   | 548                   | 8062                  |
| Volum exploatabil (m <sup>3</sup> )                           | 1536                  | 2084                  |
| Volumul arborelui mediu (m <sup>3</sup> × fir <sup>-1</sup> ) | 2,960                 | 0,258                 |
| Tratament / lucrare                                           | Tăieri progresive     | Rărituri              |
| Metoda de exploatare                                          | Sortimente definitive | Trunchiuri şi catarge |

Cel de-al doilea set de date a fost preluat din normativele existente pentru operaţii executate cu funicular (\*\*\*\*, 1989). Pentru a putea realiza comparaţii, din aceste normative s-a ales un tip de funicular similar celui luat în studiu în ZT1 şi ZT2.

Pentru a facilita compararea între date, datele culese în teren pentru ZT1 şi ZT2 au fost revizuite astfel încât să se includă doar acele date în care distanţa de adunat lateral a fost mai mică sau egală cu 30 m. Această prelucrare a datelor a fost necesară deoarece normativele în cauză sunt realizate pentru distanţe de adunat lateral medii de 15 m.

### 2.8.2. Concepte şi strategii utilizate în realizarea de comparaţii

Chiar de la început, merită a fi menţionat faptul că efectuarea de comparaţii între diferite condiţii operaţionale forestiere este dificil de realizat. Acest lucru se datorează faptului că sursele de variaţie şi numărul de variabile pot să apară într-un număr foarte mare (Acuna et al., 2012). Prin urmare, conducerea de studii experimentale în astfel de condiţii este foarte dificil de implementat.

Pentru a compara între două alternative tehnice, se pot utiliza o serie de indicatori precum consumul de timp, productivitatea şi (sau) eficienţa muncii. În operaţii forestiere, eficienţa şi productivitatea muncii se calculează utilizându-se consumul de timp şi producţia realizată ca variabile iniţiale (Björheden et al., 1995).

Pentru efectuarea de comparaţii, în această lucrare s-a recurs la utilizarea eficienţei -  $E$  ( $h \times m^{-3}$ ) calculată ca raport dintre consumul de timp şi volumul producţiei. Aceasta corespunde, în linii mari, normei de timp reglementate, conform normativelor în vigoare (\*\*\*\*, 1989).

Prin urmare, o primă comparaţie s-a realizat între cele două zone test, în termeni de consum de timp. Pentru aceasta, s-au estimat modele predictive privind consumul de timp la nivel de ciclu de muncă care au avut drept variabile explicative distanţa de adunat lateral cu funicularul ( $d$ ) şi distanţa de apropiat cu funicularul ( $D$ ). Procedurile specifice pentru estimarea ecuaţiilor de regresie în cauză au fost cele prezentate la paragraful de descriere a procedurilor de analiză statistică. S-a recurs la această abordare (luarea în considerare doar a distanţelor de operare) datorită faptului că declivitatea terenului a fost relativ aceeaşi în ambele zone de studiu iar modelele finale, realizate după implementarea procedurilor regresiei retrograde pas cu pas, pentru consumul de timp la nivel de ciclu de muncă au avut în comun cele două variabile.

După estimarea celor două modele s-a recurs la simularea acestora prin luarea în calcul a unor condiţii operaţionale egale din punct de vedere al distanţelor de operare. În acest sens, s-a ținut cont de valorile minime şi maxime specifice ambelor seturi de date pentru distanţele de operare.



Prin urmare, modelele s-au simulat pentru distanţe de apropiat cuprinse între 100 şi 600 de metri şi pentru distanţe de adunat lateral de 15, 30 şi 45 metri. Rezultatele simulării şi analiza comparativă a situaţiilor descrise s-a realizat pe cale grafică.

Apoi, pe baza unor parametri de studiu, s-au realizat comparaţii cu normativele existente în vigoare. Din acestea, pentru condiţii similare din punct de vedere operaţional (înălţime de ridicare a sarcinii, distanţa de adunat lateral, distanţa de apropiat, volumul arborelui mediu), s-au extras şi s-au descris normele de timp specifice astfel încât acestea să corespundă datelor culese din teren în cele două zone test.

Pe baza datelor extrase din normative precum şi pe baza celor colectate din teren s-au realizat comparaţii punctuale pentru a se identifica eventualele diferenţe cauzate de progresul tehnologiei.

Este de precizat aici faptul că normativele în vigoare operează cu termeni precum volumul arborelui mediu pentru a reglementa norma de timp specifică unei operaţii. Prin urmare, producţia ce trebuie să fie realizată se reglementează în funcţie de volumul arborelui mediu.

Pe de altă parte, datele culese din teren au măsurat producţia realizată în zonele test şi au fost disponibile şi date cu privire la volumul arborelui mediu. Cu toate acestea, în ZT1 s-au observat doar acele operaţii în care a fost extras lemnul fără extracţia crăcilor de mici dimensiuni.

**Tabelul 2.6. Specificaţiile normativelor româneşti pentru funiculare în comparaţie cu caracteristicile studiilor efectuate în ZT1 şi ZT2**

**Table 2.6. Specifications of the Romanian norms for cable yarders in comparison to the studies carried out in the field tests no. 1 and 2**

| Echipament şi condiţii                                        | Descriere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Funicular FP 2, foioase, norme de timp</b><br><br>[FP2B]   | Pregătirea sarcinii, desfăşurarea cabului de sarcină, adunat lateral pe distanţa medie de 15 m (distanţa maximă de 30 m), cursa în plin, dezlegarea sarcinii, cursa în gol, comunicare, întreţinerea funicularului în timpul şi după terminarea muncii.<br>Notes (pentru comparare):<br>- arbori de foioase, volumul arborelui mediu $> 0,700 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$ ;<br>- ridicarea sarcinii $< 15 \text{ m}$ ;<br>- $E (h \times \text{m}^{-3})$ – norma de timp pentru desfăşurarea sarcinilor de mai sus.        |
| <b>Funicular FP 2, răşinoase, norme de timp</b><br><br>[FP2R] | Pregătirea sarcinii, desfăşurarea cabului de sarcină, adunat lateral pe distanţa medie de 15 m (distanţa maximă de 30 m), cursa în plin, dezlegarea sarcinii, cursa în gol, comunicare, întreţinerea funicularului în timpul şi după terminarea muncii.<br>Note (pentru comparare):<br>- arbori de răşinoase, volumul arborelui mediu $0,141 - 0,700 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$ ;<br>- ridicarea sarcinii $< 15 \text{ m}$ ;<br>- $E (h \times \text{m}^{-3})$ – norma de timp pentru desfăşurarea sarcinilor de mai sus. |
| <b>Funicular Wyssen 30, foioase, studiu observaţional</b>     | Cursa în gol, coborârea cablului de sarcină la sol, desfăşurarea cablului de sarcină, legarea sarcinii, tras mecanic şi ridicarea                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |





|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>[W30B]</b>                                               | sarcinii, cursa în plin, coborârea sarcinii, dezlegarea sarcinii, ridicarea cablului la cărucior.<br>Distanţa maximă de adunat lateral de 30 m.<br>Note (pentru comparare):<br>- arbori de foioase, volumul arborelui mediu de $2,960 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$ .<br>- ridicarea sarcinii $< 15 \text{ m}$ ;<br>- $E_{15} (h \times \text{m}^{-3})$ – eficienţa desfăşurării sarcinilor de mai sus. |
| <b>Funicular Wyssen 30, răşinoase, studiu observaţional</b> | Cursa în gol, coborârea cablului de sarcină la sol, desfăşurarea cablului de sarcină, legarea sarcinii, tras mecanic şi ridicarea sarcinii, cursa în plin, coborârea sarcinii, dezlegarea sarcinii, ridicarea cablului la cărucior.                                                                                                                                                                           |
| <b>[W30R]</b>                                               | Distanţa maximă de adunat lateral de 30 m.<br>Note (pentru comparare):<br>- arbori de foioase, volumul arborelui mediu de $0,258 \text{ m}^3 \times \text{fir}^{-1}$ .<br>- ridicarea sarcinii $< 15 \text{ m}$ ;<br>- $E_{15} (h \times \text{m}^{-3})$ – eficienţa desfăşurării sarcinilor de mai sus.                                                                                                      |

Prin urmare, comparaţiile între diverse scenarii au fost considerate destul de dificil de realizat. Pentru simplificare s-au făcut unele presupuneri care s-au luat în considerare. Astfel, s-au făcut şi unele simulări pe care au luat în considerare volumul arborelui mediu în calculul eficienţei pentru operaţiile desfăşurate cu funicularul în zonele test. Aceste simulări au doar caracter informativ.

## 2.9. Evaluarea percepţiei administraţiei pădurilor de stat cu privire la posibilitatea de utilizare a sistemelor tehnice forestiere

Evaluarea percepţiei administratorilor de păduri de stat cu privire la posibilitatea de utilizare a unor sisteme tehnice forestiere de exploatare a lemnului este importantă deoarece poate să creioneze, în linii mari, nivelul de acceptare instituţională al unui sistem tehnic dat. Pentru a se evalua percepţia asupra unui sistem tehnic forestier nu este suficientă doar întrebarea formală sau informală cu privire la nivelul de acceptare, ci este necesară detalierea prin întrebări şi răspunsuri a unor componente specifice sistemului tehnic respectiv.

În acest sens, pentru a se evalua percepţia administratorilor de pădure asupra oportunităţii folosirii unor sisteme tehnice forestiere de exploatare a lemnului, s-a elaborat un chestionar cantitativ care s-a construit în trei secţiuni, numite în continuare secţiunea A, secţiunea B şi secţiunea C. O copie a acestui chestionar este ataşată în anexele lucrării de faţă.

Secţiunea A a fost dezvoltată pentru a se colecta date cu privire la managementul forestier la nivel de ocol silvic şi a vizat caracterizarea resurselor forestiere precum şi anumite condiţii operaţionale generale ce pot caracteriza activitatea de exploatare a lemnului. Prin urmare, această secţiune a inclus câmpuri pentru precizarea datelor cu privire la localizarea ocoalelor silvice, suprafaţa fondului forestier caracteristică fiecărui ocol silvic, distribuţia suprafeţei fondului forestier pe forme majore de relief, proporţia de participare a principalelor specii forestiere în fondul forestier gestionat de fiecare ocol silvic precum şi descrierea condiţiilor operaţionale specifice precum distanţa medie de colectare, estimarea volumului de masă lemnoasă recoltată în ultimii zece ani, estimarea volumului de masă lemnoasă recoltată pe an în cadrul principalelor tipuri de tăieri de regenerare şi lucrări de îngrijire etc. Secţiunea B a chestionarului a fost dezvoltată pentru a se colecta date cu privire la frecvenţa de utilizare a unor echipamente specifice de exploatare a lemnului precum şi a unor metode de exploatare



a lemnului. În special, s-a încercat cartarea proporției de utilizare a metodelor de exploatare a lemnului la nivel de ocol silvic, în relație directă cu caracteristicile reliefului din ocoalele silvice analizate.

Secțiunea C a chestionarului a fost construită pentru a evalua percepția respondenților cu privire la un set de indicatori de performanță cheie cu privire la o listă predefinită de sisteme tehnice forestiere de exploatare a lemnului.

În acest sens, s-a inclus în secțiunea C a chestionarului un set de 12 sisteme tehnice de exploatare a lemnului, denumite în continuare sistemele **S1 – S12**. O descriere parțială, referitoare la componentele sistemelor tehnice luate în studiu, ce se referă la echipamentele forestiere incluse de fiecare sistem se redă în Tabelul 2.7.

Alegerea sistemelor tehnice pentru evaluarea de către respondenți a fost realizată pe baza literaturii de specialitate naționale (Borz 2015, Borz și Popa 2014, Sbera 2007) și internaționale (Moskalik 2017) ce a descris stadiul actual cu privire la nivelul (gradul) de mecanizare a operațiilor forestiere de exploatare a lemnului din România și din țări caracterizate de un nivel de integrare a mecanizării similar în astfel de operații.

Înainte de distribuirea chestionarului către respondenți, sistemele de exploatare a lemnului alese pentru studiu au fost evaluate în ceea ce privește gradul de utilizare a acestora în România precum și în termeni de integrare a mecanizării. Acest pas a fost realizat pe baza literaturii de specialitate existente precum și pe baza unei evaluări subiective.

**Tabelul 2.7. Descrierea sistemelor tehnice forestiere de exploatare a lemnului luate în studiu**

**Table 2.7. Description of the timber harvesting systems taken into study**

| Descrierea sistemelor tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu pentru evaluare                                                               | Evaluarea subiectivă cu privire la utilizarea în România | Evaluarea gradului de mecanizare al operațiilor |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare prin purtare lemn scurt cu atelaje (S1)                                 | Niciodată                                                | Foarte scăzut                                   |
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare prin târâre lemn scurt sau lung cu atelaje (S2)                         | Adesea                                                   | Foarte scăzut                                   |
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt cu instalații de alunecare (S3)                              | Rar                                                      | Scăzut                                          |
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt prin corhănire (S4)                                          | Adesea                                                   | Foarte scăzut                                   |
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt sau lung prin semitârâre cu tractoare agricole adaptate (S5) | Des                                                      | Mediu                                           |
| Doborâre, curățire de crăci și secționare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt prin purtare cu tractoare agricole adaptate (S6)             | Rar                                                      | Mediu                                           |



|                                                                                                                                                                   |            |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Doborâre, curăţire de crăci şi secţionare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn lung prin semitârâre cu tractoare specializate forestiere (S7)                  | Foarte des | Mediu          |
| Doborâre, curăţire de crăci şi secţionare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn lung prin semitârâre cu tractoare specializate forestiere dotate cu cleşti (S8) | Rar        | Ridicat        |
| Doborâre, curăţire de crăci şi secţionare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt prin purtare cu tractoare de tip forwarder (S9)                           | Adesea     | Ridicat        |
| Doborâre, curăţire de crăci şi secţionare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt sau lung prin suspendare cu funiculare clasice (S10)                      | Rar        | Ridicat        |
| Doborâre, curăţire de crăci şi secţionare cu ferăstraie mecanice + colectare lemn scurt sau lung prin suspendare cu instalaţii cu pilon (S11)                     | Adesea     | Mediu          |
| Recoltare şi colectare mecanizată, lemn scurt cu maşini multifuncţionale şi tractoare forwarder (S12)                                                             | Rar        | Foarte ridicat |

Astfel, din lista de sisteme tehnice supuse evaluării, doar un singur sistem a fost evaluat a nu fi fost implementat niciodată în România. Totuşi, acest sistem a fost identificat în utilizare efectivă în ţări vecine României, precum şi în alte ţări din Asia.

După realizarea acestor etape, respondenţii prospectivi au fost aleşi din cadrul fiecărui ocol silvic, drept acele persoane care îşi desfăşoară activitatea profesională în sarcini legate de vânzarea masei lemnoase, mecanizare şi exploatare forestieră pe baza presupunerii că aceste persoane deţin cunoştinţe la un nivel destul de avansat cu privire la tipurile de echipamente utilizate în operaţii forestiere, fiind în măsură să evalueze obiectiv sistemele luate în studiu şi să furnizeze opinii pertinente cu privire la indicatorii de performanţă luaţi în studiu. De fapt, astfel de persoane trebuie să deţină o diplomă de studii superioare în silvicultură, prin urmare s-a presupus că persoanele intervievate posedă cunoştinţe ample în operaţii forestiere de exploatare a lemnului.

Pentru asigurarea unor răspunsuri neafectate de erori, precum şi a furniza un chestionar mai descriptiv pentru respondenţi, secţiunea C a chestionarului a fost dezvoltată, pentru fiecare sistem tehnic forestier luat în studiu, prin includerea unor imagini descriptive care să ajute la luarea deciziilor.

O atenţie specială s-a acordat precizării în chestionar a naturii informative a descrierilor vizuale ale sistemelor tehnice de exploatare a lemnului, astfel încât să nu ghideze greşit respondenţii în acordarea de răspunsuri. Astfel, printr-o secţiune specială, constituită din text înscris cu roşu, s-a precizat faptul că respondenţii ar trebui să îşi imagineze condiţiile reale de operare ale sistemelor în cauză bazat pe descrierea inclusă sub formă vizuală, condiţii care să caracterizeze utilizarea în realitate a unui sistem dat, în pădurile administrate de respondenţi.

Pentru fiecare dintre sistemele tehnice luate în studiu (**S1 – S12**), s-a dezvoltat un set de 16 întrebări (itemi), care s-a inclus în chestionar, pentru fiecare sistem analizat, chiar după descrierea vizuală a acestuia. Fiecare dintre itemii incluşi a fost formulat ca întrebare închisă, astfel încât respondenţii să aleagă un răspuns pe o scară Likert prevăzută cu cinci alternative de răspuns (Tabelul 2.8).

Performanţa tehnică (economică, productivă) a sistemelor tehnice luate în studiu a fost supusă evaluării de către respondenţi prin întrebările (itemii) 1-4, deşi astfel de indicatori au şi implicaţii de



natură ecologică. Cu toate acestea, personalul din producția forestieră tinde să asocieze consumurile de carburanți și lucrările de mentenanță, mai degrabă, cu costurile asociate decât cu impactul asupra mediului.

Ultimul este mai ușor de perceput și de evaluat de către aceștia dacă se folosesc efecte mai tangibile precum impactul asupra solului, a arborilor remanenți și a semințișului etc., aspecte care au fost supuse evaluării prin intermediul întrebărilor (itemilor) 8-13.

Aspectele ergonomice implicate de utilizarea fiecărui sistem tehnic supus evaluării, precum și cele relaționate cu experiența în muncă și siguranța muncii au fost supuse evaluării prin intermediul întrebărilor (itemilor) 5-7.

Întrebările (itemii) 14 și 15 au fost dezvoltate pentru a se evalua gradul de adecvare a sistemelor tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu cu sistemele de certificare predominante în România (Hălălișan și Enescu 2015) și cu potențialul de utilizare a acestor sisteme tehnice în ariile naturale protejate din moment ce astfel de arii au căpătat o importanță semnificativă în ultima perioadă în silvicultura românească (Popa et al. 2013).

**Tabelul 2.8. Itemi (întrebări) utilizați pentru a se evalua percepția (opiniile) administratorilor de păduri de stat cu privire la sistemele tehnice forestiere de exploatare a lemnului luate în studiu**

**Table 2.8. Items (questions) used to evaluate the perception (opinion) of the state forest managers on the timber harvesting systems taken into study**

| Întrebarea (itemul)                                                                                                                    | Evaluarea pe scara Likert* |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                                                                                                                        | 1                          | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1. Costurile de exploatare a lemnului sunt mici                                                                                        | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 2. Productivitatea exploatării lemnului este mare                                                                                      | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 3. Consumurile de carburanți și lubrifianți sunt mici                                                                                  | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 4. Costurile de mentenanță sunt mici                                                                                                   | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 5. Personalul care lucrează în exploatare este bine instruit                                                                           | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 6. Condițiile de lucru nu sunt periculoase                                                                                             | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 7. Condițiile de lucru sunt bune din punct de vedere ergonomic                                                                         | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 8. Exploatarea lemnului nu creează daune solului                                                                                       | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 9. Exploatarea lemnului nu creează daune semințișului                                                                                  | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 10. Exploatarea lemnului nu afectează resursele de apă                                                                                 | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 11. Exploatarea lemnului nu afectează stabilitatea versanților                                                                         | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 12. Exploatarea lemnului nu modifică substanțial peisajul                                                                              | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 13. Exploatarea lemnului nu perturbă fauna sălbatică                                                                                   | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 14. Exploatarea lemnului este conformă cu cerințele FSC                                                                                | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 15. Acest sistem este adecvat utilizării în arii naturale protejate                                                                    | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| 16. Aș dori ca acest sistem să se aplice preponderent în ocolul silvic în care lucrez                                                  | ...                        | ... | ... | ... | ... |
| Notă: *1 – Nu sunt de acord, 2 – Mai degrabă nu sunt de acord, 3 – Nu știu, mă abțin, 4 – Mai degrabă sunt de acord, 5 – Sunt de acord |                            |     |     |     |     |

În timp ce nivelul de acceptare instituțională a diferitelor sisteme tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu, poate fi acoperit de aproape toți itemii dezvoltați în cadrul chestionarului descris, s-a



prevăzut totuşi o întrebare (item) care să evalueze acest indicator – întrebarea 14 – din moment ce prevederile sistemelor de certificare forestieră trebuie să fie respectate atât de către administratorii de păduri cât şi de către contractorii de masă lemnoasă (companiile de exploatare a lemnului).

Ultimul item s-a utilizat pentru a se evalua la un nivel mai profund, opinia subiectivă, personală a fiecărui respondent relativ la sistemele tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu.

În principiu, scările Likert sunt utilizate în analiza socială pentru a se capta răspunsuri de natură psihometrică relaţionate cu percepţia unor subiecţi daţi. Cel mai frecvent, astfel de tehnic se implementează sub forma unor scări de date ordinale cu cinci alternative, caz în care, pentru fiecare nivel (alternativă) de pe scară se atribuie o valoare numerică (Jamieson 2004). Prin urmare, în etapa de analiză statistică, se pot utiliza atât tehnici parametrice cât şi tehnici neparametrice pentru a se evalua diferenţele între răspunsurile primite ca efect al percepţiei şi opiniilor personale dar, adecvarea unei tehnici în defavoarea celeilalte este încă aprins dezbătută (Wadgave şi Khairnar 2016), în mod special pentru acele situaţii când se intenţionează utilizarea de teste parametrice pentru analiza datelor de natură ordinală, abordări care sunt considerate drept greşeli majore în statistică (Kuzon et al. 1996).

După elaborarea chestionarului în acord cu cele descrise anterior, acestea s-au salvat în format *.DOCX* şi au fost trimise în teritoriu pentru evaluare la nivelul fiecărui ocol silvic de stat. Această etapă a fost facilitată prin utilizarea sistemului de corespondenţă al RNP Romsilva care s-a ocupat cu distribuirea chestionarelor respective în teritoriu, la direcţiile silvice teritoriale şi la ocoalele silvice.

Chestionarele au fost completate de persoanele din cadrul ocoalelor silvice şi a direcţiilor silvice, având responsabilităţile descrise anterior în activitatea de producţie, apoi chestionarele completate au fost centralizate la nivelul RNP Romsilva, de unde s-au preluat în formatul furnizat, s-au etichetat cu ocolul silvic sau direcţia silvică de provenienţă şi s-au centralizat într-un folder comun.

Pentru procesarea şi analiza statistică a datelor s-au implementat, în continuare, următoarele etape specifice:

- S-a construit o bază de date în Microsoft Excel, care a fost concepută astfel încât să conţină informaţia originală din chestionarele completate în teritoriu. În acest sens, s-au creat câmpuri specifice pentru fiecare secţiune din chestionar, precum şi câmpuri specifice pentru preluarea informaţiei cu privire la sistemele tehnice analizate, codificată sub formă de numere de la 0 la 5, unde 0 a fost atribuit în cazul în care pentru un anumit indicator sau item inclus în chestionar nu s-a obţinut informaţie din teritoriu;
- Datele din chestionare s-au transferat, manual, în baza de date creată în Microsoft Excel, pas cu pas, prin codificarea fiecărui rând din baza de date cu denumirea specifică a ocolului silvic sau al direcţiei silvice de la care s-a preluat chestionarul completat;
- Datele ce au constituit baza de date finală, organizată în modul descris anterior, au fost verificate pentru consistenţă, pas ce a fost implementat pentru a se identifica câmpurile pentru care datele au lipsit, câmpurile în care valorile incluse au fost greşite (valori aberante – outliers), precum şi pentru a se rafina acele date pentru care informaţia furnizată de chestionare a fost completă;
- Datele verificate şi organizate în acest mod au fost reîncadrate în categorii noi, categorii ce au constat în gruparea răspunsurilor în două categorii principale ce au exclus răspunsurile indecise (răspunsurile la care respondenţii au inclus valoarea 3). Categoriile finale au fost cele ce au grupat răspunsurile 1 şi 2, respectiv 4 şi 5 în „Nu sunt de acord” respectiv în „Sunt de acord”;



- După rafinarea datelor în categoriile de răspuns noi, s-a trecut la calculul proporției de participare a răspunsurilor afirmative și negative specifice celor două categorii noi, pentru fiecare sistem tehnic și pentru fiecare întrebare (item), prin luarea în considerare doar a acelor date care, după analiza de consistență, s-au dovedit a fi valide;
- Ulterior acestui pas, proporțiile de participare a răspunsurilor pe categorii au fost grupate în categorii de indicatori cheie relevante pentru problema analizată precum: productivitate și cost; experiență, siguranța muncii și ergonomie; impact asupra mediului; adecvare și opinii personale;
- Pe lângă aceste analize statistice sumare, s-a recurs în continuare la reprezentarea grafică a categoriilor în cauză, precum și a datelor de nivel general, prin utilizarea unor *diagrame de tip radar* care să indice trendurile generale cu privire la opiniile și percepțiile respondenților relaționate cu indicatorii de performanță incluși în analiză;
- Transferul de date, rafinarea datelor, calculele matematice, analiza statistică și reprezentarea grafică a rezultatelor au fost etape specifice ce s-au realizat în Microsoft Excel.

## 2.10. Materiale și metode utilizate în cercetarea bibliografică

Capitolul cu privire la stadiul actual al cunoștințelor în domeniu, toate secțiunile de discuție a rezultatelor incluse în această lucrare precum și anumite părți din capitolul de materiale și metode au utilizat literatura de specialitate pe problemele funicularelor forestiere și a studiilor de timp. Pentru construirea acestor secțiuni, discutarea și compararea datelor obținute în acest studiu a fost necesară consultarea unor surse bibliografice consistente. Acestea au fost următoarele:

- Tratatete pe probleme de exploatare a lemnului disponibile în format tipărit, în limba română;
- Tratatete pe probleme de funiculare forestiere disponibile în format tipărit, în limba română;
- Tratatete pe probleme de mecanizare forestieră disponibile în format tipărit, în limba română;
- Norme și normative de muncă pentru operații forestiere disponibile în format tipărit în limba română;
- Tratatete pe probleme de studiul muncii disponibile în format tipărit în limba română;
- Articole științifice de specialitate disponibile în format tipărit în limba română și engleză;
- Articole științifice de specialitate disponibile în format electronic în limba română și engleză;
- Resurse internet pentru proiecte și produse specifice problemelor tratate în lucrare etc.

În cazul resurselor accesate de pe internet, s-au utilizat cuvinte cheie în limbile română și engleză legate de funicularele forestiere, consumul de timp, productivitatea muncii, eficiența muncii, consumul de carburant etc.

Lucrarea de față se bazează pe un număr de 87 de referințe bibliografice, încadrate în următoarele categorii:



- 69 articole ştiinţifice preluate din diverse surse;
- 13 cărţi, manuale şi tratate de specialitate;
- 4 standarde şi sau directive;
- 1 site web.

### Capitolul 3. Rezultate şi discuţii

#### 3.1. Rezultate, discuţii şi concluzii privind studiul realizat în Zona Test 1

##### 3.1.1. Analiza normalităţii datelor

Analiza normalităţii datelor s-a realizat după procedurile expuse în capitolul de materiale şi metode. În anexele ataşate la prezenta lucrare se prezintă rezultatele de detaliu cu privire la analiza şi verificarea normalităţii datelor sub formă grafică pentru zona test 1 – **ZT1**. Pe baza relaţiilor simplificate ce iau în considerare asimetria, detaliate în cadrul capitolului de materiale şi metode, s-a constatat faptul că, pentru variabilele luate în studiu în zona test 1 (**ZT1**), testele aplicate au indicat normalitatea datelor cu excepţia a două variabile cuantificate în teren dar care nu s-au utilizat în analiză (sensul de adunat raportat la poziţia curentă a căruciorului).

Prin urmare, în cazul acestei zone test s-a utilizat ca descriptor al tendinţei centrale media şirului de date pentru fiecare variabilă luată în studiu. Indicatorii statisticii descriptive pentru această zonă test sunt redaţi în subcapitolul 3.1.2.

##### 3.1.2. Consumul de timp, carburant şi producţia realizată în Zona Test 1

Datele descriptive privind consumul de timp, carburant şi producţia realizată se redau în Tabelul 3.1. Datorită faptului că majoritatea testelor efectuate pentru testarea normalităţii datelor au indicat faptul că şirurile de date provin din distribuţii normale, s-a recurs la utilizarea valorii medii pentru caracterizarea tendinţei centrale.

Pentru ZT1, s-a observat în teren un număr de 608 cicluri de muncă. Productivitatea muncii la operaţiile de colectare cu funicularul în această zonă de studiu s-a estimat în  $\text{m}^3/\text{h}$ , prin luarea în considerare inclusiv a volumului cojii. Din totalul de 608 cicluri de muncă observate în teren, a fost supus analizei statistice un număr de 558 cicluri de muncă. Acestea au rezultat ca fiind valide în urma rafinării datelor iniţiale şi a excluderii valorilor aberante (*outliers*).

În acest nou set de date, distanţa de adunat lateral a fost luată în considerare în 490 de cazuri rezultând faptul că, în 68 de cazuri, sarcinile au fost preluate direct de sub linia de funicular.

Dintre variabilele operaţionale (variabilele independente), cea mai mare variaţie a fost specifică distanţei de adunat lateral ( $d$ , metri). Aceasta a variat între 5 şi 128 de metri, înregistrând, în medie, o valoare de circa 43 metri. Valorile mari pe care această variabilă le-a atins au fost specifice modului de amplasare a culoarelor şi liniilor de funicular pe cele două trasee succesive (Figura 2.2).



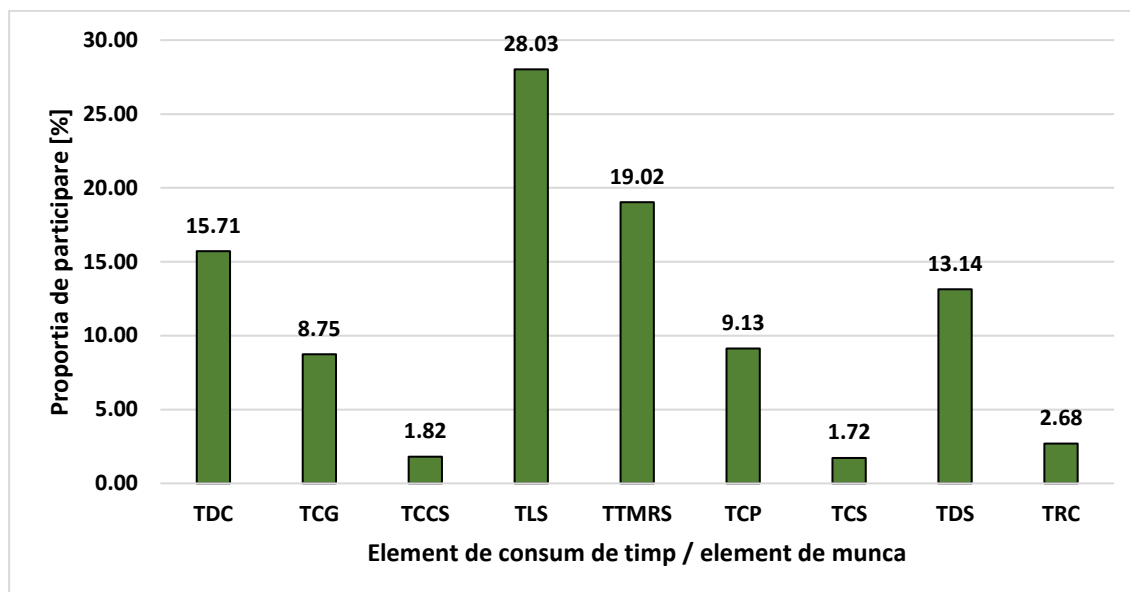
Declivitatea terenului de direcția de adunat lateral ( $i$ , °) a înregistrat, în medie, o valoare de 17°, cu variație de la circa 3 la 39°. Distanța de apropiat ( $D$ , metri), conform datelor din studiul de teren, a variat între 140 și 590 metri, înregistrând o valoare medie de circa 326 m.

**Tabelul 3.1. Statistici descriptive privind variabilele operaționale, consumul de timp și carburant pentru ZT1**

**Table 3.1. Descriptive statistics of time, fuel consumption and operational variables in field test no. 1**

| Parametru (variabilă)                                          | Statistici descriptive |         |           |           |           |               |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                                                | N                      | Sume    | Prop. (%) | Val. Min. | Val. Max. | Media±Ab.St.  |
| <b>Variabile operaționale</b>                                  |                        |         |           |           |           |               |
| Distanța de adunat, $d$ [m]                                    | 490                    | -       | -         | 5         | 128       | 43,05±29,81   |
| Declivitatea traseului de adunat, $i$ [°]                      | 490                    | -       | -         | 2,9       | 39,0      | 16,96±8,80    |
| Distanța de apropiat, $D$ [m]                                  | 558                    | -       | -         | 140       | 590       | 325,60±111,87 |
| <b>Variabile privind consumul de timp</b>                      |                        |         |           |           |           |               |
| Cursa în gol, $T_{CG}$ [s]                                     | 558                    | 37270   | 8,75      | 26        | 164       | 66,79±22,20   |
| Coborârea cablului de sarcină la sol, $T_{CCS}$ [s]            | 558                    | 7737    | 1,82      | 5         | 54        | 13,87±5,08    |
| Desfășurarea cablului de sarcină, $T_{DC}$ [s]                 | 558                    | 66940   | 15,71     | 0         | 465       | 119,96±102,10 |
| Legarea sarcinii, $T_{LS}$ [s]                                 | 558                    | 119412  | 28,03     | 7         | 752       | 214,00±133,15 |
| Tras mecanic și ridicarea sarcinii la cărucior, $T_{TMRS}$ [s] | 558                    | 81050   | 19,02     | 11        | 1421      | 145,25±220,71 |
| Cursa în plin, $T_{CP}$ [s]                                    | 558                    | 38909   | 9,13      | 21        | 185       | 69,73±26,33   |
| Coborârea sarcinii în platforma primară, $T_{CS}$ [s]          | 558                    | 7339    | 1,72      | 5         | 75        | 13,15±6,41    |
| Dezlegarea sarcinii, $T_{DS}$ [s]                              | 558                    | 56001   | 13,14     | 10        | 478       | 100,36±56,33  |
| Ridicarea cablului, $T_{RC}$ [s]                               | 558                    | 11431   | 2,68      | 2         | 87        | 20,49±12,26   |
| Ciclul de muncă, $TCM_{15}$ [s]                                | 558                    | 426089  | 100,00    | 295       | 2818      | 763,60±361,84 |
| <b>Variabile privind consumul de carburant</b>                 |                        |         |           |           |           |               |
| Consum de motorină, $CM$ [l]                                   | -                      | 450     | -         | -         | -         | -             |
| <b>Variabile privind producția</b>                             |                        |         |           |           |           |               |
| Producția realizată, $P$ [m³]                                  | 608                    | 1132,70 | -         | -         | -         | -             |
| Volumul sarcinii, $v$ [m³]                                     | 558                    | 1041,14 | 100       | 0,60      | 3,62      | 1,87±0,66     |





**Figura 3.1: Proportia de participare a consumului de timp pe elemente de muncă în structura consumului de timp specific unui ciclu de muncă în cazul ZT1**

**Figure 3.1: Share of elemental time consumption in the total study time for the field test no. 1**

În acord cu variația parametrilor operaționali, consumul de timp specific unui ciclu de muncă a variat în limite destul de largi, înregistrând o valoare medie de circa 764 secunde. Consumul de timp pentru cursa în plin și cursa în gol a înregistrat valori medii relativ egale (Tabelul 3.1), aspecte ce au fost valabile și în cazul valorilor minime și maxime. Sub raportul proporției de participare în structura unui ciclu de muncă (Figura 3.1), notabile au fost legarea sarcinii (28.03%), trasul mecanic și ridicarea sarcinii (19.02%), desfășurarea cablului de sarcină (15.71%) și dezlegarea sarcinii la platforma primară (13.14%). Acestea au fost strâns relaționate cu variabilitatea condițiilor operaționale.

Pe parcursul observațiilor realizate în teren, s-a realizat colectarea unui volum de masă lemnoasă de 1622 m<sup>3</sup> din care un volum de 1132.7 m<sup>3</sup> a făcut obiectul studiului de față. Cu toate acestea, volumul corespunzător ciclurilor de muncă considerate valide a fost de 1041.14 m<sup>3</sup>. Volumul sarcinii a variat între 0,60 și 3,62 m<sup>3</sup> și a înregistrat o valoare medie de 1.87 m<sup>3</sup>. Cantitatea totală de carburant alimentată pe parcursul studiului de teren a fost de 450 l aceasta corespunzând unui volum de masă lemnoasă colectată de 1622 m<sup>3</sup>.

### 3.1.3. Modele de consum de timp pentru Zona Test 1

Timpul total de studiu, după cum acesta a fost calculat din ciclurile de muncă considerate valide, a fost de 118,4 ore. Variabilele operaționale care au afectat semnificativ variația consumului de timp a unui ciclu de muncă ( $\alpha=0,05$ ,  $p<0,001$ ) au fost distanța de apropiat ( $D$ ), distanța de adunat lateral ( $d$ ) și declivitatea terenului pe traseul de adunat ( $i$ ).

Volumul sarcinii nu a reprezentat o variabilă semnificativă în explicarea consumului de timp la nivel de ciclu de muncă deși aceasta a căzut testul de semnificație foarte strâns ( $p=0,08$ ); prin urmare, aceasta nu a fost inclusă în model.



Modelul empiric pentru estimarea consumului de timp (Tabelul 3.2) a fost evaluat ca fiind foarte semnificativ la nivel global ( $\alpha=0,05$ ,  $p<0,001$ ). De asemenea, judecând după valoarea coeficientului de determinare ajustat, variația comună a distanței de adunat lateral, declivității terenului pe traseele de adunat lateral și a distanței de apropiat, explică variația consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în proporție de circa 57% ( $R_{aj.}^2=0,569$ ).

Analizând modelul de consum de timp prezentat în Tabelul 3.2 se poate constata faptul că marii contributory în consumul de timp specific unui ciclu de muncă sunt distanțele de operare (distanța de adunat și distanța de apropiat). Datorită faptului că nu s-a luat în considerare sensul de adunat al sarcinii (înspre amonte sau înspre aval), declivitatea terenului pe traseul de adunat a avut o contribuție negativă în consumul de timp specific unui ciclu de muncă.

**Tabelul 3.2. Modelul empiric pentru estimarea consumului de timp la nivel de ciclu de muncă pentru operațiile de colectare a lemnului în ZT 1**

**Table 3.2. Empirical model for the estimation of cycle-time consumption in cable yarding operations in field test no. 1**

| Modelul empiric privind consumul de timp | Statisticile modelului |                |            |            |               |
|------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|------------|---------------|
|                                          | N                      | R <sup>2</sup> | Semn.<br>F | Variabila  | Valoarea<br>p |
| $TCM_{15} (s) = 0,77 \times D (m)$       | 558                    | 0,57           | <0,001     | D          | <0,001        |
| $+ 9,63 \times d (m)$                    |                        |                |            | d          | <0,001        |
| $- 6,62 \times i (^\circ)$               |                        |                |            | i          | <0,001        |
| $+ 247,61$                               |                        |                |            | Ter. liber | <0,001        |
|                                          |                        |                |            |            |               |

Relații de dependență semnificative din punct de vedere statistic au fost găsite și între consumul de timp la cursa în gol ( $T_{CG}$ ), consumul de timp la cursa în plin ( $T_{CP}$ ) și distanța de apropiat ( $D$ ). Ultima a explicat variația primelor în proporție de 86 și 64% ( $R_{aj.}^2=0,864$  respectiv 0,635). De asemenea, s-a găsit o diferență ușoară în termeni de consum de timp între cursa în plin și cursa în gol (în funcție de distanța de apropiat), după cum se poate vedea în Figura 3.2. Judecând după datele incluse în Figura 3.2, cursa în plin a consumat mai mult timp în funcție de distanță comparativ cu cursa în gol.

Pe baza consumului de timp la cele două elemente de muncă, cursa în plin și cursa în gol și a distanței de apropiat s-au calculat vitezele de deplasare specifice celor două elemente de muncă. Acestea au fost de  $4.91 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$  în cazul cursei în plin și de  $4.87 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$  în cazul cursei în gol.

Variabilitatea consumului de timp la desfășurarea cablului de sarcină pentru adunatul lateral a fost explicată în proporție de 67% ( $R_{aj.}^2=0,672$ ) de către variabilitatea distanței de adunat lateral ultima fiind semnificativă în explicarea consumului de timp al acestui element de muncă ( $p<0,001$ ).

În Figura 3.3 se prezintă relația de dependență dintre consumul de timp pentru desfășurarea cablului de sarcină ( $T_{DC}$ ) și distanța de adunat lateral ( $d$ ), pentru acele cicluri de muncă în care sarcinile colectate nu au fost preluate direct de sub linia de funicular, deci a existat o distanță de adunat lateral măsurată. După cum se observă, pe măsură ce distanța de adunat lateral a fost mai mare, deci cablul trăgător a fost desfășurat pe distanțe mai mari, variabilitatea setului de date a crescut de asemenea, aspect ce a fost relaționat și cu prezența unor condiții de adunat lateral mai dificile.

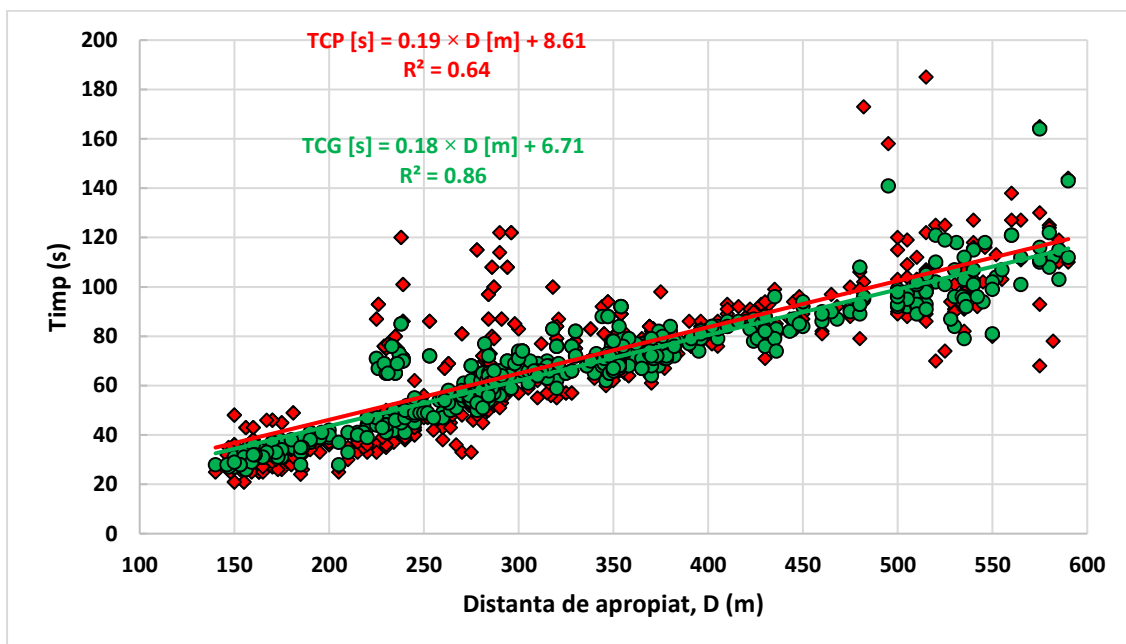


Figura 3.2: Variația consumului de timp pentru cursa în plin ( $T_{CP}$ ) și cursa în gol ( $T_{CG}$ ) în funcție de variația distanței de apropiat ( $D$ ) în cazul ZT1

Figure 3.2: Time consumption of the loaded ( $T_{CP}$ ) and empty ( $T_{CG}$ ) turns as a function of the extraction distance ( $D$ ) in the case of field test no. 1

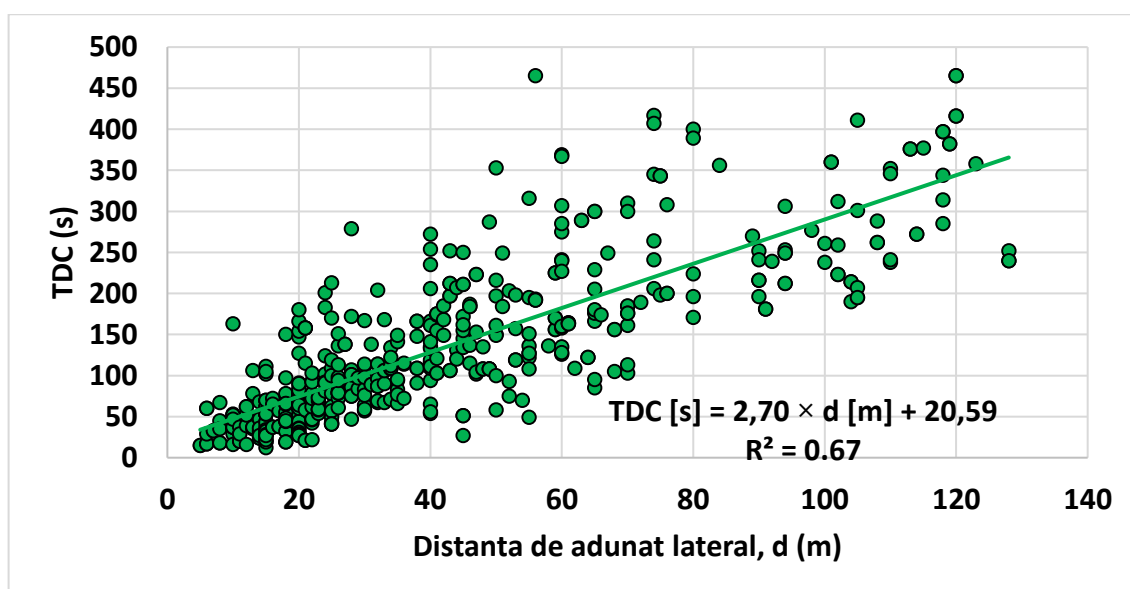


Figura 3.3: Variația consumului de timp la desfășurarea cablului trăgător ( $T_{DC}$ ) în funcție de distanța de adunat lateral ( $d$ ) în cazul ZT1

Figure 3.3: Time consumption variation of the cable pull out ( $T_{DC}$ ) as a function of the lateral yarding distance ( $d$ ) in the field test no. 1



S-a încercat și modelarea consumului de timp la trasul mecanic în funcție de distanța de adunat lateral, dar coeficientul de determinație a fost scăzut. Această situație se datorează întârzierilor cauzate de evitarea obstacolelor și de desprinderea accidentală a pieselor din sarcină.

### 3.1.4. Productivitatea muncii și consumul de carburant în Zona Test 1

Indicatorii performanței productive precum și consumul unitar de carburant se prezintă în Tabelul 3.3.

**Tabelul 3.3. Estimarea productivității, eficienței și consumului unitar de carburant în cazul ZT1**

**Table 3.3. Estimates of productivity, efficiency and fuel consumption in the field test no. 1**

| Variabile utilizate în calcul |                        |           | Indicatori ai performanței operaționale                                   |                                                                        |                                                             |
|-------------------------------|------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| TT <sub>15</sub><br>(h)       | P<br>(m <sup>3</sup> ) | CM<br>(l) | Productivitate,<br>P <sub>15</sub><br>(m <sup>3</sup> × h <sup>-1</sup> ) | Eficiență,<br>E <sub>15</sub><br>(h × m <sup>3</sup> · <sup>-1</sup> ) | Consum unitar<br>de carburant, CU<br>(l × m <sup>-3</sup> ) |
| 118,36                        | 1041,14                | -         | 8,80                                                                      | 0,11                                                                   | -                                                           |
| -                             | 1622,00                | 450       | -                                                                         | -                                                                      | 0,28                                                        |

Productivitatea operațiilor de colectare cu funicularul studiat (P<sub>15</sub>) a fost estimată la 8,80 m<sup>3</sup> × h<sup>-1</sup>, ceea ce înseamnă că pentru colectarea unui metru cub de lemn în condițiile medii studiate, a fost consumat un timp (E<sub>15</sub>) de circa 0,11 ore.

Consumul unitar de carburant (CU) a fost estimat la circa 0,28 l × m<sup>3</sup> și a luat în considerare toată producția realizată și cantitatea totală de carburant utilizată pentru realizarea operațiilor.

Productivitatea operației de adunat lateral, dacă se includ aici elemente de muncă precum coborârea cablului trăgător la sol, desfășurarea cablului trăgător, legarea sarcinii, trasul mecanic și ridicarea sarcinii, a fost, pentru condițiile medii specifice (d = 43 m) de 13,62 m<sup>3</sup> × h<sup>-1</sup>.

### 3.1.5. Discuția, interpretarea rezultatelor și concluzii pentru Zona Test 1

După cum se menționează în studii recente (Cavalli, 2012), cercetările relaționate cu funicularele forestiere ar trebui să se concentreze pe mai multe direcții de cercetare incluzând aici consumul de energie și optimizarea acestuia, posibilitatea de a se utiliza energia gravitațională cât mai mult posibil, respectiv pe evaluarea impactului asupra mediului prin utilizarea unor metode de evaluare de tipul celor de evaluare a ciclului de viață – Life Cycle Assessment.

În prezent, există mai multe studii ce au adresat performanța operațională și consumul de timp în operații efectuate cu funiculare forestiere. Cu toate acestea, transferabilitatea rezultatelor acestor studii în alte zone decât cele în care s-au realizat studiile respective este limitată, tocmai datorită condițiilor operaționale diferite.

Prezenta lucrare dezvoltă cunoștințele cu privire la performanța operațională a funicularelor forestiere montate în scheme gravitaționale prin estimarea consumului de timp, a consumului de carburant și a productivității muncii pentru condiții mai particulare. Aceste condiții se referă la distanțe de adunat lateral foarte mari precum și la tipul de tratament silvicultural aplicat - tăieri progresive.



Este important să se menţioneze faptul că rezultatele prezentate în această lucrare sunt preliminare, rezultând, de asemenea, dintr-un studiu observaţional. Prin urmare, aplicabilitatea lor este restrânsă la condiţii ce variază în intervale specifice celor incluse în descrierea statistică a studiului.

De asemenea, este dificil controlul unor factori operaţionali în condiţii de teren forestier deoarece în astfel de condiţii, unele variabile precum declivitatea se pot schimba pe spaţii relativ restrânse. Prin urmare, rezultatele de faţă ar trebui completate prin studii de viitor care să fie capabile să acopere variabilitatea operaţională specifică condiţiilor de teren forestiere.

În mod special, luarea în considerare a unui ecart mult mai mare de distanţe de apropiat ar fi utilă deoarece astfel de operaţii pot fi eşalonate pe distanţe mult mai mari în România (Oprea, 2008) şi se cunoaşte faptul că aplicabilitatea unor modele predictive este posibilă doar în ecartul din care provin datele utilizate în dezvoltarea lor (Zar, 2010).

Din acest punct de vedere, studiile existente au utilizat distanţa de apropiat pentru a estima consumul de timp în operaţii de colectare cu funiculare, generând o mare variabilitate din acest punct de vedere pentru distanţe similare (Lindroos şi Cavalli, 2016).

De exemplu, pentru o distanţă de apropiat egală cu cea medie din lucrarea de faţă, literatura internaţională a raportat consumuri de timp la nivel de ciclu de muncă cuprinse între 7 şi 18 minute (Lindroos şi Cavalli, 2016); Prin urmare, rezultatele acestui studiu, indicând un consum de timp mediu de 12,5 minute pentru o distanţă medie de apropiat de 325 m, pot fi privite ca fiind în intervalul raportat de studii internaţionale.

Cu toate acestea, consumul de timp şi productivitatea muncii în operaţii de colectare a lemnului cu funiculare pot fi afectate de foarte multe variabile. Specific acestui studiu a fost faptul că distanţa de adunat lateral a depăşit în unele cazuri 120 de metri, putând fi privită ca fiind excesiv de mare comparativ cu datele şi rezultatele raportate în alte regiuni forestiere (*e.g.* Ghaffariyan et al., 2009).

Prin urmare, această modalitate de desfăşurare a operaţiilor a contribuit semnificativ în consumul de timp la nivel de ciclu de muncă (în acest studiu, desfăşurarea cablului, alături de trasul mecanic şi ridicarea sarcinii au contribuit cu aproape 35% în structura unui ciclu de muncă mediu).

Depinzând de volumul sarcinii, astfel de rezultate pot să fie privite ca descriind condiţii riscante de muncă datorită faptului că volume mari ale sarcinilor generează tensiuni mari în cabluri (Spinelli et al., 2017), iar desfăşurarea cablului trăgător pe distanţe mari poate conduce la tendinţa de a ataşa o sarcină mai mare pentru a se compensa efortul de desfăşurare a cablului şi a creşte producţia în vederea obţinerii unei remuneraţii mai mari. Din acest punct de vedere, sarcina maximă observată în acest studiu a fost de 3,62 m<sup>3</sup>.

Consumul de carburant (motorină) a fost luat în studiu şi în lucrarea de faţă. Dacă se compară rezultatele studiului de faţă cu cele specifice operaţiilor de colectare cu tractoare (*e.g.* Vusić et al., 2013), funicularele montate în configuraţii gravitaţionale operează cu motoarele la capacitate maximă şi necesită carburanţi doar pentru o anumită parte a ciclului de muncă.

Intrările de energie caracteristice arderii carburanţilor sunt specifice în elemente de muncă precum cursa în gol, trasul mecanic şi ridicarea sarcinii. Prin urmare, cu cât distanţele de adunat lateral sunt mai mici, cu atât consumul de carburanţi va fi mai mic, aspect ce ar putea fi luat în considerare în abordări de viitor relaţionate cu consumurile de energie în operaţii realizate cu funicularul.

În studiul de faţă, consumul unitar de carburant a fost estimat la 0,28 l × m<sup>-3</sup> ceea ce este mult mai puţin în comparaţie cu consumul de carburant specific instalaţiilor cu pilon (Holzleitner et al., 2011; Klvac et al., 2012). Din acest punct de vedere, funicularele clasice amplasate în scheme gravitaţionale pot fi privite ca fiind mult mai prietenoase cu mediul în cazul operaţiilor forestiere de exploatare a



lemnului desfăşurate în teren accidentat. Prin compararea productivităţii obţinute în studiul de faţă cu cea specifică unor tractoare skidder şi condiţii de operare similare (e.g. Borz et al., 2013), productivitatea estimată în acest studiu a fost mai mică, dar mai mici sunt şi consumurile de carburanţi ca efect al unei puteri a motorului mai mici (specific funicularului) şi a utilizării parţiale a acestuia într-un ciclu de muncă.

Ca o măsură de creştere a productivităţii muncii şi a reducerii consumului de carburant în operaţiile efectuate cu funiculare forestiere, se poate recurge la reducerea distanţei de adunat lateral până la limita în care aceasta este fezabilă pentru ochiurile deschise în tăieri progresive.

### 3.2. Rezultate, discuţii şi concluzii privind Zona Test 2

#### 3.2.1. Analiza normalităţii datelor

Pentru analiza normalităţii datelor, în zona test 2 – ZT2 s-au utilizat proceduri similare de verificare cu cele specifice zonei test 1 – ZT1. În acest caz, nu toate variabilele luate în studiu au provenit din populaţii distribuite normal. Din întreg setul de date, în cele ce urmează se prezintă rezultatele pur descriptive ale testelor efectuate pentru tot setul de variabile în care atributul **N** reprezintă faptul că variabila în cauză a fost evaluată ca provenind dintr-o populaţie distribuită normal iar atributul **NN** reprezintă faptul că variabila evaluată nu a provenit dintr-o populaţie distribuită normal:

- Consumul de timp la cursa în gol – **N**;
- Consumul de timp la coborârea cablului de sarcină – **N**;
- Consumul de timp la desfăşurarea cablului de sarcină – **N**;
- Consumul de timp la legarea sarcinii – **NN**;
- Consumul de timp la trasul mecanic al sarcinii – **N**;
- Consumul de timp la cursa în plin – **N**;
- Consumul de timp la coborârea sarcinii – **N**;
- Consumul de timp la dezlegarea sarcinii – **N**;
- Consumul de timp la ridicarea cablului de sarcină – **N**;
- Consumul de timp la nivel de ciclu de muncă – **NN**;
- Distanţa de apropiat – **N**;
- Distanţa de scos (adunat) – **N**;
- Declivitatea pe traseul de adunat – **N**;

Dat fiind faptul că în modelarea consumului de timp s-au folosit numai o parte dintre aceste variabile, precum şi faptul că marea majoritate a acestora au fost evaluate ca fiind distribuite normal, s-a acceptat ca şi compromis utilizarea mediei ca indicator al tendinţei centrale pentru toate variabilele provenite din setul de date analizate în cazul zonei test 2 – ZT2.

Dintre variabilele luate în studiu, în modelarea consumului de timp s-au utilizat, pentru modelul global, consumul de timp la nivel de ciclu de muncă, distanţa de adunat şi distanţa de apropiat.



### 3.2.2. Consumul de timp şi variabilele operaţionale în Zona Test 2

Datele descriptive privind consumul de timp şi variabilele operaţionale specifice zonei test 2 – **ZT2** se redau în Tabelul 3.4.

**Tabelul 3.4. Statisticile descriptive ale variabilelor operaţionale şi a consumului de timp pentru ZT2**

**Table 3.4. Descriptive statistics of the time consumption and operational variables for the field test no. 2**

| Parametru (variabilă)                                          | Statistici descriptive |        |           |           |           |                |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|----------------|
|                                                                | N                      | Sume   | Prop. [%] | Val. Min. | Val. Max. | Media ± Ab.St. |
| <b>Variabile operaţionale</b>                                  |                        |        |           |           |           |                |
| Distanţa de adunat, $d$ [m]                                    | 269                    | -      | -         | 10        | 55        | 24,9±10,0      |
| Declivitatea traseului de adunat, $i$ [°]                      | 269                    | -      | -         | 10        | 38        | 24,2±6,5       |
| Distanţa de apropiat, $D$ [m]                                  | 316                    | -      | -         | 85        | 658       | 289,3±121,3    |
| <b>Variabile privind consumul de timp</b>                      |                        |        |           |           |           |                |
| Cursa în gol, $T_{CG}$ [s]                                     | 316                    | 17735  | 7,06      | 13        | 136       | 56,1±22,6      |
| Coborârea cablului de sarcină la sol, $T_{CCS}$ [s]            | 316                    | 4160   | 1,66      | 2         | 30        | 13,2±3,2       |
| Desfăşurarea cablului de sarcină, $T_{DC}$ [s]                 | 316                    | 14314  | 5,70      | 0         | 169       | 45,3±32,1      |
| Legarea sarcinii, $T_{LS}$ [s]                                 | 316                    | 131000 | 52,15     | 55        | 936       | 414,6±137,2    |
| Tras mecanic şi ridicarea sarcinii la cărucior, $T_{TMRS}$ [s] | 316                    | 14948  | 5,95      | 9         | 428       | 47,3±45,1      |
| Cursa în plin, $T_{CP}$ [s]                                    | 316                    | 21911  | 8,72      | 16        | 338       | 69,3±34,4      |
| Coborârea sarcinii în platforma primară, $T_{CS}$ [s]          | 316                    | 6520   | 2,60      | 4         | 190       | 20,6±21,2      |
| Dezlegarea sarcinii, $T_{DS}$ [s]                              | 316                    | 31841  | 12,68     | 20        | 576       | 100,8±68,43    |
| Ridicarea cablului, $T_{RC}$ [s]                               | 316                    | 8755   | 3,49      | 4         | 127       | 27,7±17,5      |
| Ciclul de muncă, $TCM_{15}$ [s]                                | 316                    | 251184 | 100,00    | 372       | 1427      | 794,9±168,7    |

Şi în acest caz s-a utilizat media ca statistică descriptivă a tendinţei centrale, deoarece majoritatea testelor au indicat faptul că datele provin din populaţii normal distribuite. Datele utilizate în calcularea statisticilor descriptive sunt cele specifice unui număr de 316 cicluri de muncă considerate valide după analizarea şi rafinare unui număr de 321 de cicluri de muncă.

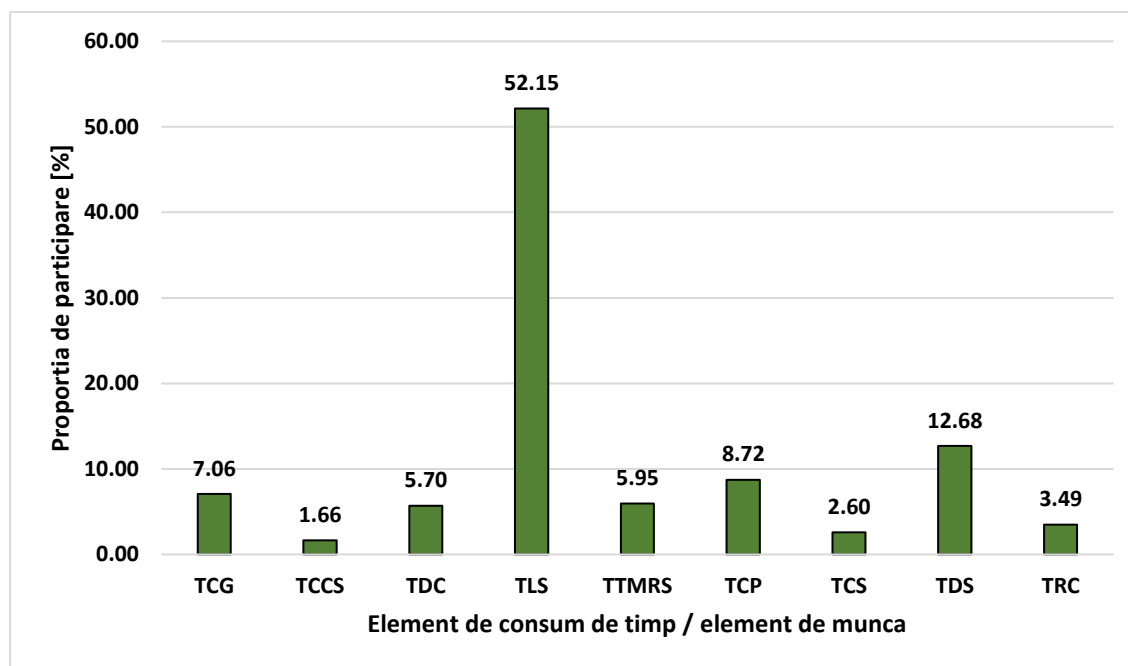
Dintre ciclurile de muncă reţinute pentru analiză, într-un număr de 47 de cazuri sarcinile au fost colectate direct de sub linia de funicular, prin urmare, în aceste cazuri nu s-au înregistrat în teren valori pentru variabile precum distanţa de adunat lateral (distanţa de scos a lemnului adunat cu atelaje) şi declivitatea traseului de direcţia de adunat lateral. Ultimele au fost specifice pentru restul de 269 de cicluri de muncă luate în analiză.

Tasoanele de lemn formate prin adunatul cu atelaje nu au fost grupate lângă linia de funicular. Acestea au fost localizate la distanțe cuprinse între 10 și 55 de metri corespunzând amplitudinii de variație a distanței de scos lateral cu funicularul. În medie, aceasta a fost de circa 25 metri pentru studiul de față.

Declivitatea terenului pe direcția de adunat lateral a variat destul de larg între 10 și 38°, cu o medie de 24°. Distanța de apropiat a variat între 85 și 658 de metri, înregistrând o medie de circa 289 metri.

În aceste condiții operaționale, un ciclu de muncă de colectare cu funicularul a durat, în medie, circa 795 de secunde. Pe baza conumului de timp la cursele în gol și în plin și a distanțelor de apropiat s-au calculat vitezele de deplasare ale căruciorului la cursa în gol și la cursa în plin. Viteza medie a căruciorului la cursa în plin a fost de circa  $5,2 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$ , în timp ce viteza medie a căruciorului la cursa în gol a fost de circa  $4,3 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$ , indicând diferențe majore între cele două, probabil datorate și faptului că în unele cazuri sarcinile au atins solul.

Notabile în structura consumului de timp specific unui ciclu de muncă au fost elemente de muncă precum legarea sarcinii, care în studiul de față a înregistrat o proporție mai mare de 50% și a fost puternic relaționată cu condițiile locale de muncă caracterizate de un număr mare de piese pe sarcină și de o declivitate accentuată a terenului.



**Figura 3.4: Proportia de participare a consumului de timp pe elemente de muncă în structura consumului de timp specific unui ciclu de muncă în cazul ZT2**

**Figure 3.4: Share of the elemental time consumption in the total study time for the field test no. 2**

Dezlegarea sarcinii în platforma primară a înregistrat o proporție de aproape 13% în structura unui ciclu de muncă mediu de colectare. O proporție atât de ridicată se datorează, probabil, numărului relativ mare de piese pe sarcină și aglomerării lemnului în platforma primară.

În Figura 3.4 se prezintă, în detaliu, proporția de participare a consumului de timp specific fiecărui element de muncă în structura consumului total la nivel de ciclu de muncă. După cum se observă, operația de adunat lateral (coborârea cablului de sarcină, desfășurarea cablului de sarcină, legarea sarcinii, trasul mecanic și ridicarea sarcinii) a contribuit cu peste 65% în structura unui ciclu de muncă.





Cu excepția legării și dezlegării sarcinii, toate elementele de muncă luate în studiu au contribuit cu mai puțin de 10% în structura timpului consumat într-un ciclu de muncă indicând faptul că în astfel de situații, când sarcinile sunt compuse dintr-un număr foarte mare de piese cu volume reduse, performanța operațională a funicularelor este afectată într-o măsură mare de acele elemente de muncă care se realizează manual. Acest lucru este relaționat cu necesitatea prinderii și desprinderii unui număr mare de ciochinare pe piesele de colectat.

### 3.2.3. Modele empirice pentru estimarea consumului de timp în Zona Test 2

Timpul total de studiu, după cum acesta a fost calculat din ciclurile de muncă considerate valide, a fost de circa 70 de ore. Variabilele operaționale care au afectat semnificativ variația consumului de timp a unui ciclu de muncă ( $\alpha=0,05$ ,  $p<0,001$ ) au fost distanța de apropiat ( $D$ ) și distanța de adunat (scos) lateral ( $d$ ).

Modelul empiric pentru estimarea consumului de timp (Tabelul 3.5) a fost evaluat ca fiind foarte semnificativ la nivel global ( $\alpha=0,05$ ,  $p<0,001$ ) dar, judecând după valoarea coeficientului de determinare ajustat, variația comună a distanței de adunat lateral și a distanței de apropiat, a explicat variația consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în proporție de numai 22% ( $R_{aj.}^2=0,22$ ), indicând o capacitate predictivă mai mică a modelului realizat.

Analizând modelul de consum de timp prezentat în Tabelul 3.5 se poate constata faptul că cel mai mult contribuie, în consumul de timp specific unui ciclu de muncă, distanța de apropiat. Cu toate acestea, rămâne un termen liber destul de mare, de circa 9 minute care se poate datora operațiilor de legare și dezlegare a sarcinilor realizate manual.

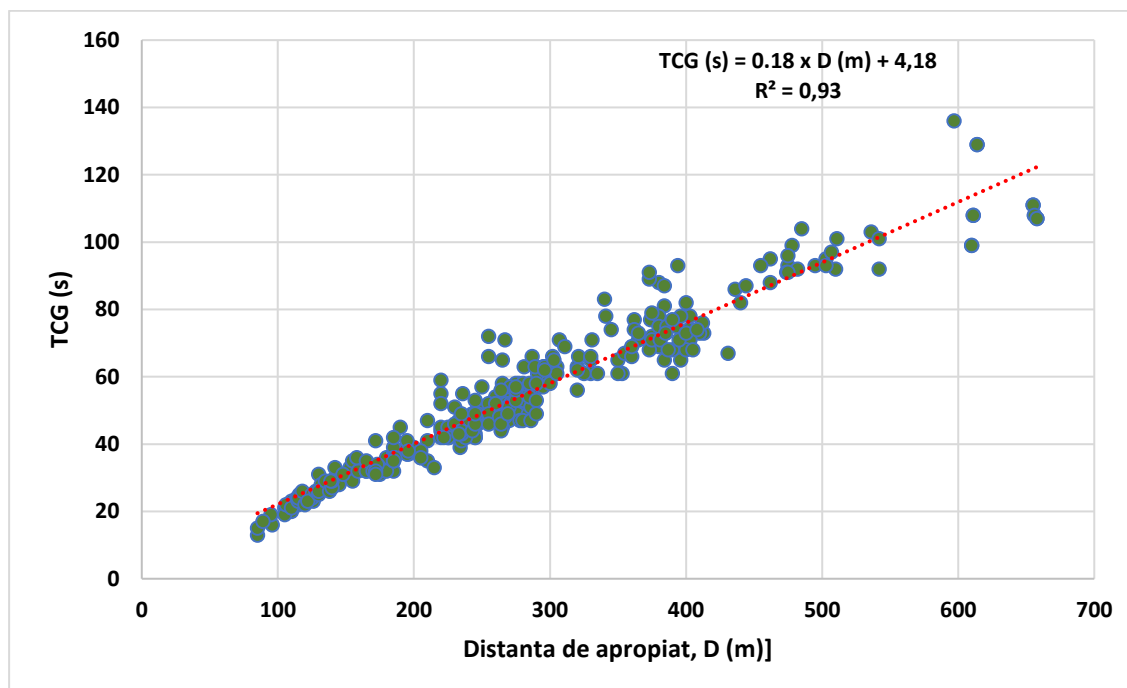
Capacitatea predictivă mai mică a modelului elaborat, poate fi relaționată și cu alți factori care nu au putut fi cuantificați și luați în studiu în lucrarea de față.

**Tabelul 3.5. Modelul empiric pentru estimarea consumului de timp la nivel de ciclu de muncă pentru operațiile de colectare a lemnului în ZT2**

**Table 3.5. Empirical model for the estimation of cycle-time consumption in cable yarding operations in field test no. 2**

| Modelul empiric privind consumul de timp | Statisticile modelului |                |         |           |            |
|------------------------------------------|------------------------|----------------|---------|-----------|------------|
|                                          | N                      | R <sup>2</sup> | Semn. F | Variabila | Valoarea p |
| $TCM_{15} (s) = 0,70 \times D (m)$       | 316                    | 0,22           | <0,001  | $D$       | <0,001     |
| $+ 2,41 \times d (m)$                    |                        |                |         | $d$       | <0,001     |
| $+ 540,43$                               |                        |                |         |           |            |

În Figura 3.5 se prezintă modelul empiric pentru estimarea consumului de timp la cursa în gol în funcție de distanța de apropiat. În cazul acestui model, variația distanței de apropiat a explicat variația consumului de timp la cursa în gol în proporție de 93% ( $R_{aj.}^2 = 0,93$ ).



**Figura 3.5: Variația consumului de timp la cursa în gol în funcție de variația distanței de apropiat în ZT2**

**Figure 3.5: Time consumption variation of the empty turn as a function of the extraction distance in the field test no. 2**

Capacitatea ridicată de predicție a acestui model se datorează faptului că au existat puține întârzieri specifice acestui element de muncă, întârzieri ce au avut și durate mai mici.

În schimb, capacitatea de predicție a distanței de apropiat în cazul explicării consumului de timp la cursa în plin a fost mult mai redusă (Figura 3.6), judecând după coeficientul de determinație ( $R_{aj.}^2 = 0,44$ ).

Consultându-se aceeași figură, se poate constata faptul că în unele cazuri, variabilitatea consumului de timp relaționată cu distanța de apropiat a fost foarte mare. Acest lucru se datorează unor sarcini mai problematice aflate în contact cu solul la deplasarea înspre aval, sarcini care au fost tratate cu atenție mai mare de către operatori, deci elementul de muncă s-a desfășurat cu o viteză mult mai mică.

În Tabelul 3.6 se prezintă modelul empiric pentru estimarea consumului de timp în cazul elementului de muncă de desfășurare a cablului, în funcție de distanța de adunat lateral și de declivitatea traseului pe direcția da adunat. Ambele variabile independente s-au dovedit a fi semnificative în explicarea consumului de timp, iar modelul empiric dezvoltat a fost, la rândul său semnificativ. Variația comună a celor două variabile a explicat variația consumului de timp în acest element de muncă în proporție de 29% ( $R_{aj.}^2 = 0,29$ ).

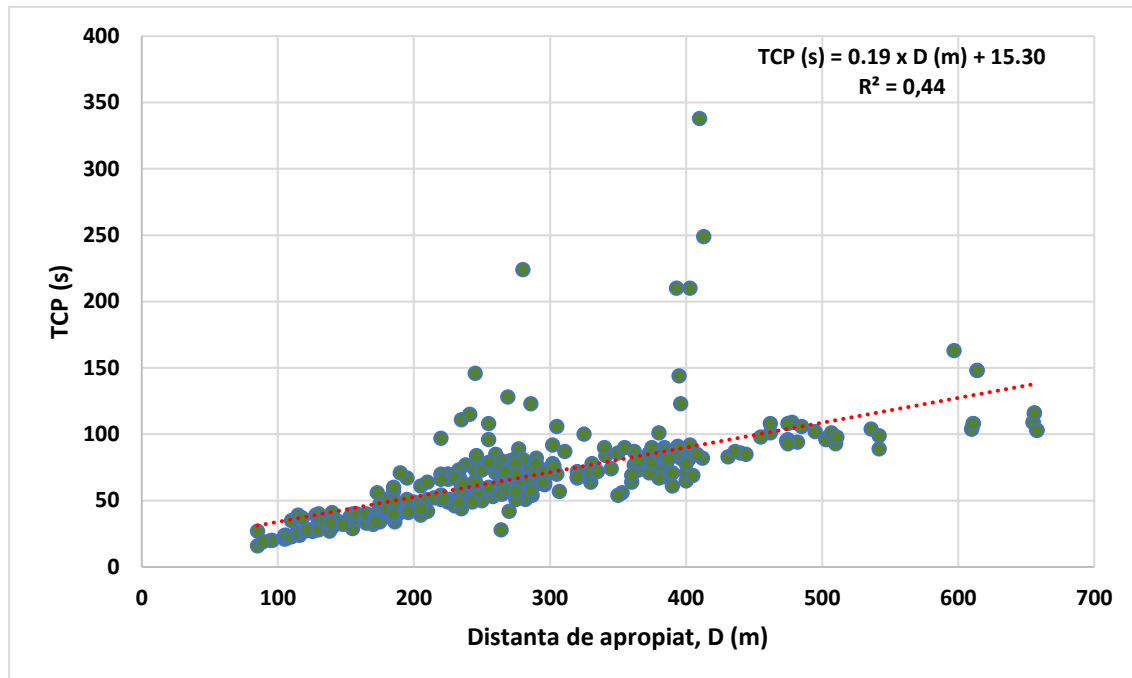


Figura 3.6: Variația consumului de timp la cursa în plin în funcție de variația distanței de apropiat în ZT2

Figure 3.6: Time consumption variation of the loaded turn as a function of the extraction distance in the field test no. 2

Tabelul 3.6. Modelul empiric pentru estimarea consumului de timp la desfășurarea manuală a cablului de sarcină în ZT2

Table 3.6. Empirical model for the estimation of cable pull out time consumption in field test no. 2

| Modelul empiric privind consumul de timp                        | Statisticile modelului |                |         |           |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|---------|-----------|------------|
|                                                                 | N                      | R <sup>2</sup> | Semn. F | Variabila | Valoarea p |
| $T_{DC}(s) = 1,45 \times d(m) + 0,77 \times s(^{\circ}) - 1,43$ | 269                    | 0,29           | <0,001  | d         | <0,001     |
|                                                                 |                        |                |         | s         | <0,001     |

În acest caz, se poate menționa faptul că adunatul lateral s-a realizat majoritar înspre amonte relativ la poziția căruciorului în timpul efectuării acestui element de muncă.

### 3.2.4. Discuția și interpretarea rezultatelor și concluzii pentru Zona Test 2

Studiul din ZT2 a vizat dezvoltarea unor statistici descriptive privind consumul de timp în operații de colectare a lemnului cu funicularul amplasat în configurație gravitațională, pentru un caz particular, de



integrare a adunatului cu atelaje cu operațiile de colectare realizate cu funicularul, în arborete dese specifice răriturilor.

Astfel de rezultate pot să fie de ajutor în managementul producției și stabilirea costurilor operaționale. De asemenea, astfel de rezultate pot să fie de ajutor în optimizarea unor sisteme mai largi, precum cele ce vizează stabilirea distanțelor de amplasare a drumurilor auto forestiere pe versanți în coroborat cu performanțele funicularilor forestiere și cu tipurile de intervenții specifice unui întreg ciclu de producție forestieră, incluzând aici și răriturile.

Deși nu s-au cuantificat separat, prin măsurători specifice, montarea și demontarea liniei de funicular (circa 700 m) a durat 4 respectiv 3 zile lucrătoare, ceea ce a generat costuri de 330 respectiv 200 euro, potrivit contabilității societății comerciale care a operat în zonă.

Productivitatea estimată pe baza datelor furnizate de companie a fost de circa 36 m<sup>3</sup> pe zi, în timp ce consumul de carburant a fost de ordinul a 22 l pe zi, rezultând, cel mai probabil, faptul că pentru extracția unui metru cub de lemn consumul specific a fost de circa 0,6 litri.

Tasonarea lemnului cu atelaje, a fost plătită pe baza producției realizate cu circa 4,4 euro pe metrul cub tasonat, în timp ce colectarea cu funicularul a fost plătită cu circa 2,2 euro pe metrul cub colectat în cazul lemnului tasonat și cu 4,4 euro pe metrul cub pentru lemnul provenit din deschiderea culoarului de funicular.

În ceea ce privește modelele realizate și statisticile descriptive, se poate preciza faptul că, în condițiile date, durata medie a unui ciclu de muncă a fost de circa 12 minute pentru o distanță medie de apropiat de circa 290 m și o distanță medie de adunat de circa 25 m, rezultate comparabile cu cele obținute la nivel internațional (Lindroos și Cavalli, 2016).

Lindroos și Cavalli (2016) indică faptul că este inutilă raportarea unor modele de consum de timp caracterizate de o capacitate de predicție redusă. Cu toate acestea, în studiul de față s-a recurs la raportarea unor astfel de modele tocmai datorită faptului că este posibil ca puterea de predicție a acestora să fi fost afectată de variabilitatea excesivă în ce privește consumul de timp a unor elemente de muncă.

De exemplu, legarea sarcinilor a variat larg între 55 și 936 de secunde și a avut o proporție de peste 50% în structura unui ciclu de muncă. Evident, astfel de condiții afectează capacitatea de predicție a unui model, iar variabilele care ar putea fi relaționate cu creșterea acestuia nu au putut fi măsurate în teren. Probabil că numărul de piese din sarcină ar putut fi inclus ca variabilă independentă adițională pentru a prelua o parte din această variabilitate în consumul de timp.

Acest lucru se poate observa și în termenul liber al modelelor prezentate, acesta putând fi interpretat ca acea parte din timp ce nu poate fi explicată de factorii operaționali studiați (Olsen et al., 1998). El devine cu atât mai evident cu cât se analizează modele cu o capacitate predictivă mai ridicată cum ar fi cel din Figura 3.5.

Similar studiului realizat în ZT1, una dintre limitările studiului de față este cea legată de caracterul său observațional și de faptul că aplicabilitatea modelelor este strâns legată de limitele setului de date din care provin.

În ceea ce privește sistemul tehnic de exploatare a lemnului luat în studiu, cercetările ar trebui extinse pentru a se vedea în ce măsură, sau pe ce distanțe s-ar putea dezvolta operațiile de adunat cu atelaje în vederea tasonării lemnului.

Judecând după forma parchetului în care s-a efectuat studiul și după locația liniilor de funicular, distanța de adunat cu atelaje în vederea realizării de tasoane nu a depășit 100 de metri în niciun caz.

### 3.3. Rezultate şi discuţii privind compararea între condiţii de muncă şi tehnologii

#### 3.3.1. Rezultate privind simularea şi compararea între ZT1 şi ZT2 în ceea ce priveşte consumul de timp

Rezultatele simulării şi comparării între cele două zone test - ZT1 şi ZT2, în ceea ce priveşte consumul de timp, sunt redată în Figura 3.7.

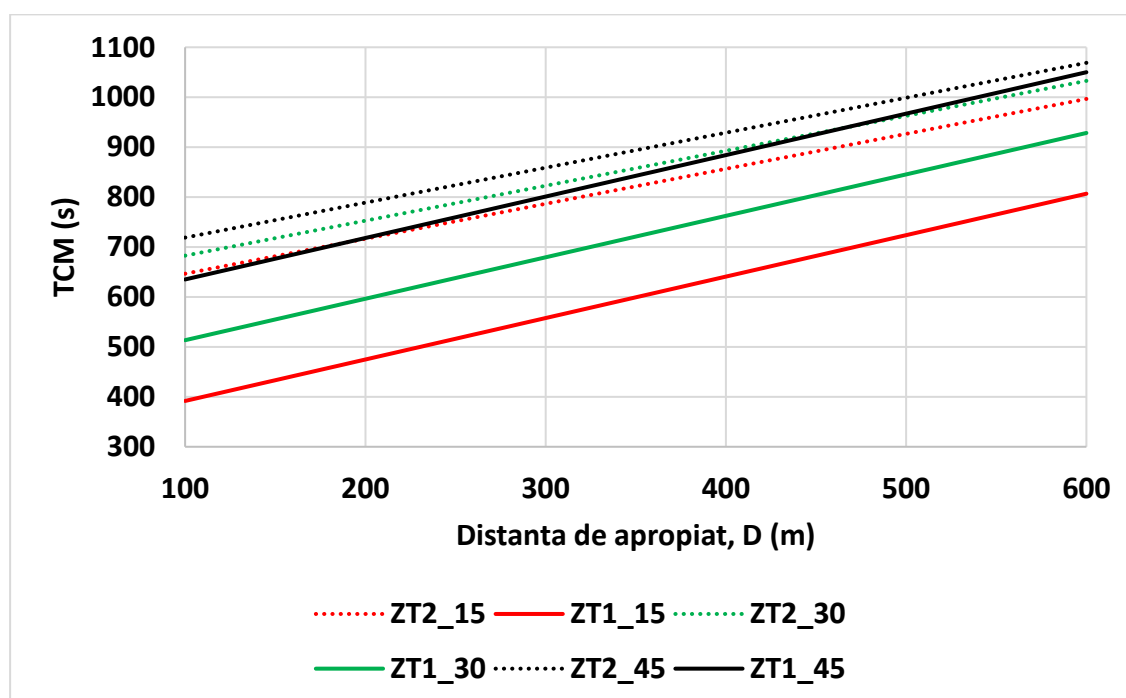


Figura 3.7: Simularea consumului de timp la nivel de ciclu de muncă pentru cele două zone test, în funcţie de distanţa de apropiat ( $D$ , m) pentru distanţe de adunat ( $d$ , m) lateral fixate la 15 - ZT1\_15, ZT2\_15, 30 - ZT1\_30, ZT2\_30 şi 45 de metri - ZT1\_45, ZT2\_45

Figure 3.7: Simulation of the cycle-time consumption for the two field tests as a function of the extraction distance ( $D$ , m) for lateral yarding distances ( $d$ , m) fixed at 15 - ZT1\_15, ZT2\_15, 30 - ZT1\_30, ZT2\_30 and 45 de meters - ZT1\_45, ZT2\_45

După cum se poate observa, indiferent de variaţia distanţei de adunat ( $d$ ), au existat diferenţe semnificative între cele două zone luate în studiu. Consumul de timp specific operaţiilor efectuate cu funicularul a depins într-o măsură mare de distanţa de apropiat şi de tipul intervenţiei silvotehnice.

În cazul răriturilor (ZT2), diferenţele foarte mari în ceea ce priveşte consumul de timp s-au datorat şi acelei părţi interpretate de modelul de estimare ca termen independent, deci consumul de timp care a constituit o parte fixă şi nu a putut fi explicat de distanţa de adunat şi de apropiat.

Pentru distanţe de adunat lateral fixate la 15 m, diferenţele dintre cele două ecuaţii de regresie au fost foarte mari, şi s-au datorat altor cauze. Probabil că şi la distanţe de apropiat mai mari de 1500 de metri

consumul de timp în cazul răriturilor ar fi fost mai mare decât cel specific tăierilor progresive, pentru o distanță de adunat lateral fixată la 15 m, urmând ca cele două să fie relativ similare pentru distanțe de apropiat de 2000 de metri.

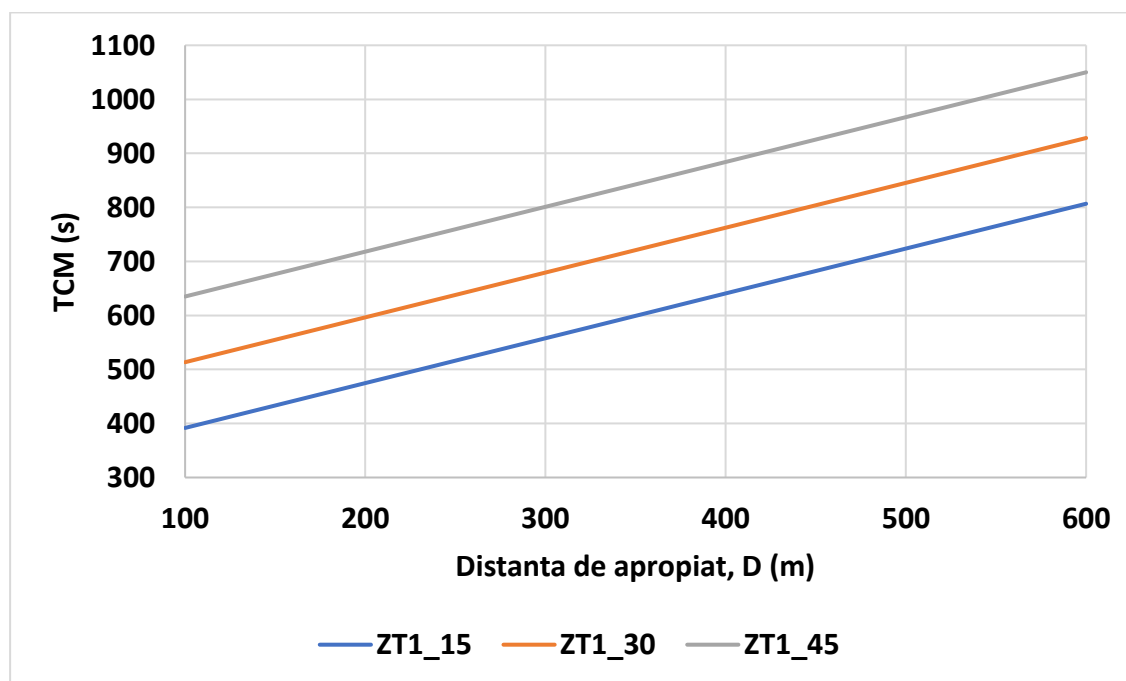
Pe de altă parte, odată cu creșterea distanței de adunat lateral, contrastul dintre condițiile de muncă specifice celor două intervenții silvotecnice a devenit mult mai mic.

De exemplu, la distanțe de adunat lateral fixate la 30 de metri, diferențele în ceea ce privește consumul de timp la nivel de ciclu de muncă ar fi fost anulate pentru distanțe de apropiat de 1400 de metri iar, la distanțe de adunat lateral de 45 de metri, diferențele în ceea ce privește consumul de timp la nivel de ciclu de muncă ar fi fost anulate pentru distanțe de apropiat mult mai mici, situate în jurul a 750 de metri.

Efectul creșterii distanței de adunat lateral ( $d$ , m) asupra consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în funcție de distanța de apropiat ( $D$ , m) pentru zona test 1 - ZT1 se redă în Figura 3.8.

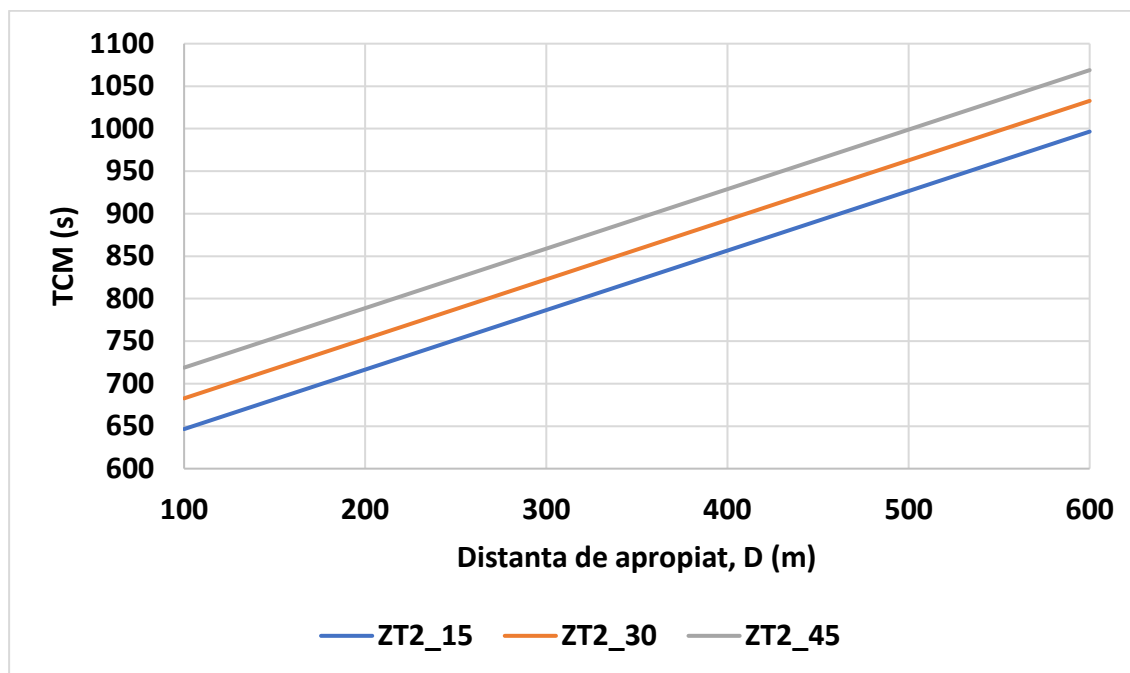
Păstrarea constantă a distanței de adunat în cele trei scenarii (15, 30 și 45 m) a condus la paralelismul celor trei drepte incluse în figura menționată. Dublarea distanței de adunat de la 15 la 30 de metri, conduce la un consum de timp de circa 1,3 ori mai mare la indiferent de distanța de apropiat, iar creșterea distanței de adunat de la 15 la 45 de metri conduce la un consum de timp de circa 1,6 ori mai mare, indiferent de distanța de apropiat.

Efectul creșterii distanței de adunat lateral ( $d$ , m) asupra consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în funcție de distanța de apropiat ( $D$ , m) pentru zona test 2 - ZT2 se redă în Figura 3.9.



**Figura 3.8: Efectul distanței de adunat ( $d$ , m) asupra consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în ZT1, în funcție de distanța de apropiat ( $D$ , m)**

**Figure 3.8: Effect of the lateral yarding distance ( $d$ , m) on the cycle-time consumption in field test no. 1, as a function of the extraction distance ( $D$ , m)**



**Figura 3.9: Efectul distanței de adunat ( $d$ , m) asupra consumului de timp la nivel de ciclu de muncă în ZT2, în funcție de distanța de apropiat ( $D$ , m)**

**Figure 3.9: Effect of the lateral yarding distance ( $d$ , m) on the cycle-time consumption in field test no. 2, as a function of the extraction distance ( $D$ , m)**

Păstrarea constantă a distanței de adunat în cele trei scenarii (15, 30 și 45 m) a condus, de asemenea, la paralelismul celor trei drepte incluse în figura menționată.

Dublarea distanței de adunat de la 15 la 30 de metri, conduce la un consum de timp de circa 1,05 ori mai mare la indiferent de distanța de apropiat, iar creșterea distanței de adunat de la 15 la 45 de metri conduce la un consum de timp de circa 1,10 ori mai mare, indiferent de distanța de apropiat.

Prin urmare, efectul creșterii distanței de adunat ( $d$ , m) asupra consumului de timp la nivel de ciclu de muncă, a fost mai mare în cazul zonei test 1 - ZT1 comparativ cu zona test 2 - ZT2.

Din acest punct de vedere, implicațiile pentru practică sunt diverse. Pe de o parte, în cazul zonei test 1 - ZT1, spațiile existente pentru desfășurarea cablului de sarcină au fost mai mari, permițând adunatul de la distanțe mai mari, dar creșterea consumului de timp raportat la distanța de adunat a fost mai mare comparativ cu zona test 2 - ZT2 unde spațiile existente pentru desfășurarea cablului trăgător au fost mai restrânse, dar creșterea consumului de timp raportat la distanța de adunat a fost mai mică.

### 3.3.2. Rezultate privind compararea între eficiența muncii observată în studiul de față și reglementările normative românești

În Tabelul 3.7 se prezintă rezultatele comparației efectuate în ceea ce privește eficiența operațiilor de colectare a lemnului cu funicularul Wyssen în zonele luate în studiu cu datele preluate din normativele românești.



Datele preluate din normativele româneşti sunt cele conform procedurilor descrise în capitolul de materiale şi metode, adică pentru o înălţime de ridicare a sarcinii de până la 15 m, volum al arborelui mediu cuprins între 0,141 şi 0,700  $\text{m}^3 \times \text{fir}^{-1}$  pentru răşinoase (corespunzător categoriei în care s-a încadrat arborele mediu din zona test 2) respectiv volum al arborelui mediu mai mare de 0,700  $\text{m}^3 \times \text{fir}^{-1}$  pentru foioase (corespunzător categoriei în care s-a încadrat arborele mediu din zona test 1) şi distanţe de apropiat de sub 500 metri, categorie corespunzătoare distanţelor medii de apropiat de 290 metri în ZT2 respectiv 325 m în ZT1.

Din acest punct de vedere, distanţele de apropiat medii au fost mult mai mari decât echivalentul centrului categoriei normative 250 m corespunzând categoriei de distanţe de apropiat de până la 500 m.

**Tabelul 3.7. Compararea eficienţei operaţiilor de colectare a lemnului în zonele luate în studiu şi compararea acestuia cu normativele româneşti pentru funicularul FP2**

**Table 3.7. Comparison of the efficiency of the cable yarding operations of the field tests to the Romanian norms of FP2 cable yarder**

| Tipul intervenţiei         | $E_{15}$ (ore $\times$ $\text{m}^{-3}$ ) | NT (ore $\times$ $\text{m}^{-3}$ ) | Diferenţe (ore $\times$ $\text{m}^{-3}$ ) |
|----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tăieri progresive, foioase | 0,11                                     | 0,56                               | 0,45                                      |
| Rărituri, răşinoase        | 0,22                                     | 0,57                               | 0,35                                      |

În ceea ce priveşte distanţa de adunat, aceasta a fost, în medie de circa 25 m în ZT2 şi de circa 43 m în ZT1 (cu distanţe maxime de adunat ce au depăşit frecvent 120 m). Din acest punct de vedere, condiţiile operaţionale ce au contribuit la calcularea eficienţei muncii în cele două zone test au fost vădit „defavorizate” faţă de condiţiile prevăzute de normativele în vigoare.

Cu toate acestea, diferenţele dintre eficienţa muncii între zonele şi condiţiile testate, pe de o parte şi prevederile normative (normele de timp), pe de altă parte, au fost mai mult de cât evidente (Tabelul 3.7).

În cazul răriturilor, normele de timp prevăd valori de 0,57 ore  $\times$   $\text{m}^{-3}$ , această cifră fiind de circa 2,6 ori mai mare comparativ cu rezultatele prezentate în această lucrare. Diferenţe şi mai mari au fost găsite la compararea normei de timp pentru tăierile progresive, unde prevederile normative indică pentru condiţiile studiate 0,56 ore  $\times$   $\text{m}^{-3}$ , cifră evident mai mare comparativ cu rezultatele acestei lucrări (de cinci ori mai mare).

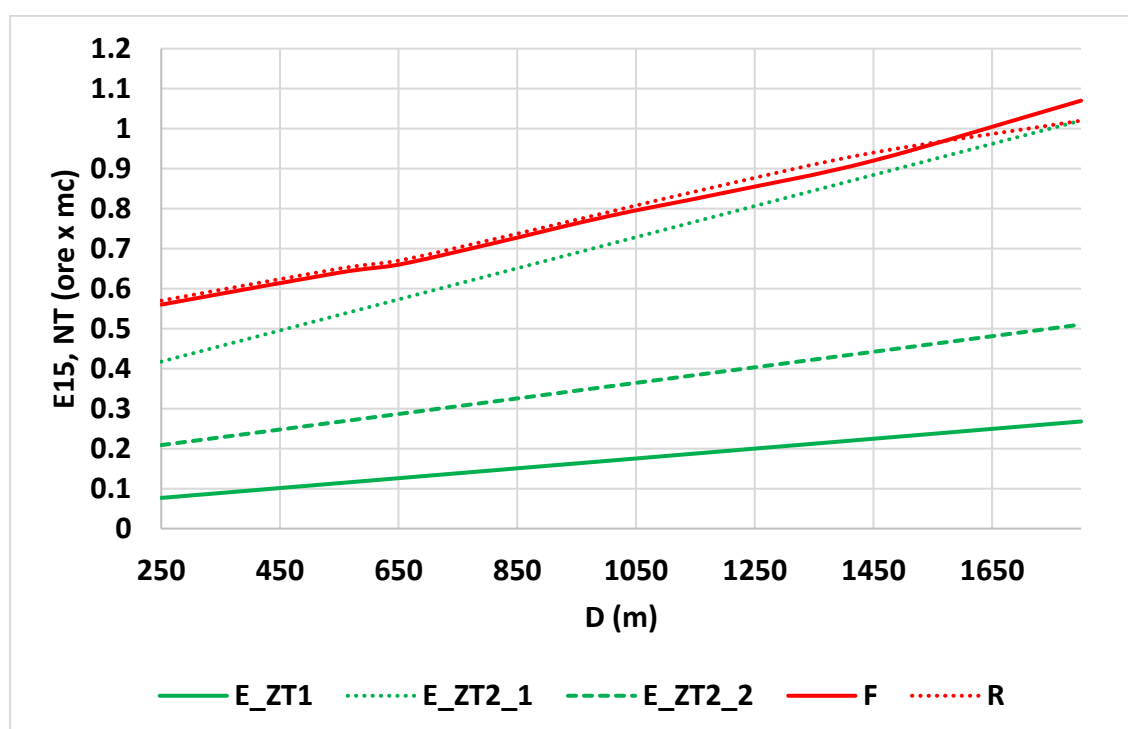
Datorită faptului că este puţin probabil ca diferenţele de 0,35 respectiv 0,45 ore  $\times$   $\text{m}^{-3}$  să se datoreze doar întreţinerii funicularului în timpul şi după încheierea muncii, se poate concluziona faptul că un efect poate să fie datorat progresului tehnic şi nivelului avansat de integrare a tehnologiei în funicularul luat în studiu în această lucrare.



### 3.3.3. Rezultate privind simularea condiţiilor operaţionale în zonele test şi compararea acestora cu prevederile normative în funcţie de distanţa de apropiat

În Figura 3.10 se prezintă rezultatele comparaţiei efectuate în ceea ce priveşte eficienţa operaţiilor de colectare a lemnului cu funicularul Wyssen în zonele luate în studiu cu datele preluate din normativele româneşti prin luarea în considerare a variaţiei induse de distanţa de apropiat.

În cazul normelor de timp, s-au luat în considerare ca distanţe de apropiat centrele categoriilor prevăzute de normative, pentru care s-au extras normele de timp pentru aceleaşi condiţii de reglementare ca şi cele menţionate în secţiunea anterioară.



**Figura 3.10: Efectul distanţei de apropiat ( $D$ , m) asupra performanţei funicularului studiat şi a normelor de timp. Analiză comparativă**

**Figure 3.10: Effect of the extraction distance ( $D$ , m) on the performance of the studied cable yarder and on the time consumption standards. A comparison**

În cazul ZT1, eficienţa s-a calculat în funcţie de distanţa de apropiat prin luarea în considerare a modelului de consum de timp dezvoltat în funcţie de distanţa de adunat (păstrată drept constantă la 15 m) şi distanţa de apropiat, respectiv mărimea sarcinii medii conform datelor prezentate anterior.

Datorită faptului că nu s-a dispus de date cu privire la mărimea sarcinii medii pentru ZT2, în acest caz s-au luat în considerare două alternative privind sarcina medie: 0,5 respectiv 1,0 m<sup>3</sup>, în funcţie de care s-a calculat eficienţa raportat la distanţa de apropiat.



După cum se observă, eficiența muncii în cazul ZT1 (E\_ZT1) a variat în funcție de distanță, ajungând ca la distanțe de apropiat de circa 1800 de metri aceasta să se înjumătățească. Trebuie menționat aici că Figura 3.10 prezintă scenarii și nu realitatea terenului, prin urmare are doar valoare orientativă.

Chiar și în supoziția unei sarcini medii de numai  $0,5 \text{ m}^3$ , în cazul răriturilor performanțele funicularului studiat în prezenta lucrare nu pot fi atinse de cele prevăzute de normative, decât la distanțe de apropiat excesiv de mari (peste 1800 m).

Pe măsură ce distanțele de apropiat cresc, diferențele de performanță devin și mai accentuate, în special în ceea ce privește comparația realizată pentru ZT1 cu condițiile echivalente.

### **3.4. Rezultate și discuții privind percepția și opiniile administratorilor de păduri cu privire la sistemele tehnice utilizate în operații de exploatare a lemnului**

#### **3.4.1. Numărul de chestionare returnate și numărul de răspunsuri valide**

Chestionarul dezvoltat conform descrierii din capitolul de materiale și metode a fost administrat pe cale electronică, utilizându-se în acest scop poșta electronică, tuturor ocoalelor silvice de stat din România.

Rezultatele obținute în acest studiu au la bază un număr de 160 de chestionare ce au fost returnate de ocoale silvice și un număr de 2 chestionare ce au fost returnate de direcții silvice din teritoriu.

În chestionarele luate în analiză, au fost situații în care au existat răspunsuri considerate a nu fi valide, situații în care datele s-au tratat după procedurile explicate în capitolul de materiale și metode. A rezultat în acest fel un număr de răspunsuri considerate valide pentru un anumit parametru luat în studiu, cuprins între 65 și 123. Acest set de date a rezultat după excluderea acelor răspunsuri considerate a fi indecise, evaluate de respondenți cu răspunsul 3.

Toate rezultatele prezentate în cele ce urmează se bazează pe un număr de cel puțin 65 de răspunsuri valide, răspunsuri ce au acoperit din punct de vedere geografic toate zonele forestiere reprezentative ale României.

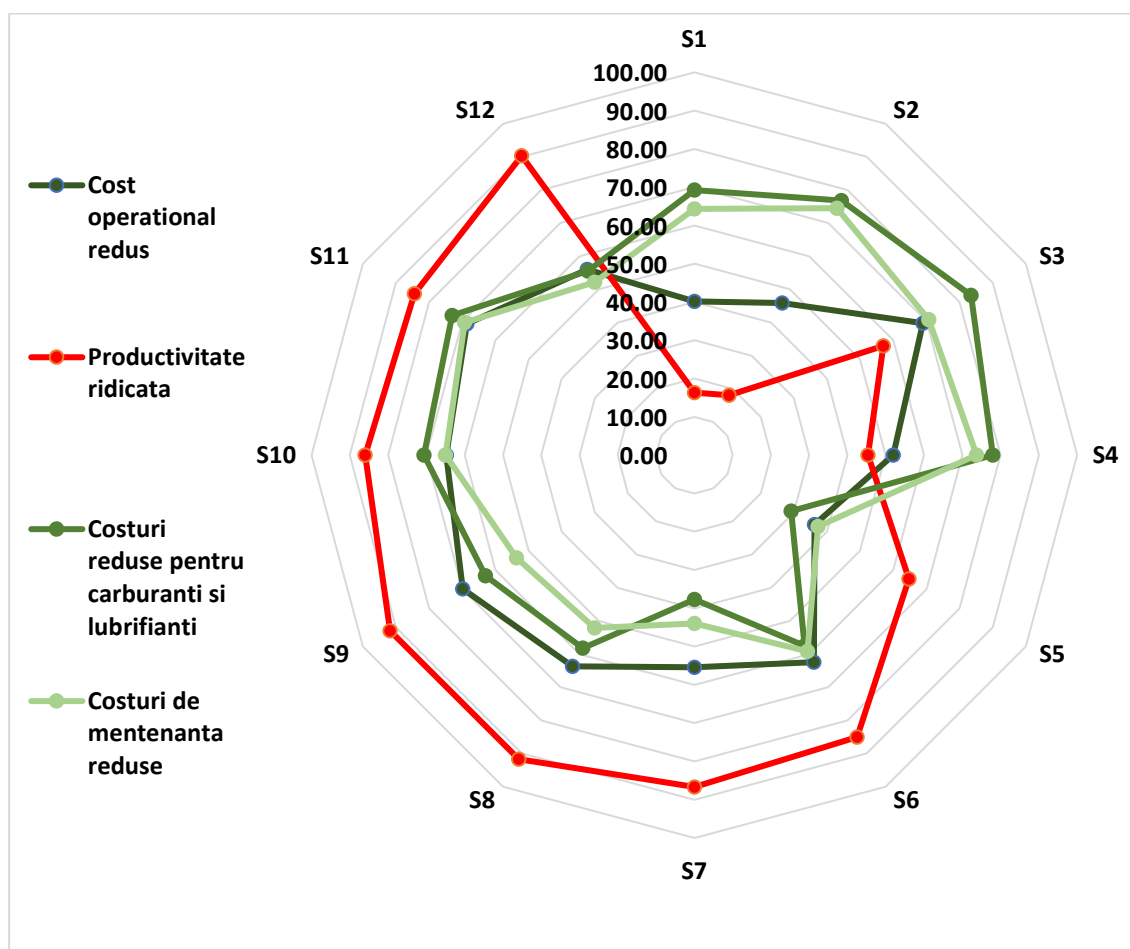
Date de detaliu cu privire la numărul de răspunsuri pe categorii de preferințe, sisteme tehnice și indicatori de performanță cheie ce s-au luat în studiu sunt incluse în anexele prezentei lucrări.

#### **3.4.2. Percepții și opinii cu privire la productivitatea și costul utilizării sistemelor tehnice de exploatare a lemnului**

Productivitatea și costurile încadrabile în diferite categorii, sunt parametri foarte importanți în evaluarea unui sistem tehnic de exploatare a lemnului.

În general, o productivitate ridicată este corelată cu costuri de operare mai mici și invers. Din acest punct de vedere, este de dorit ca sistemele tehnice de exploatare a lemnului să fie cât mai productive, generând costuri mici și încadrându-se din punct de vedere al timpului alocat în limitele legale cu privire la diferitele tipuri de intervenții silvotecnice.

În Figura 3.11 se prezintă diagrama de tip radar ce indică percepțiile și proporțiile răspunsurilor cu privire la situațiile favorabile (categoriile 4 și 5 Likert).



**Figura 3.11: Rezultate privind evaluarea productivității și costurilor sistemelor tehnice de exploatare a lemnului**

**Figure 3.11: Results on the evaluation of productivity and cost of the studied timber harvesting systems**

În ceea ce privește productivitatea muncii, rezultatele indică faptul că acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care au fost caracterizate de un nivel foarte redus de mecanizare, cum ar fi **S1**, **S2** și **S4**, au fost percepute și evaluate de către respondenți ca fiind caracterizate de o productivitate scăzută.

Dacă percepția asupra acestui parametru este rezultatul experiențelor personale câștigate în activitatea de producție, astfel de rezultate sunt susținute și de literatura de specialitate care a indicat productivități scăzute pentru acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care integrează utilizarea atelajelor pentru colectarea lemnului prin târare (Borz și Ciobanu, 2013; Oprea, 2008) sau prin purtare (Jourgholami et al., 2010).

Chiar dacă instalațiile de alunecare sunt folosite foarte rar în operațiile de exploatare a lemnului din România, prin urmare interacțiunea cu acestea în teren este mai puțin probabilă, respondenții au evaluat corect productivitatea muncii ce caracterizează astfel de echipamente forestiere, probabil bazat pe experiența proprie și pe întrevvedere modul de utilizare al acestui tip de echipament.



Același lucru este valabil și în cazul sistemului de exploatare a lemnului **S1**, sistem care în România nu se folosește.

În măsura în care sistemele tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu au fost caracterizate de un nivel mai ridicat de integrare a mecanizării, respondenții au caracterizat aceste sisteme ca fiind foarte productive.

Astfel, acele sisteme tehnice care au fost caracterizate de capacitatea de a deplasa, în operațiile de colectare a lemnului, cantități mari de masă lemnoasă, au fost evaluate ca fiind mai productive. Acestea au fost, în mod particular, sistemele **S8**, **S9** și **S12**, sisteme ce integrează tractoare forestiere specializate de tip skidder și forwarder. Și în acest caz, evaluările respondenților au fost în deplin acord cu prevederile și descrierile generale ale literaturii de specialitate (Apăfăian et al., 2017; Oprea, 2008).

Totuși, merită precizat faptul că tractoarele de tip skidder nu sunt caracterizate de productivități foarte mari atunci când condițiile operaționale nu sunt optime pentru utilizarea lor. Astfel, exemple din România (Borz et al., 2013, Borz et al., 2014b; Borz et al., 2015) au indicat faptul că în terenuri accidentate, caracterizate de extracții de intensități medii spre reduse, uneori specifice tăierilor accidentale, productivitatea acestor tractoare este mai degrabă redusă.

Acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care implică utilizarea funicularului – **S10** și **S11** – au fost evaluate de către respondenți în categoria sistemelor tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de productivități mari (Figura 3.11).

Din acest punct de vedere, mai mult de 80% dintre respondenți au încadrat aceste sisteme tehnice de exploatare a lemnului în această categorie, deși acestea sunt constrânse din punct de vedere tehnic la capacități nominale ale sarcinilor mai mici în comparație cu tractoarele forestiere specializate.

Costurile de operare au fost evaluate ca fiind mici de mai mult de 60% dintre respondenți, atât în cazul sistemelor tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de un nivel ridicat de integrare a mecanizării cât și pentru sistemele tehnice caracterizate de un nivel redus de integrare a mecanizării.

Din ultima categorie, instalațiile de alunecare au fost percepute ca fiind caracterizate de costuri mici de operare, probabil datorită percepției generale conform căreia efortul de colectare în acele operații ce presupun utilizarea exclusivă a infrastructurii de colectare a lemnului, este mai mic, iar energia utilizată la antrenarea pieselor de lemn înspre aval este cea gravitațională (Oprea, 2008).

Din categoria sistemelor tehnice de exploatare a lemnului ce integrează un nivel intermediar de mecanizare, utilizarea tractoarelor agricole adaptate pentru colectarea lemnului prin purtare au fost evaluate ca fiind sisteme tehnice ce implică costuri mai mici de operare, prin comparație, de exemplu, cu sistemele tradiționale ce utilizează tractoare de tip skidder echipate cu trolii.

Sistemele tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de un nivel ridicat de integrare a mecanizării, incluzând aici și funicularele clasice, au fost, de asemenea, evaluate ca fiind caracterizate de costuri mici de operare, opinii ce sunt în contradicție cu rezultatele raportate de unele studii (Spinelli et al., 2015b).

În principiu, costurile carburanților și lubrifianților depind în mare măsură de tipul de echipament ce se utilizează în operațiile de exploatare a lemnului (Oprea și Borz, 2007; Vusic et al., 2013), cu cantitățile cele mai însemnate caracterizând, în principal, operațiile de colectare, în special cea de apropiat, unde se înregistrează, cele mai frecvent, efortul cel mai mare de deplasare a masei lemnoase (Oprea, 2008).

Din acest punct de vedere, evaluările realizate au indicat faptul că utilizarea instalațiilor de alunecare ar reprezenta sistemul tehnic de exploatare a lemnului cu costurile cele mai reduse ocazionate de



consumurile de carburanţi şi lubrifianţi, având probabil la bază presupunerea că astfel de instalaţii utilizează intensiv energia gravitaţională pentru colectarea masei lemnoase.

La fel, sistemele tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de un nivel redus de integrare a mecanizării au fost evaluate ca fiind mai performante din acest punct de vedere, aspect ce poate fi valabil în acele cazuri în care carburanţii şi lubrifianţii sunt utilizaţi numai în operaţii de doborâre şi fasonare a arborilor.

Percepţia generală cu privire la costurile de mentenanţă (întreţinere) a fost aceea că acestea sunt mici în cazul sistemelor tehnice de exploatare a lemnului **S2**, **S3** şi **S4**. Mai mult de 70% dintre respondenţi au evaluat aceste sisteme tehnice de exploatare a lemnului în această categorie, fiind vorba de sisteme tehnice caracterizate de un nivel redus de integrare a mecanizării.

Evaluarea cea mai slabă din acest punct de vedere a fost cea atribuită sistemului tehnic de exploatare a lemnului compus din utilizarea ferăstrăului mecanic în operaţii de doborât şi fasonat şi a tractoarelor agricole echipate cu trolii pentru adunat şi sapă scut pentru apropiat. În acest caz, mai puţin de 40% dintre respondenţi au evaluat acest sistem ca fiind caracterizat de costuri reduse pentru toate componentele evaluate: costuri operaţionale, costuri cauzate de folosirea de carburanţi şi lubrifianţi respectiv costuri de mentenanţă.

În ceea ce priveşte relaţia dintre productivitate şi costuri, s-a identificat (Figura 3.11) o relaţie între acestea, pentru marea majoritate a sistemelor tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu. În cazul utilizării funicularelor forestiere, pe lângă faptul că acestea au fost apreciate ca fiind caracterizate de o productivitate mare, s-a constatat şi faptul că respondenţii le-au caracterizat de costuri mici (peste 60% dintre respondenţi), după cum se arată în Figura 3.11.

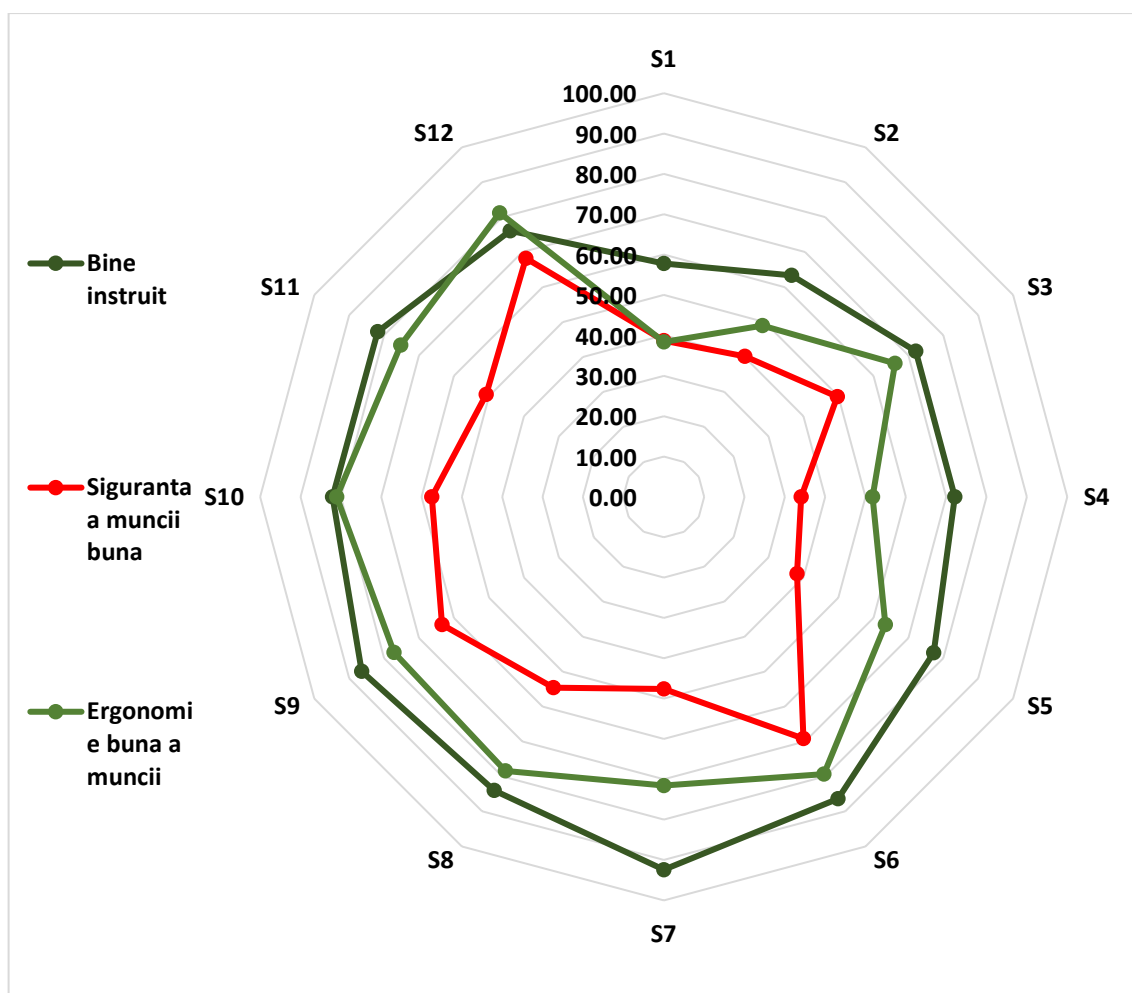
### **3.4.3. Percepţii şi opinii cu privire la ergonomie, nivelul de instruire şi securitatea muncii**

Nivelul de instruire, experienţa în muncă, condiţiile ergonomice ale muncii şi securitatea acesteia nu sunt parametri ce se exclud reciproc. Un muncitor dat, experimentat în muncă şi posedând un nivel de pregătire adecvat, va tinde să se asigure mai mult în timpul operaţiilor şi îşi va folosi cunoştinţele şi experienţa în muncă pentru a îşi crea condiţii cât mai bune din punct de vedere ergonomic în muncă.

Aceşti parametri sunt deosebit de utili în caracterizarea muncii. Se prezintă proporţiile de participare ale răspunsurilor la itemii ce au caracterizat aceşti indicatori de performanţă ai muncii în sistemele tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu, iar în Figura 3.12 se prezintă diagrama radar a răspunsurilor ce au caracterizat situaţiile pozitive (personal bine instruit, siguranţă a muncii bună şi ergonomie bună a muncii).

Indiferent de sistemul tehnic de exploatare a lemnului luat în studiu (analiză), cei mai mulţi dintre respondenţi (mai mult de 50%) au indicat faptul că personalul, ca parte componentă ce caracterizează forţa de muncă în astfel de sisteme tehnice, este bine instruit. Totuşi, o astfel de afirmaţie este contradictorie cu multe dintre rezultatele specifice publicate până în prezent. De exemplu, Rauch et al. (2015) au indicat, pe baza unor interviuri realizate cu diferiţi actori în domeniu, faptul că unul dintre punctele slabe existente în lanţul de aprovizionare cu masă lemnoasă din România este lipsa personalului instruit, inclusiv în operaţii de exploatare a lemnului. La fel, studii de teren cu privire la modul de execuţie al tăieturilor de doborâre a arborilor au indicat faptul că acestea nu se execută corect (Borz et al., 2014a). Astfel de nerespectări ale procedurilor de execuţie tehnică a operaţiilor de exploatare a lemnului pot să aibă consecinţe grave în ceea ce priveşte securitatea muncii. Pe de altă parte, este destul de greu de evaluat nivelul de pregătire tehnică al muncitorilor fără măsurarea şi

verificarea atentă a unor elemente care să indice precis nivelul de pregătire al acestora. Astfel de evaluări nu pot fi realizate doar în baza faptului că muncitorii respectivi certifică urmarea unor cursuri de pregătire în acest sens.



**Figura 3.12: Rezultate privind evaluarea securității, nivelului de instruire și a condițiilor ergonomice**

**Figure 3.12: Results on the evaluation of training level, work safety and ergonomics of the studied timber harvesting systems**

Respondenții au inclus sistemele tehnice de exploatare a lemnului **S6** și **S12** în categoria celor cu siguranță ridicată a muncii (Figura 3.12). Astfel de sisteme tehnice de exploatare a lemnului sunt caracterizate de manipularea mecanizată a lemnului în anumite faze operaționale (elemente de muncă).

Evaluări în această categorie au fost cele specifice sistemelor mecanizate, dar și celui care integrează instalații de alunecare pentru colectarea lemnului.

Pe de altă parte, sistemele care au fost caracterizate de utilizarea pe scară largă a operațiilor manuale au fost evaluate ca fiind mai puțin performante din acest punct de vedere - siguranță mai redusă a muncii - **S1**, **S2** și **S4**. Tractoarele agricole adaptate pentru operații forestiere pot fi caracterizate de astfel de probleme în cazul în care se operează cu acestea în teren accidentat.



Acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care au fost caracterizate de utilizarea pe scară largă a muncii manuale au fost evaluate ca având condiții ergonomice mai precare, aspecte ce sunt probate și de literatura de specialitate care indică faptul că munca forestieră este caracterizată de un nivel ridicat de dificultate.

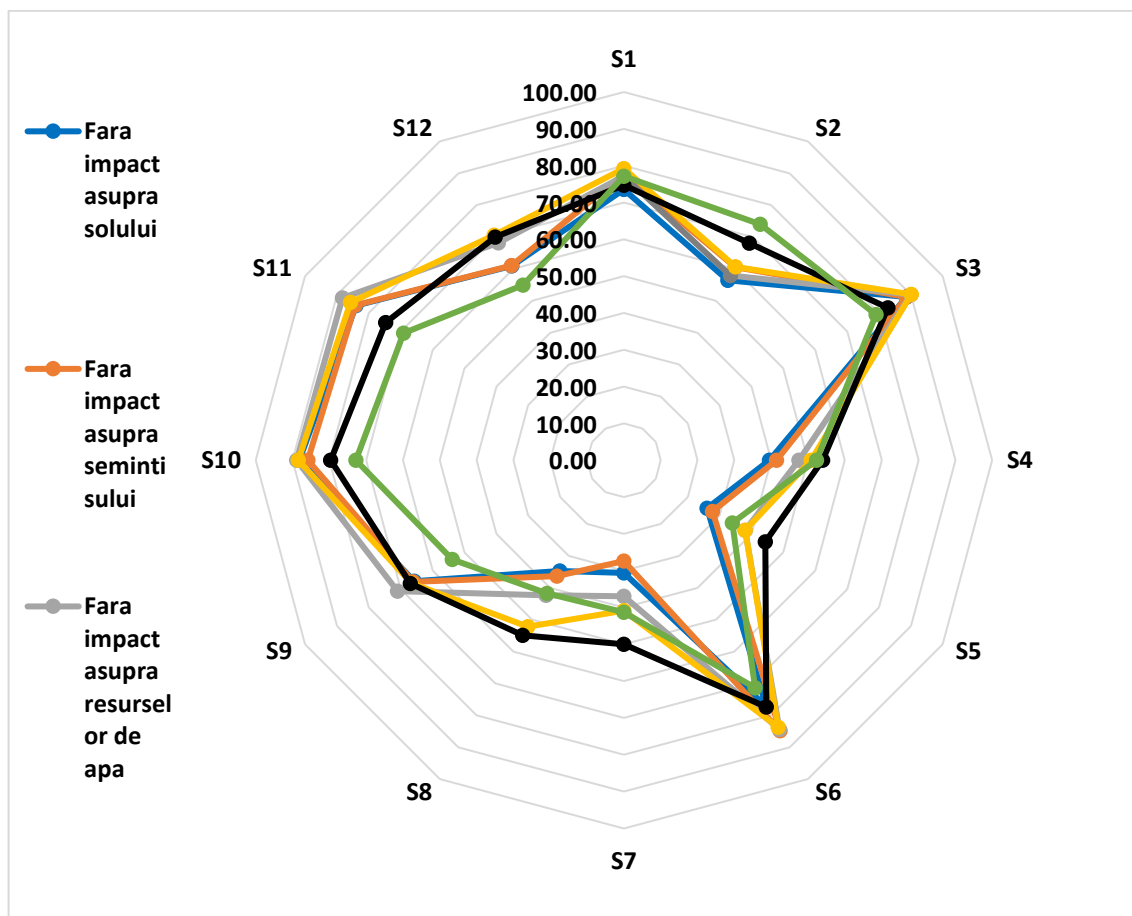
Frecvent, muncitorii care realizează operații forestiere manuale lucrează în posturi de muncă neconfortabile (Corella Justavino et al., 2015) și parcurg distanțe considerabile în fiecare zi, de multe ori în teren accidentat. De exemplu, la operațiile executate cu atelaje, pe lângă tasonarea manuală și legarea sarcinilor, munca implică și deplasarea muncitorilor pentru a ghida atelajele în timpul curselor în plin și în gol (Oprea, 2008). Astfel de faze (elemente) de muncă pot să implice distanțe mari de parcurs, mai ales atunci când distanțele de operare sunt mari (Ciobanu și Borz, 2013). La fel, tasonarea manuală, legarea și dezlegarea sarcinilor implică aplecări frecvente, care sunt neconfortabile. În cazul folosirii cailor pentru deplasarea masei lemnoase prin purtare, încărcarea sarcinilor presupune manipularea unor piese de lemn grele la înălțimi considerabile iar în cazul corhănirii, forța exercitată de muncitori pentru a colecta masa lemnoasă poate fi, de asemenea, considerabilă.

#### **3.4.4. Impactul asupra mediului – performanța de mediu**

În ultima perioadă, foarte multă atenție s-a dat, atât în activitatea practică cât și în cea științifică, impactului operațiilor de exploatare a lemnului asupra mediului. În cazul acelor sisteme tehnice de exploatare a lemnului care utilizează solul ca suport în deplasarea masei lemnoase sau în alte operații auxiliare, problemele majore sunt cele legate de afectarea solurilor forestiere, a semințișului, arborilor remanenți și a resurselor de apă.

O dezvoltare amplă a drumurilor de colectare poate afecta stabilitatea versanților în terenul accidentat și poate cauza schimbarea aspectului peisajului (Oprea, 2008).

Se prezintă rezultatele evaluării sistemelor tehnice de exploatare a lemnului de către respondenți din punct de vedere al impactului acestora asupra mediului, iar în Figura 3.13 se prezintă diagrama radar care a luat în considerare doar acele categorii de răspunsuri care au caracterizat situații cele mai favorabile, adică impactul scăzut asupra unor elemente de interes din punct de vedere ecologic.



**Figura 3.13: Rezultate privind evaluarea impactului asupra mediului**

**Figure 3.13: Results on the evaluation of the environmental impact**

Percepția generală a fost aceea că sistemele tehnice **S5**, **S7** și **S2**, primele două caracterizate de un nivel mai ridicat de mecanizare și ultimul nemecanizat, sunt cele care provoacă un impact mare asupra solului.

Într-adevăr, tractoarele utilizate la colectarea lemnului prin semitârâre necesită drumuri de tractor ce se execută prin săpare în terenurile accidentate (Oprea, 2008), aspect ce conduce frecvent la declanșarea unor efecte erozionale, în special în anumite condiții precum cele de deal (Borz et al., 2015).

De asemenea, și în cazurile în care se depășesc anumiți parametri geometrici legați de dezvoltarea rețelei de colectare cu tractoare pot să apară fenomene erozionale mai ample. Cu toate acestea, efectele erodării solurilor sunt mult mai vizibile și tangibile în comparație cu cele ale compactării. Prin urmare, evaluarea celor trei sisteme de exploatare a lemnului în această categorie nu este întâmplătoare, din moment ce astfel de sisteme sunt utilizate frecvent în operațiile forestiere din România.

Sistemul tehnic de exploatare a lemnului care a fost caracterizat de integrarea instalațiilor de alunecare a fost evaluat ca fiind cel mai performant din acest punct de vedere (impact asupra solului), datorită percepției generale conform căreia chiar infrastructura de colectare se interpune între sol și piesele de lemn deplasate.





Tractoarele agricole adaptate pentru operații forestiere de colectare a lemnului prin purtare, au fost evaluate, de asemenea, ca fiind prietenoase cu mediul – impact redus asupra solului. La fel, funicularele forestiere au fost evaluate în aceeași categorie, cazuri în care peste 80% dintre respondenți au fost de acord că acestea nu cauzează un impact major asupra solurilor forestiere.

Pe de altă parte, sistemul tehnic de exploatare a lemnului complet mecanizat (harvester-forwarder) a fost evaluat ca fiind mai puțin prietenos cu mediul (impact asupra solului). Este posibil ca în acest caz, evaluările să fi fost influențate de dimensiunile de gabarit ale utilajelor în cauză, dar, cu toate acestea, sistemul menționat pare a fi mult mai preferat comparativ cu tractoarele de tip skidder.

Evaluările specifice celorlalți parametri precum semințișul, apa, stabilitatea versanților și degradarea peisajului, au urmat aproximativ aceeași alură ca și în cazul impactului asupra solului. Caracteristic setului de date analizat a fost faptul că impactul asupra faunei sălbatice a fost caracterizat ca fiind mai mic în cazul sistemelor tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de un nivel mic-mijlociu de integrare a mecanizării (**S1-S3**). Evident, astfel de sisteme tehnice nu utilizează echipamente cu motoare cu ardere internă la colectarea lemnului și se încadrează mai bine în peisajul general.

Din punct de vedere al impactului asupra mediului, sistemele tehnice de exploatare a lemnului **S3** și **S6** au păstrat o uniformitate relativă a percepției, indicând cea mai mare performanță din acest punct de vedere, analizând, desigur scorurile cumulate ce caracterizează un impact mic.

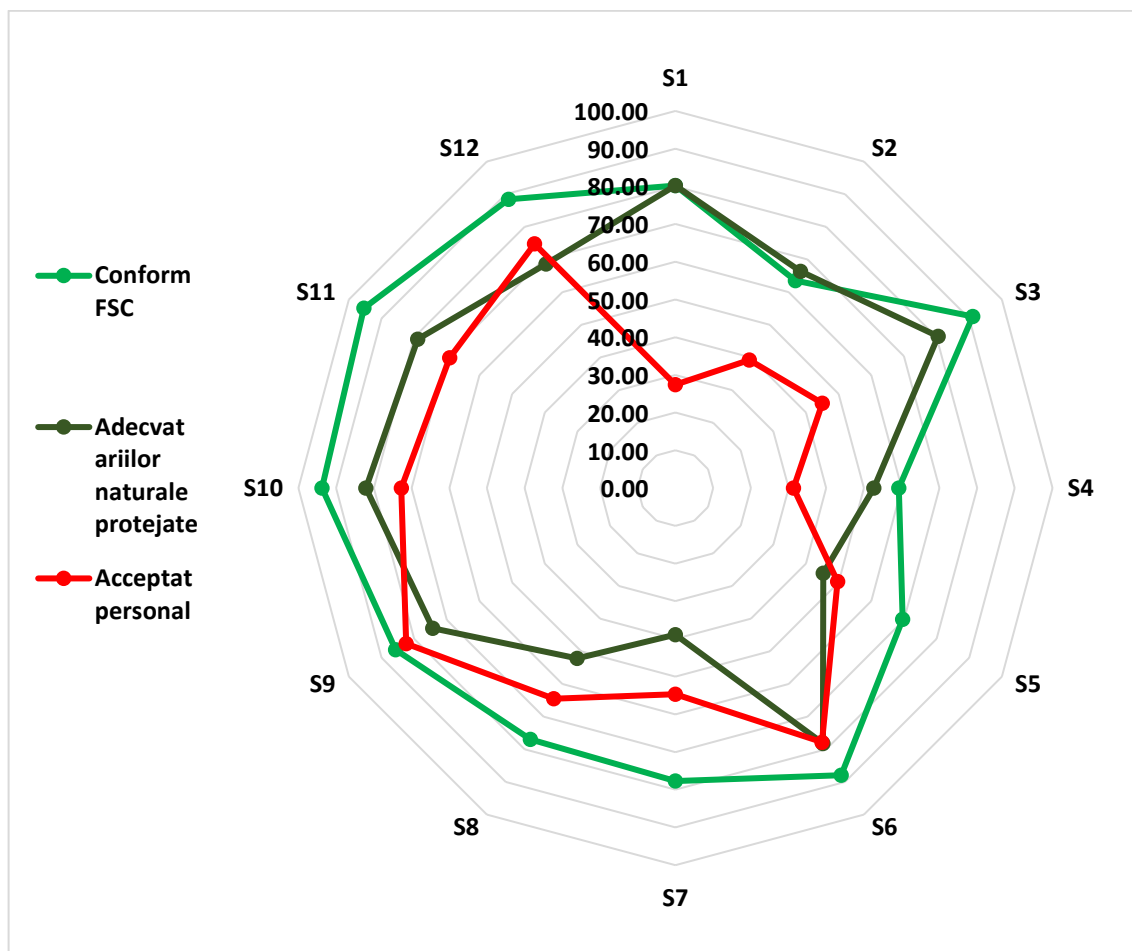
#### **3.4.5. Adecvarea la standardele FSC, eficacitate pentru arii protejate și nivelul personal de acceptare**

Rezultatele evaluării pentru parametri precum adecvarea la standardele FSC, eficacitatea pentru utilizarea în arii naturale protejate și nivelul personal de acceptare, iar în Figura 3.14 se prezintă diagrama radar ce conține răspunsurile din categoriile favorabile privind acești indicatori luați în studiu.

Dintre sistemele tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu, funicularele și instalațiile de alunecare au fost evaluate ca fiind acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care se potrivesc cel mai bine standardelor FSC. Tot din acest punct de vedere, corhănirea lemnului a fost evaluată a fi cel mai puțin conformă cu standardele FSC, fiind urmată de colectarea prin târâre cu atelaje și colectarea prin târâre și semitârâre cu tractoare.

Răspunsuri similare s-au obținut și pentru evaluarea adecvării la arii naturale protejate. Chiar dacă sistemul tehnic **S1** a fost evaluat a fi printre cele adecvate standardelor FSC și a fost și evaluat ca fiind adecvat pentru utilizare în arii naturale protejate, el a fost mai puțin preferat de către respondenți, probabil ca efect al percepției cu privire la productivitatea redusă, condițiilor mai precare cu privire la ergonomie și securitatea muncii precum și a capacității limitate de a se extrage lemn de dimensiuni mari.

Corhănirea lemnului a fost următorul sistem tehnic de exploatare a lemnului în ceea ce privește nivelul personal de acceptare, probabil datorită acelorași motive. Ca regulă generală, acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului caracterizate de un nivel foarte scăzut sau scăzut de integrare a mecanizării nu s-au regăsit printre preferințele respondenților. Printre cele mai bine evaluate sisteme tehnice de exploatare a lemnului s-a regăsit sistemul **S6**. Astfel de sisteme tehnice de exploatare a lemnului pot fi adaptate la foarte multe condiții operaționale și pot fi caracterizate de fiind destul de productive. În aceeași categorie de preferințe s-a încadrat și utilizarea tractoarelor forwarder specializate, soluție ce începe să capete un nivel de utilizare mai larg în România.



**Figura 3.14: Rezultate privind evaluarea adecvării la standardele FSC, eficacităţii pentru arii naturale protejate şi nivelul personal de acceptare**

**Figure 3.14: Results on the evaluation of the compliance to FSC standards and protected areas and of the personal acceptance**

Acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului care au integrat funiculare forestiere s-au localizat între sistemele tehnice de exploatare a lemnului cele mai preferate de către respondenţi.

Dintre acestea, unele necesită instalarea în configuraţie gravitaţională, deci este posibil ca unii dintre respondenţi ce lucrează în zonele de câmpie să nu fi văzut utilitatea unor astfel de sisteme tehnice în pădurile administrate de ei.

### 3.4.6. Sistemul tehnic de exploatare a lemnului ideal în percepţia respondenţilor

În Figura 3.15 se prezintă sinteza informaţiei cu privire la percepţia respondenţilor asupra sistemelor tehnice de exploatare a lemnului luate în studiu.

Rezultatele prezentate indică faptul că majoritatea respondenţilor cred că sporurile de productivitate sunt relaţionate cu creşteri ale gradului de integrare al mecanizării în sistemele tehnice de exploatare a lemnului analizate.

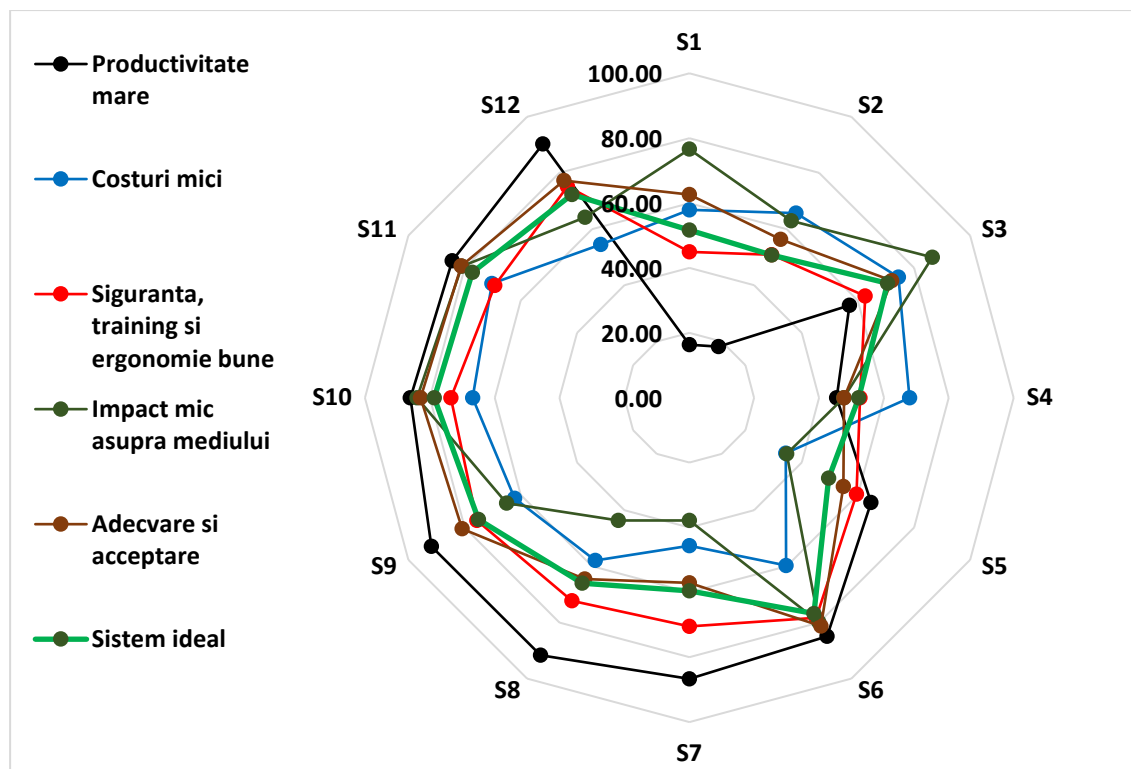


Figura 3.15: Sistemul tehnic de exploatare a lemnului ideal în percepţia respondenţilor

Figure 3.15: The ideal timber harvesting system as perceived by the respondents

Sistemele tehnice caracterizate de integrarea tractoarelor cu troliu au fost percepute ca fiind caracterizate de costuri mai mici în mai puține cazuri comparativ cu celelalte sisteme tehnice luate în studiu. Acesta a fost și cazul sistemului harvester-forwarder. Funicularele și instalațiile de alunecare au fost clasificate printre cele mai ieftine sisteme tehnice de exploatare a lemnului.

Sistemul tehnic de exploatare a lemnului ideal a fost identificat pe baza mediilor răspunsurilor pe categorii de indicatori luați în studiu. Sistemele tehnice de exploatare a lemnului **S3, S6, S9, S10, S11** și **S12** au fost incluse în prima jumătate a preferințelor respondenților. Sistemul tehnic de exploatare a lemnului **S10** pare a fi fost cel mai preferat de către respondenți, ceea ce înseamnă că **funicularele forestiere se încadrează în preferințele de top ale administratorilor de păduri de stat**.

Cu toate acestea, instalațiile cu pilon (**S10**) pot fi utilizate doar pe scară redusă în România datorită faptului că infrastructura de transport nu este suficient de dezvoltată (Borz et al. 2014a).

Cea de a doua preferință în ceea ce privește sistemele tehnice de exploatare a lemnului a fost cea cu privire la utilizarea funicularelor clasice care pot să opereze pe distanțe de până la 2000 m (Oprea, 2008) putând reprezenta o opțiune bună pentru operațiile forestiere desfășurate în teren accidentat.

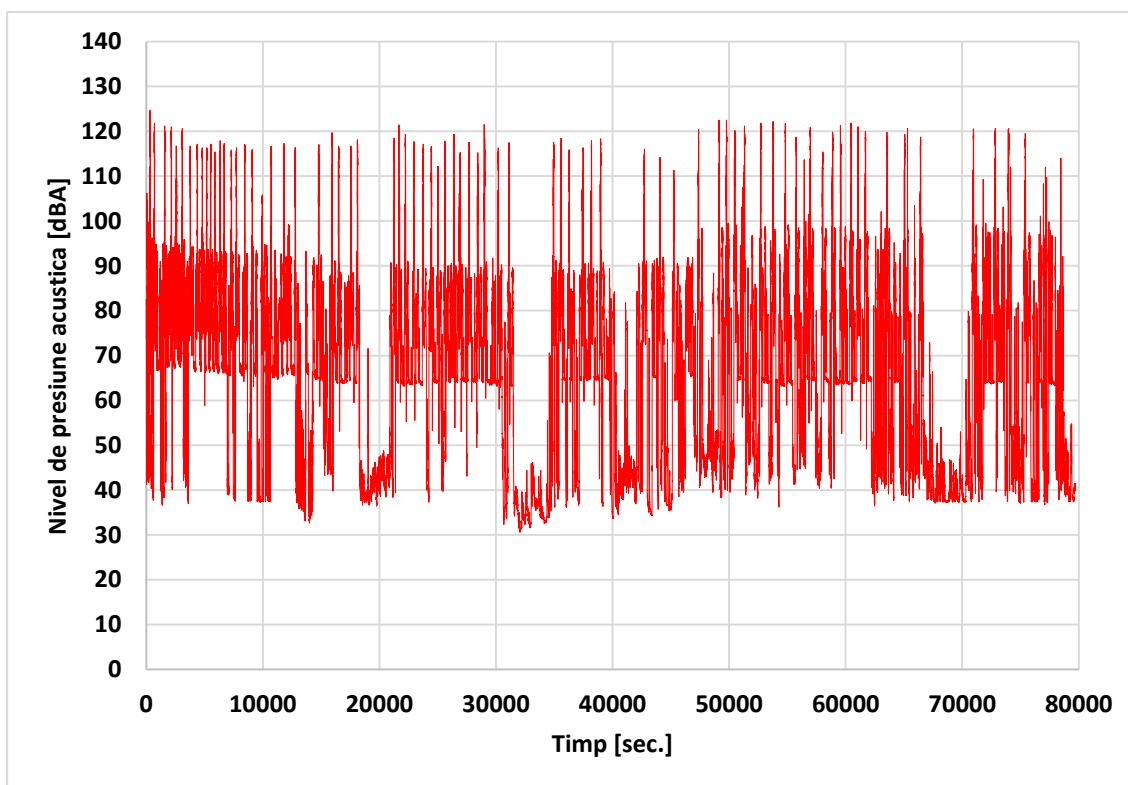
În ordinea preferinţelor au urmat acele sisteme tehnice de exploatare a lemnului ce au presupus utilizarea tractoarelor forwader specializate sau adaptate precum şi instalaţiile de alunecare.

### 3.5. Rezultate şi discuţii privind nivelul de expunere la zgomot

#### 3.5.1. Numărul de observaţii şi distribuţia nivelului de presiune acustică în funcţie de timpul observat

Evaluările de natură ergonomică, cu privire la nivelul de expunere la zgomot al operatorului grupului de acţionare al funicularului luat în studiu s-au realizat pe o durată totală de 3 zile operaţionale în care s-au eşantionat un număr de 79692 observaţii corespunzând aceluiaşi număr de secunde de observare, prin eşantionare continuă. Durata respectivă corespunde unui număr de 22,13 ore de observaţie. Raportat la durată totală a studiului de timp şi productivitate realizat în zona test 1 – ZT1, observaţiile de natură ergonomică au acoperit circa 19% din primul (care a durat circa 118 ore).

În Figura 3.16 se prezintă variaţia nivelului de presiune acustică (dBA) pe durata eşantionării efectuate în zona test 1 – **ZT1**.



**Figura 3.16: Variaţia nivelului de presiune acustică pe durata de eşantionare în zona test 1 – ZT1**

**Figure 3.16: Variation of the sound pressure level on the sampling duration in field test 1 – ZT1**

După cum se observă, nivelul de presiune acustică a variat amplu, între circa 30 dBA şi circa 125 dBA. Trebuie menţionat încă o dată faptul că acest nivel de presiune acustică a fost înregistrat la o distanţă



de circa 2 m de frâna aerodinamică a funicularului luat în studiu, deci nu la nivelul urechii operatorului.

Din acest punct de vedere, nivelul de presiune acustică resimțit la nivelul urechii operatorului a fost mult mai mare decât cel prezentat în Figura 3.20. Din analiza aceleiași figuri se poate identifica un pattern specific de operare a funicularului, cu acele niveluri de presiune acustică ce au trecut de 100-110 dBA caracterizând cursele în plin ale căruciorului, cele cuprinse între 85 și 100-110 dBA caracterizând cursele în gol ale căruciorului și restul caracterizând alte elemente de muncă specifice.

Porțiunile situate sub 50 dBA au reprezenta pauze în care funicularul nu a funcționat, din diverse motive precum pauzele de masă.

Din punct de vedere al automatizării colectării datelor cu privire la studiile de timp, utilizarea acestui tip de colector de date oferă premisele conducerii unor studii pe termen lung deoarece permite identificarea ciclurilor de muncă, pe baza unor valori extreme ale nivelului de presiune acustică.

### **3.5.2. Statistici descriptive privind nivelul de presiune acustică caracteristic unor funcții tehnice specifice funicularului studiat**

În Tabelul 3.8 se prezintă statisticile descriptive cu privire la regimurile de funcționare (funcțiile tehnice) separate pentru studiul efectuat cu colectorul de date referitoare la nivelul de presiune acustică (NPA).

În medie (deși media nu este un indicator de încredere al nivelului de expunere la zgomot, având valoare orientativă), nivelul de presiune acustică a fost de 64,71 dBA.

Caracteristic curselor în gol și în plin efectuate de cărucior a fost faptul că nivelul de presiune acustică a variat între circa 85 și circa 125 dBA. Astfel, la cursele în gol, au fost caracteristice valori ce au depășit 115 dBA, frecvent 120 dBA. Prin urmare, la nivelul urechii operatorului este probabil ca aceste valori să fi fost de ordinul a 125 dBA.

Chiar și la o primă vedere, unele elemente prezentate par a fi mari comparativ cu standardele în vigoare cu privire la nivelul de expunere la zgomot deoarece nivelul minim de acțiune pentru nivelul de expunere la zgomot este de 80 dBA (Poje et al. 2015).

De exemplu, în studiul de față, proporția timpului consumat pentru efectuarea curselor în plin respectiv în gol a fost de circa 18% pentru condiții medii în care distanța de adunat a fost, în medie, de circa 43 m iar distanța de apropiat a fost, în medie, de circa 325 m. Evident, odată cu creșterea distanței de apropiat și cu scurtarea distanței de adunat, proporția timpului consumat la cursa în plin și la cursa în gol în timpul total de muncă va crește; proporțional cu creșterea acestei categorii de consum de timp va crește și nivelul de expunere la zgomot în astfel de elemente de muncă.

Viteza medie de deplasare a căruciorului în zona test 1 – ZT1 a fost, pentru cursa în plin și cursa în gol, de circa  $5 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ , ceea ce înseamnă că, dacă la o cursă în plin și în gol efectuată pe o distanță de apropiat medie de circa 325 m nivelul de expunere la zgomot a fost de circa 114 dBA, timp de circa 140 secunde, pentru o distanță medie de apropiat de 1000 m, durata unei curse dus-întors a căruciorului ar fi de circa 430 secunde, deci de circa 3 ori mai mare, de circa 0.12 ore. La un nivel de presiune acustică de circa 115 dBA resimțit la circa 2 m de sursă, durata maximă de muncă într-o zi ar fi între 15 și 30 minute. În realitate însă, nivelul de presiune acustică resimțit la nivelul urechii operatorului ar putea ajunge la 125 dBA, fapt ce ar limita durata de expunere la sub 15 minute pe zi, ceea ce ar însemna circa două curse dus-întors ale căruciorului, fără purtarea de dispozitive de protecție. În ipoteza purtării unor dispozitive de protecție, acestea nu pot fi decât de tipul căștilor pentru a se putea realiza



comunicarea cu ceilalți muncitori din echipa de muncă, deci o atenuare cuprinsă între 15 și 35 dB. Luând ca reper o medie de 25 dB, nivelul minim la care sunt necesare intervenții este oricum mult depășit (cu circa 20 dB). Astfel, la 100 dBA, durata maximă de expunere este de 2 ore (Helander, 2006), ceea ce pentru o distanță medie de apropiat de 1000 m ar limita numărul de curse pe zi la circa 17. Desigur, acestea sunt pure speculații care trebuie să încurajeze studii de viitor care să utilizeze tehnici de măsurare a nivelului de presiune acustică la nivelul urechii operatorului.

**Tabelul 3.8. Statistici descriptive privind nivelul de expunere la zgomot în elemente (funcții operaționale) specifice**

**Table 3.8. Descriptive statistics of the noise exposure related to the technical functions of the cable yarder**

| Element de muncă (funcție tehnică)                                                                                                  | Statistici descriptive |              |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|---------------------|
|                                                                                                                                     | Valoare min.           | Valoare max. | Media $\pm$ Ab. St. |
| <i>Motor oprit, NPA&lt;60 dBA. Elemente posibile: pauze, manipularea cablului, legare-dezlegare sarcină</i>                         | 41,2                   | 60,0         | 43,04 $\pm$ 5,78    |
| <i>Motor pornit fără acționare cablu, NPA=60...70 dBA. Elemente posibile: pauze, manipularea cablului, legare-dezlegare sarcină</i> | 60,1                   | 70,0         | 65,07 $\pm$ 1,50    |
| <i>Motor pornit cu acționare cablu, NPA=70...85 dBA. Elemente posibile: ridicare-coborâre sarcină, tras mecanic</i>                 | 70,1                   | 85,0         | 78,35 $\pm$ 4,15    |
| <i>Motor pornit cursă în gol, NPA=85...110 dBA.</i>                                                                                 | 85,1                   | 110,0        | 91,84 $\pm$ 5,84    |
| <i>Motor pornit cursă în plin, NPA&gt;110 dBA.</i>                                                                                  | 110,1                  | 124,7        | 115,59 $\pm$ 2,87   |
| <i>Motor pornit curse cărucior, NPA&gt;85 dBA.</i>                                                                                  | 85,4                   | 124,7        | 114,32 $\pm$ 5,68   |
| <i>Total studiu</i>                                                                                                                 | 41,2                   | 124,7        | 64,71 $\pm$ 20,79   |

Rezultatele unor astfel de studii ar putea să confirme sau să infirme afirmațiile de mai sus dar, cel mai probabil, le vor confirma dacă se iau în considerare legile de propagare a sunetului și cele de modificare ale nivelului de presiune acustică în funcție de distanță. Pentru colectarea de date la nivelul urechii operatorului se pot utiliza colectori de date de dimensiuni mici precum cei descriși de Borz et al. (2018), care nu ar împiedica desfășurarea normală a operațiilor și nici nu ar împovăra operatorul prin necesitatea de a deplasa mase adiționale.

Dacă valoarea medie a nivelului de presiune acustică nu este reprezentativă sub raportul descrierii condițiilor de expunere la zgomot, acestea pot fi caracterizate prin aplicarea unor relații de calcul specifice, după cum acestea au fost descrise în capitolul de materiale și metode.

**Tabelul 3.9. Nivelul echivalent de expunere la zgomot ( $LA_{eq}$ ) și nivelul echivalent de expunere la zgomot pentru o zi nominală de 8 ore ( $LA_{EX, 8h}$ )**

**Table 3.9. A-weighted sound pressure level ( $LA_{eq}$ ) and the noise exposure level for a nominal 8-hour working day ( $LA_{EX, 8h}$ )**

| Element de muncă (funcție tehnică) | Statistici descriptive |
|------------------------------------|------------------------|
|------------------------------------|------------------------|



|                                                                                                                                     | Durata [ore] | LAeq   | LAEX, 8h |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|----------|
| <i>Motor oprit, NPA&lt;60 dBA. Elemente posibile: pauze, manipularea cablului, legare-dezlegare sarcină</i>                         | 8,74         | 47,37  | 47,76    |
| <i>Motor pornit fără acţionare cablu, NPA=60...70 dBA. Elemente posibile: pauze, manipularea cablului, legare-dezlegare sarcină</i> | 4,73         | 65,35  | 63,07    |
| <i>Motor pornit cu acţionare cablu, NPA=70...85 dBA. Elemente posibile: ridicare-coborâre sarcină, tras mecanic</i>                 | 4,50         | 80,04  | 77,54    |
| <i>Motor pornit cursă în gol, NPA=85...110 dBA.</i>                                                                                 | 3,59         | 97,40  | 93,93    |
| <i>Motor pornit cursă în plin, NPA&gt;110 dBA.</i>                                                                                  | 0,57         | 116,54 | 105,06   |
| <i>Motor pornit curse cărucior, NPA&gt;85 dBA.</i>                                                                                  | 4,16         | 107,90 | 105,06   |
| <i>Total studiu</i>                                                                                                                 | 22,14        | 100,97 | 105,39   |

În Tabelul 3.9 se prezintă rezultatele aplicării ecuaţiilor de determinare a nivelului de expunere echivalent pentru datele colectate pe durata celor trei zile operaţionale. Nivelul echivalent de expunere corespunzător structurii consumului de timp şi elementelor de muncă descrise, a fost de circa 101 dBA la o distanţă de circa 2 m de sursă, ceea ce, se transpune, cel mai probabil în circa 105 dBA la nivelul urechii operatorului.

Marile probleme au fost cele legate de funcţionarea cu motorul pornit la efectuarea curselor în gol şi a curselor în plin, unde nivelul de expunere echivalent a depăşit 97 dBA (probabil peste 100 dBA la nivelul urechii operatorului).

Durata eşantionării, deci a operaţiilor efectuate în cele trei zile de observaţie a fost mai mică decât 24 ore (durata a trei zile nominale de lucru), motiv pentru care rezultatele indică probleme mult mai serioase dacă se consultă nivelul de expunere echivalent pentru o zi nominală de muncă (circa 105 dBA la 2 metri de sursă, ceea ce, probabil se transpune în circa 110 dBA la nivelul urechii operatorului).

De asemenea, datele prezentate în Tabelul 3.9 sunt valabile pentru distanţe medii de apropiat de circa 300 m şi distanţe medii de adunat de circa 40 m. Odată de primele cresc şi ultimele scad, este de aşteptat o redistribuire a consumului de timp la cursele în plin şi în gol în sensul creşterii ponderii de participare a acestora. Evident, acest lucru, caracteristic terenurilor cu accesibilitate redusă, vor avea şi un efect nociv din punct de vedere al expunerii la zgomot a operatorului grupului de acţionare.

În acest sens, ar trebui efectuate studii de precizie mai mare în viitor care să clarifice efectul distanţelor de operare, a modului de distribuire a categoriilor de consum de timp şi a poziţiei operatorului asupra nivelului de expunere la zgomot.



## Capitolul 4. Concluzii. Recomandări. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare

### 4.1. Concluzii

În urma studiului de față, se pot extrage mai multe concluzii care, în cele ce urmează, s-au sistematizat pe capitole și sub capitole:

- În ceea ce privește distribuția fondului forestier din România și relația acestuia cu posibilitatea de utilizare a funicularelor, se constată următoarele:
  - Prin modul de distribuție, proporție pe categorii de relief, specii etc., fondul forestier din România se pretează utilizării funicularelor forestiere în operații de colectare a lemnului. Totuși, în contextul în care funicularile sunt cvasiabsente, nu există personal instruit pentru utilizarea acestora și rețeaua de drumuri forestiere este slab dezvoltată, alături de percepția generală conform căreia lucrul cu funicularul este scump, limitează utilizarea pe scară largă a funicularelor. Din acest punct de vedere pașii de realizat în viitor presupun extinderea rețelei de drumuri forestiere la un nivel acceptabil, achiziția sau dezvoltarea de tehnologie în domeniul funicularelor forestiere, precum și instruirea și calificarea de personal pentru munca cu acest tip de echipamente forestiere;
  - Atât în România cât și la nivel internațional, funicularile forestiere pot fi utilizate în diferite configurații de amplasare. Cel puțin pe termen mediu, cele mai potrivite configurații pentru fondul forestier român sunt cele care se utilizează funiculare clasice de distanță lungă amplasate gravitațional. Acestea sunt în măsură să contracareze efectele unei rețele de drumuri insuficient dezvoltate, precum și să conducă la consumuri de carburanți mai mici prin amplasarea gravitațională, evident cu efecte pozitive și în ceea ce privește protecția mediului, cel puțin prin limitarea emisiilor de gaze cu efect de seră;
  - Prin studiul de față, s-a pus în evidență faptul că un sistem tehnic de exploatare a lemnului trebuie să răspundă mai multor criterii de performanță, dintre care impactul ecologic este un criteriu important. Datorită faptului că funicularile forestiere pot deplasa masa lemnoasă suspendată în operații de apropiat, deci nu necesită drumuri de tractor săpate și, mai mult, prin operarea gravitațională implică consumuri de carburant reduse, funicularile sunt o soluție viabilă din punct de vedere ecologic pentru colectarea lemnului.
- În ceea ce privește evaluarea performanței productive a funicularilor de construcție modernă clasice de distanță lungă, trebuie precizat faptul că acestea sunt relativ nou introduse în România, motiv pentru care nu există studii care să indice consumul de timp, productivitatea muncii și performanța operațională de ansamblu a acestora.
- Dat fiind faptul că în alte țări cu tradiție forestieră distanțele de apropiat sunt scurte, datorită unor rețele de transport bine dezvoltate, studiile existente au evaluat





productivitatea muncii pentru instalații de scurtă distanță, majoritar de tipul instalațiilor cu pilon.

- Prin urmare cunoștințele privind comportamentul operațional a unor astfel de funiculare pe distanță lungă este limitată.
- În același timp la nivel internațional se consideră ca fiind probleme de actualitate și de viitor acele probleme care pot fi rezolvate prin studii legate de optimizarea și recuperarea energiei, integrarea pe scară cât mai largă a modului de operare gravitațional și evaluarea impactului construcției și operării cu funiculare forestiere asupra mediului. Din acest punct de vedere, studiul de față prezintă rezultate cu privire la performanța productivă în utilizarea în configurații gravitaționale pentru două situații tipice pentru România cum sunt tăierile progresive și răriturile;
  - De exemplu, în cazul unor tăieri progresive în care distanța medie de apropiat a fost de circa 330 m, distanța medie de colectat a fost de 43 m și declivitatea pe traseul de adunat a fost de circa 17 grade:
    - S-a constatat faptul că elemente de muncă precum legarea și dezlegarea sarcinii au fost responsabile pentru un consum de timp mai mare de 40% în structura timpului total de muncă;
    - În aceeași situație, cursa în gol și cursa în plin, a avut o proporție de circa 9% fiecare, desfășurarea cablului de sarcină până la piesele de adunat lateral a reprezentat 16%, iar traseul mecanic al sarcinii a reprezentat 19%. Restul de circa 7% a constat în alte sarcini de muncă;
    - Consumul de timp în această situație a fost explicat de variabile operaționale precum distanța de apropiat, distanța de adunat și declivitatea traseului pe direcția de adunat, pe baza unui număr de 558 de observații, rezultând faptul că variația consumului de timp în funcție de acești parametri a fost semnificativă, ultimii explicând 57% din variația primei. Modelul dezvoltat a fost semnificativ atât la nivel de variabile independente, cât și la nivel global;
    - Productivitatea estimată a fost de circa  $8.8 \text{ m}^3 \times \text{h}^{-1}$ , rezultând un consum specific de timp de  $0.11 \text{ h} \times \text{m}^{-3}$ ;
    - La fel, consumul de carburant a fost estimat la  $0.28 \text{ l} \times \text{m}^{-3}$ ;
  - În cazul răriturilor, pentru o distanță de apropiat medie de circa 290 m, o distanță de adunat de circa 25 m și o declivitate pe direcția traseului de adunat de circa 24 grade:
    - Legarea și dezlegarea sarcinilor a reprezentat circa 65% din consumul total de timp, indicând condiții operaționale diferite față de tăierile progresive;
    - Cursa în plin și cursa în gol, au reprezentat circa 9 respectiv 7% din timpul total luat în studiu, desfășurare cablului circa 6% și trasul mecanic 6%.



Evident ultimele două a fost relaționate cu distanțele de adunat mai mici, în timp ce legarea și dezlegarea sarcinilor au fost relaționate cu un număr mai mare de piese pe sarcina deplasată;

- Consumul de timp la nivel de ciclu de muncă a fost modelat în funcție de distanța de apropiat și distanța de adunat, rezultând un model valid, construit pe baza a unui număr de 316 observații;
- Judecând pe baza productivității declarate de companie și a unui număr mediu de 8 ore de muncă pe zi, productivitatea orară a fost estimată la circa  $4.5\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , fiind mai mică comparativ cu cazul tăierilor progresive;
- La fel, consumul de carburant a fost estimat la circa  $0.6\text{ l}\cdot\text{m}^{-3}$ ;
- Pe baza simulărilor realizate între cele două situații reprezentative, s-a constatat faptul că pentru aceeași distanță de adunat, creșterea distanței de apropiat conduce la uniformizarea consumului de timp între cele două situații. Astfel, la distanțe la ordinul a 200 m și pentru distanțe de adunat de 15 m, diferențele între cele două situații în ceea ce privește consumul de timp au fost mari dar, pe măsură ce distanța de apropiat a crescut și distanța de adunat a crescut de asemenea la circa 45 m diferențele în cele două situații cu privire la consumul de timp a scăzut semnificativ.
- Prin urmare, este de așteptat ca pentru condiții de operare similare, pentru distanțe foarte mari de apropiat și pentru distanțe de adunat de circa 50 m, să nu mai existe diferențe între cele două, din punct de vedere al consumului de timp.
- Pentru evaluarea percepției și opiniilor administratorilor de păduri de stat cu privire la posibilitățile de utilizare a unor sisteme tehnice de exploatare a lemnului s-a implementat un studiu ce a vizat colectarea de informație prin intermediul unui chestionar cantitativ. Principalele concluzii cu privire la acest demers sunt următoarele:
  - În general, respondenții au perceput acele sisteme tehnice care au fost caracterizate de un nivel de integrare al mecanizării mai scăzut drept fiind mai puțin productive și implicând costuri de operare mai mari;
  - Sistemele tehnice caracterizate de un nivel ridicat de integrare al mecanizării au fost percepute ca fiind mai productive și, în unele cazuri, și ca fiind caracterizate de costuri de operare mai mici;
  - Sistemele tehnice care au implicat utilizarea extensivă a muncii manuale au fost percepute ca având costuri reduse relaționate cu consumurile de carburanți și lubrifianti;
  - Preferințele din punct de vedere al productivității și costurilor au fost cele pentru utilizarea de tractoare agricole adaptate ca tractoare forwarder, precum și a altor sisteme caracterizate de un nivel de integrare al mecanizării mai mare;
  - Sistemele tehnice de exploatare a lemnului care au inclus funicularele forestiere au fost printre cele mai apreciate sisteme tehnice forestiere dintre cele analizate, din punct de vedere al productivității muncii și al costurilor de operare;
  - Aceleași tendințe s-au păstrat și atunci când s-au analizat opiniile cu privire la nivelul de instruire al muncitorilor, securitatea și ergonomia



muncii, cu sistemele tehnice caracterizate de muncă manuală intensivă percepute ca fiind mai puțin performante din aceste puncte de vedere;

- Sistemele tehnice forestiere de exploatare a lemnului care au integrat funiculare, tractoare forwarder sau tractoare agricole adaptate pentru lucru ca tractoare forwarder, precum și cele caracterizate de prezența instalațiilor de alunecare, au fost percepute drept fiind printre cele mai ecologice opțiuni, atât din punct de vedere al protecției solului, cât și din punct de vedere al protecției semințișului, resurselor de apă, stabilității versanților și neafectării peisajului. Sistemele tehnice nemecanizate au fost evaluate ca fiind mai prietenoase din punct de vedere al impactului asupra faunei sălbatice;
  - Din punct de vedere al alinierii la standardele FSC, al adecvării la operarea în arii naturale protejate și din punct de vedere al acceptării personale, contrar așteptărilor, sistemele tehnice mecanizate au primit scoruri mai bune comparativ cu cele bazate pe atelaje sau cele cu nivel de mecanizare mai redus;
  - Tractoarele de tip skidder specializate pentru operații forestiere precum și tractoarele agricole adaptate pentru munca în pădure nu au fost printre primele opțiuni ale respondenților, indiferent de tipul de indicator evaluat;
  - La nivel global, sistemele tehnice ce au integrat funicularele forestiere, tractoarele de tip forwarder și instalații de alunecare, au fost percepute ca fiind cele mai potrivite de către marea majoritate a respondenților, prin luarea în considerare a tuturor criteriilor de evaluare;
  - Dintre sistemele tehnice forestiere parțial mecanizate, cele care au integrat funiculare forestiere au fost percepute ca fiind în topul celor adecvate din toate punctele de vedere.
- În ceea ce privește nivelul de expunere la zgomot al operatorului grupului de acționare al funicularului luat în studiu se pot menționa următoarele:
- În condițiile studiate, nivelul de expunere la zgomot a fost mult mai mare decât doza maximă acceptată de standardele în vigoare, cu mențiunea că măsurătorile privind nivelul de presiune acustică s-au efectuat la o distanță considerabilă de sursă, prin urmare valoarea nivelului de presiune acustică reală la care se expune muncitorul este mult mai mare;
  - O mare parte din doza de zgomot la care se expune operatorul grupului de acționare este generată de efectuarea curselor în plin și în gol ale căruciorului, unde s-au înregistrat niveluri de presiune acustică de până la 125 dBA la o distanță de circa 2 m de sursă;
  - În aceste condiții, nivelul de expunere real este și mai mare și este afectat (influențat) de variația condițiilor operaționale. În studiul de față distanțele de apropiat au fost relativ scurte, dar, pentru distanțe mai mari, proporția cursei în plin și a cursei în gol în structura timpului de muncă vor crește, expunând suplimentar operatorul la zgomot de intensitate mare;



- Pentru confirmarea sau infirmarea precizărilor de mai sus ar trebui conduse studii detaliate de natură ergonomică care să utilizeze colectori de date de dimensiuni reduse, pliabili la condițiile operaționale și care să nu deranjeze modul specific operațional;
- În ceea ce privește posibilitățile de utilizare a sonometrelor la colectarea de date cu privire la studiile de timp:
  - Astfel de instrumente sunt relativ ușor de utilizat furnizând funcționalități pentru transferul și prelucrarea datelor pe calculator;
  - Datele cu privire la nivelul de presiune acustică pot fi utilizate pentru a se distinge diferite funcții tehnice pe care le îndeplinește din punct de vedere operațional un funicular;
  - Astfel de instrumente oferă posibilitatea colectării de date concomitent, atât a celor de natură ergonomică cât și a celor în măsură să caracterizeze consumul de timp;
  - Datele colectate pe parcursul a trei zile de muncă au permis separarea unor elemente precum cursa în plin, cursa în gol etc.;
  - Datele colectate au permis identificarea cu acuratețe ridicată a ciclurilor de muncă pe baza unor valori extreme, precum și identificarea pauzelor sau a altor evenimente în care nivelul de presiune acustică a înregistrat un anumit pattern.

#### 4.2. Recomandări și direcții de cercetare de abordat în viitor

În urma studiului de față, se pot formula următoarele recomandări:

- Fondul forestier românesc trebuie dotat corespunzător cu drumuri forestiere pentru a se permite utilizarea eficientă a funicularelor forestiere;
- Tranziția la utilizarea de funiculare moderne în operații forestiere este greoaie în momentul de față datorită unui cumul de factori precum lipsa tehnologiei, lipsa producătorilor de utilaje performante în țară, costurile ridicate de achiziție, rețeaua de transport forestier slab dezvoltată și lipsa de personal instruit pentru operarea acestor utilaje. Cu toate acestea, atât administratorii de păduri cât și reprezentanții ai asociațiilor profesionale militează pentru reintroducerea funicularelor în exploatarea lemnului. Din acest punct de vedere se recomandă următoarele:
  - Utilizarea cu discernământ a funicularelor în cazul în care acestea vor fi reintroduse în activitatea de exploatare a lemnului;
  - Găsirea unor modalități de stimulare a firmelor de exploatare a lemnului pentru a achiziționa funiculare moderne;
  - Crearea de facilități de training pentru instruirea muncitorilor necesari în operarea funicularelor forestiere;
- Pentru o utilizare eficientă a funicularelor forestiere în operații forestiere de exploatare a lemnului este necesară o mai bună înțelegere a comportamentului operațional al acestora.



Din acest punct de vedere, studiile de față au caracter informativ și sunt necesare studii extinse de realizat în viitor, pentru a se clarifica efectul tuturor variabilelor operaționale considerate relevante. În acest sens, sunt necesare studii de durată lungă, care să acopere multe situații operaționale și pentru care trebuie găsite soluții viabile de automatizare a colectării și prelucrării datelor colectate;

- În accepțiunea modernă, sistemele tehnice forestiere trebuie să fie viabile și din punct de vedere ergonomic. În special, munca în teren accidentat este periculoasă și neconfortabilă, iar, în cazul funicularelor, aceasta este considerată a fi periculoasă. Din acest punct de vedere, ar trebui conduse studii ample care să inventarieze și să pună în evidență și problemele de ergonomie în astfel de operații. Acestea nu trebuie să se refere doar la probleme de expunere la zgomot precum cele identificate în lucrarea de față, ci și la probleme relaționate cu posturile de muncă, efortul fizic, balanțele energetice etc.;
- Tot în abordările moderne, alegerea unui sistem tehnic de exploatare a lemnului trebuie să fie bazat pe analiza mai multor factori ce se relaționează cu performanța productivă, economică, ergonomică, de mediu etc. Studii de viitor ar trebui să identifice sau să dezvolte metode de lucru capabile să colecteze, prelucereze și analizeze toate aceste date.

#### 4.3. Contribuții personale

Principalele contribuții personale aduse prin realizarea studiilor ce stau la baza lucrării de față sunt următoarele:

- S-a studiat în premieră pentru condițiile forestiere românești performanța productivă, economică și de mediu (prin prisma consumurilor de carburanți) pentru funiculare clasice de concept modern, în două situații reprezentative pentru sistemul de gestionare forestieră al României: tăieri progresive și rărituri. Prin aceste studii, s-au pus în evidență, în premieră la nivel național și uneori internațional, pe baza unui număr mare de observații, aspecte precum:
  - Structura consumului de timp de muncă în situații diferite din punct de vedere al aplicării intervențiilor silvotehnice;
  - Modelarea consumului de timp în funcție de variabile operaționale relevante;
  - Estimarea productivității și eficienței muncii;
  - Calcularea-estimarea consumului de carburant;
  - Compararea între cele două condiții operaționale;
  - Compararea cu normativele în vigoare cu punerea în evidență a unor diferențe mari de performanță productivă, ceea ce reprezintă un motiv suficient de bun pentru revizuirea/refacerea normativelor de muncă pentru funicularele forestiere;
- S-a luat în studiu în premieră la nivel național și internațional, printr-o metodă derivată și inovativă de aplicare a chestionarelor cantitative, percepția administratorilor de pădure de stat cu privire la posibilitatea de implementare a unor sisteme tehnice forestiere, printr-un



exercițiu național, cu punerea în evidență a unor elemente ce pot ajuta în luarea deciziei cu privire la sistemele tehnice de exploatare a lemnului de utilizat.

- S-au studiat în premieră la nivel național și internațional, pe baza unui set mare de observații, probleme de natură ergonomică precum expunerea la zgomot a muncitorilor care operează grupuri de acționare ale funicularelor, cu punerea în evidență a unor probleme majore legate de dozele de zgomot la care aceștia se expun;
- S-a testat în premieră națională și internațională posibilitatea de utilizare a sonometrelor la colectarea de date cu aplicabilitate în studii de timp, pe fondul condițiilor grele de colectare a datelor în teren accidentat.



## Bibliografie

1. Acuna M., Bigot M., Guerra S., Hartsough B., Kanzian C., Kärhä K., Lindroos O., Magagnotti N., Roux S., Spinelli R., Talbot B., Tolosana E., Zormaier F., 2012. Good practice guidelines for biomass production studies. In: Magagnotti N., Spinelli R. (eds.), CNR IVALS, Sesto Fiorentino, 51 p.
2. Akay A.E., 2005. Determining cost and productivity of using animals in forest harvesting operations. *Journal of Applied Sciences Research* 1(2): 190-195.
3. Alexandru V., 1997. *Ergonomie*. Editura Lux Libris, Braşov.
4. Björheden R., Apel K., Shiba M., Thompson M., 1995. IUFRO Forest work study nomenclature. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Operational Efficiency, Grappenberg, 16p.
5. Bont L., Heinimann H.R., 2012. Optimum geometric layout of a single cable road. *European Journal of Forest Research* 131:1439-1448. doi: 10.1007/s10342-012-0612-y.
6. Borz S.A., Talagai N., Cheţa M., Gavilanes Montoya A.V., Castillo Vizuete D.D., 2018. Automating Data Collection in Motor-manual Time and Motion Studies Implemented in a Willow Short Rotation Coppice. *Bioresources* 13(2): 3236-3249.
7. Borz S.A., 2016. Turning a winch skidder into a self-data collection machine using external sensors: a methodological concept. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 9(58): 1-6.
8. Borz S.A., 2015. A review of the Romanian and international practices in skidding operations. XIV World Forestry Congress, Durban, South Africa.
9. Borz S.A., Ignea G., Popa B., Spârchez G., Iordache E., 2015. Estimating time consumption and productivity of roundwood skidding in group shelterwood system - a case study in a broadleaved mixed stand located in reduced accessibility conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36(1): 137-146.
10. Borz S.A., Popa B., 2014. The use of time studies in Romanian forestry: importance, achievements and future. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 7(56): 1-6.
11. Borz S.A., Ignea G., Vasilescu M.M., 2014a. Small gains in wood recovery rate when disobeying the recommended motor-manual tree felling procedures: another reason to use the proper technical prescriptions. *Bioresources* 9(4): 6938-6949.
12. Borz S.A., Bîrda M., Ignea G., Popa B., Câmpu V.R., Iordache E., Derczeni R.A., 2014b. Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Mounty 4100 tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations. *Annals of Forest Research* 57(2): 333-345. doi: 10.15287/afr.2014.258.
13. Borz S.A., Ignea G., Popa B., 2014b. Modelling and comparing timber winching performance in windthrow and uniform selective cuttings for two Romanian skidders. *Journal of Forest Research* 19(6): 473-482. doi: 10.1007/s10310-014-0439-0.
14. Borz S.A., Ciobanu V., 2013. Efficiency of motor-manual felling and horse logging in small-scale firewood production. *African Journal of Agricultural Research* 8:3126-3135. doi: 10.5897/AJAR2013.7306.



15. Borz S.A., Dinulică F., Bîrda M., Ignea Gh., Ciobanu D.V., Popa B., 2013. Time consumption and productivity of skidding silver fir (*Abies alba* Mill.) round wood in reduced accessibility conditions: a case study in windthrow salvage logging from Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research* 56(2): 363-375.
16. Borz S.A., Derczeni R.A., Niţă M.D., Popa B., 2013a. Regional profile of the biomass sector in Romania. Available at [www.foropa.eu](http://www.foropa.eu).
17. Borz S.A., Dinulică F., Bîrda M., et al., 2013b. Time consumption and productivity of skidding Silver fir (*Abies alba* Mill.) round wood in reduced accessibility conditions: A case study in windthrow salvage logging from Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research* 56(2): 363-375.
18. Borz S.A., Ignea G., Oprea I., Ciobanu V., Dinulică F., 2013c. A comparison in terms of carbon emissions, cost and productivity of the most used technologies in young thinned stands - the case of Romania. *Revista de Economie* 36(1): 136-148.
19. Borz S.A., Bîrda M., Ignea G., Oprea I., 2011. Technological aspects regarding timber exploitation using MOUNTY 4100 cable yarder. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov - Series II* 4(53):1-6.
20. Borz S.A., 2010. A computational algorithm for cutting volume determination with application in the tractor logging network design. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 3 (52): 5-10.
21. Cavalli R., 2012. Prospects of research on cable logging in forest engineering community. *Croatian Journal of Forest Engineering* 33(2): 339-356.
22. Cheţa M., Borz S.A., 2017. Automating data extraction from GPS files and sound pressure level sensors with application in cable yarding time and motion studies. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov - Series II* 10(59):1-10.
23. Cheţa M., Şerban D., Ignea G., Derczeni R., Sfecă V., Borz S.A., 2017. Utilizarea senzorilor de măsurare a nivelului de presiune acustică la monitorizarea performanţelor ferăstrailor circulare acţionate manual: ce parametri pot fi estimaţi şi în ce măsură pot fi aceştia estimaţi. *Revista Pădurilor* 131(1): 15-22.
24. Ciubotaru Arcadie, 1996. Elemente de proiectare şi organizare a exploatării pădurilor. ISBN 973 – 9240 – 19 – 4.
25. Corella Justavino F., Jimenez Ramirez R., Meza Perez N., Borz S.A., 2015. The use of OWAS in forest operations postural assessment: Advantages and limitations. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 8(57) 2: 7-16.
26. Gallo R., Grigolato S., Cavalli R., Mazzetto F., 2013. GNSS-based operational monitoring devices for forest logging operation chains. *Journal of Agricultural Engineering XLIV (s2):e7*: 140-144. doi: 10.4081/jae.2013.s2.e27.
27. Ghaffaryian M.R., Stampfer K., Sessions J., 2010. Optimal road spacing of cable yarding using a tower yarder in Southern Austria. *European Journal of Forest Research* 129: 409-416. doi: 10.1007/s10342-009-0346-7.
28. Ghaffaryian M.R., Stampfer K., Sessions J., 2009. Production equations for tower yarders in Austria. *International Journal of Forest Engineering* 20(1): 17-21.





29. Grulois S. 2007. Cable yarding in France: past, present and perspectives. In: Sessions J., Havill Y. Proceedings of the International Mountain Logging and 13<sup>th</sup> Pacific Northwest Skyline Symposium. Corvallis, OR, (USA).
30. Hansen C., 2005. Noise Control: from Concept to Application. Taylor & Francis, New York, USA, ISBN 04-153-5860-4, 432 p.
31. Hălălişan A.F., Enescu R.E., 2015. Procesul de certificare al managementului forestier în România. Revista Pădurilor 3-4: 37-42.
32. Heinimann H.R., 2012. Life cycle assessment (LCA) in forestry - State and perspectives. Croatian Journal of Forest Engineering 33(2): 357-372.
33. Heinimann H.R., 2007. Forest operations engineering and management - The ways behind and ahead of a scientific discipline Croatian Journal of Forest Engineering 28(1): 107-121.
34. Heinimann HR, Stampfer K, Loschek J, Caminada L. 2001. Perspectives on Central European cable yarding systems. In: International Mountain Logging and 11<sup>th</sup> Pacific Northwest Skyline Symposium, December 10-12, 2001, Seattle, Washington, USA.
35. Heinimann H.R., 1998. A computer model to differentiate skidder and cable-yarder based road network concepts on steep slopes. Journal of Forest Research 3: 1-9.
36. Helander M., 2006. A guide to human factors and ergonomics. Second Edition. Taylor & Francis, 400 p.
37. Ignea G., Ghaffaryan M.R., Borz S.A., 2017. Impact of operational factors on fossil energy inputs in motor-manual tree felling and processing: result of two case studies. Annals of Forest Research 60 (1): 161-172.
38. Iordache E., Niţă M.D., Clinciu I., 2012. Planning forest accessibility with a low ecological impact. Croatian Journal of Forest Engineering 33(1): 143-148.
39. Jamieson S., 2004. Likert scales: how to (ab)use them. Medical Education 38: 1217-1218.
40. Jourgholami M., Abdi E., Chung W., 2016. Decision making in forest road planning considering both skidding and road costs: a case study in the Hyrcanian forest in Iran. iForest 6: 59-64.
41. Holzleitner F., Stampfer K., Visser R., 2011. Utilization rates and cost factors in timber harvesting based on long-term machine data. Croatian Journal of Forest Engineering 32:501-508.
42. Kirk P.M., Sullman M.J.M., 2001. Heart rate strain in cable hauler choker setters in New Zealand logging operations. Applied Ergonomics 32:389-398. doi: 10.1016/S0003-6870(01)00003-5.
43. Kluender R., Lortz D., McCoy W., Stokes B., Klepac J., 1998. Removal intensity and tree size effects on harvesting cost and profitability. Forest Products Journal 48(1): 54-59.
44. Klvac R., Fischer R., Skoupý A., 2012. Energy use of and emissions from the operation phase of a medium distance cableway system. Croatian Journal of Forest Engineering 33(1): 79-88.
45. Kuzon W.M., Urbanchek M.G., McCabe S., 1996. The seven deadly sins of statistical analysis. Annals of Plastic Surgery 37: 265-272.
46. Lindroos O., Cavalli R., 2016. Cable yarding productivity models: a systematic review over the period 2000-2011. International Journal of Forest Engineering 2119:1-16. doi: 10.1080/14942119.2016.1198633.



47. Magagnotti N., Kanzian C., Schulmeyer F., Spinelli R., 2013. A new guide for work studies in forestry. *International Journal of Forest Engineering* 24:249-253. doi: 10.1080/14942119.2013.856613.
48. Magagnotti N., Spinelli R., 2011. Integrating animal and mechanical operations in protected areas. *Croatian Journal of Forest Engineering* 32(2): 489-499.
49. Matsuno A., Koike K., 2012. Tower yarders, not suitable in Japan? Technology transfer is still going on. In: Pentek T., Poršinsky T., Špročić M. (eds.), *Proceedings of the 45th International Symposium on Forestry Mechanization "Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment"*, October 8-12, Dubrovnik (Cavtat), Croatia. Forestry Faculty of Zagreb University, pp. 1-9 (available on CD support).
50. Moskalik T., Borz S.A., Dvorak J., Ferencik M., Glushkov S., Muiste P., Lazdins A., Styranivsky O., 2017. Timber harvesting methods in Eastern European countries: a review. *Croatian Journal of Forest Engineering* 38(2): 231-241.
51. Malatinszky A., Ficsor C., 2016. Frequency and advantages of animal-powered logging for timber harvesting in Hungarian nature conservation areas. *Croatian Journal of Forest Engineering* 37(2): 279-286.
52. Munteanu C., Eng., Ph. D Student; Mika Yoshida, Ph. D Student; Eugen Iordache, Assoc.Prof.Dr., Stelian Alexandru Borz, Ph.D; 2018. "Performance of gravitational cable yarding operations in a group shelterwood system", *Journal of Forest Research. JRES-D-18-00095*.
53. Munteanu C., Borz S.A., 2018. Perception of Romanian state forest managers on the use of different timber harvesting systems. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 11(60) 1: in press.
54. Munteanu C, Ignea G, Akay AE, Borz SA (2017) Yarding pre-bunched stems in thinning operations: estimates on time consumption. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 10(59) 1: 43-54.
55. Munteanu C., Ignea G., Iordache E., 2017. Does the technology development account for efficiency improvement? A comparison of field observed and standardized efficiency rates in cable yarding operations. *Studia Universitatis "Vasile Goldiş" Arad* 12(2): 7-15.
56. Nicolescu N.V., 2014. *Silvicultură. Vol II. Silvotehnică*, Aldus Publishing House, Braşov.
57. Olsen E.D., Hossain M.M., Miller M.E., 1998. Statistical comparison of methods used in harvesting work studies. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Corvallis, OR., Research contribution No. 23, 31 p.
58. Olteanu N., 2008. *Drumuri forestiere. Vol I. Proiectarea drumurilor forestiere*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov.
59. Oprea I., 2008. *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov.
60. Oprea I., Borz S.A., 2007. *Organizarea şantierului de exploatare a lemnului*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov.
61. Oprea I., Sbera I., 2004. *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Tridona Olteniţa.
62. Ottaviani G., Talbot B., Nitteberg M., Stampfer K., 2011. Workload benefits of using a synthetic rope strawline in cable yarder rigging in Norway. *Croatian Journal of Forest Engineering*



32:561-569.

63. Öztürk T., Şentürk N., 2017. Timber skidding with mules to karstic areas in Mediteranean region of Turkey. *Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty*, 17 (1): 209-214.
64. Poje A., Spinelli R., Magagnotti N., Mihlic M., 2015. Exposure to noise in wood chipping operations under the conditions of agro-forestry. *International Journal of Industrial Ergonomics* 50: 151-157.
65. Poje A., Potočnik I., Danilović M., Antonić, S. 2016. A Case Study of the Impact of Skidding Distance on Tractor Operator Exposure to Noise. *Baltic Forestry* 22(2): 357-364.
66. Popa B., Pascu M., Niţă M.D., Borz S.A., Codreanu C., 2013. Value of forest ecosystem services in Romanian protected areas – a comparative analysis of management scenarios. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov* 6(55) 2: 53-62.
67. Rauch P., Wolfsmayr U.J., Borz S.A., Triplat M., Krajnc N., Kolck M., Oberwimmer R., Ketikidis C., Vasiljevic A., Stauder M., Muehlberg C., Derczeni R., Oravec M., Krissakova I., Handlos M., 2015. SWOT analysis and strategy development for forest fuel supply chains in South East Europe. *Forest Policy and Economics* 61: 87-94. doi: 10.1016/j.forpol.2015.09.003.
68. Rottensteiner C., Tsioras P., Neumayer H., Stampfer K. (2013). Vibration and noise assessment of tractor-trailer and truck-mounted chippers. *Silva Fennica* 47(5) article id 984. 14 p. [dx.doi.org/10.14214/sf.984](https://doi.org/10.14214/sf.984)
69. Sabo A., Poršinsky T., 2005. Skidding of fir roundwood by Timberjack 240C from selective forests of Gorski Kotar. *Croatian Journal of Forest Engineering* 26:13-27.
70. Sakai H., 1987. Planning of long-term forest road networks based on rational logging and transportation systems. *Bulletin of the Tokyo University of Forestry* 76: 1-85.
71. Sbera I., 2007. Resursele de lemn şi potenţialul pieţei în România. *Meridiane Forestiere* 2: 3-7.
72. Spinelli R., Marchi E., Visser R., Harrill H., Gallo R., Cambi M., Neri F., Lombardini C., Magagnotti N., 2017. Skyline tension, shock loading, payload and performance for a European cable yarder using two different carriage types. *European Journal of Forest Research* 136:161-170. doi: 10.1007/s10342-016-1016-1.
73. Spinelli R., Magagnotti N., Deboli R., Preti C., 2016. Noise emissions in wood chipping yards: Options compared. *Science of the Total Environment* 563-564: 145-151.
74. Spinelli R., Aalmo G.O., Magagnotti N., 2015a. The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operations. *Ergonomics* 58:781-790. doi: 10.1080/00140139.2014.983184.
75. Spinelli R., Visser R., Thees O., Sauter U.H., Krajnc N., Riond C., Magagnotti N., 2015b. Cable logging contract rates in the Alps: the effect of regional variability and technical constraints. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36:195-203.
76. Stampfer K., Leitner T., Visser R., 2010. Efficiency and ergonomic benefits of using radio controlled chokers in cable yarding. *Croatian Journal of Forest Engineering* 31:1-9.
77. Stampfer K., Visser R., Kanzian C., 2006. Cable corridor installation times for European yarders. *International Journal of Forest Engineering* 17: 71-77.
78. Strandgard M., Mitchell R., 2015. Automated time study of forwarders using GPS and a vibration sensor. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36(2): 175-184.



79. Şofletea N, Curtu L. 2008. Dendrologie. Editura "Pentru Viaţă", Braşov.
80. Tunay M., Melemez K., 2008. Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences 11(17): 2144-2148.
81. Ungureanu S., 1997. Mecanizarea exploatărilor forestiere. Editura Universităţii Transilvania Braşov.
82. Visser R., Spinelli R., 2012. Determining the shape of the productivity function for mechanized felling and felling-processing. Journal of Forest Research 17(5), 397-402. DOI: 10.1007/s10310-011-0313-2
83. Vusić D, Šušnjar M, Marchi E, Spina R, Zečić Z, Picchio R (2013) Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands - Work productivity, energy inputs and emissions. Ecol Eng 61:216-223. doi: 10.1016/j.ecoleng.2013.09.052.
84. Wadgave U., Khairnar M.R., 2016. Parametric tests for Likert scale: For and against. Asian Journal of Psychiatry 24: 67-68.
85. Zar JH. 2010. Biostatistical analysis. 5<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall Inc.
86. \*\*\*\*, 1989. Norme şi normative de muncă unificate în exploatările forestiere. Ministerul Industrializării lemnului şi materialelor de construcţii - Centrala de exploatare a lemnului, Bucureşti.
87. Directiva Europeană 2003/10/EC
88. Standardul ISO 9612/2009
89. Standardul ISO 11201/2010
90. [www.forestenergy.org](http://www.forestenergy.org)



## ANEXE

### Anexa 1.

#### REZUMATUL LUCRĂRII

**Rezumatul lucrării:** În prezent, atât la nivel național cât și în alte zone la nivel internațional, utilizarea funicularelor în operații forestiere a înregistrat un regres. În România, motivele acestui regres sunt diverse, începând cu lipsa unei rețele de drumuri forestiere dezvoltată la parametri optimi, continuând cu lipsa de tehnologie și terminând cu lipsa de personal instruit. Prezenta lucrare a evaluat performanțele productive, costurile de operare și consumurile de carburanți pentru funiculare de tip clasic și construcție modernă în două situații tipice pentru silvicultura românească: tăieri progresive și rărituri. Pe baza modelelor rezultate lucrarea prezintă comparații între cele două situații precum și comparații cu normele de muncă românești, punând în evidență diferențele de performanță. Apoi, prin intermediul unui chestionar cantitativ s-au evaluat percepția și opiniile administratorilor de păduri de stat din România, printr-un exercițiu național, cu privire la un set de indicatori cheie ai performanței pentru un număr de 12 sisteme tehnice de exploatare a lemnului, concluzionându-se că funicularele se află printre primele preferințe ale acestora. În final, lucrarea analizează posibilitățile de automatizare a colectării datelor cu aplicabilitate în studii de timp prin utilizarea de sonometre precum și nivelul de expunere la zgomot al operatorului grupului de acționare al funicularului, concluzionând că acesta este expus unor doze ridicate de zgomot. Pentru clarificarea efectelor pe care variabilitatea condițiilor operaționale le au atât în variația consumului de timp cât și în nivelul de expunere la zgomot, trebuie conduse studii de amploare în viitor. Rezultatele prezentei lucrări sunt utile atât în știință cât și în practică în activități de planificare și organizare a șantierelor de exploatare a lemnului.

**Cuvinte cheie:** funicular, studiu de timp, productivitate, consum de carburant, comparare, rărituri, tăieri progresive, preferințe, opinii, automatizare, expunere la zgomot

**Abstract:** Nowadays, both at the national and in some international areas, the use of cable yarders in forest operations is low. In Romania, the reasons for such a low utilization are various: poor development of the forest transportation infrastructure, lack of modern equipment and lack of trained personnel. This study evaluated the productive performance, operation costs and fuel intake for the classic cable yarders for two typical cases of the Romanian forestry: group shelterwood system and thinnings. Based on the produced models, this study compared between the two cases as well as the performance derived from field observations with that of the Romanian production rates. Then, by using a quantitative questionnaire, a national-wide survey was conducted to evaluate the perceptions and opinions of the state forest administrators in what regards a set of key performance indicators for 12 timber harvesting systems, concluding that the cable yarders were among their preferences. Finally, the study analyses the possibilities to use sound pressure level dataloggers to automate the data collection in time studies as well as noise exposure of the cable yarder operator, and it has been concluded that the cable yarder operator is exposed to high doses of noise. To clarify the effects that the variability of operational conditions may have on the variability of time consumption and exposure to noise, more studies should be carried out in the future. The results of this study are useful both, for science and practice in planning and work organization as specific to timber harvesting sites.

**Keywords:** cable yarder, time study, productivity, fuel intake, comparison, thinning, group shelterwood, preferences, opinions, automation, noise exposure