



Universitatea  
Transilvania  
din Braşov

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere

Ing. Tiberiu MAROGEL-POPA

EVALUAREA PERFORMANŢEI ÎN OPERAŢII DE PLANTARE ŞI ÎNTREŢINERE A  
CULTURILOR DE PLOP LOCALIZATE ÎN LUNCA DUNĂRII

PERFORMANCE OF PLANTING AND CULTIVATION OPERATIONS IN POPLAR FORESTS  
LOCATED IN THE DANUBE MEADOW

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător științific

Prof.dr.ing. Stelian Alexandru BORZ

BRAŞOV, 2020

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

## **COMPONENȚA**

### **Comisiei de doctorat**

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Brașov

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

PREȘEDINTE:	Prof.dr.ing. Alexandru Lucian CURTU
CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:	Prof.dr.ing. Stelian Alexandru BORZ
REFERENȚI:	Conf.dr.ing. Nicușor BOJA C.Ș.dr.ing. Lucian Constantin DINCĂ Conf.dr.ing. Eugen IORDACHE

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat: ....., ora ....., online pe platforma <http://bbb.unitbv.ro/b>

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa [tiberiu.marogel@unitbv.ro](mailto:tiberiu.marogel@unitbv.ro)

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

Vă mulțumim.

## Mulțumiri

Această teză de doctorat a fost elaborată sub îndrumarea științifică a domnului prof.dr.ing. Stelian Alexandru BORZ, căruia îi mulțumesc din suflet pentru acceptarea ca doctorand, indicațiile, sprijinul și îndrumarea acordate pe întreaga perioadă de studiu și elaborare a tezei de doctorat, precum și pentru răbdarea de care a dat dovadă față de un student doctorand angrenat și în activitatea profesională din producție, fiind disponibil în orice moment atunci când i-am solicitat sprijinul de specialitate.

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

Mulțumesc distinșilor membri ai comisiei de evaluare a tezei de doctorat, domnului prof.dr.ing. Alexandru Lucian CURTU, președintele comisiei, precum și referenților științifici: domnului conf.dr.ing. Nicușor BOJA, domnului C.Ș.dr.ing. Lucian Constantin DINCĂ și domnului conf.dr.ing. Eugen IORDACHE.

Mulțumesc membrilor comisiei de îndrumare: conf.dr.ing. Rudolf Alexandru DERZENI, prof.dr.ing. Bogdan POPA și conf.dr.ing. Maria Magdalena VASILESCU pentru îndrumarea de specialitate, sfaturile științifice și bunăvoința arătată pe parcursul anilor de pregătire doctorală.

Deosebite mulțumiri aduc și Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre pentru ajutorul logistic și material acordat. Mulțumesc, de asemenea, Universității Transilvania din Brașov pentru suportul oferit pe parcursul anilor de studii.

În continuare, țin să mulțumesc personalului din cadrul Regiei Naționale a Pădurilor–ROMSILVA, Direcția Silvică Dolj pentru sprijinul și bunăvoința de care au dat dovadă în etapa de colectare a datelor de teren.

Mulțumesc colegilor mei doctoranzi și, în special, domnilor drd.ing. Nicolae TALAGAI și drd.ing. Marius CHEȚA care mi-au acordat sprijinul în colectarea și prelucrarea datelor din teren.

Nu în ultimul rând vreau să mulțumesc familiei, soției și copiilor, care m-au încurajat și susținut în perioada elaborării tezei, acceptând și înțelegând faptul că o parte din timpul liber, care li se cuvenea de drept, l-am folosit pentru studiu.

Autorul.

## CUPRINS

	Pg. Teză	Pg. rezumat
<b>LISTA DE FIGURI.....</b>	13	-
<b>LISTA DE TABELE.....</b>	16	-
<b>INTRODUCERE.....</b>	20	12
<b>1.STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTINȚELOR ÎN DOMENIU.....</b>	21	13
1.1. Aspecte generale privind cultura plopului la nivel internațional și național. Identificarea principalelor probleme relaționate cu operațiile de plantare și de întreținere a culturilor.....	21	13
1.2. Structura operațională și silvotehnica culturilor de plop în România.....	25	16
1.2.1. Structura operațională generală.....	25	16
1.2.2. Înființarea culturilor forestiere de plop prin regenerare artificială.....	25	16
1.2.3. Îngrijirea culturilor forestiere.....	26	17
1.2.4. Operațiile culturale: degajări, curățiri, rărituri, elagaj artificial și tăieri de igienă.....	27	17
1.2.5. Recoltarea masei lemnoase prin aplicarea tratamentelor silviculturale în arborete de plop.....	28	19
1.3. Tipuri de echipamente, unelte și sisteme tehnice utilizate în operații.....	29	19
1.4. Concepte, terminologie și definiții cu privire la performanța operațională.....	31	21
1.5. Performanța operațională în întemeierea, conducerea și recoltarea arboretelor de plop: stadiul actual.....	33	22
1.5.1. Performanța productivă a echipamentelor și sistemelor tehnice utilizate în domeniul forestier.....	33	22
1.5.2. Performanța productivă în operații de înființare a culturilor de plop prin regenerare artificială.....	33	23
1.5.3. Performanța productivă în operații de îngrijire a culturilor de plop.....	35	23
1.5.4. Performanța productivă în operațiile de recoltare a arboretelor de plop.....	37	24
1.6. Performanța de mediu.....	37	24
1.6.1. Performanța de mediu în operații de întemeiere a plantațiilor de plop.....	37	24
1.6.2. Performanța de mediu în operații de îngrijire a culturilor de plop.....	38	25
1.6.3. Performanța de mediu în operații de recoltare a arboretelor de plop.....	38	25
1.7. Ergonomia muncii. Aspecte relaționate cu operațiile desfășurate în culturi de plop.....	38	26
1.8. Scopul și obiectivele lucrării.....	40	27
1.8.1. Scopul lucrării.....	40	27
1.8.2. Obiectivele lucrării.....	40	27
<b>2. MATERIALE ȘI METODE.....</b>	42	29
2.1. Caracterizarea condițiilor locale din zona de studio.....	42	29
2.2. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor manuale de plantare.....	49	31
2.2.1. Operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	49	31
2.2.1.1. Localizarea studiului pentru operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	49	31
2.2.1.2. Selectarea muncitorilor pentru studiul operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop.....	51	33
2.2.1.3. Organizarea muncii în operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	52	34
2.2.1.4. Condițiile meteorologice pe durata observațiilor.....	54	35
2.2.1.5. Colectarea și prelucrarea datelor de teren pentru monitorizarea operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop.....	55	36

2.2.1.6. Analiza statistică a datelor pentru operațiile manuale de plantare a sadelor de plop.....	62	42
2.2.2. Operații manuale de plantare a puietilor de plop.....	63	42
2.2.2.1. Localizarea studiului pentru operații manuale de plantare a puietilor de plop.....	63	42
2.2.2.2. Selectarea muncitorilor pentru studiul operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop.....	65	44
2.2.2.3. Organizarea muncii în operații manuale de plantare a puietilor de plop.....	66	45
2.2.2.4. Condițiile meteorologice pe durata observațiilor asupra operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop.....	68	47
2.2.2.5. Colectarea și prelucrarea datelor de teren. Analiza statistică a datelor în operații manuale de plantare a puietilor de plop.....	68	47
2.3. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor de săpare mecanizată a gropilor.....	69	48
2.3.1. Operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea sadelor de plop.....	69	48
2.3.1.1. Localizarea studiului pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	69	48
2.3.1.2. Descrierea echipamentelor utilizate la săparea gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	72	50
2.3.1.3. Modul de organizare a muncii în operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	74	52
2.3.1.4. Colectarea datelor de teren pentru monitorizarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	75	53
2.3.1.5. Prelucrarea datelor pentru operațiile mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	77	54
2.3.1.6. Analiza statistică a datelor pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop.....	79	56
2.3.2. Operații mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti de plop.....	79	56
2.3.2.1. Localizarea studiului pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea puietilor de plop.....	79	56
2.3.2.2. Descrierea echipamentelor utilizate la săparea gropilor folosite pentru plantarea puietilor de plop.....	81	57
2.3.2.3. Modul de organizare a muncii în operațiile de săpare a gropilor pentru plantarea puietilor de plop.....	82	58
2.3.2.4. Efectuarea observațiilor de teren, prelucrarea și analiza statistică a datelor în operațiile de săpare mecanizată a gropilor utilizate la plantarea puietilor de plop.....	83	59
2.4. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor de întreținere a culturilor de plop.....	84	60
2.4.1. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop.....	84	60
2.4.1.1. Localizarea studiului pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop.....	84	60
2.4.1.2. Alegerea subiecților și organizarea muncii în operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop.....	85	61
2.4.1.3. Proceduri utilizate în colectarea datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop.....	87	63
2.4.1.4. Proceduri utilizate în prelucrarea datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop.....	89	65
2.4.1.5. Analiza statistică a datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop...	92	68

2.4.2. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	92	68
2.4.2.1. Localizarea studiului pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	92	68
2.4.2.2. Organizarea muncii, descrierea utilajelor și agregatelor utilizate în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	93	69
2.4.2.3. Proceduri utilizate în colectarea datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	95	70
2.4.2.4. Proceduri utilizate în prelucrarea datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	96	70
2.4.2.5. Analiza statistică a datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	98	73
<b>3. REZULTATE ȘI DISCUȚII.....</b>	<b>99</b>	<b>74</b>
3.1. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop.....	99	74
3.1.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	99	74
3.1.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	103	78
3.1.3. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de plantare a sadelor de plop.....	105	80
3.2. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de plantare a puieților de plop.....	110	84
3.2.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de plantare a puieților de plop.....	110	84
3.2.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de plantare a puieților de plop.....	115	89
3.2.3. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de plantare a puieților de plop.....	116	90
3.3. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru sade.....	119	93
3.3.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade.....	119	93
3.3.2. Evaluarea riscului de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade.....	125	96
3.3.3. Evaluarea consumului de carburant în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade.....	127	98
3.4. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea puieților de plop.....	128	99
3.4.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea puieților de plop.....	128	99
3.4.2. Evaluarea riscului de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puieți de plop.....	131	101
3.4.3. Evaluarea consumului de carburant în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru puieți.....	133	102
3.5. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop.....	133	102
3.5.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de întreținere a culturilor de plop.....	133	102
3.5.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de	135	103

Întreținere a culturilor de plop.....		
3.5.3. Intensitatea muncii în operații manuale de întreținere a culturilor de plop.....	136	105
3.5.4. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de întreținere a culturilor de plop.....	137	105
3.6. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	141	107
3.6.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	141	107
3.6.2. Riscul de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	143	109
3.7. Comparații între rezultatele obținute.....	144	110
3.7.1. Comparații între operațiile de plantare manuală a sadelor și a puietilor de plop.....	144	110
3.7.2. Comparații între operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru sade și puieti.....	146	112
3.7.3. Comparații între lucrările manuale de plantare și întreținere în plantațiile de plop.....	147	113
<b>4. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI. CONTRIBUȚII PERSONALE. DIRECȚII NOI DE CERCETARE.</b>		
<b>DISEMINAREA REZULTATELOR.....</b>	149	114
4.1. Concluzii.....	149	114
4.1.1. Concluzii privind operațiile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop.....	149	114
4.1.2. Concluzii privind operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru sade și puieti de plop...	150	115
4.1.3. Concluzii cu privire la operațiile de întreținere a culturilor de plop.....	151	116
4.1.3.1. Concluzii cu privire la operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop.....	151	116
4.1.3.2. Concluzii cu privire la operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop.....	151	116
4.2. Recomandări.....	152	117
4.2.1. Recomandări privind operațiile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop.....	152	117
4.2.2. Recomandări privind operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti și sade de plop.....	152	117
4.2.3. Recomandări privind operațiile de întreținere manuală a culturilor de plop.....	153	118
4.2.4. Recomandări privind operațiile de întreținere mecanizată a culturilor de plop.....	153	118
4.3. Contribuții personale.....	153	118
4.4. Direcții noi de cercetare.....	155	120
4.5. Diseminarea rezultatelor.....	156	121
<b>Bibliografie.....</b>	157	122
<b>ANEXE.....</b>	164	-
Anexa 1. Lista lucrărilor publicate.....	164	-
Anexa 2: Rezumat.....	165	129
Anexa 3. Lista de abrevieri și notații.....	166	-
Anexa 4. Tipuri de sol identificate în suprafețele luate în studiu și proprietățile acestora.....	171	-
Anexa 5. Baza de date.....	172	-
Anexa 5.1. Baza de date cu privire la operațiile de plantare.....	172	-
Anexa 5.2. Baza de date cu privire la operațiile de întreținere.....	172	-

<b>CONTENT</b>	Pg. Teză	Pg. rezumat
<b>LIST OF FIGURES</b> .....	13	-
<b>LIST OF TABLES</b> .....	16	-
<b>INTRODUCTION</b> .....	20	12
<b>1. STATE OF THE ART IN THE FIELD</b> .....	21	13
1.1. Poplar cultivation at national and international level. Planting and cultivation operations.....	21	13
1.2. Silviculture and operational structure in poplar forests.....	25	16
1.2.1. Operational structure.....	25	16
1.2.2. Planting operations.....	25	16
1.2.3. Tending operations in the early stage of plantations.....	26	17
1.2.4. Tending operations.....	27	17
1.2.5. Harvesting operations.....	28	19
1.3. Equipment, tools and systems used in operations.....	29	19
1.4. Operational performance: concepts, terminology and definitions.....	31	21
1.5. Operational performance in operations implemented in poplar forests.....	33	22
1.5.1. Productivity of forest operations, in general.....	33	22
1.5.2. Productivity of poplar planting operations.....	33	23
1.5.3. Productivity of early stage tending operations.....	35	23
1.5.4. Productivity of poplar harvesting operations.....	37	24
1.6. Environmental performance of operations.....	37	24
1.6.1. Environmental performance of poplar planting operations.....	37	24
1.6.2. Environmental performance of poplar tending operations.....	38	25
1.6.3. Environmental performance of poplar harvesting operations.....	38	25
1.7. Operational Ergonomics. Ergonomics of operations deployed in poplar forests.....	38	26
1.8. Aim and objectives of the thesis.....	40	27
1.8.1. Aim of the thesis.....	40	27
1.8.2. Objectives of the thesis.....	40	27
<b>2. MATERIALS AND METHODS</b> .....	42	29
2.1. Description of local conditions in the area of study.....	42	29
2.2. Materials and methods used in the evaluation of the manual planting operations.....	49	31
2.2.1. Manual cutting planting operations .....	49	31
2.2.1.1. Study location.....	49	31
2.2.1.2. Selection of workers (subjects).....	51	33
2.2.1.3. Work organization.....	52	34
2.2.1.4. Microclimate.....	54	35
2.2.1.5. Data collection and processing.....	55	36
2.2.1.6. Data analysis.....	62	42
2.2.2. Manual seedling planting operations.....	63	42



2.2.2.1. Study location.....	63	42
2.2.2.2. Selection of workers (subjects).....	65	44
2.2.2.3. Work organization.....	66	45
2.2.2.4. Microclimate.....	68	47
2.2.2.5. Data collection and processing. Data analysis.....	68	47
2.3. Materials and methods used in the evaluation of mechanised pit drilling operations.....	69	48
2.3.1. Mechanised pit drilling for cutting planting.....	69	48
2.3.1.1. Study location.....	69	48
2.3.1.2. Description of equipment used.....	72	50
2.3.1.3. Work organization.....	74	52
2.3.1.4. Data collection.....	75	53
2.3.1.5. Data processing.....	77	54
2.3.1.6. Data analysis.....	79	56
2.3.2. Mechanised pit drilling for seedling planting.....	79	56
2.3.2.1. Study location.....	79	56
2.3.2.2. Description of equipment used.....	81	57
2.3.2.3. Work organization.....	82	58
2.3.2.4. Data collection, processing and analysis.....	83	59
2.4. Materials and methods used in the evaluation of poplar cultivation operations.....	84	60
2.4.1. Manual cultivation operations.....	84	60
2.4.1.1. Study location.....	84	60
2.4.1.2. Selection of workers (subjects).....	85	61
2.4.1.3. Data collection.....	87	63
2.4.1.4. Data processing.....	89	65
2.4.1.5. Data analysis.....	92	68
2.4.2. Mechanised cultivation operations.....	92	68
2.4.2.1. Study location.....	92	68
2.4.2.2. Work organization and description of equipment used.....	93	69
2.4.2.3. Data collection.....	95	70
2.4.2.4. Data processing.....	96	70
2.4.2.5. Data analysis.....	98	73
<b>3. RESULTS AND DISCUSSIONS.....</b>	<b>99</b>	<b>74</b>
3.1. Manual planting of cuttings.....	99	74
3.1.1. Time consumption and productive performance indicators.....	99	74
3.1.2. Cardio-vascular workload.....	103	78
3.1.3. Postural risks.....	105	80
3.2. Manual planting of seedlings.....	110	84
3.2.1. Time consumption and productive performance indicators.....	110	84

3.2.2. Cardio-vascular workload.....	115	89
3.2.3. Postural risks.....	116	90
3.3. Mechanised pit drilling for cutting planting.....	119	93
3.3.1. Time consumption and productive performance indicators.....	119	93
3.3.2. Postural risks.....	125	96
3.3.3. Fuel consumption.....	127	98
3.4. Mechanised pit drilling for seedling planting.....	128	99
3.4.1. Time consumption and productive performance indicators.....	128	99
3.4.2. Postural risks.....	131	101
3.4.3. Fuel consumption.....	133	102
3.5. Manual cultivation.....	133	102
3.5.1. Time consumption and productive performance indicators.....	133	102
3.5.2. Cardio-vascular workload.....	135	103
3.5.3. Work intensity.....	136	105
3.5.4. Postural risks.....	137	105
3.6. Mechanized cultivation.....	141	107
3.6.1. Time consumption and productive performance indicators.....	141	107
3.6.2. Postural risks.....	143	109
3.7. Comparison of results.....	144	110
3.7.1. Comparison of planting operations.....	144	110
3.7.2. Comparison of pit drilling operations.....	146	112
3.7.3. Comparison of manual planting and cultivation.....	147	113
<b>4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS. PERSONAL CONTRIBUTIONS, NEW RESEARCH DIRECTIONS. DISSEMINATION OF RESULTS.....</b>	<b>149</b>	<b>114</b>
4.1. Conclusions.....	149	114
4.1.1. Conclusions on manual planting operations.....	149	114
4.1.2. Conclusions on mechanized pit drilling operations.....	150	115
4.1.3. Conclusions on cultivation operations.....	151	116
4.1.3.1. Conclusions on manual cultivation operations.....	151	116
4.1.3.2. Conclusions on mechanized cultivation operations.....	151	116
4.2. Recommendations.....	152	117
4.2.1. Recommendations on manual planting operations.....	152	117
4.2.2. Recommendations on mechanized pit drilling operations.....	152	117
4.2.3. Recommendations on manual cultivation operations.....	153	118
4.2.4. Recommendations on mechanized cultivation operations.....	153	118
4.3. Personal contributions.....	153	118
4.4. New research directions.....	155	120
4.5. Dissemination of results.....	156	121

<b>References</b> .....	157	122
<b>APPENDICES</b> .....	164	-
Appendix 1. List of published papers.....	164	-
Appendix 2. Abstract.....	165	129
Appendix 3. List of abbreviations and notations.....	166	-
Appendix 4. Types of soils in the field tests.....	171	-
Appendix 5. Databases.....	172	-
Appendix 5.1. Database on planting operations.....	172	-
Appendix 5.2. Database on cultivation operations.....	172	-

## INTRODUCERE

*Dintre toate tipurile de ecosisteme forestiere, cele cu ciclu scurt de producție au potențialul de a asigura, în cantitatea și la calitatea necesară, într-un timp relativ scurt, lemn pentru utilizare industrială. Între acestea, culturile de plop sunt recunoscute pentru creșterile active și potențialul ridicat de producție. Plopii hibridi, spre exemplu, se remarcă prin creșterile mari ce pot ajunge chiar la 30 m<sup>3</sup> pe an și pe hectar, aspect care generează premisele unui flux de materie primă constantă pentru industria procesatoare a lemnului și pentru beneficiarii sau utilizatorii finali, casnici. După îndiguirea Dunării pe teritoriul României, plopii euramerici au fost introduși pe suprafețe extinse în Lunca Dunării, unde ocupă aproximativ jumătate din suprafața arboretelor localizate în acest teritoriu, în timp ce, în aceeași regiune, plopii indigeni ocupă aproximativ 11% din suprafață. Astfel de arborete se deosebesc de cele din alte zone forestiere ale României prin tipul de operații care se aplică pentru înființarea, conducerea și recoltarea lemnului. Astfel, structura operațională generală, referitoare la cultivarea și valorificarea culturilor de plop, cuprinde trei categorii de operații - operații de întemeiere, operații de conducere și operații de valorificare - care se implementează pentru a asigura o gestionare adecvată a acestor surse de lemn, precum și pentru a activa și menține și celelalte funcții și servicii pe care le furnizează, în mod obișnuit, ecosistemele forestiere. Operațiile specifice culturilor de plop pot fi efectuate atât prin utilizarea unor mijloace manuale cât și mecanizat, în multe dintre cazuri, și în special în condițiile forestiere românești, aplicându-se o combinație între acestea. Chiar și în această situație, care caracterizează contextul tehnologic și operațional actual, se vizează creșterea gradului de mecanizare specific acestor operații, deoarece un grad de mecanizare ridicat determină și o performanță operațională mai mare, inclusiv costuri mai mici și condiții ergonomice mai bune pentru desfășurarea muncii, aspecte care contribuie la asigurarea posibilității de gestionare sustenabilă a culturilor de plop. Sustenabilitatea, în sine, adresează și se referă la multe concepte și domenii relaționate cu activitatea forestieră. O arie specifică, particulară pentru domeniul forestier, este cea ce se referă la asigurarea sustenabilității operaționale care adresează probleme legate de tehnologie, muncă, efort fizic, riscuri și ergonomie a muncii, pentru a enumera doar câteva. Acestea sunt de o importanță majoră în domeniul forestier pe fondul abandonului ce se înregistrează cu privire la forța de muncă calificată, care migrează, din cauza condițiilor operaționale grele, spre alte industrii și domenii de activitate economică. De asemenea, nu este de neglijat nici aspectul legat de nivelul ridicat de pericolozitate al operațiilor forestiere, acestea clasându-se, în multe țări, în topul celor mai periculoase activități și domenii de activitate. De o importanță majoră pentru succesul pădurilor cultivate de plop este aplicarea la timp a lucrărilor ce vizează întemeierea și conducerea acestor arborete. Între acestea, în condițiile românești, și nu numai, se disting, prin dificultate potențială și prin nivelul redus de mecanizare, operațiile de plantare și cele de întreținere a culturilor. Pentru astfel de operații, în trecut s-au elaborat normative de muncă care caracterizează nivelul reglementat al producției și al consumului de timp pe unitatea de produs realizată dar, din păcate, aceste normative își regăsesc cu greu aplicabilitatea în prezent, datorită faptului că tehnologia încorporată în utilajele descrise de acestea s-a schimbat semnificativ în ultimii 10 ani, apărând mereu noi utilaje ce încorporează tehnologii performante ce se folosesc în producție. Rămâne, de asemenea, deschisă pentru cercetare, întrebarea legată de condițiile ergonomice specifice acestor operații, condiții care nu au fost evaluate de știință și care sunt importante pentru o dimensionare corectă a sarcinilor de muncă. În cadrul acestei teze, sunt abordate, în detaliu, operațiile de plantare și întreținere specifice culturilor de plop, insistându-se asupra performanței operaționale generale. La baza lucrării stă un studiu bibliografic ce a luat în considerare atât lucrări științifice publicate la nivel național și internațional, cât și studii științifice realizate în astfel de arborete. Lucrarea tratează aspecte legate de productivitate, eficiență, efort fizic și posturi adoptate în muncă, oferind rezultate reprezentative sub raport statistic cu privire la aceste aspecte, care ar putea fi integrate în demersul de dimensionare corectă a muncii.*

## 1. STADIUL ACTUAL AL CUNOȘȚINȚELOR ÎN DOMENIU

### 1.1. Aspecte generale privind cultura plopului la nivel internațional și național. Identificarea principalelor probleme relaționate cu operațiile de plantare și de întreținere a culturilor

Culturile forestiere de rotație scurtă sunt considerate o alternativă viabilă pentru furnizarea de lemn oferind, în același timp, posibilitatea de a reduce impactul omului asupra ecosistemelor forestiere naturale și contribuind, în acest fel, la posibilitatea de a le conserva pe cele din urmă. Pentru a se facilita o aprovizionare în timp util a industriei procesatoare de lemn, culturile de rotație scurtă necesită utilizarea unor specii repede crescătoare capabile să furnizeze lemn de calitate ridicată. Printre speciile repede crescătoare existente se numără și plopul care sunt utilizați în multe regiuni geografice pentru întemeierea unor astfel de culturi (Dickman, 2006). Culturile de plop au o contribuție deosebită și în atenuarea schimbărilor climatice iar culturile cu rotație foarte scurtă sunt avantajoase economic (Testa et al., 2014). Modalitatea de regenerare (întemeiere) a culturilor forestiere de plop poate fi prin plantare sau regenerare vegetativă, aceasta depinzând de specia de plop utilizată (Abrudan, 2006).

Culturile de plop ocupă suprafețe semnificative pe plan mondial (Dickman și Kuzovkina, 2014; FAO, 2012). Principalul motiv pentru care plopul a avut și are prioritate în întemeierea culturilor forestiere, în detrimentul altor specii repede crescătoare, este cel legat de faptul că are capacitatea de a valorifica excelent potențialul stațional unde sunt instalate culturile în cauză. Se menționează, însă, că reușita finală a plantațiilor de plop depinde de caracteristicile staționale dar, în general, și de respectarea tehnologiilor referitoare la plantarea și întreținerea culturilor respective (Dickman, 2006; Hoogwijk et al., 2009). În unele regiuni și țări din Europa, este preferată întemeierea unor astfel de culturi cu o densitate mare a plantelor pe suprafață și adoptarea unor cicluri de producție și recoltare de 1-4 ani (Manzone et al., 2013). În alte țări, printre care se numără și România, ciclurile de producție sunt mult mai lungi. *Populus × canadensis* (*Populus × euramericana*) - plopul euramerican, plopul negru hibrid, plopul de Canada (Șofletea și Curtu, 2008) - este rezultatul încrucișării dintre plopul negru european (*Populus nigra*) cu plopul negru american (*Populus deltoides* și *Populus angulata*), care a generat un hibrid de un singur sex a cărui înmulțire se realizează doar pe cale vegetativă, prin butășire. Cele mai importante cultivare prezente și utilizate în România sunt: 'Serotina' (clonele R1, R3 și R4), 'Robusta' (clonele R13, R18, R20, Oltenița și cea mai des întâlnită - R16), 'Italia' (clonele I214, I45/51, I45/55, I69/55), 'Sacraul' (clonele 59 și 79), 'Deltoides 227', 'Regenerata', 'Cetate' și 'Argeș'. Plopul alb (*Populus alba*) este răspândit în România în luncile râurilor și în Lunca și Delta Dunării, unde formează arborete de amestec cu plopul negru (*Populus nigra*), cu sălciile (*Salix* sp.) sau cu aninul negru (*Alnus glutinosa*), amestecuri ce sunt cunoscute sub denumirea de „zăvoaie” (Șofletea și Curtu, 2008).

În țara noastră, întemeierea de culturi cu plop euramerican (*Populus × canadensis*, *Populus × euramericana*) este relativ recentă însă s-a dezvoltat continuu, speciile de plop substituind cu succes arboretele slab productive localizate în Lunca Dunării, caracterizată de condiții specifice, determinate de variația inundațiilor care modelează un mediu de vegetație particular (Hank și Mauser, 2009). Stațiunile forestiere ce caracterizează Lunca și Delta Dunării se disting prin regimul precipitațiilor și adâncimea apei freatică, acestea la rândul lor fiind influențate de microrelief (Târziu și Spârchez, 2013). După îndiguirea Dunării pe teritoriul României, plopul euramerican au fost introduși pe suprafețe extinse în Lunca Dunării, unde ocupă aproximativ jumătate din suprafața arboretelor localizate în acest teritoriu, în timp ce plopul indigen ocupă aproximativ 11% (Geambașu et al., 2005). Plopul hibrid se remarcă prin creșterile mari, cum este cazul clonei I214 testată la Petroiu (Călărași) unde a realizat o creștere de  $30,3 \text{ m}^3 \times \text{an}^{-1} \times \text{ha}^{-1}$  (Filat și Benea, 2000). Cu toate acestea, unul din principiile de care se ține cont la stabilirea compozițiilor de regenerare și la stabilirea ponderii unor specii este evitarea introducerii plopilor euramericani în stațiuni aferente șleaurilor de luncă (\*\*\*, 2000a).

În prezent, în practica românească, distribuția spațială a operațiilor specifice întemeierii, conducerii și recoltării-valorificării arboretelor de plop este caracterizată de prezența unor suprafețe relativ reduse, ce rezultă din tratamentele curente aplicate, fiind, în cele mai multe cazuri, mai mici de trei hectare.

Pe fondul progresului tehnologic relaționat cu echipamentele folosite în astfel de operații, prezenta temă de cercetare prezintă rezultate cu privire la performanța productivă și ergonomică. Întrucât în activitățile de normare a muncii nu au fost luate în considerare aspecte legate de ergonomia muncii, trebuie să se sublinieze câteva aspecte esențiale cu privire la această latură. Astfel, atât în țările aflate în curs de dezvoltare sau în tranziție, cât și în cele industrializate, operațiile forestiere manuale încă predomină (Helander, 2006). Totodată dimensionarea muncii trebuie realizată în așa fel încât să fie adaptată forței umane (Heinimann, 2007; Marchi et. al., 2018), în special în cazul operațiilor forestiere, ce sunt recunoscute ca aparținând unui domeniu caracterizat de muncă grea sau foarte grea, și care pot determina boli profesionale. Efortul depus în muncile manuale precum și riscurile asociate cu munca manuală, dar și în cea mecanizată, trebuie avute în vedere în fundamentarea studiilor de normare. În timp ce multe dintre muncile forestiere sunt grele sub raportul efortului fizic (Potočnik și Poje, 2017), o altă problemă este cea legată de riscurile de îmbolnăvire cauzate de posturile de muncă neadecvate. În Statele Unite, de exemplu (Helander, 2006), afecțiunile sistemelor muscular și osos provoacă circa 70 de milioane de vizite la doctor pe an și circa un milion de oameni își iau concediu medical anual pentru tratarea unor simptome asociate cu astfel de boli, în special ale celor ce generează dureri ale părții inferioare și superioare a spatelui, cu consecințele de rigoare sub forma plății de compensații, pierderii unei părți din salarizare și a productivității muncii, estimate în costuri de ordinul a 45-54 miliarde de dolari anual. În timp ce durerile de spate sunt relaționate cu manipularea materialelor, cele specifice părții inferioare a spatelui sunt asociate, frecvent și cu muncile în poziție șezândă (Helander, 2006), cu șanse de 70% pentru un individ dat de a dezvolta astfel de simptome în cursul vieții precum și cu șansa, la nivel global, ca unul din 7 indivizi să fie afectat de astfel de simptome și/sau îmbolnăviri. Din acest punct de vedere, lucrarea de față este conturată în jurul evaluării performanței productive și ergonomice a operațiilor de plantare implementate în culturi de plop, fiind realizată pe baza unor date culese în zone reprezentative. Lucrarea a fost motivată și de cvasiabsența unor studii românești recente pe probleme de plantare, cu numai un singur studiu recent identificat în acest sens (Boja et al., 2018).

Întreținerea culturilor de plop presupune o secvență de operații care, în cazurile cele mai complexe, include operații de fertilizare, irigare și întreținere a solului (Drew et al., 1987), suită în care ultimele vizează echilibrarea competiției pentru resursele oferite de sol. Astfel de operații sunt realizate, în multe regiuni, prin aplicarea de ierbicide, cultivare sau prin combinarea celor două opțiuni (Dickman, 2006). Parte dintre aceste practici sunt utilizate și în cazul arboretelor obișnuite de plop (*i.e.* în România), arborete care ar putea fi ușor asimilate cu culturile de rotație scurtă datorită modului de regenerare, schemelor geometrice de plantare, tipologiei operaționale utilizate și ciclului de producție relativ scurt în comparație cu cele specifice silviculturii tradiționale. În condițiile descrise pentru sectorul românesc, modalitatea tipică de realizare a operațiilor de întreținere este prin mobilizarea manuală și mecanică a solului.

Nivelul de mecanizare utilizat în operațiile forestiere depinde de mulți factori printre care se numără tipologia generală a pădurilor dintr-o regiune, speciile forestiere, metodele folosite în conducerea culturilor, condițiile climatice locale și condițiile de microrelief (Vusić et al., 2013). În aceste condiții, dar și datorită contextului economic, în multe țări est-europene se utilizează sisteme operaționale caracterizate de un nivel intermediar de mecanizare (Moskalik et al., 2017). Astfel de sisteme sunt caracteristice operațiilor de plantare (Boja et al., 2018) și cultivare (Abrudan, 2006), operații care încă necesită muncă manuală într-o măsură ridicată. La acestea se adaugă condițiile operaționale, în cele mai multe cazuri dificile, precum și caracteristicile muncii

forestiere, în general, care, la nivelul tehnologic actual, este clasificată a fi între cele mai grele și periculoase munci (Corella-Justavino et al., 2015). Din moment ce multe dintre operațiile forestiere încă necesită utilizarea muncii manuale, ingineria și managementul acestora necesită, cel puțin într-o primă etapă, în alegerea mecanismelor ce generează dificultatea și riscurile asociate cu sarcinile de muncă. Pe baza acestor cunoștințe, se poate recurge la (re)dimensionarea sarcinilor de muncă pentru a le alinia la capacitățile umane, prin măsuri dezvoltate în sensul prevenirii efectelor periculoase (Heinimann, 2007) care trebuie să fie, de asemenea, corelate cu câteva arii cheie ale sistemului muncii în general, precum evaluarea riscurilor, delegarea responsabilităților și responsabilitatea în general, munca fizică și psihică, calitatea mediului de muncă și tehnologia muncii (Marchi et al., 2018).

În prezent, cel puțin în România, operațiile de întreținere a culturilor de plop se realizează prin combinarea celor două categorii de mijloace existente: mijloace manuale și mijloace mecanizate. Amploarea utilizării mijloacelor manuale în întreținerea culturilor de plop poate depinde de context și de practicile locale care indică, în multe dintre cazuri, o proporție de participare (pe suprafața operată) de circa 80-20% între mijloacele mecanizate și cele manuale. Deși există norme de muncă pentru operațiile de întreținere manuală, marea problemă sesizată în producție este cea legată de nonconformitatea acestora cu ceea ce se întâmplă, în mod real, în practică. O altă problemă care poate să reiasă din modul de dimensionare al muncii este cea legată de latura evaluării ergonomice a acestui tip de operații. În acest sens, operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop nu au căpătat atenția pe care o meritau în literatura științifică internațională unde, pentru moment, domină studiile ergonomice aplicate în operații de exploatare a lemnului (Potočnic și Poje, 2017). Astfel, în literatura internațională a fost găsit doar un studiu (de Oliveira et al., 2014) tratând probleme similare, studiu ce a concluzionat faptul că operațiile manuale de întreținere reprezintă o muncă foarte solicitantă din punct de vedere fizic și fiziologic, ce expune muncitorii la solicitări cardio-vasculare mari (de Oliveira et al., 2014).

Datorită indisponibilității informațiilor cu privire la riscurile pe care le pot genera astfel de sarcini de muncă, prezenta lucrare analizează, din acest punct de vedere, atât operațiile implementate manual, cât și operațiile implementate pe cale mecanizată, cu scopul de a caracteriza aceste operații din punct de vedere al performanței productive și ergonomice și de a extrage concluzii cu privire la implicațiile pe care acestea le au asupra muncitorilor. Pornindu-se de la ideea că evaluarea ergonomică a muncii cuprinde multe sub-discipline, în cazuri concrete, este virtual imposibilă abordarea tuturor inter-relațiilor dintre muncitori, sarcinile lor de muncă și mediul operațional; prin urmare, este necesară selectarea doar a acelor parametri și metode care pot genera și, respectiv, pune în evidență riscurile cele mai mari care ar trebui să stea la baza regândirii muncii. În acest sens, bolile profesionale ce afectează sistemele muscular și osos (BMS) au fost identificate a reprezenta cea mai frecventă cauză pentru dureri de durată lungă și dizabilitate fizică, afectând sute de milioane de oameni la nivel mondial. Rolul factorilor psiho-sociali și a stresului cauzat de muncă în generarea-dezvoltarea de BMS a căpătat o mare amploare în studii de specialitate. Astfel, a fost realizat un mare număr de studii epidemiologice în diferite sectoare economice (*e.g.* munca de birou, munca manuală etc.), punând în evidență, în mod repetat, legăturile dintre factorii psihosociali relaționați cu munca și BMS, incidența ultimelor fiind asociată cu nivelul de stres generat de muncă, sarcinile grele de muncă și munca monotonă (Deeney și O'Sullivan, 2009). Cel puțin în sectorul operațiilor forestiere, această stare de fapt poate să conducă la probleme serioase (Enez și Nalbantoglu, 2019) care, la rândul lor, pot să conducă la dizabilități temporare sau permanente ale forței de muncă (Gallis, 2006).



## 1.2. Structura operațională și silvotehnica culturilor de plop în România

### 1.2.1. Structura operațională generală

Pentru perioada cuprinsă de la întemeierea culturilor de plop și până la valorificarea biomasei recoltate din acestea, structura operațională cuprinde următoarele etape:

- Înființarea culturilor forestiere prin regenerarea artificială;
- Îngrijirea culturilor forestiere;
- Efectuarea operațiilor culturale: degajări, curățiri, rărituri, elagaj artificial, igienă;
- Recoltarea masei lemnoase prin aplicarea tratamentelor silviculturale.

Aceste etape se dezvoltă, sub raport descriptiv, în cele ce urmează, pe baza literaturii de specialitate.

### 1.2.2. Înființarea culturilor forestiere de plop prin regenerare artificială

Întemeierea de ecosisteme valoroase și stabile poate fi făcută, în primul rând, prin împădurire, metodă ce presupune instalarea pe cale artificială a vegetației forestiere care să poată îndeplini cu succes funcțiile atribuite (Damian, 1978). La instalarea artificială a vegetației forestiere în România, puietii reprezintă principalul material de împădurire (Abrudan, 2006). De asemenea, reușita unei culturi se consideră încheiată atunci când este atinsă starea de masiv, care reprezintă acel stadiu al culturii când coroanele puietilor din regenerările artificiale se ating, în grupe sau pe rând, în proporție de cel puțin 80% la speciile de foioase, iar în cazul plopului euramerican și a nucului, atunci când diametrul la 1,30 m este de minimum 8 cm (\*\*\*, 2000b). Similar operațiilor precizate de Abrudan (2006), în practica silvică românească, înființarea culturilor forestiere de plop prin regenerare artificială presupune următoarele operații: lucrări de pregătire a terenului și a solului în vederea împăduririi, pichetarea terenului la schema de plantare stabilită, efectuarea mecanizată sau manuală a gropilor pentru plantat la dimensiunile stabilite și plantarea manuală a puietilor forestieri. La acestea se adaugă alte operații (de exemplu transportul puietilor și utilajelor) ce asigură aprovizionarea șantierelor cu material săditor și tehnică de lucru.

Pregătirea terenului în vederea împăduririi se realizează prin lucrări de curățire a terenului de resturi de exploatare sau de vegetație ierboasă și lemnoasă, urmată de pregătirea mecanizată a terenului ce constă în scoaterea și evacuarea cioatelor, nivelarea terenului, urmată de arat și discuit (Abrudan, 2006).

Pichetarea terenului presupune însemnarea locurilor unde se vor planta puietii, la schema de plantare stabilită și se realizează prin utilizarea unor picheti (Abrudan, 2006). În practica curentă, efectuarea gropilor pentru plantat se realizează mecanizat, cu ajutorul burghiului purtat pe tractoare agricole, sau manual, cu ajutorul uneltelor pentru săpat solul. În lucrări curente de împăduriri, dimensiunile gropilor pentru plantarea puietilor forestieri cu rădăcină nudă sunt de 30×30×30 cm pentru puietii de talie mică, 40×40×40 cm pentru puietii de talie semimijlocie și mijlocie și de 60×60×60 cm pentru plopii euramericani (Abrudan, 2006). În funcție de managementul forestier local, topografia și tehnologia disponibilă, pentru a numi doar câțiva factori, operațiile de plantare pot fi realizate prin mecanizare completă (*e.g.* Laine și Saksa, 2018; Niuwenhuis și Egan, 2002), mecanizare parțială (*e.g.* Boja et al, 2018; Marogel-Popa et al., 2019b) sau manual (*e.g.* Abrudan, 2006). În România, dar și în unele țări din Europa de Est, sistemele parțial mecanizate domină încă scena operațiilor forestiere (Moskalik et al., 2017). Acest lucru se aplică și operațiilor de plantare a pădurilor de plop, în care utilizarea muncii manuale este, încă, intensivă. Puietii forestieri se plantează manual în gropile executate în prealabil, respectându-se schemele de plantare (Abrudan, 2006), același lucru fiind valabil și pentru sade.



### 1.2.3. Îngrijirea culturilor forestiere

Îngrijirea culturilor forestiere are loc în perioada cuprinsă între înființarea acestora și atingerea stării de masiv, constând din lucrări de recepare sau rețezare și reglare a desimii culturii (revizuirea și completarea culturilor), lucrări de mobilizare a solului și lucrări de combatere chimică a dăunătorilor (Abrudan, 2006). Revizuirea reprezintă operația prin care se depistează și se remediază problemele ce apar în perioada sezonului rece, cum ar fi: îndepărtarea pietrelor sau resturilor de exploatare de pe puietri și din jurul acestora, decolmatarea vetrelor, replantarea sau înmușuroierea puietilor desoșați etc. (Abrudan, 2006). Completarea culturilor constă în instalarea unor noi puietri în locul celor dispăruți (Abrudan, 2006). Dacă procentul de menținere al puietilor este mai mic de 20%, se consideră că pierderea este totală, refăcându-se integral lucrarea de împădurire (\*\*\*, 2000b). În practica românească, operațiile manuale de cultivare aplicate în culturile de plop sunt, în mod tipic, cuplate cu operații mecanizate, în cadrul unui sistem constând din două treceri. Astfel, în primul rând, operațiile mecanizate se aplică pe spațiile disponibile între rândurile de cultură astfel încât să se asigure protecția părților supraterane ale arborilor, urmate apoi de operațiile manuale ce se aplică prin utilizarea de unelte precum sapele pe restul suprafeței (Abrudan, 2006) constând din fâșii de circa 1 m lățime ce conțin rândurile de arbori (puietri). Într-o abordare completă, lucrările de întreținere constau din mobilizarea manuală a solului pe rândul de puietri, mobilizarea mecanică a solului între rândurile de puietri, descopleșirea puietilor și combaterea chimică a păturii erbacee (Lupușoru et. al., 1997). Mobilizarea manuală a solului pe rândurile de puietri se realizează cu unelte manuale pe 20-30% din suprafață, adâncimea mobilizării fiind de aproximativ 15 cm (Lupușoru et. al., 1997). Mobilizarea mecanică între rândurile de puietri se realizează cu utilaje agregat formate din pluguri sau freze forestiere purtate de tractoare agricole, cu o adâncime a mobilizării de aproximativ 15 cm (Lupușoru et al., 1997). În aceste operații mecanizate pot fi utilizați și senzori fotoelectrici sau capacitivi pentru coordonarea organelor active ale utilajelor în procesul de mobilizare pe rândurile de puietri (Assirelli, 2015), aceste metode implicând însă achiziția de utilaje moderne care să permită implementarea tehnologiei respective. Rolul mobilizării este de a distruge pătura erbacee sau lemnoasă care se instalează pe suprafața plantațiilor forestiere astfel încât să se creeze condițiile propice dezvoltării puietilor (Abrudan, 2006). Combaterea chimică a dăunătorilor se realizează prin aplicarea de substanțe chimice (Abrudan, 2006) cu ajutorul aparatelor purtate de muncitori cu acționare manuală sau mecanizată (vermorele sau atomizoare) în vederea distrugerii buruienilor sau vegetației lemnoase care copleșește puietii forestieri.

### 1.2.4. Operațiile culturale: degajări, curățiri, rărituri, elagaj artificial și tăieri de igienă

Operațiile culturale ce se aplică în practica silvică românească pentru arboretele de plop constau din degajări-depresaje, curățiri (la plopul indigen) și rărituri (la plopul indigen și american) la care se adaugă, după caz, elagajul artificial și tăierile de igienă (\*\*\*, 2000c). Degajările reprezintă lucrările de rărire a arboretelor amestecate, având un caracter de selecție în masă, promovând exemplarele din speciile valoroase și bine conformate (Florescu, 1981; Negulescu et al., 1973). Aceste lucrări se execută cu o periodicitate de 1-3 ani (\*\*\*, 2000c). Degajările pot fi efectuate în plantațiile de plop indigen, atunci când desimea culturilor impune acest lucru. Perioada normală de executare a degajărilor corespunde intervalului cuprins între momentul închiderii stării de masiv, când se realizează creșterea maximă în înălțime și momentul apariției elagajului natural la majoritatea exemplarelor din arboret (\*\*\*, 2000c). În funcție de condițiile de dezvoltare și de starea exemplarelor de valoare din punct de vedere silvicultural în viitorul arboret, se taie sau se frânge vârful

exemplarelor care le stânjesc în dezvoltare iar materialul rezultat se așează pe spațiile libere. În amestecurile uniforme, cum sunt plantațiile, degajările se execută numai pe benzi cu lățimi de 1-3 metri în vecinătatea rândurilor de specii principale. Epoca de executare cea mai indicată este între 15 august și 30 septembrie, fiind preferate perioadele nu prea calde și cele cu cerul acoperit. Intensitatea degajărilor depinde de desimea arboretului, de proporția și vigoarea de creștere a speciilor coplesitoare, de condițiile staționale și de speciile componente (\*\*\*, 2000c).

Curățirile sunt lucrări ce au caracter de selecție negativă, executate în scopul extragerii exemplarelor necorespunzătoare (uscate, rănite, cu fusuri înfurcate etc.) din arboretele aflate în stadiile de nuieliș și prăjiniș (Negulescu et al., 1973). Acestea se execută cu o periodicitate de 3-5 ani (Negulescu et al., 1973). Curățirile se pot executa în toate culturile de plop indigeni, reprezentând o importantă lucrare de îngrijire care determină o îmbunătățire a calității, creșterii și compoziției arboretului (\*\*\*, 2000c). Cu toate acestea, ele nu se execută în arboretele formate din plop selecționati euramerici și deltoide (\*\*\*, 2000c) deoarece speciile respective sunt repede crescătoare, realizând dimensiuni ce reclamă, în practică, trecerea direct la execuția lucrărilor de rărituri. Arborii se taie de jos iar materialul rezultat se valorifică potrivit reglementărilor în vigoare (\*\*\*, 2000b). În prealabil, se execută lucrări pentru realizarea accesibilității interioare a arboretului, prin deschiderea căilor de acces necesare. Curățirile se pot executa cu topoare, foarfeci cu amplificator de forță (pentru diametre ale secțiunii de tăiere până la 40-50 mm), fierăstraie manuale, motoagregate portabile echipate cu cuțit-disc etc. În cazul foioaselor, curățirile se pot efectua pe toată durata anului (\*\*\*, 2000b).

Prin rărituri are loc reducerea numărului de arbori de pe unitatea de suprafață, prin selecție individuală și intensivă, astfel încât să fie create condițiile optime de dezvoltare și de creștere a calității economice și ecologice a viitorului arboret (\*\*\*, 2000c). Periodicitatea răriturilor este de 4-10 ani, în funcție de stadiile de dezvoltare și structura arboretului (Negulescu et al., 1973). Răriturile se pot executa în toate culturile de plop și au un important caracter de îngrijire individuală a arborilor, dirijând compoziția actuală spre compoziția țel a arboretului (\*\*\*, 2000c). Modul de lucru presupune identificarea arborilor de valoare (de viitor) care, în funcție de posibilități, se vor însemna, etapă după care urmează identificarea arborilor ajutători și a celor de extras. În arboretele pure de plop alb și negru sau în amestecurile dintre acestea se execută rărituri selective iar consistența arboretului în urma intervenției nu trebuie redusă sub 0,75 (\*\*\*, 2000c). În culturile selecționate, se practică, cu precădere, răriturile selective iar cele schematice sau schemato-selective nu sunt indicate, mai ales la vârste înaintate (\*\*\*, 2000c). Totuși, se pot executa rărituri schematice în culturile realizate din clona Robusta R16, cu o structură uniformă (\*\*\*, 2000c). Momentul optim pentru execuția răriturilor este atunci când indicele de densitate al arboretelor este 1,0 sau peste această valoare (\*\*\*, 2000c).

Elagajul artificial reprezintă lucrarea de tăiere și îndepărtare a ramurilor uscate sau verzi de la baza tulpinii arborilor (Nicolescu, 2013) în vederea creșterii calității lemnului produs prin mărirea proporției lemnului lipsit de noduri, apt pentru valorificare superioară (\*\*\*, 2000c). Se execută până cel târziu la momentul când arborii ating cel mult 1/3 din diametrul lor la exploatabilitate (\*\*\*, 2000c). Perioada optimă de execuție este sfârșitul iernii, respectiv în lunile aprilie și martie, fiind de evitat executarea în perioada de vegetație a arborilor pentru a se evita infestarea cu dăunători (\*\*\*, 2000c). Convențional, se admite tăierea ramurilor cu grosimea de maximum 5 cm (\*\*\*, 2000c). Tăierile de igienă asigură o stare fitosanitară corespunzătoare a arboretului. Extragerea arborilor uscați, bolnavi, doborâți, dezrădăcinați, asigură valorificarea masei lemnoase, având însă grijă să nu fie restrânsă biodiversitatea. Intensitatea și volumul de extras sunt date de starea arboretelor la momentul intervenției (\*\*\*, 2000c).

### 1.2.5. Recoltarea masei lemnoase prin aplicarea tratamentelor silviculturale în arborete de plop

Aplicarea tratamentelor silviculturale asigură regenerarea arboretelor în cadrul unui regim. Astfel, tratamentul reprezintă modul special în care este condusă exploatarea unui arboret și regenerarea acestuia în cadrul unui regim (Negulescu et. al, 1973) iar, în cazul culturilor de plop, în practica silvică, se aplică tratamentul tăierilor rase pe parchete mici (plopii euramericani) ori crângul simplu (plopii indigeni). Tăierile rase se realizează printr-o tăiere unică, recoltându-se întreaga masă lemnoasă; ele se aplică în momentul când arboretul a ajuns la vârsta exploatabilității, în funcție de specificul stațional și de caracteristicile arboretului, urmând a se asigura regenerarea artificială a arboretului. Tratamentul crângului simplu se aplică sub forma unei recolte anuale de pe o suprafață de maxim 3 ha, urmată de regenerarea vegetativă a suprafeței respective (Nicolescu, 2013). La aplicarea tratamentului crângului simplu, recoltarea arborilor se face numai în repausul vegetativ (\*\*\*, 2000d). Tratamentul tăierilor rase se aplică la plopii euramericani, mărimea parchetelor fiind de maximum 3 ha, cu excepția cazului când este necesară pregătirea mecanizată a terenului în incinta îndiguită, mărimea acestora putând ajunge la 5 ha (\*\*\*, 2008). Alăturarea a două suprafețe cu tăieri rase poate fi realizată doar după închiderea stării de masiv în suprafața parcursă anterior, sau după o perioadă de 7 ani, dar numai cu condiția regenerării suprafeței operate anterior (\*\*\*, 2008). La culturile de plop euramericani din Lunca Dunării, succesiunea tăierilor va înainta în sensul invers de curgere a apelor (\*\*\*, 2000d). Exploatarea masei lemnoase se realizează, majoritar, de către operatori economici atestați, dotați cu utilaje specifice și care respectă condițiile legale referitoare la modalitățile de recoltare, perioadele și termenele de recoltare și de transport a masei lemnoase.

### 1.3. Tipuri de echipamente, unelte și sisteme tehnice utilizate în operații

În operațiile de întemeiere, conducere și recoltare a culturilor de plop au fost identificate mai multe tipuri de echipamente, unelte și sisteme tehnice utilizate pentru efectuarea operațiilor respective. Mecanizarea reprezintă o acțiune subordonată unui scop (Popescu și Popescu, 2000). Metodele ce implică munca manuală sunt considerate a fi foarte flexibile datorită posibilității de adaptare a muncitorului la diferite condiții de lucru, în timp ce metodele mecanizate necesită un grad ridicat de uniformitate a condițiilor terenului și impun anumite restricții, fiind necesară, în primul rând, mobilitatea agregatului folosit. Dificultatea condițiilor din teren condiționează și numărul de operații posibil de executat cu utilajele. Astfel, înclinarea terenului este unul din factorii care influențează alegerea mijloacelor tehnice cu care vor fi executate operațiile (Vișan et al., 2016). Deoarece scopul lucrării de față se suprapune peste condițiile specifice din Lunca Dunării, condițiile operaționale specifice relaționate cu înclinarea terenului au fost considerate a fi relativ ușoare. În acest teritoriu nu există înclinări ale terenului mai mari de câteva grade, terenul fiind practic plan, acest lucru negenerând restricții în utilizarea echipamentelor. Referitor la gradul de accesibilitate pe terenuri înclinate, limita tehnică de utilizare se consideră a fi de circa 8° (18%) pentru agregate formate cu tractoare pe roți și de circa 11° (24%) pentru cele formate cu tractoare pe șenile (Popescu și Popescu, 2000).

Agregatele utilizate în mecanizarea lucrărilor silvice trebuie să îndeplinească anumite cerințe de bază, cum ar fi: să fie ușoare, de gabarit redus, robuste, simple, modulare, ieftine, fiabile, sigure în exploatare și să asigure o calitate superioară a lucrărilor (Popescu și Popescu, 2000). În practica silvică, la întemeierea culturilor de plop, se disting uneltele acționate manual, cum sunt cazmaua și sapa și utilajele agricole sau forestiere în combinație cu diverse echipamente.

Pentru plantarea mecanizată, se pot distinge diferite utilaje, toate având, însă, același principiu fundamental de funcționare (Abrudan, 2006). Cazmaua și sapa sunt folosite în operații de plantare a puiștilor, la efectuarea

despicăturii în sol (Abrudan, 2006) și la astuparea puietilor cu pământ vegetal, atunci când tehnologia impune acest lucru (Abrudan, 2006). Toate echipamentele sunt utilizate de muncitori care în prealabil sunt instruiți referitor la modul de operare a acestora. Agregatul format din tractorul agricol, împreună cu plugul purtat sau tractat ori cu discul, este utilizat pentru pregătirea solului prin efectuarea unei arături urmate de o discuire ce au rolul atât de a crea condiții propice dezvoltării puietilor cât și de a se realiza, în bune condiții, plantarea (Popescu și Popescu, 2000). Plugul poate efectua atât operația de arat, cât și desțelenirea solului (Popescu și Popescu, 2000). Mașinile de plantat sunt destinate mecanizării lucrărilor de instalare a plantațiilor (Popescu și Popescu, 2000). Acestea asigură executarea unor operații destul de complicate, cum ar fi: deschiderea rigolei, prinderea și distribuirea puietilor și fixarea în sol (Popescu și Popescu, 2000). Dintre aceste mașini de plantat, se disting: aparate de plantat cu disc rigid, cele echipate cu lanț cu cleme, cu șenilă și cele cu discuri elastice (Popescu și Popescu, 2000). Mașinile de săpat (forat) gropi sunt folosite în executarea gropilor necesare plantării puietilor (Popescu și Popescu, 2000).

În întreținerea culturilor de plop, pentru lucrările mecanizate pot fi utilizate agregate compuse din tractoare și freze ce sunt echipate cu organe rotative, ce pot avea rotorul cu dispunere orizontală sau verticală (Popescu și Popescu, 2000). De asemenea, pot fi utilizate și unelte manuale, respectiv sape, pentru execuția întreținerilor manuale (Abrudan, 2006).

La îngrijirea arboretelor, în cazul lucrărilor de degajări și elagaj artificial, pot fi utilizate următoarele unelte manuale: foarfeci, cosoare, ferăstraie, topoare dar și utilaje moderne, cum ar fi motoferăstraiele cu tijă prelungitoare (\*\*\*, 2000c). La exploatarea arboretelor și la efectuarea lucrărilor de curățiri, rărituri sau a tăierilor de igienă pot fi utilizate motofierăstraie, pentru doborârea arborilor și fasonarea materialului lemnos, dar și tractoare forestiere echipate cu trolu și sapă, pentru colectarea masei lemnoase (Lupușoru et al., 1997). Tratamentele silviculturale aplicate nu limitează tehnica de execuție la folosirea motoferăstraielor, tractoarelor agricole echipate cu trolu și sapă sau a tractoarelor articulate forestiere, tehnica de muncă putând fi adaptată în funcție de dotările societăților care efectuează lucrările respective și de condițiile de lucru. Aceste utilaje și echipamente sunt din ce în ce mai performante, singurul obstacol în utilizarea lor fiind prețul ridicat de achiziție și perioada de amortizare a investiției, acest lucru fiind un impediment în utilizarea mijloacelor moderne în exploatare. Prin urmare, mijloacele identificate în operațiile de întemeiere, conducere și recoltare a culturilor de plop, mecanizate complet sau parțial, sunt:

- Pregătirea mecanizată a terenului și a solului utilizând buldozerul cu lamă și scarificator sau tractoare de mare capacitate ce acționează burghie pentru distrugerea cioatelor, freze forestiere și tocătoare de vegetație;
- Executarea mecanizată a gropilor pentru plantat cu burghie de diferite dimensiuni acționate de tractoare agricole și plantarea puietilor de plop manual cu ajutorul cazmalelor sau sabelor;
- Întreținerea manuală pe rândurile de puieti cu sapa sau mecanizat cu freza ori discul dotat cu senzor mecanic (palpat) acționate de tractor și întreținerea mecanizată între rândurile de puieti cu plugul, freza, discul sau tocătorul de vegetație, acționate sau purtate de tractorul agricol;
- Efectuarea elagajului artificial sau a degajărilor de către muncitori echipați cu unelte manuale sau parțial mecanizate;
- Recoltare cu motoferăstraiele mecanice, colectare parțial sau complet mecanizată și operații în platforma primară executate mecanizat;
- Alte combinații de echipamente și utilaje folosite în culturile de plopi.

#### 1.4. Concepte, terminologie și definiții cu privire la performanța operațională

Sub raport conceptual, activitățile de plantare, întreținere a culturilor și de exploatare a lemnului din arboretele de plop se pot asimila cu orice altfel de activități în care se vizează evaluarea sau îmbunătățirea performanței operaționale. Din acest punct de vedere, este importantă cunoașterea performanței operaționale sub raport general, performanță care cuprinde indicatori de productivitate, mediu, ergonomie a muncii etc. Abordându-se problema integrator, în acest fel, se poate ajunge la decizii bine fundamentate cu privire la astfel de sisteme. Una dintre metodele integratoare frecvent utilizate în analiza sistemelor-produs este metoda Evaluării Ciclului de Viață, metodă care, deși s-a aplicat în domeniul forestier, încă este privită cu reluctanță în domeniu (Heiniman, 2012). Tipic acestei metode este faptul că utilizează indicatori din sfera evaluării productivității muncii, a intrărilor de resurse și a ieșirilor acceptabile și neacceptabile dintr-un sistem, în timp ce ea însăși constă din mai mulți pași de urmat. În același sens și reprezentând o simplificare a primeia, acceptată în domeniul forestier, este metoda intrărilor de energie - Gross Energy Requirements (Vusič et al., 2013) care, într-o ipoteză integratoare, evaluează necesarul de energie directă și indirectă pentru realizarea unei unități de produs. Prin urmare, ambele metode care pot furniza rezultate cu privire la comparabilitatea unor sisteme tehnice, necesită cunoașterea unor indicatori ai performanței productive exprimați, cel mai frecvent, sub forma productivității și eficienței. Cel mai frecvent, astfel de date sunt produse prin studii empirice cum sunt studiile de timp (Acuna et al., 2012). Metodele aplicate în studiile de timp au fost descrise în multe lucrări de specialitate iar pentru o înțelegere facilă a conceptelor se poate consulta ghidul dezvoltat de Acuna et al. (2012). Generic, studiile de timp reprezintă o subdiviziune particularizată a științei muncii, încadrându-se, în aceasta, în știința legată de măsurarea muncii (Björheden et al., 1995). Depinzând de modul în care sunt implementate studiile de timp, rezultatele acestora pot permite modelarea și compararea unor sisteme delimitate de către cercetător iar, în anumite cazuri, ele permit, concomitent, atât modelarea cât și compararea. Exemple frecvente de utilizare a studiilor de timp sunt cele ce vizează studierea performanțelor productive ale unor mașini noi, studierea efectului tehnologiei sau a mediului operațional și al intrărilor asupra unor variante de sisteme, modelarea capacității unor sisteme tehnice și punerea în evidență a limitelor tehnice ale acestora (Visser și Spinelli, 2012).

În raport cu abordarea statistică utilizată, studiile de timp pot fi clasificate în studii de modelare și studii comparative, iar datorită faptului că mulți dintre factorii specifici domeniului forestier nu pot fi controlați *a priori*, marea majoritate a studiilor de timp sunt observaționale (Acuna et al., 2012). Studiile de timp pot fi conduse la diverse rezoluții. Rezoluția care permite regândirea unui sistem tehnic este, de obicei, cea specifică studiilor de timp conduse la nivel de element de muncă. Totuși, în anumite situații, se pot conduce studii de timp la nivel de schimb sau ciclu de muncă. În mod obișnuit, performanța operațională a sistemelor tehnice forestiere sub raport productiv se estimează prin evaluarea unor indicatori precum productivitatea și eficiența. Productivitatea se estimează ca fiind raportul dintre producția realizată și consumul de timp, pe când eficiența se definește ca raport invers (Björheden et al., 1995; Oprea, 2008). Consumul de timp se măsoară, în general, prin două metode: metoda cronometrării cu revenire la zero și metoda cronometrării continue (Acuna et al., 2012; Björheden et al., 1995). Metoda cronometrării cu revenire la zero preia direct timpul consumat la nivel de fază (element) de muncă dar are dezavantajul unei limitări tehnice legate de preluarea cu precizie ridicată a consumului de timp specific unor durate de muncă foarte scurte ale elementelor de muncă (Borz et al., 2014b). Metoda cronometrării continue implică un volum mare de muncă în etapa de birou pentru calculul, prin diferență, a consumului de timp pe elemente de muncă, în primul rând

datorită modului de culegere a datelor ce presupune doar notarea timpului curent pentru așa-numitele puncte de fixare ce delimitează anumite elemente de muncă (Björheden et al., 1995).

Datorită faptului că metodele tradiționale implică un consum substanțial de resurse, generat de diverși factori, în timp au fost dezvoltate și alte metode, automatizate, de colectare și prelucrare a datelor care să excludă, parțial sau total, prezența cercetătorilor în teren la locul cercetărilor (Cheța și Borz, 2017; Gallo et al., 2013). Aceste metode pot include utilizarea tehnologiei GPS (Global Positioning System), a tehnologiei specifice senzorilor sau a unor combinații între acestea. În situații concrete, metodele ce presupun culegerea datelor prin utilizarea Sistemului de Poziționare Globală - GPS nu sunt capabile să facă o delimitare a consumului de timp pe element de muncă, prin urmare, studiile de timp conduse la rezoluția de element de muncă nu sunt posibile întotdeauna. Mai mult, pentru a fi utile în astfel de studii de timp, este necesară utilizarea unor metode care măsoară variabilele mediului operațional, variabile ce pot apărea într-un număr foarte mare (Acuna et al., 2012). Depinzând și de scopul pentru care se realizează, studiile de timp (inclusiv măsurarea producției realizate, măsurarea cantităților de energie încorporată și evaluarea ergonomică) presupun mai multe etape. Etapele analizei statistice constau, în general, din: identificarea și tratarea valorilor aberante, testarea normalității datelor, dezvoltarea statisticilor descriptive, modelarea sau, după caz, compararea (Acuna et al., 2012).

## **1.5. Performanța operațională în întemeierea, conducerea și recoltarea arboretelor de plop: stadiul actual**

### **1.5.1. Performanța productivă a echipamentelor și sistemelor tehnice utilizate în domeniul forestier**

Datorită evoluției continue a tehnicii și tehnologiei, evaluarea performanței productive a echipamentelor și sistemelor tehnice utilizate în domeniul forestier trebuie să prezinte, în mod continuu, interes pentru cercetare. Se cunoaște faptul că modelele de echipamente se dezvoltă după caracteristicile geografice, unele dintre acestea fiind strict utilizate în anumite arii geografice, concepția lor fiind de așa natură încât să fie eficiente în anumite condiții operaționale. În România, retribuirea financiară a activităților în silvicultură, în general, și în operațiile de plantare, întreținerea culturilor sau exploatarea masei lemnoase, în particular, se face în baza normelor și normativelor de producție; totuși, multe din acestea se referă la utilaje depășite, uneori scoase din uz (Borz și Popa, 2014). Normele de timp și producție unificate au fost elaborate de colective de specialiști silvici care recomandă ca, atunci când lucrările sunt executate cu utilaje mai performante sau la cele la care se schimbă tehnologia de muncă, să se elaboreze norme locale (Lupușoru et al., 1997). În practică, renumerarea forței de muncă pune probleme deosebite deoarece normele de muncă nu au fost continuu actualizate astfel încât să acopere noile tipologii de lucru.

În ultima perioadă, pentru condițiile românești, au fost efectuate relativ puține studii în ceea ce privește performanțele productive la operațiile executate cu ferăstraiele mecanice (*e.g.* Borz și Ciobanu, 2013; Ignea et al., 2017). S-au mai efectuat studii în cazul tractoarelor de tip skidder (Borz et al., 2013; Borz et al., 2014c; Borz et al., 2015), atelajelor folosite la colectarea lemnului (Borz și Ciobanu, 2013) sau a operațiilor realizate cu funiculare (Borz et al., 2011; Borz et al., 2014b; Munteanu et al., 2017). Aceste studii sunt caracterizate de excluderea variabilității generate de diferiți factori, tocmai datorită resurselor necesare în efectuarea lor. Cel puțin în literatura românească, nu s-au identificat studii recente relaționate cu performanța productivă specifică plantării și întreținerii culturilor de plop.



### 1.5.2. Performanța productivă în operații de înființare a culturilor de plop prin regenerare artificială

Una dintre etapele specifice înființării culturilor de plop este pregătirea terenului și solului în vederea împăduririi, etapă ce se realizează prin lucrări de pregătire mecanizată a terenului, urmată de arat și discuit. Pregătirea mecanizată a terenului constă în curățirea terenului de vegetația lemnoasă și ierboasă prin tăierea manuală cu unelte tăietoare urmată de îndepărtarea vegetației respective sau de tocarea acesteia mecanizat, scoaterea cioatelor manual sau mecanizat, nivelarea terenului și scarificarea acestuia (Abrudan, 2006). Distrugerea cioatelor poate fi făcută și cu materiale explozive (Abrudan, 2006), cu timpul însă, în practică, renunțându-se la această procedură datorită dificultății la punerea în operă și a riscurilor majore ce le presupune manipularea substanțelor explozive, precum și lipsa deservanților specializați. Curățirea suprafețelor ce urmează a fi împădurite de vegetație ierboasă și lemnoasă a fost studiată și normată prin normele de producție și timp unificate pentru lucrări în silvicultură (Lupușoru et. al., 1997) iar formația de lucru este compusă dintr-un muncitor calificat (silvicultor). Condițiile de lucru se stabilesc în funcție de gradul de acoperire cu specii ierboase și lemnoase și de panta terenului, întocmindu-se un punctaj. Astfel de norme de producție au fost întocmite pentru toate operațiile de plantare, cu excepția plantării de sade în gropi executate mecanizat pentru care s-au efectuat, ocazional, norme locale de către diversele unități silvice. Norma de muncă conține: lucrări curente de pregătire a utilajului și mașinii pentru lucru, punerea în mișcare de la locul de staționare la locul de muncă, fixarea burghiului și executarea gropilor, deplasarea de la o groapă la alta și întoarcerea la capete, întreținerea agregatului, întoarcerea la locul de staționare și decuplarea burghiului (Lupușoru et. al., 1997).

### 1.5.3. Performanța productivă în operații de îngrijire a culturilor de plop

O primă operație de îngrijire a culturilor forestiere de plop este revizuirea plantațiilor, asigurându-se astfel condițiile propice de dezvoltare ale puietilor. Normativul stabilește norma de timp și norma de producție aferente lucrărilor respective. Norma de muncă cuprinde: verificarea puietilor în vârstă de până la 3 ani, îndreptarea celor culcați de ghețuri și inundații prin săparea în partea opusă direcției de culcare, tasarea pământului în jurul puietilor parțial dezgropați și tăierea vârfurilor rupte (Lupușoru et. al., 1997). Pentru întreținerea prin lucrări de mobilizarea manuală a solului, în fâșii, în plantații și semănături directe, au fost identificate norme de muncă ce cuprind: smulgerea ierburilor din jurul puietilor și scoaterea lor lângă zona de lucru, săparea solului în fâșii pe rândul de puieti, spargerea bolovanilor de pământ, strângerea pietrelor și așezarea lor în afara fâșiei lucrate (Lupușoru et. al., 1997).

Întreținerea plantațiilor se realizează și mecanizat între rândurile de puieti, lucrările fiind încadrate în normele de muncă în funcție de condițiile specifice din teren. Stabilirea condițiilor de muncă este făcută de personalul tehnic. Norma de muncă cuprinde: pregătirea utilajului pentru lucru, parcurgerea distanței de la locul de staționare la locul de lucru pe distanța de maxim 1 km, aratul solului între rândurile de puieti și întoarcerea agregatului la capetele rândurilor, întreținerea agregatului, deplasarea acestuia la locul de staționare și desprinderea celor două componenete ale agregatului (Lupușoru et. al., 1997).

Studiul metodelor actuale de măsurare a performanțelor productive în operațiile executate la lucrările de îngrijire ale arboretelor de plop a identificat norme de producție în executarea curățirilor, răriturilor, elagajului artificial și a tăierilor de igienă. Curățirile se execută în arboretele de plopi indigeni, fiind executate atât manual cât și mecanizat. Norma de muncă cuprinde: pregătirea ferăstrăului mecanic Drujba pentru lucru, pornirea și încălzirea motorului, tăierea exemplarelor grifate, deplasarea de la un arbore la altul, oprirea motorului la sfârșitul zilei de lucru și transportarea ferăstrăului mecanic Drujba la locul de păstrare.

Muncitorul se echipează cu echipament de protecție, ajută la pregătirea ferăstrăului, strânge materialul tăiat și-l așează în grămezi mici în direcția opusă de înaintare, dezanină exemplarele aninate dacă e cazul, curăță terenul în jurul exemplarelor grifate (Lupușoru et. al., 1997).

#### 1.5.4. Performanța productivă în operațiile de recoltare a arboretelor de plop

Lucrările de recoltare au fost studiate atât prin studiile de normare unificate în silvicultură (Lupușoru et. al., 1997), cât și prin studii științifice elaborate de colective de specialiști silvici. Modelele de productivitate reprezintă instrumente importante pentru activitatea practică a operațiilor de recoltare a masei lemnoase. Modele bazate pe monitorizarea producției diferă de studiile de timp tradiționale și se constată că nu există modele disponibile pentru noile mașini, deși este deosebit de important să se estimeze productivitatea acestora în condiții date (Stampfer și Steinmüller, 2001). În România, ca și în multe regiuni, utilajele de tip skidder sunt utilizate pe scară largă ca utilaje de bază la colectarea lemnului (Borz, 2015) în timp ce ferăstraiele mecanice sunt folosite în recoltarea lemnului. În Italia, prin comparație, culturile de plop sunt conduse în rotații scurte, ceea ce face posibilă exploatarea cu ajutorul utilajelor specializate performante de tipul *cut-and-chip harvesters* sau *forage harvesters* (Spinelli et al., 2008) iar productivitatea brută a unei astfel de mașini variază între 9 și 44 tone materie verde / ora de muncă, cu o valoare medie de 25 tone de materie verde / pe ora de muncă (Spinelli et al., 2008).

### 1.6. Performanța de mediu

#### 1.6.1. Performanța de mediu în operații de întemeiere a plantațiilor de plop

Operațiile de plantare consumă materii prime importante, cum ar fi combustibilii fosili utilizați în funcționarea utilajelor folosite în lucrările mecanizate. Pentru o gospodărire cât mai eficientă a carburanților și lubrifianților, este necesară o normare a consumurilor care să țină cont de toți factorii de influență, fiind recomandată stabilirea unor limite maxime ale nivelului acestora (\*\*\*, 1982). Normarea consumurilor utilajelor și mijloacelor de transport din silvicultură a fost legiferată la nivelul ramurii respective (\*\*\*, 1990). Pentru reducerea consumurilor de combustibili au fost instituite norme și instrucțiuni pentru buna funcționare a motorului, dar și a întregului angrenaj. Pentru aratul solului în plantații, în calcule se folosesc coeficienți de transformare în hectare arătură normală, stabiliți prin studii de productivitate și consum, după cum urmează:

- La aratul terenului cu resturi de vegetație în sol în urma înlăturării arborilor, pentru o lungime a brazdei de 101-200 m și categoria de sol mijlociu, pentru arătura efectuată la adâncimea de 27 cm (26-28 cm) executată de tractoare pe pneuri U650 (U651) echipate cu plugul PP-4(30)-M, fără grăpat, a fost stabilit un consum normat de motorină de 22,39 litri/ha și o productivitate de 1,39 ha/8 ore (\*\*\*, 1990);
- Pentru discuirea solului cu tractorul pe pneuri U800 și discul GD3.2, a fost stabilit consumul de 5,8 litri/ha și o productivitate de 11,3 ha/8 ore (\*\*\*, 1990);
- Pentru înlăturarea vegetației cu defrișatorul tip ICAS (cu 4 colți), acționat de tractorul S1500, în teren cu cioate de esență tare, cu diametrul acestora de 41-50 cm, a fost stabilit consumul de 469 litri/1000 buc iar productivitatea de 0,230 mii buc./8 ore. De asemenea, au mai fost stabilite consumuri și productivități și pentru scarificat, nivelat și desfundat (\*\*\*, 1990);



- Pentru operația de scarificare a solului la adâncimea de 60-70 cm, cu trei cuțite de afânare, în sol mediu, cu scarificatorul acționat de tractorul pe șenile S1300 și S1500, a fost stabilit consumul de 73 litri motorină/ha iar productivitatea aferentă este de 2,20 ha/8 ore (\*\*\*, 1990);
- La operația de desfundat în sol mediu, unde lungimea parcelei este 251-500 m, cu tractorul S1500 (sau S1300) dotat cu plugul PBD-60, a fost stabilit un consum de motorină de 155 litri/ha și o productivitate de 0,95 ha/8 ore (\*\*\*, 1990);
- Pentru nivelat terenul unde nu există nivelare de bază, cu ajutorul nivelatorului NT-4.25 tractat de S1500 sau S1300 dintr-o singură trecere, a fost stabilit consumul de motorină de 16,5 litri/ha și o productivitate de 6,60 ha/8 ore (\*\*\*, 1990);
- La operația de executare mecanizată a gropilor de plantare în teren nepregătit cu motoburghiul cu motor termic AL-75 (6CP în doi timpi), la diametrul gropii de 300 mm și adâncimea de 300 mm și o pantă a terenului de 0-14 grade, a fost stabilit un consum de benzină de 20 litri/1000 gropi (\*\*\*, 1990).

Datorită ușurinței măsurătorilor ce se pot realiza cu sisteme de tip CAN, GPS, analizoare de emisii și analize software, inventarele pentru evaluarea impactului asupra mediului pot fi realizate cu o precizie ridicată (Bacenetti et. al., 2017).

### 1.6.2. Performanța de mediu în operații de îngrijire a culturilor de plop

Pentru stropiri efectuate în culturi forestiere cu aparatul Körtz cu debitul de 110 litri/oră și o normă de soluție de 300 litri/ha, a fost stabilit consumul de benzină și ulei (amestecul în raportul benzină:ulei de 20:1) de 3 litri/ha și o productivitate de 0,82 ha/8 ore (\*\*\*, 1990). Pentru combateri efectuate cu mașinile MPSP și MPSU-900 purtate pe tractorul U650, cu norma de soluție de sub 500 litri/ha, consumul normat stabilit este de 7,05 litri/ha și productivitatea de 5,25 ha/8 ore (\*\*\*, 1990). Au mai fost stabilite și norme consumuri și pentru alte operații, cum ar fi: administrarea îngrășămintelor, descopleșirea mecanizată a culturilor cu Motounealta Sekor sau cu Stihl FS-08, degajarea semințurilor artificiale etc., fiecare cu productivitatea și consumul specific în funcție de condițiile de lucru (\*\*\*, 1990).

### 1.6.3. Performanța de mediu în operații de recoltare a arboretelor de plop

Pentru operațiile de recoltare au fost stabilite consumuri pentru doborât arbori de foioase tari din produse accidentale pentru diverse condiții de lucru și valori ale arborelui mediu (\*\*\*, 1990). În silvicultură, consumuri normate pentru operații de recoltare au fost stabilite prin studii de către administratorul pădurilor publice de stat, studiile respective stând la baza întocmirii devizelor și situațiilor de plată (\*\*\*, 1990). Deoarece aceste consumuri și productivități au fost stabilite cu destul de mult timp în urmă, pentru utilaje învechite tehnologic, studiile fiind utilizate și acum în producție, este necesară realizarea unor studii noi cu privire la consumurile de carburanți și productivitatea muncii pentru noile utilaje și tehnologii, pentru care nu au fost încă întocmite consumuri normate și nu au fost stabilite productivități specifice.

## 1.7. Ergonomia muncii. Aspecte relaționate cu operațiile desfășurate în culturi de plop

Un domeniu particular al cercetării ergonomice este cel care se referă la analiza posturală care a oferit mijloace și modalități importante pentru cercetare și perfecționare, care să permită încercările de a asigura sustenabilitatea diferitelor sectoare industriale. Ca atare, au fost dezvoltate, validate și utilizate în timp mai multe metode pentru a evalua starea actuală din punct de vedere ergonomic-postural a diferitelor operații, abordare care a permis și luarea de măsuri corective (David, 2005). În managementul operațional al culturilor de plop, utilizarea muncii manuale încă este intensivă și, ca atare, pot apărea probleme ergonomice relaționate cu solicitarea fizică (Åstrand și Rodahl, 1986). Pentru a se menține pe o piață dinamică, industriile din zilele noastre tind să automatizeze cât mai multe dintre procesele specifice, astfel încât să aibă un grad ridicat de satisfacție a clienților și să își crească gradul de competitivitate. Cu toate acestea, multe industrii din România se bazează încă pe munca manuală datorită slabei tehnologizări a industriei (Fornea, 2017). În multe arii geografice, operațiile forestiere combină foarte mult munca manuală cu cea a utilajelor, proporția acestora variind în funcție de condițiile de mediu, de teren, de climă etc. (Vusič et. al., 2013). În literatura internațională, metodele dezvoltate și utilizate în evaluarea posturală a muncii se caracterizează printr-o mare varietate, cu metode special concepute pentru anumite obiective ale cercetării (Chiasson, 2011; David, 2005). Dezvoltarea tehnologiilor existente, concomitent cu automatizarea și robotizarea din activitatea forestieră, va necesita punerea unui accent mai mare pe cercetarea ergonomică a factorilor de risc (Potočnik și Poje, 2017).

Mijloacele actuale cel mai des utilizate pentru evaluarea posturii adoptate în muncă sunt: goniometrele, inclinometrele, tehnicile fotografice, electrogoniometrele și sisteme de înregistrare video. Informațiile despre posturile de lucru trebuie să fie colectate și analizate sistematic, cu scopul de a contribui la o înțelegere mai profundă a relației dintre posturile de lucru și expunerea muncitorilor la tulburări legate de muncă, contribuind la îmbunătățirea controlului și reabilitarea acestor tulburări, care sunt foarte răspândite (Vieira și Kumar, 2004). O modalitate de a evalua posturile de lucru, caracterizată de un amplu potențial pentru domeniul forestier constă din utilizarea sistemului de evaluare a posturii de lucru Ovako (OWAS) care are avantajul unei evaluări posturale rapide și complete (e.g. Corella-Justavino et. al, 2015).

Ergonomia, în general, și evaluarea ergonomică, în particular, este exemplificată de un spectru larg de studii realizate asupra domeniului industrial general și a celui forestier. Aplicarea manuală de îngreșăminte chimice în zonele montane din Brazilia, spre exemplu, a arătat că operația respectivă poate duce la accidente de muncă dacă sarcina de muncă nu este adaptată condițiilor specifice de natură ergonomică, sarcina corespunzătoare fiind cuprinsă între 12 și 15 kg (Minette et. al., 2016). Un studiu efectuat în arborete de rășinoase, a stabilit că cea mai utilizată postură de muncă în operațiile de fasonare a materialului lemnos este cea cu spatele îndoit-înainte și picioarele în poziție dreaptă (Sawastian et. al., 2015). De asemenea, s-a constatat că cei mai importanți factori care influențează efortul depus de muncitori în timpul operațiilor pot fi masa corporală, nivelul tehnologic al mașinilor și echipamentelor utilizate, zgomotul, vibrația, tehnica de lucru, lungimea brațului operatorului, factorii climatici, poziția socială, suprafața terenului, durata de utilizare a mașinii și a scaunului, motivația, fumatul și viteza de avansare a mașinii (Melemez și Tunay, 2013).

În operația de încărcare manuală a buștenilor scurți, s-a stabilit faptul că există o încărcare-solicitare foarte mare la nivelul vertebrei L5-S1 a coloanei vertebrale, mai mare de până la 6 ori decât cea normală, fapt ce determină scăderea capacității de muncă a muncitorilor sau chiar apariția unui handicap motoriu timpuriu (Schettino et al., 2017). În general, în operațiile de întemeiere, conducere și valorificare a culturilor de plop, studii de natură ergonomică nu există. Cu câteva excepții legate de recoltarea cu ferăstraie mecanice, în care s-a estimat efortul fizic, expunerea la zgomot și riscul de îmbolnăvire a sistemului muscular și osos (Cheța și

Borz, 2017), studiile de natură ergonomică lipsesc cu desăvârșire. Probabil că și actualele norme și normative de muncă au fost realizate fără luarea în considerare a laturii ergonomice.

Astfel de abordări sunt de o importanță mare, deoarece tulburările musculo-scheletice (MSD) sunt văzute în zilele noastre ca fiind cea mai frecventă cauză de durere severă și handicap fizic, care la rândul lor au efecte economice negative importante (Helander, 2006); prin urmare, s-au efectuat studii direcționate în multe sectoare, care pun în evidență o puternică relație între factorii de lucru și sarcini și dezvoltarea MSD-urilor. Din acest punct de vedere, se pare că operațiile de plantare manuală au primit mai puțină atenție din partea cercetărilor științifice din domeniul evaluării posturale ergonomice. Cu toate acestea, este posibil ca plantatorii manuali să se confrunte cu posturi neadecvate de lucru, având în vedere sarcinile de îndeplinit. De exemplu, standardele românești descriu sarcini de muncă care au un potențial crescut de a genera posturi de lucru deviate (a se vedea normativele prezentate anterior) în operațiile de plantare a puieților (Lupușoru et al., 1997). În plus, tehnica românească de plantare a plopului care folosește sade de plop, poate genera situații nesustenabile în ceea ce privește posturile de lucru, având în vedere caracteristicile dimensionale ale materialului de plantare și modalitățile utilizate pentru manipularea și plantarea acestuia în gropi. Ambele tehnici s-au dovedit a fi foarte intensive în ceea ce privește ritmul cardiovascular (Marogel-Popa et al., 2020a), iar acest rezultat a oferit câteva indicii asupra potențialelor dificultăți posturale, având în vedere faptul că modificările de postură ale corpului provoacă o activitate cardiovasculară crescută (Hanson și Jones, 1970; Jones et al., 2003; Šipinková et al., 1997).

## 1.8. Scopul și obiectivele lucrării

### 1.8.1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări a fost acela de a evalua performanța muncii în operațiile de plantare a sadelor și puieților de plop precum și în operațiile de întreținere a culturilor de plop. Abordarea a fost din perspectiva productivității, aspectelor ergonomice și a aspectelor legate de consumul de carburant.

### 1.8.2. Obiectivele lucrării

Pentru a putea îndeplini scopul cercetărilor, au fost stabilite următoarele obiective specifice:

- i.) *descrierea practicilor operaționale și a echipamentelor utilizate în operațiile de întemeiere, conducere și recoltare a culturilor de plop precum și a contextului actual privind monitorizarea performanțelor operaționale;*
- ii.) *estimarea consumului de timp și a indicatorilor performanței productive (productivitatea și eficiența muncii) în operațiile de plantare și întreținere a culturilor de plop prin colectarea de date prin proceduri automate și prin implementarea unor metode specifice. Pentru acest obiectiv au fost luate în considerare atât operațiile mecanizate de săpare a gropilor și de întreținere prin discuire și frezare cât și cele manuale de plantare și întreținere a puieților și sadelor;*
- iii.) *estimarea nivelului de dificultate a muncii prin prisma activității cardio-vasculare și a unor indicatori consacrați în operațiile desfășurate manual - plantarea de puieți și sade, întreținere manuală - pentru a se evidenția nivelul de dificultate al muncii în astfel de operații;*
- iv.) *evaluarea intensității muncii prin tehnici avansate aplicate operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop, pe fondul unei monotonii precum și pe fondul unei munci repetitive întrevăzute pentru acest tip de operații;*

- v.) *evaluarea riscului de îmbolnăvire profesională a sistemelor osos și muscular prin tehnici consacrate de evaluare posturală, atât în operații manuale de plantare și întreținere a culturilor de plop cât și în operații mecanizate de săpare a gropilor și întreținere a culturilor;*
- vi.) *estimarea consumului de carburant, printr-o abordare comparativă, în operații de săpare mecanizată a gropilor pentru puiți și sade de plop;*
- vii.) *compararea și discutarea datelor obținute cu cele existente în literatura de specialitate.*

## 2. MATERIALE ȘI METODE

### 2.1. Caracterizarea condițiilor locale din zona de studiu

Pentru caracterizarea condițiilor locale din zona de studiu au fost luate în considerare ocoalele silvice de stat din subordinea Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva, localizate în zona de sud-est a României, în județul Dolj (occoalele silvice Calafat, Poiana Mare, Segarcea, Sadova și Dăbuleni) și în județul Olt (ocolul silvic Corabia). Pentru ocoalele silvice enumerate au fost selectate doar unitățile de producție localizate în Lunca Dunării, iar pentru acestea s-au analizat amenajamentele silvice aflate în vigoare, edițiile 2012, 2013, 2014 și 2015, în funcție de ocolul silvic și unitatea de producție (Anonimus, 2012; Anonimus, 2013; Anonimus, 2014; Anonimus, 2015). Pentru colectarea și prelucrarea datelor din amenajamentele ocoalelor silvice menționate, inițial a fost solicitat acceptul Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva cu privire la colectarea și prelucrarea datelor respective. După obținerea aprobării, au fost efectuate deplasări la toate ocoalele silvice menționate de unde au fost colectate date din amenajamentele silvice ale următoarelor unități de producție: U.P. I Cetate, U.P. II Ciuperceni, U.P. IV Cioace (administrate de O.S. Calafat), U.P. II Tunari, U.P. III Pisculeț, U.P. IV Rast (administrate de O.S. Poiana Mare), U.P. I Cârna, U.P. II Bistreț, (administrate de O.S. Segarcea), U.P. II Ostroveni (administrată de O.S. Sadova), U.P. I Călărași (administrată de O.S. Dăbuleni) respectiv U.P. I Corabia, U.P. II Orlea, U.P. III Potelu, U.P. VI Calnovăț (administrate de O.S. Corabia). Pentru pădurile proprietate publică de stat, datele cu privire la unitățile amenajistice au fost prelucrate din amenajamentele în vigoare, fiind astfel posibilă caracterizarea condițiilor actuale cu privire la cultura plopului în zona de studiu. În acest sens, s-a ținut cont de suprafețele de fond forestier proprietate publică de stat care s-au retrocedat din amenajamentul silvic studiat precum și de intrările de suprafețe în fondul forestier care au avut loc de la data amenajării și până la data actuală. Dată fiind localizarea zonei de studiu și distribuția culturilor de plop în această zonă, s-a considerat că aceasta este reprezentativă pentru cultura plopului la nivel național și, într-o oarecare măsură, la nivel internațional. Datele din amenajamentele silvice au fost analizate în sensul preluării, structurării și prelucrării primare a informațiilor numerice în foi de calcul Microsoft Excel, versiunea 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, SUA), obținându-se o bază de date centralizată la nivelul județelor Dolj și Olt. Caracteristicile analizate au constat din distribuția pe suprafețe, clase de producție, stațiuni forestiere, volum actual și volum de extras, creștere, vârstă, consistență, suprafață de împădurit, tipuri de sol, tipuri de pădure și formații forestiere. Speciile de plop pentru care au fost analizate caracteristicile menționate au fost: plopul euramerican (*PLEA*), plopul alb (*PLA*) și plopul negru (*PLM*). La nivelul teritoriului luat în studiu, speciile de plop ocupă o suprafață de 6.681,66 ha care reprezintă 37,04% din suprafața luată în studiu, totalizând 18.040 hectare; plopul euramerican (*PLEA*) ocupă suprafața de 5.479,16 ha (82,00%), plopul alb (*PLA*) ocupă suprafața de 822,92 ha (12,32%) iar plopul negru (*PLM*) ocupă suprafața de 379,58 ha (5,68%), cu diferențe semnificative între cele două județe (Dolj și Olt) și între unitățile de producție analizate. Astfel, în județul Dolj plopul ocupă 32,87% din suprafața totală, cu o pondere majoritară a plopului euramerican (80,81%), urmată de plopul alb (13,48%) și de plopul negru (5,71%); în județul Olt plopul ocupă 53,71% din suprafața totală a teritoriului studiat iar în cadrul acesteia ponderea majoritară o are plopul euramerican (84,92%), urmat de plopul alb (9,48%) și de plopul negru (5,61%).

Situația actuală cu privire la suprafața și ponderea pădurilor din zona studiată, repartizate pe tipuri de sol, tipuri de stațiuni, tipuri de pădure și formații forestiere este redată în teza în extenso. Se remarcă faptul că tipul de sol cel mai răspândit din teritoriul studiat în județul Dolj este psamosolul eutric (0302) ce ocupă o suprafață de 4.441,65 ha (33,47 %), urmat de aluviosolul distric (0401) pe 2.456,35 ha (18,51%) și de psamosolul gleic (0306) pe suprafața de 1.046,93 ha (7,89%); în județul Olt, în zona studiată, mai mult de jumătate din păduri sunt răspândite pe aluviosol distric (0401) ce ocupă o suprafață de 1.646,97 ha (51,73 %),

urmat de aluviosolul gleic (0414) pe 721,56 ha (22,66%) și de aluviosolul molcic (0403) pe suprafața de 448,72 ha (14,09%). Analizând suprafața de pădure repartizată pe tipuri de stațiune și ponderea acestora, se constată că tipul de stațiune predominant în județul Dolj este de Silvostepă din Câmpia Olteniei pe dune de nisip, II (9.1.1.2) care totalizează o suprafață de 2.646,64 ha (19,94%), iar în județul Olt este de Silvostepă - luncă de zăvoi de plop Bm-i, aluvial, temporar slab umezit freatic în substrat, rar scurt inundabil (9.6.1.2), tip care este distribuit pe o suprafață de 1.317,69 ha (41,39%).

Se constată faptul că tipul de pădure cel mai frecvent întâlnit în județul Dolj este tipul Salcâmet de productivitate mijlocie pe dune de nisip (m) (812.2) care este distribuit pe o suprafață de 2.855,16 ha (21,52%) iar din județul Olt, tipul Zăvoi amestecat de plop alb și negru de productivitate mijlocie (m) (931.2) pe o suprafață de 622,35 ha (19,55%). Importante ca suprafață, în zona de studiu, mai sunt tipurile de pădure: 812.3 - Salcâmet de productivitate inferioară pe dune nisipoase (i) răspândit pe 2.359,97 ha (17,78%), 931.2 - Zăvoi amestecat de plop alb și negru de productivitate mijlocie (m) pe suprafața de 991,86 ha (7,47%) și 911.2 - Zăvoi de plop alb de productivitate mijlocie (m) pe 878,60 ha (6,62%) în județul Dolj, respectiv 951.5 - Zăvoaie de salcie de productivitate mijlocie pe locuri joase în lunca Dunării (m), răspândit pe 511,58 ha (16,07%), 961.3 - Zăvoi de plop și salcie de productivitate mijlocie din Lunca Dunării (m) pe 358,01 ha (11,25%) și 911.3 - Zăvoi de plop alb de productivitate mijlocie pe locuri mijlociu inundabile din Lunca Dunării (m) pe suprafața de 348,24 ha (10,94%), în județul Olt. Formația forestieră cea mai răspândită în suprafața amenajată din Lunca Dunării din județul Dolj este Salcâmetul pe dune de nisip (81) care acoperă o suprafață de 6.023,56 ha (45,39%), urmată de Plopișuri amestecate de plop alb și plop negru (93) pe 3.387,81 ha (25,53%) și Plopișuri pure de plop alb (91) pe 2.293,71 ha (17,29%); în județul Olt, ierarhia este următoarea: Plopișuri pure de plop alb (91) pe o suprafață de 846,81 ha (26,60%), urmată de Plopișuri amestecate de plop alb și plop negru (93) pe 716,02 ha (22,49%) și Amestecuri de plop-salcie (96) pe suprafața de 621,05 ha (19,51%).

Vârstele medii pentru cele trei specii de plop (*PLEA*, *PLA*, *PLM*), comparate pentru zonele studiate din cele două județe, sunt prezentate în teza în extenso. Diferențele cele mai mari din punct de vedere al vârstei medii au fost cele specifice plopului negru (*PLM*), cu o diferență de vârstă medie de 9 ani între cele două județe (cu o vârstă medie de 32 de ani specifică județului Dolj și o vârstă medie de 23 de ani în județul Olt). Diferențe de vârstă medie mai mici au fost cele specifice plopului euramerican (2 ani), cu o vârstă medie de 19 ani în județul Dolj și de 17 ani în județul Olt. Vârstele medii pe specii sunt mai mari în județul Dolj comparativ cu județul Olt. Clasa a III-a de producție este cea dominantă în teritoriul luat în studiu. Acest lucru se observă prin analizarea acestui parametru pentru speciile studiate, de unde se constată că acestea au cea mai mare suprafață distribuită în această clasă de producție, astfel: *PLEA* încadrat în clasa a III-a de producție reprezintă 1.659,15 ha (43,28% din total) în județul Dolj și 1.035,92 ha (62,96% din total) în județul Olt, *PLA* ocupă, în aceeași clasă de producție (III), 291,04 ha (45,52% din total) în județul Dolj și 119,79 ha (65,25% din total) în județul Olt iar *PLN* ocupă 103,70 ha (38,27% din total) în județul Dolj și 63,32 ha (58,29% din total) în județul Olt. De asemenea, în marea lor majoritate, arboretele de plop au consistența mai mare de 0,6 (3.843,76 ha - 81,02% în județul Dolj și 1.777,84 ha - 91,76% în județul Olt). Suprafețele ocupate de plop și caracterizate de o consistență redusă (mai mică de 0,4) sunt relativ mici: 113,48 ha - 2,39% în județul Dolj și 13,55 ha - 0,70% în județul Olt. Volumul de extras anual (posibilitatea) pe categorii de produse, volumul arboretelor și creșterea anuală pentru speciile de plop din teritoriul studiat, precum și repartitia acestor parametri pe județe sunt redată în teza în extenso. Din analiza datelor prezentate, se observă că cea mai mare cantitate de lemn se poate extrage, în perioada de aplicare a amenajamentului, din specia *PLEA* (55.586 m<sup>3</sup> în județul Dolj și 23.053 m<sup>3</sup> în județul Olt). De asemenea, arboretele de *PLEA* stochează cantitatea cea mai mare de lemn, atât în județul Dolj (717.009 m<sup>3</sup>) cât și în județul Olt (289.374 m<sup>3</sup>). În județul Dolj, volumul



mediu pentru *PLEA* ( $187 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ ) este mai mare față de cel din județul Olt ( $176 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ ), însă este mai mic pentru *PLA* ( $140 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Dolj față de  $147 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Olt), ca și pentru *PLN* ( $183$  față de  $217 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$ ). Creșterea anuală pentru specia *PLEA* este de  $6,7 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Dolj și de  $4,8 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Olt, pentru *PLA* este de  $5,4 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Dolj și  $7,1 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Olt iar pentru *PLN* este de  $5,6 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Dolj și  $8,8 \text{ m}^3 \times \text{ha}^{-1}$  în Olt, observându-se diferențe accentuate între cele două județe. Suprafața efectivă de împădurit cu specii de plop, pentru cele două județe, pe perioada de aplicare a amenajamentului silvic, este prezentată în detaliu în teza în extenso. Se observă că suprafața efectivă ce urmează a fi împădurită în perioada de aplicare a amenajamentului silvic pentru județul Dolj este de 2.044,37 ha cu specia *PLEA*, de 379,4 ha cu specia *PLA* și de 33,23 ha cu specia *PLN*; pentru județul Olt suprafețele de împădurit, cu aceleași specii și în aceeași ordine, sunt de 536,31 ha cu *PLEA*, de 426,35 ha cu *PLA* și de 40,49 ha cu *PLN*.

## 2.2. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor manuale de plantare

### 2.2.1. Operații manuale de plantare a sadelor de plop

#### 2.2.1.1. Localizarea studiului pentru operații manuale de plantare a sadelor de plop

Pentru monitorizarea performanței operaționale în plantarea manuală a sadelor de plop, au fost selectate trei suprafețe parcurse cu astfel de operații, localizate în partea de sud-est a României, în județul Dolj (Figura 1), pe raza de activitate a ocoalelor silvice Calafat și Sadova.

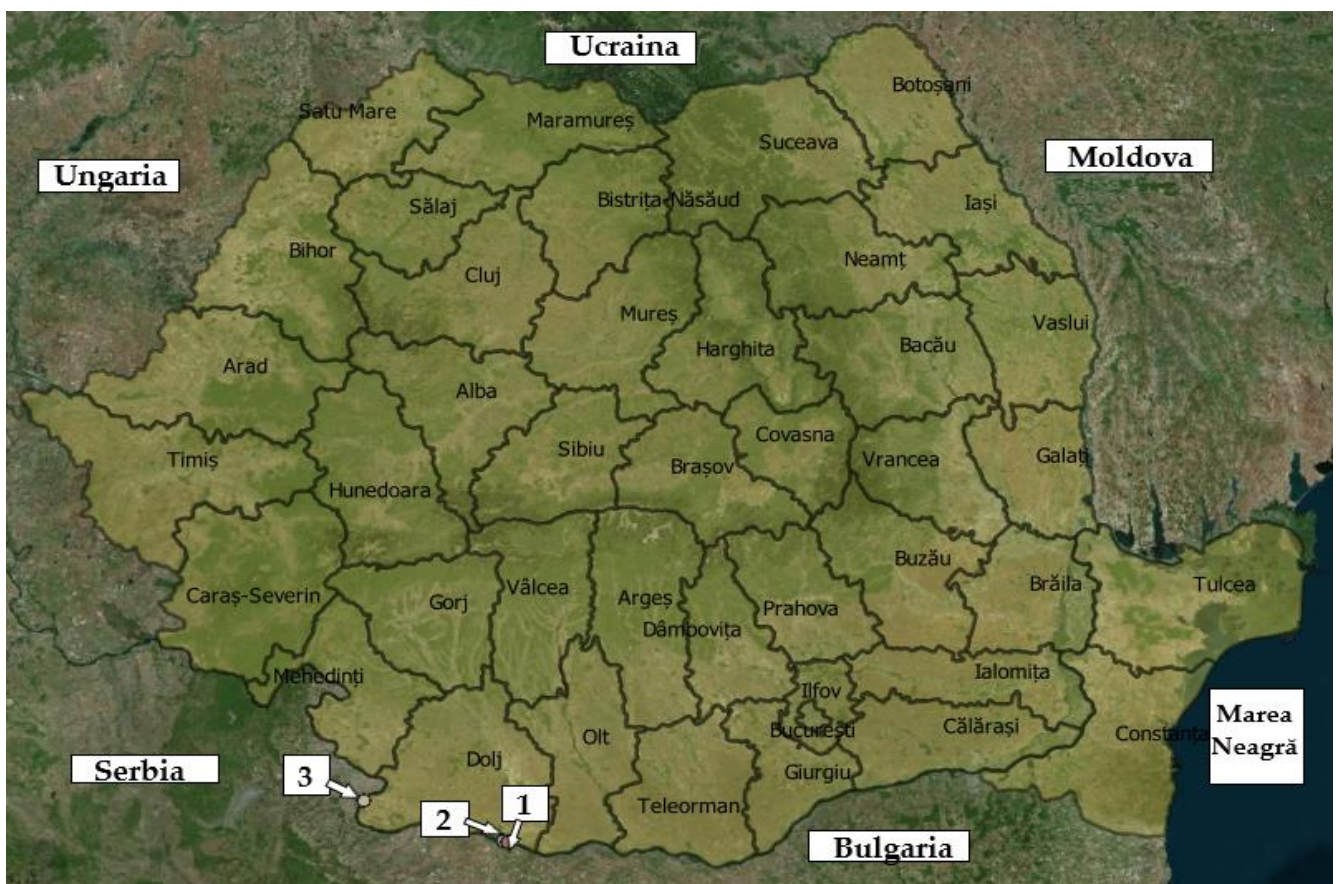


Figura 1. Localizarea generală a suprafețelor luate în studiu pentru monitorizarea operațiilor manuale de plantare a sadelor

Sursa: prelucrare în QGis pe baza stratului conținând suprafețele județelor din România, imagini aeriene din stratul Open Layer Bing® și datele GPS colectate cu ocazia studiului. Legendă: 1 - suprafața de studiu L1, 2 - suprafața de studiu L2, 3 - suprafața de studiu L3.

Selectarea suprafețelor în cauză s-a realizat pe baza reprezentativității condițiilor operaționale pentru zona studiată, disponibilității în zonă a unor suprafețe ce urmează a fi parcurse cu astfel de operații, existența și disponibilitatea pentru studiu a tehnologiei de muncă studiate și disponibilitatea forței de muncă cu experiență în astfel de operații. S-a întrevăzut și posibilitatea executării, în aceleași locuri, atât a operațiilor mecanizate cât și a celor manuale, dar acest lucru nu a fost posibil din punct de vedere al organizării logistice a studiului. Prima suprafață de studiu (L1) a fost selectată în cadrul unității de producție Il Ostroveni, în cadrul unității amenajistice 106A, pe raza ocolului silvic Sadova. În această suprafață, observațiile de teren s-au realizat în data de 8.11.2018. Cea de a doua suprafață de studiu (L2) a fost selectată în cadrul aceluiași teritoriu forestier, în unitatea amenajistică 88B, unde studiul de teren a fost realizat în data de 9.11.2018. Principalele diferențe dintre cele două suprafețe luate în studiu au constat din tipul de sol în care s-au efectuat operațiile manuale de plantare a sadelor și de starea solului care, în prima a fost pregătit iar în ultima a fost nepregătit. Ultima suprafață de studiu (L3) a fost selectată în cadrul teritoriului forestier gestionat de ocolul silvic Calafat (Unitatea de Producție Il Ciuperceni, unitatea amenajistică 91B). Principala diferență dintre această suprafață și primele două, a constat din schema diferită de plantare care a fost de 4x4 m, în timp ce în primele două a fost de 6x4 m. În L3, observațiile de teren au fost realizate în 8 decembrie 2018. În toate suprafețele selectate, specia plantată a constat din plop hibrid (*Populus* × euroamericana (Dode) Guinier). Principalele caracteristici staționale ale suprafețelor luate în studiu se redau, în detaliu, în Tabelul 1.

**Tabelul 1.** Caracteristici de bază ale suprafețelor luate în studiu pentru evaluarea performanței operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

Parametru	Unitate de măsură	L1	L2	L3
<b>Localizare spațială</b>				
Coordonate geografice	° , ' , ''	N43°45'05.47" E23°54'56.23"	N43°45'33.59" E23°52'39.86"	N43°57'58.03" E22°52'55.42"
Altitudinea medie	m	35	35	40
<b>Localizare temporală</b>				
Data studiului	-	8.11.2018	9.11.2018	8.12.2018
<b>Date administrative</b>				
Județul	-	Dolj	Dolj	Dolj
Ocolul silvic	-	Sadova	Sadova	Calafat
Unitatea de producție	-	Il Ostroveni	Il Ostroveni	Il Ciuperceni
Unitatea amenajistică	-	106A%	88B%	91B
Suprafața u.a.	ha	0,47	0,89	0,96
<b>Date operaționale</b>				
Specia	-	PLEA	PLEA	PLEA
Suprafața parcursă	ha	0,19	0,24	0,12
Tipul de sol	-	Aluvisol molic (aluvial molic)	Aluvisol distric (aluvial tipic)	Aluvisol distric (aluvial tipic)
Textura	-	luto-mâloasă până la mâloasă la suprafață (pe 50 cm) și nisipoasă fină în profunzime	Nisipos fin până la luto-nisipos	Nisipos fin până la luto-nisipos
Starea solului	-	Pregătit <sup>1</sup>	Nepregătit <sup>2</sup>	Nepregătit <sup>2</sup>
Schema de plantare	m×m	6×4	6×4	4×4

Note: <sup>1</sup> - teren și sol pregătit prin operații de pregătire mecanizată a terenului (scos cioate, scarificare, nivelare), arare și discuire; <sup>2</sup> - teren și sol nepregătit, caracterizat de starea rezultată după operațiile de exploatare a lemnului, fără alte operații pregătitoare



După cum se observă, atât schemele de plantare cât și condițiile de sol au diferit între suprafețele luate în studiu. Selecția acestora a fost realizată tocmai pentru a acoperi variabilitatea operațională care poate fi generată de astfel de factori. Pe durata studiului, suprafețele luate în considerare au fost parcurse doar parțial cu operații de plantare manuală a sadelor de plop. Întrucât mărimea aproximativă a suprafețelor parcurse a fost de circa 0,24 ha în **L1**, 0,19 ha în **L2** și 0,24 ha în **L3** (**Tabelul 1**), studiul s-a realizat pentru un procent de eșantionare cuprins între 13 și 39 % din suprafețele inițiale, fiind considerat a fi reprezentativ din acest punct de vedere.

### 2.2.1.2. Selectarea muncitorilor pentru studiul operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

Întrucât în practica curentă, pentru realizarea operațiilor manuale de plantare a sadelor se utilizează echipe formate din mai mulți muncitori, pentru observațiile necesare aceștia au fost selectați, în mod aleatoriu, astfel încât să existe câte doi subiecți disponibili la fața locului în zilele în care au fost colectate datele de teren. Respectivii muncitori selectați, numiți în continuare subiecți, a căror identitate a fost anonimată prin utilizarea unor abrevieri, au lucrat concentrat, în echipă, în același loc de muncă. După ce le-a fost explicat scopul studiului, modul de conducere a acestuia, tipul de date ce se vor colecta și modul cum vor fi utilizate acestea, subiecților le-a fost solicitat și obținut liberul consimțământ de a participa în studiu și de a accepta purtarea unor dispozitive de monitorizare. De asemenea, aceștia au fost instruiți să își desfășoare activitatea în mod obișnuit, în acest fel încercându-se, pe cât posibil, să se evite efectele generate prin observare care, potrivit lui Acuna et al. (2012) pot afecta variabilitatea rezultatelor. Prin discuții directe, au fost preluate caracteristicile antropometrice ale subiecților (**Tabelul 2**) iar în baza lor s-au determinat unii parametri suplimentari, cum ar fi Indicele de Masă Corporală (*IMC*), prin aplicarea, datelor furnizate de fiecare subiect în parte, a **Relației 1**:

$$IMC[\text{kg}/\text{m}^2] = \text{Masa corporală}[\text{kg}] / \text{înălțime}^2[\text{m}] \quad (1)$$

Prin urmare, pentru studiul de față s-a ales un număr de 6 subiecți, cu precizarea că aceștia au fost observați pe grupe de câte doi în fiecare loc luat în studiu. Principalele caracteristici antropometrice ale subiecților luați în studiu, declarate de către aceștia, se prezintă în **Tabelul 2**.

**Tabelul 2.** Caracteristici antropometrice de bază ale muncitorilor selectați pentru operații manuale de plantare a sadelor de plop

Subiect	Caracteristici antropometrice de bază				Suprafața de studiu
	vârsta (ani)	masa (kg)	înălțimea (m)	<i>IMC</i> (kg/m <sup>2</sup> )	
<i>S1</i>	53	81	1,75	26,45	<i>L1</i>
<i>S2</i>	38	78	1,65	28,65	<i>L1</i>
<i>S3</i>	27	74	1,73	24,73 <sup>1</sup>	<i>L2</i>
<i>S4</i>	50	95	1,82	28,68	<i>L2</i>
<i>S5</i>	45	87	1,85	25,42	<i>L3</i>
<i>S6</i>	20	69	1,74	22,79 <sup>1</sup>	<i>L3</i>

**Notă:** <sup>1</sup> - indicele de masă corporală are valoare normală; restul muncitorilor, conform **Relației 1**, au fost declarați supraponderali.

De asemenea, obiceiurile proprii de natură comportamentală ale subiecților selectați ce au fost preluate din declarațiile sub liber consimțământ ale acestora, se prezintă astfel: **S1** - Consum de alcool în cantitate de 1 bere/zi, consum de 2 cafele/zi dimineața și la prânz, nefumător; **S2** - Consum de alcool în cantitate de 3 beri/zi, nu consumă cafea, fumează 1/2 pachet țigări/zi; **S3** - Consum de alcool în cantitate de 2-3 beri/zi, nu consumă cafea, fumează 1 pachet țigări/zi; **S4** - Consum de alcool în cantitate de 2-3 beri/zi, nu consumă cafea, fumează 1/2 pachet țigări/zi; **S5** - nu consumă alcool, consum de 3 cafele/zi dimineața și la prânz, fumează 1 pachet țigări/zi; **S6** - consumă alcool moderat, consum de 1 cafea/zi dimineața, fumează 1 pachet țigări/zi.

### 2.2.1.3. Organizarea muncii în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Organizarea muncii în operații manuale de plantare a sadelor de plop este relativ simplă însă se observă unele diferențe dacă raportăm organizarea respectivă la conceptele principale aferente structurii muncii, respectiv la timpul de muncă și organizarea acesteia în cicluri de muncă (e.g. Acuna et al., 2012; Björheden et al., 1995; Borz, 2014). Întrucât munca a fost observată pentru fiecare loc de muncă pe grupe alcătuite din câte doi subiecți, anumite cicluri de muncă nu s-au putut distinge clar. Astfel, cu ocazia studiului, s-a constatat faptul că diferitele elemente de muncă nu s-au suprapus în timp deoarece, în unele cazuri, acestea s-au realizat în comun iar în alte cazuri s-au desfășurat separat. Acesta a fost și motivul pentru care observațiile au fost efectuate la nivel de subiect luat în studiu, fiind luate în considerare elementele de muncă (fazele) redată în **Tabelul 3**. Categoriile de sarcini de muncă respective au fost luate în considerare la calculul consumului de timp la nivel de muncitor.

Trebuie menționat faptul că elementele de muncă și de consum de timp, așa cum au fost precizate în **Tabelul 3**, au fost redenumite pentru a putea obține o descriere cât mai sugestivă a sarcinilor de muncă, cu adaptarea la practicile curente naționale și regionale.

**Tabelul 3.** Elemente de muncă, abrevieri, descriere și observații pentru sarcinile de muncă observate în cazul operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

Element de muncă (timp)	Abreviere	Descriere	Observații
Pauză tehnică	<i>PT</i>	Constă din diverse acțiuni necesare pentru menținerea capacității de operare a uneltelor de lucru, acestea fiind delimitate în succesiunea normală a timpului pe baza observării unor astfel de acțiuni. Punctul de început a fost fixat la sesizarea intenției de a executa această acțiune iar punctul de sfârșit a fost stabilit la momentul sesizării intenției de a definitiva acțiunea respectivă.	Această categorie de elemente de muncă a apărut cu caracter aleator, nefiind cauzată de modul specific de organizare a muncii.
Pauză personală	<i>PP</i>	Însumează acțiunile diverse ce sunt necesare menținerii capacității de muncă a subiecților, cuprinzând însă și activități suplimentare ce au fost observate în timpul studiului și care au fost încadrate în această categorie, asigurând refacerea fizică a acestora.	Acțiuni sau activități de durată relativ scurtă și cu frecvență mai mare, constând din consumarea de lichide, odihnă etc.
Pauză de masă	<i>PM</i>	Constă în pauzele necesare consumului de alimente în vederea menținerii capacității productive.	Acțiuni de durată mai mare constând din luarea mesei.
Pauză cauzată de studiu	<i>PS</i>	Însumează toate acțiunile necesare pentru reglajul instrumentelor de măsurare, observații asupra parametrilor înregistrați de acestea, explicații oferite subiecților de către observator în legătură cu modul de desfășurare a studiului.	-

**Tabelul 3 (continuare).** *Elemente de muncă, abrevieri, descriere și observații pentru sarcinile de muncă observate în cazul operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop*

Element de muncă (timp)	Abreviere	Descriere	Observații
Ascuțire sade	<i>AS</i>	Element de muncă realizat în mod obișnuit de un muncitor, prin utilizarea unui topor cu care realizează ascuțirea capătului gros al sadelor sub unghi acut, după ce în prealabil acestea sunt sprijinite cu capătul respectiv pe un suport de lemn aflat la locul de muncă. Operația facilitează introducerea sadelor în gropile de plantat.	Cuprinde și mici mișcări sau deplasări ale muncitorului și sadelor, cu condiția ca acestea să se realizeze în scopul ascuțirii sadelor.
Deplasare sade	<i>DS</i>	Element de muncă constând din deplasarea sadelor de la locul de descărcare al acestora din mijlocul de transport, până la o zonă în care se concentrează snopii de sade sau de la zona de concentrare a snopilor până la gropile de plantat, fiind inclusă și plasarea sadelor în groapa de plantat.	Cuprinde deplasările în gol și în plin ale muncitorului, cu mențiunea că această acțiune trebuie să cuprindă doar elemente legate de purtarea (deplasarea) manuală a sadelor.
Înfingere sade în groapă	<i>IS</i>	Element de muncă constând din înfingerea efectivă a sadei în groapă, ce începe în momentul când subiectul apucă sada aflată în groapă, apasă asupra acesteia cu greutatea corporală și se finalizează în momentul când partea ascuțită a acesteia pătrunde prin pământul afânat ce se găsește în groapă și se aliniează cu fundul gropii de plantat.	-
Astupare groapă cu pământ și tasarea acestuia	<i>AT</i>	Element de muncă ce constă în introducerea graduală a pământului în groapă, în mai multe reprize succesive (în număr de 2-3) și baterea acestuia cu un element dur confecționat din material lemnos de proveniență locală (mai), realizându-se astfel un contact cât mai bun între sadă și solul din groapă, acțiune ce se finalizează în momentul când se umple complet groapa cu pământ.	-
Deplasarea muncitorului între gropi	<i>DG</i>	Element de muncă ce constă din deplasarea subiectului, fără sarcină, de la o groapă de plantare a sadei unde s-a încheiat acțiunea de înfingere a acesteia, la o nouă groapă de plantat.	-

Sadele ce au fost plantate în locurile de studiu au prezentat următoarele caracteristici: lungimea medie a fost de circa 6,0 m, diametrul mediu la bază de circa 70 mm și masa individuală a fost estimată la circa 5 kg. Acestea au fost asigurate de la pepiniera silvică Zăval, locație aparținând ocolului silvic Sadova, județul Dolj, unde există o cultură de plante mamă ce produce acest tip de material săditor și au fost transportate la suprafețele de plantat cu ajutorul mijloacelor de transport echipate adecvat, pe o distanță de circa 15 km în cazul L1, 10 km în cazul L2 și 110 km în cazul L3.

#### 2.2.1.4. Condițiile meteorologice pe durata observațiilor

În studiile de natură ergonomică, cum sunt cele legate de evaluarea activității cardio-vasculare, pentru a se estima gradul de dificultate a muncii, este necesară întrunirea anumitor condiții legate de microclimatul locului de muncă. O condiție care poate contribui la validarea sau la invalidarea rezultatelor privind ritmul cardiac este cea care se referă la temperatura mediului (locului) de muncă (Åstrand și Rodahl, 1986), care poate cauza stres termic ce se reflectă în activitatea cardio-vasculară și influențează estimările ce se fac cu privire la nivelul de dificultate al muncii (Helander, 2006). La fel, stresul termic, fie că se referă la expunerea la temperaturi foarte înalte, fie că se referă la temperaturi foarte joase, este cunoscut drept un fenomen care poate să afecteze performanța muncii (Helander, 2006). Din acest motiv, caracterizarea muncii trebuie să includă și o descriere a principalilor parametri (micro)climatici. Pentru a se caracteriza condițiile specifice de muncă în operațiile de plantare manuală a sadelor de plop, s-au extras principalii parametri meteorologici pentru stația meteorologică cea mai apropiată de studiu (Stația Calafat, 62 m deasupra nivelului mării, 43°59'06" N - 22°56'46" E) și pentru perioada luată în studiu. Datele primare necesare pentru

caracterizarea (micro)climatică a perioadelor de lucru luate în observare au fost preluate de pe site-ul <http://rp5.ru> și au fost analizate în programul software Microsoft Excel® (Microsoft, Redmond, SUA). Datele medii cu privire la temperatura aerului, umiditatea relativă a aerului, gradul mediu de acoperire a cerului cu nori și viteza medie a vântului se prezintă în **Tabelul 4**, după cum au rezultat, ca valori medii, din prelucrările efectuate. După cum se cunoaște, este dificil a se determina condițiile microclimatice optime de muncă astfel încât preferințele unui set mare de subiecți să fie acoperit (Helander, 2006).

**Tabelul 4.** Date de caracterizare a (micro)climatului de muncă pe perioada realizării operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

Sursa: adaptat după <http://rp5.ru>

Loc de studiu	Data observației	Temperatura medie a aerului (°)	Umiditatea relativă medie a aerului (%)	Gradul mediu de acoperire a cerului cu nori (%)	Viteza medie a vântului (m×s <sup>-1</sup> )
L1	8.11.2018	11,5	66,9	100	2,4
L2	9.11.2018	11,3	66,1	0	3,6
L3	8.12.2018	-1,0	93,4	100	1,6

Este necesară precizarea că cele mai adecvate temperaturi pentru confortul termic propriu, în cazul subiecților ce practică munci grele, sunt de până la 20°C, în multe cazuri putând fi și mai scăzute (Åstrand și Rodahl, 1986). Astfel, pentru unii sportivi de iarnă precum schiorii, pot apărea probleme de sănătate pentru temperaturi de ordinul a -15°C în condiții de vânt, din cauza disconfortului termic (Åstrand și Rodahl, 1986).

Pe baza datelor prezentate în **Tabelul 4** și a aspectelor din literatura de specialitate precizate anterior, relaționate cu faptul că muncitorii luați în studiu au avut îmbrăcăminte corespunzătoare, putem concluziona faptul că studiile de teren s-au desfășurat în condiții adecvate, ce nu au indus stres termic asupra muncitorilor luați în studiu. Chiar și în cazul ultimei zile, care a fost caracterizată de temperatura cea mai scăzută, se poate constata faptul că vântul a fost, practic, absent, motiv pentru care condițiile de studiu au fost bune.

#### 2.2.1.5. Colectarea și prelucrarea datelor de teren pentru monitorizarea operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

Întrucât s-a observat o complexitate relativ mare a sarcinilor de muncă și un grad redus de ordonare a acestora în secvența tipică de desfășurare, în vederea monitorizării operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop s-a recurs la metoda de colectarea a datelor prin proceduri automate, utilizarea unor astfel de proceduri fiind recomandată de Borz et al. (2014a), chiar dacă acestea pot presupune, în faza de birou, un efort mai mare pentru prelucrarea și analiza datelor (e.g. Borz și Adam, 2015; Mușat et al., 2015). În mod concret, colectarea datelor pentru grupurile de subiecți luați în studiu a presupus înregistrarea video combinată cu monitorizarea ritmului cardio-vascular. Pentru a putea fi surprinse în mod adecvat toate elementele de muncă specifice operației de plantare a sadelor, camera video a fost amplasată pe un tripod și orientată cu câmpul de vizualizare spre locul curent de realizare a operațiilor. Pe măsură ce munca a progresat pe rândurile de cultură, camera video a fost mutată succesiv în noi locuri, astfel încât să se păstreze vizibile detaliile necesare în fișierele video colectate. Înregistrarea și preluarea datelor de teren s-a realizat cu o cameră de luat vederi marca Schwartz - B1080 (caracteristici prezentate în **Tabelul 5**), setată să înregistreze fișiere video succesive cu o durată stabilită la 20 minute. Aceste fișiere s-au salvat în memoria

internă a camerei video după care acestea au fost descărcate și sistematizate în calculatorul personal unde au fost organizate pe zile și pe locuri de studiu, urmând ca ele să servească la documentarea și descrierea sarcinilor de muncă, la extragerea consumului de timp pe elemente de muncă și pentru a caracteriza riscul de BMS printr-o analiză posturală implementată în faza de birou a studiului. Activitatea cardio-vasculară a subiecților luați în studiu a fost monitorizată prin utilizarea unor instrumente cu capabilități de colectare a datelor de construcție Polar® V800 (Polar, Kempele, Finlanda) care includ senzori de monitorizare a ritmului cardiac (puls, exprimat în bătăi pe minut - bpm), aplicați pe benzi elastice montabile pe torace (Figura 2).

**Tabelul 5.** *Principalele caracteristici tehnice ale camerei video utilizate în colectarea datelor*

Caracteristica	Unitatea de măsură	Valoarea	Observații
Rezoluție video	pixeli	1.920×1.080	Full HD
Capacitate memorie internă	GB	32	Card memorie
Capacitate acumulator intern	mAb	4.000	8 ore funcționare continuă
Unghi deschidere	grade	90	-
Dimensiuni	cm	10×6×2	-

Procedurile utilizate pentru estimarea pulsului în repaus ( $HRr$ , bpm) pentru setarea, colectarea, transferul și pre-procesarea datelor au fost adaptate la metodologia descrisă de Cheța et al. (2018) și au constat din:

- Montarea dispozitivelor pe toracele subiecților după setarea acestora în vederea colectării de date la un interval de o secundă;
- Alocarea unei perioade de timp de 10-15 minute pentru repaus în care subiecții au stat așezați și nu au executat niciun fel de activitate și/sau mișcare pentru colectarea de date cu privire la pulsul în stare de repaus;
- Colectarea de date prin eșantionare la un interval de o secundă pe perioada de observare;
- Transferul datelor prin sincronizarea dispozitivului la aplicația Polar® - FlowSync® și salvarea fișierelor în formatele disponibile, inclusiv .CSV;
- Analiza datelor la nivel de zi de observație, loc de studiu și subiect, pe baza relațiilor consacrate cu privire la estimarea efortului fizic pe baza ritmului cardiac.

Ca urmare, monitorizarea activității cardiace s-a realizat prin implementarea unor proceduri consacrate pentru astfel de activități (e.g. Helander, 2006) care au vizat estimarea pulsului într-o perioadă inițială de repaus ( $HRr$ , bpm), urmată de estimarea dificultății muncii pe baza ritmului cardio-vascular monitorizat pe durata activității prestate. S-au utilizat, în acest sens, relațiile de calcul consacrate pentru calcularea indicatorului  $\%HRR$  (Åstrand și Rodahl, 1986) care, în traducere aproximativă reprezintă „rezerva de puls” sau „rezerva de ritm cardiac”, folosindu-se **Relațiile 2 și 3**:

$$\%HRR_i = (HR_{wi} - HR_r) \times 100 / (HR_{max} - HR_r) \quad (2)$$

$$HR_{max} = 220 - \text{vârsta (ani)} \quad (3)$$

unde:

$\%HRR_i$  - rezerva de puls pentru activitatea  $i$  sau pentru subiectul  $i$ ;

$HR_{wi}$  - pulsul mediu al subiectului  $i$  la nivel global sau într-o anumită activitate;

**HRr** - pulsul minim al unui subiect, determinat ca valoare minimă dintre datele rezultate prin aplicarea unui protocol specific constând din repaus total pe durata a 10-15 minute, înainte de începerea muncii, în postură așezată sau ca valoare minimă înregistrată pe durata efectuării studiului;

**HRmax** - pulsul maxim estimat al unui subiect, prin aplicarea relației de calcul consacrate.



**Figura 2.** Dispozitivul utilizat în colectarea de date cu privire la ritmul cardiac

**Notă:** fotografia a fost realizată în perioada lucrărilor de întreținere, când condițiile atmosferice au permis eliminarea parțială a îmbrăcăminții unui muncitor pentru fotografiere, exemplificând utilizarea collectorului și pentru lucrările de plantat.

**Tabelul 6.** Principalele caracteristici tehnice ale dispozitivului Polar® V800

Caracteristica	Unitatea de măsură	Valoarea	Observații
Masa	g	79	-
Grosimea	mm	12,7	-
Dimensiunea afișajului	pixeli	128 × 128	Afișaj cu contrast mare și rezoluție înaltă
Adâncime rezistență apă	m	<30	-
Capacitate baterie	mAh	350	Tip litiu-polimer
Autonomie	ore	13-50	13 ore cu GPS; 50 ore în modulul GPS și economisirea bateriei
Tip carcasă	Tip aliaj	Oțel inoxidabil	-

Data	Muncitor 1				Muncitor 2				Codificare:	Muncitor 1								
	H/S-incepu	H/S-terminat	Nr. sec.	Cod	H/S-incepu	H/S-terminat	Nr. sec.	Cod		PT	PP	PM	A	AS	I	AB	D	PS
8.12.2018	9:36:00	9:47:23	0:11:23	683	A	9:36:00	9:47:53	0:11:53	713	A	PT= pauza tehnică (diverse operațiuni precum : verificare unelte, rectificarea uneltei, etc)							
8.12.2018	9:47:23	9:47:35	0:00:12	12	PP	9:47:53	9:47:56	0:00:03	3	PS	PP= pauză personală (fumat, băut apă, odihnă, etc.)							
8.12.2018	9:47:35	9:47:52	0:00:17	17	PS	9:47:56	9:49:45	0:01:49	109	A	PM= pauza de masă							
8.12.2018	9:47:52	9:48:06	0:00:14	14	PP	9:49:45	9:49:53	0:00:08	8	PP	A= ascuțit sade							
8.12.2018	9:48:06	9:48:36	0:00:30	30	PS	9:49:53	9:58:52	0:08:59	539	A	AS = apropiat sade							
8.12.2018	9:48:36	9:49:02	0:00:26	26	PP	9:58:52	10:04:18	0:05:26	326	AS	I= infipt în groapă material săditor							
8.12.2018	9:49:02	9:49:45	0:00:43	43	A	10:04:18	10:04:51	0:00:33	33	PP	AB= astupat și bățut pământul în groapă							
8.12.2018	9:49:45	9:49:52	0:00:07	7	PP	10:04:51	10:05:03	0:00:12	12	AS	D=deplasat de la un puiete(sadă) la altul							
8.12.2018	9:49:52	9:58:52	0:09:00	540	A	10:05:03	10:05:21	0:00:18	18	PP	PS = pauza de studiu							
8.12.2018	9:58:52	10:04:18	0:05:26	326	AS	10:05:21	10:06:30	0:01:09	69	PT	ATENȚIE: lucreaza un sindur muncitor la infipt sadele, doar unul singur infige sada, ca urmare nr. de sade este nr. de I-uri							
8.12.2018	10:04:18	10:04:51	0:00:33	33	PP	10:06:30	10:06:58	0:00:28	28	PP								
8.12.2018	10:04:51	10:05:03	0:00:12	12	AS	10:06:58	10:08:38	0:01:40	100	D								
8.12.2018	10:05:03	10:05:21	0:00:18	18	PP	10:08:38	10:10:27	0:01:49	109	AS								
8.12.2018	10:05:21	10:06:30	0:01:09	69	PT	10:10:27	10:10:32	0:00:05	5	D								
8.12.2018	10:06:30	10:06:58	0:00:28	28	PP	10:10:32	10:10:35	0:00:03	3	AS								
8.12.2018	10:06:58	10:08:38	0:01:40	100	D	10:10:35	10:10:45	0:00:10	10	I								
8.12.2018	10:08:38	10:10:27	0:01:49	109	AS	10:10:45	10:11:53	0:01:08	68	AB								
8.12.2018	10:10:27	10:10:32	0:00:05	5	D	10:11:53	10:17:32	0:05:39	339	AS								
8.12.2018	10:10:32	10:10:45	0:00:13	13	PP	10:17:32	10:17:55	0:00:23	23	D								
8.12.2018	10:10:45	10:10:53	0:00:08	8	I	10:17:55	10:18:21	0:00:26	26	AS								
8.12.2018	10:10:53	10:11:12	0:00:19	19	AB	10:18:21	10:18:25	0:00:04	4	I								
8.12.2018	10:11:12	10:12:12	0:01:00	60	AB	10:18:25	10:18:33	0:00:08	8	AS								
8.12.2018	10:12:12	10:17:32	0:05:20	320	AS	10:18:33	10:18:42	0:00:09	9	I								
8.12.2018	10:17:32	10:17:55	0:00:23	23	D	10:18:42	10:18:56	0:00:14	14	PP								
8.12.2018	10:17:55	10:18	0:00:16	16	AS	10:18:56	10:20:25	0:01:29	89	AB								
8.12.2018	10:18:11	10:18:16	0:00:05	5	I	10:20:25	10:20:29	0:00:04	4	D								
8.12.2018	10:18:16	10:18:26	0:00:10	10	AS	10:20:29	10:22:02	0:01:33	93	AB								

Figura 3. Modul de organizare a bazei de date și a datelor în cadrul acesteia pentru operațiile manuale de plantare a sadelor de plop.

La sfârșitul fiecărei zile de observație, pentru fiecare subiect în parte, datele din dispozitivele colectoare au fost descărcate prin sincronizarea calculatorului personal cu aplicația web oferită în mod gratuit de Polar® - FlowSync®. Aplicația oferă posibilitatea salvării fișierelor de interes, pentru o anumită perioadă, în formate precum *.CSV*, *.TCX* și *.GPX*, dintre care, pentru analiza datelor, sunt de interes, în mod particular primele și ultimele formate. Datele respective, descărcate în formatul specificat, au fost denumite în mod sugestiv pentru a putea fi ușor recunoscute în etapa de prelucrare a acestora la birou, apoi au fost salvate, la nivel de muncitor și suprafață luată în studiu, în directoare specifice, împreună cu datele cu privire la descrierea antropometrică și comportamentală a subiecților studiați. Alături de datele colectate cu privire la regimul cardio-vascular, înregistrările video cu privire la consumul de timp pe elemente de muncă au fost organizate pe fișiere și dosare numerotate și etichetate sugestiv pentru a permite identificarea și prelucrarea ușoară a acestora în etapa de birou.

Prelucrarea datelor a fost defășurată în trei direcții specifice. O primă direcție a presupus estimarea consumului de timp și a indicatorilor performanței productive prin organizarea fișierelor video colectate pe subiecți analizați și pe locuri de studiu, analiza de detaliu a consumului de timp pe elemente de muncă prin vizionarea atentă a înregistrărilor video în ordinea firească, cronologică, de înregistrare, codificarea sarcinilor de muncă observate, așa cum s-a explicat anterior, urmată de extragerea consumului de timp la nivelul fiecărui element de muncă constatat și încadrat într-o anumită categorie de sarcini de muncă. În vederea stocării datelor s-au utilizat foi de calcul Microsoft Excel (Figura 3, partea stângă), ce au fost organizate pe subiecți luați în studiu, zile și locuri de studiu, în care s-au înscris timpii de început și de sfârșit pe elemente de muncă în ordinea firească de desfășurare, mai întâi la nivel global, însoțiți de coduri sugestive pentru fiecare în parte. Apoi, prin aplicarea unor funcții logice asupra setului de date inițiale privind consumul de timp, s-a recurs la organizarea datelor pe coloane (Figura 3, partea dreaptă).

A doua direcție de prelucrare a datelor a constat în estimarea nivelului de dificultate a muncii, fiind utilizate datele colectate cu privire la ritmul cardio-vascular al subiecților, inclusiv indicatorii derivați din aceasta. Pentru fiecare subiect a fost evaluată activitatea cardio-vasculară la nivelul locului de studiu, zilei de muncă și sarcinii de muncă folosindu-se ca indicator „rezerva de puls” (*eng. heart rate reserve - %HRR*), așa cum este definit acest indicator, de Rodahl (1989). Alegerea indicatorului *%HRR* pentru a fi utilizat în acest studiu s-a bazat pe modul de aplicare limitat al mediei pulsului la nivel de sarcină pentru indivizi aparținând unor grupuri de vârstă diferite (Astrand și Rodahl, 1986). De asemenea, este cunoscut faptul că



pulsul mediu este un bun predictor al efortului fizic doar în domeniul 100 - 140 bpm (Helander, 2006). Din moment ce condițiile de studiu nu au permis testarea subiecților în vederea determinării pulsului maxim (*HRmax*), pe baza unui protocol prestabilit, acest indicator a fost estimat folosindu-se formula consacrată  $HRmax = 220 - \text{vârsta (ani)}$  (e.g. Rohadl, 1989). Pentru fiecare observație colectată în teren cu privire la puls (1 secundă), s-au atribuit coduri specifice care descriu sarcina de muncă prin utilizarea ca referință a etichetelor temporale și a înregistrărilor video ca sursă de documentare a datelor.

Al treilea pas a constat din estimarea riscului de îmbolnăvire profesională prin dezvoltarea de BMS care a fost evaluat pentru fiecare subiect, zi de observare și loc de studiu prin utilizarea sistemului Ovako Working posture Analysis System (OWAS), după cum acesta a fost descris în premieră de Karhu et al. (1977), apoi detaliat (e.g. Hellander, 2006) și analizat în vederea oportunității aplicării sale în operații forestiere (Corella-Justavino et al., 2015). Alegerea acestui sistem (metodă) de analiză postural-ergonomică a fost bazată pe istoricul său în utilizarea relaționată cu operațiile forestiere (Calvo, 2009; Cheța et al., 2018; Zanuttini et al., 2005), posibilitatea de a se lua în studiu întreg corpul subiecților analizați (David, 2005; Karhu et al., 1977), ușurința în utilizare deoarece este o metodă simplă (Corella-Justavino et al., 2015; Karhu et al., 1977) și posibilitatea de a compara rezultatele obținute (e.g. Spinelli et al., 2016), incluzând aici comparațiile cu rezultatele descrise pentru alte industrii, tocmai în vederea clasificării cât mai corecte a muncii forestiere în cadrul general al muncii.

Pentru utilizarea acestui sistem (metodă), ale cărei proceduri de lucru sunt descrise în detaliu, de exemplu, în Corella-Justavino et al. (2015) și în Helander (2016), fiecare dintre fișierele video colectate în teren a fost fragmentat în imagini (frame-uri) extrase la un interval de o secundă. Pentru aceasta s-a utilizat programul software *Free video to JPG converter v.5.0.101 build 201*. Fișierele video, organizate după procedurile expuse anterior, au fost folosite pentru extragerea randomizată a unui număr de imagini (frame-uri) proporțional cu lungimea lor, pe baza unor numere aleatorii generate în Microsoft Excel, pentru fiecare subiect, loc de studiu și fișier video extrăgându-se un număr exact de 100 de imagini pentru analiză pentru fișierele video având o durată de 20 de minute iar pentru cele care nu au totalizat această durată s-a extras un număr de imagini proporțional cu durata lor, pornindu-se de la paritatea descrisă anterior. Această abordare a condus la o analiză preliminară a unui număr de 4.539 imagini. Dintre acestea, imaginile care nu au furnizat informația necesară pentru analiza integrală a corpului fiecărui subiect, au fost considerate a fi invalide și s-au exclus din studiu. Aproximativ 71% (3.815) dintre imaginile inițiale au fost reținute ca fiind valide și au fost utilizate în analiza statistică (**Tabelul 7**). Timpul total analizat a fost de aproximativ 18 ore de operații observate în teren.

**Tabelul 7.** Numărul de fișiere video și imagini luate în analiză pentru operații manuale de plantare a sadelor de plop

Locul studiului și ziua de observare	Număr muncitori analizați	Numărul de fișiere video colectate	Numărul de imagini extrase pentru analiza posturală a fiecărui subiect	Numărul de imagini preanalizate	Numărul de imagini valide
<i>L1 x 08.11.2018</i>	2	6	600	986	829
<i>L2 x 09.11.2018</i>	2	12	1.200	2.003	1.620
<i>L3 x 08.12.2018</i>	2	9	900	1.550	1.366
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>2.700</b>	<b>4.539</b>	<b>3.815</b>

Analiza posturală a fost implementată sub forma unei analize detaliate a posturilor spatelui, brațelor și picioarelor, în conformitate cu sistemul OWAS, fiind urmată de codificarea datelor în foi de calcul Microsoft



Excel. Din moment ce exercitarea forței a fost dificil de evaluat, această componentă a analizei a fost considerată a fi încadrată în categoria 1, conform căreia exercitarea forței și/sau masele deplasate/manipulate nu au depășit 10 kg. Această presupunere a fost bazată pe evaluarea subiectivă a conținutului imaginilor dar a fost consistentă în ceea ce privește tipul și masa uneltelor manipulate de subiecții luați în studiu. Apoi, pe baza codurilor atribuite și prin utilizarea unor proceduri programatice scrise în *Visual Basic for Applications* (VBA), s-au atribuit automat categoriile de acțiune (**AC**) pentru fiecare imagine validă. Pe baza categoriilor de acțiune atribuite și pe baza frecvenței de apariție a acestora s-a estimat indicele de risc postural (**PRI**) care a fost calculat pe baza celor descrise în Zanuttini et al. (2005) și în Spinelli et al. (2016). Fiind un indicator agregat, **PRI** a fost utilizat în continuare pentru a evalua în ce măsură subiecții luați în studiu sunt expuși la riscuri de dezvoltare **BMS**.

O etapă suplimentară, care a fost întreprinsă pentru a îmbunătăți comparabilitatea, a constat în regruparea și recodificarea sarcinilor pentru a descrie doar patru categorii de sarcini: **deplasare** - care a grupat toate cadrele reorganizate (**Tabelul 7**) în care subiecții au fost identificați ca mișcându-se între gropi de plantare, deplasându-se în locul de plantare pentru a aduce material de plantare și așa mai departe, **distribuire** - care a grupat cadrele reorganizate reprezentând acțiuni de mișcare și plasare a materialului de plantare în apropierea gropilor, **plantare** - care a presupus gruparea tuturor imaginilor reorganizate care au descris acțiuni precum ascuțitul sadelor, așezarea sadelor în gropi, umplerea gropilor cu sol și compactarea solului etc. și **odihnă**, după cum ultima a fost descrisă anterior.

Analiza posturală a urmărit estimarea indicelui de risc postural (**PRI**), descris de Zanuttini et al. (2005) care este utilizat frecvent în știința relaționată cu operațiile forestiere (e.g. Borz et al., 2019a; Cheța et al., 2018; Marogel-Popa et al., 2019a; Spinelli et al., 2016; Spinelli et al., 2018); estimările s-au făcut la nivel de sarcină, subiect și operație. Pentru aceasta, datele de intrare au fost agregate în seturi de date care au caracterizat aceste trei niveluri. Din acest punct de vedere, codurile atribuite atunci când se utilizează metoda OWAS sunt formate din patru cifre (e.g. Corella-Justavino et al., 2015; Helander, 2006) și pot fi documentate suplimentar printr-o descriere a sarcinii de muncă (Helander, 2006) căreia îi aparține o anumită imagine (adică un cadru extras dintr-un fișier video sau o observație de teren realizată prin mijloace vizuale). Codurile care descriu situațiile date de postura spatelui (4 posturi), brațelor (3 posturi), picioarelor (7 posturi) și exercitării forței (3 categorii) duc la un număr de 252 de combinații posibile (e.g. Calvo, 2009; Corella-Justavino et al., 2015). Indicele de risc postural este calculat pe baza frecvenței relative a observațiilor care se încadrează în cele patru categorii de acțiuni și poate lua valori în intervalul 100-400 (Corella-Justavino et al., 2015). Pe baza celor de mai sus, indicele de risc postural (**PRI**) reprezintă un bun indicator pentru a verifica dacă datele prelevate dintr-o populație (subiectul care lucrează într-un anumit loc de studiu, tip de operație) fie descriu o stare sustenabilă din punct de vedere ergonomic, fie indică nevoia de îmbunătățire. Ca atare, **PRI** poate lua, pentru cazuri concrete, valori între 100 și 400, unde valorile de 100 corespund categoriei de acțiune **AC1**, 200 categoriei **AC2**, 300 categoriei **AC3** și 400 categoriei **AC4**, în timp ce valorile intermediare trebuie analizate pentru a se atribui categoriei celei mai adecvate. În același timp, categoria **AC1** indică faptul că nu trebuie luate măsuri de îmbunătățire a muncii, în timp ce categoria **AC4** indică faptul că trebuie luate măsuri urgente de îmbunătățire a muncii din punct de vedere postural-ergonomic (e.g. Corella-Justavino et al., 2015; Deeney și O'Sullivan, 2009; Karhu et al., 1977). Valorile apropiate de 100 caracterizează o stare bună din punct de vedere postural, în timp ce valorile apropiate de 400 reflectă o nevoie urgentă de îmbunătățire (Zanuttini et al., 2005). Deoarece **PRI**-urile au fost calculate la nivel de sarcină de muncă, subiect și operație, acest lucru a oferit posibilitatea de a compara vizual datele.

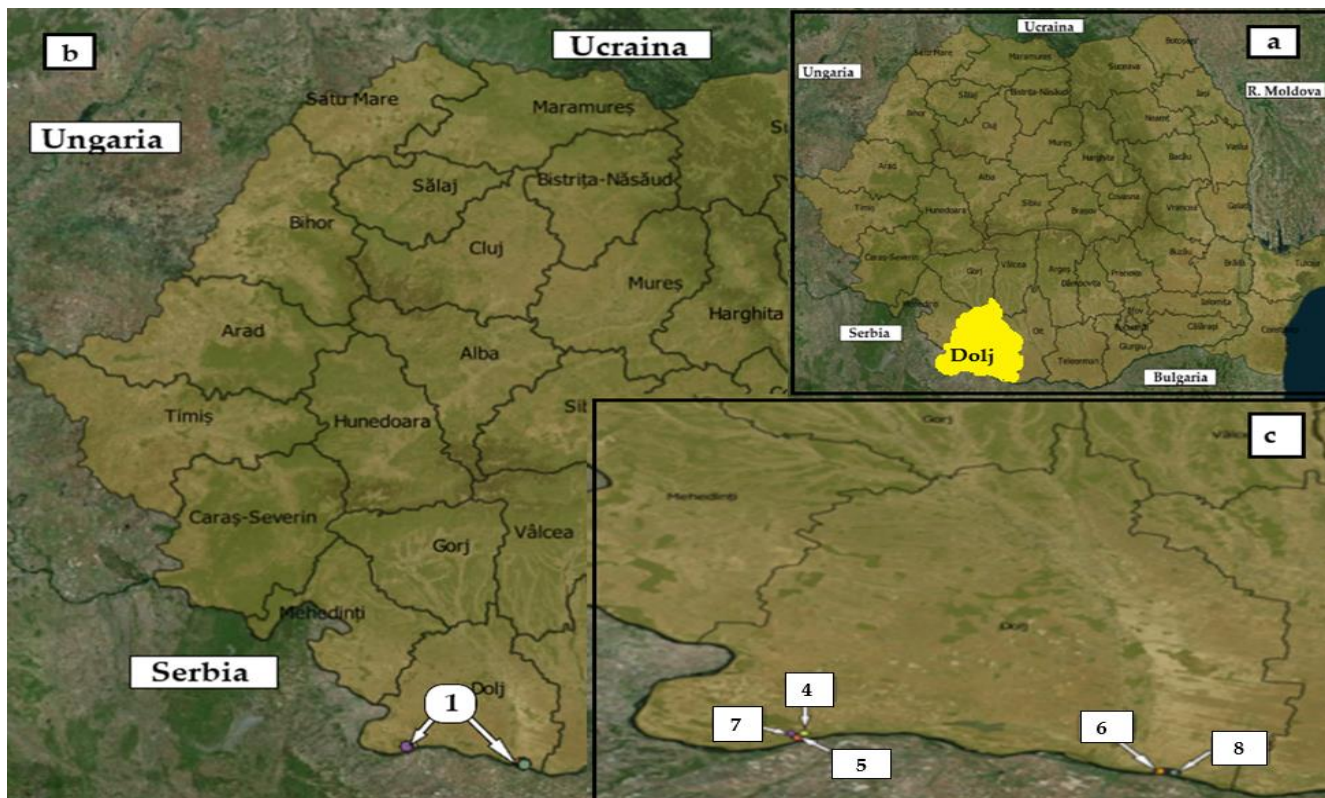
### 2.2.1.6. Analiza statistică a datelor pentru operațiile manuale de plantare a sadelor de plop

La analiza statistică a datelor pentru operațiile manuale de plantare a sadelor de plop s-a ținut cont de faptul că datele agregate provenite de la fiecare muncitor, într-o anumit loc de studiu și zi de lucru, au fost eterogene. Ca urmare, nu s-au utilizat teste de comparație statistică pentru a evidenția diferențele dintre muncitori și alți factori ci, mai degrabă, a fost vizată caracterizarea operațiilor respective din punct de vedere al includerii variabilității. Această abordare implică includerea variabilității produse de diferiți factori (Acuna et al., 2012) precum cei privind variabilitatea în antropometria și capacitatea umană, variabilitatea uneltelor utilizate și condițiile diferite ale mediului operațional. Astfel, în studiu s-au calculat și raportat statisticile descriptive ce caracterizează tendința centrală, împreună cu unii indicatori ai variabilității. Performanța productivă, sub raportul consumului de timp și al eficienței, s-a raportat sub forma timpului total consumat, proporției de participare a consumului de timp pe sarcini de muncă și a indicatorilor productivității. Pentru caracterizarea efortului cardio-vascular la nivel de sarcină de muncă și la nivel de studiu au fost utilizate valorile medii iar proporția consumului de timp pe categorii de intensitate a muncii a fost utilizată pentru caracterizări similare. Datele privind analiza posturală au fost calculate ca proporții pe categorii de acțiune la nivel de subiect și studiu, urmând ca apoi aceste date să fie utilizate la calcularea indicilor de risc postural la nivel de subiect și studiu. Aceste date au fost însoțite de o analiză mai detaliată a posturilor spatelui, brațelor și picioarelor pentru a se pune în evidență posibilitățile de îmbunătățire a sarcinilor de muncă. Pentru aceasta, proporțiile de participare ale posturilor spatelui, brațelor și picioarelor la nivel de coduri specifice au fost analizate pentru toate datele luate în studiu. Analizele statistice menționate anterior au fost realizate, în totalitate, în programul de calcul Microsoft Excel.

### 2.2.2. Operații manuale de plantare a puietilor de plop

#### 2.2.2.1. Localizarea studiului pentru operații manuale de plantare a puietilor de plop

Pentru monitorizarea performanței operaționale în plantarea manuală a sadelor de plop, au fost selectate cinci suprafețe parcurse cu astfel de operații, localizate în partea de sud-est a României, în județul Dolj (**Figura 4**), pe raza de activitate a ocoalelor silvice Dăbuleni și Poiana Mare. Alegerea suprafețelor în cauză s-a realizat pe baza unor criterii similare celor expuse în cazul studiilor realizate pentru plantarea sadelor de plop. Primul loc de studiu (**L4**) a fost selectat în cadrul unității de producție IV Rast, în cadrul unității amenajistice 22C, de pe raza ocolului silvic Poiana Mare. În această suprafață, observațiile de teren s-au realizat în data de 24.11.2018. Cea de a doua suprafață de studiu (**L5**) a fost selectată în cadrul aceluiași teritoriu forestier, în unitatea amenajistică 43A, unde studiul de teren a fost realizat în data de 27.11.2018. Principalele diferențe dintre cele două suprafețe luate în studiu au constat doar din muncitorii selectați pentru realizarea operațiilor. Cea de-a treia suprafață (**L6**) a fost selectată în cadrul teritoriului forestier gestionat de ocolul silvic Dăbuleni (unitatea de producție I Călărași, unitatea amenajistică 7A, 2D). A patra suprafață (**L7**) a fost selectată pe raza ocolului silvic Poiana Mare, în unitatea de producție IV Rast, în cadrul unităților amenajistice 31F și 31N, cu diferențe principale față de **L4** și **L5** constând în muncitorii selectați. Observațiile au avut loc în data de 07.12.2018. Cea de-a cincea suprafață (**L8**) a fost selectată în cadrul teritoriului forestier gestionat de ocolul silvic Dăbuleni (unitatea de producție I Călărași, unitatea amenajistică 10A, 9D), cu aceleași diferențe față de **L6** constând în muncitorii selectați, data observării fiind 12.12.2018.



**Figura 4.** Localizarea generală a suprafețelor luate în studiu pentru observarea operațiilor manuale de plantare a puiștilor de plop

Sursa: prelucrare în QGis pe baza stratului conținând suprafețele județelor din România, imagini aeriene din stratul Open Layer Bing® și datele GPS colectate de dispozitivele Polar® V800. Legendă: a - localizarea studiului în cadrul teritoriului național; b - localizarea zonelor de studiu în cadrul județului Dolj; c - localizarea de detaliu a suprafețelor luate în studiu: 4 - suprafața L4, 5 - suprafața L5, 6 - suprafața L6, 7 - suprafața L7, 8 - suprafața L8.

Principala diferență între locurile luate în studiu de pe raza ocolului silvic Dăbuleni (L4, L5, L7) și cele de pe raza ocolului silvic Poiana Mare (L6 și L8) a constat din schema diferită de plantare, care a fost de 5x4 m, respectiv 3x2 m. În L6, observațiile de teren au fost realizate în 14.12.2018. În primele două suprafețe selectate, specia plantată a constat din plop alb (*Populus alba* L.) în timp ce în L6 specia plantată a fost plopul euramerican - *Populus x euroamericana* (Dode) Guinier). Principalele caracteristici staționale ale suprafețelor luate în studiu se redau, în detaliu, în Tabelul 8. După cum se observă, condițiile referitoare la pregătirea terenului au fost similare în toate suprafețele luate în studiu. Diferențele principale au fost cele legate de tipul de sol în care s-au realizat operațiile de plantare; astfel, tipul de sol a fost psamosol în L4, L5 și L7, respectiv aluviosol în locațiile L6 și L8. Schemele de plantare au fost strânse în L4, L5 și L7 și mai largi în L6 și L8. Mărimea aproximativă a suprafețelor parcurse a fost de circa 0,16 ha în L4, de 0,11 ha în L5, de 0,36 ha în L6, 0,16 ha în L7 și 0,49 ha în L8 (Tabelul 8) fiind considerată a fi reprezentativă pentru studiul de față și reprezentând un procent de eșantionare cuprins între 6 și 27% din suprafețele totale ale unităților amenajistice menționate anterior.

**Tabelul 8.** Caracteristici de bază ale suprafețelor luate în studiu pentru observarea operațiilor manuale de plantare a puieților de plop

Parametru	Unitate de măsură	L4	L5	L6	L7	L8
<b>Localizare spațială</b>						
Coordonate geografice	-	N 43°50'51.35" E 23°36'06.75"	N 43°50'12.70" E 23°11'10.63"	N 43°45'01.60" E 23°57'33.55"	N 43°50'49.75" E 23°10'19.30"	N 43°44'49.21" E 23°59'33.56"
Altitudinea medie	m	35	35	33	35	33
<b>Localizare temporală</b>						
Data studiului		24.11.2018	27.11.2018	14.12.2018	07.12.2018	12.12.2018
<b>Date administrative</b>						
Județul	-	Dolj	Dolj	Dolj	Dolj	Dolj
Ocolul silvic	-	Poiana Mare	Poiana Mare	Dăbuleni	Poiana Mare	Dăbuleni
Unitatea de producție	-	IV Rast	IV Rast	I Călărași	IV Rast	I Călărași
Unitatea amenajistică	-	22C	43A	7A, 2D	31F,31N	9D,10A
Suprafața u.a.	ha	2,91	1,45	1,81	1,61	4,16
<b>Date operaționale</b>						
Specia	-	PLA	PLA	PLEA	PLA	PLEA
Suprafața parcursă	ha	0,16	0,11	0,49	0,16	0,49
Tipul de sol	-	Psamosol gleic (psamosol gleizat)	Psamosol gleic (psamosol gleizat)	Aluvisol entic gleic (protosol aluvial gleizat)	Psamosol eutric (psamosol tipic)	Aluvisol entic gleic-aluviosol entic (protosol aluvial gleizat - protosol aluvial tipic)
Textura	-	Nisipos fin-mijlociu	Nisipos fin-mijlociu	Variabilă nisip, lut, argilă	Nisipoasă	nisipoasă și straturi subțiri cu nisipuri lutoase și luto-nisipoase
Starea solului	-	Pregătit <sup>1</sup>	Pregătit <sup>1</sup>	Pregătit <sup>1</sup>	Pregătit <sup>1</sup>	Pregătit <sup>1</sup>
Tipul de groapă	cm×cm	60×60	60×60	60×60	60×60	60×60
Schema de plantare	m×m	3×2	3×2	5×4	3×2	5×4

**Notă:**<sup>1</sup> - teren și sol pregătit prin operații de pregătire mecanizată a terenului (scos cioate, scarificare, nivelare), arare și discuire.

### 2.2.2.2. Selectarea muncitorilor pentru studiul operațiilor manuale de plantare a puieților de plop

Similar celor expuse în cazul plantării de sade, precum și în conformitate cu practica locală, s-au selectat pentru studiu câte doi muncitori în fiecare loc de studiu. Aceștia au fost aleși utilizându-se, în principiu, aceleași criterii ca și în cazul operațiilor de plantare a sadelor de plop. Trebuie menționat faptul că, pentru operații similare de plantare manuală a puieților, normativele de timp și producție descriu formații de muncă compuse din doi până la cinci muncitori (Lupușoru et al., 1997). Acest motiv, relaționat cu disponibilitatea tehnicii de monitorizare și a dispozitivelor utilizate pentru cercetare, a determinat selectarea doar a câte doi muncitori pentru fiecare loc și zi de studiu. Pentru studiul cu privire la operațiile de plantare a puieților de plop s-a ales un număr de 10 subiecți (**Tabelul 9**), cu precizarea că aceștia au lucrat grupat în fiecare loc luat în studiu, îndeplinind, fiecare în parte, toate (sau mare parte din) sarcinile specifice plantării. De asemenea, subiecții selectați au fost diferiți pentru locurile luate în studiu, cu excepția subiectului **S4** care a fost monitorizat în două locuri de studiu diferite, după cum se observă în **Tabelul 9**. Același subiect a fost identificat și în **L2** la operația de plantare manuală a sadelor de plop (**Tabelul 1**).

**Tabelul 9.** Caracteristici antropometrice de bază ale subiecților luați în studiu pentru operațiile manuale de plantare a puietilor de plop

Subiect	Caracteristici antropometrice de bază				Suprafața de studiu
	vârsta (ani)	înălțimea (m)	masa (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
<i>S4</i>	50	1,82	95	28,68	<i>L4, L5</i>
<i>S7</i>	49	1,70	78	26,99	<i>L4</i>
<i>S8</i>	48	1,70	80	27,68	<i>L5</i>
<i>S9</i>	51	1,75	83	27,10	<i>L6</i>
<i>S10</i>	40	1,69	85	29,76	<i>L6</i>
<i>S11</i>	54	1,70	75	25,95	<i>L7</i>
<i>S12</i>	52	1,65	55	20,20 <sup>1</sup>	<i>L7</i>
<i>S13</i>	28	1,80	70	21,60 <sup>1</sup>	<i>L8</i>
<i>S14</i>	51	1,75	83	27,10	<i>L8</i>

**Notă:** <sup>1</sup> - indice de masă corporală normal. Restul subiecților intră în categoria supraponderal.

Obiceiurile proprii de natură comportamentală ale subiecților selectați ce au fost preluate din declarațiile consimțite ale acestora, se prezintă astfel: *S4* - Consum de alcool în cantitate de 2-3 beri/zi, nu consumă cafea, fumează 1/2 pachet țigări/zi; *S7* - Consum de alcool ocazional, consum de 2 cafele/zi dimineața, nefumător; *S8* - Consum de alcool moderat, consum de 1 cafea/zi dimineața, fumează 1/2 pachet țigări/zi; *S9* - Consum de alcool moderat, consum de 1 cafea/zi dimineața, nefumător; *S10* - consumă de alcool ocazional, nu consumă cafea, nefumător; *S11* - Consum de alcool moderat, consum de 3 cafele/zi dimineața și la prânz, nefumător; *S12* - Consum de alcool ocazional, consum de 3 cafele/zi dimineața și la prânz, fumează 1 pachet țigări/zi; *S13* - Consum de alcool moderat, consum de 1 cafea/zi dimineața, fumează 1/2 pachet țigări/zi; *S14* - Consum de alcool moderat, consum de 1 cafea/zi dimineața, nefumător.

### 2.2.2.3. Organizarea muncii în operații manuale de plantare a puietilor de plop

Similar operațiilor de plantare a sadelor, organizarea muncii în plantarea de puieti de plop este destul de simplă; din aceleași considerente pentru care nu au putut fi separate cicluri de muncă în operațiile de plantare a sadelor, nu s-au separat cicluri de muncă nici în cazul operațiilor de plantare a puietilor. Merită precizat aici faptul că, în practica curentă, astfel de operații sunt realizate de echipe mult mai mari de muncitori (10-15 muncitori), fără o distincție prea clară între sarcinile de muncă de îndeplinit de către fiecare muncitor.

Din aceste motive, observațiile s-au realizat la nivel de subiect luat în studiu, prin luarea în considerare a fazelor descrise în **Tabelul 10**. Puietii utilizați pentru plantare în studiul de față au prezentat următoarele caracteristici: puieti de plop cu rădăcină nudă din specia *PLA*, de talie mijlocie, cu un diametru mediu la colet de 8 mm și o înălțime medie de 150 cm, respectiv puieti de plop cu rădăcină nudă din specia *PLEA*, de talie mare, cu diametrul mediu la colet de 15 mm și o înălțime medie de 250 cm. Aceștia au fost asigurați de la pepiniera silvică Zăval aparținând ocolului silvic Sadova, județul Dolj și au fost transportați la suprafețele de plantat cu ajutorul mijloacelor de transport echipate corespunzător, pe o distanță de circa 65 km în cazul *L4*, 68 km în cazul *L5*, 20 km în cazul *L6*, 67 km în cazul *L7* și 19 km în cazul *L8*.



**Tabelul10. Elemente de muncă, abrevieri, descriere și observații pentru operațiile manuale de plantare a puietilor de plop**

Element de muncă (timp)	Abreviere	Descriere	Observații
Pauză tehnică	<i>PT</i>	Constă din diverse acțiuni necesare pentru menținerea capacității de operare a uneltelor de lucru, acestea fiind delimitate în succesiunea normală a timpului pe baza observării unor astfel de acțiuni. Punctul de început a fost fixat la sesizarea intenției de a executa această acțiune iar punctul de sfârșit a fost stabilit la momentul sesizării intenției de a definitiva acțiunea respectivă.	Această categorie de elemente de muncă a apărut cu caracter aleator, nefiind cauzată de modul specific de organizare a muncii.
Pauză personală	<i>PP</i>	Însumează acțiunile diverse ce sunt necesare menținerii capacității de muncă a subiecților, cuprinzând însă și activități suplimentare care au fost observate în timpul studiului și care au fost încadrate la această categorie, asigurând refacerea fizică a acestora.	Acțiuni sau activități de durată relativ scurtă și cu frecvență mai mare, constând din consumarea de lichide, odihnă etc.
Pauză de masă	<i>PM</i>	Constă în pauzele necesare consumului de alimente în vederea menținerii capacității productive.	Acțiune de durată mai mare constând din luarea mesei.
Pauză cauzată de studiu	<i>PS</i>	Însumează toate acțiunile necesare pentru reglajul instrumentelor de măsurare, observații asupra parametrilor înregistrați de acestea, explicații oferite subiecților de către observator în legătură cu modul de desfășurare a studiului.	-
Distribuire puieti	<i>DP</i>	Grupează diversele acțiuni legate de deplasarea puietilor de plop de la locul unde sunt depozitați în interiorul suprafețelor de împădurit până la gropile executate pentru plantat și punerea acestora în interiorul gropilor. Punctul de început a fost fixat la sesizarea intenției de a ridica snopul de puieti iar punctul de sfârșit a fost stabilit la momentul definitivării acțiunii respective, cu mențiunea că distanța medie de deplasare a snopilor a fost de circa 50 de metri.	Cuprinde atât deplasările în gol cât și cele în plin ale subiectului cu condiția ca acțiunea îndeplinită să se realizeze în scopul distribuirii puietilor.
Deplasare aducere puieti	<i>DAP</i>	Element de muncă ce constă în purtarea manuală a puietilor de plop de la mijlocul de transport staționat la marginea șantierului de împădurit înspre interiorul acestuia, până în apropierea gropilor pentru plantat. Începutul a fost fixat la sesizarea intenției de a ridica snopul de puieti de la mijlocul de transport iar punctul de sfârșit a fost stabilit la momentul când subiectul ajunge în punctul unde depozitează temporar puietii.	Cuprinde atât deplasările în gol cât și cele în plin ale subiectului, cu condiția ca acțiunea îndeplinită să constea în purtarea manuală a puietilor de plop.
Astupat și tasat pământul în gropi	<i>AB</i>	Element de muncă constând din îndreptarea aproximativă a puietului, tragerea pământului din apropiere în groapă, cu ajutorul uneltelor manuale sau cu piciorul, până la aproximativ jumătate din adâncimea acesteia, tasarea pământului cu piciorul, tragerea și adăugarea din nou de pământ în groapă, în 2-3 reprize, urmate de fiecare dată de o tasare cu piciorul a acestuia, până când groapa se umple cu pământ, asigurându-se un bun contact al rădăcinilor puietilor cu solul. Punctul de început a fost fixat atunci când muncitorul inițiază acțiunea de îndreptare a puietului iar punctul de finalizare a fost stabilit atunci când muncitorul a tasat inclusiv ultimul strat de pământ din groapă, aceasta fiind plină.	Cuprinde și mici mișcări sau deplasări ale subiectului și puietilor, cu condiția ca acestea să se realizeze în scopul astupării și tasării acestora.
Deplasare de la un puiet la altul	<i>D</i>	Element de muncă ce constă în deplasarea muncitorului, fără a purta puieti, de la groapa de plantare a unui puiet la groapa de plantare a următorului puiet și începe la momentul terminării operației de astupare și tasare a pământului în groapa puietului anterior și se finalizează când subiectul ajunge la puietul următor.	-
Descărcare puieti	<i>DEP</i>	Element de muncă ce constă în descărcarea manuală a puietilor din mijlocul de transport prin ridicarea din acesta a snopilor de puieti de plop de către muncitor și predarea snopilor către muncitorul aflat în apropierea mijlocului de transport care îi depune în vecinătatea acestuia. Este inițiat când muncitorul începe operația de descărcare a puietilor din mijlocul de transport și se finalizează când acesta pleacă de la locul de descărcare spre șantierul de împădurire.	Cuprinde și mici mișcări sau deplasări ale muncitorului și puietilor, cu condiția ca acestea să se realizeze în scopul descărcării acestora.
Întoarcere după distribuie puieti	<i>IDDP</i>	Constă din deplasarea subiectului, fără a purta puieti, de la ultima groapă în care au fost introduși puieti până la locul (groapa) curentă de plantare.	-
Deplasare între șantierele de împădurire	<i>DMIS</i>	Element de muncă constând din deplasarea muncitorului, fără a purta puieti, de la un șantier de împădurire unde s-a finalizat acțiunea de plantare la alt șantier de împădurire unde urmează a se executa lucrări de aceeași natură. Este inițiat la momentul când începe deplasarea muncitorului de la șantierul anterior și se finalizează când muncitorul ajunge la noul șantier de împădurire.	Deplasarea făcută pedestru, fără a se folosi un mijloc de transport al muncitorului, pe o distanță de maxim 1 km.

#### 2.2.2.4. Condițiile meteorologice pe durata observațiilor asupra operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop

Condițiile meteorologice pe durata efectuării studiilor în cele cinci locuri au fost evaluate utilizându-se proceduri similare celor descrise în cazul operațiilor de plantare a sadelor. Datele cu privire la acest aspect se prezintă în Tabelul 11.

**Tabelul 11.** Date de caracterizare a (micro)climatului de muncă pe durata observațiilor efectuate asupra operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop

Locul studiului	Data observației	Temperatura medie a aerului (°)	Umiditatea relativă medie a aerului (%)	Gradul mediu de acoperire a cerului cu nori (%)	Viteza medie a vântului (m×s <sup>-1</sup> )
<i>L4</i>	24.11.2018	4,3	95,0	100	2,8
<i>L5</i>	27.11.2018	4,0	99,7	100	2,1
<i>L6</i>	14.12.2018	1,2	79,9	100	2,6
<i>L7</i>	07.12.2018	0,3	93,4	100	2,2
<i>L8</i>	12.12.2018	5,2	65,7	90	6,3

Din aceleași motive care s-au expus în cazul operațiilor de la plantarea manuală sadelor de plop, și în acest caz s-a considerat faptul că muncitorii luați în studiu nu au fost expuși la stres termic.

#### 2.2.2.5. Colectarea și prelucrarea datelor de teren. Analiza statistică a datelor în operații manuale de plantare a puietilor de plop

Colectarea și prelucrarea datelor de teren s-a făcut de o manieră similară celor expuse în cadrul subcapitolului referitor la operațiile manuale de plantare a sadelor de plop. Acestea au presupus toate procedurile specifice de colectare prin utilizarea de camere video precum și cele de colectare a datelor cu privire la ritmul cardiac. Datele au fost procesate de o manieră similară celor de la plantarea de sade cu diferențele constând din distribuirea lor pe un nou set de elemente de muncă și din faptul că, pentru *L5*, camera video a înregistrat fișiere video succesive cu o durată medie de doar 3 minute fiecare.

**Tabelul 12.** Numărul de fișiere video și imagini luate în analiză în operații manuale de plantare a puietilor de plop

Locul studiului	Număr muncitori analizați	Numărul de fișiere video colectate	Numărul de imagini extrase pentru analiza posturală a fiecărui subiect	Numărul de imagini preanalizate	Numărul de imagini valide
<i>L4</i>	2	20	2.000	3.332	2.880
<i>L5</i>	2	81	1.215	2.013	1.684
<i>L6</i>	2	12	1.200	1.489	1.470
<i>L7</i>	2	14	1.400	1.985	1.865
<i>L8</i>	2	17	1.700	2.913	2.750
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>144</b>	<b>7.515</b>	<b>11.732</b>	<b>10.649</b>



Această abordare a condus la o analiză preliminară a unui număr de 11.732 imagini. Dintre acestea, imaginile care nu au furnizat informația necesară pentru analiza integrală a corpului fiecărui subiect, au fost considerate a fi invalide și s-au exclus din studiu. Aproximativ 71% (10.649) dintre imaginile inițiale au fost reținute ca fiind valide și au fost utilizate în analiza statistică (**Tabelul 12**). Timpul total analizat a fost de aproximativ 49 ore. Analiza statistică a datelor a fost efectuată similar modului în care au fost analizate datele pentru operațiile manuale de plantare a sadelor.

## 2.3. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor de săpare mecanizată a gropilor

### 2.3.1. Operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea sadelor de plop

#### 2.3.1.1. Localizarea studiului pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Pentru monitorizarea performanței operaționale în realizarea gropilor pentru plantat sade, s-a luat în studiu o suprafață parcursă cu astfel de operații, localizată aproape de limita dintre județul Dolj și județul Mehedinți (**Figura 5**), pe raza teritorial-administrativă a ocolului silvic Calafat.



**Figura 5.** Localizarea generală a suprafeței luate în studiu pentru evaluarea performanței operaționale la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat sade

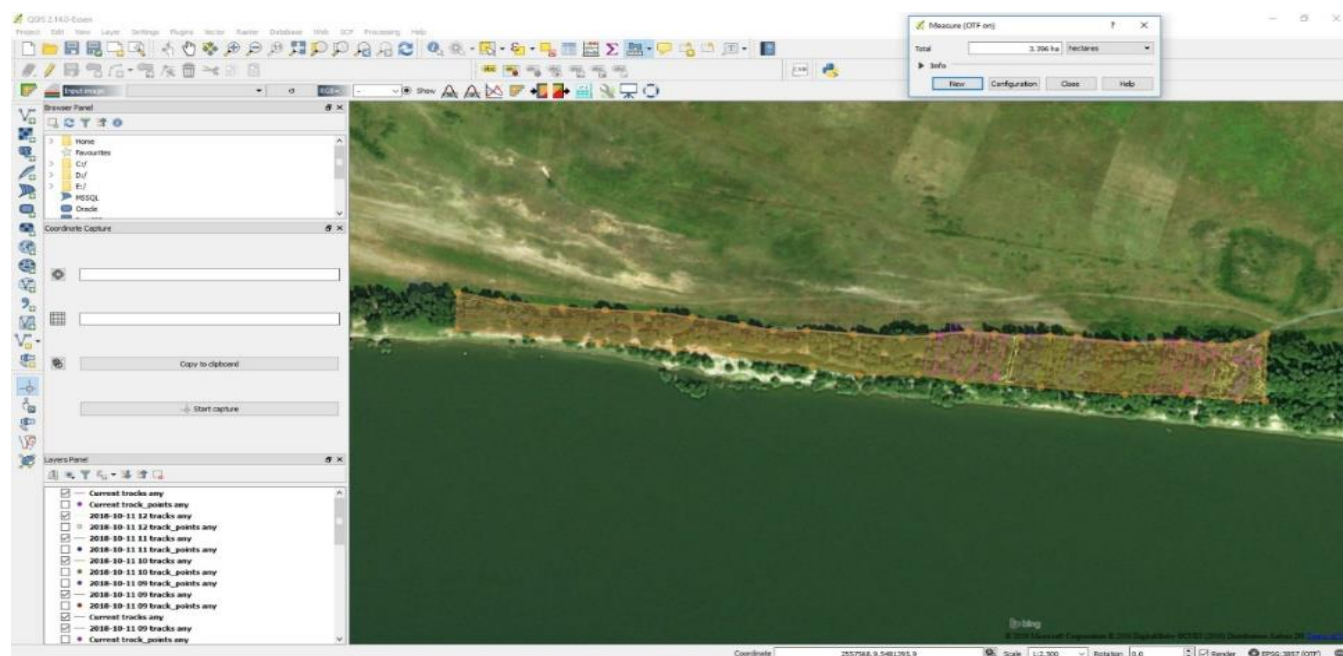
Sursa: prelucrare în QGis pe baza stratului conținând suprafețele județelor din România, imagini aeriene din stratul Open Layer Bing® și datele GPS culese cu ocazia studiului în teren. Legendă: 9 - locul de studiu L9.

Principalele caracteristici staționale ale suprafeței luate în studiu se redau în **Tabelul 13**. Pe durata studiului, suprafața luată în considerare a fost parcursă parțial cu operații de săpare mecanizată a gropilor pentru sade,

în două configurații principale: parcurgere transversală, pe latura mică a suprafeței (**7**) respectiv parcurgere longitudinală, pe latura mare a suprafeței (**L**). Acest mod de organizare a lucrărilor, deși neimpus de studiul de față, a ajutat la compararea rezultatelor cu privire la performanțele operaționale. Aproximativ jumătate din suprafața luată în studiu (**Figura 6**) a fost parcursă în secvență de operare transversală (**7**).

**Tabelul 13.** Caracteristici descriptive de bază ale suprafeței luate în studiu la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat sade

Parametru	Unitate de măsură	L1
<b>Localizare spațială</b>		
Coordonate geografice	°, ', "	N 44°06'09.54" - E 22°58'40.91"
Altitudinea medie	m	40
<b>Localizare temporală</b>		
Datele studiului		10.10.2018, 11.10.2018, 15.10.2018, 17.10.2018, 18.10.2018
<b>Date administrative</b>		
Județul	-	Dolj
Ocolul silvic	-	Calafat
Unitatea de producție	-	I Cetate
Unitatea amenajistică	-	75A%
Suprafața u.a.	ha	5,04
<b>Date operaționale</b>		
Specia	-	PLEA
Suprafața parcursă	ha	2,84
Tipul de sol	-	Aluvisol gleic (aluvial gleizat)
Textura	-	nisipo-lutos la luto-nisipo-mâlos
Starea solului	-	nepregătit
Schema de plantare	m×m	4×4



**Figura 6.** Imaginea de ansamblu a suprafeței luate în studiu în operații de săpare mecanizată a gropilor pentru plantat sade de plop

Sursa: prelucrare în QGis pe baza imaginii aeriene din stratul Open Layer Bing® prin utilizarea ca reper a datelor colectate cu receptorul GPS în zonă. Notă: imaginea aeriană este mai veche în comparație cu datele de desfășurare a studiului.

Suprafața luată în studiu a fost localizată într-o zonă neprotejată prin îndiguire, chiar lângă fluviul Dunărea. Operația de săpare a gropilor pentru sade s-a planificat spre monitorizare pentru o perioadă de o săptămână. Datorită unor deficiențe tehnice ale agregatului folosit, monitorizarea efectivă s-a realizat în cinci zile (10-11, 15 și 17-18.10.2018) de studiu (**Tabelul 13**), pe o durată cumulată ce a depășit 23 de ore.

### 2.3.1.2. Descrierea echipamentelor utilizate la săparea gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Pentru operațiile de săpare a gropilor s-a utilizat agregatul compus dintr-un tractor UTB 650, de construcție autohtonă, echipat cu un burghiu utilizat la forarea gropilor, acționat de la priza de putere a tractorului (**Figura 7, Tabelul 14**).

**Tabelul 14.** Caracteristici tehnice principale ale agregatului folosit în studiu la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat sade

Caracteristica (parametrul)	Unitate de măsură	Valori	Observații
<b>Tractor U650</b>			
<b>Caracteristici generale</b>			
Anul fabricației	-	2004	
Tip	-	-	Universal, pe roți pneumatice, D110, 2 locuri, două axe
Motor	-	-	Diesel în 4 timpi, cu injecție directă
Masa proprie	kg	4.310	-
Masa totală autorizată	kg	5.850	-
Puterea brută	kW/CP	47,8/65	
Turația nominală	rot/min	1.800	
Cilindreea totală	cm <sup>3</sup>	4.760	4 cilindri verticali dispuși în linie
Lungime	mm	4.070	
Lățime	mm	2.370	
Înălțime	mm	2.630	
Tracțiunea	-	-	Sistem de rulare pe roți, cu roțile spate motoare și cele față directoare. Anvelope spate 14,00-38 8PR, anvelope față 6,50-20 8PR sau 7,5-20 8PR
Capacitatea rezervorului de motorină	l	98	
Viteza maximă constructivă	km × h <sup>-1</sup>	29	
<b>Caracteristici materiale</b>			
Metal	kg/%	3.886/90,16	Proporția din masa totală
Cauciuc și plastic	kg/%	200/4,64	Proporția din masa totală
Lichide (carburanți și lubrifianți)	kg/%	193/4,48	Proporția din masa totală
Sticlă	kg/%	30/0,70	Proporția din masa totală
Alte (burete, pânză etc.)	kg/%	1/0,02	Proporția din masa totală
<b>Foreza Selvatici</b>			
Tip	-	-	T11
Înălțime (fără burghiu)	cm	86	
Lungime	cm	290	
Masa	kg	350	
Diametru burghiu	cm	20	
Lungime burghiu	cm	200	
Sistem de reversibilitate	-	-	Da
Putere necesară tractor	kW/CP	66-180/44-132	
<b>Caracteristici materiale</b>			
Metal	kg/%	384/99,42	Proporția din masa totală
Lichide (carburanți și lubrifianți)	kg/%	1/0,29	Proporția din masa totală
Alte (cauciuc, plastic etc.)	kg/%	1/0,29	Proporția din masa totală



Principalele caracteristici tehnice și constructive ale echipamentelor luate în studiu sunt prezentate în **Tabelul 14**. După cum este prezentat în **Figura 7**, agregatul utilizat la săparea gropilor pentru plantat sade a fost compus dintr-un tractor agricol echipat cu un dispozitiv de săpare a gropilor de tip foreză (Selvatici, Italia). Construcția acestui dispozitiv a fost aliniată, ca putere necesară, la performanța tehnic-constructivă a tractorului utilizat (**Tabelul 14**, fiind compus din elementele principale redată în **Figura 7**). Marele avantaj al acestuia (**Figura 7**) rezidă în faptul că tipurile de burghiu montabile pe acesta și operabile de către el pot să varieze într-un domeniu constructiv destul de variat. În cazul de față, acesta a fost echipat cu un burghiu având lungimea de 2 m și un diametru de 20 cm. Cu toate acestea, același dispozitiv, echipat cu un burghiu cu diametrul și lungimea de 60 cm, a fost utilizat pentru executarea gropilor pentru plantat puiți de plop, aspecte ce vor fi la rândul lor tratate în prezenta lucrare.



**Figura 7.** Descrierea de ansamblu a tractorului, echipamentului de săpare, precum și a modalității și schemei de săpare

*Legendă: a) perspectivă cu tractorul și echipamentul de săpare în timpul execuției mecanizate a unei gropi pentru plantarea de sade, b) părțile componente ale echipamentului de săpare: 1 - cadrul agregatului, atașat la tractor, 2 - pivot de reglaj, 3 - cutie de transmisie, 4 - furcă de susținere, 5 - burghiu (diametru de 20 cm și lungime de 200 cm), c) detaliu de indicare a mecanismului de transmisie, d) detaliu de indicare a înălțimii burghiului, e) suprafața după operare, f) detaliu de caracterizare a gropii rezultate prin săpare.*

### 2.3.1.3. Modul de organizare a muncii în operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Modul de organizare a muncii în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea sadelor de plop este simplă, constând, în general, din manevre de deplasare ale tractorului intercalate cu acțiuni de săpare a gropilor de plantat prin burghiere (forare). Elementele menționate, identificate odată cu realizarea studiului în teren și validate ca prezentă în structura consumului de timp de muncă pe baza vizionării fișierelor video colectate în teren, sunt prezentate, în detaliu, în **Tabelul 15**.

**Tabelul 15.** Descrierea modului de organizare a muncii și a elementelor de muncă identificate în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru sade

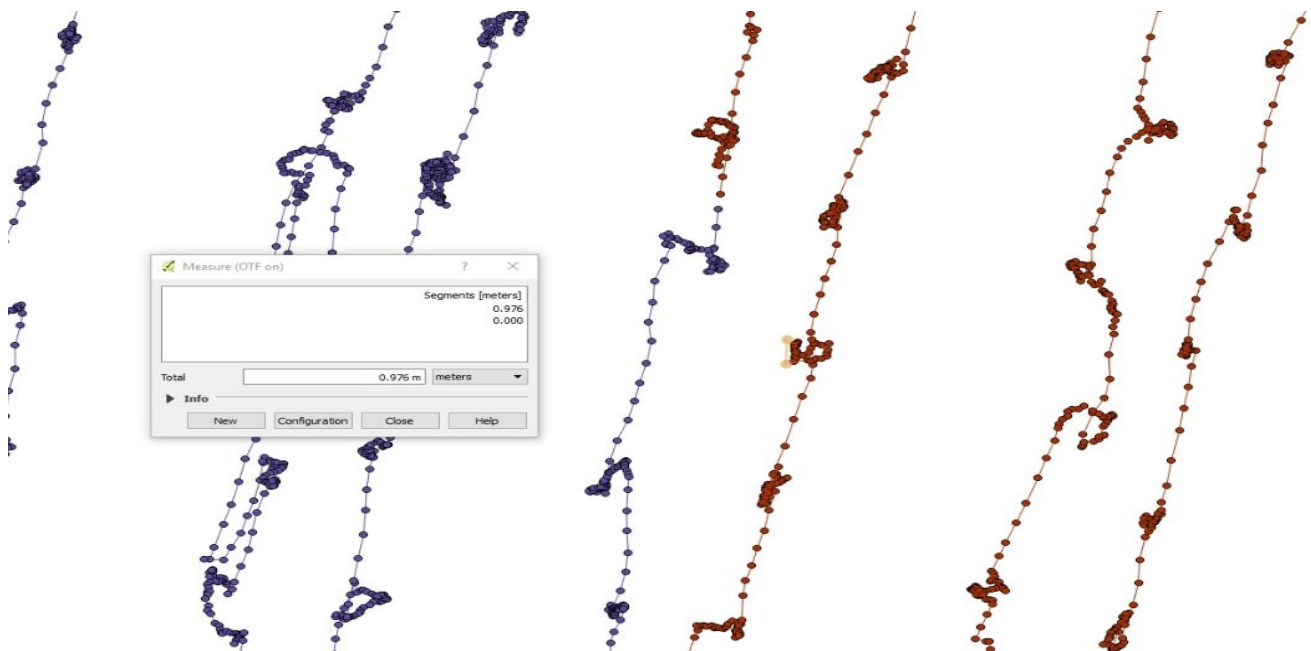
Element de muncă (timp)	Abrevierea folosită în studiu	Descriere	Observații
Manevre de deplasare și poziționare	<i>MT</i>	Element de muncă constând din deplasarea între pozițiile în care s-a prevăzut săparea gropilor, manevre suplimentare de poziționare în preajma acestora, inclusiv opriri de durată scurtă intercalate între manevrele de mai sus pentru a putea fi luată o decizie privind locul de săpare a unei gropi. Include manevrele de capăt pentru întoarcere precum și manevre de tranzitare a suprafeței.	Manevrele de tranzitare și întoarcere au fost separate ulterior analizei pe baza duratei și frecvenței de apariție a acestora, raportat la numărul de gropi săpate. Manevrele de deplasare între gropi au fost, în general, de durate scurte.
Săpare groapă	<i>S</i>	Grupează totalitatea acțiunilor și manevrelor necesare pentru săparea unei gropi, inclusiv mișcări de pivotare a burghiului în plan vertical pentru învingerea unor dificultăți și/sau obstacole întâlnite în sol. Începe la sesizarea primei manevre de înfingere a burghiului în sol și se termină în momentul în care dispozitivul de săpare a ajuns în poziție complet ridicată, după extragerea din groapă.	Acțiuni sau activități de durată relativ lungă, ocupând o pondere majoritară într-un ciclu de muncă conturat în jurul unei gropi de săpat.
Pauză personală	<i>PP</i>	Grupează acele pauze (întreruperi, întâzieri) ce au fost necesare sau nu, relaționate cu operatorul tractorului, în care tractorul nu a realizat sarcini de muncă.	Acțiuni de durate variate.
Pauză tehnică	<i>PT</i>	Grupează acele pauze (întreruperi, întâzieri) necesare, relaționate cu corectarea sau remedierea unor deficiențe tehnice în scopul readucerii tractorului și dispozitivului de săpare în stare funcțională.	Acțiuni de durate variate.
Pauză cauzată de designul studiului	<i>PS</i>	Grupează orice acțiuni și activități, de orice natură, ce au cauzat întâzieri în studiu, necesare bunei desfășurări a acestuia.	A cuprins elemente precum montarea dispozitivelor și instrumentelor de monitorizare, readucerea acestora în poziții corecte de înregistrare respectiv demontarea acestora, dacă aspectele menționate s-au petrecut la locul de muncă.

În principiu, timpul observat s-a extins și asupra unor elemente de muncă executate în afara locului de muncă precum deplasarea de la suprafața luată în studiu înspre locul de garare și înapoi dar, pentru analiză, s-au reținut doar acele evenimente care s-au petrecut la locul de muncă. Dintre elementele identificate, deplasarea între pozițiile de săpare a gropilor precum și săparea efectivă a acestora, s-au desfășurat, într-o

mare măsură, pe bază ciclică. Pentru schemele de 4x4 m, la gropile executate mecanizat în vederea plantării de sade în teren nepregătit, pozițiile de execuție mecanizată a gropilor au fost semnalizate prin picheți executați din resturi vegetale care au fost înfițiți în locurile respective, operatorul identificând vizual locul săpării în funcție de picheți. Operatorul tractorului luat în studiu a fost selectat pe baza liberului consimțământ și a experienței mari în astfel de operații. La data studiului, operatorul a declarat o vârstă de 47 de ani, o masă corporală de 100 kg și o înălțime de 1,85 m; acesta a declarat că este nefumător, consumă alcool ocazional și cafea moderat.

#### 2.3.1.4. Colectarea datelor de teren pentru monitorizarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Pentru evitarea, în măsura posibilităților, a eventualelor efecte ce sunt determinate de observarea directă (Acuna et al., 2012), pentru studiu s-a ales o metodă de observare neintruzivă (în sensul monitorizării indirecte a operatorului și utilajului), care a constat din montarea unei camere video caracterizată de capacitatea de a colecta date pe perioade extinse și care s-a poziționat în cabina tractorului, cu câmpul de vedere orientat înspre spatele tractorului astfel încât acesta să permită vizualizarea regimurilor de funcționare, atât ale tractorului și operatorului, cât și ale dispozitivului de săpare. Pentru monitorizarea locației tractorului în timpul operării precum și pentru deducerea unor parametri suplimentari necesari în evaluare, s-a utilizat un receptor GPS Garmin® 60 STc, care s-a amplasat pe cabina tractorului cât mai aproape de partea superioară a acesteia pentru a se evita, pe cât posibil pierderea semnalului GPS și pentru a se crește calitatea acestuia.



**Figura 8.** Prelucrarea preliminară a datelor GPS în programul Qgis, indicând punctele de staționare pentru executarea gropilor precum și punctele ce au caracterizat manevre de deplasare între gropile executate în vederea plantării sadelor de plop.

În terenuri descoperite, precum este cel în care s-a realizat studiul, utilizarea receptoarelor GPS de uz general comercial (Tabelul 16) este indicată ca alternativă de poziționare datorită posibilității de colectare a unor date precise care pot să documenteze adecvat anumiți parametri operaționali (e.g. Keskin și Say, 2006). În acest

scop, o primă analiză a datelor GPS a indicat faptul că se pot obține unele dintre elementele necesare doar prin utilizarea acestui mijloc de colectare a datelor (**Figura 8**), prin analiza de detaliu a modului de grupare a punctelor (locațiilor) GPS colectate. De exemplu, marea majoritate a punctelor caracterizând staționarea pentru execuția unor gropi s-au încadrat într-un cerc cu diametrul de 1-1,5 m (**Figura 8**). La sfârșitul fiecărei zile de observație, s-au descărcat datele din dispozitivele colectoare sub formă de fișiere video precum și sub formă de fișiere în format *.GPX*, pentru datele colectate de receptorul GPS. Aceste date au fost organizate pe zile de muncă și pe tipuri de date prin crearea de dosare specifice pe calculatorul personal.

**Tabelul 16.** *Principalele caracteristici tehnice ale receptorului GPS utilizat la colectarea datelor*

Caracteristica	Unitatea de măsură	Valoarea	Observații
Dimensiuni	cm	6,1×3,3×15,5	l×g×L
Masă	g	198	(inclusiv bateria)
Memorie internă	MB	1	-
Impermeabilitate	-		încorporat
Dimensiune display	cm	3,8×5,6	monocrom
Rezoluție	pixeli	160×240	-

Pe lângă aceste date, în anumite zile de muncă s-au colectat și datele cu privire la consumul de carburanți pentru implementarea operațiilor. Acest tip de date s-a colectat prin alimentarea tractorului până la plin, într-o zonă complet plană a terenului, urmată de implementarea operațiilor în zilele respective și de realimentarea până la plin după terminarea operațiilor, în aceeași zonă perfect plană a terenului. În acest fel s-a determinat consumul de carburant prin diferență de citiri. Aceste date au fost necesare pentru caracterizarea performanței ecologice a operațiilor de plantare.

### 2.3.1.5. Prelucrarea datelor pentru operațiile mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Prelucrarea datelor s-a făcut de o manieră similară celor din cazul operațiilor manuale de plantare, fiind adaptată la tipul de date colectate și la scopul studiului. În principiu, aceasta s-a desfășurat în mai multe etape. O primă etapă s-a desfășurat în vederea estimării consumului de timp și a indicatorilor performanței productive prin organizarea fișierelor video colectate, analiza de detaliu a consumului de timp pe elemente de muncă prin vizionarea atentă a înregistrărilor video, codificarea sarcinilor de muncă observate, conform precizărilor din **Tabelul 15**, urmată de extragerea consumului de timp la nivelul fiecărui element de muncă constatat și încadrat într-o anumită categorie de sarcini de muncă.

În vederea stocării datelor s-au utilizat foi de calcul Microsoft Excel (**Figura 9**, partea stângă), în care s-au înscris timpii de început și de sfârșit pe elemente de muncă, în ordinea firească de desfășurare. Prin aplicarea unor funcții logice asupra setului de date inițiale privind consumul de timp, s-a recurs la organizarea datelor pe coloane (**Figura 9**, partea dreaptă).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	COD	Timp inceput	Timp sfarsit	Timp	Timp [sec]	Gropi realizate		PS	PT	PP	MT	S
2	PS	9:00:47	9:08:00	0:07:13	433			433				
3	MT	9:08:00	9:08:45	0:00:45	45						45	
4	S	9:08:45	9:09:28	0:00:43	43	1						43
5	MT	9:09:28	9:09:47	0:00:19	19						19	
6	S	9:09:47	9:10:28	0:00:41	41	1						41
7	PP	9:10:28	9:12:29	0:02:01	121					121		
8	MT	9:12:29	9:13:07	0:00:38	38						38	
9	S	9:13:07	9:13:42	0:00:35	35	1						35
10	MT	9:13:42	9:13:53	0:00:11	11						11	
11	S	9:13:53	9:14:29	0:00:36	36	1						36
12	MT	9:14:29	9:14:39	0:00:10	10						10	
13	S	9:14:39	9:15:07	0:00:28	28	1						28
14	PT	9:15:07	9:15:25	0:00:18	18				18			
15	MT	9:15:25	9:15:27	0:00:02	2						2	
16	S	9:15:27	9:16:01	0:00:34	34	1						34
17	MT	9:16:01	9:16:16	0:00:15	15						15	
18	S	9:16:16	9:16:46	0:00:30	30	1						30
19	PP	9:16:46	9:17:40	0:00:54	54					54		

Figura 9. Exemplu de mod de organizare a bazei de date și a datelor în cadrul acesteia în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea sadelor de plop.

După realizarea acestor pași la nivel de zi de observație, datele s-au centralizat prin agregare în ordinea logică de colectare, iar setul obținut s-a utilizat pentru analiza statistică globală. Pentru evidențierea unor diferențe cauzate de modul de abordare al lucrărilor, datele au mai fost stratificate și pe cele două tipuri de operare (transversală și longitudinală). Aceste seturi au fost analizate separat.

A doua etapă a vizat estimarea riscului de îmbolnăvire profesională a sistemelor muscular și osos, care s-a evaluat printr-o metodă simplă care a vizat transpunerea unor înregistrări a datelor preluate din fișierele video într-o metodă recunoscută de evaluare ergonomică posturală. Pentru aceasta, fișierele video au fost reanalizate în detaliu pentru a se extrage timpul petrecut de către operator cu spatele drept, într-o postură normală și confortabilă (*SD*) precum și timpul petrecut de muncitor cu spatele aplecat și torsionat (*ST*). Apoi, aceste date au fost transpuse în sistemul de analiză ergonomic posturală OWAS, cu câteva adaptări specifice. În primul rând, picioarele, brațele și exercitarea forței au fost considerate a fi confortabile, prin urmare încadrate, implicit, în codurile descriptive cele mai favorabile din punct de vedere al sistemului OWAS. Apoi, *SD* s-a încadrat în codul cel mai favorabil iar *ST* în codul cel mai nefavorabil. Diferența dintre aplicarea obișnuită a metodei OWAS și cea ce s-a aplicat în prezentul studiu constă din faptul că, în mod obișnuit, OWAS utilizează conceptele studiilor de frecvență (Corella-Justavino et al. 2015) pentru a extrage datele necesare în evaluare ergonomică, prin urmare, lucrează printr-o oarecare aproximare, după cum a fost cazul conceptului utilizat la operațiile manuale de plantare. În acest caz, se știe faptul că, odată ce mărimea eșantionului crește, precizia interpretărilor și validitatea concluziilor ce se extrag vor crește, de asemenea (Zar, 2010). În cazul de față, s-au utilizat toate datele disponibile, după cum acestea au rezultat din fișierele media, prin urmare precizia ce ar fi putut fi obținută a fost absolută. Pe baza delimitării celor două categorii de timp, s-au delimitat și proporțiile de participare în două categorii de acțiune - *AC1* respectiv *AC2* și s-au estimat indicii de risc postural, la nivel de abordare al operațiilor (*T*, *L*) și la nivel global. Merită precizat aici faptul că ideea unei astfel de evaluări ergonomice a survenit după constatarea multora dintre plângerile muncitorilor cu privire la dureri mari de spate pe care le-au dobândit ulterior executării operațiilor.

### 2.3.1.6. Analiza statistică a datelor pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea sadelor de plop

Prelucrarea datelor s-a făcut de o manieră similară celor din cazul operațiilor manuale de plantare, prelucrarea fiind adaptată la tipul de date colectate și la scopul studiului. În principiu, aceasta s-a desfășurat prin calcularea și raportarea principalelor statistici descriptive la nivel global, indiferent de tipul de operare ales (transversală sau longitudinală) urmată de particularizarea analizei statistice la cele două modalități de operare pentru punerea în evidență a diferențelor de performanță, caz în care s-au analizat datele cu privire la acele elemente apărute pe bază ciclică (manevre de mișcare între gropi și de întoarcere, săparea gropilor). Toate analizele de natură statistică s-au efectuat în Microsoft Excel. Același program software s-a folosit pentru dezvoltarea formelor grafice utilizate pentru raportarea statistică.

### 2.3.2. Operații mecanizate de săpare a gropilor pentru puiți de plop

#### 2.3.2.1. Localizarea studiului pentru operații mecanizate de săpare a gropilor utilizate la plantarea puiților de plop

Pentru monitorizarea performanței operaționale în realizarea gropilor pentru plantarea de puiți de plop alb, au fost luate în studiu mai multe suprafețe ce s-au parcurs cu astfel de operații, localizate în partea sud-vestică a județului Dolj (Figura 10) pe raza de activitate a ocolului silvic Poiana Mare.

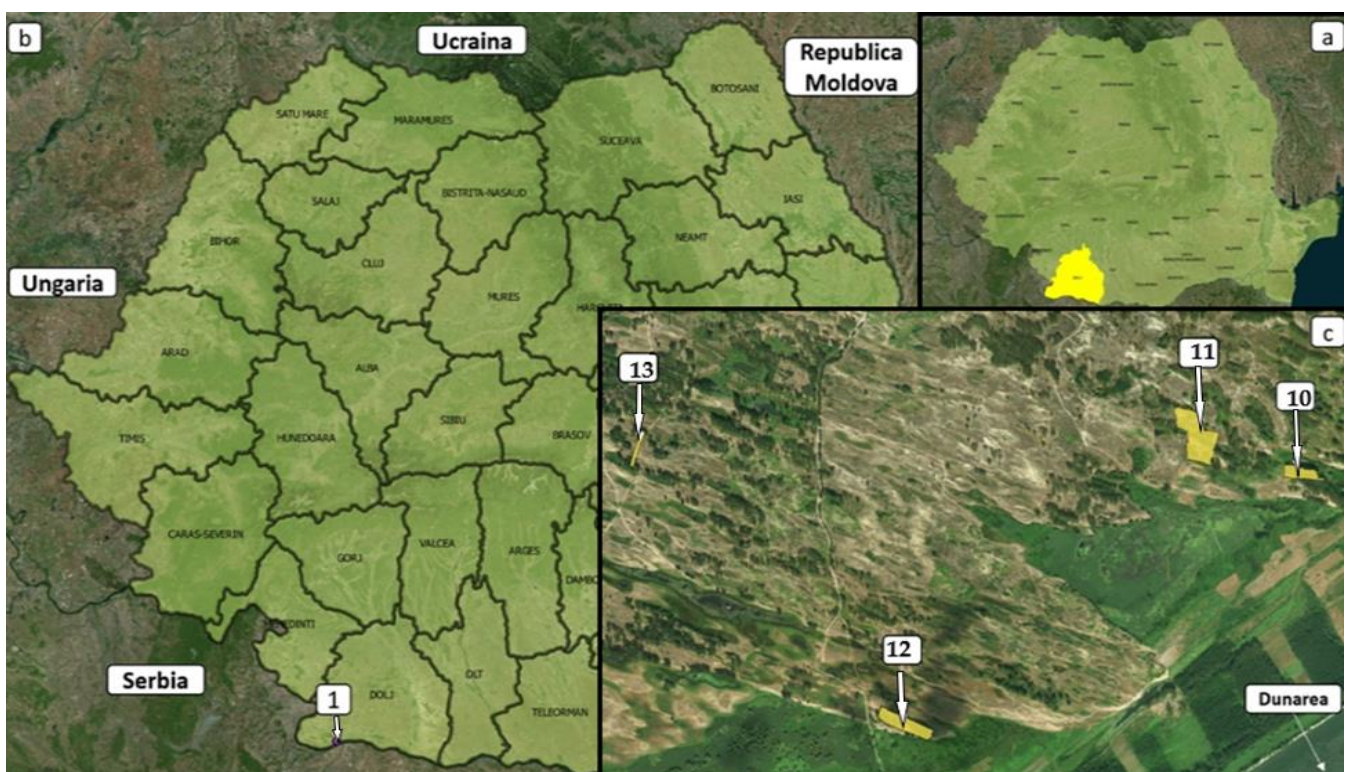


Figura 10. Localizarea generală a studiului și a suprafețelor luate în studiu pentru evaluarea performanței în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea puiților de plop

Sursa: prelucrare în QGis pe baza stratului conținând suprafețele județelor din România, imaginilor aeriene din stratul Open Layer Bing® și a datelor de teren colectate prin mijloace GPS. Legendă: a - localizarea studiului în cadrul teritoriului național; b - localizarea zonelor de studiu în cadrul județului Dolj; 1 - localizarea de ansamblu; c - localizarea de detaliu a suprafețelor luate în studiu: 10-13 - suprafețele L10-L13.

**Tabelul 17. Caracteristici descriptive de bază ale suprafețelor luate în studiu pentru evaluarea performanței operaționale la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat puiți de plop**

Parametru	Unitate de măsură	L10	L11	L12	L13
<b>Localizare spațială</b>					
Coordonate geografice	°, ', "	N 43°50'47.65" E 23°12'25.34"	N 43°50'52.58" E 23°12'05.87"	N 43°50'13.60" E 23°11'10.32"	N 43°50'50.82" E 23°10'19.67"
Altitudinea medie	m	43	38	35	38
<b>Localizare temporală</b>					
Data studiului	-	20.11.2018	21.11.2018 22.11.2018	23.11.2018 24.11.2018	27.11.2018
<b>Date administrative</b>					
Județul	-	Dolj	Dolj	Dolj	Dolj
Ocolul silvic	-	Poiana Mare	Poiana Mare	Poiana Mare	Poiana Mare
Unitatea de producție	-	IV Rast	IV Rast	IV Rast	III Pisculeț IV Rast
Unitatea amenajistică	-	22A	22A, 22C%	22C%, 43A	31F, N 43A
Suprafața u.a.	ha	2,91	2,91; 2,91	2,91; 1,45	1,61; 1,45
<b>Date operaționale</b>					
Specia	-	PLA	PLA	PLA	PLA
Suprafața parcursă	ha	0,38	1,45	0,84	0,60
Tipul de sol	-	Psamosol gleic (psamosol gleizat)	Psamosol gleic (psamosol gleizat)	Psamosol gleic (psamosol gleizat)	Psamosol gleic (psamosol gleizat)
Textura	-	Nisipos, fin-mijlociu	Nisipos, fin-mijlociu	Nisipos, fin-mijlociu	Nisipos, fin-mijlociu
Starea solului	-	Pregătit	Pregătit	Pregătit	Pregătit
Mărimea gropii săpate	cm×cm	60×60	60×60	60×60	60×60
Schema de plantare	m×m	3×2	3×2	3×2	3×2

Tipul de sol a fost identic în toate locațiile luate în studiu, cu precizarea că în cazul terenului neproductiv pe care s-a plantat nu au existat date disponibile pentru descrierea solului. Suprafața totală operată a fost mai mare de două hectare, iar mărimea gropilor a fost cu adâncimea și diametrul de 60 cm. Spre deosebire de operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru sade, operațiile din această parte a studiului au presupus operarea în teren pregătit, precum și localizarea în zone îndiguite și/sau depărtate de fluviul Dunărea. Observațiile de teren s-au realizat pe durata a șase zile în luna noiembrie a anului 2018 (zilele de 20-24 și 27 noiembrie).

### 2.3.2.2. Descrierea echipamentelor utilizate la săparea gropilor folosite pentru plantarea puiților de plop

Pentru operațiile de săpare a gropilor s-a utilizat un tractor UTB 650 (Figura 11), de construcție autohtonă, echipat cu un burghiu utilizat la forarea gropilor, acționat de la priza de putere. Caracteristicile tehnice ale tractorului au fost similare cu cele prezentate în cazul operațiilor de săpare a gropilor pentru plantarea sadelor. La fel, echipamentul utilizat pentru săparea efectivă a fost de același tip constructiv, singura diferență constând din tipul și dimensiunile constructive ale burghiului utilizat pentru efectuarea gropilor. Astfel, acesta (Figura 11) a avut o înălțime de 60 cm și un diametru de aceleași dimensiuni. Criteriile de selecție ale muncitorului luat în studiu au fost similare cu cele prezentate în cazul operațiilor de săpare a



gropilor pentru sade. Starea vremii pe durata studiului a fost destul de variabilă, cu unele zile caracterizate de timp relativ frumos și cu altele caracterizate de strat de zăpadă pe sol.



**Figura 11.** Descrierea de ansamblu a tractorului, echipamentului de săpare precum și a modalității și schemei de săpare a gropilor pentru plantarea puieților de plop

*Legendă: a) perspectivă cu tractorul și dispozitivul de săpare în timpul execuției mecanizate a unei gropi pentru plantarea de puieți, b) părțile componente ale dispozitivului de săpare: 1 - burghiu, 2 - cutia de transmisie, 3 - pivot de reglare, 4 - transmisie cardanică, 5 - furcă de susținere, c) instantaneu dintr-o suprafață parcursă cu operații de săpare a gropilor, d) detaliu de caracterizare a gropii rezultate prin săpare:  $\emptyset$  - diametrul gropii, D - adâncimea gropii.*

### 2.3.2.3. Modul de organizare a muncii în operațiile de săpare a gropilor pentru plantarea puieților de plop

Organizarea muncii în operațiile de săpare a gropilor pentru puieți a fost similară celei specifice săpării mecanizate a gropilor pentru sade și a constat din manevre de deplasare ale tractorului intercalate cu acțiuni de săpare a gropilor de plantat prin burghiere. În urma analizei datelor colectate în teren, s-a constatat faptul că acțiunile specifice au constat din deplasarea tractorului între punctele succesive de săpare, săparea propriu-zisă precum și manevre de întoarcere și alte tipuri de manevre de trecere prin câmp. La acestea s-au adăugat pauzele de natură personală și cele tehnice. Deși s-au amplasat dispozitivele de monitorizare, în unele cazuri la începutul zilei de lucru în locul de garare a tractorului, timpul efectiv luat în studiu precum și acțiunile specifice urmărite au fost cele ce au caracterizat locul de muncă. Elementele menționate, identificate pe baza vizionării fișierelor video colectate în teren, sunt prezentate, în detaliu, în **Tabelul 18**. Similar săpării gropilor pentru sade, elementele de muncă care s-au desfășurat într-o ordine ciclică au fost cele specifice deplasării între pozițiile de săpare a gropilor și săparea efectivă a acestora. Cu toate acestea, s-

a folosit abordarea precizată în cazul săpării gropilor pentru sade, conform căreia consumul de timp a fost descris pe categorii fără grupare în cicluri de muncă, datorită duratelor foarte scurte a unor elemente observate.

Operatorul tractorului luat în studiu a avut, la data studiului, o vârstă de 50 de ani. Masa corporală a acestuia a fost de 78 kg și înălțimea de 1,78 m. Acesta a declarat că este nefumător, nu consumă cafea și consumă alcool ocazional. Merită precizat faptul că, pentru schema 3×2 m, pozițiile de săpare a gropilor pentru puietii de plop nu au fost marcate sau semnalizate în vreun fel înainte de începerea execuției operațiilor de săpare mecanizată. Astfel, pozițiile în care s-au executat gropile s-au adoptat pe loc în funcție de experiența operatorului tractorului și de percepția spațială a acestuia, dobândită prin identificarea unor repere de poziție ale tractorului pentru aliniere. Gropile au fost executate prin alinierea la primul rând de gropi care s-a luat drept reper și la care s-au marcat pozițiile gropilor.

**Tabelul 18.** *Descrierea modului de organizare a muncii și a elementelor de muncă identificate la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat puietii de plop*

Element de muncă (timp)	Abrevierea folosită în studiu	Descriere	Observații
Manevre de deplasare și poziționare	<i>M</i>	Element de muncă (fază de lucru) constând din deplasarea între pozițiile în care s-a prevăzut săparea gropilor, manevre suplimentare de poziționare în preajma acestora, inclusiv opriri de durată scurtă intercalate între manevrele de mai sus, pentru a putea fi luată o decizie privind locul de săpare a unei gropi.	Manevrele de deplasare între gropi au fost, în general, de durate scurte.
Săpare groapă	<i>S</i>	Grupează totalitatea acțiunilor și manevrelor necesare pentru săparea unei gropi, inclusiv mișcări de pivotare a burghiului în plan vertical pentru învingerea unor dificultăți și/sau obstacole întâlnite în sol. Începe la sesizarea primei manevre de înfigere a burghiului în sol și se termină în momentul în care dispozitivul de săpare a ajuns în poziție complet ridicată, după extragerea din groapă.	Acțiuni sau activități de durată relativ lungă, ocupând, de cele mai multe ori, o pondere majoritară într-un ciclu de muncă conturat în jurul unei gropi de săpat.
Manevre de deplasare în câmp	<i>MC</i>	Include manevrele de capăt pentru întoarcere precum și manevre de tranzitare a suprafeței.	Acțiuni de durate variate, în mod obișnuit mai mari în comparație cu manevrele de deplasare între gropile de săpat.
Pauză personală	<i>PP</i>	Grupează acele pauze (întreruperi, întârzieri) ce au fost necesare sau nu, relaționate cu operatorul tractorului, în care tractorul nu a realizat sarcini de muncă.	Acțiuni de durate variate.
Pauză tehnică	<i>PT</i>	Grupează acele pauze (întreruperi, întârzieri) necesare, relaționate cu corectarea sau remedierea unor deficiențe tehnice în scopul readucerii tractorului și dispozitivului de săpare în stare funcțională.	Acțiuni de durate variate.

#### 2.3.2.4. Efectuarea observațiilor de teren, prelucrarea și analiza statistică a datelor în operațiile de săpare mecanizată a gropilor utilizate la plantarea puietilor de plop

Similar observațiilor făcute asupra operațiilor de săpare mecanizată a gropilor pentru sade, s-a ales și în acest caz, o metodă de observare neintruzivă, care a constat din montarea unei camere video marca



Schwartz - B1080 caracterizată de capacitatea de a colecta date pe perioade extinse și care s-a poziționat în cabina tractorului, cu câmpul de vedere orientat înspre spatele tractorului astfel încât acesta să permită vizualizarea atât a regimurilor de funcționare ale tractorului și posturile adoptate în muncă de tractorist, cât și ale regimurilor de funcționare ale dispozitivului de săpare. Camera video utilizată a fost de același tip ca și în cazul monitorizării operațiilor de săpare a gropilor pentru sade și a monitorizării operațiilor manuale. Monitorizarea locației tractorului în timpul operării s-a făcut prin proceduri similare celor descrise la operațiile de săpare a gropilor pentru sade, iar procedurile de descărcare și stocare a tuturor datelor au fost similare celor expuse anterior. Analiza datelor, inclusiv cea statistică, a constat, în general, din aceiași pași cu excepția că, în acest caz, nu s-a mai recurs la stratificarea datelor pe direcții de operare. La fel, datorită faptului că solul a fost pregătit în toate locurile de studiu, nu s-a mai recurs la o stratificare și analiză separată a datelor la nivel de loc de studiu, după cum a fost cazul la operațiile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop. Merită precizat însă că, pe baza observațiilor de teren, s-a constatat faptul că unele porțiuni operate au fost caracterizate de o calitate mai slabă a pregătirii solului.

## 2.4. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor de întreținere a culturilor de plop

### 2.4.1. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop

#### 2.4.1.1. Localizarea studiului pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

Pentru evaluarea performanței productive și a condițiilor ergonomice specifice muncii, în cazul operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop s-au ales trei suprafețe de studiu (**Figura 12, Tabelul 19**), localizate în partea de sud-est a României, aproape de fluviul Dunărea, pe raza de activitate a trei ocoale silvice.



**Figura 12.** Localizarea generală a suprafețelor luate în studiu pentru monitorizarea operațiilor manuale de întreținere a plantațiilor de plop

Sursa: prelucrare în QGis pe baza stratului conținând suprafețele județelor din România, imagini aeriene din stratul Open Layer Bing® și datele GPS colectate cu ocazia studiului. Legendă: 14 - locul de studiu L14, 15 - locul de studiu L15, 16 - locul de studiu L16.

Prima suprafață de studiu (**L14**) a fost selectată în cadrul Unității de producție II Ciuperceni, în cadrul unității amenajistice 88D, pe raza ocolului silvic Calafat. În această suprafață, observațiile de teren s-au realizat pe durata a două zile: 13 și 22 iunie 2018. Cea de a doua suprafață de studiu (**L15**) a fost selectată în cadrul teritoriului forestier gestionat de ocolul silvic Segarcea (Unitatea de Producție I Cârna, unitatea amenajistică 6C) iar ultima suprafață de studiu (**L16**) a fost selectată în cadrul teritoriului forestier gestionat de ocolul silvic Poiana Mare (Unitatea de Producție IV Rast, unitatea amenajistică 70A). În **L15**, observațiile de teren au fost realizate în 18 iunie 2018 în timp ce în **L16** acestea au fost realizate pe durata a trei zile, din 19 până în 21 iunie 2018.

Selectarea locurilor pentru studiile de teren a fost realizată pe baza unui set de criterii preliminare care a luat în considerare practicile curente în astfel de operații în zona generală de studiu, disponibilitatea forței de muncă în zonă, precum și acoperirea unei variabilități dimensionale a vegetației de îndepărtat prin astfel de operații. În toate suprafețele selectate, arboretele au constat din plop hibrid (*Populus x euroamericana* (Dode) Guinier) și au fost regenerate artificial prin plantare. Arboretul din **L14** a fost întemeiat în 2013 prin aplicarea unei scheme de plantare a puieților de 4x4 m, iar arboretele din **L15** și **L16** au fost întemeiate în 2015 și 2017 prin folosirea unor scheme de plantare de 5x4m.

#### 2.4.1.2. Alegerea subiecților și organizarea muncii în operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

Atât operațiile de plantare cât și cele de întreținere manuală și mecanizată din zona de studiu sunt realizate prin utilizarea forței de muncă disponibilă local, forță de muncă care poate fi caracterizată ca fiind experimentată în astfel de operații, dat fiind faptul că marea majoritate a acestor muncitori realizează muncă agricolă similară. Din acest motiv, au fost selectați, din disponibilul local, 14 muncitori de sex masculin (subiecți), caracterizați de o experiență îndelungată în munci agricole (incluzând aici munci similare celei observate în prezentul studiu).

**Tabelul 19.** Suprafețe luate în studiu pentru monitorizarea operațiilor manuale de întreținere a plantațiilor de plop - caracteristici operaționale

Ocolul silvic	Coordonate geografice	Unitatea amenajistică și suprafața acesteia (ha)	Condițiile vremii în timpul studiului	Înălțimea medie a vegetației îndepărtate (m)	Abrevierea utilizată în studiu
Calafat	43°58'31.27" N	88D	$T^1 = 25,9 \text{ }^\circ\text{C}$	0,7	<b>L14 x 13</b>
	22°54'04.42" E	0,76	$RH^2 = 69,75\%$		
Segarcea	43°47'59.81" N	6C	$T^1 = 22,0 \text{ }^\circ\text{C}$	1,3	<b>L15 x 18</b>
	23°36'01.88" E	2,00	$RH^2 = 76,75\%$		
Poiana Mare	43°50'50.12" N	70A	$T^1 = 23,4 \text{ }^\circ\text{C}$	0,5	<b>L16 x 19</b>
	23°14'17.45" E	2,92	$RH^2 = 71,85\%$		
Poiana Mare	43°50'50.12" N	70A	$T^1 = 23,6 \text{ }^\circ\text{C}$	0,5	<b>L16 x 20</b>
	23°14'17.45" E	2,92	$RH^2 = 69,33\%$		
Poiana Mare	43°50'50.12" N	70A	$T^1 = 23,8 \text{ }^\circ\text{C}$	0,5	<b>L16 x 21</b>
	23°14'17.45" E	2,92	$RH^2 = 75,83\%$		
Calafat	43°58'31.27" N	88D	$T^1 = 19,8 \text{ }^\circ\text{C}$	0,7	<b>L14 x 22</b>
	22°54'04.42" E	0,76	$RH^2 = 85,00\%$		

**Notă:** <sup>1</sup>  $T$  - temperatura aerului. <sup>2</sup>  $RH$  - umiditatea relativă a aerului.

Selecția muncitorilor s-a realizat respectând procedura descrisă la subcapitolul privind plantarea manuală a sadelor de plop. Din considerente legate de disponibilitatea instrumentelor necesare pentru efectuarea



observațiilor, în fiecare zi de studiu, din numărul total de subiecți au fost selectați aleator câte trei subiecți, asupra cărora s-a efectuat studiul în fiecare zi. Eșantionul de subiecți luați în studiu a fost caracterizat de o vârstă medie de  $46,4 \pm 14,0$  ani, o masă corporală medie de  $82,94 \pm 15,43$  kg și o înălțime medie de  $174,5 \pm 5,9$  cm (Tabelul 20), fiind reprezentativ pentru populația de muncitori disponibili local care, în multe dintre cazuri, este destul de îmbătrânită.

**Tabelul 20.** Caracteristicile eșantionului de subiecți monitorizați în operații manuale de întreținere a plantațiilor de plop

Subiect	Locația	Data	Vârsta (ani)	Masa corporală (kg)	Înălțimea (m)	Indicele de masa corporală (kg/m <sup>2</sup> )
S15	L15	18.06.2018	36	100	1,86	28,91
S16	L15	18.06.2018	31	105	1,75	34,29
S17	L15	18.06.2018	40	110	1,80	33,95
S18	L16	19,21.06.2018	50	100	1,80	30,86
S19	L16	19.06.2018	47	71	1,76	22,92 <sup>1</sup>
S20	L16	19.06.2018	40	70	1,65	25,71
S21	L16	20,21.06.2018	18	70	1,69	24,51 <sup>1</sup>
S22	L16	20.06.2018	49	70	1,75	22,86 <sup>1</sup>
S23	L16	20,21.06.2018	57	85	1,70	29,41
S24	L14	13.06.2018	50	68	1,65	24,98 <sup>1</sup>
S25	L14	13.06.2018	67	67	1,70	23,18 <sup>1</sup>
S26	L14	13,22.06.2018	62	75	1,79	24,41 <sup>1</sup>
S27	L14	22.06.2018	45	70	1,73	23,39 <sup>1</sup>
S28	L14	22.06.2018	57	102	1,80	30,79

**Notă:** <sup>1</sup> Masă corporală normală.

Organizarea tipică a muncii sub raport spațial este redată conceptual în **Figura 13**, aceasta fiind cea specifică practicii românești în culturi de plop euramerican, unde operațiile de întreținere sunt implementate prin două treceri. La prima trecere, tractoare echipate cu freze, pluguri sau discuri sunt utilizate pentru îndepărtarea vegetației dintre rândurile de cultură pe o singură direcție, urmând ca zonele rămase neacoperite să fie operate manual, în cadrul celei de a doua treceri, de către echipe de muncitori echipați cu sape. În acest sistem de organizare a muncii și în conformitate cu practica locală, circa 80% din suprafață este operată mecanizat iar restul este operată manual. Depinzând de schema de plantare precum și de spațiile existente între rândurile de arbori, pe de o parte, și de echipamentul sau agregatele active atașate la tractoare, pe de altă parte, unele cazuri necesită mai mult de o singură trecere printre rândurile culturii. În urma operării mecanizate între rânduri, suprafețele fâșiilor rămase pentru operarea manuală au avut lățimi medii de circa 1 m. Organizarea muncii pentru operațiile manuale de întreținere, specifice studiului de față, a fost relativ simplă și a constat din intrarea fiecărui muncitor pe câte un rând de cultură, avansul pe rând și îndepărtarea vegetației, ieșirea de pe rând la capătul opus și reintrarea pe un rând nou de operat.

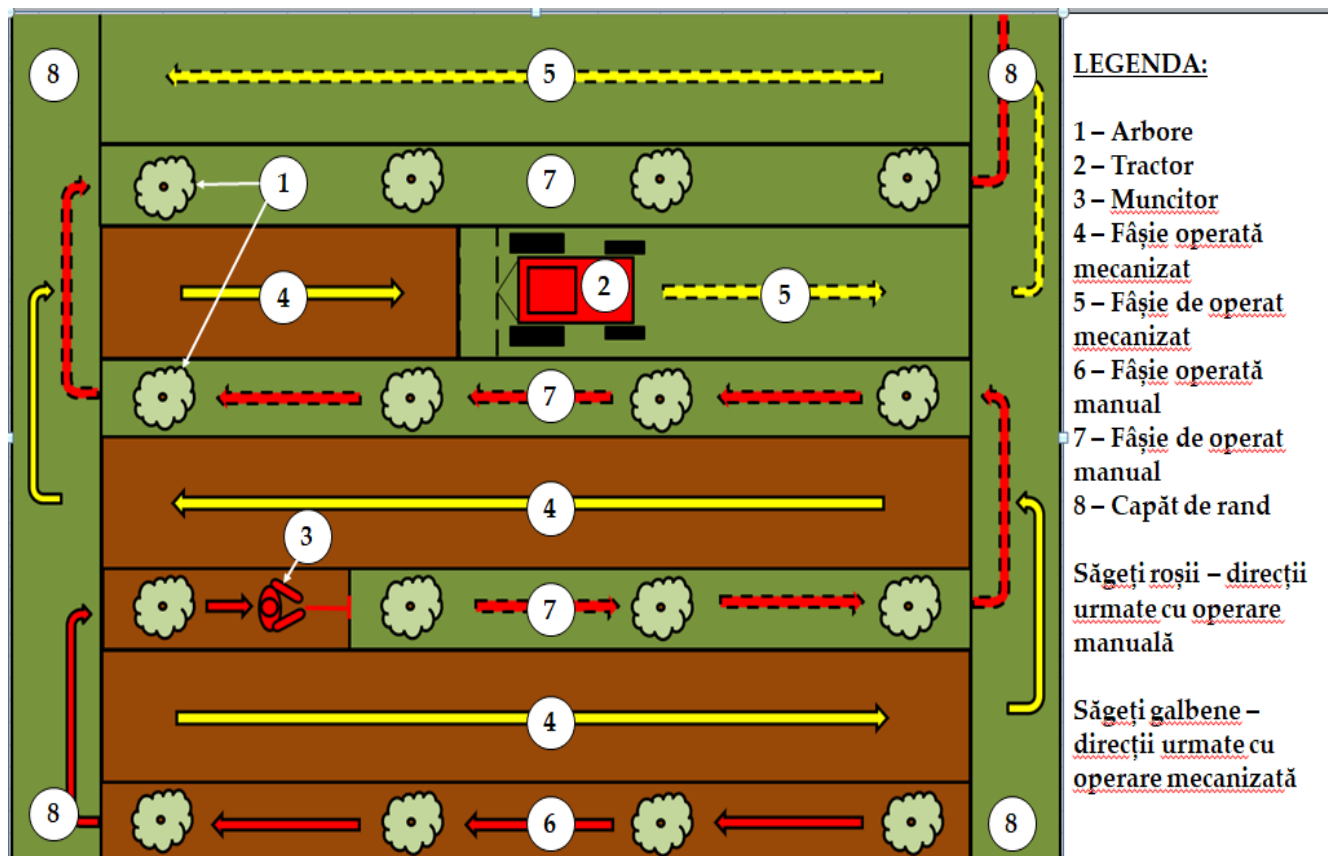


Figura 13. Modul de organizare generală a muncii în operații de întreținere a culturilor de plop.

Având în vedere acest mod de organizare a muncii, ultima a fost divizată pentru analiza de detaliu pe baza sarcinilor observate în teren precum: muncă efectivă (*ME*), constând din utilizarea sapei pentru îndepărtarea vegetației, pauzele de odihnă (*PO*), constând din totalitatea pauzelor luate de un subiect dat pentru a se odihni în cadrul unui rând operat, pauzele de masă (*PM*) și întârzieri (*I*) care au inclus acele întârzieri cauzate de studiu precum și câteva întârzieri minore de natură tehnică.

Pe durata studiului, cerul a fost parțial acoperit cu nori și temperatura aerului (**Tabelul 19**) a fost considerată a fi suficient de joasă pentru a se exclude potențialul stres termic asupra subiecților (e.g. Helander, 2006).

#### 2.4.1.3. Proceduri utilizate în colectarea datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

În fiecare suprafață luată în studiu și în fiecare zi, operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop au fost monitorizate prin înregistrare video prin utilizarea unei camere digitale care s-a amplasat pe un tripod la cel mai apropiat capăt de rând și care a fost setată pentru colectarea de date în mod continuu sub forma unor fișiere digitale video cu durate de 20 de minute fiecare. Camera s-a amplasat de o așa manieră încât să faciliteze cuprinderea celui mai bun câmp de vizionare în fișierele media colectate precum și pentru a încadra în acest câmp toți cei trei muncitori observați în fiecare zi de muncă. Procedura de lucru este asemănătoare celei descrise la operația de plantare manuală a sadelor de plop.

Înălțimea medie a vegetației erbacee și lățimea medie a fâșiilor de vegetație din fiecare suprafață de studiu au fost evaluate vizual și prin măsurători simple, apoi au fost notate într-un carnet de teren împreună cu principalele date antropometrice ale muncitorilor luați în studiu: vârsta (ani), masa corporală (kg) și înălțimea (m); ultimele două au fost folosite pentru estimarea indicelui de masă corporală (**Tabelul 20**) folosindu-se relația consacrată (**Relația 1**).

Activitatea cardio-vasculară a subiecților luați în studiu a fost monitorizată așa cum a fost descrisă această activitate la operațiile manuale de plantare a sadelor de plop. Datele necesare pentru evaluarea intensității

muncii (*IM*) au fost colectate prin utilizarea unor dispozitive noi, calibrate de fabrică, având capabilitatea de a colecta și stoca date. Aceste dispozitive au constatat din colectoare de date de tipul unor accelerometre triaxiale de construcție Extech® VB300 (Extech Instruments, FLIR Commercial Systems Inc., Nashua, NH, SUA) care au fost atașate la benzile elastice ale dispozitivelor de monitorizare a activității cardiace. Pentru fiecare subiect luat în studiu la nivelul unei zile de observație, accelerometrele au fost montate pe aceste benzi (**Figura 14**) între scapule, cât mai aproape de mijlocul secțiunii toracice a coloanei vertebrale.



**Figura 14.** Modul de amplasare a colectorilor de date cu privire la ritmul cardiac și la intensitatea muncii pentru operațiile manuale de întreținere a plantațiilor de plop

Alegerea acestei părți a corpului pentru realizarea măsurătorilor a fost bazată pe ipoteza conform căreia cele mai multe schimbări (variabilitatea) ale semnalului captat de accelerometre, prin urmare schimbările în intensitatea muncii, vor fi cauzate de mișcările, amplitudinea și viteza acestora la nivelul spatelui subiecților, date fiind caracteristicile operațiilor monitorizate. Pentru realizarea măsurătorilor, s-au utilizat procedurile de setare, colectare-descărcare și pre-procesare a datelor cu privire la semnalul brut al accelerației descrise de Borz et al. (2019b) pentru moto-unelte, acestea fiind adaptate la corpul uman. Procedurile au constatat din plasarea colectorilor de date la nivelul amintit, setarea acestora pentru colectarea de date la interval de o secundă, utilizarea programului software dedicat pentru descărcarea și salvarea datelor în format MS® Excel® (Microsoft Excel 2013, Microsoft, Redmond, WA, SUA), etape urmate de împerecherea datelor cu cele colectate de senzorii pentru monitorizarea ritmului cardiac, împerechere ce a luat în considerare etichetele temporale pe care atât colectorii de date privind ritmul cardiac cât și cei pentru accelerație le generează automat pentru fiecare înregistrare.

Principalele caracteristici cu privire la starea vremii pe durata observațiilor de teren (temperatura aerului -  $T$ , °C și umiditatea relativă a aerului -  $RH$ , %) au fost colectate și calculate sub forma unor valori medii ce au acoperit perioadele specifice fiecărei zile de observație. Aceste date au fost colectate de la cea mai apropiată stație meteorologică (Calafat, 62 m deasupra nivelului mării, 43°59'06" N - 22°56'46" E, distanța față de

locațiile studiilor cuprinsă între 4 și 56 km). S-au folosit, în acest sens, datele disponibile pe site-ul <http://rp5.ru>.

#### 2.4.1.4. Proceduri utilizate în prelucrarea datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

Procedura de procesare a datelor a constat dintr-o serie de pași care au fost necesari în vederea obținerii bazei de date inițiale necesare pentru analiza statistică. Astfel, s-au parcurs următorii pași:

- Datele (fișierele) video au fost descărcate din colectorul de date la sfârșitul fiecărei zile de muncă, după care, un prim pas de procesare a datelor a constat din realizarea unui studiu de timp și mișcări detaliat al cărui design conceptual s-a bazat pe literatura de specialitate din domeniul operațiilor forestiere (Acuna et al., 2012; Björden et al., 1995) și care a presupus analiza fișierelor video în secvența lor reală de înregistrare în teren, urmată de extragerea datelor într-o foaie de calcul Microsoft Excel pe categorii de consum de timp, subiecți și sarcini de muncă. În acest scop, unitatea de producție/produs ( $P$ ) a fost considerată a fi aria de un hectar operată manual, în timp ce consumul de timp ( $t_{ME}$ ,  $t_{PO}$ ,  $t_{PM}$  și  $t_i$ , secunde) a fost cel specific sarcinilor identificate anterior ( $ME$ ,  $PO$ ,  $PM$ ,  $I$ ). Apoi, pe baza acelorași referințe bibliografice (Björheden et al., 1995; Acuna et al., 2012) și dat fiind specificul operațiilor observate, performanța productivă a operațiilor de întreținere manuală a culturilor de plop a fost exprimată sub forma a doi indicatori ( $REB$  - rata eficienței brute și  $REN$  - rata eficienței nete, ore/ha) după conversia consumului de timp din secunde în ore, utilizându-se **Relațiile 4-8**:

$$TB_i(\text{ore}) = t_{ME_i}(\text{ore}) + t_{PO_i}(\text{ore}) + t_{PM_i}(\text{ore}) + t_{i_i}(\text{ore}) \quad (4)$$

$$TN_i(\text{ore}) = t_{ME_i}(\text{ore}) + t_{PO_i}(\text{ore}) \quad (5)$$

$$REB_i(\text{ore/ha}) = TB_i(\text{ore}) / P_i(\text{ha}) \quad (6)$$

$$REN_i(\text{ore/ha}) = TN_i(\text{ore}) / P_i(\text{ha}) \quad (7)$$

$$P_i(\text{ha}) = LMR(m) \times LTR_i(m) / 10.000 \quad (8)$$

unde:

$i$  reprezintă subiectul  $i$ ;

$TB_i$  - consumul de timp brut al subiectului  $i$ ;

$t_{ME_i}$  - consumul efectiv de timp de muncă al subiectului  $i$ ;

$t_{PO_i}$  - consumul de timp ca pauze de odihnă ale subiectului  $i$ ;

$t_{PM_i}$  - consumul de timp ca pauze de masă ale subiectului  $i$ ;

$t_{i_i}$  - întârzieri specifice  $i$ ;

$TN_i$  - consumul de timp net al subiectului  $i$ ;

$REB_i$  - rata eficienței brute a subiectului  $i$ ;

$P_i$  - producția realizată de subiectul  $i$ ;

$REN_i$  - rata eficienței nete a subiectului  $i$ ;

$LMR$  - lățimea medie a benzii operate estimată pe baza observației de teren (1 m);

*LTR<sub>i</sub>* - lungimea totală a rândurilor operate de subiectul *i*, determinată prin procedee GIS.

- Activitatea cardio-vasculară pentru fiecare muncitor a fost evaluată la nivelul locului de studiu, zilei de muncă și sarcinii de muncă fiind folosită metoda descrisă la operația de plantare manuală a sadelor de plop;
- Datele colectate de accelerometrele triaxiale au fost procesate într-un mod diferit. Plecându-se de la ipoteza că pentru o aceeași sarcină de muncă intensitatea muncii poate să varieze într-un anumit domeniu de valori, datele colectate de accelerometre nu s-au mai codificat pe sarcini de muncă. În schimb, rezultantele calculate ca magnitudini ale vectorilor de accelerație pentru fiecare observație colectată la rata de o secundă (**Relația 9**) au fost procesate în continuare pentru a se exclude componenta gravitațională din semnal utilizându-se tehnica și indicatorul cunoscute drept Euclidian Norm Minus One (*ENMO*, g), în conformitate cu cele precizate în **Relația 10** (van Hees et al., 2014). Apoi, valorile obținute care au fost mai mici de zero (foarte puține) au fost convertite la zero prin utilizarea unei funcții logice în Microsoft Excel. În final, pe baza literaturii de specialitate s-au elaborat două praguri de intensitate a muncii (*WIT*) care s-au utilizat pentru a separa timpul consumat în diferite intensități ale muncii. O valoare a *ENMO* mai mică de 0,25 g a fost utilizată pentru a caracteriza munca de intensitate scăzută (*MIS*) și o valoare mai mare de 1,00 g a fost utilizată pentru a separa munca de intensitate foarte mare (*MIFM*) în cadrul seturilor de date colectate și analizate pentru fiecare subiect în parte. Ipotezele cu privire la intensitatea muncii au fost cele adaptate din studiile elaborate de Bakrania et al. (2016) și de Vähä-Ypyä et al. (2015). Acele observații care s-au încadrat în intervalul 0,25 - 1,00 g au fost încadrate ca muncă de intensitate medie (*MIM*). Separarea valorilor și încadrarea timpului petrecut în diferite regimuri de intensitate s-au realizat utilizându-se funcții logice simple implementate asupra seturilor de date *ENMO* în Microsoft Excel (**Figura 15**).

$$vm_j(g) = \sqrt{x_j^2 + y_j^2 + z_j^2}, \quad (9)$$

$$ENMO_j(g) = vm_j(g) - 1, \quad (10)$$

unde:

*j* reprezintă o anumită observație;

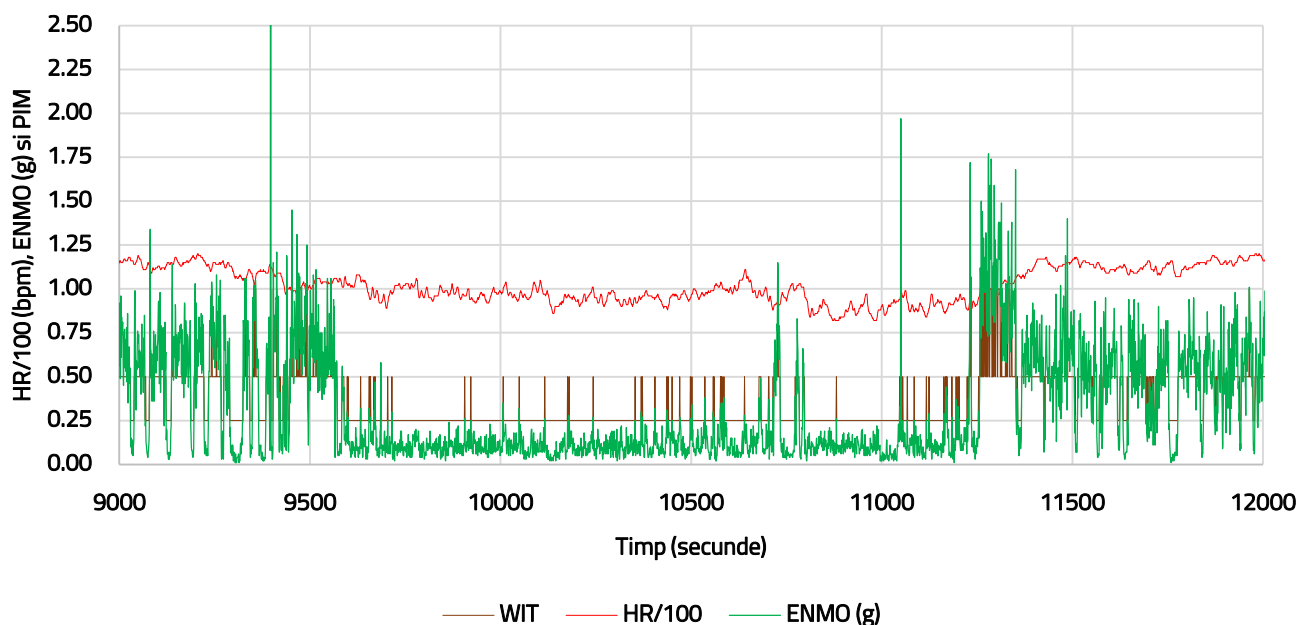
*vm<sub>j</sub>* - magnitudinea vectorului de accelerație *j*;

*x<sub>j</sub>* - răspunsul brut pe axa *x* pentru observația *j*;

*y<sub>j</sub>* - răspunsul brut pe axa *y* pentru observația *j*;

*z<sub>j</sub>* - răspunsul brut pe axa *z* pentru observația *j*;

*ENMO<sub>j</sub>* - Euclidian Norm Minus One pentru observația *j*.



**Figura 15.** Conceptul utilizat pentru separarea perioadelor de timp caracterizate de diferite intensități  
 Legendă: *WIT* - prag de intensitate a muncii (0,00 - 0,25 pentru *MIS*, 0,25 - 1,00 pentru *MIM* și mai mult de 1,00 pentru *MIFM*), *HR/100* - pulsul inimii divizat cu 100 (doar pentru demonstrarea conceptului), *ENMO* - indicatorul Euclidian Norm Minus One corectat pentru valori negative.

Riscul de îmbolnăvire profesională prin dezvoltarea de *BMS* a fost evaluat pentru fiecare subiect, zi de observare și loc de studiu, conform procedurii descrise pentru operația de plantare manuală a sadelor de plop. Apoi, prin utilizarea unor funcții simple de generare a unor numere aleatoare (în Microsoft Excel), pentru fiecare subiect, loc de studiu și fișier video s-a extras un număr exact de 100 de imagini pentru analiză (Tabelul 21). Această abordare a condus la o analiză preliminară a unui număr de 23.700 de imagini. Dintre acestea, imaginile care nu au furnizat informația necesară pentru analiza integrală a corpului fiecărui subiect, au fost considerate invalide și s-au exclus din studiu. Aproximativ 56% (13.123) dintre imaginile inițiale au fost reținute ca fiind valide și au fost utilizate în analiza statistică (Tabelul 21).

**Tabelul 21.** Numărul de fișiere video și imagini luate în analiză pentru operațiile manuale de întreținere a plantațiilor de plop

Locul studiului și ziua de observare	Numărul de fișiere video colectate	Numărul de imagini extrase pentru analiza posturală a fiecărui subiect	Numărul de imagini preanalizate	Numărul de imagini valide
<i>L15 x 18</i>	13	1.300	3.900	1.433
<i>L16 x 19</i>	18	1.800	5.400	2.918
<i>L16 x 20</i>	16	1.600	4.800	3.643
<i>L16 x 21</i>	17	1.700	5.100	2.616
<i>L14 x 13</i>	8	800	2.400	1.657
<i>L14 x 22</i>	7	700	2.100	946
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>7.900</b>	<b>23.700</b>	<b>13.213</b>

Pentru a se putea realiza o caracterizare a muncii, datele cu privire la consumul de timp, eficiența muncii, ritmul cardiac, intensitatea muncii și analiza posturală au fost agregate la nivelul studiului după analiza statistică a acestora.



#### 2.4.1.5. Analiza statistică a datelor pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

Analiza statistică a datelor s-a desfășurat după procedura descrisă pentru operațiile de plantare manuală a sadelor, fără a se utiliza teste de comparație statistică pentru a evidenția diferențele dintre muncitori și alți factori ci, mai degrabă, a fost vizată caracterizarea operațiilor respective din punct de vedere al includerii variabilității.

#### 2.4.2. Materiale și metode folosite în evaluarea operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop

##### 2.4.2.1. Localizarea studiului pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Studiile de teren pentru evaluarea performanței productive și a condițiilor ergonomice specifice muncii în cazul operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop s-au efectuat în două locuri selectate dintre cele în care s-au realizat și operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop. Tipologia solurilor precum și principalele caracteristici ale acestora pentru toate suprafețele luate în studiu, atât la operațiile manuale, cât și la operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop, sunt redată în **Tabelul 22**.

**Tabelul 22.** Caracteristici descriptive ale suprafețelor luate în studiu pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Ocolul silvic (data studiului)	Coordonate geografice	Unitatea amenajistică și suprafața acesteia (ha)	Condițiile vremii în timpul studiului	Înălțimea medie a vegetației îndeprătată (m)	Tip de sol	Abrevierea utilizată în studiu
Segarcea (18.06.2018)	43°47'59.81" N 23°36'01.88" E	6C 2,00	$T = 22,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $RH = 76,75\%$	1,3	<i>Aluvisol</i> <i>molic</i>	<i>L15 x 18</i>
Poiana Mare (19.06.2018)	43°50'50.12" N 23°14'17.45" E	70A 2,92	$T = 23,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $RH = 71,85\%$	0,5	<i>Aluvisol</i> <i>distric</i>	<i>L16 x 19</i>
Poiana Mare (20.06.2018)	43°50'50.12" N 23°14'17.45" E	70A 2,92	$T = 23,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $RH = 69,33\%$	0,5	<i>Aluvisol</i> <i>distric</i>	<i>L16 x 20</i>

**Notă:** <sup>1</sup>  $T$  - temperatura aerului. <sup>2</sup>  $RH$  - umiditatea relativă a aerului. Valori medii calculate pe baza informațiilor preluate de la Stația Meteorologică Calafat.

Tipurile de sol specifice suprafețelor luate în studiu au fost identificate și descrise conform amenajamentelor silvice în vigoare. De fapt, suprafețele luate în studiu au fost parcurse, mai întâi, cu operații mecanizate de cultivare după care acestea au fost parcurse cu cele manuale pe fâșiile de teren rămase neprelucrate. În conformitate cu cele expuse în subcapitolul de localizare a studiului pentru operațiile manuale, pentru cele mecanizate s-au efectuat studii în prima suprafață de studiu (**L15**) de pe raza Ocolului Silvic Segarcea (Unitatea de Producție I Cârna, unitatea amenajistică 6C) și în a doua suprafață de studiu (**L16**) de pe raza Ocolului Silvic Poiana Mare (Unitatea de Producție IV Rast, unitatea amenajistică 70A). În **L15**, observațiile de teren au fost realizate în 18 iunie 2018 în timp ce în **L16** acestea au fost realizate pe durata a două zile, în 19 și 20 iunie 2018. Pentru selectarea suprafețelor s-au avut în vedere aceleași criterii de reprezentativitate ca și în cazul operațiilor manuale de întreținere. În plus, pentru ambele categorii de operații s-a avut în vedere posibilitatea comasării observațiilor de teren în aceleași teritorii în vederea reducerii resurselor necesare studiului. În ambele locuri luate în studiu, arboretele au fost întemeiate prin folosirea unei scheme de



plantare a puietilor de 5x4 m, în 2015 în **L15** și în 2017 în **L16**. Solurile suprafețelor luate în studiu au fost caracterizate de texturi predominant nisipoase, cu posibilitatea de tranziție a acestora spre mături și luturi.

#### 2.4.2.2. Organizarea muncii, descrierea utilajelor și agregatelor utilizate în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Operațiile de întreținere mecanizată a culturilor de plop din zona de studiu au fost realizate cu ajutorul unor muncitori disponibili local (un muncitor în **L15**, cu vârsta de 46 ani, masa corporală de 85 kg și înălțimea de 165 cm și un muncitor în **L16** cu vârsta de 47 ani, masa corporală de 110 kg și înălțimea de 185 cm) frecvent utilizați în astfel de operații, fie pe bază de subcontractare către societăți comerciale de profil, fie prin angajare de către ocoalele silvice în cauză, care au operat utilajele folosite.

Organizarea spațială a muncii a fost similară aspectelor descrise în cazul operațiilor manuale, fiind prezentată sub raport conceptual în **Figura 13**, aspectele respective fiind descrise și în cazul operațiilor manuale de întreținere a solului raportate de Marogel-Popa et al. (2019a) cu precizările de rigoare referitoare la numărul de treceri adaptat la lățimea activă a dispozitivelor și la schema de plantare. Organizarea muncii pentru operațiile mecanizate de întreținere specifice studiului de față a fost simplă și a constat din următoarele sarcini (elemente) de muncă identificate:

- Muncă efectivă (**ME**) constând din frezarea sau discuirea activă pe spațiile disponibile între rândurile de cultură;
- Manevre efectuate la capetele culturii (**MC**) pentru a (re)intra sau ieși din cultură;
- Deplasări ale utilajului de la spațiul de lucru disponibil între două rânduri de cultură la un alt spațiu de lucru situat între alte rânduri de cultură (**DUC**);
- Alte deplasări ale utilajului (**DU**) nerelaționate cu munca într-o suprafață dată;
- Diverse pauze și întârzieri (**I**) cum ar fi cele de natură tehnică (**IT**, pentru verificare utilaj, întrețineri și reparații etc.), personală (**IP**, pentru fumat, băut apă, odihnă etc.), pentru luarea mesei (**PM**) și cele cauzate de studiu (**PS**).

Pe durata studiului, cerul a fost parțial acoperit cu nori și temperatura aerului (**Tabelul 22**) nu a fost considerată ca fiind un factor generator de stres termic.

**Tabelul 23.** Utilaje și agregate utilizate în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Ocolul silvic	Unitatea amenajistică	Abrevierea utilizată în studiu	Tip de tractor utilizat	Tip de agregat utilizat
Segarcea	6C	<b>L2 x 18</b>	Landini	Disc tractat BOMET BTP 4x6
Poiana Mare	70A	<b>L3 x 19</b>	U650	Freza rotativă MASCHIO GASPARDINO Model W

Principalele caracteristici tehnice ale tractoarelor utilizate în operațiile mecanizate de întreținere (**Tabelul 23**) sunt următoarele:

- Tractorul U650 (anul fabricației - 2004): tractor universal pe roți penumactice, D110, cu motor Diesel în patru timpi și injecție directă, masa proprie de 4.310 kg și masa totală maximă autorizată de 5.850 kg, cu

puterea brută de 47,8 kW (65 CP), cu turația nominală de 1.800 rot/min, cilindreea de 4.760 cm<sup>3</sup>, cu patru cilindri așezați în linie, cu dimensiunile de gabarit de 4.040 mm lungime, 2.370 mm lățime și 2.630 mm înălțime, cu tracțiunea pe roțile motoare spate, cu o capacitate a rezervorului de 98 litri și cu o viteză maximă constructivă de 29 km/h;

- Tractorul Landini (anul fabricației - 2008): tipul tractorului L/LMF/Powerfarm 85, cu motor Diesel în patru timpi și cu injecție directă, cu masa proprie de 3.580 kg, cu masa totală autorizată de 6.500 kg, cu puterea brută de 60 kW (80 CP), cu turația nominală de 2.200 rotații/minut, cu cilindreea totală de 4.400 cm<sup>3</sup>, cu patru cilindri așezați în linie, cu dimensiunile de gabarit de 4.136 mm lungime, 2.200 mm lățime și 2.560 mm înălțime, cu tracțiune integrală, cu capacitatea rezervorului de 95 de litri și cu viteza maximă constructivă de 40 km/oră.

La fel, principalele caracteristici tehnice ale agregatelor active utilizate în operațiile mecanizate de întreținere (**Tabelul 23**) sunt următoarele:

- Freza rotativă Maschio Gaspardo, model W (cu sănii) (anul fabricației - 2016): tipul frezei W 145, lățimea de lucru 145 cm, adâncimea de lucru 18 cm, lățimea de transport 157 cm, masă 218 kg, reductor de viteză de 540 rotații/minut, legătură cardanică cu ambreiaj, transmisie laterală în baie de ulei, 28 de sape elicoidale din care 4 sape pe flanșă și sapele laterale orientate spre exterior, puterea necesară 18-30 kW (25-40 CP);
- Discul tractat Bomet BTP 4 × 6 (anul fabricației - 2014): tipul discului BTP 4 × 6, lățimea de lucru de 2,20 m, adâncimea de lucru de 10 cm, dimensiuni de gabarit de 320 mm lungime, 222 mm lățime și 97 mm înălțime, masa de 615 kg, taler crestă pe față și drept pe spate, diametrul talerului de 460 mm, 4 baterii a câte 6 talere și o distanță între talere de 172 mm.

#### **2.4.2.3. Proceduri utilizate în colectarea datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop**

În fiecare loc luat în studiu și în fiecare zi, operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop au fost monitorizate prin înregistrare video. În acest sens, s-a utilizat o cameră digitală care s-a amplasat în interiorul cabinei tractorului, în partea de sus a acesteia, cu câmpul de vizualizare orientat înspre spatele tractorului, astfel încât pe fișierele video înregistrate să fie vizibile atât organele active și starea de funcționare a acestora, cât și poziția tipică a muncitorului din tractor. Camera video a fost setată, similar operațiilor de întreținere manuală a culturilor de plop, pentru colectarea de date în mod continuu sub forma unor fișiere digitale video cu durate de 20 de minute fiecare. Camera s-a amplasat de o așa manieră încât să faciliteze cuprinderea celui mai bun câmp de vizualizare în fișierele media colectate. Fișierele video colectate în acest fel au fost organizate pe zile și pe locuri de studiu; ele au servit la documentarea și descrierea sarcinilor de muncă, la extragerea consumului de timp pe elemente de muncă și pentru a caracteriza aceste operații din punct de vedere ergonomic. Restul parametrilor operaționali au fost cei specifici operațiilor manuale de întreținere a culturilor (tipuri de sol și caracteristicile acestora, înălțimea vegetației etc.).

#### **2.4.2.4. Proceduri utilizate în prelucrarea datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop**

Similar operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop, procedura de procesare a datelor a constat dintr-o serie de pași care au fost necesari în vederea obținerii bazei de date inițiale necesare pentru analiza statistică. Astfel, s-au parcurs următorii pași:

- Fișierele video au fost descărcate din colectorul de date la sfârșitul fiecărei zile de muncă, după care, un prim pas de procesare a datelor a constat din conducerea unui studiu de timp și mișcări de detaliu al cărui design conceptual s-a bazat pe literatura de specialitate din domeniul operațiilor forestiere (Acuna et al., 2012; Björheden et al., 1995) și care a presupus analiza fișierelor video în secvența lor reală de înregistrare în teren, urmată de extragerea datelor într-o foaie de calcul Microsoft Excel pe categorii de consum de timp, subiecți și sarcini de muncă. În acest scop, unitatea de producție ( $P$ ) a fost considerată a fi aria de un hectar operată mecanizat, obținută prin folosirea unui factor de corecție ( $F$ ) care indică proporția de participare a operațiilor mecanizate în cadrul unei culturi ( $F = 0,80$ ), în timp ce consumul de timp a fost cel specific sarcinilor identificate anterior. Apoi, dat fiind specificul operațiilor observate, performanța productivă a operațiilor de întreținere mecanizată a culturilor de plop a fost exprimată sub forma unor indicatori similari celor de la operațiile manuale ( $REB$  - rata eficienței brute și  $REN$  - rata eficienței nete, ore/ha) după conversia consumului de timp din secunde în ore, utilizându-se **Relațiile 11-15**.

$$TB(\text{ore}) = t_{ME}(\text{ore}) + t_{MC}(\text{ore}) + t_{DUC}(\text{ore}) + t_{DU}(\text{ore}) + t_i(\text{ore}) \quad (11)$$

$$TN(\text{ore}) = t_{ME}(\text{ore}) + t_{MC}(\text{ore}) + t_{DUC}(\text{ore}) \quad (12)$$

$$REB(\text{ore/ha}) = TB(\text{ore}) / P(\text{ha}) \quad (13)$$

$$REN(\text{ore/ha}) = TN(\text{ore}) / P(\text{ha}) \quad (14)$$

$$P(\text{ha}) = A(\text{ha}) \times F \quad (15)$$

unde:

$TB$ - consumul de timp brut specific operațiilor mecanizate de frezare sau discuire;

$TN$ - consumul de timp net specific operațiilor mecanizate de frezare sau discuire;

$t_{ME}$ - consumul efectiv de timp de muncă specific operațiilor mecanizate de frezare sau discuire;

$t_{MC}$ - consumul de timp datorat manevrelor de capăt pentru ieșire și intrare în cultură;

$t_{DUC}$ - consumul de timp datorat deplasării între diferite rânduri de cultură, realizate în interiorul culturii;

$t_{DU}$ - consumul de timp datorat deplasării între diferite culturi;

$t_i$ - consumul de timp datorat diferitelor pauze și întârzieri, incluzând aici pauzele de masă, întârzierile de natură tehnică, întârzierile cauzate de studiu etc.

$REB$ - rata eficienței brute a operațiilor mecanizate de frezare sau discuire;

$P$ - producția realizată prin frezare sau discuire;

$REN$ - rata eficienței nete a operațiilor mecanizate de frezare sau discuire;

$A$ - suprafața reală a culturii parcurse cu operații, determinată pe baza localizării GPS și a unor straturi GIS conținând suprafețele în cauză;

$F$ - factor mediu de corecție calculat în raport cu ponderea lucrărilor operațiilor mecanizate într-o suprafață dată,  $F = 0,80$ .

- Riscul de îmbolnăvire profesională prin dezvoltarea de  $BMS$  a fost evaluat pentru fiecare subiect și loc de studiu prin utilizarea unei metode simplificate (Marogel-Popa et al., 2019b) care, datorită tipurilor

de sarcini de muncă efectuate și a modului de efectuare a acestora, a vizat doar efectuarea de observații asupra posturii generale a spatelui subiecților. Procedurile de lucru au constat din aplicarea mai multor pași specifici, dintre care, un prim pas a constat dintr-o sistematizare a fișierelor video pe subiecți și pe locații de studiu (**Tabelul 24**); următorul pas a constat din reanalizarea detaliată a fișierelor video pentru identificarea perioadelor de timp în care subiecții au avut partea superioară a corpului (incluzând aici zona lombară, spatele, gâtul și capul) în poziție normală, orientată înspre înainte, respectiv în poziție anormală, torsionată înspre lateral sau lateral-spate. Dat fiind faptul că posturile subiecților au constat atât din poziții normale, anormale cât și din mișcări ale torsului înspre lateral sau lateral-spate, de durate scurte și cu revenire la normal, s-a delimitat și numărul de evenimente de acest fel, cu durata mai mică sau egală cu două secunde, pentru fiecare fișier video, acestea fiind clasificate drept muncă dinamică (Marogel-Popa et al., 2019b). În ceea ce privește brațele operatorilor, acestea s-au considerat a fi întotdeauna sub nivelul umerilor în timp ce picioarele acestora s-au evaluat a fi, întotdeauna, în postura specifică de stat așezat. Exercițierea forței (*i.e.* pentru manevrarea volanului) s-a considerat a fi sub 10 kg. Aceste date, extrase din fișierele video, au fost codificate, în funcție de tipul principal al posturii identificate, în două categorii principale, după cum s-a menționat anterior. Pentru codificare s-au utilizat coduri sugestive în funcție de care, prin utilizarea programului Microsoft Excel și aplicarea unor funcții logice, s-a extras timpul specific petrecut în cele două categorii de posturi. Ulterior, analiza posturală a fost implementată sub forma unei analize ponderate în sistemul OWAS prin luarea în considerare a timpului specific petrecut în diferite posturi ale spatelui precum și a următorilor parametri specifici (Marogel-Popa et al., 2019b): postura brațelor s-a considerat a fi cea mai favorabilă (ambele brațe localizate sub nivelul umerilor, cod OWAS = 1), postura picioarelor s-a considerat a fi cea mai favorabilă (poziție șezând, cod OWAS = 1), exercițierea forței s-a considerat a fi în categoria cea mai favorabilă (sub 10 kg, cod OWAS = 1) iar postura spatelui a fost considerată a fi total defavorabilă (cod OWAS = 4) pentru evenimentele și timpul petrecut cu spatele torsionat și înclinat în lateral, respectiv obișnuită pentru evenimentele și timpul petrecut cu spatele drept (cod OWAS = 1). Pe baza acestor date s-au stabilit, prin ponderarea în raport cu timpul specific petrecut în diferite posturi, categoriile de acțiune (**AC**) urmând ca, pe baza acestora, să se estimeze indicele de risc postural (**PR**) prin proceduri similare celor descrise în cazul operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop.

**Tabelul 24.** Numărul de fișiere video luate în analiză pe locuri de studiu și subiecți pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Locul studiului și ziua de observare	Numărul de fișiere video colectate și analizate
<i>L15</i> , 18.06.2018	13
<i>L16</i> , 19.06.2018	13
<i>L16</i> , 19.06.2018	16
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>

Pentru a se putea realiza o caracterizare a muncii, datele cu privire la consumul de timp, eficiența muncii și analiza posturală au fost agregate la nivelul studiului după analiza statistică a acestora. În acest sens, datele s-au agregat prin luarea în considerare a tipului de operație efectuată în raport cu dispozitivul utilizat în operațiile de întreținere mecanizată. Această abordare a fost aleasă și datorită faptului că operatorii luați în

studiu au fost diferiți în raport cu modul concret de realizare a operației mecanizate de întreținere: prin frezare sau prin discuri.

#### **2.4.2.5. Analiza statistică a datelor pentru operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop**

Analiza statistică a datelor s-a implementat prin utilizarea tehnicilor statisticii descriptive (Zar, 2010) dintre care s-au selectat cele mai relevante pentru studiul de față, adaptat la cele precizate în Acuna et al. (2012). Consumul de timp pe categorii de elemente de muncă a fost descris prin analiza de detaliu a consumului total din fiecare categorie, urmată de reprezentarea sub formă de proporții, sub raport comparativ, a consumurilor de timp pentru cele două modalități de operare mecanizată - prin frezare și prin discuri - urmată de raportarea datelor statistice sub formă grafică și sub formă tabelară, inclusiv a celor caracterizând eficiența muncii în astfel de operații. În cazul componentei de evaluare ergonomică, datele au fost descrise tot prin tehnicile specifice statisticii descriptive, dar prin luarea în considerare a unui set mai mare de descriptori statistici. Analizele statistice menționate anterior au fost realizate în totalitate în programul de calcul Microsoft Excel.

### 3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

#### 3.1. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop

##### 3.1.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Figura 16 prezintă o distribuție procentuală a consumului de timp la nivelul global al studiului cu privire la plantarea manuală a sadelor de plop. Astfel, *S1* și *S2* au fost cei doi subiecți care au fost observați în data de 8.11.2018 în cazul plantării în teren pregătit la o schemă de plantare de 6×4 m, *S3* și *S4* au plantat în teren nepregătit, la aceeași schemă de plantare iar *S5* și *S6* au plantat în teren nepregătit la o schemă de plantare de 4×4 m.

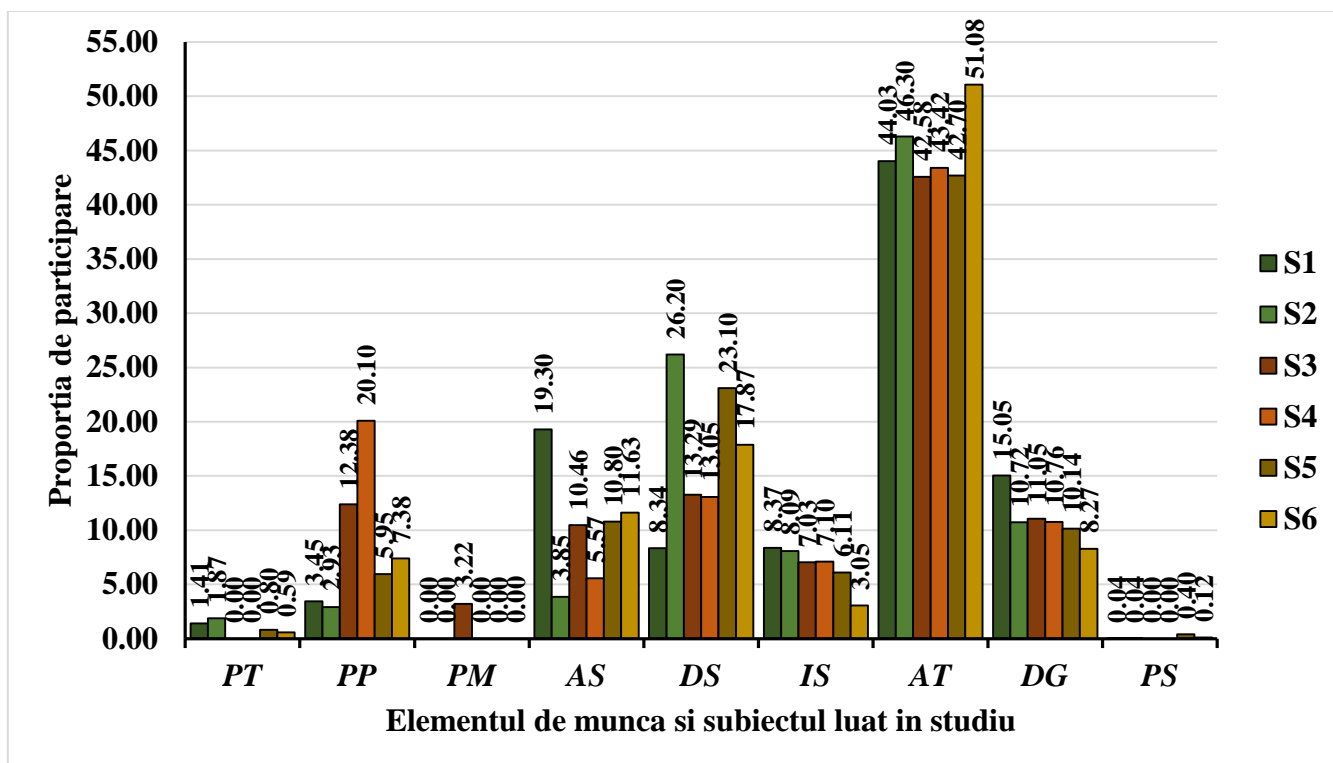


Figura 16. Distribuția procentuală a consumului de timp pe elemente de muncă și subiecți în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Legendă: *S1-S6* subiectul 1 - subiectul 6, *PT* - pauză tehnică, *PP* - pauză personală, *PM* - pauză de masă, *AS* - ascuțire sade, *DS* - deplasare sade, *IS* - înfigere sade în groapă, *AT* - astupare și tasare gropi, *DG* - deplasarea între gropi, *PS* - pauză cauzată de studiu.

După cum se observă, distribuția procentuală a consumului de timp pe elemente de muncă identificate a fost destul de eterogenă între muncitorii luați în studiu. Cu toate acestea, consumul de timp majoritar a fost cel specific astupării și tasării gropilor ocupând proporții mai mari de 40% în toate cazurile specifice. Deplasarea între gropi a ocupat circa 10% din consumul de timp la nivelul global, ascuțirea sadelor o proporție similară, iar deplasarea sadelor o proporție medie de circa 15%. Prin urmare, în acest tip de operații, principalul efort sub raportul consumului de timp este cel legat de astuparea și tasarea gropilor. Luate împreună, cele două elemente de muncă (astuparea și tasarea gropilor și înfigerea sadelor în gropi) ocupă, în proporția totală a consumului de timp la locul de muncă, circa 50%.

În Tabelul 25 se prezintă principalele statistici descriptive cu privire la consumul de timp pe subiecți, cu respectarea aceluiași sistem de notare al subiecților, după cum s-a explicat în cazul Figurii 16.



Tabelul 25. Statistici descriptive privind consumul de timp în operații de manuale de plantare a sadelor de plop

Subiectul	Element de muncă	Număr de observații	Valoarea minimă (s)	Valoarea maximă (s)	Media (s)	Mediana (s)	Abaterea standard (s)	Sume (s)
<i>S1</i>	<i>PT*</i>	3	5	56	32,67	37,00	25,77	98
	<i>PP*</i>	26	1	34	9,23	7,50	7,63	240
	<i>PM*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>AS*</i>	16	9	218	84,00	69,00	61,70	1.344
	<i>DS*</i>	17	9	115	34,18	19,00	28,56	581
	<i>IS*</i>	81	2	16	7,20	7,00	2,82	583
	<i>AT*</i>	96	2	61	31,94	33,00	14,78	3.066
	<i>DG*</i>	87	2	75	12,05	8,00	11,71	1.048
	<i>PS*</i>	1	3	3	3,00	3,00	-	3
<i>S2</i>	<i>PT*</i>	3	2	68	43,33	60,00	36,02	130
	<i>PP*</i>	26	2	22	7,81	6,50	5,01	203
	<i>PM*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>AS</i>	3	42	172	89,00	53,00	72,09	267
	<i>DS*</i>	17	7	321	106,94	41,00	124,86	1.818
	<i>IS*</i>	78	2	30	7,19	6,00	3,75	561
	<i>AT*</i>	92	3	85	34,91	35,00	14,89	3.212
	<i>DG*</i>	79	0	60	9,42	8,00	7,76	744
	<i>PS*</i>	1	3	3	3,00	3,00	-	3
<i>S3</i>	<i>PT*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>PP*</i>	72	2	687	25,90	10,5	81,00	1.865
	<i>PM*</i>	1	-	-	-	-	-	485
	<i>AS</i>	13	5	429	121,15	74,00	120,62	1.575
	<i>DS*</i>	35	3	392	57,17	41,00	72,52	2.001
	<i>IS*</i>	103	0	62	10,28	8,00	8,97	1.059
	<i>AT*</i>	154	0	162	41,64	42,50	24,38	6.413
	<i>DG*</i>	126	2	102	13,21	8,00	15,44	1.664
	<i>PS*</i>	0	-	-	-	-	-	-
<i>S4</i>	<i>PT*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>PP*</i>	94	2	675	32,30	13,00	86,27	3.036
	<i>PM*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>AS</i>	8	5	262	105,25	92,5	86,02	842
	<i>DS*</i>	28	6	398	70,43	43,00	82,32	1.972
	<i>IS*</i>	100	2	36	10,73	10,00	6,52	1.073
	<i>AT</i>	155	1	429	42,32	36,00	42,25	6.559
	<i>DG*</i>	136	0	66	11,95	8,00	11,40	1.625
	<i>PS*</i>	0	-	-	-	-	-	-

**Tabelul 25 (continuare).** *Statistici descriptive privind consumul de timp în operații de manuale de plantare a sadelor de plop*

Subiectul	Element de muncă	Număr de observații	Valoarea minimă (s)	Valoarea maximă (s)	Media (s)	Mediana (s)	Abaterea standard (s)	Sume (s)
<i>S5</i>	<i>PT*</i>	2	25	69	47,00	47,00	31,11	94
	<i>PP*</i>	33	2	250	21,12	10,00	42,89	697
	<i>PM*</i>	0	-	-	-	-	-	-
	<i>AS</i>	3	43	683	422,00	540,00	335,92	1.266
	<i>DS*</i>	103	2	326	26,28	14,00	46,79	2.707
	<i>IS*</i>	100	2	65	7,16	5,00	9,47	716
	<i>AT</i>	87	4	134	57,53	59,00	26,64	5.005
	<i>DG*</i>	74	3	189	16,05	10,00	24,64	1.188
	<i>PS*</i>	2	17	30	23,50	23,50	9,19	47
	<i>S6</i>	<i>PT*</i>	1	69	69	69,00	69,00	-
<i>PP*</i>		53	2	247	16,30	8,00	33,97	864
<i>PM*</i>		0	-	-	-	-	-	-
<i>AS*</i>		3	109	713	453,67	539,00	310,91	1.361
<i>DS*</i>		59	3	339	35,44	15,00	63,03	2.091
<i>IS</i>		57	2	13	6,26	6,00	2,73	357
<i>AT</i>		91	-	127	65,67	68,00	30,86	5.976
<i>DG*</i>		68	2	100	14,23	9,00	15,11	968
<i>PS*</i>		2	3	11	7,00	7,00	5,66	14

**Notă:** \*Datele nu urmează o distribuție normală.

Analiza statistică a datelor a evidențiat faptul că acestea nu urmează o distribuție normală, fapt ce era, oarecum, de așteptat. Din acest motiv s-a recurs atât la raportarea valorilor medii cât și la raportarea valorilor mediane. Timpul total consumat la nivel de individ s-a distribuit după cele prezentate în **Figura 16**, cu o proporție majoritară a consumului de timp în cazul astupării și tasării gropilor. Deși nu s-au implementat teste de comparație între rezultatele specifice pentru fiecare subiect în parte, a fost evident faptul că a existat o variabilitate mare a rezultatelor, prin urmare și diferențe majore ale consumului de timp pe elemente de muncă. Din acest motiv, s-a recurs la o restratificare a datelor la nivel de zi de observație, astfel încât să se pună în evidență eventualele diferențe generate de schema de plantare și de starea de pregătire a solului prin prisma indicatorilor de eficiență a muncii. Aceste rezultate se prezintă în **Tabelul 26**, cu precizarea că în primele două suprafețe munca celor doi muncitori a fost realizată, oarecum, în comun, în jurul fiecărei sade de plantat, iar în ultima suprafață muncitorii au realizat această muncă diferențiat, fiecare desfășurând munca în jurul propriei unități de muncă. Întrucât diferențele operaționale dintre primele două locuri de studiu au constat din starea terenului (pregătit în primul caz și nepregătit în ultimul caz), rezultatele obținute nu sunt contradictorii, eficiența muncii fiind mai mare în primul caz (**Tabelul 26**). O justificare suplimentară poate fi considerată și proporția mai mare a pauzelor de natură personală și proporția mult mai mare a elementelor de muncă ce au vizat deplasarea din cea de a doua suprafață (**Figura 16**).

În ceea ce privește cea de a treia suprafață de studiu, terenul a fost nepregătit dar, în acest caz, condițiile de muncă au fost contrastant diferite pentru că, în primul rând, schema de plantare a fost de 4x4 m, prin urmare mult mai strânsă comparativ cu primele două, iar pe de altă parte, muncitorii observați și-au desfășurat munca individual. Având în vedere acest lucru și luând în considerare o proporție de timp mult mai scăzută pentru deplasarea între gropi (**Figura 16**) și o proporție mai mare de timp consumată la astuparea și tasarea gropilor, se poate concluziona că factorul principal care afectează performanța productivă a muncii este cel relaționat cu modul de organizare al muncii și distribuirea sarcinilor. Din acest punct de vedere, chiar dacă condițiile din ultima suprafață de studiu au fost cele mai dificile, performanța muncii în acest caz a fost cea mai mare (**Tabelul 26**).

**Tabelul 26.** Indicatorii performanței productive în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Locul de studiu	Element de muncă	Timp mediu pe echipă (s)	Număr de sade plantate	Timp total mediu pe echipă (ore)	Timp total mediu fără întârzieri pe echipă (ore)	PB (sade × oră <sup>-1</sup> × echipă <sup>-1</sup> )	PN (sade × oră <sup>-1</sup> × echipă <sup>-1</sup> )	EB (ore - echipă × sadă <sup>-1</sup> )	EN (ore - echipă × sadă <sup>-1</sup> )
L1	PT	114	80	1,917	1,823	41,73	43,88	0,024	0,023
	PP	222							
	PM	-							
	AS	805							
	DS	1.200							
	IS	572							
	AT	3.139							
	DG	847							
	PS	3							
	L2	PT							
PP		2.431							
PM		242							
AS		1.114							
DS		1.963							
IS		1.044							
AT		6.486							
DG		1.636							
PS		0							
L3		PT	81	157	3,254	3,005	48,24	52,25	0,021
	PP	787							
	PM	-							
	AS	1.314							
	DS	2.399							
	IS	537							
	AT	5.491							
	DG	1.078							
	PS	31							

În condițiile descrise, dacă munca se desfășoară în echipe cu formații de muncă compuse din doi muncitori, productivitatea netă a muncii, calculată prin includerea timpului consumat ca timp de bază și auxiliar (i.e. prin excluderea pauzelor) a fost de ordinul a 29,99 - 43,88 sade plantate pe oră, ceea ce se poate transpune în productivități de ordinul a circa 240 - 351 sade plantate pe zi (8 ore), respectiv o eficiență netă de 0,033 - 0,023 ore/sadă plantată, în ipoteza includerii unor pauze de odihnă.

Dacă munca se desfășoară pe formații de muncă compuse dintr-un singur individ, atunci productivitatea netă a fost de ordinul a 52,25 sade pe oră, ceea ce poate rezulta, în aceleași condiții, într-o productivitate de ordinul a 418 sade în 8 ore, respectiv o eficiență netă de 0,019 ore/sadă plantată, cu o productivitate mult mai mare, probabil, în cazul unor scheme de plantare mai aerisite. Acestea sunt evidențiate și de valorile estimate cu privire la eficiența muncii, redate în **Tabelul 26** pentru fiecare loc de studiu luat în considerare.

### 3.1.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de plantare a sadelor de plop

În cazul operațiilor de plantare manuală a sadelor, pulsul mediu (*HR mediu*, bpm) al muncitorilor luați în studiu a avut valori cuprinse între 119,50 (pentru *S4 x L2*) și 132,74 (pentru *S6 x L3*) bătăi pe minut, așa cum reiese din **Tabelul 27**. Având în vedere acest lucru și luând în considerare indicatorul *%HRR*, munca poate fi încadrată în categoria celor grele pentru toți muncitorii monitorizați. Compararea și validarea afirmației respective poate fi realizată, conform lui Marogel-Popa et. al. (2020a), dacă luăm în considerare proporția relativ mare din timpul observat ce este încadrat ca pauze de odihnă (în medie de circa 9%). De asemenea, pentru categoria care a grupat pauzele de odihnă, indicatorul *%HRR* a prezentat valori mari, cuprinse între circa 23 și circa 50%.

**Tabelul 27.** Statistici descriptive privind activitatea cardio-vasculară și indicatorii derivați privind dificultatea muncii în operații manuale de plantare a sadelor de plop

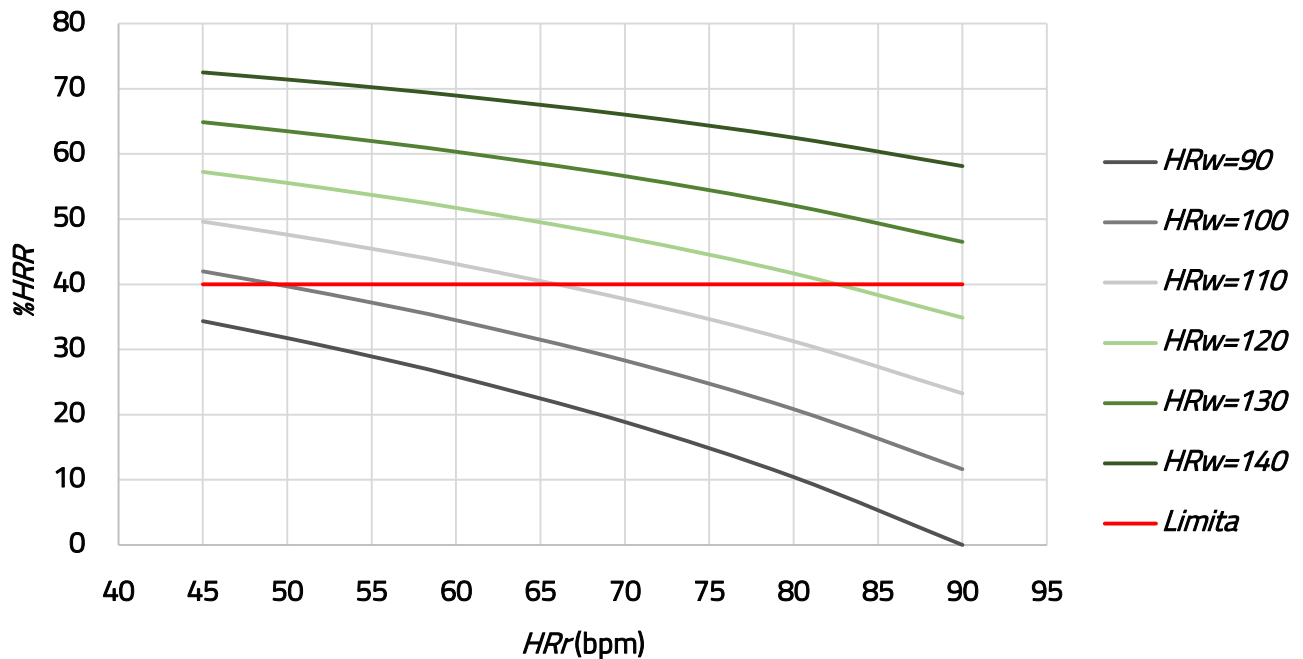
Subiectul și locul ales pentru studiu	<i>HRr</i> (bpm)	<i>HR mediu</i> (bpm)	<i>%HRR</i> pentru sarcini productive**	<i>%HRR</i> pentru pauzele de masă	<i>%HRR</i> pentru pauzele personale	<i>%HRR</i> general
<i>S1xL1</i>	74	120,30	50,87	-	49,52	49,78
<i>S2xL1</i>	92	130,59	43,91	-	42,24	42,88
<i>S3xL2*</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S4xL2</i>	89	119,50	41,59	-	33,21	37,36
<i>S5xL3</i>	80	129,79	56,58	-	40,20	52,41
<i>S6xL3</i>	102	132,74	41,59	-	23,33	31,37
<b>Media generală</b>	<b>87,40</b>	<b>126,58</b>	<b>46,91</b>	-	<b>37,70</b>	<b>42,82</b>

**Notă:** \*nu au fost realizate înregistrări pentru *S3xL2* datorită unor defecțiuni tehnice ale instrumentelor de măsurat; \*\* *%HRR* pentru sarcinile productive grupează datele aferente sarcinilor *AS, DS, IS, AT* și *DG*

Luând în considerare cele precizate de literatura de specialitate în ceea ce privește clasificarea muncii pe categorii de dificultate în funcție de activitatea cardio-vasculară, putem concluziona faptul că operațiile manuale de plantare a sadelor de plop par a se încadra în categoria muncilor grele, cu o valoare de aproape 43% pentru *%HRR general*, în condițiile în care în calcul s-au inclus și datele reprezentând pauzele. Aceeași concluzie se obține și dacă analizăm valoarea medie a rezervei de ritm cardiac pentru sarcinile productive, aceasta fiind de 47%, așa cum au precizat și Marogel-Popa et al. (2020a). Luând în considerare valoarea *%HRR* = 37,70 pentru pauzele personale, se observă că acestea nu au fost suficiente pentru o recuperare completă a activității cardio-vasculare a muncitorilor. Dacă luăm în calcul starea pregătită sau nepregătită a terenului, putem observa că nu există o relație directă între aceasta și efortul cardio-vascular ci, în mod sigur, efortul cardio-vascular depinde de vârsta subiecților luați în studiu, indicând faptul că muncitorii tineri au avut capacitatea de a se recupera mai bine în timpul pauzelor decât cei mai în vârstă (e.g. *S6*, în vârstă de 20 de ani). Conform celor precizate de Marogel-Popa et al. (2020a), o problemă ce poate apărea este cea legată de certitudinea că ritmul cardiac măsurat pentru starea de repaus indică o valoare reală a acestei stări, întrucât

valorile pentru acest parametru (*HRr*) au variat între 74 și 102, valori ce sunt prea mari dacă le comparăm cu cele specifice repausului absolut. Astfel, literatura de specialitate a pus în evidență existența unor diferențe semnificative între indicatorul respectiv măsurat în condițiile studiului și cel măsurat în condițiile confortului de acasă (Lequeuz et al., 2018).

Pentru exemplificare, prin luarea în analiză a unui subiect ipotetic caracterizat prin valorile medii din studiu, respectiv vârsta egală cu cea medie a eșantionului (44 de ani), o variație a *HRr* de la 45 până la 90 bpm și un ritm mediu cardiac în timpul muncii cuprins între 90 și 140 bpm, în **Figura 17** este simulat efectul variației ritmului cardiac în repaus asupra rezervei de ritm cardiac.



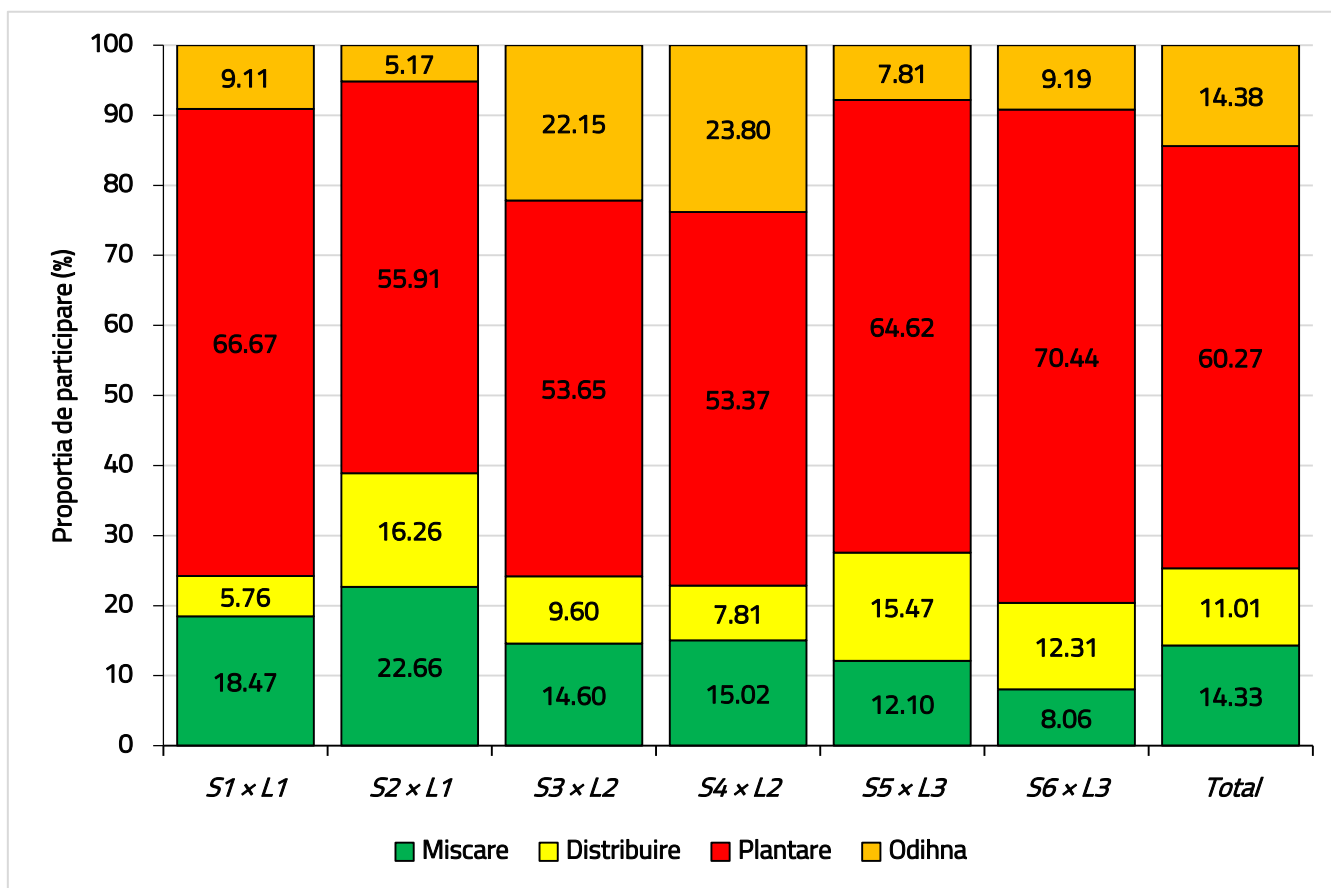
**Figura 17.** Efectul variației ritmului cardiac în repaus (*HRr*) asupra rezervei de ritm cardiac (%*HRR*) pentru diferite ritmuri măsurate în timpul muncii (*HRw*), pentru un subiect ipotetic având vârsta egală cu cea medie din studiul de față (44 ani)

Legendă: %*HRR*- rezerva de puls pentru o anumită activitate, grup de activități sau la nivel global; *HRw*- pulsul mediu al subiectului într-o activitate dată, grup de activități sau la nivel global; *HRr* - pulsul minim al unui subiect.

După unele surse din literatura de specialitate, limita acceptabilă pentru efortul susținut timp de 8 ore, din punctul de vedere al indicatorului %*HRR* este de 25% (Wu și Wang, 2002) însă în **Figura 17**, prin luarea în considerare a celor precizate de Potočnik și Poje (2017), limita respectivă este considerată a fi 40%, acesta fiind considerat pragul între efortul fizic acceptabil și neacceptabil în operații forestiere. Pentru un ritm cardio-vascular în timpul muncii de 90-100 bpm, cu luarea în considerare a limitei de 40%, constatăm că nu există diferențe mari de încadrare a muncii în una dintre categorii ca efect al determinării imprecise a *HRr*, dar determinarea precisă a acestuia capătă importanță dacă ritmul cardio-vascular este în domeniul de 110-120 bpm, fiind posibil ca, în realitate, %*HRR* să fie mult mai mare, de ordinul a 60-65%, prin urmare clasificarea în funcție de rezultate drept muncă foarte grea este cât se poate de reală (Marogel-Popa et al., 2020a).

### 3.1.3. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de plantare a sadelor de plop

În **Figura 18** se prezintă distribuțiile procentuale cu privire la numărul de imagini folosite pentru evaluarea ergonomică-posturală în operațiile de plantare a sadelor de plop. Se observă că în setul de imagini folosite pentru analiză au predominat cele care au indicat elementul de muncă relaționat cu plantarea propriu-zisă (proporții de 53-70%). Ca proporție, acestea au fost urmate de cele care au indicat mișcarea, pauzele de odihnă și distribuirea sadelor. Distribuțiile procentuale prezentate caracterizează, într-o măsură mare, și distribuția cu privire la categoriile de consum de timp.



**Figura 18** Proportia de participare a imaginilor analizate pe elemente (sarcini) de muncă în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Legendă: S1-S6 - subiecții 1-6, L1-L3 - locurile de observare 1 la 3.

În **Figura 19** se prezintă rezultatele privind distribuțiile imaginilor analizate pe categoriile de acțiune (AC) și indicii de risc postural (PRI) estimați la nivel de subiect, zi de observație, loc de studiu și eșantion, pe elemente de muncă (odihnă, plantare, distribuire, mișcare) și la nivelul general. În cazul plantării manuale de sade, analiza posturală prin metoda OWAS a evidențiat o mare variabilitate la nivelul sarcinilor de muncă și la nivelul subiecților luați în studiu cu privire la datele clasificate pe categorii de acțiune, așa cum se arată în **Figura 19**. Instantaneele ce au fost asociate cu sarcina de muncă **Mișcare** au fost clasificate, predominant, în AC1 și AC2. Ca atare, PRI-ul acestei sarcini a fost evaluat, la nivel de subiect, la valori cuprinse între 109 și 201 și, la nivel de operație, în medie, la valoarea de 167. Evenimentele categorizate drept **Odihna** au fost caracterizate de valori ale PRI-urilor care au variat de la 110 la 262, generând o valoare medie pentru acest eveniment de 179. Sarcina de **Distribuire** s-a caracterizat prin valori ale PRI-ului cuprinse între 164 și 247, iar



valoarea medie a *PRI*-ului pentru această sarcină de muncă a fost de 221. În privința indicelui de risc postural, cea mai problematică sarcină de muncă a fost cea a plantării (*Plantare*) care a generat valori ale *PRI*-ului între 255 și 350, cu o medie de 307. La nivelul eșantionului luat în studiu, aproximativ 21% dintre imaginile analizate au fost incluse în prima categorie de acțiune, aproximativ 35% dintre acestea au fost incluse în cea de a doua categorie de acțiune, aproximativ 10% au fost incluse în cea de-a treia categorie de acțiune și circa 35% au fost incluse în categoria a patra de acțiune. Indicele de risc postural ce caracterizează operațiile manuale de plantare a sadelor de plop a fost estimat la valoarea de 259, indicând, mai degrabă, asocierea și includerea acestora în cea de a treia categorie de acțiune în conformitate cu metoda OWAS. Această categorie de acțiune indică necesitatea adoptării unor măsuri de corectare a muncii din punct de vedere postural cât mai repede posibil (e.g. Corella-Justavino et al., 2015; Helander, 2006; Karhu et al., 1977). La nivel de subiect, distribuția imaginilor pe categorii de acțiune, precum și indicii de risc postural estimați, au fost destul de variabile. Imaginile atribuite primei categorii de acțiune (*AC1*) au avut o proporție cuprinsă între 9 și 43%, unde ultima valoare caracterizează datele specifice subiectului *S5* × *L3*. Imaginile atribuite celei de a doua categorii de acțiune (*AC2*), au avut proporții cuprinse între 26 și 47%, cele specifice celei de a treia categorii de acțiune (*AC3*) au avut proporții mici de participare iar cele atribuite celei de a patra categorii de acțiune (*AC4*) au înregistrat proporții cuprinse între 25 și 49%. În aceste condiții, indicii de risc postural estimați au avut valori cuprinse între 212 (*S5* × *L3*) și 295 (*S1* × *L1*). La nivelul eșantionului luat în studiu (**Tabelul 28**), posturile spatelui au fost identificate, în general, ca fiind neconfortabile, după cum, în aproape 57% dintre cazuri, subiecții au fost identificați în imaginile analizate ca având spatele aplecat și torsionat.

**Tabelul 28.** Distribuția posturilor spatelui, brațelor și a picioarelor în operații manuale de plantare a sadelor de plop raportate la prescripțiile sistemului OWAS

Cod	Proporții pentru posturile spatelui (%)	Proporții pentru posturile brațelor (%)	Proporții pentru posturile picioarelor (%)
1	6,08	92,61	1,60
2	18,90	6,82	7,63
3	18,30	0,58	23,67
4	56,72	NA <sup>1</sup>	35,36
5	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	9,12
6	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	0,10
7	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	22,52

**Notă:** <sup>1</sup> Neaplicabil în conformitate cu metoda OWAS.

Posturi confortabile ale spatelui (spate drept) au fost identificate în numai 6% dintre imaginile analizate. În general, posturile brațelor au fost identificate ca fiind confortabile, aspect ce poate fi relaționat cu tipul de unelte folosite în operațiile manuale de plantare. De asemenea, în conformitate cu sistemul de evaluare posturală utilizat, posturi ale picioarelor codificate cu numerele 4, 5 și 6, combinate cu posturi neconfortabile ale spatelui, generează întotdeauna cele mai rele situații posturale, ducând rezultatele generale în categoria a patra de acțiune. Astfel de combinații au fost destul de multe în setul de imagini analizate, unde posturile picioarelor codificate cu 4, 5 și 6 (caracterizate de prezența unor elemente precum genuchii îndoiți, sau îngenunchere) au reprezentat 44,6%. Prin urmare, principalele probleme ce pot fi asociate cu operațiile manuale de plantare a sadelor de plop, din punct de vedere postural, sunt cele legate de posturile neconfortabile ale spatelui combinate cu cele neconfortabile ale picioarelor, așa cum s-a precizat și în studiul realizat de Marogel-Popa et al. (2020b), din care provin aceste rezultate.

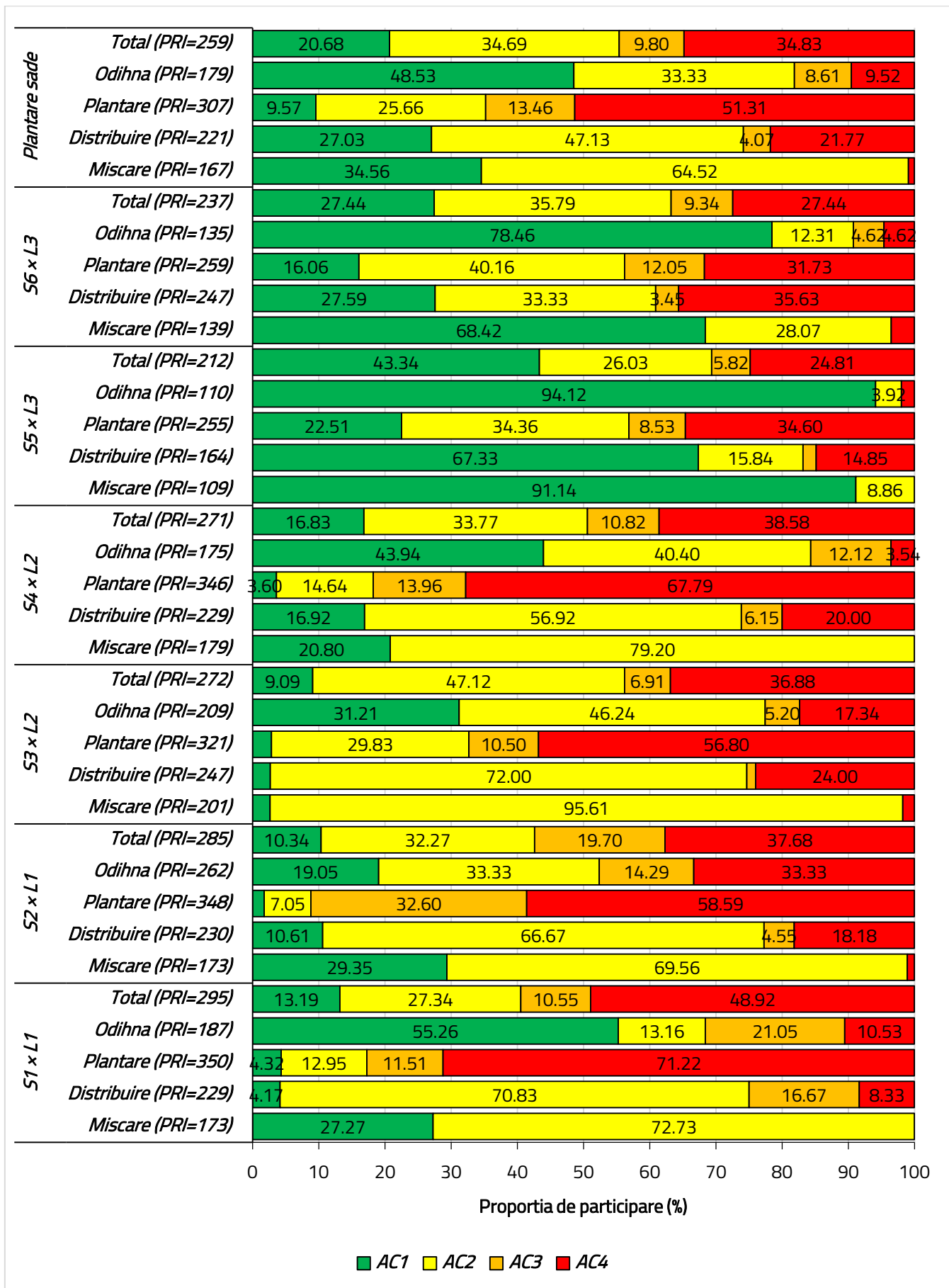


Figura 19. Proportia de participare a imaginilor analizate pe categorii de actiune (AC) și indici de risc postural (PRI) estimați la nivel de sarcină, subiect și operație, în operații manuale de plantare a sadelor de plop

Combinat, acestea au condus, în marea majoritate a cazurilor, la categoria de acțiune 3, indicând faptul că sunt necesare măsuri corective cât mai repede posibil. Astfel, s-a constatat faptul că riscul postural asociat cu operațiile de plantare manuală a sadelor de plop este mare. La nivel de operație, s-a constatat că elementul sau sarcina de muncă constând din plantarea efectivă (*Plantare*) generează cea mai îngrijorătoare situație posturală, deoarece *PRI*-ul estimat a fost apropiat ca valoare de 300. Din păcate, păstrând situația actuală, nu există prea mult loc pentru îmbunătățiri, deoarece plantarea propriu-zisă reprezintă sarcina principală specifică operațiilor de plantare studiate, care a reprezentat și cea mai mare pondere în datele analizate. Este de menționat că, pentru operația de plantare manuală a sadelor de plop, în ponderea sarcinilor, evenimentele specificate ca *Odihnă* au avut ponderi cuprinse între 5 și 24%. Deși aceste evenimente au fost menținute în analiză, deoarece au fost legate de munca la fața locului și au fost intercalate în secvența de lucru obișnuită, este discutabil dacă ar putea fi eliminate complet sau reduse în condițiile operaționale generale. Dacă ar fi posibil acest lucru, atunci pe baza rezultatelor și distribuției sarcinilor prezentate de acest studiu, situația riscului postural s-ar agrava, în timp ce productivitatea nu va fi semnificativ sporită.

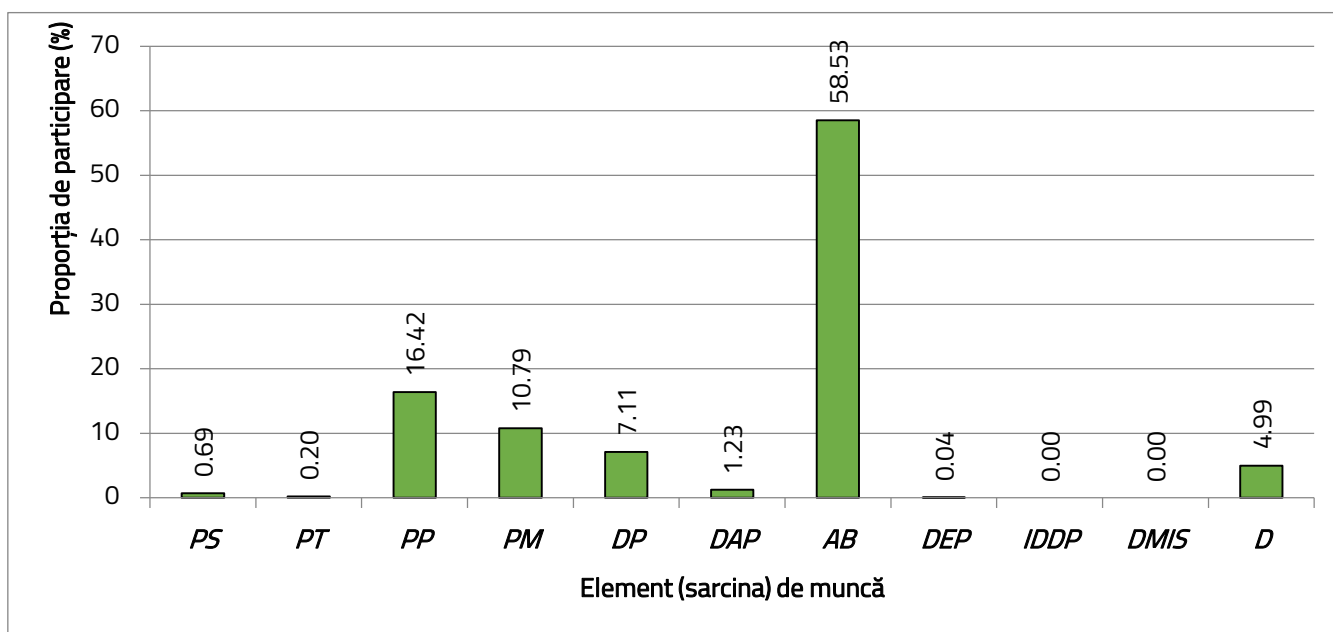
De exemplu, suprafața totală operată în locurile unde au fost plantate sade a fost de 0,55 ha. Cu toate acestea, aceste zone au fost operate de echipe care conțin mult mai mulți muncitori decât cei luați în studiu. Luând în considerare faptul că timpul de observare a fost de circa 18 ore, productivitatea globală ar fi putut fi estimată la aproximativ 0,03 ha pe oră, valoare foarte scăzută pentru condițiile observate și care ar deveni și mai scăzută dacă s-ar considera pauze de odihnă mai mari. Această situație indică limitările generate de munca manuală, care reprezintă una dintre problemele actuale în operațiile forestiere. O altă abordare care este considerată a avea potențial în îmbunătățirea ergonomică-posturală este cea a rotației locurilor de muncă, în sensul că sarcinile de muncă ar putea fi distribuite în mod mai judicios între muncitori cu scopul de a reduce riscul postural. Spinelli et al. (2018) au propus o astfel de abordare pentru lucrări parțial mecanizate de cojire a lemnului. Cu toate acestea, în cazul plantării manuale a sadelor de plop, această abordare este mai puțin utilă datorită secvenței temporale a sarcinilor și a participării acestora în structura operației (Marogel-Popa et al., 2020b). Astfel, plantarea propriu-zisă va domina în structura pe elemente de muncă, indiferent de modul în care sarcinile vor fi redistribuite între muncitori.

Probabil, unul dintre factorii importanți care ar fi putut afecta posturile de muncă în operațiile studiate, din punct de vedere antropometric, a fost înălțimea subiecților luați în studiu (Marogel-Popa et al., 2020b), care a variat între 165 și 185 cm. Pentru comparație, aceste două înălțimi extreme ale subiecților au fost identificate pentru situațiile *S2* × *L1* și, respectiv, *S5* × *L3*, cazuri în care și evenimentele identificate ca *Odihnă* au prezentat proporții reduse (aproximativ 5 și, respectiv, 8%) din numărul instantaneelor analizate efectiv. Ca atare, *PRI*-urile pentru sarcinile *Plantat* s-au dovedit a fi de 348 (la subiectul cu înălțimea de 165 cm) și, respectiv, 255 (la subiectul cu înălțimea de 185 cm), ceea ce indică faptul că înălțimile inferioare ale corpului ar putea fi asociate cu riscuri posturale mai mari. Cu toate acestea, se poate specula că o parte din aceste rezultate ar putea fi consecința modului și a locurilor în care unii dintre subiecți au ales să prindă cu brațele satele atunci când le-au introdus în gropi, deoarece pozițiile brațelor codificate cu 2 (un braț peste nivelul umărului) și 3 (ambele brațe peste nivelul umărului) au prezentat mai puțin de 200 de evenimente (instantanee) în cazul plantării sadelor.

### 3.2. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop

#### 3.2.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de plantare a puietilor de plop

În cazul operațiilor manuale de plantare a puietilor de plop, studiul s-a extins, în locurile luate în considerare (**L4-L8**), pentru o durată cumulată de circa 46,7 ore, din care, prin luarea în considerare doar a numărului de subiecți monitorizați în locurile de studiu unde au fost plantați puieti de plop alb (**L4, L5 și L7**) a rezultat o durată totală luată în analiză de circa 29,35 ore iar pentru subiecții monitorizați în locurile de studiu unde au fost plantați puieti de plop euramerican (**L6 și L8**), a rezultat o durată totală luată în analiză de circa 17,33 ore. Această durată a fost considerată a fi consumul total la locul de muncă. Din durata totală luată în analiză pentru operația de plantare a puietilor de plop alb, mai mult de 58,5% a fost consumată în elemente de muncă ce au constat din plasarea pământului în gropi și tasarea acestuia (**Figura 20**).



**Figura 20.** Distribuția procentuală globală a consumului de timp pe elemente de muncă în cazul plantării manuale a puietilor de plop alb în L4, L5 și L7

*Legendă: PS - pauză cauzată de studiu, PT - pauză tehnică, PP - pauză personală, PM - pauză de masă, DP - distribuie puieti, DAP - deplasare pentru aducere puieti, AB - astupare și tasare gropi, IDDP - întoarcere după distribuie puieti, DMIS - deplasare muncitori între șantierelor de împădurire, D - deplasare de la un puiet la altul.*

Global, întârzierile cauzate de studiu, pauze personale, pauze tehnice și pauze de masă, descărcarea puietilor și deplasarea între șantierelor de împădurire au contribuit cu mai mult de 28% în proporția consumului de timp. Între acestea se remarcă pauzele personale care includ și acele pauze care au fost luate pentru odihnă. Deplasările între gropile de plantat (**D**) au reprezentat aproximativ 5% din timpul consumat, pe când deplasările pentru aducerea puietilor la locul de plantare (**DAP**) au reprezentat 1,23%.

Distribuie puietilor la locul de plantare (**DP**) a reprezentat aproximativ 7% din timpul total. Prin urmare, cel mai mare consum de timp a fost cel specific plantării efective, adică a poziționării puietului în groapă, plasarea pământului în groapă și tasarea acestuia. În aceste condiții și prin luarea în calcul a schemei de plantare, precum și a faptului că operațiile observate s-au realizat grupat, se mai pot menționa următoarele cifre de caracterizare a muncii în astfel de operații: numărul de puieti plantați a fost de 709, într-un timp total

de 29,35 ore, din care timpul consumat în operații efective ca timp de bază și ajutor a fost de 21,09 ore, cu un raport între ultimul și primul de circa 0,72. Suprafața totală estimată a fi plantată a fost de circa 0,43 ha.

În condițiile date, eficiența muncii a fost estimată la circa 0,041 ore pe puieți plantat respectiv la circa 68,99 ore pe hectar. Prin excluderea timpului consumat cu diferite pauze și întârzieri, eficiența muncii a fost estimată la circa 0,030 ore (108 secunde) pe puieți, respectiv la circa 49,58 ore pe hectar. La nivel de muncitor și loc de studiu, pe de altă parte, datele au prezentat o variabilitate mai mare după cum se poate observa în Tabelul 29.

**Tabelul 29** Statistici descriptive privind consumul de timp și eficiența muncii în operații manuale de plantare a puieților de plop alb la nivel de subiect și loc de studiu

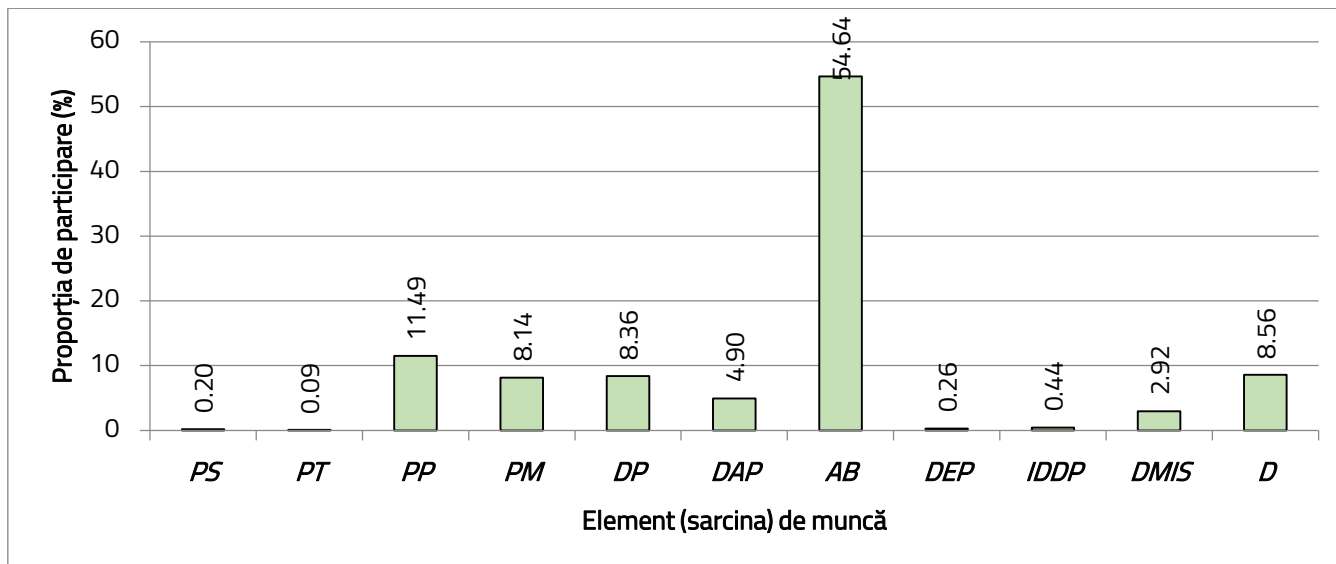
Caracteristica (parametrul)	Unitatea de măsură	Valoarea						
		L4 x S7	L4 x S4	L5 x S8	L5 x S4	L7xS11	L7xS12	Total
<b>Număr de puieți plantați</b>	buc.	139	141	90	94	125	120	709
<b>Suprafața plantată</b>	ha	0,08	0,08	0,05	0,06	0,08	0,07	0,43
<b>Consumul de timp</b>								
<i>TT</i> , din care	ore	6,58	6,58	3,85	3,85	4,14	4,35	29,35
<i>PS</i>	ore	0,00	0,00	0,15	0,00	0,02	0,03	0,20
<i>PT</i>	ore	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
<i>PP</i>	ore	1,53	0,59	1,18	1,04	0,06	0,43	4,82
<i>PM</i>	ore	0,52	0,52	0,53	0,55	0,51	0,53	3,17
<i>DP</i>	ore	0,50	0,38	0,12	0,14	0,24	0,72	2,09
<i>DAP</i>	ore	0,14	0,20	0,00	0,02	0,00	0,00	0,36
<i>AB</i>	ore	3,60	4,45	1,76	1,94	3,00	2,43	17,18
<i>DEP</i>	ore	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<i>IDDP</i>	ore	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>DMIS</i>	ore	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>D</i>	ore	0,30	0,37	0,12	0,16	0,32	0,21	1,46
<b>Proporția consumului de timp</b>								
<i>TT</i> , din care	%	100	100	100	100	100	100	100
<i>PS</i>	%	0,00	0,03	3,89	0,09	0,41	0,68	0,69
<i>PT</i>	%	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
<i>PP</i>	%	23,24	8,95	30,50	26,91	1,39	9,93	16,42
<i>PM</i>	%	7,86	7,96	13,86	14,35	12,21	12,29	10,79
<i>DP</i>	%	7,54	5,72	3,12	3,57	5,77	16,50	7,11
<i>DAP</i>	%	2,07	3,10	0,00	0,56	0,00	0,00	1,23
<i>AB</i>	%	54,75	67,59	45,56	50,44	72,51	55,89	58,53
<i>DEP</i>	%	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>IDDP</i>	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>DMIS</i>	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>D</i>	%	4,54	5,57	3,08	4,08	7,71	4,72	4,99
<b>Raportul TN/TB</b>	-	0,69	0,82	0,52	0,59	0,86	0,77	0,72
<b>Eficiența burtă</b>								
Pe suprafață	ore/ha	78,85	77,75	71,35	68,32	55,20	60,37	68,99
Pe puieți plantați	ore/buc	0,047	0,047	0,043	0,041	0,033	0,036	0,041
<b>Eficiența netă</b>								
Pe suprafață	ore/ha	54,33	63,74	36,93	40,07	47,47	46,55	49,58
Pe puieți plantați	ore/buc	0,033	0,038	0,022	0,024	0,028	0,028	0,030

**Notă:** *TN* reprezintă suma timpilor aferenți pentru activitățile *DP+DAP+AB+D+IDDP*; *Ti* este compus din suma timpilor aferenți pentru activitățile *PP+PM+DEP+DMIS*; *TB* reprezintă suma timpilor *TN+Ti*.

Astfel, raportul dintre timpul consumat efectiv în muncă (*TM*) și timpul total observat (*TB*) s-a situat în domeniul 0,52 până la 0,82, aspect ce a fost relaționat, mai degrabă, cu o distribuție diferită a timpului consumat printr-o proporție mai mare a celui specific pauzelor personale și de luare a mesei. Ceea ce merită luat în considerare și analizat mai în detaliu este eficiența netă, deoarece aceasta este calculată pe baza datelor privind consumul de timp prin excluderea oricărui fel de întârziere. Aceasta a variat între 0,022 (circa 79 secunde) și 0,038 ore (circa 137 secunde) pe puiet plantat, transpunându-se în valori de circa 2,2 până la 3,8 ore pe 100 de puieti plantați. Se menționează aici faptul că dimensiunile gropilor în cele trei locuri de studiu au fost de 60×60 cm. Vârsta subiecților luați în studiu nu a variat în limite largi, fiind cuprinsă între 40 și 54 de ani. Prin urmare, pe fondul unor condiții operaționale relativ identice, diferențele de performanță a muncii înregistrată între cele trei locuri și între subiecții luați în studiu se pot datora unor ritmuri de muncă diferite ale acestora. Pentru moment, se poate concluziona faptul că eficiența muncii este afectată de distribuția specifică a consumului de timp pe sarcini de muncă, aceasta încadrându-se în domeniul 0,022 - 0,038 ore pe puiet plantat, respectiv în domeniul 36,93 - 63,74 ore pe hectarul operat. Pentru studiul de față, se poate concluziona că unei eficiențe nete de 0,030 ore/puiet plantat, raportat la un număr de 709 puieti de plop alb plantați în timp de 21,09 ore (timp net din care au fost excluse întârzierile) îi revine o normă de producție de 33,61 puieti plantați/oră, respectiv 268,94 puieti plantați în 8 ore (0,269 mii buc/8 ore). În cazul eficienței brute, estimată fără excluderea timpilor de pauză și întârzieri, rezultă că valorii de 29,35 ore îi revine o normă de producție de 0,163 mii buc/8 ore puieti plantați. Conform lui Lupușoru et al. (1997), norma de producție reprezentând numărul de puieti plantați în teren pregătit arat la adâncimi de peste 25 cm, în gropi de 60×60×60 cm, redat în mii buc/8 ore, are valori de 0,090 (condiții de lucru ușoare), 0,064 (condiții de lucru mijlocii) și 0,050 (condiții de lucru grele). Comparând aceste valori cu rezultatul studiului, se constată diferențe majore ce indică o creștere cuprinsă între 181-326%, care întărește ideea că sunt necesare studii mai aprofundate pentru acest tip de lucrări care să reprojeteze normele de timp și producție.

În ceea ce privește consumul de timp cu privire la plantarea puietilor de plop euramerican din *L6* și *L8*, se pot concluziona mai multe aspecte. Astfel, studiul s-a extins, în acest loc, pe o durată cumulată de circa 17,33 ore (prin analiza tuturor subiecților luați în studiu). Această durată a fost considerată a fi consumul total la locul de muncă. Din aceasta, mai mult de 54% a fost consumată în elemente de muncă ce au constat din plasarea pământului în gropi și tasarea acestuia (**Figura 21**), rezultate ce indică o diferență de circa 4% în comparație cu rezultatele obținute în cazul operațiilor manuale de plantare a plopului alb din primele trei locuri de studiu. Global, întârzierile cauzate de studiu, pauze personale, pauze tehnice și pauze de masă, descărcarea puietilor și deplasarea între șantierele de împădurire au contribuit cu mai mult de 23% în proporția consumului de timp. Între acestea se remarcă pauzele personale care includ și acele pauze care au fost luate pentru odihnă (11,49%). Deplasările între gropile de plantat (*D*) au reprezentat circa 8,5%, ocupând o proporție globală în consumul de timp aproape dublă față de elementul de muncă ce a constat din aducerea puietilor la locul de plantare (*DAP*, 4,9%) și relativ egală cu cea a pauzelor de masă.





**Figura 21.** Distribuția procentuală globală a consumului de timp pe elemente de muncă în cazul plantării manuale a puietilor de plop euramerican în L6 și L8

Legendă: *PS* - pauză cauzată de studiu, *PT* - pauză tehnică, *PP* - pauză personală, *PM* - pauză de masă, *DP* - distribuire puieti, *DAP* - deplasare pentru aducere puieti, *AB* - astupare și tasare gropi, *IDDP* - întoarcere după distribuire puieti, *DMIS* - deplasare muncitori între șantierele de împădurire.

Datorită faptului că plantarea s-a realizat în două șantiere de împădurire, circa 2,9% din timp a fost consumat cu deplasarea muncitorilor la un nou șantier de împădurire. Prin urmare, efortul cel mai mare în ceea ce privește consumul de timp a fost cel specific plantării efective, adică a poziționării puietului în groapă, plasării pământului și tasării acestuia, elemente de muncă ce au contribuit cu 54,64% în consumul de timp total și, probabil, cu circa 60%, în ipoteza în care s-ar exclude timpul consumat pentru deplasarea între locurile de muncă. În condițiile studiate (Tabelul 30), pentru cei patru subiecți s-a constatat o uniformitate relativă a consumului de timp pe categorii de sarcini de muncă, cu diferențe însă semnificative între consumul total de timp de muncă, aspect ce favorizează, într-o anumită măsură, comparabilitatea datelor respective. Constatarea generală este aceea conform căreia, eficiența muncii a fost relativ egală între cei patru subiecți, cu un anumit spor pozitiv al subiectului S14 din L8 comparativ cu ceilalți trei. Se menționează aici faptul că, din eșantionul total de subiecți luați în studiu, acest din urmă subiect a avut o vârstă relativ medie (51 de ani).

Numărul total de puieti de plop euramerican plantați a fost de 447, într-un timp total de 17,33 ore, din care timpul consumat în operații efective ca timp de bază și timp ajutător a fost de 13,33 ore, cu un raport între ultimul și primul de circa 0,77. Suprafața totală plantată a fost de circa 0,89 ha. În condițiile date, eficiența brută a muncii a fost estimată la circa 0,039 ore pe puiet plantat, respectiv la circa 19,39 ore pe hectar. Prin excluderea timpului consumat cu diferite pauze și întâzieri, eficiența netă a muncii a fost estimată la circa 0,030 ore (108 secunde) pe puiet, respectiv la circa 14,91 ore pe hectar. La nivel de muncitor și loc de studiu, pe de altă parte, datele au prezentat o variabilitate mai mare după cum se poate observa în Tabelul 30.

Astfel, raportul dintre timpul consumat efectiv în muncă (*TM*) și timpul total observat (*TB*) s-a situat în domeniul 0,71 până la 0,81, aspect ce a fost relaționat, mai degrabă, cu o distribuție relativ uniformă a timpului consumat pe diferitele operații. Eficiența netă a variat între 0,026 (circa 94 secunde) și 0,033 ore (circa 119 secunde) pe puiet plantat, transpunându-se în valori de circa 2,6 până la 3,3 ore pe 100 de puieti plantați.

**Tabelul 30. Statistici descriptive privind consumul de timp și eficiența muncii în operații manuale de plantare a puietilor de plop euramerican la nivel de muncitor și loc luat în studiu**

Caracteristica (parametrul)	Unitatea de măsură	Valoarea				
		<i>L6 x S9</i>	<i>L6 x S10</i>	<i>L8 x S13</i>	<i>L8 x S14</i>	<i>Total</i>
<i>Număr de puieti plantați</i>	buc.	86	94	135	132	447
<i>Suprafața plantată</i>	ha	0,17	0,19	0,27	0,26	0,89
<b>Consumul de timp</b>						
<i>TT, din care</i>	ore	3,13	3,14	5,54	5,52	17,33
<i>PS</i>	ore	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03
<i>PT</i>	ore	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
<i>PP</i>	ore	0,31	0,41	0,87	0,41	1,99
<i>PM</i>	ore	0,00	0,00	0,70	0,72	1,41
<i>DP</i>	ore	0,21	0,13	0,48	0,64	1,45
<i>DAP</i>	ore	0,15	0,17	0,33	0,20	0,85
<i>AB</i>	ore	1,87	1,85	2,68	3,07	9,47
<i>DEP</i>	ore	0,01	0,02	0,01	0,00	0,05
<i>IDDP</i>	ore	0,00	0,00	0,07	0,01	0,08
<i>DMIS</i>	ore	0,25	0,25	0,00	0,00	0,51
<i>D</i>	ore	0,30	0,31	0,38	0,49	1,48
<b>Proporția consumului de timp</b>						
<i>TT, din care</i>	%	100	100	100	100	100
<i>PS</i>	%	0,12	0,18	0,45	0,00	0,20
<i>PT</i>	%	0,49	0,00	0,00	0,00	0,09
<i>PP</i>	%	9,80	13,03	15,68	7,35	11,49
<i>PM</i>	%	0,00	0,00	12,56	12,95	8,14
<i>DP</i>	%	6,63	3,99	8,66	11,53	8,36
<i>DAP</i>	%	4,83	5,32	6,04	3,56	4,90
<i>AB</i>	%	59,93	58,91	48,38	55,51	54,64
<i>DEP</i>	%	0,38	0,65	0,25	0,00	0,26
<i>IDDP</i>	%	0,00	0,00	1,18	0,18	0,44
<i>DMIS</i>	%	8,10	8,07	0,00	0,00	2,92
<i>D</i>	%	9,72	9,87	6,81	8,92	8,56
<b>Raportul TN/TB</b>	-	0,81	0,78	0,71	0,80	0,77
<b>Eficiența burtă</b>						
Pe suprafață	ore/ha	18,18	16,71	20,52	20,92	19,39
Pe puieti plantați	ore/buc	0,036	0,033	0,041	0,042	0,039
<b>Eficiența netă</b>						
Pe suprafață	ore/ha	14,74	13,05	14,59	16,67	14,91
Pe puieti plantați	ore/buc	0,029	0,026	0,029	0,033	0,030

**Notă:** *TN* reprezintă suma timpilor aferenți pentru activitățile *DP+DAP+AB+D+IDDP*, *Ti* este compus din suma timpilor aferenți pentru activitățile *PP+PM+DEP+DMIS*; *TB* reprezintă suma timpilor *TN+Ti*.

Se menționează aici faptul că dimensiunile gropilor în toate locurile luate în studiu au fost de 60×60 cm. Vârsta subiecților luați în studiu nu a variat în limite largi, fiind cuprinsă între 28 și 51 de ani pentru subiecții din aceste locuri de studiu. Prin urmare, pe fondul unor condiții operaționale relativ identice, diferențele de performanță a muncii înregistrată între cele trei locuri și între subiecții luați în studiu se pot datora unor ritmuri de muncă diferite ale acestora. De asemenea, schema de plantare în cazul plopului euramerican a fost mult mai aerisită în comparație cu cea specifică plopului alb. Cu toate acestea, eficiența muncii a variat mai puțin în acest caz, cu valori cuprinse între 0,026 și 0,033 ore pe puiet plantat, față de valorile pentru plopul alb care au fost cuprinse între 0,022 și 0,033 ore pe puiet plantat. Din analiza datelor se poate observa și

faptul că astuparea și tasarea gropilor a ocupat o proporție de timp puțin mai mică (54,64%) comparativ cu datele înregistrate în cazul plantării manuale a plopului alb (58,53%), aspecte care, cel mai probabil, au fost relaționate cu condițiile de sol din acest ultim caz, condiții care au fost mai dificile comparativ cu cele specifice plantării plopului alb. Pentru operațiile de plantare a plopului euramerican luate în studiu, se poate concluziona că unei eficiențe nete de 0,030 ore/puiet plantat, raportat la un număr de 447 puieti de plop euramerican plantați în timp de 13,33 ore (timp net din care au fost excluse întârzierile) îi revine o normă de producție de 33,53 puieti plantați/oră, respectiv 268,26 puieti plantați/8 ore ceea ce reprezintă 0,269 mii buc/8 ore, identică cu norma de producție de la plantat plop alb. Pentru o eficiență brută, calculată fără excluderea timpilor de pauză și întârzieri, rezultă că pentru 25,79 ore revine o normă de producție de 0,206 mii buc/8 ore puieti plantați. Comparând datele cu norma de producție stabilită de Lupușoru et al. (1997), valoarea rezultată este superioară valorilor respective, cu o creștere cuprinsă între 228-412%, menținându-se ideea că sunt necesare studii mai aprofundate pentru acest tip de lucrări care să reprojeteze normele de timp și producție.

### 3.2.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de plantare a puietilor de plop

În cazul operațiilor de plantare manuală puietilor, pulsul mediu (*HR*, bpm) al muncitorilor luați în studiu a avut valori cuprinse între 96 (pentru *S4 × L4*) și 119 (pentru *S11 × L7*) bătăi pe minut, așa cum reiese din **Tabelul 31**.

**Tabelul 31.** Statistici descriptive privind activitatea cardio-vasculară și indicatorii derivați privind dificultatea muncii în operații manuale de plantare a puietilor de plop

Subiectul și locul de studiu	<i>HRr</i> (bpm)	<i>HR</i> mediu (bpm)	% <i>HRR</i> pentru sarcini productive**	% <i>HRR</i> pentru pauzele de masă	% <i>HRR</i> pentru pauzele personale	% <i>HRR</i> general
<i>S7×L4</i>	70	109,23	40,28	31,71	37,95	38,84
<i>S4×L4</i>	72	95,54	25,32	10,03	26,60	24,02
<i>S8×L5*</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S4×L5</i>	63	118,46	54,76	36,51	56,36	51,83
<i>S9×L6</i>	68	105,21	39,54	-	30,66	36,84
<i>S10×L6</i>	67	106,58	37,45	-	29,53	35,03
<i>S11×L7</i>	85	118,70	45,03	19,17	34,62	41,61
<i>S12×L7</i>	77	95,66	22,17	14,67	18,24	20,50
<i>S13×L8</i>	64	103,09	40,21	21,97	35,95	37,23
<i>S14×L8</i>	71	112,79	36,89	18,79	34,96	34,54
<b>Media generală</b>	<b>70,78</b>	<b>107,25</b>	<b>37,96</b>	<b>21,83</b>	<b>33,43</b>	<b>35,60</b>

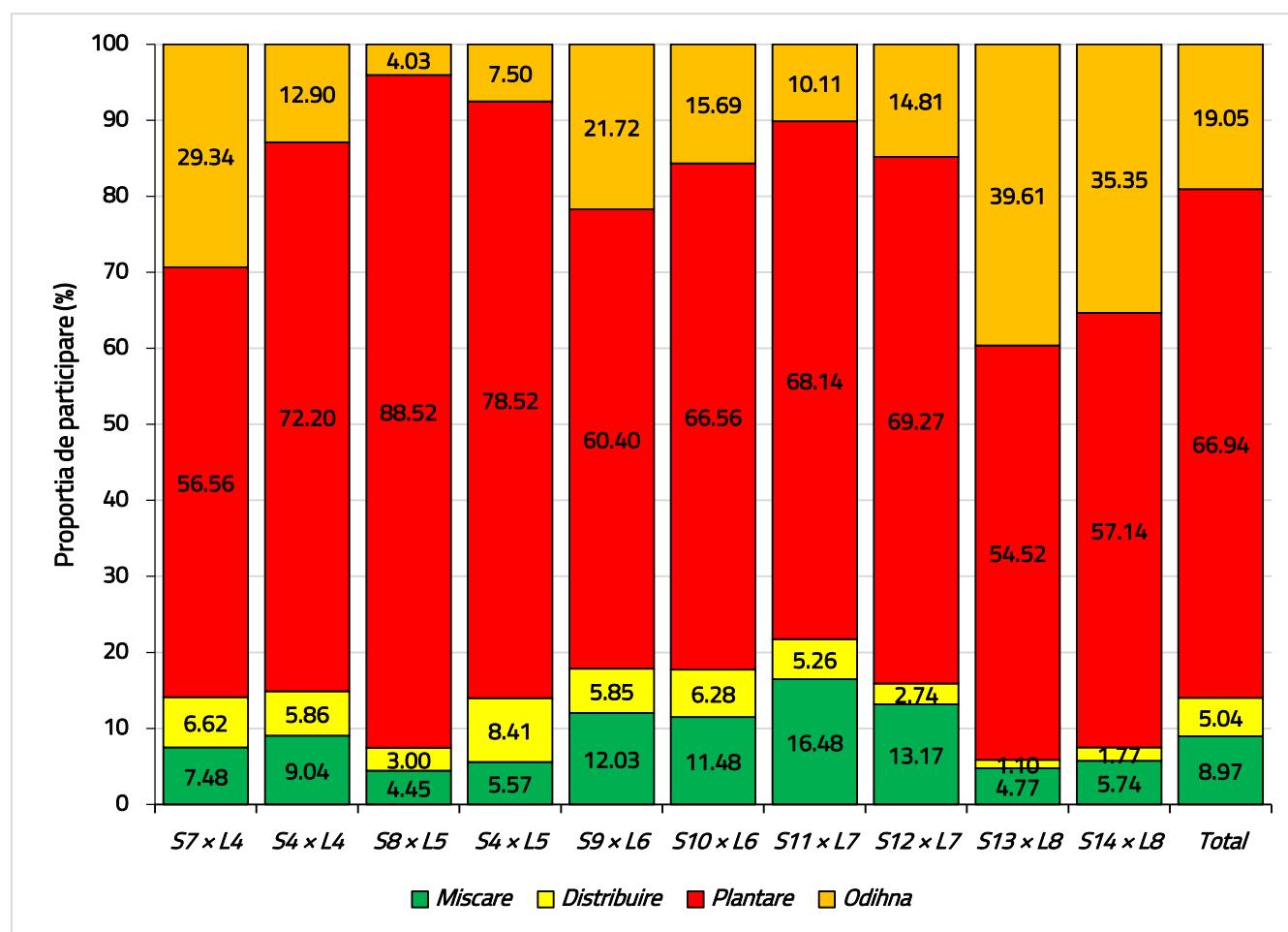
**Notă:** \*datorită unor erori, instrumentele de măsură nu au realizat înregistrări pentru *S8×L5*; \*\*Sarcinile productive grupează datele sub forma %*HRR* pentru sarcinile *DP, DAP, AB, D* și *IDDP*.

Operațiile manuale de plantare a puietilor de plop pot fi încadrate în categoria celor grele pentru toți muncitorii monitorizați, dacă luăm în considerare indicatorul %*HRR* general, ce contorizează aproape 36% din punct de vedere al rezervei de puls, cu mențiunea că la estimarea valorii respective au fost incluse și pauzele personale folosite în odihnă. Validarea afirmației respective poate fi făcută și de proporția relativ mare din timpul observat încadrat ca pauze de odihnă (în medie circa 33%). De asemenea, pentru categoria care a grupat sarcinile productive, indicatorul %*HRR* a prezentat o valoare medie de circa 38%, venind să întărească

faptul că acest tip de muncă este încadrabil, în general, în categoria celei grele. Din analiza datelor prezentate în **Tabelul 31**, putem concluziona că pentru situația **S4xL4** valoarea **%HRR** pentru sarcini productive a fost de circa 25%, apropiată de cea stabilită pentru **S12xL7** care a fost de 22%, dar mult mai mică comparativ cu cele constatate pentru restul muncitorilor, aspect însă ce nu poate fi pus pe seama distribuției consumului de timp pe sarcini de muncă sau a vârstei subiecților ci, cel mai probabil, aspectul evidențiază o mai bună acomodare la efortul fizic a celor doi muncitori.

### 3.2.3. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de plantare a puietilor de plop

În **Figura 22** se prezintă distribuțiile procentuale cu privire la numărul de imagini folosite pentru evaluarea ergonomică-posturală în operațiile de plantare a puietilor de plop. Se observă că în setul de imagini folosite pentru analiză au predominat cele care au indicat elementul de muncă relaționat cu plantarea propriu-zisă (proportii de 55-89%). În general, aceste proporții au fost mai mari comparativ cu cele similare de la plantarea de sade de plop și, în distribuția procentuală, acestea au fost urmate de cele care au indicat odihna, mișcarea și distribuirea puietilor. Similar celor arătate în cazul operațiilor de plantare a sadelor de plop, distribuțiile procentuale prezentate indică și distribuția cu privire la categoriile de consum de timp.



**Figura 22.** Proportia de participare a imaginilor analizate pe elemente (sarcini) de muncă în operații manuale de plantare a puietilor de plop

Legendă: **S7-S14** - subiecții 7-14, **L4-L8** - locurile de observare 4 la 8.

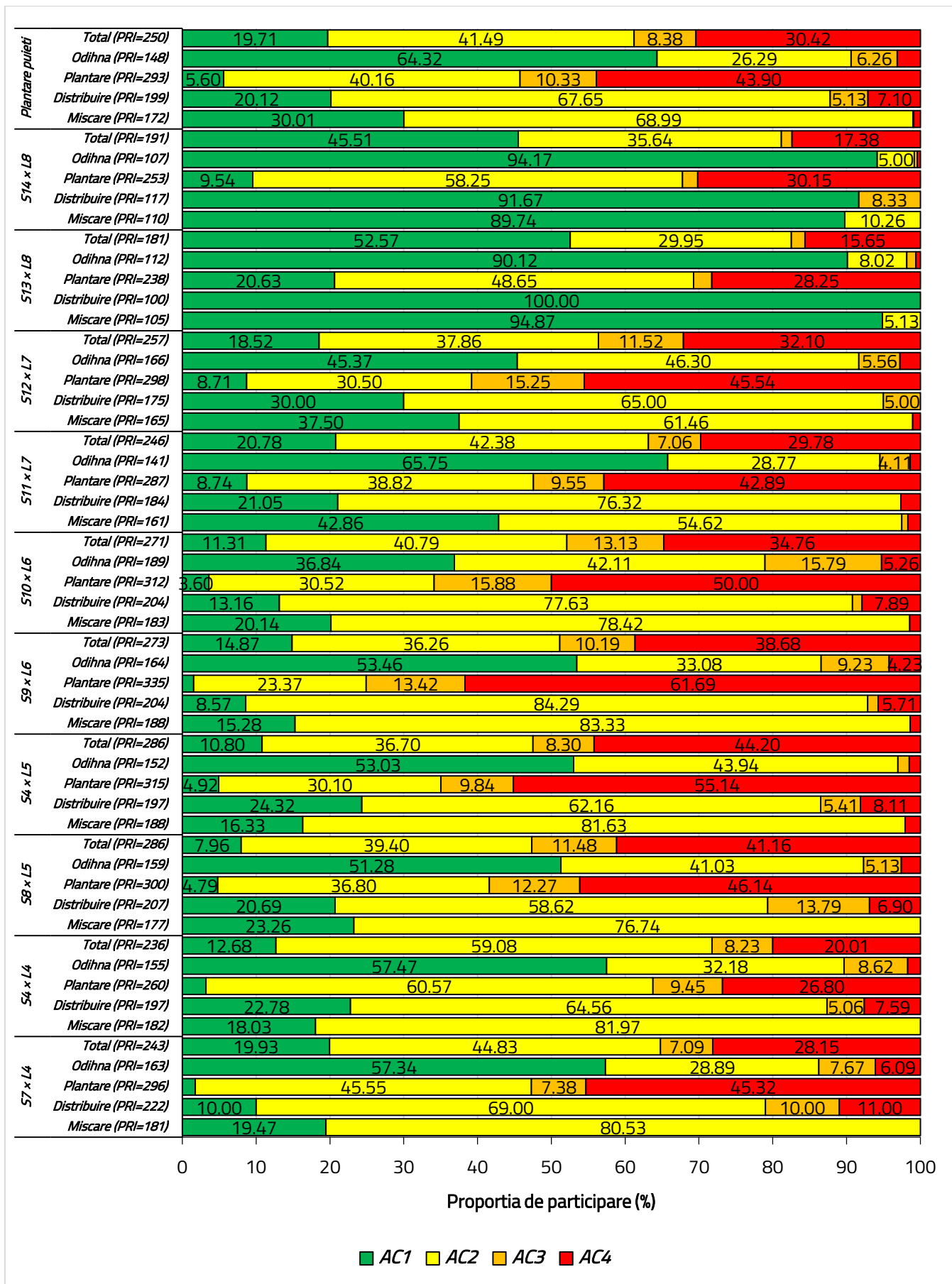


Figura 23. Proportia de participare a imaginilor analizate pe categorii de actiune (AC) și indici de risc postural (PRI) estimați la nivel de sarcină, subiect și operație, în operații manuale de plantare a puiștilor de plop

În **Figura 23** este prezentată distribuția pe categorii de acțiune (**AC**) și indici de risc postural (**PRI**) estimați la nivel de subiect, zi de observație, loc de studiu și eșantion, la nivel de sarcină de muncă (**odihnă, plantat, distribuire, mișcare**) și la nivel general, de studiu.

La nivelul eșantionului luat în studiu, aproximativ 20% dintre imaginile analizate au fost incluse în prima categorie de acțiune, aproximativ 41% dintre acestea au fost incluse în cea de a doua categorie de acțiune, aproximativ 8% au fost incluse în cea de-a treia categorie de acțiune și circa 30% au fost incluse în categoria a patra de acțiune. În acest caz, evenimentele ce au caracterizat **Odihna** au fost mai puțin problematice, deoarece **PRI**-urile au fost estimate la valori încadrate în intervalul 107-189; în medie, pentru acele instantanee care au fost clasificate ca reprezentând **Odihna** muncitorilor, valoarea acestui indicator a fost de 148 la nivelul operației de plantat puiți de plop. Sarcina de **Distribuire** s-a caracterizat prin valori ale **PRI** între 100 și 222, înregistrând, în medie, valoarea de 199 la nivelul întregului set de date. Similar operațiilor de plantare manuală a sadelor pe plop, cea mai problematică sarcină a fost cea a plantării propriu-zise (**Plantare**) care a reprezentat valori ale **PRI** între 238 și 335, cu o medie de 293 la nivelul întregului set de date. Modul în care sunt abordate sarcinile de muncă poate afecta rezultatele cu privire la riscurile de natură posturală. Indicele de risc postural general ce caracterizează operațiile manuale de plantare a puiților de plop a fost estimat la valoarea de 250, valoare care se află, în conformitate cu metoda OWAS, la limita de încadrare între categoriile de acțiune 2 și 3. Categoria de acțiune 2 indică necesitatea adoptării unor măsuri de corectare a muncii din punct de vedere postural în viitorul apropiat (e.g. Corella-Justavino et al., 2015; Helander, 2006; Karhu et al., 1977). La nivel de subiect, distribuția imaginilor pe categorii de acțiune precum și indicii de risc postural estimați au fost destul de variabile. Imaginile atribuite primei categorii de acțiune (**AC1**) au avut o proporție cuprinsă între 8 și 53%, unde ultima valoare caracterizează datele specifice situației **S13 × L8**. Imaginile atribuite celei de a doua categorii de acțiune (**AC2**), au avut proporții cuprinse între 30 și 59%, cele specifice celei de a treia categorii de acțiune (**AC3**) au avut proporții mici de participare iar cele atribuite celei de a patra categorii de acțiune (**AC4**) au înregistrat proporții de până la 44%. În aceste condiții, indicii de risc postural estimați au avut valori cuprinse între 181 (**S13×L8**) și 286 (**S4×L5**).

La nivelul eșantionului luat în studiu (**Tabelul 32**), posturile spatelui au fost identificate ca fiind neconfortabile în general, după cum, în peste 53% dintre cazuri, subiecții au fost identificați în imaginile analizate ca având spatele aplecat și torsionat iar posturi confortabile ale spatelui (spate drept) au fost identificate în numai 13,49% dintre imaginile analizate.

**Tabelul 32.** Distribuția posturilor spatelui, brațelor și a picioarelor în operațiile luate în studiu, raportat la indicațiile sistemului OWAS, în operații manuale de plantare a puiților de plop

Cod	Proporții pentru posturile spatelui (%)	Proporții pentru posturile brațelor (%)	Proporții pentru posturile picioarelor (%)
1	13,49	97,07	4,44
2	24,43	2,76	14,57
3	9,01	0,17	20,82
4	53,07	NA <sup>1</sup>	23,72
5	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	13,78
6	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	0,02
7	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	22,65

**Notă:** <sup>1</sup> Neaplicabil în conformitate cu metoda OWAS.

În general, posturile brațelor au fost identificate ca fiind confortabile, aspect ce poate fi relaționat cu tipul de unelte folosite în operațiile manuale de plantare a puiților de plop. Posturile picioarelor codificate cu 4, 5 și 6



(caracterizate de prezența unor elemente precum genunchii îndoșiți, sau îngenunchere) au reprezentat circa 38% din setul de date luat în analiză. Prin urmare, principalele probleme ce pot fi asociate cu operațiile manuale de plantare a puietilor de plop, din punct de vedere postural, sunt cele legate de posturile neconfortabile ale spatelui combinate cu cele neconfortabile ale picioarelor (Marogel-Popa et al., 2020b), argumentând faptul că riscul postural asociat cu operațiile de plantare manuală a puietilor de plop este ridicat.

La nivelul sarcinilor de muncă, s-a constatat că plantarea propriu-zisă generează cea mai gravă situație posturală, deoarece *PRI*-ul estimat pentru aceasta a fost apropiat ca valoare de 300; în același timp, plantarea propriu-zisă a reprezentat sarcina principală specifică operațiilor de plantare a puietilor de plop, cu cea mai mare pondere în datele analizate. De asemenea, evenimentele specificate ca *Odihnă* au avut ponderi cuprinse între 4 și 40%, aspect care poate ridica, similar plantării de sade, întrebarea legată de posibilitatea limitării sau excluderii unor astfel de evenimente. Dacă acestea pot fi eliminate sau reduse, atunci, pe baza rezultatelor și distribuției sarcinilor prezentate de studiu, situația riscului postural s-ar agrava, în timp ce productivitatea, similar operațiilor de plantare manuală a sadelor, nu ar crește semnificativ. De exemplu, suprafața totală operată în locurile unde au fost plantați puietii a fost de 1,46 ha, iar echipele care au lucrat au constat din mai mulți muncitori decât cele luate în studiu.

Luând în considerare faptul că timpul de observare a fost de circa 49 ore, productivitatea globală ar putea fi estimată la aproximativ 0,03 ha pe oră; în condițiile adoptării unor pauze de odihnă mai lungi, aceasta ar putea să fie și mai scăzută. Luând, și în acest caz, în calcul înălțimea subiecților, se constată că aceasta a variat între 165 și 182 cm (*S12xL7* și, respectiv, *S4xL5*), cazuri în care și evenimentele de *Odihnă* au avut proporții reduse (aproximativ 15 și, respectiv, 8%). Astfel, *PRI*-urile pentru sarcina *Plantare* s-au dovedit a fi de 298 (la subiectul cu înălțimea de 165 cm) și, respectiv, 315 (la subiectul cu înălțimea de 182 cm), ceea ce poate indica faptul că o înălțime mai mică a corpului ar putea fi asociată, și în acest caz, cu riscuri posturale mai mari.

Prin realizarea unei comparații cu rezultatele generate de alte studii, așa cum s-a văzut și în cazul plantării de sade, pot fi înțelese și clasificate aceste tipuri de operații din punct de vedere ergonomic-postural, cu efecte importante în efortul de re proiectare a muncii; pentru îmbunătățirea ergonomiei muncii în aceste operații, o soluție ar fi, de asemenea, mecanizarea completă a plantării puietilor. Deocamdată, însă, așa cum s-a mai precizat anterior, mecanizarea completă a operațiilor de plantare a plopului ar putea fi dificilă, deoarece trebuie proiectate și construite mașini speciale ce pot executa integrat operații de săpare a gropilor și de plantare. Astfel de mașini trebuie dezvoltate cât mai curînd, avînd în vedere forța de muncă locală care devine din ce în ce mai limitată, productivitatea scăzută a operațiilor executate manual, condițiile ergonomice slabe ale operațiilor manuale de plantare și modul de răspîndire a șantierelor de plantare.

### **3.3. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru sade**

#### **3.3.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade**

Principalele caracteristici descriptive cu privire la consumul de timp pe categorii de elemente de muncă, în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru sade, se redau la nivel global al studiului precum și pentru cele două modalități de operare a suprafețelor, în cadrul **Tabelului 33**. Durata acoperită prin studiu la locul de muncă a totalizat circa 21 de ore dintre care circa 11 ore au fost specifice studiului cu privire la operarea transversală (circa 55%) iar restul studiului cu privire la operarea longitudinală (circa 45%). Indiferent

de caz, majoritare în acest consum de timp au fost elementele de muncă privind săparea efectivă a gropilor (*S*) cu o proporție de circa 44% în primul caz și cu o proporție de circa 52% în cel de-al doilea caz, fiind urmate de manevrele agregatului executate între gropi și la capătul suprafeței de operat (circa 25% în ambele cazuri).

**Tabelul 33.** *Timpuri totale observați la locul de muncă, pe elemente de muncă și regimuri de operare în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade*

Regim de operare	Unitate de măsură	<i>PS</i>	<i>PT</i>	<i>PP</i>	<i>MT</i>	<i>S</i>	Total
<i>Studiu</i>	<i>secunde</i>	3300	4296	12664	18361	35480	74101
	<i>ore</i>	0,917	1,193	3,518	5,100	9,856	20,584
	<i>%</i>	4,45	5,80	17,09	24,78	47,88	100,00
<i>Operare transversală</i>	<i>secunde</i>	2918	2275	7277	10112	17845	40427
	<i>ore</i>	0,811	0,632	2,021	2,809	4,957	11,230
	<i>%</i>	7,22	5,63	18,00	25,01	44,14	100,00
<i>Operare longitudinală</i>	<i>secunde</i>	382	2021	5387	8249	17635	33674
	<i>ore</i>	0,106	0,561	1,496	2,291	4,899	9,354
	<i>%</i>	1,13	6,00	16,00	24,50	52,37	100,00

Un nivel mai ridicat de detaliu se prezintă prin statisticile descriptive elaborate la nivelul studiului, operării transversale și celei longitudinale, după cum reiese din **Tabelul 34**. Aproximativ jumătate dintre variabilele analizate nu au urmat o distribuție normală, și în particular cele ce ar fi trebuit să fie organizate la nivel ciclic, motiv pentru care s-au raportat, ca indicatori ai tendinței centrale, atât valorile medii, cât și valorile mediane. Se poate observa totuși că, deși valorile au fost caracterizate de o variabilitate însemnată, cele specifice săpării efective au fost relativ apropiate, indiferent de indicatorul statistic utilizat pentru caracterizarea tendinței lor centrale.

**Tabelul 34.** *Statistici descriptive privind consumul de timp, redat în secunde, pe elemente de muncă și pe regimuri de operare în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade*

Regim de operare	Element de muncă	Număr de observații	Valoarea minimă (s)	Valoarea maximă (s)	Media (s)	Mediana (s)	Abaterea standard (s)	Sume (s)
<i>Studiu</i>	<i>PS</i>	8	96	1649	412,50	208,50	515,36	3300
	<i>PT</i>	23	6	796	186,78	93,00	228,21	4296
	<i>PP</i>	56	10	3699	226,14	49,00	637,27	12664
	<i>MT*</i>	1110	2	195	16,54	13,00	14,34	18361
	<i>S*</i>	1095	5	99	32,40	30,00	9,82	35480
<i>Operare transversală</i>	<i>PS</i>	6	96	1649	486,33	294,00	586,95	2918
	<i>PT</i>	15	13	656	151,67	103,00	169,86	2275
	<i>PP</i>	29	10	3062	250,93	54,00	580,17	7277
	<i>MT*</i>	518	2	123	19,52	16,00	12,83	10112
	<i>S*</i>	511	5	99	34,92	33,00	11,35	17845
<i>Operare longitudinală</i>	<i>PS</i>	2	137	245	191,00	191,00	76,37	382
	<i>PT</i>	8	6	796	252,62	64,00	313,65	2021
	<i>PP</i>	27	10	3699	199,52	32,00	703,68	5387
	<i>MT*</i>	592	2	195	13,93	11,00	15,08	8249
	<i>S*</i>	584	8	64	30,20	29,00	7,59	17635

**Notă:** \*Datele nu urmează o distribuție normală.

Astfel, în medie și pentru condițiile studiate, săparea efectivă a unei gropi pentru plantat sade a consumat circa o jumătate de minut, variind destul de larg între 5-8 secunde (pentru condiții foarte ușoare) și 64-99 secunde (pentru condiții mai grele, reprezentate de întâlnirea unor rădăcini sau alte obstacole pe traseul parcurs de burghiu). În ansamblu, deplasările agregatului au consumat un timp mediu de ordinul a 13-17 secunde pe deplasare dar, se poate observa faptul că, în cazul operării longitudinale, valorile medii au fost mult mai mici comparativ cu operarea transversală.

**Tabelul 35. Performanța productivă a muncii la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat sade**

Mod de operare	Element de muncă	Timp pe elemente de muncă (s)	Număr de gropi săpate	Timp total fără întârzieri cauzate de studiu (ore)	Timp total fără întârzieri (ore)	PB (gropi × oră <sup>-1</sup> )	PN (gropi × oră <sup>-1</sup> )	EB (ore × groapă <sup>-1</sup> )	EN (ore × groapă <sup>-1</sup> )
<i>Studiu</i>	<i>PS</i>	3.300	1.089	19,667	14,956	55,37	72,81	0,018	0,014
	<i>PT</i>	4.296							
	<i>PP</i>	12.664							
	<i>MT</i>	18.361							
	<i>S</i>	35.480							
<i>Transversal</i>	<i>PS</i>	2.918	505	10,419	7,776	48,47	64,94	0,021	0,015
	<i>PT</i>	2.275							
	<i>PP</i>	7.277							
	<i>MT</i>	10.112							
	<i>S</i>	17.845							
<i>Longitudinal</i>	<i>PS</i>	382	584	9,248	7,190	63,14	81,22	0,016	0,012
	<i>PT</i>	2.021							
	<i>PP</i>	5.387							
	<i>MT</i>	8.249							
	<i>S</i>	17.635							

Acest lucru se datorează intercalării mai frecvente, și pentru un număr mult mai mic de gropi săpate, a unor manevre de capăt. Din acest punct de vedere, operarea longitudinală este de recomandat, chiar dacă practica curentă poate să limiteze destul de mult, din punct de vedere dimensional, suprafețele de operat.

La nivel global, și în condițiile luate în studiu, care au fost considerate a fi medii (cel puțin din punct de vedere al texturii solului), productivitatea netă, ce a exclus consumul de timp datorat pauzelor sau a altor întârzieri, a fost de circa 73 gropi săpate pe oră, de unde rezultă o productivitate netă zilnică de circa 580 de gropi. În aceleași condiții, eficiența netă a fost de circa 0,014 ore necesare pentru a săpa o groapă. Prin operare transversală, atât productivitatea cât și eficiența netă au fost mult mai scăzute decât estimările medii la nivel de studiu iar prin operare longitudinală, datorită reducerii timpului consumat cu manevre, productivitatea netă a fost substanțial mai mare, ajungând la circa 81 gropi săpate pe oră și la circa 640 gropi săpate pe zi. Cu toate acestea, trebuie luate în considerare și diversele pauze și întârzieri relaționate cu munca, motiv pentru care s-a extras și timpul consumat fără pauzele generate de studiu care a fost folosit la estimarea productivității și eficienței brute, după cum se prezintă în **Tabelul 35**, indicând, la nivel global, valori care caracterizează o performanță mai mică.

În aceleași condiții, eficiența netă a fost de circa 0,014 ore necesare pentru a săpa o groapă. Prin operare transversală, atât productivitatea cât și eficiența netă au fost mult mai scăzute decât estimările medii la nivel de studiu iar prin operare longitudinală, datorită reducerii timpului consumat cu manevre, productivitatea

netă a fost substanțial mai mare, ajungând la circa 81 gropi săpate pe oră și la circa 640 gropi săpate pe zi. Cu toate acestea, trebuie luate în considerare și diversele pauze și întârzieri relaționate cu munca, motiv pentru care s-a extras și timpul consumat fără pauzele generate de studiu care a fost folosit la estimarea productivității și eficienței brute, după cum se prezintă în **Tabelul 35**, indicând, la nivel global, valori care caracterizează o performanță mai mică. Din considerentele enunțate mai sus, rezultatele trebuie privite, într-o primă fază, drept estimări restrânse la anumite condiții și nu se pot face generalizări pe seama lor; din acest punct de vedere, pe viitor trebuie încurajate studii capabile să acopere întreaga variabilitate generată de condițiile operaționale, un demers care ar avea efecte pozitive atât pentru știință, cât și pentru practică.

### 3.3.2. Evaluarea riscului de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade

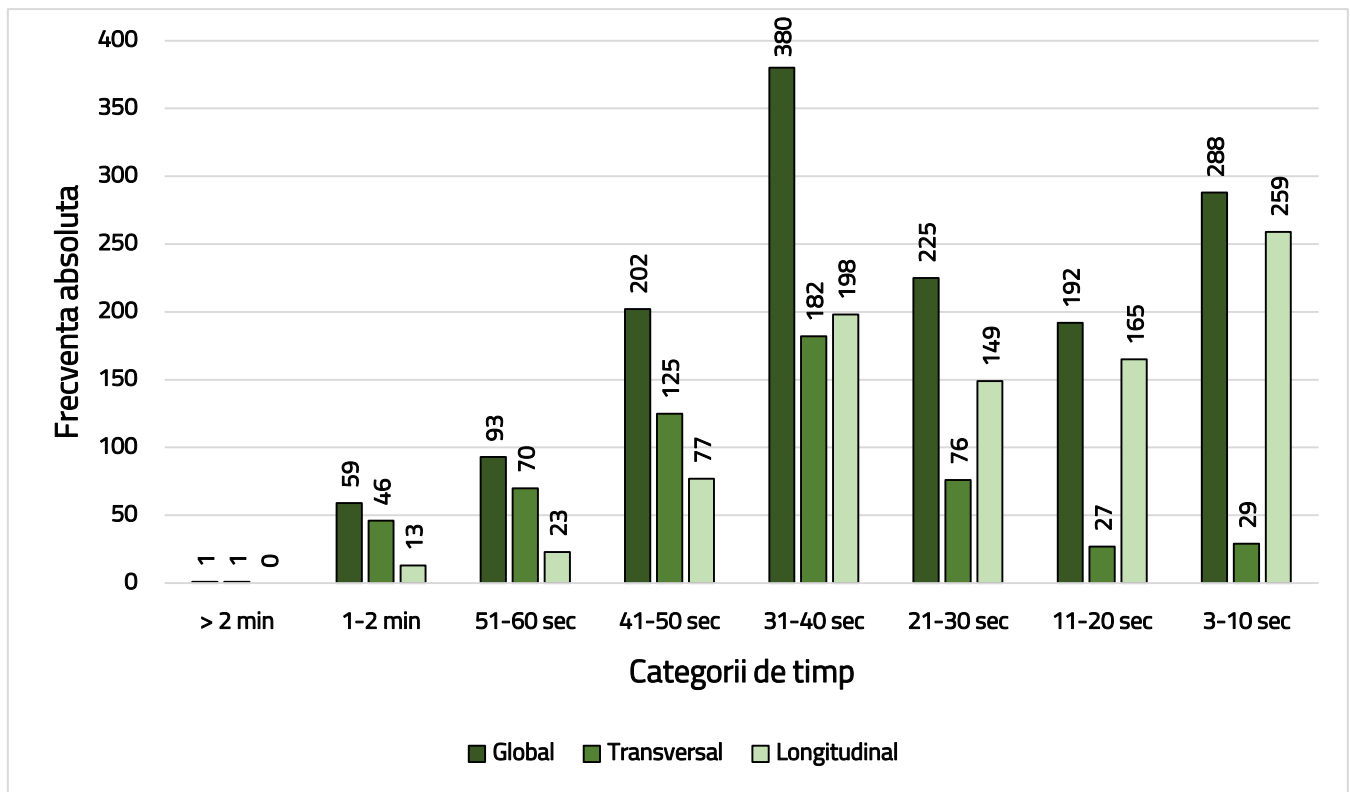
Evaluarea ergonomică posturală s-a realizat tocmai pe fondul celor precizate în capitolul de materiale și metode cu privire la indicarea operatorilor de utilaje a unor dureri de spate după efectuarea operațiilor și a luat în considerare o durată de 15,3 ore, durată ce a fost acoperită în fișierele video și reanalizată în detaliu. În timpul analizei ergonomice posturale a acestor fișiere video s-au identificat mai multe evenimente care au constat din sistarea lucrărilor pentru odihnă în care operatorul tractorului a recurs la auto-măsarea grupurilor musculare din zona gâtului și din zona superioară a spatelui. Din cele 15,3 ore analizate, circa 7,8 ore au corespuns operării transversale și circa 7,5 ore operării longitudinale. În urma analizei, la nivelul global al studiului, s-au constatat 1.439 de evenimente (**Figura 24**) în care operatorul tractorului a avut spatele într-o postură neconfortabilă, asimilată cu codul 4 din clasificarea OWAS, ceea ce a determinat încadrarea acestui timp în categoria de acțiune 2 (**AC2**). Acest timp a totalizat 41.021 secunde (circa 11,4 ore) și a reprezentat aproape 75% din totalul timpului analizat (**Tabelul 36**). Merită precizat faptul că operarea cu spatele torsionat a fost specifică săpării gropilor, caz în care operatorul a trebuit să monitorizeze ceea ce se întâmplă la partea posterioară a tractorului cu agregatul de săpat, precum și unor manevre de capăt și a unei părți dintre manevrele în câmp, în acele situații în care a fost necesară manevrarea tractorului cu spatele. În aceste condiții, indicele de risc postural la nivelul studiului a fost estimat la circa 175 (**Tabelul 36**), indicând faptul că astfel de operații nu sunt, neapărat, periculoase din acest punct de vedere.

**Tabelul 36.** Indicatori ai performanței ergonomice posturale a muncii pentru operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru sade

Regim de operare	Element ergonomic	Timp pe elemente ergonomice (s)	Proporția timpului petrecut cu <i>SD</i> în timpul analizat (%)	Proporția timpului petrecut cu <i>ST</i> în timpul analizat (%)	<i>PRI</i>
<i>Studiu</i>	<i>SD</i>	13.826	25,21	74,79	174,79
	<i>ST</i>	41.021			
	<i>E*</i>	16.357			
<i>Transversal</i>	<i>SD</i>	6.044	21,61	78,39	178,39
	<i>ST</i>	21.930			
	<i>E*</i>	10.014			
<i>Longitudinal</i>	<i>SD</i>	7.782	28,96	71,04	171,04
	<i>ST</i>	19.091			
	<i>E*</i>	6.343			

**Notă:** \*Timp exclus din analiză.

Situația a fost, însă, mai periculoasă în cazul operării transversale, unde atât proporția timpului petrecut cu spatele torsionat (*ST*), cât și indicele de risc postural (*PRI*) au fost mai mari (Tabelul 51). Acest fapt se poate datora frecvenței mai mari a unor evenimente de manevrare a tractorului la capetele suprafeței, de durate mai mari. Din acest punct de vedere, se pare că operarea longitudinală creează condiții ergonomice de muncă mai bune. În Figura 24 se prezintă o distribuție a numărului de evenimente identificate pentru operator ca având spatele torsionat pe tipuri de operare (transversală, longitudinală și la nivelul global al studiului) și pe categorii de timp petrecut cu spatele torsionat în astfel de evenimente.



**Figura 24.** Distribuția evenimentelor identificate pentru operator cu spatele torsionat pe categorii de timp și moduri de operare în operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru sade.

Evenimentele care au avut o durată mai mică sau egală cu două secunde nu s-au luat în considerare deoarece ele nu au generat așa-numita muncă statică într-o anumită postură. Acestea au fost, oricum, foarte puține și s-au clasificat drept muncă dinamică, excluzându-se din reprezentarea din Figura 24.

După cum se prezintă, au fost situații destul de frecvente în care menținerea posturii torsionate a spatelui a fost cuprinsă, ca durată, chiar între 1 și 2 minute. Mai mult de jumătate dintre evenimentele identificate în această postură (807) au avut durate cuprinse între 21 și 50 de secunde și numai circa 20% dintre ele au avut durate de până la 10 secunde. Și din acest punct de vedere, operarea transversală a generat cele mai rele rezultate pentru că numărul de evenimente cu durate mai mari de 40 de secunde a fost mai mare în acest caz. Prin urmare, chiar dacă indicii de risc postural estimați nu au indicat, neapărat, o situație periculoasă din punct de vedere ergonomic, plângerile operatorului tractorului cu privire la durerile de spate par a fi fondate. Rezultatele prezentate mai sus par să indice și una dintre marile limitări ale metodei OWAS, care nu poate diferenția între munca statică și munca dinamică (Corella-Justavino et al., 2015; David, 2005). De asemenea, pe baza observațiilor de teren, cât și pe baza rezultatelor obținute, se pot preciza unele măsuri de îmbunătățire ergonomică-posturală a muncii. Datorită faptului că principalele probleme au fost generate de acele evenimente care au constat din necesitatea supravegherii modalității de realizare a gropilor prin

întoarcerea operatorului înspre înapoi, precum și la manevrele cu spatele, pentru a se orienta în astfel de manevre, alături de care se mai adaugă posturi neadecvate în unele situații și timp pierdut în curățarea parbrizului din spate pe interior pentru a se asigura vizibilitatea în spate, o modalitate de eliminare a acestor neajunsuri ar consta în montarea unei camere într-o poziție convenabilă în exterior (spate), cuplată la un monitor plasat în partea din față, în interiorul cabinei, unde sunt localizate toate comenzile tractorului. Acest lucru ar putea elimina marea majoritate a timpului petrecut cu spatele torsionat, prin urmare ar contribui semnificativ la îmbunătățirea muncii fiind, în principiu, o aliniere la principiul ergonomic de design al controalelor, în acord cu literatura de specialitate (e.g. Helander, 2006) conform căruia, acestea trebuie selectate și dezvoltate astfel încât să fie adecvate sarcinilor și să fie intuitive în timpul utilizării. Din acest punct de vedere, camerele moderne cuplate cu monitoare plasate în interiorul cabinelor au devenit, deja, o soluție destul de ieftină pe piață, cu costuri de achiziție de ordinul a câtorva mii de lei. Ele pot oferi un câmp de vizualizare (perspectivă) asupra părții posterioare a tractorului mult mai amplu față de ceea ce poate fi observat, prin întoarcerea muncitorului, din cabină. Deși aceste afirmații prezintă beneficii, pentru moment la un nivel teoretic, studii de teren de natură ergonomică ar trebui conduse urgent pentru a se diferenția și scoate în evidență posibilele beneficii pe care astfel de abordări le pot aduce în practică. Din acest punct de vedere, se poate întrevădea, pentru moment, cel puțin o creștere a timpului petrecut efectiv în muncă cu circa 10%, fapt care se poate datora excluderii timpului necesar revenirii în postura normală pentru a comuta comenzile tractorului pentru mișcare după efectuarea unei gropi, creșterea vitezei de realizare a manevrelor cu spatele, precum și excluderea unei bune părți din timpul consumat cu pauze personale necesare pentru atenuarea durerilor de spate.

### 3.3.3. Evaluarea consumului de carburant în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru sade

Evaluarea consumului de carburant s-a făcut pentru operarea transversală deoarece aceasta a reprezentat condiția cea mai defavorabilă în studiile de față, existând posibilitatea de a fi mai întâlnită în practica curentă, date fiind dimensiunile reduse ale suprafețelor pe care se operează. Datele cu privire la consumul orar și unitar, estimate pe baza consumului total măsurat și a parametrilor preluați din studiu se prezintă în **Tabelul 37**. Consumul total înregistrat pe durata luată în considerare a fost de circa 46 de litri de motorină, rezultând un consum orar de circa 6,5 litri și un consum unitar de circa 0,09 litri pe groapa săpată. În aceste condiții, pentru operarea longitudinală este de așteptat un consum total ceva mai mare datorită unei proporții mai mari a timpului consumat în realizarea efectivă a gropilor și operării în primele trepte de viteză care, pe baza proporțiilor cu privire la consumul de timp în cele două modalități de operare, ar putea să ajungă la circa 7 litri pe oră. Acest lucru s-ar transpune într-un consum total de circa 50 litri pentru perioada de funcționare în acest regim (circa 7,2 ore) respectiv de circa 0,086 litri pe groapa realizată, datorită faptului că ultima modalitate de operare a fost mult mai performantă, rezultând un număr de 584 gropi săpate. Prin urmare, chiar dacă consumul orar și total ar mai mare în acest ultim caz, efectele sunt mai benefice pentru mediu printr-o reducere, chiar dacă nu foarte substanțială, a consumului unitar de carburant.

**Tabelul 37.** Consumul de carburant la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat sade

Regim de operare	Număr de gropi săpate	Timp total fără întârzieri (ore)	Consum total de carburant (l)	Consum orar (l × oră <sup>-1</sup> )	Consum unitar (l × groapă <sup>-1</sup> )
<i>Transversal</i>	505	7,190	46,40	6,453	0,092



De menționat este faptul că pentru acest tip de lucrări nu există norme de consum aprobate la nivel național, în practică utilizându-se norme de consum locale specifice fiecărei unități, realizate de personalul silvic pentru utilajele din dotare.

### 3.4. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea puietilor de plop

#### 3.4.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea puietilor de plop

Datorită unui mod de operare relativ similar în toate cele patru locuri luate în studiu, care a presupus parcurgerea suprafețelor pe lungime, precum și datorită utilizării aceluiși tip de echipament, în condiții relativ similare de sol și de pregătire a acestuia, de către același operator, pentru operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti nu s-a mai recurs la o restratificare a datelor, rezultatele acestui studiu redându-se comasat. În acest fel, studiul a acoperit o durată totală de circa 33 de ore (**Tabelul 38**), în care se remarcă proporții însemnate ale consumului de timp pentru săparea efectivă a gropilor (*S*, circa 43%), deplasării tractorului prin manevre între gropi (*M*, circa 26%), de capăt și în câmp (*MT*, circa 9%) (în total circa 35%) precum și ale pauzelor de natură personală (*P*, circa 19%). Pauzele cauzate de studiu s-au constatat doar la locul de garare al utilajului, prin urmare s-au exclus din studiu odată cu excluderea timpului petrecut în afara locului de muncă, în timp ce pauzele tehnice (*PT*, circa 3%) au constat din remedierea unor mici defecțiuni pe parcursul operării. Deși se evaluează subiectiv, o bună proporție a timpului consumat ca pauze personale a constat din acele pauze luate de către operator pentru a își atenua durerile de gât și de spate. Cu toate acestea, proporția timpului efectiv de muncă a fost una foarte bună, ridicându-se la circa 78% din totalul timpului consumat la locul de muncă, prin însumarea proporțiilor pentru elementele de muncă *S*, *M* și *MT*.

**Tabelul 38.** *Timpuri totale observați la locul de muncă, pe elemente de muncă în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puieti de plop*

Regim de operare	Unitate de măsură	<i>PT</i>	<i>PP</i>	<i>MT</i>	<i>M</i>	<i>S</i>	Timp total
	<i>secunde</i>	4.074	22.003	10.679	31.131	50.321	118.208
<i>Total studiu</i>	<i>ore</i>	1,132	6,112	2,966	8,648	13,978	32,836
	<i>%</i>	3,45	18,61	9,03	26,34	42,57	100,00

Se precizează aici faptul că aceste gropi au fost săpate pentru plantarea de plop alb, iar schema de cultură a fost de 3×2 m. O analiză mai detaliată a consumului de timp pe elemente de muncă se redă în **Tabelul 39** sub forma principalelor statistici descriptive. Similar operațiilor de săpare a gropilor pentru sade, atât elementul de muncă constând din săparea efectivă, cât și cele constând din manevrele executate de tractor, au fost caracterizate de o variabilitate destul de ridicată, generată de variabilitatea locală a condițiilor de sol. Cu toate acestea, principalii indicatori ai tendinței centrale indică faptul că, în medie, săparea mecanizată a gropilor pentru plantarea de puieti a fost caracterizată de un consum de timp mult mai mic de 10 secunde, fapt datorat dimensiunilor gropilor, pe de o parte, și terenului pregătit, pe de altă parte.

**Tabelul 39.** Statistici descriptive privind consumul de timp, redat în secunde, pe elemente de muncă în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puietți de plop

Regim de operare	Element de muncă	Număr de observații	Valoarea minimă (s)	Valoarea maximă (s)	Media (s)	Mediana (s)	Abaterea standard (s)	Sume (s)
<i>Total studiu</i>	<i>PT*</i>	48	5	876	84,88	19,50	168,73	4.074
	<i>PP*</i>	111	2	3.278	198,23	61,00	439,08	22.003
	<i>MC*</i>	223	5	1.283	47,89	29,00	99,98	10.679
	<i>M*</i>	5.278	2	25	5,90	6,00	1,82	31.131
	<i>S*</i>	5.452	2	72	9,23	7,00	5,48	50.321

**Notă:** \*Datele nu urmează o distribuție normală

Manevrele de deplasare între gropi, au fost, de asemenea, corelate din punct de vedere al consumului de timp, cu distanțele între locurile de săpare care au fost mai mici în acest caz. Astfel, datele indică valori medii de ordinul a 6 secunde. Chiar dacă au fost unele situații în care a fost necesară o tranziție între două locuri de muncă, care a consumat mai mult timp în cazul manevrelor de capăt, valorile medii au fost mult mai mici comparativ cu cele de la săparea mecanizată a gropilor pentru sade, probabil datorită operării longitudinale în cazul de față. Merită precizat și în acest caz faptul că, deși astfel de manevre au constat doar din deplasare efectivă, în unele cazuri au apărut scurte întârzieri cauzate de luarea unor decizii, mișcări cu viteze mai mici etc., care nu au putut fi separate din acest element de muncă pe baza definiției specifice a acestuia.

În aceste condiții, productivitatea și eficiența netă a operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantarea de puietți au fost de circa 213 gropi pe oră, respectiv de circa 0,005 ore pe groapă, ceea ce s-ar putea transpune, într-o situație ideală, în circa 1.600 de gropi săpate pe zi, respectiv în circa 18 secunde pe groapa săpată. Cu toate acestea, realitatea terenului, în condițiile date, a indicat o performanță a muncii puțin mai scăzută (**Tabelul 40**) datorată unor defecțiuni tehnice minore și, mai ales, pauzelor de natură personală.

**Tabelul 40.** Statistici descriptive privind consumul de timp, redat în secunde, pe elemente de muncă în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puietți de plop

Regim de operare	Element de muncă	Timp pe elemente de muncă (s)	Număr de gropi săpate	Timp total fără întârzieri cauzate de studiu (ore)	Timp total fără întârzieri (ore)	PB (gropi × oră <sup>-1</sup> )	PN (gropi × oră <sup>-1</sup> )	EB (ore × groapă <sup>-1</sup> )	EN (ore × groapă <sup>-1</sup> )
<i>Tot studiul</i>	<i>PS</i>	-	5.452	32,836	25,592	166,04	213,04	0,006	0,005
	<i>PT</i>	4.074							
	<i>PP</i>	22.003							
	<i>MC</i>	10.679							
	<i>M</i>	31.131							
	<i>S</i>	50.321							

Comparativ cu situația specifică săpării gropilor pentru sade, eficiența și productivitatea muncii (în valori nete) în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru plantat puietți au fost, global, mai mari de circa trei ori. Aceste aspecte au fost relaționate cu schemele de plantare, pe de o parte, și cu dimensiunile mai mici ale gropilor, în special adâncimea acestora, pe de altă parte.

### 3.4.2. Evaluarea riscului de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puiți de plop

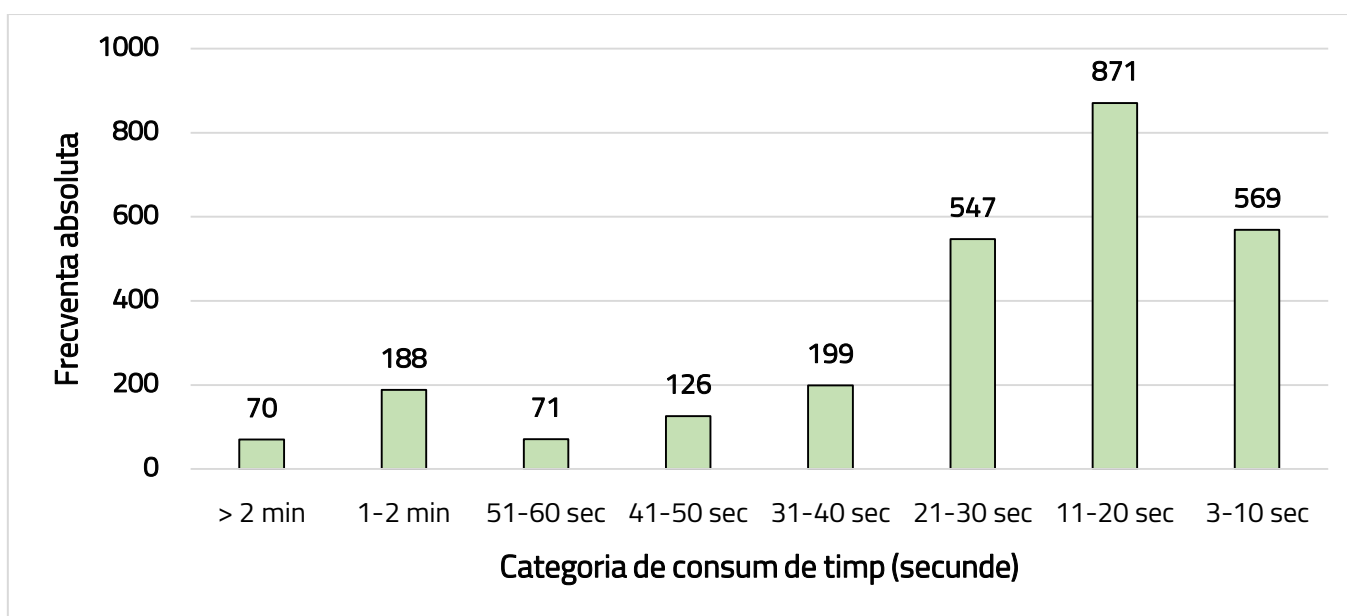
Evaluarea ergonomică posturală s-a realizat pe fondul celor expuse anterior. În urma analizei, la nivelul global al studiului, s-au constatat 2.641 de evenimente (Figura 25) în care operatorul tractorului a avut spatele într-o postură neconfortabilă, asimilată cu codul 4 din clasificarea OWAS, ceea ce a determinat încadrarea acestui timp în categoria de acțiune 2 (AC2). Acest timp a totalizat 75.477 secunde (circa 21 ore) și a reprezentat aproape 73% din totalul timpului analizat (Tabelul 41). Merită precizat faptul că, similar celor expuse în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru plantarea sadelor, operarea cu spatele torsionat a fost specifică săpării gropilor, caz în care operatorul a trebuit să monitorizeze ceea ce se întâmpla la partea posterioară a tractorului cu agregatul de săpat, precum și unor manevre de capăt și a unei părți dintre manevrele în câmp, în acele situații în care a fost necesară manevrarea tractorului cu spatele.

În aceste condiții, indicele de risc postural la nivelul studiului a fost estimat la circa 173 (Tabelul 41) indicând faptul că astfel de operații nu sunt, neapărat, periculoase din acest punct de vedere. În Figura 25 se prezintă distribuția numărului de evenimente identificate pentru operator ca având spatele torsionat pe categorii de timp petrecut cu spatele torsionat în astfel de evenimente.

**Tabelul 41.** Indicatori ai performanței ergonomice posturale a muncii pentru operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru plantat puiți de plop

Regim de operare	Element ergonomic	Timp pe elemente ergonomice (s)	Proporția timpului petrecut cu SD în timpul analizat (%)	Proporția timpului petrecut cu ST în timpul analizat (%)	PRI
Global	SD	28.045	27,09	72,91	172,91
	ST	75.477			
	E*	14.608			

Notă: \* Timp exclus din analiză.



**Figura 25.** Distribuția evenimentelor identificate pentru operator cu spatele torsionat pe categorii de timp și moduri de operare în operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru plantat puiți de plop.

Și în acest caz, evenimentele care au avut o durată mai mică sau egală cu două secunde nu s-au luat în considerare deoarece ele nu au generat așa-numita muncă statică într-o anumită postură. Acestea au fost, oricum, foarte puține și s-au clasificat drept muncă dinamică, excluzându-se din reprezentarea din **Figura 25**. După cum se prezintă, au fost situații destul de frecvente în care menținerea posturii torsionate a spatelui a fost cuprinsă, ca durată, chiar între 1 și 2 minute. Cu toate acestea, marea lor majoritate (circa 75%) au durat până la 30 de secunde și numai circa 22% dintre ele au avut durate de până la 10 secunde. Prin urmare, chiar dacă indicele de risc postural estimat nu a indicat, neapărat, o situație periculoasă din punct de vedere ergonomic, plângerile operatorului tractorului cu privire la durerile de spate par a fi fondate. Măsurile de îmbunătățire posturală ergonomică a muncii, în acest caz, pot fi similare cu cele prezentate în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru sade. Cu atât mai mult, în acest caz, s-ar impune astfel de măsuri, cu cât frecvența schimbărilor de postură a fost, probabil, mai mare datorită faptului că duratele evenimentelor de săpare a gropilor și de deplasare între acestea au fost mai mici.

### 3.4.3. Evaluarea consumului de carburant în operații mecanizate de săpare a gropilor pentru puietși

Evaluarea consumului de carburant s-a făcut pentru una dintre zilele de studiu (23.11.2018) care a fost aleasă pe baza unor criterii legate de excluderea anumitor efecte. În primul rând, nu s-au ales primele zile pentru a nu fi afectate datele de timpul de acomodare al operatorului, dar nici ultimele zile în care ar fi putut surveni o oboseală accentuată a acestuia. Datele cu privire la consumul orar și unitar, estimate pe baza consumului total măsurat și a parametrilor preluați din studiu, se prezintă în **Tabelul 42**.

**Tabelul 42.** Consumul de carburant la săparea mecanizată a gropilor pentru plantat puietși de plop

<i>Regim de operare</i>	<i>Număr de gropi săpate</i>	<i>Timp total fără întârzieri (ore)</i>	<i>Consum total de carburant (l)</i>	<i>Consum orar (l × oră<sup>-1</sup>)</i>	<i>Consum unitar (l × groapă<sup>-1</sup>)</i>
<i>Global</i>	570	4,520	28,70	6,350	0,050

Consumul total înregistrat pe durata luată în considerare a fost de circa 29 de litri de motorină, ceea ce a condus la un consum orar de circa 6,4 litri și la consum unitar de circa 0,05 litri pe groapă săpată.

## 3.5. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor manuale de întreținere a culturilor de plop

### 3.5.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

În **Tabelul 43** se prezintă o distribuție a consumului de timp și a eficienței muncii pe subiecți, zile și locuri luate în studiu. La nivel general, al studiului, observațiile de teren au acoperit o durată de circa 85 de ore din care, în medie, circa 70% din timp a fost consumat sub formă de muncă efectivă și aproximativ 22% a constat din pauze de odihnă. Timpul consumat cu pauzele de masă a reprezentat circa 9% dar această categorie nu a fost specifică tuturor participanților luați în studiu. Alte tipuri de întârzieri, incluzându-le aici pe cele cauzate de studiu (montare și reglare dispozitive de colectare a datelor), au avut o proporție foarte mică, contribuind în totalul timpului analizat cu mai puțin de 1%.

Data fiind distribuția de ansamblu a consumului de timp, rata eficienței nete a fost estimată la 34,31 ore-om pe hectar, valoare ce a fost destul de apropiată de rata eficienței brute (ce a inclus toate categoriile de timp) și care a avut o valoare de 36,35 ore-om pe hectar, ceea ce determină, raportând la o suprafață efectiv operată

cu mobilizare manuală de 25%, o productivitate a muncii pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop ce are valori de 1,37 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența netă și de 1,45 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența brută. Datorită faptului că aceste valori sunt aplicabile pentru suprafața efectiv operată, în circumstanțele reale, în care circa 75-80% din suprafață este operată mecanizat, acestea se vor modifica în valori de 9,09 respectiv 8,58 ore-om pe hectar. Pe de altă parte, la nivel de subiect, zi de observație și loc de studiu, consumul de timp și ratele ce descriu eficiența muncii au fost predominant eterogene.

**Tabelul 43.** Statistici descriptive privind consumul de timp și indicatorii performanței productive în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

Subiectul, locul de studiu și ziua de observare	Timpul de observare (ore)	Timp muncă efectivă (%)	Pauze de odihnă (%)	Pauze de masă (%)	Întârzieri (%)	REN (ore/ha)	REB (ore/ha)
<i>S15 x L15 x 18</i>	4,8	61,80	26,91	9,86	1,43	26,295	29,599
<i>S16 x L15 x 18</i>	4,7	71,97	17,11	9,03	1,89	22,925	25,692
<i>S17 x L15 x 18</i>	4,5	74,84	13,04	11,66	0,46	23,159	26,352
<i>S18 x L16 x 19</i>	6,3	73,94	14,43	11,63	-	25,922	29,322
<i>S19 x L16 x 19</i>	6,2	57,36	28,44	11,61	2,59	25,074	29,234
<i>S20 x L16 x 19</i>	6,3	64,59	15,60	19,81	-	25,859	29,733
<i>S21 x L16 x 20</i>	5,7	75,18	14,49	10,20	0,13	21,695	24,163
<i>S22 x L16 x 20</i>	5,6	73,48	14,30	12,22	-	22,220	24,875
<i>S23 x L16 x 20</i>	5,5	74,44	14,60	10,96	-	22,044	24,754
<i>S23 x L16 x 21</i>	5,8	70,47	19,83	9,56	0,14	15,250	16,920
<i>S18 x L16 x 21</i>	5,8	52,77	37,18	9,92	0,13	14,981	17,497
<i>S21 x L16 x 21</i>	5,7	83,60	16,40	-	-	16,013	17,739
<i>S24 x L14 x 13</i>	3,4	73,85	24,65	-	1,50	69,148	69,711
<i>S25 x L14 x 13</i>	3,3	71,86	27,72	-	0,42	59,298	59,298
<i>S26 x L14 x 13</i>	3,4	77,54	22,46	-	-	59,438	59,438
<i>S27 x L14 x 22</i>	2,6	51,64	46,44	-	1,92	61,104	62,289
<i>S26 x L14 x 22</i>	2,5	83,89	15,58	-	0,53	50,118	50,699
<i>S28 x L14 x 22</i>	2,5	45,20	54,80	-	-	57,046	57,046
<b>General</b>	<b>84,6</b>	<b>68,33</b>	<b>22,34</b>	<b>8,69</b>	<b>0,64</b>	<b>34,310</b>	<b>36,353</b>

În raport cu această distribuție eterogenă a consumului de timp, ratele eficienței nete a muncii au variat destul de larg între 14,98 și 69,15 ore-om pe hectar, în timp ce ratele eficienței brute a muncii au variat între 16,92 și 69,71 ore-om pe hectar. Întrucât, din punct de vedere al condițiilor operaționale, locurile alese pentru studiu au fost diferite, așteptările legate de rezultatele privind consumul de timp și eficiența muncii au fost de a întrevădea anumite diferențe generate de acestea.

### 3.5.2. Dificultatea muncii prin prisma activității cardio-vasculare în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

În medie, pulsul (*HR mediu*) al subiecților luați în studiu a variat între 95 (*S20*) și 126 (*S28*) bătăi pe minut (Tabelul 44). Din acest punct de vedere, se pare că *S28*, în particular, a perceput munca ca fiind foarte grea. Acest fapt poate fi comparat și validat și de către proporția cea mai mare a timpului petrecută ca pauze de odihnă (Tabelul 43), precum și prin luarea în considerare a pulsului care, în general, a fost mare (Tabelul 44). Luând în considerare cele precizate de literatura de specialitate în ceea ce privește clasificarea muncii pe

categorii de dificultate în funcție de activitatea cardio-vasculară, la nivelul eșantionului luat în studiu putem concluziona faptul că operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop par a se încadra în categoria muncilor grele, contorizând o valoare de aproape 37% din punct de vedere al rezervei de puls (*%HRR*) pentru munca efectivă. Analizând pauzele de odihnă (*%HRR* = 33,6), constatăm că acestea nu au condus la o deplină recuperare a activității cardio-vasculare, fenomen care este probabil să se manifeste chiar și în timpul pauzelor de masă (*%HRR* = 21,42). În ansamblu, acest indicator a generat o valoare mare la nivelul eșantionului luat în studiu (*%HRR* = 35,2).

**Tabelul 44.** *Statistici descriptive privind activitatea cardio-vasculară și indicatorii derivați privind dificultatea muncii în operații manuale de întreținere a culturilor de plop*

Subiectul, locația și ziua de observare	HR mediu (bpm)	HRr (bpm)	%HRR pentru ME	%HRR pentru PO	%HRR pentru PM	%HRR general
S15 x L15 x 18	108	50	44,00	42,98	37,19	42,95
S16 x L15 x 18	106	81	23,94	23,28	11,70	22,76
S17 x L15 x 18	104	69	32,06	33,24	23,37	31,25
S18 x L16 x 19	108	82	31,31	27,25	17,59	29,13
S19 x L16 x 19	117	87	38,95	33,77	13,89	34,56
S20 x L16 x 19	95	70	25,85	25,27	12,28	23,07
S21 x L16 x 20	105	67	30,64	25,23	16,53	28,40
S22 x L16 x 20	107	66	41,87	34,19	28,92	39,19
S23 x L16 x 20	102	71	32,99	35,70	35,10	33,62
S23 x L16 x 21	97	63	34,88	32,40	26,14	33,57
S18 x L16 x 21	100	78	25,08	23,94	12,86	23,45
S21 x L16 x 21	99	72	21,98	16,49	-	21,08
S24 x L14 x 13	114	80	39,26	31,42	-	37,24
S25 x L14 x 13	109	74	46,32	38,44	-	44,12
S26 x L14 x 13	112	67	51,23	45,67	-	49,98
S27 x L14 x 22	111	61	45,44	41,77	-	43,56
S26 x L14 x 22	109	70	44,17	42,38	-	43,85
S28 x L14 x 22	126	86	52,68	52,05	-	52,33
General	-	-	36,81	33,64	21,42	35,23

Analizând rezultatele redade în **Tabelul 44**, rezultă o anumită variabilitate a indicatorilor activității cardio-vasculare cum ar fi pulsul mediu, pulsul în repaus și rezerva de puls pe sarcini și zile de observație, exprimate la nivel de subiect, zi de muncă și suprafață luată în studiu. Se constată valori diferite ale pulsului mediu pentru același subiect în funcție de locul unde și-a desfășurat activitatea sau de ziua când a avut loc studiul. Pentru majoritatea subiecților luați în studiu, efortul depus, apreciat din punct de vedere al activității cardio-vasculare, a fost relaționat, cel mai probabil, cu vârsta și într-o măsură mai mică cu condițiile operaționale locale. Acest lucru a fost cu atât mai evident cu cât temperatura aerului în cazul ultimei zile de observare a fost apropiată de confortul termic (**Tabelul 19**), condițiile operaționale au fost medii, judecând după dimensiunile vegetației de îndepărtat, în timp ce subiecții luați în studiu în aceste cazuri au fost cei caracterizați de cele mai înaintate vârste (**Tabelul 20**).



### 3.5.3. Intensitatea muncii în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

Colectoarele de date cu privire la accelerația pe trei axe au reușit să colecteze date în mod adecvat pentru toate cazurile cu excepția *S24* și *S25* luate în studiu în *L14* (Tabelul 45), cazuri în care datele colectate nu au acoperit întreaga perioadă luată în studiu, cel mai probabil datorită unor defecțiuni ale bateriilor utilizate. Din acest motiv, datele furnizate de cele două cazuri au fost excluse din analiza cu privire la intensitatea muncii apreciată pe baza semnalului colectat de accelerometre. Proporțiile relaționate cu timpul consumat pe cele trei categorii de intensitate a muncii sunt indicate în Tabelul 45.

**Tabelul 45.** Statistici descriptive cu privire la intensitatea muncii apreciată prin prisma datelor colectate cu accelerometre triaxiale în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

Subiectul, locația și ziua de observare	Timp de observare a intensității muncii (h)	Proporția de participare a <i>MIS</i> (%)	Proporția de participare a <i>MIM</i> (%)	Proporția de participare a <i>MIFM</i> (%)
<i>S15</i> × <i>L15</i> × <i>18</i>	4,7	38,96	55,93	5,11
<i>S16</i> × <i>L15</i> × <i>18</i>	4,7	30,45	61,80	7,74
<i>S17</i> × <i>L15</i> × <i>18</i>	4,5	33,25	59,71	7,05
<i>S18</i> × <i>L16</i> × <i>19</i>	6,2	31,19	64,38	4,43
<i>S19</i> × <i>L16</i> × <i>19</i>	6,2	54,01	43,76	2,22
<i>S20</i> × <i>L16</i> × <i>19</i>	6,3	37,89	58,76	3,34
<i>S21</i> × <i>L16</i> × <i>20</i>	5,7	33,00	62,43	4,57
<i>S22</i> × <i>L16</i> × <i>20</i>	5,6	36,29	57,03	6,68
<i>S23</i> × <i>L16</i> × <i>20</i>	5,5	23,64	74,05	2,31
<i>S23</i> × <i>L16</i> × <i>21</i>	5,8	23,73	74,69	1,58
<i>S18</i> × <i>L16</i> × <i>21</i>	5,8	44,44	53,43	2,12
<i>S21</i> × <i>L16</i> × <i>21</i>	5,7	31,28	60,08	8,64
<i>S24</i> × <i>L14</i> × <i>13</i> <sup>1</sup>	2,7 <sup>1</sup>	15,80 <sup>1</sup>	81,61 <sup>1</sup>	2,59 <sup>1</sup>
<i>S25</i> × <i>L14</i> × <i>13</i> <sup>1</sup>	2,3 <sup>1</sup>	96,24 <sup>1</sup>	0,74 <sup>1</sup>	3,02 <sup>1</sup>
<i>S26</i> × <i>L14</i> × <i>13</i>	3,3	18,61	71,67	9,72
<i>S27</i> × <i>L14</i> × <i>22</i>	2,6	40,93	54,87	4,20
<i>S26</i> × <i>L14</i> × <i>22</i>	2,5	20,57	75,06	4,37
<i>S28</i> × <i>L14</i> × <i>22</i>	2,5	50,88	48,37	0,75
General <sup>2</sup>	77,8 <sup>2</sup>	34,59 <sup>2</sup>	60,81 <sup>2</sup>	4,60 <sup>2</sup>

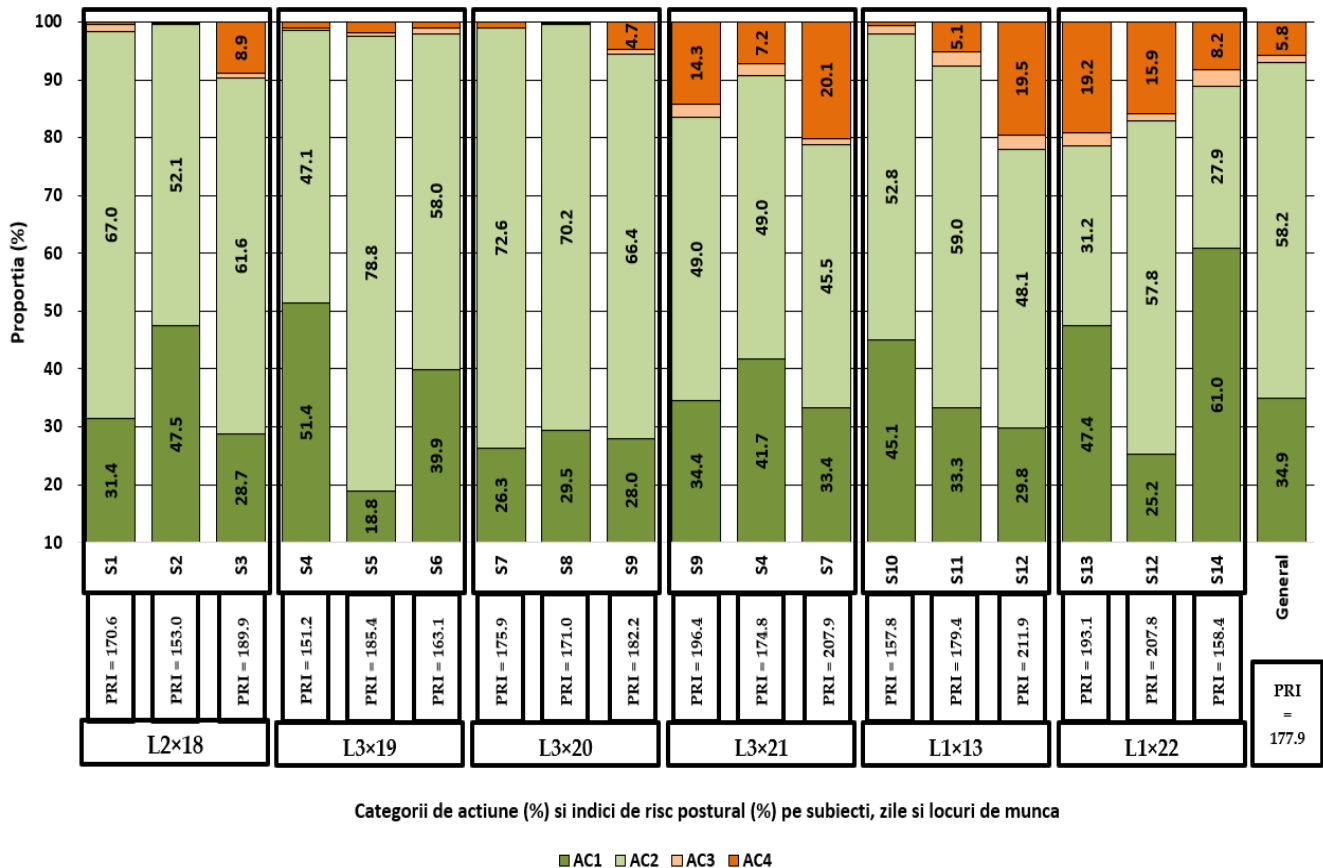
**Note:** <sup>1</sup>Date care nu au fost utilizate pentru caracterizarea intensității muncii. <sup>2</sup>Medii calculate prin excluderea datelor de la punctul<sup>1</sup>.

La nivelul eșantionului luat în studiu, circa 61% din timp a fost clasificat drept muncă de intensitate moderată (*MIM*) și aproape 35% a fost clasificat drept muncă de intensitate scăzută (*MIS*). Proporția de participare a muncii de intensitate scăzută (*MIS*) a variat între 18,61 (*S26* × *L14* × *13*) și 54,01% (*S19* × *L16* × *19*) în timp ce proporția de participare a muncii de intensitate moderată (*MIM*) a variat între 43,76 (*S19* × *L16* × *19*) și 75,06% (*S26* × *L14* × *22*). Aproape 5% din timpul luat în studiu a fost reprezentat de către munca atribuită categoriei de intensitate foarte mare (*MIFM*) dar și în cazul acesteia datele au fost eterogene, cu proporții ce au variat între 0,75 (*S28*) și 9,72 (*S26* observat în *L14*).

### 3.5.4. Riscul de dezvoltare a BMS în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

Figura 26 prezintă distribuția pe categorii de acțiune (*AC*) și indici de risc postural (*PR*) estimați la nivel de muncitor, zi de observație, loc de studiu și eșantion. La nivelul eșantionului luat în studiu, aproximativ 35%

dintre imaginile analizate au fost incluse în prima categorie de acțiune, mai mult de jumătate dintre acestea au fost incluse în cea de a doua categorie de acțiune și circa 6% au fost incluse în categoria a patra de acțiune. Indicele de risc postural ce caracterizează operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop a fost estimat la valoarea de 178%, indicând, mai degrabă, includerea acestora în cea de a doua categorie de acțiune în conformitate cu metoda OWAS. Această categorie de acțiune indică necesitatea adoptării unor măsuri de corectare a muncii din punct de vedere postural în viitorul apropiat (e.g. Corella-Justavino et al., 2015; Helander, 2006; Karhu et al., 1977).



**Figura 26.** Proportia de participare a imaginilor analizate pe categorii de acțiune și indici de risc postural estimați la nivel de subiect, loc de studiu, zi de observație și eșantion pentru operațiile de întreținere manuală a plantațiilor de plop

Pe de altă parte, la nivel de subiect, distribuția imaginilor pe categorii de acțiune, precum și indicii de risc postural estimați, au fost destul de variabile. Imaginile atribuite primei categorii de acțiune (**AC1**) au avut o proporție cuprinsă între 18,8 și 61%, unde ultima valoare caracterizează datele specifice subiectului 28, subiect care a fost caracterizat și de ritmul cardio-vascular cel mai intens și de frecvența și durata cea mai mare a pauzelor de odihnă. Imaginile atribuite celei de a doua categorii de acțiune (**AC2**), au avut proporții cuprinse între 27,9 și 78,8%, cele specifice celei de a treia categorii de acțiune (**AC3**) au avut proporții mici iar cele atribuite celei de a patra categorii de acțiune (**AC4**) au înregistrat proporții de până la 20,1%. În aceste condiții, indicii de risc postural estimați au avut valori cuprinse între 151,2 ( $S18 \times L16 \times 19$ ) și 211,9 ( $S26 \times L14 \times 13$ ).

La nivelul eșantionului luat în studiu (Tabelul 46), posturile spatelui au fost identificate ca fiind neconfortabile în general, după cum, în mai mult de 55% dintre cazuri, subiecții au fost identificați în imaginile analizate ca având spatele aplecat și torsionat. Posturi confortabile ale spatelui (spate drept) au fost identificate în numai 26% dintre imaginile analizate. În general, posturile brațelor au fost identificate ca fiind

confortabile, aspect ce poate fi relaționat cu tipul de unelte folosite în operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop. Posturile picioarelor codificate cu 4, 5 și 6 (caracterizate de prezența unor elemente precum genunchii îndoiți, sau îngenunchere) au reprezentat doar 7% din setul luat în analiză. Principalul obiectiv al studiului cu privire la operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop a fost acela de a caracteriza dificultatea muncii în astfel de operații și de a indica, prin tehnici consacrate, performanța productivă a muncii care le caracterizează.

**Tabelul 46.** Distribuția posturilor spatelui, brațelor și a picioarelor în operațiile luate în studiu, raportat la indicațiile sistemului OWAS, în operații manuale de întreținere a culturilor de plop

Cod	Proporții pentru posturile spatelui (%)	Proporții pentru posturile brațelor (%)	Proporții pentru posturile picioarelor (%)
1	26,04	99,68	4,59
2	7,77	0,31	56,60
3	9,65	0,01	29,82
4	56,54	NA <sup>1</sup>	3,71
5	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	3,48
6	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	0,17
7	NA <sup>1</sup>	NA <sup>1</sup>	1,63

**Notă:** <sup>1</sup> Neaplicabil în conformitate cu metoda OWAS.

O modalitate de îmbunătățire a eficienței muncii și de echilibrare a efortului depus de muncitori în astfel de operații constă din desfășurarea operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop pe două direcții perpendiculare, între rândurile de cultură, din moment ce schemele de plantare ar permite acest lucru. O astfel de abordare ar putea contribui la o reducere a efortului manual la aproximativ o pătrime în comparație cu practica curentă. Astfel de practici au mai fost utilizate în silvicultura românească a plopului, în special pe fondul lipsei de forță de muncă, a forței de muncă slab instruite și a necesității scalării temporale a operațiilor pe teritorii largi (Daia și Petcu, 2019).

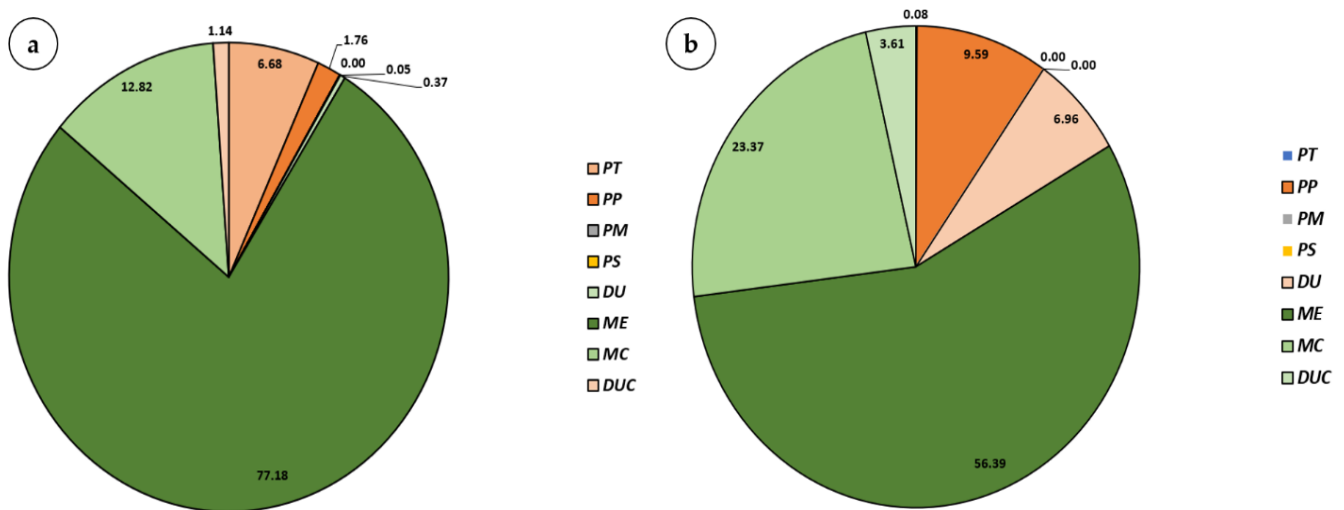
### 3.6. Rezultate și discuții privind evaluarea operațiilor mecanizate de întreținere a culturilor de plop

#### 3.6.1. Consumul de timp pe sarcini de muncă și indicatori ai performanței productive în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop

În **Figura 27** se prezintă, sub raport comparativ, o distribuție a consumului de timp pe categorii de sarcini (elemente de muncă) identificate pentru cele două tipuri de realizare a operațiilor de întreținere mecanizată a culturilor de plop: frezare și discuire. Modul de distribuire în timpul total observat la locul de muncă a variat semnificativ între cele două modalități de realizare a operațiilor, cu o proporție bună a consumului de timp consumat în munca efectivă în cazul frezării (77%) și una acceptabilă în cazul discuirii (56%).

Distribuția consumului de timp între timpul de muncă efectivă și diversele manevre realizate în cadrul culturilor (manevre de capăt, manevre de traversare la alte rânduri) poate fi afectată de caracteristicile dimensionale ale culturilor în cauză și modul de abordare al lucrărilor ce se execută, după cum alte studii de specialitate similare din punct de vedere al utilajelor folosite (Borz et al., 2019a) sau unele documente normative (Lupușoru et al., 1997; \*\*\*, 1990) au arătat-o. Din acest motiv, distribuțiile prezentate pot să fie afectate de reorganizarea proporțiilor în categoriile de timp prin includerea tuturor categoriilor și nu pot să scoată în evidență eventuale avantaje tehnologice legate de tipul de dispozitiv activ luat în studiu. Cu toate

acestea, chiar după o reorganizare a datelor astfel încât timpul total să cuprindă doar acele categorii care sunt clasificate în unele lucrări de specialitate drept timp de bază și timp ajutător (*i.e.* Oprea, 2008) și care în prezentul studiu s-ar putea transpune în timpul consumat cu munca efectivă, manevrele de capăt și cele din câmp, situația nu s-a îmbunătățit în ceea ce privește operarea prin discuri, în acest caz proporția timpului consumat cu munca efectivă ajungând la circa 68% în timp ce pentru frezare aceasta a ajuns la circa 85%.



**Figura 27. Proportia de participare a diferitelor categorii de consum de timp în consumul total de timp la locul de muncă pentru operațiile de întreținere mecanizată a culturilor prin frezare și discuri**

*Legendă:* a - operații mecanizate de întreținere prin frezare, b - operații mecanizate de întreținere prin discuri, PT - pauză tehnică, PP - pauză personală, PM - pauză de masă, PS - pauză cauzată de studiu, DU - alte deplasări ale utilajului nerelaționate cu munca într-o suprafață dată, ME - muncă efectivă, MC - manevre efectuate la capetele culturii, DUC - deplasări ale utilajului de la spațiul de lucru disponibil între două rânduri de cultură la un alt spațiu de lucru situat între alte rânduri de cultură.

Din acest punct de vedere, operarea prin frezare pare a fi potențial mai avantajoasă, printr-o rată de utilizare efectivă a mașinii mult mai mare. Toate acestea s-au reflectat parțial și în valorile estimate pentru eficiența muncii care se prezintă, pentru cele două modalități studiate, în **Tabelul 47**. Astfel, în cazul utilizării frezei ca organ activ de realizare a operațiilor, eficiența netă a fost estimată la 2,470 ore-utilaj pe hectar indicând faptul că performanța muncii, din acest punct de vedere, a fost de circa două ori mai mică în comparație cu cazul operării prin discuri (1,293 ore-utilaj pe hectar). Producția realizată în cazul operării prin frezare a fost de 3,45 ha în timp ce cea specifică operării prin discuri a fost de 2,24 ha, conducând la obținerea unor valori ale productivității nete de circa 0,405 ha pe oră-utilaj în primul caz și de circa 0,773 ha pe oră-utilaj în cel de-al doilea caz. Proportii similare s-au păstrat și în cazul valorilor estimate pentru eficiența brută, caz în care operarea prin frezare, în cazul concret analizat în teren, a fost cu circa 1,7 ori mai puțin eficientă decât cea prin discuri.

**Tabelul 47.** Statistici descriptive privind consumul de timp și indicatorii performanței productive în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Agregat utilizat pentru întreținerea mecanizată (locul și ziua de observație)	$T_B$ (ore)	$T_{ME}$ (%)	$T_{MC}$ (%)	$T_{DUC}$ (%)	$T_I$ (%)	REN (ore/ha)	REB (ore/ha)
Tractor + disc (L15 × 18)	3,474	56,39	23,37	3,61	16,63	1,293	1,551
Tractor + freză (L16 × 19-20)	9,351	77,18	12,82	1,14	8,86	2,470	2,710
<b>General</b>	<b>12,825</b>	-	-	-	-	-	-

Unul dintre factorii care ar fi putut să influențeze aceste rezultate este legat de lățimile operate, care sunt condiționate de lățimea organelor active de lucru. De exemplu, în cazul discului tractat, lățimea activă de lucru a fost ceva mai mare de 2 m în timp ce în cazul frezei aceasta a fost ceva mai mică de 1,5 m. Conform **Tabelului 22**, condițiile operaționale din locurile alese pentru studierea operațiilor de discuire (L15×18) și de frezare (L16×19-20) sunt aproximativ la fel, cu soluri ce prezintă texturi predominant nisipoase dar cu vegetația ierboasă ce prezintă un grad de dezvoltare cuprins între 0,5-1,3 m înălțime. Normele de consumuri (\*\*\*, 1990) stabilesc o productivitate de 4,2 ha/8 ore, respectiv 0,53 ha/oră pentru o operație similară de întreținere a solului cu grapa GD 1,8 tractată de tractor U,V,L-445, în plantații cu distanța între rânduri de 4,0 m. Comparativ cu productivitatea rezultată pentru operația de discuire din actualul studiu, productivitatea normată este aproximativ egală, mica diferență rezultând din utilajele ce prezintă lățimi de lucru diferite (1,8 m față de 2,2 m) și tractoare diferite constructiv (model U, model Landinni).

### 3.6.2. Riscul de dezvoltare a BMS în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop

Condițiile ergonomice cu privire la operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop au fost mult mai bune comparativ cu cele specifice operațiilor manuale. Principalele rezultate cu privire la acest aspect sunt redate în **Tabelul 48**. După analiza detaliată a datelor provenite din fișierele video cu privire la postura spatelui în timpul operării, s-a constatat că în mai mult de 90% din timpul luat în studiu spatele operatorului a fost orientat drept, indiferent de opțiunea utilizată pentru efectuarea operațiilor: frezare sau discuire. După cum era de așteptat, evenimentele surprinse pe fișierele media analizate au fost distribuite într-o egală măsură între cele două posturi, prin luarea în considerare a numărului de repetiții sau observații extrase. Din punct de vedere al proporției de participare în timpul total luat în studiu, situația a fost, oarecum, mai bună în cazul operării prin discuire, cu circa 2% mai mult timp petrecut cu spatele drept. Și în ceea ce privește durata medie petrecută cu spatele drept, situația a fost mai bună în cazul opțiunii de operare prin discuire cu circa două minute petrecute, în medie, în această postură, față de circa 1,2 minute petrecute, în medie, cu spatele drept, în cazul operării prin frezare. Duratele medii petrecute cu spatele torsionat (aplecat și răsucit) au fost de circa 6 secunde în cazul operării prin discuire și de circa 5 secunde în cazul operării prin frezare. Duratele maxime petrecute în aceste posturi au fost de circa 2 minute cu spatele torsionat și de circa 12 minute cu spatele drept la frezare, respectiv de circa 0,5 minute cu spatele torsionat și de circa 25,5 minute cu spatele drept la discuire. Prin urmare, indiferent de situația posturală, în cazul acestor distribuții și cu luarea în considerare a unei raportări ponderate, după cum s-a precizat în capitolul de materiale și metode, indicele de risc postural a

fost apropiat de valoarea minimă (circa 105 în cazul discuirii și circa 107 în cazul frezării) indicând faptul că situația ergonomică posturală a acestor operații nu necesită intervenții corective.

**Tabelul 48.** Statistici descriptive privind riscul de expunere la BMS în operații mecanizate de întreținere a culturilor de plop prin discuire și frezare

Agregat utilizat pentru întreținerea mecanizată (locația și ziua de observație)	Postura spatelui	Număr de evenimente	Durata medie (s)	Proporția de participare în timpul total observat (%)	Număr de evenimente cu durata mai mică de 2 secunde
Tractor + disc (L15 x 18)	Drept	102	116,75	95,27	308
	Torsionat	101	5,85	4,73	
Tractor + freză (L16 x 19-20)	Drept	448	70,13	93,33	2.764
	Torsionat	444	5,05	6,67	

Este de precizat aici faptul că în cazul operării prin discuire s-au identificat un număr de 308 evenimente caracterizate de o postură neconfortabilă a spatelui menținută pentru mai puțin de două secunde, respectiv un număr de 2.764 evenimente de acest fel în cazul operării prin frezare. Raportat la timpul total observat, s-a constatat faptul că, în medie, astfel de evenimente au apărut cu o frecvență de circa 89 repetiții pe oră pentru operarea prin discuire și cu o frecvență de circa 296 repetiții pe oră în cazul operării prin frezare. Prin urmare, ultima modalitate tehnică poate fi considerată a genera o muncă dinamică mai intensă sub raportul posturii spatelui care poate fi relaționată cu modul efectiv de implementare a operațiilor, ce au necesitat treceri succesive pe același culoar dintre rânduri, precum și cu manevrele aferente, care au necesitat modificarea posturii spatelui operatorului.

### 3.7. Comparații între rezultatele obținute

#### 3.7.1. Comparații între operațiile de plantare manuală a sadelor și a puiștilor de plop

Referitor la operațiile manuale de plantare a sadelor și a puiștilor de plop, se constată faptul că productivitatea muncii este puțin diferită, așa cum rezultă din prelucrarea datelor; eficiența netă în cazul operației de plantat sade este puțin mai mare, cu valori cuprinse între 0,019-0033 ore x buc.<sup>-1</sup>, față de valorile cuprinse între 0,022-0038 ore x buc.<sup>-1</sup> pentru plantat puiști, pe echipa de plantat. Această mică diferență este datorată, probabil, volumului dislocat de pământ care este semnificativ mai mare în cazul gropilor pentru plantat puiști față de gropile pentru plantat sade, transpunându-se într-un volum mai mare de sol care trebuie tras în groapă și tasat de muncitori. Acest lucru poate fi corelat într-o anumită măsură și cu caracteristicile eșantionului de subiecți care, pentru operațiile de plantat sade, a fost caracterizat de vârsta de 38,8±14,2 ani, greutate corporală de 80±15 kg și un indice de masă corporală (*IMC*) de 25,5±3,2, comparativ cu eșantionul subiecților utilizați pentru plantat puiști, care a fost caracterizat de vârsta de 47,3±6,7 ani, greutate corporală de 79,9±5,1 kg și un *IMC* de 27,6±4,2, observându-se o vârstă și un *IMC* mai mic pentru primul eșantion. O altă constatare ce se poate lua în discuție este cea specifică proporțiilor diferite de participare a consumului de timp în elementul de muncă ce caracterizează astuparea și tasarea gropilor specifice plantării de sade și, respectiv, de puiști. În primul caz, această proporție a fost de ordinul a 43-51%, pe când în cel de al doilea caz aceasta a fost în domeniul 55-59%, fiind de circa 1,2 - 1,3 ori mai mare în ultimul caz, aspect ce poate fi relaționat și cu volumul gropilor respective care a fost, în primul caz, de circa 0,06 m<sup>3</sup> iar în cel de-al doilea caz de circa 0,17 m<sup>3</sup>, prin urmare de circa 3 ori mai mare. În cazul operației manuale de plantat sade, *%HRR* pentru munca efectivă a variat între 23,33 și 49,52%, iar pentru operația



manuală de plantat puieti, același indicator a variat între 22,17% și 54,76%. La nivel global, indicatorul *%HRR* a avut valoarea de 42,82 % pentru operația de plantat sade și de 35,60% pentru plantat puieti, ambele operații putând fi considerate dificile sub raportul efortului fizic, cu precizarea că plantatul sadelor este mai dificil decât cel al puietilor (Marogel-Popa et al., 2020a), probabil datorită maselor mai mari și efortului fizic mai susținut al grupelor musculare din zona brațelor în operația de plantare a sadelor. Totuși, pentru comparare, putem preciza faptul că în cazul operațiilor manuale de întreținere a plopului s-au obținut rezultate globale ale *%HRR* pentru munca productivă de circa 37% (Marogel-Popa et al., 2019a), pentru operații de recoltare a arborilor de plop cu ajutorul ferăstraielor mecanice (Cheța et al., 2018) au fost identificate valori comparabile cu prezentul studiu iar la recoltarea culturilor de salcie energetică indicatorul respectiv a avut valori de aproximativ 35% (Borz et al., 2019b).

**Tabelul 49** prezintă rezultatele testelor de comparație efectuate la nivelul sarcinilor de muncă și al tipurilor de operații. Așa cum s-a arătat, cu excepția sarcinii *Distribuire*, pentru care testul a identificat diferențe statistice semnificative, toate sarcinile au fost similare din punct de vedere al frecvențelor relative ale imaginilor pe categorii de acțiuni, specifice celor două tipuri de operații. Pentru evenimentele de *Odihnă*, distribuția specifică pe categorii de acțiune nu a indicat, chiar dacă la limită ( $p = 0,08$ ,  $\alpha = 0,05$ ,  $p > \alpha$ ), diferențe semnificative între cele două tipuri de operații. În comparație cu sarcina de muncă *Distribuire*, unde *PRI*-urile au fost apropiate ca valori, în cazul evenimentelor de *Odihnă*, *PRI*-urile au fost destul de diferite, indicând că în cazul plantării de puieti nu sunt generate probleme ergonomice-posturale grave, în timp ce în cazul plantării de sade pot să apară probleme ergonomice legate de posturile de muncă adoptate de muncitori.

**Tabelul 49.** *Rezultatele testelor de comparație între operațiile manuale de plantat sade și plantat puieti la nivel de sarcină de muncă și la nivel de studiu*

Sarcina de muncă și rezultatele testelor	Tipul de operație	Categoria de acțiune				<i>PRI</i>
		AC1	AC2	AC3	AC4	
Mișcare $\chi^2 = 0.582$ , $p = 0.901$	Plantat sade	34,56	64,52	0,00	0,92	167,28
	Plantat puieti	30,01	68,99	0,11	0,89	171,87
Distribuire $\chi^2 = 12.260$ , $p = 0.007^1$	Plantat sade	27,03	47,13	4,07	21,77	220,57
	Plantat puieti	20,12	67,65	5,13	7,10	199,21
Plantat $\chi^2 = 5.226$ , $p = 0.156$	Plantat sade	9,57	25,66	13,46	51,31	306,51
	Plantat puieti	5,60	40,16	10,33	43,90	292,55
Odihnă $\chi^2 = 6.641$ , $p = 0.084$	Plantat sade	48,53	33,33	8,61	9,52	179,12
	Plantat puieti	64,32	26,29	6,26	3,13	148,20
General $\chi^2 = 1.039$ , $p = 0.792$	Plantat sade	<b>20,68</b>	<b>34,69</b>	<b>9,80</b>	<b>34,83</b>	<b>258,77</b>
	Plantat puieti	<b>19,71</b>	<b>41,49</b>	<b>8,38</b>	<b>30,42</b>	<b>249,51</b>

<sup>1</sup> Denotă diferențe semnificative între frecvențele relative pe categorii de acțiune între cele două tipuri de operații testate, prin luarea în considerare a unui prag de încredere de  $\alpha = 0,05$ .

Chiar dacă diferențele dintre cele două tipuri de operații (plantat sade și plantat puieti) nu au fost semnificative statistic, merită menționat faptul că sarcinile aparținând operației de plantat sade au generat, în majoritatea cazurilor, *PRI*-uri mai mari în comparație cu sarcinile de muncă aparținând operației de plantat puieti. Acest lucru a fost mai evident în cazul sarcinii de muncă *Plantare* (diferență de aproximativ 6 puncte).

### 3.7.2. Comparații între operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru sade și puieti

Comparând situația specifică săpării gropilor pentru sade cu săparea mecanizată a gropilor pentru puieti de plop, eficiența muncii în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru plantat puieti a fost, global, mai mare de circa două ori; au rezultat, astfel, circa de trei ori mai multe gropi săpate în acest ultim caz (213 gropi săpate pe oră, cu o eficiență netă de 0,005 ore necesare pentru săparea unei gropi pentru puieti, față de 73 de gropi săpate pe oră, cu o eficiență netă de 0,014 ore necesare pentru săparea unei gropi pentru sade), prin luarea în considerare a productivității nete. Acest lucru poate fi pus pe seama condițiilor contrastante între cele două situații sub raportul dimensiunilor gropilor săpate (pentru puieti volumele gropilor au fost mult mai mari decât cele specifice sadelor), tipului de sol și a stării acestuia (pregătit sau nepregătit), precum și schemelor de plantare. Din punct de vedere al dimensiunilor gropilor săpate, în acest ultim caz, volumele gropilor pentru puieti au fost mult mai mari decât cele specifice sadelor. Cu toate acestea, terenul a fost pregătit anterior, în timp ce în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru sade, burghiul a trebuit să străbată un strat gros de sol în stare naturală.

În ceea ce privește riscul de îmbolnăvire al sistemului muscular și osos (*BMS*), în cazul operației de forare a gropilor pentru sade, indicele de risc postural la nivelul studiului a fost estimat la circa 175 iar pentru operația de forare a gropilor pentru puieti *PRI* a fost estimat la 173 fiind, practic, foarte apropiat de cel precedent și indicând faptul că astfel de operații nu sunt, neapărat, periculoase din acest punct de vedere. Merită însă precizat că este mai periculoasă operația de forare a gropilor în cazul operării transversale, unde atât proporția timpului petrecut cu spatele torsionat (*ST*) cât și indicele de risc postural (*PRI*) au fost mai mari, ca urmare se poate preciza că operarea longitudinală creează condiții ergonomice de muncă mai bune. De asemenea, la operația de săpare mecanizată a gropilor pentru sade, evenimentele în care operatorul tractorului a avut spatele într-o postură neconfortabilă, asimilată cu codul 4 din clasificarea OWAS, au fost în număr total de 1.439, ceea ce a determinat încadrarea acestui timp în categoria de acțiune 2 (*AC2*). Acest timp a totalizat 41.021 secunde (circa 11,4 ore) și a reprezentat aproape 75% din totalul timpului analizat (**Tabelul 36**). Merită precizat faptul că operarea cu spatele torsionat a fost specifică săpării gropilor, caz în care operatorul a trebuit să monitorizeze ceea ce se întâmpla la partea posterioară a tractorului cu agregatul de săpat, precum și unor manevre de capăt și a unei părți dintre manevrele în câmp, în acele situații în care a fost necesară manevrarea tractorului cu spatele. La operația de săpare mecanizată a gropilor pentru puieti, acest tip de evenimente a fost în număr de 2.641, ceea ce a determinat încadrarea în aceeași categorie de acțiune 2 (*AC2*); acest timp a totalizat 75.477 secunde (circa 21 ore) și a reprezentat aproape 73% din totalul timpului analizat (**Tabelul 41**), având o proporție similară cu timpul totalizat pentru săparea gropilor pentru sade, cu valori aproape identice ale *PRI*-ului. Ambele operații reclamă măsuri de îmbunătățire postural ergonomică a muncii, chiar dacă nu în viitorul imediat.

Referitor la consumul de carburant, pentru operațiile de forare a gropilor pentru sade prin operare transversală a fost estimat un consum unitar de circa 0,09 litri pe groapă săpată, cu mențiunea că, pentru operarea longitudinală, este de așteptat un consum total ceva mai mare datorită unei proporții mai mari a timpului consumat în realizarea efectivă a gropilor și operării în primele trepte de viteză care, pe baza proporțiilor cu privire la consumul de timp în cele două modalități de operare, ar putea să ajungă la circa 7 litri pe oră, ceea ce s-ar transpune într-un consum total de circa 50 litri pentru perioada de funcționare în acest regim (circa 7,2 ore), respectiv de circa 0,086 litri pe groapa realizată. În cazul operației de forare a gropilor pentru puieti, consumul total înregistrat pe durata luată în considerare a fost de circa 29 de litri de motorină pentru un același sistem de utilaje, la care au fost diferite doar dimensiunile burghiului; în aceste condiții consumul orar a fost estimat la circa 6,4 litri iar cel unitar la circa 0,05 litri pe groapă săpată, valori ce indică

un consum unitar mult mai scăzut față de operația descrisă anterior, cu efectele de rigoare asupra performanței economice și de mediu.

### 3.7.3. Comparații între lucrările manuale de plantare și întreținere în plantațiile de plop

Avându-se în vedere specificul operațiilor de plantare și întreținere manuală a culturilor de plop, între cele două tipuri de operații pot fi efectuate doar comparații privind activitatea cardio-vasculară și riscul de apariție al *BMS*, neputându-se compara productivitățile specifice datorită particularităților lor diferite. În ceea ce privește activitatea cardio-vasculară, în cazul operațiilor manuale de plantare a sadelor de plop rezerva de ritm cardiac a fost de aproape 43%, în cazul operației manuale de plantare a puiștilor aceasta a fost de aproximativ 38% iar pentru operațiile de întreținere manuală rezerva de ritm cardiac a fost de aproape 37%, toate aceste categorii de operații putând fi apreciate a fi grele. Se poate astfel constata că atât lucrările de plantare, cât și cele de întreținere, sunt lucrări grele, ceea ce necesită o regândire a acestor operații în viitor. Referitor la riscul de apariție al *BMS*, plantarea manuală a sadelor se încadrează, în marea majoritate a cazurilor, în categoria de acțiune 3, indicând faptul că sunt necesare măsuri corective urgente. În cazul operațiilor manuale de plantare a puiștilor de plop, indicele de risc postural general indică includerea acestora în cea de a doua categorie de acțiune în conformitate cu metoda OWAS, ceea ce implică necesitatea adoptării unor măsuri de corectare a muncii din punct de vedere postural în viitorul apropiat. Judecând după indicele de risc postural, operațiile manuale de întreținere indică includerea în cea de a doua categorie de acțiune, implicând necesitatea adoptării unor măsuri de corectare a muncii din punct de vedere postural în viitorul apropiat.

## 4. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI. CONTRIBUȚII PERSONALE. DIRECȚII NOI DE CERCETARE. DISEMINAREA REZULTATELOR

### 4.1. Concluzii

#### 4.1.1. Concluzii privind operațiunile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop

Prin analiza rezultatelor studiului, se pot concluziona următoarele aspecte:

- i.) Plantarea manuală a sadelor a fost afectată, sub raportul performanței productive a muncii, de modul de organizare a acesteia. În mod curent, în practică, se folosesc echipe de muncitori ce conțin un număr mare de indivizi ale căror sarcini de muncă nu sunt delimitate clar, aspect care poate să conducă, în situații precum cea luată în studiu, la anumite probleme, dat fiind faptul că responsabilitatea cantitativă și calitativă a lucrărilor este distribuită, prin urmare nu există un așa-numit responsabil de proces. În cazul în care operatorii au lucrat independent, situația cu privire la productivitatea muncii s-a îmbunătățit substanțial;
- ii.) În cazul plantării manuale a puietilor de plop, s-au pus în evidență diferențe între performanțele productive, diferențe ce au intervenit, în cazul plantării de puieti de plop alb, pe fondul unei distribuții diferite a consumului de timp pe categoriile observate, probabil și datorită unor ritmuri de muncă diferite între muncitorii analizați iar, în cazul plopului euramerican, schema de plantare mai aerisită nu a generat o performanță productivă îmbunătățită, probabil pe fondul unor condiții de sol mai dificile în acest caz;
- iii.) Referitor la productivitatea netă a plantării sadelor de plop, dacă munca se desfășoară cu formații de muncă compuse din doi muncitori, aceasta se încadrează în intervalul 29,99 - 43,88 sade plantate pe oră, ceea ce se poate transpune în productivități de ordinul a circa 240-351 sade plantate pe zi (8 ore), respectiv o eficiență netă de 0,033 - 0,023 ore/sada plantată, în ipoteza includerii unor pauze de odihnă și masă. Dacă munca se desfășoară cu formații de muncă compuse dintr-un singur individ, atunci productivitatea netă a fost de ordinul a 52,25 sade pe oră, ceea ce poate determina, în aceleași condiții, o productivitate de ordinul a 418 sade în 8 ore, respectiv o eficiență netă de 0,019 ore/sada plantată, cu o productivitate mult mai mare, probabil, în cazul unor scheme de plantare mai aerisite. Deoarece nu au fost identificate studii de normare validate referitoare la productivități ale activității respective, nu poate fi efectuată o analiză comparativă a rezultatelor studiului;
- iv.) Eficiența muncii pentru operațiunile de plantare a puietilor de plop a avut valori cuprinse între 0,022 și 0,033 ore pe puiet plantat, respectiv o medie de 0,030 ore pe puiet plantat. Comparând rezultatele acestui studiu cu valorile redată normat, productivitatea pentru operațiunile de plantare a puietilor de plop este superioară valorilor redată de studiile de normare existente la nivelul ramurii silvice (0,050 până la 0,090 ore pe puiet plantat); se poate concluziona că sunt necesare studii mai aprofundate pentru acest tip de lucrări care să reprojeteze normele de timp și de producție;
- v.) Se constată faptul că, dacă se ia în considerare ritmul cardio-vascular măsurat prin prisma indicatorului *%HRR*, operațiunile de plantare manuală a sadelor și puietilor de plop pot fi încadrate în categoria celor grele și foarte grele. Dintre acestea, plantarea sadelor poate fi considerată o operație mai dificilă față de plantarea puietilor, dacă ne raportăm la efortul fizic, fapt datorat unor cauze cum ar fi masele mai mari ce se manipulează și efortul fizic mai susținut al grupelor musculare din regiunea brațelor, în primul caz. Pe termen scurt, trebuie găsite soluții pentru

- ușurarea operațiilor de plantare și, pe termen lung, ar trebui ridicat gradul de mecanizare în astfel de operații, inclusiv prin dezvoltarea unor tehnologii noi, performante;
- vi.) Operațiile manuale de plantare a sadelor și puietilor de plop sunt riscante din punct de vedere al posturilor adoptate în timpul lucrărilor și necesită o intervenție pentru îmbunătățirea ergonomiei muncii. Deoarece este mai probabil să se realizeze îmbunătățiri printr-o mecanizare completă a operațiilor de plantare decât prin reproiectarea sarcinilor de lucru, dezvoltarea de noi mașini capabile să realizeze integral astfel de operații trebuie să se facă într-un timp scurt. Între timp, o instruire suplimentară și temeinică a muncitorilor poate îmbunătăți cunoștințele acestora, oferindu-le soluții despre cum ar trebui să execute operațiile de plantare pentru a se putea proteja, cel puțin parțial, împotriva riscurilor descrise.

#### 4.1.2. Concluzii privind operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru sade și puieti de plop

- i.) În cazul operațiilor de săpare a gropilor pentru plantat sade, s-a dovedit faptul că modul de abordare spațială al acestora (numit longitudinal sau transversal în această lucrare) afectează performanța productivă a muncii în cazul gropilor pentru sade. Probabil că acest efect ar fi fost identificat și în cazul operațiilor mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti, dacă condițiile de operare, neimpuse de către studiu, ar fi permis-o. Comparativ cu situația specifică săpării gropilor pentru sade, eficiența muncii în cazul săpării mecanizate a gropilor pentru plantat puieti a fost, global, mai mare de circa două ori, ceea ce a condus la circa de trei ori mai multe gropi săpate în acest ultim caz. Adâncimea gropilor pentru sade a influențat productivitatea și eficiența muncii, în măsura în care solurile nu au fost pregătite iar gropile au fost foarte adânci pentru a surprinde pânza freatică, pe când în cazul gropilor pentru plantat puieti de plop, unde solul a fost pregătit, s-a identificat o productivitate ridicată a muncii, pe fondul unui consum de timp mic pentru săparea efectivă și deplasarea între locurile de săpare;
- ii.) Din punct de vedere ergonomic, atât la săparea gropilor pentru sade cât și a celor pentru puieti, nu a fost identificată, sub raportul metodei OWAS, necesitatea îmbunătățiri urgente din punct de vedere al posturilor adoptate în muncă. Cu toate acestea, în cazul săpării gropilor pentru sade, trei sferturi din timpul analizat operatorul a fost identificat cu spatele torsionat. La fel, în cazul gropilor pentru puieti, proporția a fost de 73%;
- iii.) Consumul de carburant pe groapa săpată a fost mai mic de circa două ori în cazul gropilor săpate pentru puieti față de cel pentru gropile săpate pentru sade, în condițiile în care volumul primelor a fost mult mai mare. Cu toate acestea, în primul caz terenul a fost pregătit, pe când în cazul sadelor adâncimile de forare au fost mari. Prin urmare, de măsura în care depinde succesul unor culturi întemeiate prin utilizarea de sade în teren nepregătit, poate să depindă și performanța ecologică a operațiilor pentru că astfel de abordări ar exclude operațiile de pregătire a solului, prin urmare consumuri adiționale de carburanți. Aceste aspecte încă mai necesită studii pentru verificare și validare. Ce se poate concluziona, pentru moment, este faptul că, în cazul gropilor pentru sade, consumul unitar de carburant a fost aproape dublu comparativ cu cel specific gropilor pentru puieti.

### 4.1.3. Concluzii cu privire la operațiile de întreținere a culturilor de plop

#### 4.1.3.1. Concluzii cu privire la operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop

- i.) Operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop sunt, mai degrabă, dificile și riscante din punct de vedere al îmbolnăvirii profesionale, necesitând o regândire din punct de vedere ergonomic. Astfel, pentru a se echilibra eficiența redusă a muncii identificată în acest studiu, mecanizarea operațiilor ar trebui extinsă prin abordarea culturilor pe două direcții perpendiculare, limitând în acest fel amploarea muncii manuale la circa o pătrime în comparație cu practicile curente. Acest mod de extindere a părții mecanizate a operațiilor va contribui și la reducerea efortului fizic continuu, susținut de părțile superioare ale corpului prin inter-plasarea de deplasări ale muncitorilor între puieti, prin urmare va contribui la o creștere a proporției de utilizare în efort a grupelor musculare mai mari și a picioarelor, care ar putea conduce la o atenuare a activității cardio-vasculare și ar putea îmbunătăți și proporția posturilor de muncă confortabile;
- ii.) În cazurile în care extinderea operațiilor mecanizate nu este fezabilă, un instructaj corect al muncitorilor precum și o regândire a eșalonărilor pauzelor de muncă, cu precizarea acestora și în documente normative, ar putea îmbunătăți situația actuală. Astfel de abordări sunt necesare din moment ce rezultatele acestui studiu indică clar faptul că operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop sunt caracterizate de o muncă predominant dinamică care afectează ritmul cardiac, brațele și spatel muncitorilor;
- iii.) Deși nu este documentat în acest studiu, munca în pădure este din ce în ce mai puțin apreciată pe piața muncii, fapt care ar putea să aibă efecte negative majore pe termen scurt și mediu. Din acest punct de vedere, trebuie găsite soluții pentru atragerea tineretului în astfel de operații prin inițiative la nivel regional și național. O parte a deficiențelor existente este reflectată și în acest studiu prin vârstele subiecților care au participat;
- iv.) Referitor la productivitatea muncii pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop, aceasta a avut valori de 1,37 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența netă și de 1,45 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența brută. Productivitatea estimată în această lucrare pentru operațiile de întreținere manuală este comparabilă cu valorile aferente redade de studiile de normare existente la nivelul ramurii silvice (0,90 până la 1,74 ore/100 m<sup>2</sup>, în funcție de condițiile de muncă). Chiar și în aceste condiții, sunt necesare studii mai aprofundate pentru acest tip de lucrări care să reproiecteze normele de timp și producție la condițiile actuale.

#### 4.1.3.2. Concluzii cu privire la operațiile mecanizate de întreținere a culturilor de plop

- i.) Deși performanța operațională poate să varieze în funcție de modalitatea tehnică utilizată în operare (frezare, discuire), eficiența muncii în astfel de operații a fost acceptabilă cu precizarea că eficiența muncii a fost mult mai ridicată în cazul operațiilor mecanizate implementate prin discuire (1,293 ore-utilaj/ha), fiind de ordinul a 1,7-2,0 ori mai mare comparativ cu cea specifică operațiilor implementate prin frezare (2,470 ore-utilaj/ha). Eventualele motive pentru aceste diferențe nu pot fi cele legate de latura dimensională a vegetației de îndepărtat din moment ce vegetația a fost semnificativ mai dezvoltată în locul de studiu în care s-a aplicat discuirea. Tot în acest loc, caracteristicile solului ar fi putut fi interpretate ca fiind mai dificile. Prin urmare, lățimea organului activ care condiționează numărul de treceri, fapt care a generat mai multe treceri pe un același spațiu disponibil între rândurile de cultură în cazul frezării, poate fi unul dintre factorii care au contribuit la diferențele identificate;



- ii.) Comparativ cu productivitatea operației de discuire din studiul de față, productivitatea normată, stabilită la nivelul ramurii silvice este aproximativ egală, mica diferență rezultând din utilajele ce prezintă lățimi de lucru diferite (1,8 m față de 2,2 m) și tractoare diferite constructiv (model U650, model Landinni), cu precizarea că lucrarea normată are un caracter foarte general, nefiind descrise productivități diferite pentru condiții de operare diferite. În normarea actuală nu au fost identificate studii referitoare la operația de frezare în plantațiile de plop;
- iii.) Nu s-au constatat diferențe majore din punct de vedere ergonomic-postural între cele două modalități tehnice luate în studiu, respectiv întreținerea prin frezare și cea prin discuire, fapt ce se poate datora modului de operare a comenzilor de acționare ale utilajelor. De asemenea, rezultatele ergonomice de natură posturală indică faptul că astfel de operații nu necesită îmbunătățiri din acest punct de vedere. Cu toate acestea, rezultatele trebuie privite cu precauție și validate și prin alte metode.

## **4.2. Recomandări**

### **4.2.1. Recomandări privind operațiile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop**

Recomandările autorului privind operațiile manuale de plantare a puietilor și sadelor de plop constau, în primul rând, în organizarea mai judicioasă a operației de plantare, realizată efectiv printr-un instructaj anterior executării lucrărilor care să clarifice cât mai concret sarcinile de executat și ordinea firească a acestora, precum și modul cum se execută din punct de vedere tehnic la standardul solicitat de normele tehnice. În al doilea rând, deoarece nu au fost identificate studii de normare validate referitoare la productivitatea operațiilor de plantare a sadelor, se recomandă realizarea unor studii de timp bazate pe folosirea tehnologiilor moderne de colectare și prelucrare automată a datelor, astfel încât, pe viitor, să poată fi utilizate în practică pentru normarea productivității muncii. Referitor la operațiile manuale de plantare a puietilor de plop, avându-se în vedere diferențele semnificative dintre rezultatele studiului și normele de timp și producție din practică (Lupușoru et al., 1997), se propune reproiectarea acestor studii de timp conform precizărilor anterioare prin aplicarea studiilor la o mare varietate de condiții de muncă, care să acopere cu succes toate posibilele situații practice. De asemenea, pe termen scurt, trebuie găsite soluții pentru ușurarea muncii de plantare și, pe termen lung, ar trebui mărit gradul de mecanizare în astfel de operații, inclusiv prin dezvoltarea unor tehnologii noi, performante care să conducă la o muncă mai ușoară și care să rezolve principalele probleme ce pot fi asociate cu operațiile manuale de plantare a sadelor și a puietilor de plop, din punct de vedere postural, cum sunt cele legate de posturile neconfortabile ale spatelui combinate cu cele neconfortabile ale picioarelor.

### **4.2.2. Recomandări privind operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti și sade de plop**

În ceea ce privește operațiile mecanizate de săpare a gropilor pentru puieti și sade, se recomandă ca în practică, atunci când condițiile de lucru și forma parcelelor o permit, să aibă prioritate modul de operare longitudinal de săpare a gropilor în suprafețele de împădurit, acest fapt având efect pozitiv în performanța productivă a muncii. Pentru eliminarea posturilor neconfortabile ce rezultă din torsionarea trunchiului operatorului, se recomandă montarea unei camere într-o poziție convenabilă în exteriorul utilajului (spate), cuplată la un monitor plasat în partea din față, în interiorul cabinei, unde sunt distribuite toate comenzile tractorului, acest lucru putând elimina, cel puțin din punct de vedere teoretic, marea majoritate a timpului

petrecut cu spatele torsionat. De asemenea, având în vedere faptul că nu se constată diferențe semnificative între săparea gropilor mecanizat pentru sade în teren pregătit și nepregătit, se recomandă, cu limitările de rigoare, date de inexistența unui studiu privind reușita finală a plantațiilor, executarea lucrărilor de săpare a gropilor în teren nepregătit, acest fapt ducând la economii majore de muncă și carburanți în activitatea de înființare a plantațiilor de plop prin evitarea unor operații foarte costisitoare de pregătire a terenului și solului. Pe lângă cele precizate, trebuie să se aibă în vedere și disponibilitatea locală a unor tehnologii care să permită întreținerea ulterioară a plantațiilor în condiții optime. Se mai recomandă efectuarea unor studii de productivitate și de consum pentru utilajele de construcție modernă, la care lipsesc astfel de studii, fiind necesare în determinarea productivităților și consumurilor reale în condiții cât mai diferite de operare mecanizată a săpării gropilor pentru puieții de plop. O altă recomandare este ca folosirea tehnologiei de plantare cu sade sau cu puieți în practică să aibă la bază un studiu riguros de eficiență a costurilor și calității plantațiilor, respectiv arboretelor rezultate, astfel încât să se adopte, încă din faza de întemeiere, cea mai avantajoasă metodă de plantare care, corelată cu tehnologia de întreținere viitoare, să conducă la cele mai bune rezultate tehnico-economice.

#### **4.2.3. Recomandări privind operațiile de întreținere manuală a culturilor de plop**

În primul rând, atunci când condițiile de lucru permit, mecanizarea operațiilor ar trebui extinsă în practică prin abordarea culturilor pe două direcții perpendiculare, limitând în acest fel amploarea muncii manuale la circa o pătrime în comparație cu practicile curente, aceasta determinând și o reducere a efortului fizic continuu, respectiv o îmbunătățire a raportului dintre posturile confortabile și cele neconfortabile. În al doilea rând, prin efectuarea unui instructaj corect al muncitorilor corelată cu o regândire a eșalonărilor pauzelor de muncă, cu nominalizarea acestora și în documente normative, s-ar putea îmbunătăți situația actuală care arată faptul că operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop sunt caracterizate de o muncă predominant dinamică care afectează ritmul cardiac, brațele și spatele muncitorilor. Referitor la operațiile de întreținere manuală a puieților de plop, se propune și reproiectarea studiilor de timp existente la nivel național prin folosirea tehnologiilor moderne de recoltare și prelucrare automată a datelor corelate cu aplicarea studiilor la o mare varietate de condiții de muncă, care să acopere cu succes toate situațiile practice posibile și necesare.

#### **4.2.4. Recomandări privind operațiile de întreținere mecanizată a culturilor de plop**

Pentru eficientizarea lucrărilor de întreținere mecanizată, se recomandă utilizarea unor utilaje cu organe active ale căror lățimi de lucru să fie cât mai adaptate spațierii dintre rândurile de cultură, astfel încât să se evite, pe cât posibil, suprapunerea fâșiilor mobilizate prin treceri succesive pe același rând. În al doilea rând, se impune efectuarea unor studii de productivitate și de consum pentru utilajele folosite în practica curentă, în mod special pentru cele de construcție modernă, la care lipsesc astfel de studii, acestea fiind necesare în determinarea productivităților și consumurilor care să faciliteze operarea utilajelor pe baze economice și productive reale.

### **4.3. Contribuții personale**

Cercetările realizate pentru evaluarea performanței în operații de plantare și întreținere au constatat din realizarea unor observații în locuri diferite, atât asupra muncitorilor cât și a utilajelor cu care se execută aceste lucrări. Observațiile s-au desfășurat în sensul colectării de date prin procedee automate, folosind

camere video cu înregistrare continuă, colectori de date echipați cu senzori speciali pentru înregistrarea activității cardiace, accelerometre triaxiale ce au colectat informații necesare stabilirii intensității muncii și utilizarea tehnologiei GPS pentru înregistrarea locației utilajelor în timpul muncii. Acest mod de colectare a informațiilor este nou în operațiile de plantare și întreținere, fiind realizate puține studii de acest fel. Pe lângă colectarea automată a datelor din teren, au fost efectuate observații directe asupra condițiilor de muncă, asupra subiecților luați în studiu și a utilajelor folosite în activitatea studiată, în sensul înregistrării diferitelor caracteristici observate și a măsurătorilor directe asupra acestora din teren, observații care au ajutat la documentarea studiului, fiind extrem de utile în documentarea cercetării. Ulterior, au fost analizate în detaliu datele colectate în teren, rezultând informații cu privire la consumurile de timp și productivitatea muncii, intensitatea acesteia și informații referitoare la evaluarea indicelui de risc postural prin metoda tradițională OWAS. Analiza datelor colectate a mai constatat în evaluarea productivității utilajelor și a performanțelor de mediu prin stabilirea consumului de carburant specific în operațiile executate, folosindu-se studii de timp și măsurători cantitative. Din aceste puncte de vedere, contribuțiile personale aduse prin prezenta lucrare sunt următoarele:

- Abordarea sistemică a problematicii relaționate cu operațiile de plantare și întreținere a culturilor de plop, aspect care poate fi considerat original, deoarece există multe surse de date care indică că trebuie să existe un echilibru între anumite arii cheie de performanță care includ abordarea sub raportul productivității, ergonomiei muncii și a impactului asupra mediului. Din acest punct de vedere, toate operațiile luate în studiu, fie că au fost mecanizate sau nu, au fost abordate dintr-o triplă perspectivă;
- Datele cu privire la performanțele productive, ergonomice și de mediu ale operațiilor de plantare a sadelor și puietilor sunt puține în literatura de specialitate. Meritul autorului acestei lucrări este acela de a fi documentat productivitatea, eficiența, aspectele ergonomice și cele legate de consumurile de carburanți atât pentru operații manuale cât și pentru cele mecanizate de săpare a gropilor. Deși în perspectivă se întrevide necesitatea extinderii studiilor în acest sens, lucrarea de față furnizează date care pot fi utilizate inclusiv pentru abordarea metodologică a unor studii de viitor, descriind factori critici care trebuie luați în considerare la planificarea studiilor precum și fenomene care pot să apară ca rezultat al implementării unor astfel de studii. Lucrarea furnizează, de asemenea un set de date ample pentru astfel de operații, pe baza cărora s-au construit și indicatorii statistici de bază;
- Este destul de obișnuit pentru studii care evaluează productivitatea muncii în operații ca rezultatele produse să se bazeze pe seturi restrânse de date. Acest lucru se datorează faptului că resursele necesare pentru realizarea studiilor nu sunt, de multe ori, la îndemâna cercetătorului. Un alt merit al autorului acestei lucrări este faptul că rezultatele generate se bazează pe seturi mari de date, constând din mii de gropi monitorizate în operațiile de săpare mecanizată a gropilor, zeci de muncitori luați în considerare pentru studiile realizate asupra operațiilor manuale, zeci de mii de instantanee luate în studiu pentru evaluările ergonomice-posturale și sute de mii de observații luate în considerare la estimarea efortului cardio-vascular. Ca atare, studiul a acoperit variabilitatea operațională, biologică, fiziologică, antropologică și tehnică, fiind unul dintre puținele existente care a acoperit problemele la acest nivel;

- Deși studiul se bazează pe metode de evaluare consacrate, pe care le integrează pentru a evalua cele trei dimensiuni care au caracterizat sustenabilitatea operațiilor luate în analiză prin această teză, abordările utilizate nu s-au rezumat doar la folosirea unor metode existente ci au integrat și metode noi de cercetare care au fost în măsură să caracterizeze și să evalueze interactiv și sincronizat anumiți parametri. De exemplu, pentru monitorizarea operațiilor manuale de întreținere, studiului de față a mobilizat tehnică bazată pe senzori pentru a colecta date sub formă integrată cu privire la intensitatea muncii și la activitatea cardio-vasculară, abordare care, după cunoștințele proprii, este prima de acest fel în domeniul ingineriei operațiilor forestiere.

#### **4.4. Direcții noi de cercetare**

Avându-se în vedere dezvoltarea continuă a industriei și tehnologiilor ce folosesc ca materie primă lemnul, rolul culturilor de rotație scurtă de a livra lemn de calitate în cantități suficiente pentru utilizarea industrială, într-un timp relativ scurt, a căpătat valențe noi. Cu precădere, culturile de plop sunt recunoscute pentru creșterile active și potențialul ridicat de producție a lemnului, suprafețele ocupate cu astfel de culturi crescând în ultimul timp. Operațiile specifice de plantare și întreținere a culturilor de plop pot fi efectuate atât prin utilizarea unor mijloace manuale, cât și mecanizat, în multe dintre cazuri constatându-se o combinație între acestea. Pe viitor, este vizată mărirea gradului de mecanizare al acestor operații, știut fiind faptul că un grad de mecanizare ridicat determină o performanță operațională mai mare, care implică costuri de producție mai mici și oferă posibilitatea gestionării sustenabile a culturilor de plop. În contextul în care trăim, mecanizarea presupune utilaje moderne, care au productivități și o calitate ridicată a lucrărilor efectuate, utilaje pentru care nu au fost încă efectuate studii de productivitate și consumuri. De asemenea, operarea unor tehnologii noi în silvicultură necesită și o adaptare continuă a forței de muncă la noile condiții de lucru. În continuare, pentru a aborda problemele întrevăzute, este necesară și oportună continuarea studiilor de caracterizare a performanțelor operaționale, respectiv dezvoltarea studiilor privind consumul de timp și productivitatea muncii, intensitatea acesteia, aspectele ergonomice și de mediu pentru operații de plantare și întreținere. De asemenea, este necesară o extindere a acestor tipuri de studii pentru o paletă mai largă de lucrări și condiții de lucru, cum ar fi îngrijirea culturilor și recoltarea, respectiv prelucrarea masei lemnoase, abordare prin care să se obțină informații actuale și realiste asupra acestui sector de activitate, ale cărei rezultate să poată fi utilizate în practica silvică pentru ridicarea calității muncii. Pentru întregul set de operații descrise, în viitor, pot fi abordate și noi direcții de cercetare în sensul cuantificării riscurilor legate de expunerea la zgomot și vibrații a muncitorilor din sectorul silvic, urmărindu-se o îmbunătățire a condițiilor de lucru care să fundamenteze reconsiderarea condițiilor de confort și siguranță în muncă în scopul menținerii sau integrării forței de muncă în aceste operații.

#### 4.5. Diseminarea rezultatelor

##### A. Lucrări publicate în reviste BDI

1. Marogel-Popa, T., Marcu, M.V., Nuță, I.S., Borz S.A., 2019. *Evaluarea productivității și a condițiilor ergonomice posturale în operații mecanizate de întreținere a solului realizate cu agregate pentru discuit și frezat în culturi de plop*. Revista Pădurilor, 134(3): 031-044.

Link:[https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203148969?q=\(Evaluarea+productivității+și+a+condițiilor+ergonomice+posturale+în+operații+mecanizate+de+întreținere+a+solului+realizate+cu+agregate+pentru+discuit+și+frezat+în+culturi+de+plop\)](https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203148969?q=(Evaluarea+productivității+și+a+condițiilor+ergonomice+posturale+în+operații+mecanizate+de+întreținere+a+solului+realizate+cu+agregate+pentru+discuit+și+frezat+în+culturi+de+plop))

2. Marogel-Popa, T., Marcu, M.V., Cheța, M., Nuță, I.S., Borz, S.A., 2020. *Dificultatea muncii în operații de plantare a puieților și a sadelor de plop: analiza ritmului cardiac*. Revista Pădurilor, 135(1): 043-062.

Link:[http://revistapadurilor.com/wp-content/uploads/2020/07/Revista-Padurilor-nr.-1\\_2020-1.pdf](http://revistapadurilor.com/wp-content/uploads/2020/07/Revista-Padurilor-nr.-1_2020-1.pdf)

##### B. Lucări publicate în reviste indexate Clarivate Analytics

1. Marogel-Popa, T., Cheța, M., Marcu, M.V., Duță, I.C., Ioraș, F., Borz, S.A., 2019. *Manual cultivation operations in Poplar stands: a characterization of job difficulty and risks of health impairment*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(11):1911. DOI: 10.3390/ijerph16111911.

Link:[http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=UA&SID=D5VigtAPb2NnzV8xr9M&search\\_mode=GeneralSearch&prID=695779cc-1bdb-49c0-b858-cf54edb70261](http://apps.webofknowledge.com/Search.do?product=UA&SID=D5VigtAPb2NnzV8xr9M&search_mode=GeneralSearch&prID=695779cc-1bdb-49c0-b858-cf54edb70261)

2. Marogel-Popa, T., Marcu, M.V., Borz, S.A., 2020. *Postural risk in manual planting operations of poplar: Two options compared*. Sustainability, 12(14), 5531. DOI: 10.3390/su12145531.

Link:<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5531#metrics>

##### C. Lucrări prezentate la conferințe și simpozioane naționale și internaționale

1. Marogel-Popa, T., 2018. *Cultura plopului în județele Dolj și Olt - caracterizarea condițiilor pentru operații de recoltare*. AFCO, Brașov, sesiunea poster.

## Bibliografie

1. Abrudan, I.V., 2006. Împăduriri. Editura Universității Transilvania din Brașov, Brașov, Romania, pp200.
2. 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 IVALSIA, Sesto Fiorentino, pp51.
3. Anonimus, 2012. Amenajament U.P. I Cârna, pp301, U.P. II, Bistreț, pp499, O.S. Segarcea.
4. Anonimus, 2013. Amenajament U.P. II Ostroveni, pp572, O.S. Sadova; U.P. I Călărași, pp303, O.S. Dăbuleni.
5. Anonimus, 2014. Amenajament U.P. II Tunari, pp761, U.P. III Pisculeț , pp495, U.P. IV Rast, pp471, O.S. Poiana Mare; U.P. I Cetate, pp301, U.P. II Ciuperceni, pp499, U.P. IV Cioace, pp591, O.S. Calafat.
6. Anonimus, 2015. Amenajament U.P. I Corabia, pp283 , U.P. II Orlea, pp353, U.P. III Potelu, pp437, U.P. VI Calnovăț, pp503, O.S. Corabia.
7. Assirelli, A., Liberati, P., Santangelo, E., DeL Giudice, A., Civitarese, V., Pari, L., 2015. Evaluation of sensors for poplar cutting detection to be used in intra-row weed control machine. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115, 161-170.
8. Åstrand, P.O., Rodahl, K., 1986. *Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise*, 3rd ed.; Human Kinetics: Champaign, IL, USA, ISBN 978-007-00241-8-6.
9. Bacenetti, J., Lovarelli, D., Fiala M., 2017. Environmental impact assessment of field mechanisation for a sustainable agriculture. Department of Agricultural and Environmental Sciences. Production, Landscape, Agroenergy. Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133- Milano, Italy.
10. Bakrania, K., Yates, T., Rowlands, A.V., Esliger, D.W., Bunnewell, S., Sanders, J., Davies, M., Khunti, K., Edeardson, C.L., 2016. Thresholds on raw acceleration data: Euclidian Norm Minus One (ENMO) and Mean Amplitude Deviation (MAD) approaches. *PLoS ONE*, 11, e0164045. DOI: 10.1371/journal.pone.0164045.
11. Björheden, R., Apel, K., Shiba, M., Thompson, M., 1995. IUFRO Forest Work Study Nomenclature. Swedish University of Agricultural Science: Grapenberg, Sweden, 16p.
12. Boja, N., Boja, F., Teușdea, A., Vidrean, D., Marcu, M.V., Iordache, E., Duță, C.I., Borz, S.A., 2018. Resource allocation, pit quality, and early survival of seedlings following two motor-manual pit-drilling options. *Forests*, 9, 665.
13. 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 Brașov - Series II*, 4(53):1-6.
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., 2014. Evaluarea eficienței echipamentelor și sistemelor tehnice în operații forestiere. Editura Lux Libris, Brașov, pp251.



17. 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.
18. Borz, S.A., Bîrda, M., Ignea, G., Popa, B., Câmpu, V.R., Iordache, E., Derczeni, R.A., 2014a. Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Mouny 4100 tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations. *Annals of Forest Research*, 57(2), 333-345.
19. Borz, S.A., Ignea, G., Vasilescu, M.M., 2014b. 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.
20. Borz, S.A., Ignea, G., Popa, B., 2014c. 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.
21. Borz, S.A., 2015. A review of the Romanian and international practices in skidding operations. XIV WORLD FORESTRY CONGRESS, Durban, South Africa, 7-11 September 2015.
22. Borz, S.A., Adam, M., 2015. Analiza fişierelor video în studii de timp prin utilizarea software gratuit sau cu cost redus: factori care influenţează cantitativ consumul de timp la procesare şi predicţia acestuia. *Revista pădurilor*, 3-4, ISSN 1583-7899, 2067-1962.
23. 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.
24. Borz, S.A., Niţă, M.D., Talagai, N., Scriba, C., Grigolato, S., Proto, A.R., 2019a. Performance of small-scale technology in planting and cutback operations of short-rotation willow crops. *Transactions of the ASABE*, 62(1), 167-176.
25. Borz, S.A., Talagai, N., Cheţa, M., Chiriloiu, D., Gavilanes Montoia, A.V., Castillo Vizueté, D.D., Marcu, M.V., 2019b. Physical strain, exposure to noise and Postural Assessment in motor-manual felling of willow short rotation coppice: results of a preliminary study. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 40, 2. DOI: 10.5552/crojfe.2019.550.
26. Calvo, A., 2009. Musculoskeletal disorders (MSD) risks in forestry: a case study to propose an analysis method. *Agricultural Engineering International*, 11, 1-9.
27. 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.
28. Cheţa, M., Marcu, M.V., Borz, S.A., 2018. Workload, exposure to noise, and risk of musculoskeletal disorders: a case study of motor-manual tree felling and processing in poplar clear cuts. *Forests*, 9 (6):300. DOI: 10.3390/f9060300.
29. Chiasson, M.È., 2011: Évaluation des facteurs de risque de troubles musculo-squelettiques: comparaison de méthodes d'observation et perception des travailleurs. Ecole Polytechnique, Montreal (Canada). Available at: [https://publications.polymtl.ca/773/1/2011\\_Marie-EveChiasson.pdf](https://publications.polymtl.ca/773/1/2011_Marie-EveChiasson.pdf).
30. 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, Series II: Forestry-Wood Industry-Agricultural Food Engineering*, Vol. 8 (57) No.2.

31. Daia, M., Petcu, C., 2019. 2002-2017: Perioada celor mai laborioase împăduriri în Delta Dunării. *Revista Pădurilor*, 134(2), 43-50.
32. Damian, I., 1978. Împăduriri. Editura Didactică și Pedagogică, București, pp378.
33. David, G.C., 2005. Ergonomic methods for assessing exposure to risk of factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55, 190–199. DOI: 10.1093/occmed/kqi082.
34. Deeney, C., O'Sullivan, L., 2009. Work related psychosocial risks and musculoskeletal disorders: potential risk factors, causation and evaluation methods. *Work*, 34, 239–248.
35. de Oliveira, F.M., Lopes, E.S., Rodrigues, C.K., 2014. Evaluation of the physical work load and biomechanical of workers at manual and semi-mechanized mowing. *Cerne*, 20, 419–425. DOI: 10.1590/01047760201420031431.
36. Dickmann, D.I., 2006. Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: then and now. *Biomass and Bioenergy*, 30(8), 696-705.
37. Dickmann, D. I., Kuzovkina, J., 2014. Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species. *Trees for Society and the environment*, 2, 8. ISBN: 978 1 78064 108 9(CABI).
38. Drew, A.P., Zsuffa, L., Mitchell, C.P., 1987. Terminology relating to woody plant biomass and its production. *Biomass*, 12, 79–82.
39. Enez, K., Nalbantoglu, S.S., 2019. Comparison of risk assessment outputs from OWAS and REBA in forestry timber harvesting. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70, 51–57.
40. FAO 2012. Improving lives with poplar and willows. Synthesis of Country Progress Reports – Activities Related to Poplar and Willow Cultivation and Utilization –2008 through 2011. 24th Session of the International Poplar Commission, Dehradun, India, 30 oct-2 Nov 2012. Working Paper IPC/12. 93p. Forest Assessment, Management and Conservation Division, FAO, Rome., 104p. Available at: <http://www.fao.org/forestry/ipc2012/en/>.
41. Filat, M., Benea, V., 2000. Productivitatea plopilor hibridi testați în Lunca și Delta Dunării. *Revista Pădurilor*, nr.2.
42. Florescu, I.I., 1981. *Silvicultură* Editura Didactică și Pedagogică, București, pp259.
43. Fornea, M., 2017. A New M.S. Excel - V.B.A. Tool for Postural Data Processing and Analysis in Forest Operations. *Revista pădurilor*, anul 132, nr.1.
44. Gallis, C., 2006. Work-related prevalence of musculoskeletal symptoms among Greek forest workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 731-736.
45. 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.
46. Geambașu, N., Dănescu, F., Gancz, F., Petrila, M., Surdu, A., Bernaschi, I., Niță, C., Drăgan, D., 2005. Revegetation with native forest species in relation with the pedoenviorenment condition of Danube Flood Plain. *Anale ICAS*, 48.
47. Hank, T., Mauser, W., 2009. Modelling Vegetation Response to Climate Change in the Upper Danube Subcatchment applying a Biophysical Landsurface Model. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU2009-0.
48. Hanson, J.A., Jones, P.P., 1970. Heart rate and small postural changes in man. *Ergonomics*, 13, 483-487.

49. Harstela, P., 1990. Work postures and strain of workers in Nordic forest work: a selective review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 5, 219-226.
50. Heinimann, H.R., 2007. Forest operations engineering and management - the ways behind and ahead of a scientific discipline. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 28, 107-121.
51. Heinimann, H.R., 2012. Life cycle assessment (LCA) in forestry - State and perspectives. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33(2): 357-372.
52. Helander, M. A., 2006. *Guide to Human Factors and Ergonomics*, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp. 224-255, ISBN 0-203-68775-2.
53. Hoogwijk, M., Faaij, A., De Vries, B., Turkenburg, W., 2009. Exploration of regional and global cost-supply curves of biomass energy from short-rotation crops at abandoned cropland and rest land under four IPCC SRES land-use scenarios. *Biomass and Bioenergy*, volume 33, issue 1, pp. 26 – 43. DOI:10.1016/j.biombioe.2008.04.005.
54. 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.
55. Jones, A.Y.M., Kam, C., Lai, K.W., Lee, H.Y., Chow, H.T., Lau, S.F., Wong, L.M., He, J., 2003. Changes in heart rate and R-wave amplitude with posture. *The Chinese journal of physiology*, 46, 63-69.
56. Karhu, O., Kansii, P., Kuorinka, I., 1977. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8, 199-201.
57. Keskin, M., Say, S.M., 2006. Feasibility of low-cost GPS receivers for ground speed measurement. *Computers and Electronics in Agriculture*, 54, 34-36.
58. Laine, T., Saksa, T., 2018. Mechanized tree planting in Sweden and Finland: Current state and key factors for future growth. *Forests*, 9, 370.
59. Lequeuz, B., Uzan, C., Rehman, M.B., 2018. Does resting heart rate measured by the physician reflect the patient's true resting heart rate? White-coat heart rate. *Indian Heart Journal*, 70, 93-98.
60. Lupușoru, V., Diaconu, M., Diaconu, S., Ionele, A., 1997. Norme de timp și producție unificate pentru lucrări din silvicultură. Editura S.C. ROF S.A. Suceava, Suceava, Romania, pp458.
61. Manzone, M., Bergante, S., Facciotto, G., 2013. Energy and economic evaluation of a poplar plantation for woodchips production in Italy. *Biomass and Bioenergy*, 60, 164-170.
62. Marchi, E., Chung, W., Visser, R., Abbas, D., Nordfjell, T., Mederski, P.S., McEwan, A., Brink, M., Laschi, A., 2018. Sustainable forest operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *The Science of the total environment*, 634, 1385-1397.
63. **Marogel-Popa, T.**, Cheța, M., Marcu, M.V., Duță, I.C., Ioraș, F., Borz, S.A., 2019a: Manual cultivation operations in Poplar stands: a characterization of job difficulty and risks of health impairment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11):1911. DOI: 10.3390/ijerph16111911.
64. **Marogel-Popa, T.**, Marcu, M.V., Nuță, I.S., Borz, S.A., 2019b: Evaluarea productivității și a condițiilor ergonomice posturale în operații mecanizate de întreținere a solului realizate cu agregate pentru discuit și frezat în culturi de plop. *Revista Pădurilor*, 134(3): 031-044.
65. **Marogel-Popa, T.**, Marcu M.V., Cheța M., Nuță, I.S., Borz, S.A., 2020a: Dificultatea muncii în operații de plantare a puiștilor și a sadelor de plop: analiza ritmului cardiac. *Revista Pădurilor*, 135(1): 043-062.

66. **Marogel-Popa, T.**, Marcu M.V., Borz, S.A., 2020b: Postural risk in manual planting operations of poplar: Two options compared. *Sustainability*, 12(14), 5531. DOI: 10.3390/su12145531.
67. Melemez, K., Tunay, M., 2013. Determining ergonomic factors of loading machines using in forestry operations in Turkey. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 15, Sayı: 1-2 ISSN: 1302-0943 EISSN: 1308-5875.
68. Minette, L.J., Schettino, S., de Souza, A.P., da Cunha Marzanno, F.L., Camarinha, A.C.M, 2016. Biomechanical analysis of the manual handling of fertilizers in silvicultural operations, in mountainous regions. ResearchGate, <https://www.researchgate.net/publication/299865747>.
69. Moskalik, T., Borz, S.A., Dvořák, J., Ferencik, M., Glushkov, S., Muiste, P., Lazdiňš, A., Styranivsky, O., 2017. Timber harvesting methods in Eastern European countries: a review. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38, 231-241.
70. Munteanu, C., Ignea, G., Akay, A., E., Borz., S.A., 2017. Yarding pre-bunched stems in thinning operations: estimates on time consumption. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Special Issue Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering*, Vol. 10 (59) No.1.
71. Muşat, E.C., Apăfăian, A.I., Ignea, G., Ciobanu, V.D., Iordache, E., Derczeni, R.A., Spârchez, G., Vasilescu, M.M., Borz, S.A., 2015. Time expenditure in computer aided time studies implemented for highly mechanized forest equipment. *Annals of Forest Research*, 59(1), 129-144.
72. Negulescu, E.G., Stănescu, V., Florescu, I.I., Tîrziu, D., 1973. *Silvicultura*. Vol I. și II. Editura Ceres, Bucureşti, pp560.
73. Nicolescu, N. V., 2013. *Silvicultură II – Silvotehnică*, Editura Universităţii Transilvania din Braşov, pp40-81.
74. Niuwenhuis, M., Egan, D., 2002. An evaluation and comparison of mechanised and manual tree planting on afforestation and reforestation sites in Ireland. *International Journal of Forest Engineering*, 13(2): 11-23.
75. Oprea, I., 2008. *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov, Braşov, pp237.
76. Ottaviani, G., Talbot, B., Nitteberg, M., Stampfer, K., 2010. Workload benefits of using synthetic rope strawline in cable yarder rigging in Norway. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 32, 561-569.
77. Popescu, I., Popescu, S.C., 2000. *Mecanizarea lucrărilor silvice*. Editura Universităţii Transilvania din Braşov, Braşov, pp533.
78. Potočník, I., Poje, A., 2017. Forestry ergonomics and occupational safety in high ranking scientific journals from 2005–2016. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38, 291–310.
79. Rodahl, K., 1989. *The Physiology of Work*, 1st ed.; Taylor and Francis: London, UK, pp335–336, ISBN 0-85066-478-0.
80. Sawastian, K., Grzywiński, W., Turowski, R., 2015. Analysis of postural strain of loggers during timber harvesting in a spruce stand. *POZNAŃSKIE TOWARZYSTWO PRZYJACIÓŁ NAUK since 1857. For. Lett. No 108*: 1-6.
81. Schettino, S., Minette, L.J., Bermudes, W.L., Caçador, S.S., Souza, A.P., 2017. Ergonomic study of timber manual loading in forestry fomentation areas. *Nativa, Sinop*, v.5, n.2, p.145-150, mar./abr. 2017. *Pesquisas Agrárias e Ambientais*, <http://www.ufmt.br/nativa>.
82. Spinelli, R., Nati, C., Magagnotti, N., 2008. Harvesting Short-Rotation Poplar Plantations for Biomass Production. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 29, (2), p 129-139.

83. Spinelli, R., Aminti, G., de Francesco, F., 2016. Postural risk assessment of firewood processing. *Ergonomics*, 60, 1–9.
84. Spinelli, R., Aminti, G., Magagnotti, N., De Francesco, F., 2018. Postural risk assessment of small-scale debarkers for wooden post production. *Forests*, 9, 111.
85. Stampfer, K., Steinmüller, T., 2001. A New Approach To Derive A Productivity Model for the Harvester "Valmet 911 Snake". The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium.
86. Šipinková, I., Hahn, G., Meyer, M., Tadránek, M., Hájek, J., 1997. Effect of respiration and posture on heart rate variability. *Physiological Research*, 46, 173-179.
87. Șofletea, N., Curtu, L., 2008. *Dendrologie -ed. a 2-a*, Brașov: Editura "Pentru Viață", pp.116-126, 335-336, ISBN 978-973-85874-4-1.
88. Târziu, D., Spârchez, G., 2013. *Soluri și stațiuni forestiere*, Editura Universității Transilvania din Brașov, România, pp249-250.
89. Testa, R., Di Trapani, A.M., Foderà, M., Sgroi, F., Tudisca, S., 2014. Economic evaluation of introduction of poplar as biomass crop in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 775-780.
90. van Hees, V.T., Fang, Z., Langford, J., Assah, F., Mohammad, A., da Silva, I.C.M., Trenell, M.I., White, T., Wareham, N.J., Barge, S., 2014. Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: an evaluation on four continents. *Journal of Applied Physiology*, 117, 738-744. DOI: 10.1152/jappphysiol.00421.2014: 10.1152/jappphysiol.00421.2014.
91. Vähä-Ypyä, H., Vasankari, T., Husu, P., Mänttari, A., Vuorimaa, T., Suni, J., Sievänen, H., 2015. Validation of cut-points for evaluating the intensity of physical activity with accelerometry-based Mean Amplitude Deviation (MAD). *PLoS ONE*, 10, e0134813. DOI: 10.1371/journal.pone.0134813.
92. Vieira, E.R., Kumar, S., 2004. Working postures: a literature review. *Journal of Occupational Rehabilitation*, Vol. 14, No. 2.
93. 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.
94. Vișan, A.L., Bogdanof, G.C., Milea, D., Ciobanu, G.V., 2016. Cercetări privind tehnologiile de împăduririle a terenurilor degradate în pantă. *Buletinul AGIR nr. 4, octombrie-decembrie*.
95. Vusić, D., Šušnjar, M., Marchi, E., Spina, R., Zečić, Ž., Picchio, R., 2013. Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands - Work productivity, energy inputs and emissions. *Ecological Engineering*, 61, pp216-223.
96. Wu, H.C., Wang, M.J.J., 2002. Relationship between maximum acceptable work time at physical workload. *Ergonomics*, 45(4): 280-289.
97. Zanuttini, R., Cielo, P., Poncino, D., 2005. The OWAS method. Preliminary results for the evaluation of the risk of work-related musculo-skeletal disorders (WMSD) in the forestry sector in Italy. *Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale*, 2, 242–255.
98. Zar, J.H., 2010. *Biostatistical analysis - 5th edition*. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 944, QH323.5.Z37 2010.
99. \*\*\*, 1982. *Normativul privind consumul de combustibil și ulei pentru automobile din 07.01.1982*.

100. \*\*\*, 1990. Ordin nr. 41 din 31.03.1990 privind aprobarea Normelor de consum carburanți, lubrifianți și energie electrică pentru utilajele folosite în silvicultură.
101. \*\*\*, 2000a. Norme tehnice privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate 1. Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București.
102. \*\*\*, 2000b. Norme tehnice pentru efectuarea controlului anual al regenerărilor 7. Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București.
103. \*\*\*, 2000c. Norme tehnice pentru îngrijirea și conducerea arboretelor 2, Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București.
104. \*\*\*, 2000d. Norme tehnice privind alegerea și aplicarea tratamentelor 3, Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București.
105. \*\*\*, 2008. Legea nr. 46/2008, Codul silvic, cu modificările și completările ulterioare.



## Rezumat

Culturile de plop reprezintă o alternativă viabilă pentru producția de lemn de calitate superioară care poate fi folosit ca materie primă pentru diverse industrii procesatoare. Livrarea în cantitatea și la calitatea cerută a acestui lemn depinde de implementarea la timp a unei suite de operații. În cadrul acestei teze sunt abordate operațiile de plantare manuală a sadelor și puieților de plop, operațiile de săpare mecanizată a gropilor pentru acestea, precum și operațiile de întreținere manuală și mecanică, din trei perspective: performanța productivă, performanța ergonomică și performanța de mediu, prin prisma consumului de carburanți. Rezultatele indică faptul că plantarea manuală a sadelor și a puieților a fost influențată, sub raportul productivității muncii, de modul său de organizare, prin studiu obținându-se o eficiență a muncii de ordinul a 0,019-0,033 pentru sade și 0,022-0,033 ore-echipă × buc.<sup>-1</sup> pentru puieți. Eficiența muncii pentru operațiile manuale de întreținere a culturilor de plop a indicat valori de 1,37 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența netă și de 1,45 ore-om/100 m<sup>2</sup> pentru eficiența brută. Consumul de carburant pe groapa săpată a fost mai mic în cazul gropilor pentru puieți (0,050 litri × groapă<sup>-1</sup>) față de sade (0,092 litri × groapă<sup>-1</sup>), aspect relaționat cu condițiile de operare. În operațiile de întreținere mecanizată, eficiența muncii a fost mult mai ridicată în cazul discuirii (1,7-2,0 ori mai mare) față de frezare. Principalele probleme ce pot fi asociate cu operațiile manuale de plantare a sadelor și a puieților de plop sunt cele legate de posturile neconfortabile ale spatelui, combinate cu cele ale picioarelor, operațiile fiind dificile și riscante din punct de vedere al îmbolnăvirii profesionale. Dacă se ia în considerare ritmul cardio-vascular măsurat prin prisma indicatorului %HRR, lucrările manuale pot fi încadrate în categoria celor grele și foarte grele. Pentru o bună gestionare a modului de lucru, se propune reprojectarea datelor existente prin aplicarea metodelor moderne la o mare varietate de condiții de muncă, concomitent cu efectuarea unor studii de productivitate și de consum pentru utilajele folosite în practica curentă, la care lipsesc astfel de studii.

## Abstract

Poplar forests stand for a viable alternative to provide high-quality wood as a raw material for the processing industries. However, timely provision of wood depends on the implementation of a wide set of forest operations. This work approached the manual plating operations of poplar cuttings and seedlings, as well as the manual and mechanized poplar cultivation operations from three perspectives: productivity, ergonomics and fuel consumption. The results indicate that manual planting of poplar cuttings and seedlings was affected by the work organization, and this work reports an efficiency of 0,019-0,033 and 0,022-0,033 team-hours × piece<sup>-1</sup> for cuttings and seedlings, respectively. Net efficiency of manual poplar cultivation operations was found to be of 1,37 man-hours/100 m<sup>2</sup>, while the gross efficiency was found to be of 1,45 man-hours/100 m<sup>2</sup>. Fuel consumption per drilled pit was lower in the case of seedling planting (0,050 l × pit<sup>-1</sup>) compared to cutting planting (0,092 l × pit<sup>-1</sup>), due to the operational conditions. In the mechanized cultivation operations, work efficiency was found to be much higher in the case of soil trenching (1,7-2,0 times more) compared to soil milling. The main problems that could be associated to the manual planting operations are those related to uncomfortable work postures of the back and legs. As such, these operations are difficult and risky for the workers. If the cardio-vascular activity is accounted, by the means of the %HRR indicator, these operations can be classified as very heavy. For a better management of the work, the existing production rates need to be reengineered by the application of modern methods to a wide variability of work conditions. In addition, fuel consumption and productivity studies are needed for the currently used machines, as for the moment there is a lack of such data.