

# **Optimizarea procesului de sortare a măslinelor în sistemele de producție individuale sau în întreprinderile mici**

Teză destinată obținerii  
titlului științific de doctor inginer  
la  
Universitatea Politehnica Timișoara  
în domeniul Inginerie Industrială  
de către

**Ing. Babanatis Merce Roxana Mihaela**

Conducător științific:

Prof.univ.dr.ing.&ec. Dumitru Țucu

Timișoara 2021

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- |   |  |
|---|--|
| 1. Automatică                               | 10. Știința Calculatoarelor                |
| 2. Chimie                                   | 11. Știința și Ingineria Materialelor      |
| 3. Energetică                               | 12. Ingineria sistemelor                   |
| 4. Ingineria Chimică                        | 13. Inginerie energetică                   |
| 5. Inginerie Civilă                         | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 6. Inginerie Electrică                      | 15. Ingineria materialelor                 |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 16. Inginerie și Management                |
| 8. Inginerie Industrială                    | 17. Arhitectură                            |
| 9. Inginerie Mecanică                       | 18. Inginerie civilă și instalații         |

Universitatea Politehnică Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul Școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnică – Timișoara, 2013

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnică Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,  
Tel./fax 0256 403823  
e-mail: editura@edipol.upt.ro

## Cuvânt înainte

În zilele noastre, preocupările cele mai de seamă ale societății actuale, privită ca o reuniune de ființe umane, este supraviețuirea și dezvoltarea prin conviețuire. Aceasta presupune, în primul rând, satisfacerea trebuințelor de aer, apă, hrană, îmbrăcăminte și căldură.

Creșterea pieței de consum impune un grad de industrializare ridicat al activităților agricole, în vederea obținerii rapide și eficiente a hranei. Odată cu creșterea nivelului de trai, se pune tot mai mare accent pe calitatea hranei, dorindu-se obținerea de alimente cât mai naturale, „Bio”, căutându-se obținerea acestor produse prin procese cât mai prietenoase cu mediul înconjurător.

Această lucrare își propune obținerea produsului finit destinat alimentației, măslinile, de o calitate superioară, prin perfecționarea sistemului de sortare, având posibilitatea de aplicabilitate și la alte fructe, astfel încât lucrarea să constituie o bază importantă pentru cercetători, dar mai ales pentru agricultori, ca alternativă la sistemele deja existente.

Doresc să îmi exprim respectul și recunoștința pentru conducătorul științific, domnul profesor universitar doctor inginer și economist Dumitru ȚUCU, vicepreședintele Filialei Timișoara a ASAS. Îi mulțumesc domnului profesor pentru încredințarea unei teme de actualitate, de o reală necesitate precum și pentru îndrumarea științifică și profesională, încurajarea și susținerea permanentă, dar și pentru sfaturile acordate pe tot parcursul pregătirii doctorale. Totodată doresc să îi mulțumesc pentru citirea și corectarea tezei, precum și a lucrărilor științifice care au fost prezentate la simpozioane și în revistele internaționale.

Îmi exprim deosebita recunoștință la adresa domnului Decan al Facultății de Inginerie a Universității „Aurel Vlaicu” din Arad, conferențiar doctor inginer Dan Ovidiu GLĂVAN, pentru tot sprijinul acordat.

Mulțumesc membrilor din departamentul MMUT al Universității Politehnica Timișoara pentru tot sprijinul acordat pe perioada pregătirii doctorale.

Doresc să le mulțumesc părinților mei pentru modelarea mea ca om, pentru sacrificiile făcute pentru a putea avea acces la educație și pentru tot sprijinul acordat în procesul de formare profesională.

De asemenea doresc să le mulțumesc bunicilor și surorii mele (Alexandra) pentru tot ajutorul acordat în dezvoltarea mea personală, dorindu-le sănătate și bucurii alături de noi.

Soțului meu îi mulțumesc în primul rând pentru răbdare, pentru tot sprijinul acordat pe tot parcursul pregătirii doctorale, precum și pentru bunătatea și dragostea oferită zilnic.

Bunului Dumnezeu îi mulțumesc pentru familia mea, pentru sănătatea și forța de muncă, precum și pentru oportunitatea de a mă dezvolta profesional și Îl rog ca în continuare să-mi călăuzească pașii pe drumul cel bun.

Babanatis Merce Roxana Mihaela

**Optimizarea procesului de sortare a măslinelor în sistemele de producție individuale sau în întreprinderile mici**

Teze de doctorat ale UPT, **Seria X, Nr. YY**, Editura Politehnica, 2021, 153 pagini, 73 figuri, 34 tabele, 5 Anexe.

**ISSN: xxx**

**ISSN-L: xxx**

**ISBN: xxx**

Cuvinte cheie: măslină, sortare, optimizare, senzori de culoare, recunoașterea culorii, cameră web, sisteme automate

Rezumat,

În această lucrare de doctorat am studiat modalitățile actuale de sortare a măslinelor, în scopul determinării procesului optim de sortare. Pentru optimizarea procesului de sortare am studiat posibilitatea de automatizare prin integrarea sistemelor optice de recunoaștere a culorii (senzori de culoare și cameră web). În acest scop, în prima fază, am creat un prototip care realizează sortarea bazându-se pe senzorii de culoare. Rezultatele obținute în urma experimentelor desfășurate cu acest prototip au fost bune, dar puteau fi mult îmbunătățite, astfel, în faza a 2-a am realizat un nou prototip care se bazează pe recunoașterea culorilor prin utilizarea camerei web. Camera web aducând o creștere a preciziei în ceea ce privește recunoașterea culorii, de această dată rezultatele obținute au fost foarte bune.

Rezultatele experimentelor obținute cu prototipul dotat cu camera web aduc informații noi, care pot contribui la sortarea automată a măslinelor, dar și concluzii care ar putea fi utile la sortarea automată a legumelor și a fructelor acolo unde culoarea fructului joacă un rol important în calitatea lui și/sau în ceea ce privește valoarea nutritivă, putându-se astfel dezvolta sisteme de sortare complexe sau speciale pentru anumite fructe sau legume.

## CUPRINS

|   |    |
|---|----|
| <b>NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME</b> .....   | 8  |
| <b>LISTĂ DE FIGURI</b> .....  | 9  |
| <b>LISTĂ DE TABELE</b> .....  | 11 |
| <b>1. NECESITATE, ACTUALITATE ȘI OPORTUNITATE. OBIECTIVELE TEZEI</b> ...  | 13 |
| 1.1. Necesitatea, actualitatea și oportunitatea temei .....   | 13 |
| 1.2. Obiectivele tezei.....   | 15 |
| <b>2. ANALIZA PROBLEMATICII PROCESULUI DE SORTARE A MĂSLINELOR</b> ...  | 19 |
| 2.1 Scurt istoric .....   | 19 |
| 2.2 Morfologia măslinelor .....   | 21 |
| 2.3 Analiza funcțională și structurală a procesului de sortare a măslinelor (PSM), în vederea optimizării .....                 | 27 |
| 2.4 Funcții și factori esențiali în procesul de sortare a măslinelor (PSM)  | 32 |
| 2.4.1 Sortarea manuală .....  | 32 |
| 2.4.1.1 Sortarea manuală direct din pom .....   | 32 |
| 2.4.1.2 Sortarea manuală de pe sol.....   | 33 |
| 2.4.1.3 Sortarea manuală la centrul de colectare .....  | 34 |
| 2.4.1.4 Sortarea manuală de pe benzi transportoare .....  | 34 |
| 2.4.2 Sortarea semi-mecanizată.....   | 35 |
| 2.4.3 Sortarea automatizată.....  | 36 |
| 2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor actuale de sortare a măslinelor în Grecia ..... | 40 |
| 2.5.1 Condițiile și obiectivele cercetării.....   | 40 |
| 2.5.2 Metodologia cercetării.....   | 40 |
| 2.5.2.1 Prezentarea locației de cercetare .....   | 40 |
| 2.5.2.2 Analiza sistemului actual pentru sortarea măslinelor.....   | 44 |
| 2.5.3 Prezentarea rezultatelor cercetării .....   | 46 |
| 2.6 Concluzii privind procesul de sortare .....   | 49 |

---

|  |     |
|--|-----|
| 3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND CONCEPEREA UNUI MODEL EXPERIMENTAL AL ECHIPAMENTULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR ..... | 51  |
| 3.1 Obiectivele cercetării .....   | 51  |
| 3.2 Stabilirea elementelor conceptuale pe baza analizei valorii.....   | 51  |
| 3.2.1 Analiza valorii la sortarea manuală direct din pom.....  | 52  |
| 3.2.2 Analiza valorii la sortarea manuală de pe sol .....  | 53  |
| 3.2.3 Analiza valorii la sortarea manuală la depozit .....   | 54  |
| 3.2.4 Analiza valorii la sortarea semiautomată .....   | 54  |
| 3.3 Calculul principalelor elemente tehnologice și constructive.....   | 58  |
| 3.3.1 Elemente introductive.....   | 58  |
| 3.3.2 Calculul elementelor tehnologice .....   | 58  |
| 3.4 Prezentarea soluției modelului experimental .....  | 61  |
| 3.5 Concluzii .....  | 65  |
| 4. CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR .....                               | 67  |
| 4.1 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare .....                            | 67  |
| 4.1.1 Obiectivele cercetării .....   | 67  |
| 4.1.2 Materiale și echipamente utilizate .....   | 68  |
| 4.1.3 Metodologia cercetării în vederea dezvoltării prototipului.....  | 71  |
| 4.1.3.1 Cercetări experimentale privind acuratețea prototipului de sortare folosind senzori de culoare.....                  | 73  |
| 4.1.3.2 Cercetări experimentale privind timpul de sortare folosind senzori de culoare .....                                  | 77  |
| 4.1.4 Rezultate și concluzii .....   | 79  |
| 4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii .....                             | 83  |
| 4.2.1 Obiectivele cercetării .....   | 83  |
| 4.2.2 Materiale și echipamente utilizate .....   | 83  |
| 4.2.3 Metodologia cercetării în vederea dezvoltării prototipului.....  | 87  |
| 4.2.4 Realizarea prototipului inteligent de sortare.....   | 92  |
| 4.2.4.1 Dezvoltarea prototipului inteligent de sortare automată a măslinelor .....   | 94  |
| 4.2.4.2 Dezvoltarea programului de recunoaștere a culorilor .....  | 97  |
| 4.2.5 Testarea experimentă a prototipului inteligent de sortare.....   | 106 |
| 4.2.5.1 Încercări experimentale ale prototipului inteligent de sortare cu trei zone de degajare .....                        | 106 |

---

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.5.2 Încercări experimentale ale prototipului inteligent de sortare cu două zone de degajare.....                                     | 109        |
| 4.2.6 Rezultate și concluzii .....   | 111        |
| 4.3 Concluzii .....  | 113        |
| 5. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVELE CERCETĂRII .....  | 117        |
| 5.1. Concluzii generale.....   | 117        |
| 5.2. Contribuții personale .....   | 118        |
| 5.2.1 Contribuții teoretice.....   | 118        |
| 5.2.2 Contribuții experimentale.....   | 119        |
| 5.2.3 Contribuții aplicative.....  | 119        |
| 5.3 Perspective de dezvoltare ulterioară a cercetării.....   | 119        |
| <b>LISTA PUBLICAȚIILOR REZULTATE ÎN URMA CERCETĂRII DOCTORALE, PUBLICATE SAU ACCEPTATE SPRE PUBLICARE, SUB AFILIERE UPT ȘI UAV .....</b> | <b>121</b> |
| 6. BIBLIOGRAFIE .....  | 123        |
| ANEXE.....   | 131        |

## NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME

|            |   |
|------------|---|
| PSM        | Proces de Sortare a Măslinelor  |
| BIO        | Sănătos   |
| HDL        | High Density Lipoprotein (Lipoproteine cu Densitate Mare)                               |
| LDL        | Low Density Lipoprotein (Lipoproteine cu Densitate Mică)                                |
| $C_s$      | Cost Sortare  |
| $T_s$      | Timpul necesar Sortării   |
| $Nr_z$     | Număr zilieri   |
| $C_z$      | Cost zilier   |
| $Ech_a$    | Echipamente auxiliare   |
| $DV_{Ech}$ | Durata de viață a echipamentelor  |
| $R_z$      | Randament zilier  |
| $P_r$      | Producția   |
| RAM        | Random Access Memory (Memorie cu Acces Aleatoriu)                                       |
| 3D         | Tridimensional  |
| RGB        | Red Green Blue (Spectrul de culori acronim de la Rosu – Verde și Albastru)              |
| MIN        | Minim   |
| MAX        | Maxim   |
| N          | Negru   |
| M          | Maro  |
| V          | Verde   |
| $t_1$      | Timpul necesar sortării   |
| $t_2$      | Timpul necesar deplasării măslinei de la senzorul de prezență la a doua zonă de sortare |
| $t_{ts1}$  | Timpul total sortării la varianta cu o zonă de degajare                                 |
| $t_{ts2}$  | Timpul total sortării la varianta cu două zone de sortare                               |
| OVC        | Omni Vision Color   |



## LISTĂ DE FIGURI

|  |    |
|--|----|
| Fig. 2.1. Măslinul .....   | 19 |
| Fig. 2.2. Diferite tipodimensiuni de măslinae (aspect global).....   | 21 |
| Fig. 2.3. Diferite dimensiuni de măslinae (aspect liniar) .....  | 22 |
| Fig. 2.4. Culoarea și forma măslinelor .....   | 22 |
| Fig. 2.5. Structura măslinaei.....   | 23 |
| Fig. 2.6. Oleuropeina - structura chimică .....  | 25 |
| Fig. 2.7. Uleiul de măslinae .....   | 26 |
| Fig. 2.8. Principiul funcțional al PSM.....  | 27 |
| Fig. 2.9. Etapa de informare .....   | 28 |
| Fig. 2.10. Etapa de sortare .....  | 30 |
| Fig. 2.11. Etapa de depozitare.....  | 31 |
| Fig. 2.12. Sortarea manuală direct din pom .....   | 33 |
| Fig. 2.13. Sortarea manuală de pe sol .....  | 33 |
| Fig. 2.14. Sortarea manuală la centrul de colectare.....   | 34 |
| Fig. 2.15. Sortarea manuală de pe benzi transportoare .....  | 35 |
| Fig. 2.16. Schema sortării mecanizate după mărime .....  | 36 |
| Fig. 2.17. Dispozitiv de sortare automată .....  | 37 |
| Fig. 2.18. Scanner color performant.....   | 38 |
| Fig. 2.19. Program specializat de analiză a imaginilor.....  | 38 |
| Fig. 2.20. Aspecte fizice privind eroarea sortării (a- verzi; b-negre) .....   | 39 |
| Fig. 2.21. Structura administrativă din Grecia .....   | 41 |
| Fig. 2.22. Regiunea Macedonia din Grecia .....   | 42 |
| Fig. 2.23. Regiunea Thessalia din Grecia.....  | 43 |
| Fig. 2.24. Algoritmul metodologiei de cercetare .....  | 44 |
| Fig. 2.25. Zona de studiu.....   | 45 |
| Fig. 2.26. Soi de măslinae .....   | 46 |
| Fig. 2.27. Sortare .....   | 47 |
| Fig. 2.28. Tip sortare la depozit după recoltare.....  | 48 |
| Fig. 2.29. Schema integrării procesului tehnologic de sortare în procesul<br>general de valorificare a măslinelor..... | 49 |
| Fig. 2.30. Repartizarea livezilor de măslinae și a depozitelor de procesare în<br>Halkidiki .....                      | 50 |
| Fig. 3.1. Diagramă comparativă a analizei valorii .....  | 57 |
| Fig. 3.2. Dimensiunile maxime ale unei măslinae.....   | 59 |
| Fig. 3.3. Dimensionarea benzii transportoare .....   | 59 |
| Fig. 3.4. Schema funcțională (bloc) a sistemului de sortare.....   | 61 |
| Fig. 3.5. Schema logică .....  | 62 |
| Fig. 3.6. Concept 3D a dispozitivului de sortare .....   | 63 |
| Fig. 3.7. Concept dispozitiv de sortare.....   | 63 |
| Fig. 3.8. Schema principală a sistemului de sortare.....   | 64 |
| Fig. 4.1. Prototip sortare măslinae.....   | 68 |
| Fig. 4.2. Motor electric .....   | 69 |
| Fig. 4.3. Senzor de culoare tip laser.....   | 69 |
| Fig. 4.4. Interfața programabilă.....  | 70 |
| Fig. 4.5. Extractor hidraulic.....   | 70 |
| Fig. 4.6. Bandă transportoare.....   | 70 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 4.7. Schema metodologiei de dezvoltare a unui prototip bazat pe senzori de culoare.....                     | 71  |
| Fig. 4.8. Schema logică a funcționării prototipului bazat pe senzori de culoare .....                            | 72  |
| Fig. 4.9. Măsline negre și verzi .....   | 73  |
| Fig. 4.10. Măsline de diverse soiuri și culori (diferite grade de maturitate).....                               | 75  |
| Fig. 4.11. Cronometru digital .....  | 77  |
| Fig. 4.12. Detaliu privind senzorii și dispozitivele de extracție.....   | 78  |
| Fig. 4.13. Acuratețea sortării măslinelor verzi.....   | 79  |
| Fig. 4.14. Acuratețea sortării măslinelor negre .....  | 80  |
| Fig. 4.15. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 1 .....  | 81  |
| Fig. 4.16. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 2 .....  | 82  |
| Fig. 4.17. Prototip inteligent de sortare .....  | 83  |
| Fig. 4.18. Minicalculator și camera de luat vederi.....  | 84  |
| Fig. 4.19. Microscop de precizie .....   | 85  |
| Fig. 4.20. Spectrofotometru .....  | 86  |
| Fig. 4.21. Schema metodologiei de dezvoltare a unui prototip bazat pe un dispozitiv de capturare a imaginii..... | 87  |
| Fig. 4.22. Imaginea microscopică pentru măslinile negre (scara 3x).....  | 88  |
| Fig. 4.23. Imaginea microscopică pentru măslinile verzi (scara 3x) .....   | 88  |
| Fig. 4.24. Schema de dezvoltare a prototipului de recunoaștere a culorii ..                                      | 92  |
| Fig. 4.25. Schema logică a setărilor și funcționării prototipului bazat pe camera de luat vederi .....           | 93  |
| Fig. 4.26. Schema componentelor prototipului inteligent de sortare .....   | 94  |
| Fig. 4.27. Mini calculator .....   | 95  |
| Fig. 4.28. Realizarea componentelor de extragere a măslinelor de pe banda transportoare .....                    | 96  |
| Fig. 4.29. Realizarea componentelor de extragere a măslinelor de pe banda transportoare .....                    | 96  |
| Fig. 4.30 Schema bloc a programului de recunoaștere a culorii.....   | 105 |
| Fig. 4.31. Zonele de degajare a prototipului de sortare.....   | 106 |
| Fig. 4.32. Zonele de creștere a timpului sortării.....   | 108 |
| Fig. 4.33. Zonele de degajare ale prototipului de sortare .....  | 110 |
| Fig. 4.34. Distanța între senzorul de mișcare și dispozitivele de degajare ..                                    | 114 |
| Fig. 4.35. Grafic reprezentând comparația timpilor necesari sortării .....                                       | 115 |

## LISTĂ DE TABELE

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 2.1 Conținutul nutritiv al măslinelor.....   | 24  |
| Tabel 2.2 Caracteristicile de calitate apreciate după culoarea măslinelor ...  | 29  |
| Tabel 2.3 Analiza sortării .....   | 46  |
| Tabel 3.1 Comparație a costurilor utilajelor și a productivității în funcție de metoda de sortare .....                                    | 55  |
| Tabel 3.2 Comparație a metodelor de sortare.....   | 55  |
| Tabel 3.3 Tabel centralizator a analizei valorii sortării/an recoltă.....  | 56  |
| Tabel 4.1 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslime .....  | 73  |
| Tabel 4.2 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 4 cm între măslime .....  | 74  |
| Tabel 4.3 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 3 cm între măslime .....  | 74  |
| Tabel 4.4 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 2 cm între măslime .....  | 74  |
| Tabel 4.5 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de $\leq 1$ cm între măslime.....  | 75  |
| Tabel 4.6 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslime .....  | 75  |
| Tabel 4.7 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 4 cm între măslime .....  | 76  |
| Tabel 4.8 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 3 cm între măslime .....  | 76  |
| Tabel 4.9 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 2 cm între măslime .....  | 76  |
| Tabel 4.10 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de $\leq 1$ cm între măslime.....   | 77  |
| Tabel 4.11 Media valorii timpului necesar sortării pe cei doi senzori pentru măslimele de culoare verde și negru .....                     | 78  |
| Tabel 4.12 Media valorii timpului necesar sortării pentru cele două grupe de culoare.....  | 78  |
| Tabel 4.13 Valorile măsurate RGB în cazul măslinelor verzi .....   | 89  |
| Tabel 4.14 Valorile măsurate RGB în cazul măslinelor negre.....  | 90  |
| Tabel 4.15 Valorile măsurate RGB minime și maxime în cazul măslinelor verzi .....  | 92  |
| Tabel 4.16 Valorile măsurate RGB minime și maxime în cazul măslinelor negre .....  | 92  |
| Tabel 4.17 Variația valorii RGB pentru nuanțele de negru .....   | 99  |
| Tabel 4.18 Variația valorii RGB pentru nuanțele de verde.....  | 100 |
| Tabel 4.19 Rezultatele valorilor medii, reprezentând acuratețea recunoașterii la diferite viteze de deplasare a benzii transportoare ..... | 107 |
| Tabel 4.20 Media valorii timpului de recunoaștere pentru cele două zone de sortare .....   | 108 |
| Tabel 4.21 Timpul total mediu pe cele două zone de sortare utilizând trei culori de măslime.....   | 109 |
| Tabel 4.22 Acuratețea recunoașterii măslinelor a prototipului inteligent de sortare .....  | 110 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 4.23 Media valorii timpului de recunoaștere pe cele trei culori.....                             | 111 |
| Tabel 4.24 Tabel comparativ cu zona 1 de degajare între cele două metode de degajare .....             | 111 |
| Tabel 4.25 Tabel comparativ cu zona 2 de degajare între cele două metode de degajare .....             | 112 |
| Tabel 4.26 Tabel comparativ cu zona 2 de degajare între cele două metode de degajare .....             | 112 |
| Tabel 4.27 Tabel comparativ între cele două metode de recunoaștere a culorilor.....                    | 114 |
| Tabel 4.28 Comparație ale timpilor de sortare între cele două metode de recunoaștere a culorilor ..... | 115 |

# 1. NECESITATE, ACTUALITATE ȘI OPORTUNITATE. OBIECTIVELE TEZEI

## 1.1. Necesitatea, actualitatea și oportunitatea temei

În zilele noastre evoluția tehnologică în segmentul agricol cunoaște o ascensiune exponențială. În ultimii ani, s-a pus un accent deosebit pe dezvoltarea sistemelor de recoltare mecanizată, dar, odată cu dezvoltarea acestor sisteme de recoltare [1, 7, 80, 89], a apărut și necesitatea sortării produselor recoltate, de unde, implicit, s-a pus problema dezvoltării și implementării sistemelor inteligente de sortare [7, 52].

Procesul de recoltare poate fi considerat drept unul dintre cele mai importante evenimente din ciclul de viață a plantelor [7]. Procesul, se aplică la sfârșitul dezvoltării fructului și începutul deteriorării/îmbătrânirii lui. După recoltare, fructele, cu excepția celor care continuă să se coacă (maturizeze) și după recoltare, au cea mai înaltă calitate, dar și cea mai ridicată valoare economică, ceea ce implică ulterior și utilizarea celei mai adecvate tehnologii post-recoltare pentru a menține cel mai înalt nivel calitativ [4, 91, 92].

Privită în mod general, sortarea are ca scop selecția după mărime și/sau culoare (dacă este posibil), a fructelor recoltate. În cele mai multe cazuri, atunci când dorim să stabilim momentul optim de recoltare a fructelor și legumelor, culoarea este principalul criteriu după care putem identifica gradul de maturitate a fructelor [19, 22, 98].

Conceptul fiziologie post-recoltare și tehnologie post-recoltare reprezintă, în fapt, o știință de ultimă generație. Fiziologia post-recoltare studiază modificările fiziologice care apar la produsele recoltate, începând din momentul recoltării, urmărind produsul până la stadiul de consum sau procesare, în timp ce tehnologia post-recoltare este preocupată de manipularea produselor [27, 62, 70].

Operațiile de sortare și manipulare post-recoltare a fructelor și a legumelor au ca scop principal păstrarea unei calități superioare a produselor până la consum și/sau extinderea duratei de valabilitate a acestora [27, 62].

Tehnologia post-recoltare se referă la transportul, depozitarea intermediară, sortarea, respectarea standardelor, ambalarea, depozitarea și comercializarea produselor. Acest lucru este valabil atât pentru produsele legume proaspete cât și pentru fructe proaspete (prune, mere, pere, struguri, caise etc) [27].

Majoritatea fructelor și legumelor sunt perisabile. Din acest motiv este necesară o manipulare/sortare cât mai adecvată pentru fiecare fruct/legumă în parte, în funcție de caracteristicile particulare ale fiecărui sortiment. Manipularea variază în funcție de tipul fructului/legumei și de comportamentul său după recoltare, precum și de cerințele pieței pentru care este destinat [35].

Îmbătrânirea/degradarea unui fruct/legumă începe din momentul recoltării sau chiar înainte de recoltare. La majoritatea fructelor și a legumelor proaspete, îmbătrânirea după recoltare este rapidă și depinde în primul rând de natura produsului, iar în al doilea rând de mediul în care este păstrat [35, 71, 79]. În plus, trebuie să se țină cont, întotdeauna, că tehnologia post-recoltare are în vedere

manipularea materialelor vii, a căror natură are ca rezultat îmbătrânirea fiziologică a produsului [35]. Din acest motiv, tendința „naturală” a produsului este de a se degrada, ceea ce duce la degradarea treptată a calității și în final, la incapacitatea de a-l folosi ca aliment. Scopul principal al tehnicii post-recoltare este de a amâna această degradare/deteriorare, astfel încât produsul să fie pus la dispoziția consumatorului la momentul optim din punct de vedere calitativ [35, 71].

Cea mai importantă etapă din procesul de valorificare a fructelor după recoltare este procesul de maturare, care variază de la o specie la alta, precum și de la un soi la altul în cadrul aceleiași specii [33].

Astfel, există:

- fructe proaspete, care se pot coace după recoltare (ca de exemplu: mere, pere, roșii, piersici, banane etc.),
- fructe proaspete care nu se mai maturizează după recoltare (citricele), astfel încât ele trebuie recoltate când ating un anumit punct de maturitate și
- fructele uscate (nuci, migdale, arahide etc), care au un înveliș în interiorul căruia se află miezul [12, 33, 85].

Totodată există o tendință de „întoarcere” la sistemele de producție individuale ale întreprinderilor mici. Acest lucru se datorează faptului că în ultimii ani se caută produse cât mai naturale, „produsele BIO” și produse la care intervenția factorului artificial să fie minimă [111, 117]. Din acest motiv sortarea trebuie să se realizeze cât mai rapid, să fie cât mai precisă și să fie realizată în condiții optime fără deteriorarea fructului.

Competitivitatea pieței produselor agricole impune o diminuare a costurilor de producție. Această diminuare poate fi obținută prin optimizarea sistemelor de sortare.

Datorită complexității operațiilor implicate (funcție de mărime, forma geometrică, culoare, densitatea produselor), sunt necesare, la sortare, intervenții de tip *selecție – analiză de imagine – decizie*.

O etapă foarte importantă a fazei post-recoltare este sortarea fructelor și a legumelor, sortare care se poate realiza cu dispozitive speciale, cu echipamente de recunoaștere a formei, a calității, a poziționării obiectelor, precum și cu diferite dispozitive adecvate de selecție [70].

Ca arbore, măslinul prezintă o importanță socială, dar și economică, în Europa, în mod special în țările din zona mediteraneană.

Fructele măslinului, măslinile, se pot consuma ca atare, după o procesare sau se poate extrage din acestea uleiul de măslină [6,116]. Astfel, datorită competitivității de pe piața actuală a produselor de consum, este necesară o optimizare a procesului de sortare a măslinelor. Această optimizare este destinată sistemelor individuale de producție sau întreprinderilor mici, sisteme predominante, regăsite în momentul de față în Grecia [14, 40, 116]. Optimizarea procesului de recoltare este necesară datorită deficitului de forță de muncă, problemă cu care se confruntă marea majoritate a țărilor din Europa, dar și datorită necesității de îmbunătățire a procesului de sortare și implicit creșterea calității produselor oferite spre consum.

Optimizarea procesului de sortare a măslinelor este justificată prin integrarea omului în spațiul înconjurător.

Această integrare are ca scop creșterea competitivității, creștere obținută prin scăderea efortului necesar sortării, dar și prin creșterea calității și a cantității produselor sortate.

Pornind de la aceste necesități, *teza studiază metodele actuale a procesului de sortare precum și optimizarea procesului de sortare a măslinelor, cu o posibilă*

*implementare și la alte fructe/legume care pot fi identificate după culoare, determinând astfel gradul lor de maturitate.*

Prin optimizarea procesului de sortare, se poate eficientiza calitatea uleiului de măsline, precum și calitatea măslinelor destinate consumului propriu-zis și se pot diminua pierderile datorate sortării manuale (eroare umană, întârzierea sortării etc.).

Această optimizare se poate extinde și la alte fructe și legume lărgind, astfel, aria de aplicabilitate în piața de desfacere.

Teza urmărește optimizarea procesului de sortare a măslinelor în sistemele de producție individuale sau în întreprinderile mici, informatizarea metodelor de sortare de către întreprinzători, ajutând astfel cercetătorii să dezvolte dispozitive de sortare adecvate, eficiente și economice. Prin aceste elemente putându-se identifica și implementa sisteme de sortare optime.

Se va realiza un studiu de caz, al procesului de sortare printr-o analiză a metodelor de sortare a măslinelor, în Grecia.

În urma rezultatelor experimentale, s-a propus un prototip de sortare automată, bazat pe senzori de culoare/cameră de luat vederi, realizând astfel un dispozitiv eficient și economic.

Rezultatele obținute prin intermediul acestui prototip, au fost supuse unei analize cantitativ-calitativă (dacă au fost deteriorate măslinile, precum și din punct de vedere a corectitudinii procesului de sortare), realizându-se mai multe experimente (funcție de mărime, soi, viteza de deplasare a benzii transportoare etc).

## 1.2. Obiectivele tezei

Principalul obiectiv al tezei de doctorat este **optimizarea proceselor de sortare a măslinelor în scopul creșterii eficienței economice și a îmbunătățirii calității produsului final.**

Din acest obiectiv principal putem deduce următoarele obiective secundare și anume:

1. Analiza stadiului actual al proceselor de sortare a măslinelor;
2. Analiza principalelor metode de sortare;
3. Analiza evoluției culorii măslinelor în diferite stadii de maturitate;
4. Analiza formei geometrice a măslinelor;
5. Identificarea proceselor eficiente de sortare;
6. Identificarea factorilor care influențează sortarea pentru determinarea parametrilor care determină sortarea;
7. Determinarea influențelor procesului de sortare asupra calității produselor realizate din măsline (ulei și celelalte subproduse de consum).

În vederea îndeplinirii și parcurgerii acestor obiective teza are o extindere pe 153 pagini, este structurată pe 5 capitole, conținând 73 figuri, 34 tabele și 5 anexe. În completarea lucrării, este atașată o listă a lucrărilor științifice elaborate de autoare pe parcursul pregătirii doctorale și o listă bibliografică de 120 titluri și referințe online.

**Capitolul 1** prezintă necesitatea, actualitatea, oportunitatea și obiectivele tezei.

Datorită evoluției tehnologiilor folosite în agricultură în ultimii ani, mai cu seamă a celor de recoltare, se impune nevoia de dezvoltare a metodelor de sortare a fructelor și legumelor, aceste două procese fiind strâns legate între ele.

Deoarece, majoritatea fructelor și legumelor își continuă procesul de maturitate după recoltare, se impune folosirea unui sistem de sortare performant, care să ducă la diminuarea duratei dintre procesul de recoltare și finalul procesului de sortare. Toate acestea sunt necesare pentru ca la final, consumatorii să beneficieze de produse de cea mai bună calitate.

Studiul s-a desfășurat în plantații mici de măslini, situate în partea de Nord și partea Centrală a Greciei, afaceri familiale, care le oferă oamenilor un venit suplimentar, indispensabil.

Fiind vorba de măslină, apare o dublă necesitate de sortare a acestora și anume necesitatea sortării în funcție de culoare, deoarece culoarea ne oferă detalii despre gradul de maturitate a fructului, iar studiind gradul de maturitate am observat că măslinile verzi au diferite valori nutriționale față de cele negre. A doua rațiune care impune necesitatea de sortare este dată de dorința de a oferi pe piață consumatorilor produse de o înaltă calitate.

**Capitolul 2** realizează o analiză asupra stadiului actual al procesului de sortare a măslinelor în vederea optimizării.

În prima parte a capitolului, sunt evidențiate principalele beneficii ale consumului de măslină și uleiului de măslină asupra organismului.

Cele mai importante beneficii sunt:

- menținerea unei inimi sănătoase;
- reduce fluctuațiile tensiunii arteriale;
- oferă corpului vitamine și aminoacizi esențiali, măslinile fiind o sursă bogată de antioxidanți;
- reduce îmbătrânirea prematură, fiind folosite tot mai des și în industria cosmetică.

În continuare, în urma studiului realizat în Grecia, regiunile Macedonia (nordul Greciei) și Thessalia (Grecia centrală), sunt identificate și analizate metodele folosite pentru sortarea măslinelor, rezultând următoarele concluzii:

- sortarea manuală este cea mai des folosită metodă, datorită rezultatelor bune obținute, deși necesită un timp ridicat de execuție;
- sortarea semi-mecanizată este folosită în doar 18% din cazurile analizate;
- sortarea automatizată, apărută datorită nevoii de îmbunătățire a productivității și a calității produsului finit, este foarte puțin folosită din pricina costului.

În cea mai mare parte, lipsa informațiilor și costul ridicat sunt principalii factori care au împiedicat dezvoltarea tehnologică a procesului de sortare a măslinelor din zona de studiu.

**Capitolul 3** prezintă cercetările realizate în vederea conceperii modelului experimental al prototipului de sortare după culoare.

Obiectivele cercetării sunt bazate pe studiul realizat asupra metodelor actuale de sortare a măslinelor, metode întâlnite în centrele de producție din Grecia.



Primul pas, în realizarea modelului experimental de sortare optică după culoare, a fost acela de a analiza costul procesului de sortare pentru fiecare metodă în parte.

În urma analizei valorii, aplicate fiecărei metode de sortare utilizate, putem trage următoarele concluzii:

- Metoda de sortare manuală direct din pom este cea mai eficientă din punct de vedere al calității, dar prezintă dezavantajul unui cost ridicat cu personalul și un timp de execuție mai mare, ceea ce ar putea influența calitatea finală a măslinelor;
- Metoda de sortare de pe sol prezintă aceleași avantaje ca și metoda de sortare direct din pom, cu un plus în ceea ce privește timpul, datorită poziției de lucru favorabilă;
- O metodă mai rapidă, din punct de vedere al timpului destinat sortării, este metoda de sortare manuală la depozit; această metodă presupune sortarea măslinelor de pe bancuri de lucru, conferindu-i operatorului uman o poziție de lucru mai bună, crescând astfel randamentul;
- Metoda semi-automată de sortare a măslinelor este o metodă des întâlnită în întreprinderile mari și mai puțin la micii întreprinzători, care prezintă avantajul introducerii unor etape preliminare sortării după culoare cum ar fi spălarea și curățarea măslinelor de frunze, crenguțe și alte impurități, ajungând astfel la etapa de sortare optică doar acele măsline care îndeplinesc condițiile de calitate impuse;
- Metoda de sortare automată este o metodă în fază de dezvoltare, prezintă un cost ridicat și este folosită în întreprinderile mari.

În urma analizei asupra metodelor de sortare utilizate și ținând cont de toate informațiile acumulate, s-a putut realiza un concept 3D al prototipului de sortare.

**Capitolul 4** prezintă informații privind cercetările experimentale desfășurate în vederea optimizării procesului de sortare, prin implementarea sistemelor optice de recunoaștere.

În prima parte a capitolului am realizat cercetări în vederea dezvoltării și implementării unui prototip de recunoaștere a culorilor cu ajutorul senzorilor optici de culoare.

Prototipul a fost creat în vederea sortării măslinelor negre de cele verzi, măslina făcând parte din același lot. În vederea determinării acurateței de recunoaștere a senzorilor, s-au folosit 100 de măsline negre și 100 de măsline verzi, așezate pe banda transportoare la o distanță prestabilită între ele, banda transportoare având o viteză variabilă.

Testarea prototipului a pornit de la o viteză a benzii transportoare de 0,04 m/s și o distanță dintre măslina de 5 cm, urmând ca pe parcursul testelor să modificăm de mai multe ori acești parametri, astfel încât la final am setat o viteză de 0,251 m/s a benzii transportoare și am redus la minim distanța dintre măslina. Rezultatele testelor au arătat faptul că odată cu creșterea vitezei de deplasare a benzii transportoare și micșorarea distanței dintre măslina, scade și acuratețea de recunoaștere a senzorilor.

Deoarece rezultatele testelor nu au fost pe deplin satisfăcătoare, s-a îmbunătățit prototipul prin adăugarea unei camere video. Rolul camerei video este acela de a determina culoarea măslinelor din imagine. În acest scop s-a dezvoltat un program în limbajul de programare PYTHON și s-a adăugat un miniprocessor (Raspberry) care să prelucreze informațiile preluate de la camera video.

În urma testelor realizate cu acest nou prototip s-au constatat următoarele:

- valorile obținute sunt mult îmbunătățite chiar și la viteze mai mari ale benzii transportoare; prototipul inteligent oferă posibilitatea recunoașterii a trei culori concomitent (verde, negru și maro).

**Capitolul 5** prezintă concluziile generale, contribuțiile personale, atât teoretice cât și experimentale, precum și considerații asupra unor perspective de cercetare și îmbunătățire a sistemelor actuale de sortare a măslinelor.

Studiile realizate în vederea conceperii și implementării unui prototip inteligent de sortare după culoare a măslinelor, pot fi folosite la conceperea unui sistem integrat de sortare, după o adaptare ulterioară, a diferitelor fructe și legume, a căror grad de maturitate este definit de culoare. La marea majoritate a fructelor și a legumelor, culoarea este factorul definitoriu în ceea ce privește calitatea produsului finit, de aceea este necesară operația de sortare, putând astfel oferi spre consum produse de cea mai înaltă calitate.

## 2. ANALIZA PROBLEMATICII PROCESULUI DE SORTARE A MĂSLINELOR

### 2.1 Scurt istoric

Măslinile sunt fructul măslinului. Măslinul (figura 2.1), este un arbore cunoscut în bazinul mediteraneean încă din antichitate (cu aproximativ 6000 - 7000 de ani în urmă), ca unul dintre cei mai vechi pomi cultivați din lume. Din antichitate și până în zilele noastre, măslinul, este cultivat cu precădere pentru fructele valoroase ale acestuia, măslinile, folosite fie ca materie primă din care se obține uleiul de măslină, fie ca măslină de consum direct [16, 17, 37].

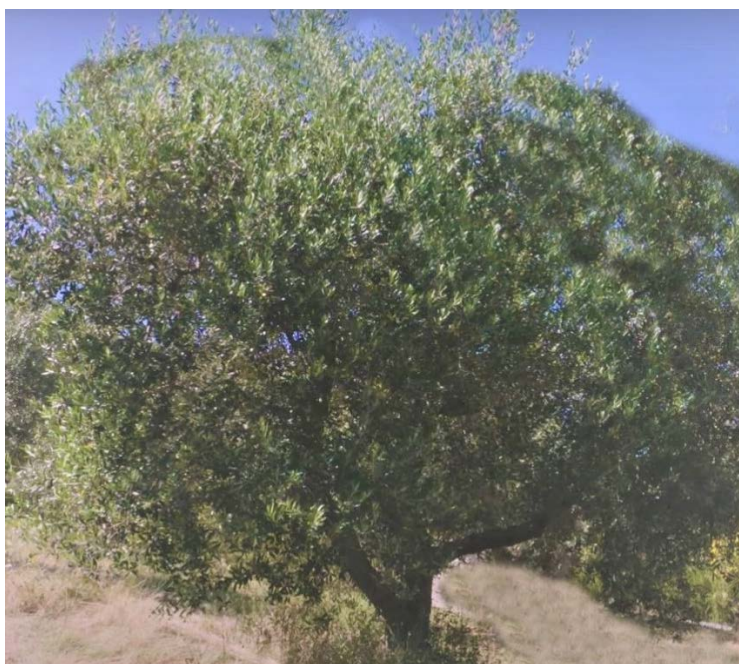


Fig. 2.1. Măslinul

Uleiul de măslină a reprezentat o bogăție în civilizația antică grecească. De multe ori, a fost folosit ca și combustibil pentru iluminat, în multe ritualuri, cum ar fi ceremoniile religioase sau pentru ungerea regilor, dar și a luptătorilor. Uleiul de măslină avea numeroase beneficii și era folosit și pentru fabricarea săpunului, a medicamentelor, precum și pentru îngrijirea pielii; grecii antici îl foloseau chiar și pe post de contraceptiv primitiv [16, 17].

Astăzi, aproximativ 90% din uleiul de măsline este folosit pentru alimentație, unde conform medicinei moderne ar putea aduce beneficii pentru sănătatea celor care îl consumă regulat.

Consumul uleiului de măsline precum și a măslinelor de masă poate aduce multe beneficii asupra organismului uman și anume [26, 69, 100]:

- Menținerea unei inimi sănătoase; cercetările din ultimii ani au arătat că la oamenii care urmează o dietă mediteraneeană probabilitatea de a suferi un accident vascular cerebral este redusă, iar bolile de inimă și problemele de tensiune arterială sunt și ele semnificativ reduse; acest lucru pare a fi asociat cu consumul de măsline și a uleiului de măsline, lucru datorat faptului că, măslinele au un conținut mare de polifenoli, care ajută la relaxarea și dilatarea arterelor, menținând astfel tensiunea arterială în limite normale. Totodată măslinele sunt bogate în antioxidanți care neutralizează substanțele nocive din corp, protejând astfel celulele umane; în afară de cele amintite, trebuie ținut cont de faptul că, uleiul de măsline crește nivelul colesterolului bun în sânge, adică al colesterolului cu densitate ridicată (HDL), care elimină excesul de colesterol rău, colesterolul cu densitate scăzută (LDL), protejând astfel inima;
- Un corp mai sănătos, este bazat pe acidul oleic și antioxidanți (în mod special a oleocantalului (compus fenolic care se găsește în uleiul de măsline extravirgin)), care se regăsesc în uleiul de măsline extravirgin, care acționează ca niște agenți antiinflamatori naturali.

Alte beneficii ale consumului de măsline și a uleiului de măsline, sunt [96]:

- Reduce fluctuațiile tensiunii arteriale;
- Prevenirea formării cheagurilor de sânge care ar putea duce la infarct miocardic sau tromboză venoasă profundă;
- Sunt o sursă de:
  - fibre dietetice, astfel pot fi o alternativă la fructe și legume;
  - vitamina E;
  - fier (4 mg), astfel poate proteja împotriva anemiei;
  - sodiu;
  - potasiu;
  - magneziu;
  - fosfor;
  - iod;
  - vitamine;
  - aminoacizi esențiali;
  - acid oleic, care poate îmbunătăți aspectul ridurilor;
  - polifenoli, o substanță chimică naturală care reduce stresul;
- Reduc efectele bolilor degenerative, tumorile benigne și maligne, inclusiv varicele;
- Protejează membranele celulare împotriva diverselor boli;
- Ajută la menținerea unui sistem imunitar sănătos.

## 2.2 Morfologia măslinelor

Măslinile sunt cunoscute și consumate, în diverse forme, încă din antichitate. Există o mare varietate de soiuri, ceea ce presupune și o tipodimensiune diferită (figura 2.2 și figura 2.3). Astfel, măslinile pot fi mici (1.2-2.6 gr), bune pentru ulei, mijlocii (2.7-4.2 gr), bune atât pentru consum cât și pentru ulei și mari (4.3-10.5 sau mai mult), bune pentru consum [18, 47, 95].



Fig. 2.2. Diferite tipodimensiuni de măslină (aspect global)



Fig. 2.3. Diferite dimensiuni de măslin (aspect liniar)

Culoarea măslinelor, la cele mai multe soiuri, este dată de gradul de maturitate atins. Astfel culoarea lor variază de la un verde intens la un negru intens. La începutul procesului de coacere măslinile sunt verzi, pe la mijlocul maturității au o culoare violet maronie, iar când s-a atins nivelul de maturitate maximă măslinile au o culoare neagră intensă (figura 2.4) [40, 43, 45, 84].

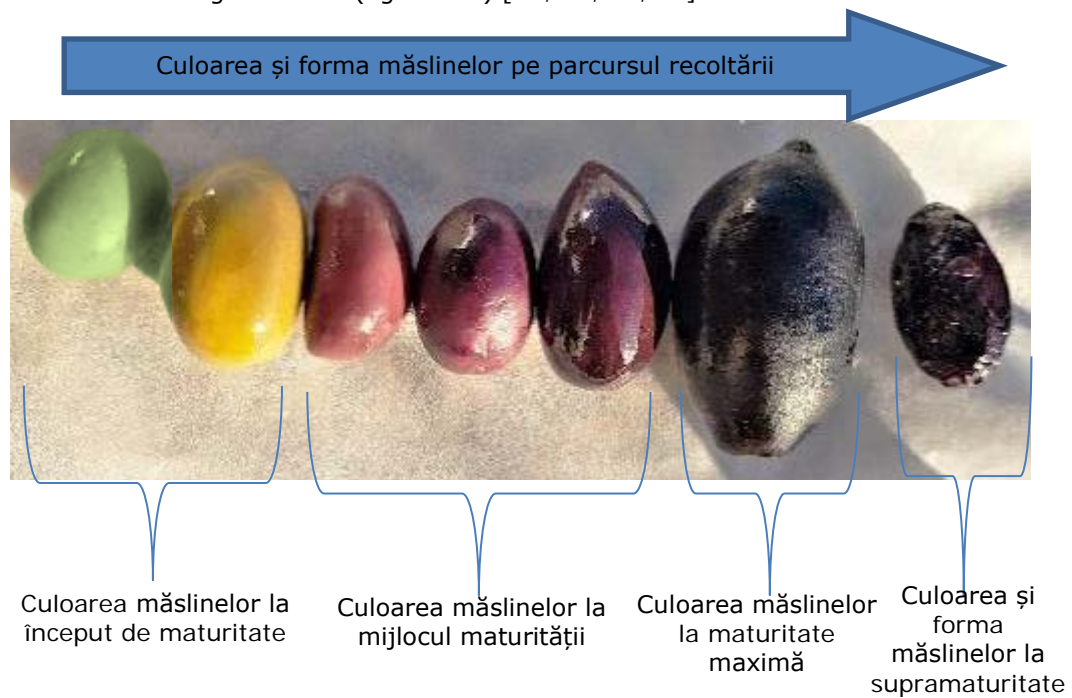


Fig. 2.4. Culoarea și forma măslinelor

Măslinile, de cele mai multe ori, au o formă ovală cu vârful ascuțit. Din punct de vedere structural, măslina este formată din trei părți principale (figura 2.5) [44, 51, 57]:

- Exocarpul sau epiderma sau membrana, care acoperă 1,5 - 3,5% din greutatea măslinei;
- Mezocarpul sau pulpa, este format din țesuturi bogate în ulei și apă, în proporție de 70-90 % din greutatea măslinei;
- Endocarpul sau sâmburele este o parte lemnoasă tare care conține de obicei unul și foarte rar două endosperme (semințe).

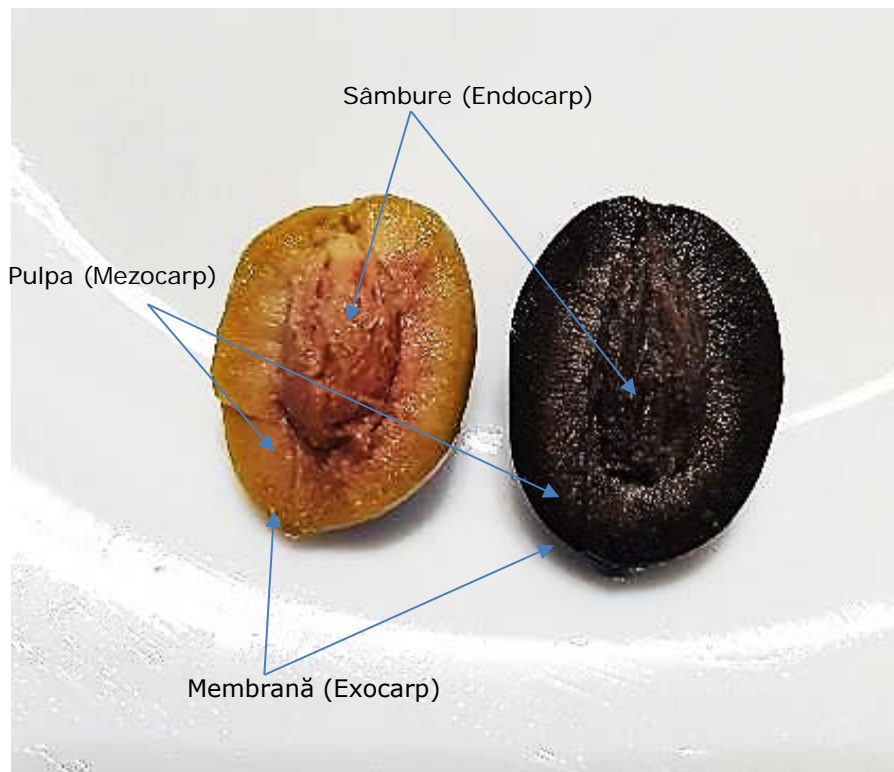


Fig. 2.5. Structura măslinei

În cele mai multe cazuri, distribuția uleiului în măslină este: pericarp (exocarp și mezocarp) 96-98% și semințe 2-4%.

Principalele componente ale mezocarpului (pulpei) măslinelor sunt: apa, uleiul de măsline, zaharurile, proteinele, gumele-rășinile, acizii organici, taninurile, mineralele anorganice și multe altele.

Principalele zaharuri conținute în uleiul de măsline sunt glucoza, fructoza și zaharoza. Acizii organici sunt: citric, malic și oxalic. Toate trei reprezintă aproximativ 0,1% din greutatea proaspătă a pulpei [44, 51, 57].

## 24 Cap 2 Analiza problematicii procesului de sortare a măslinelor

Compoziția chimică medie a măslinelor este de aproximativ 50% apă, 19% zaharuri, 2% proteine, 6% celuloză și 2% cenușă. Această compoziție chimică a măslinelor diferă de la soi la soi, de regiunea unde au fost cultivate, de an (factorii climatici) și de alți factori care pot influența dezvoltarea armonioasă a măslinelor [32, 44, 51].

Cele mai importante substanțe care se găsesc în măslină sunt [32, 42, 46]:

- *Apa* este unul dintre elementele principale ale măslinelor reprezentând aproximativ 70% din greutatea pulpei măslinii; în interiorul celulelor apa se află în stare dizolvată cu zaharuri, acizi organici, tanini, oleuropeina și alte ingrediente;
- *Oleuropeina* este o substanță amăruie care se găsește în măslină; oleuropeina se află în cantități mari la măslinile necoapte (cele verzi), dar scade cantitativ concomitent cu maturitatea lor (negre). Acesta este motivul pentru care măslinile verzi sunt mai amare față de cele negre; tot din acest motiv și uleiul de măslină obținut din măslinile verzi va avea un gust amăruu; oleuropeina se folosește în industria farmaceutică, la obținerea medicamentelor, datorită proprietăților antioxidante;
- *Proteinele* se regăsesc în uleiul de măslină în proporție de 1.5-3%, aceste proteine conținând aproape toți aminoacizii găsiți în alte țesuturi vegetale;
- *Uleiul de măslină* se regăsește într-o proporție de aproximativ 15-40% din greutatea pulpei măslinii; compoziția uleiului de măslină este împărțită în lipide saponificabile (trigliceridele, acizii grași liberi și fosfatidele) și lipide nesaponificabile (hidrocarburi, alcoolii grași, fenoli etc.).

Pe lângă compoziția chimică, o importanță deosebită a are compoziția nutritivă, care este diferențiată între măslinile verzi și cele negre (tabelul 2.1 [32, 46, 75], din care se poate observa că raportul nutritiv este destul de apropiat la cele două tipuri de măslină). Singura diferență este conținutul de oleuropeină [21, 39]. Oleuropeina este un tip de compus amar fenolic care se regăsește în măslină [39].

Tabel 2.1 Conținutul nutritiv al măslinelor

| Conținut/100g   | Măslină [100g] |             |
|-----------------|----------------|-------------|
|                 | Verzi          | Negre       |
| Macronutrienți: |                |             |
| energie         | 115 calorii    | 145 calorii |
| proteină        | 0.84 g         | 1.03 g      |
| grăsime totală  | 10.90 g        | 15.32 g     |
| glucide         | 6.04 g         | 3.84 g      |
| fibră           | 1.60 g         | 3.30 g      |
| Minerale        |                |             |
| calciu          | 88 mg          | 52 mg       |



|              |          |          |
|--------------|----------|----------|
| fier         | 6.28 mg  | 0.49 mg  |
| magneziu     | 4 mg     | 11 mg    |
| potasiu      | 8 mg     | 42 mg    |
| sodiu        | 735 mg   | 1,556 mg |
| zinc         | 0.22 mg  | 0.04 mg  |
| cupru        | 0.25 mg  | 0.12 mg  |
| Vitamine     |          |          |
| vitamina C   | 0.90 mg  | 1.04 mg  |
| niacină      | 0.04 mg  | 0.24 mg  |
| vitamina B-6 | 0.01 mg  | 0.03 mg  |
| vitamina A   | 17 µg    | 20 µg    |
| vitamina E   | 1.65 mg  | 3.81 mg  |
| vitamina K   | 1.4 µg   | 1.4 µg   |
| oleuropeină  | >1000 µg | <200 µg  |

Oleuropeina (structura chimică este redată în figura 2.6), [39, 73] este îndepărtată de la măslinile de consum prin diverse metode, naturale (în saramură) sau prin tratament chimic.

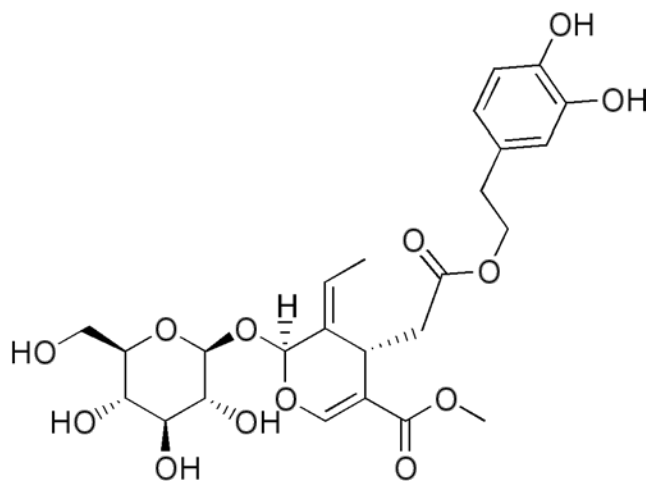


Fig. 2.6. Oleuropeina - structura chimică

## 26 Cap 2 Analiza problematicii procesului de sortare a măslinelor

---

Formarea uleiului în pulpa măslinei începe pe la mijlocul lunii iunie, însă conținutul de ulei este foarte mic (sub 1%). De la mijlocul lunii iulie apare tendința de creștere semnificativă a conținutului de ulei, atât în pulpă, cât și în nucleu, creștere care continuă până la atingerea gradului maxim de maturitate a măslinei [21].

În general, se pot stabili 4 faze de formare a uleiului în măslină [21, 30, 40, 49]:

1. Faza I, de progresie inițială, care este asociată cu progresul dezvoltării măslinelor, fază în care se formează o cantitate mică de ulei de măslină.
2. Faza II, în care se formează cea mai mare parte a uleiului.
3. Faza III, o fază statică, este caracterizată printr-o stagnare a conținutului de ulei, fază care coincide cu perioada de maturitate a fructelor de măslină.
4. Faza IV, faza de scădere a conținutului de ulei de măslină din pulpa măslinei, fază care coincide cu perioada de supra-maturitate.

Uleiul de măslină se obține din măslină presate la rece [15]. Este baza dietei mediteraneene, fiind cunoscut încă din antichitate. Homer caracteriza uleiul de măslină ca fiind „aurul lichid” datorită culorii specifice (figura 2.7), iar Hipocrate îi recunoștea proprietățile medicinale [21]].



Fig. 2.7. Uleiul de măslină

### 2.3 Analiza funcțională și structurală a procesului de sortare a măslinelor (PSM), în vederea optimizării

Sortarea este a doua etapă importantă în procesul de valorificare a produsului agricol, după etapa de recoltare, deoarece contribuie la creșterea calității produsului finit. În cazul măslinelor, sortarea trebuie realizată cât mai repede, imediat după recoltare, datorită faptului că măslinile se deteriorează/maturizează destul de rapid după recoltare [38, 49].

Sortarea măslinelor include etapele de identificare, de sortare și de depozitare intermediară, dacă este necesar.

Optimizarea procesului de sortare a măslinelor (PSM), este bazată pe o analiză asupra etapelor de informare, de sortare și de depozitare intermediară a măslinelor. Această analiză trebuie realizată înaintea procesului de sortare (figura 2.8).

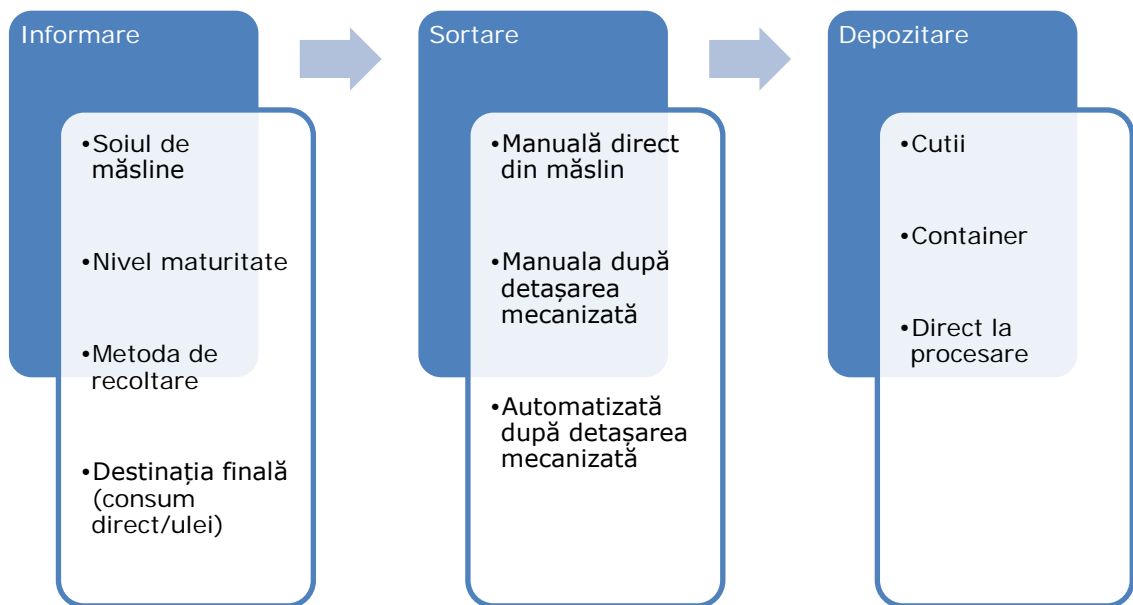


Fig. 2.8. Principiul funcțional al PSM

**Etapa de informare** (figura 2.9), urmărește toate elementele colectoare de informații utile, care influențează procesul de sortare a măslinelor.

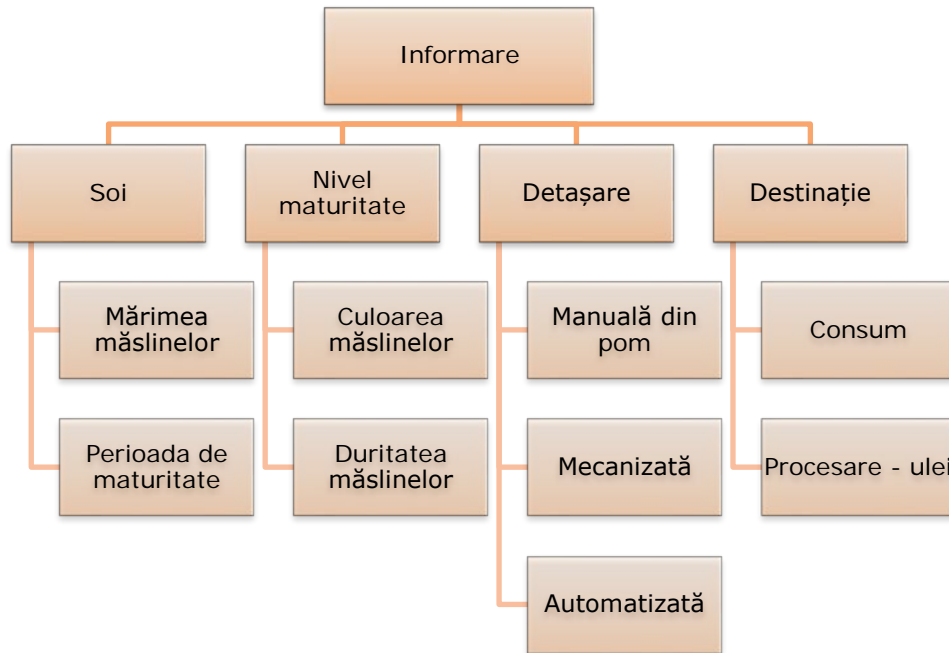


Fig. 2.9. Etapa de informare

Elementele cuprinse în etapa de informare au anumite cerințe particulare, după cum urmează [38, 49, 63, 99]:

- **Soiul măslinelor** oferă informații despre culoarea și mărimea măslinelor, dar și despre perioada optimă de recoltare;
- **Nivelul de maturitate** oferă informații despre culoare (verzi la începutul maturității, până la negre la finalul perioadei de maturitate, tabelul 2.2) și despre duritatea măslinelor (la o supramaturitate măslinile devin moi) [15];
- **Sortarea** este legată direct **de metoda de detașare**, astfel se poate realiza o detașare direct din măslin, realizată manual direct din pom, astfel se pot selecta și detașa măslinile de o anumită culoare, sau mecanizat/automatizat atunci când se detașează toate măslinile din măslin;
- **Destinația măslinelor** poate fi pentru consum, sortarea urmărește și calitatea măslinelor (măslinile să nu prezinte urme de lovituri), sau pentru obținerea uleiului și a altor forme de consum (sortare după culoare).

### 2.3 Analiza funcțională și structurală a procesului de sortare a măslinelor (PSM) 29

În privința măslinelor destinate consumului propriu-zis, se urmărește ca [5, 13, 14, 34, 86, 120]:

- o raportul dintre greutatea pulpei și greutatea sâmburelui să fie cât mai mare (7/1 sau chiar 10/1);
- o să prezinte o membrană cât mai subțire;
- o să aibă o pulpă sănătoasă care să nu-și modifice aspectul în timpul procesării;
- o să aibă un conținut scăzut de ulei (deoarece uleiul oxidează și măslinile devin râncede);
- o să aibă un conținut ridicat de zahăr (zahărul fiind necesar în timpul fermentației lactice);
- o să prezinte un aspect, o formă și o culoare a fructelor cât mai frumoase, uniforme.

*În general, relația pulpă-sâmbure este un criteriu important pentru evaluarea calitativă a unui soi de măsline.*

*Pe baza acestui criteriu, cu cât conținutul de pulpă este mai mare în comparație cu sâmburele său, cu atât este mai valoros.*

În ceea ce privește măslinile destinate procesării, în vederea obținerii uleiului, se urmăresc următoarele aspecte [14, 15, 25]:

- o se recomandă recoltarea lor atunci când încep să devină negre, deoarece la începutul perioadei de maturizare măslinile au cel mai mare conținut de ulei, precum și cea mai bună calitate a acestuia din punct de vedere nutrițional;
- o uleiul este mai parfumat la începutul perioadei de maturizare.

Prin intermediul acestei analize, se poate determina metoda de sortare cea mai eficientă, obținându-se astfel o creștere a productivității, precum și obținerea măslinelor de cea mai bună calitate, destinate atât pentru consumul propriu-zis cât și pentru procesare.

Tabel 2.2 Caracteristicile de calitate apreciate după culoarea măslinelor

| Caracteristicile măslinelor | Măsline Verzi  | Măsline care își schimbă culoarea  | Măsline negre       |
|-----------------------------|--|------------------------------------|---------------------|
| Organoleptice               | Amare și gust de iarbă cu caracteristici de necopt și proaspăt | Gust parțial fructos și ușor amare | Dulci               |
| Conținut de ulei            | Scăzut   | Mare                               | Maxim               |
| Antioxidanți                | Maxim  | Mare                               | Minim               |
| Rezistența după procesare   | Maxim  | Mare                               | Minim               |
| Culoare                     | Verzi, uleiul verzui   | Mov/maro, uleiul mai mult culori   | Negru, uleiul auriu |
| Prelucrare                  | Greoaie  | Normală                            | Ușoară              |
| Oleuropeină                 | >1000 μg   | >600 μg                            | <200 μg             |

**Etapa de sortare** (figura 2.10) include analiza metodelor de sortare, în vederea optimizării

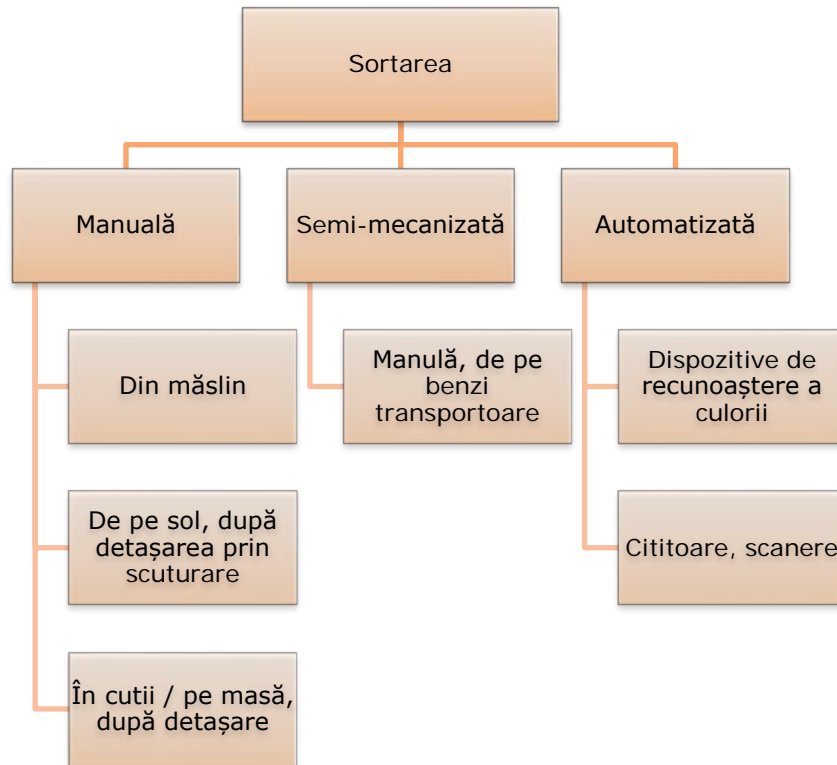


Fig. 2.10. Etapa de sortare

Elementele din etapa de sortare au anumite cerințe particulare și anume:

- Sortarea manuală este posibilă atunci când detașarea se realizează manual, direct din pom, astfel se detașează și sortează măslinile simultan și se depozitează direct în funcție de culoare și / sau calitate [48, 49, 63];
- Sortarea manuală se mai poate realiza și după o detașare mecanizată, când sunt culese direct de pe sol, sau atunci când sunt sortate de pe masă sau direct din spațiile de depozitare [48, 49, 63];
- Sortarea semi-mecanizată este realizată atunci când se folosesc benzi transportoare, caz în care sortarea se realizează manual de către operatorul uman [60, 81, 97, 118];
- Sortarea automatizată se realizează cu dispozitive speciale de recunoaștere a culorii sau de recunoaștere a imaginilor (scanere în timp real) [28].

**Etapa de depozitare** (figura 2.11) cuprinde o analiză a posibilităților de depozitare a măslinelor după sortare, în vederea optimizării.

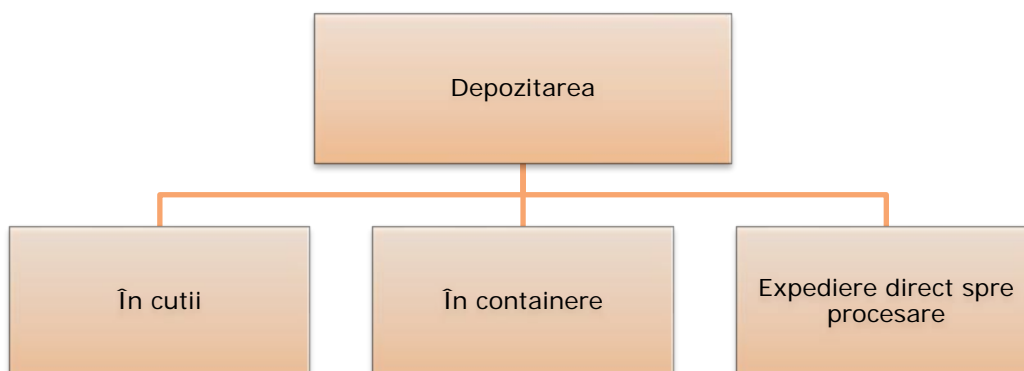


Fig. 2.11. Etapa de depozitare

Elementele utilizate în etapa de depozitare după sortare, trebuie să țină cont de anumite aspecte pentru a se evita contaminarea cu elemente patogene a măslinelor sau deteriorarea lor, sunt [101, 110, 113]:

- Cutii speciale, individuale pentru depozitarea separată a măslinelor de o anumită culoare;
- Containere speciale, în care se păstrează măslinile de o anumită culoare;
- Trimise spre procesare cu benzi transportoare sau alte mijloace, ținând cont de culoarea măslinelor selectate anterior.

## **2.4 Funcții și factori esențiali în procesul de sortare a măslinelor (PSM)**

În ultimii ani, a apărut o dezvoltare a sistemelor de sortare automatizate, dezvoltare datorată competitivității de pe piață, a lipsei forței de muncă și a creșterii consumului de alimente. Astfel, dacă până acum 20 de ani se folosea cu precădere sortarea manuală a măslinelor, în ultimii ani au fost dezvoltate o serie de sisteme speciale de sortare automată [28]. Aceste sisteme sunt încă în stadiul de dezvoltare/cercetare și sunt scumpe, fiind inaccesibile pentru marea majoritate a micilor dezvoltatori. În Grecia, marea majoritate a procesatorilor, dar și a cultivatorilor de măslini sunt reprezentați de micii dezvoltatori, din acest motiv cel mai des se folosește sortarea manuală.

### **2.4.1 Sortarea manuală**

Sortarea manuală este o metodă des întâlnită la sortarea măslinelor. Acest lucru se datorează faptului că este cea mai eficientă metodă din punct de vedere a calității măslinelor obținute. La această metodă nu se folosesc dispozitive mecanice, iar sortarea este realizată de operatorul uman. Această metodă este caracterizată prin faptul că operatorul uman „sortează” măslinile încă din pom sau imediat după detașare fiind una dintre cele mai eficiente metode de sortare. Această metodă necesită un timp foarte mare de sortare, iar dacă luăm în calcul și necesarul de operatori umani antrenați, devine, de cele mai multe ori, foarte costisitoare, din acest motiv nefiind considerată practic o soluție optimă.

#### **2.4.1.1 Sortarea manuală direct din pom**

Sortarea manuală direct din pom (figura 2.12) este o metodă foarte eficientă din punct de vedere calitativ. Prin această metodă se selectează-detașează-sortează-depoziționează măslinile direct din pom [40, 89]. Această operațiune se realizează după culoare, dimensiune și calitate, alegându-se cele mai bune măslini, după cerințele impuse, fără a mai fi necesară o altă operațiune de sortare. Deși această metodă este cea mai eficientă din punct de vedere a calității măslinelor obținute, ea este totodată și una foarte lentă.





Fig. 2.12. Sortarea manuală direct din pom

#### 2.4.1.2 Sortarea manuală de pe sol

Sortarea manuală de pe sol (figura 2.13) are avantajul că este mai rapidă față de sortarea direct din pom, dar aproape la fel de eficientă. Sortarea de pe sol este caracterizată prin faptul că sunt sortate măslinile care au ajuns la o maturitate suficientă, astfel încât să se detașeze prin scuturarea crengilor, evitând astfel selectarea măslinelor care nu sunt suficient de mature [40, 89]. Sortarea se face la sol, iar depozitarea măslinelor se face direct în cutii, după culoare și după cerințele impuse de destinația finală a măslinelor.



Fig. 2.13. Sortarea manuală de pe sol

#### **2.4.1.3 Sortarea manuală la centrul de colectare**

De multe ori în practică se realizează o sortare manuală la punctul de colectare/procesare a măslinelor. Această sortare se face direct din coș, lăzi, saci sau masă de lucru (figura 2.14). Această metodă de sortare este mult mai rapidă față de celelalte două metode de sortare [40, 89]. Are o eficiență relativ mare, însă principalul dezavantaj față de celelalte două metode îl constituie faptul că măslinile se pot deteriora după detașare, la depozitare sau în timpul transportului.



Fig. 2.14. Sortarea manuală la centrul de colectare

#### **2.4.1.4 Sortarea manuală de pe benzi transportoare**

Cea mai eficientă metodă manuală de sortare, din punct de vedere al consumului de timp și eficienței economice, este sortarea realizată de operatorul uman de pe benzile transportoare (figura 2.15). Măslinile sunt introduse într-un container, unde sunt curățate de frunze și crenguțe, după care sunt transportate pe niște benzi speciale de unde operatorul uman le sortează în funcție de culoare [40, 60, 61, 81, 97].



Fig. 2.15. Sortarea manuală de pe benzi transportoare

#### 2.4.2 Sortarea semi-mecanizată

Sortarea semi-mecanizată este tipul de sortare care se bazează pe sortarea automată/mecanizată după mărimea măslinelor precum și pe sortarea manuală după culoare. Schematic sortarea mecanizată după mărime a măslinelor este împărțită în trei zone distincte (figura 2.16) și anume: zona de eliminare a frunzelor, a crenguțelor și a altor obiecte terțe, spălare, urmată apoi de zona de ordonare și zona de sortare după mărime, în continuare, sortarea manuală realizându-se conform 2.4.1.3 (figura 2.14) sau 2.4.1.4 (figura 2.15).

Etapa preliminară de sortare după mărime a măslinelor, înainte ca măslinile să fie procesate sau depozitate spre procesare este importantă deoarece se pot elimina măslinile stricate și se pot sorta după mai multe dimensiuni [60, 61]. Astfel, se pot procesa măslinile de cea mai bună calitate (atât cele cu destinație pentru ulei, cât și cele cu destinație pentru consum).

Operația de sortare preliminară prezintă următoarele avantaje:

- Facilitează operația de sortare, îndeosebi operația de sortare după culoare;
- Eliminarea măslinelor deteriorate, ceea ce reprezintă un avantaj al operațiunii ulterioare;
- Eliminarea riscului de contaminare cu microorganisme patogene a măslinelor sănătoase de la cele deteriorate;
- Creșterea productivității.

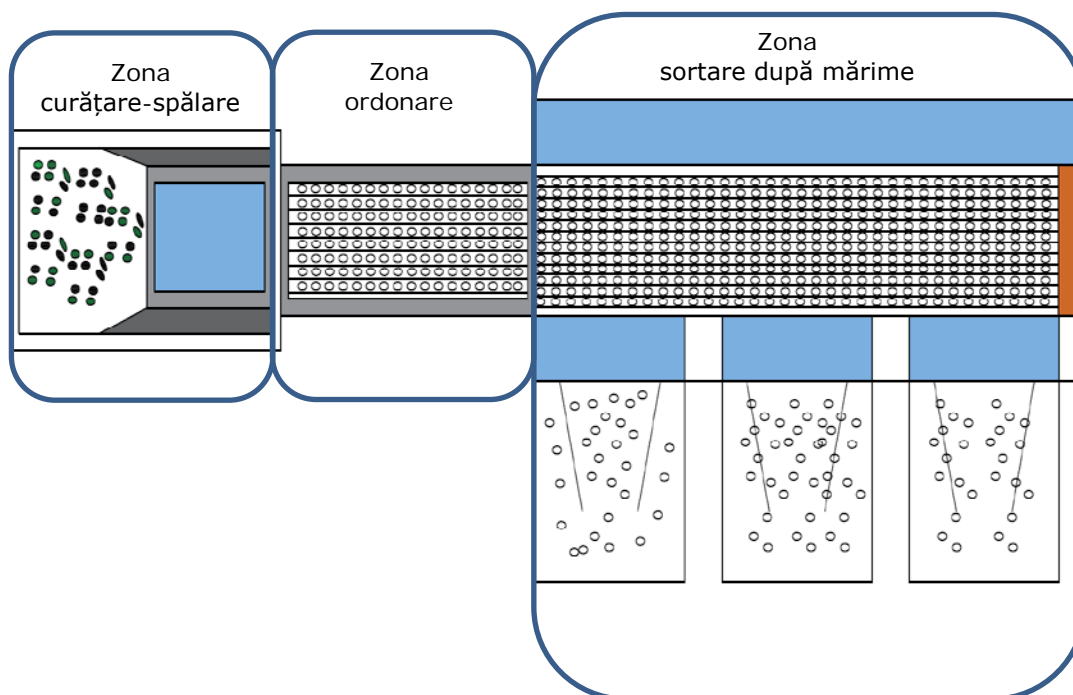


Fig. 2.16. Schema sortării mecanizate după mărime

### 2.4.3 Sortarea automatizată

Dezvoltarea sistemelor de sortare automatizată a apărut în ultimii ani ca o necesitate a cerințelor de pe piață: o productivitate cât mai mare și o calitate cât mai bună a produsului finit. Este bine cunoscut faptul că prin sortarea/prelucrarea pe baza diferenței de culoare a măslinelor, rezultă un gust diferit, mai bun, al uleiului de măsline, precum și faptul că măslinile destinate consumului propriu-zis au procese diferite de prelucrare față de cele destinate obținerii uleiului.

Astfel, în ultimii ani, au fost dezvoltate sisteme de sortare în funcție de culoarea produsului. În momentul de față se folosesc sistemele de sortare automată, dar și cele tradiționale, de sortare manuală. Nevoia de a îmbunătăți productivitatea și de a automatiza procesul de sortare a dus la apariția diverselor sisteme de sortare automată, în special acolo unde culoarea este un factor important pentru calitatea produsului. Cu toate acestea, în ciuda dezvoltării tehnologice, există încă ramuri industriale care utilizează sortarea manuală urmărind evitarea costurilor de operare și de întreținere ridicate, dar și a randamentului scăzut. O astfel de industrie este și industria măslinelor.

Din studiile proprii, în industria măslinelor nu s-a reușit identificarea unui sistem specializat, capabil să ofere rezultate practice satisfăcătoare fără costuri mari

de achiziție și de întreținere. Procesul de sortare a măslinelor fiind un proces complex, care implică numeroase echipamente automate și semiautomate, care au drept rezultat al procesului produsul final. În ultimii ani au fost dezvoltate echipamente cu o perspectivă promițătoare în sectorul recunoașterii produselor pe baza culorilor, cunoscute ca și separatoare de culoare sau sisteme de sortare optică.

Sistemul de sortare optică a măslinelor (după culoare), este un echipament automat care separă măslinile verzi de cele negre în mod independent, dar, totodată, are și capacitatea de a sesiza micile diferențe de culoare și tonalitate dintre măslinile de culoare similară, tonalitatea de bază fiind stabilită de operatorul uman. Sistemul de sortare optică poate fi în legătură și cu alte dispozitive sau componente cum ar fi cele de ambalat măslini [2, 41].

Principiul de funcționare a dispozitivului optic de sortare se caracterizează printr-o precizie mare și o sortare rapidă.

Acest principiu a apărut ca o necesitate de a acoperi nevoile de sortare și selecție din industria măslinelor. În practică, o soluție optică combină în mod adecvat tehnologiile convenționale de viziune și scanare pentru a rezolva provocările în materie de siguranță alimentară generate în cazul sistemelor cu o singură mașină [41, 94].

Aceste sisteme de sortare sunt încă în stadiul de dezvoltare și sunt costisitoare.

În principal sistemele de recunoaștere optică se bazează pe sistemele optice de scanare cum sunt cele dezvoltate de firma Multiscan (figura 2.17) [94].



Fig. 2.17. Dispozitiv de sortare automată

La aceste echipamente, principiul de funcționare constă în utilizarea unui scanner color performant (figura 2.18), care poate să „scaneze” în timp real [94].

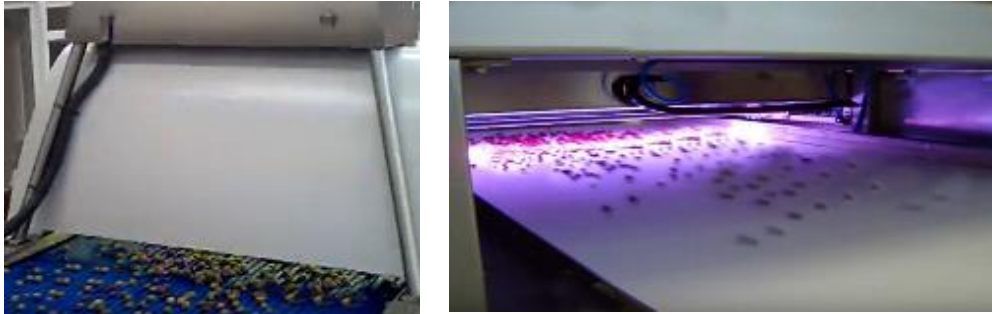


Fig. 2.18. Scanner color performant

Imaginile sunt analizate, în timp real, de un program specializat pe calculator (figura 2.19).

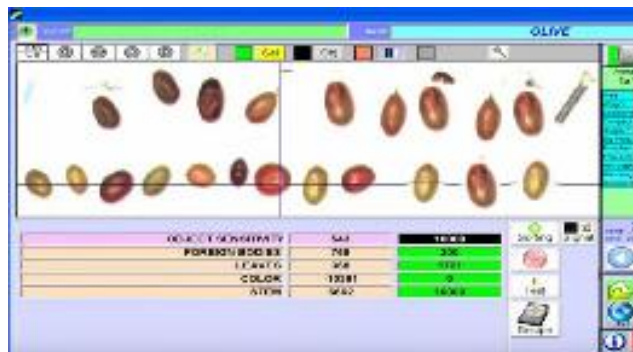


Fig. 2.19. Program specializat de analiză a imaginilor

În urma analizării imaginilor, măslinile sunt sortate după culoare și mărime. Acest dispozitiv are un randament bun atunci când este vorba de producție mare, iar micile erori (atât la măslinile verzi cât și la cele negre), nu pun în pericol calitatea produsul final, figura 2.20.



a-măsline verzi



b-măsline negre

Fig. 2.20. Aspecte fizice privind eroarea sortării (a- verzi; b-negre)

## 2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor actuale de sortare a măslinelor în Grecia

Calitatea uleiului de măslină obținut prin metoda de presare la rece este legată direct de caracteristicile măslinelor [20, 50]. Caracteristicile de performanță a sortării depind de soiul și nivelul de maturitate a măslinelor [20, 29]. Tendințele sistemelor actuale de sortare a măslinelor sunt orientate spre dezvoltarea sistemelor de inspecție și sortarea automată, bazate pe analiza computerizată a imaginilor preluate din poze sau imagini video captate. Analiza computerizată urmărește analiza în timp real a calității măslinelor și se poate baza pe diferențierea dintre soiurile de măslină.

Analiza critică a soluțiilor tehnice, dar și a sistemelor de sortare a măslinelor este un mijloc important de îmbunătățire a soluțiilor deja existente, dar și de generare a unor soluții noi, originale.

Această analiză include:

- Sisteme existente, de ultima generație;
- Sistemele frecvent utilizate;
- Sisteme sau metode mai vechi care se pot moderniza;
- Ansambluri sau părți utilizate pentru sortare.

### 2.5.1 Condițiile și obiectivele cercetării

Una dintre condițiile necesare pentru realizarea acestei părți a cercetării este analiza stadiului actual al sortării măslinelor. Această analiză este esențială pentru atingerea obiectivului principal și anume **optimizarea proceselor de sortare a măslinelor în scopul creșterii eficienței economice și a îmbunătățirii calității produsului final.**

Pentru atingerea obiectivului propus se impune:

- Un studiu asupra zonei/zonelor geografice de cercetare;
- O analiză asupra soiurilor de măslină;
- O analiză a culorilor măslinelor;
- Un studiu asupra morfologiei măslinelor;
- Analiza destinației măslinelor (consum/ulei);
- O analiză a principalelor metode de sortare folosite în Grecia.

### 2.5.2 Metodologia cercetării

#### 2.5.2.1 Prezentarea locației de cercetare

Analiza critică a soluțiilor tehnice precum și a sistemelor de sortare s-a desfășurat în livezile de măslini și în depozitele din imediata apropiere a acestora. Momentan, în România nu se cultivă măslini datorită temperaturilor foarte mici din timpul iernii. Dar, odată cu modificările climatice, este posibil ca într-o perioadă scurtă să apară (devina fezabilă) posibilitatea de cultivare a măslinilor și în țara noastră. Trebuie menționat că pe piață au apărut și soiuri rezistente la frig care momentan sunt în testare și la noi în țară.



## 2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor 41 actuale de sortare a măslinelor în Grecia

O zonă cu tradiție, foarte apropiată României unde sunt cultivați măslinii este Grecia. Astfel am ales Grecia ca zonă de studiu, (figura 2.21) [90].

Totodată, Grecia este unul dintre cei mai mari producători de măslini și de ulei de măslini din lume (locul 3 după Spania și Italia) și are o tradiție în domeniu încă din antichitate [83].

În Grecia se află un număr de aproximativ 190.000.000 măslini, din care trei sferturi se află sub formă de livezi în diferite zone ale Greciei, iar restul sunt în stare naturală. În Grecia au fost inventariate recent un număr de aproximativ 500.000 de livezi de măslini [64].



Fig. 2.21. Structura administrativa din Grecia

Această analiză a fost realizată în regiunile Macedonia (nordul Greciei, figura 2.22) și Thessalia (Grecia centrală, figura 2.23) [90], unde au fost preluate în studiu mai multe livezi de măslini, în anul 2017 (lunile Noiembrie și Decembrie) și 2018 (lunile Noiembrie și Decembrie). S-a ales perioada lunilor Noiembrie și Decembrie deoarece este perioada optimă de recoltare și sortare. Astfel, se poate studia și analiza procesul de sortare la mai multe firme/întreprinderi care au ca domeniu de activitate procesarea măslinelor.



Fig. 2.22. Regiunea Macedonia din Grecia

S-a ales regiunea din Macedonia deoarece am avut acces la realizarea acestui studiu de analiză, fiind la o distanță de aproximativ 800 km față de România – Timișoara, totodată fiind și o regiune reprezentativă în cultivarea și procesarea măslinelor, în toate variantele de procesare. Deși, în ansamblu, se cultivă toate cele trei tipuri de măslină (măslină pentru ulei, măslină pentru consum și măslină cu dublă destinație), trebuie ținut cont de faptul că, într-o livadă se cultivă un singur tip/soi de măslină, astfel sortarea se realizează doar după culoare și nu după soi și culoare.

În general livezile de măslini sunt de dimensiuni mici, de cele mai multe ori, nu ajung la 1 ha. Astfel, sunt dezvoltate multe întreprinderi familiale care se ocupă cu producția de ulei de măslină și producția de măslină de consum.



Fig. 2.23. Regiunea Thessalia din Grecia

Thessalia se află într-o zonă de câmpie, astfel cultivarea măslinului se face în zone plane, ceea ce ușurează recoltarea mecanizată, totodată fiind și singura zonă din Grecia unde recoltarea se face cu sisteme moderne de recoltare. Atât sistemele de recoltare mecanizată cât și cele moderne în momentul recoltării realizează detașarea măslinelor de diferite culori, ceea ce presupune, obligatoriu, o sortare eficientă.

În regiunea Thessaliei, lângă orașul Larissa exista o livadă de dimensiuni mari unde procesul de recoltare este mecanizat, iar livada de măslini este de tip cultură hiperintensivă, singura livadă din Grecia de acest gen. Astfel s-au studiat metodele de procesare și la o astfel de livada unde măslinile sunt recoltate mecanizat.

### 2.5.2.2 Analiza sistemului actual pentru sortarea măslinelor

Pentru o bună desfășurare a activității de cercetare, precum și identificarea și culegerea informațiilor precise asupra stadiului actual, în vederea optimizării, am realizat (figura 2.24) metodologia analizei sistemului actual de sortare.

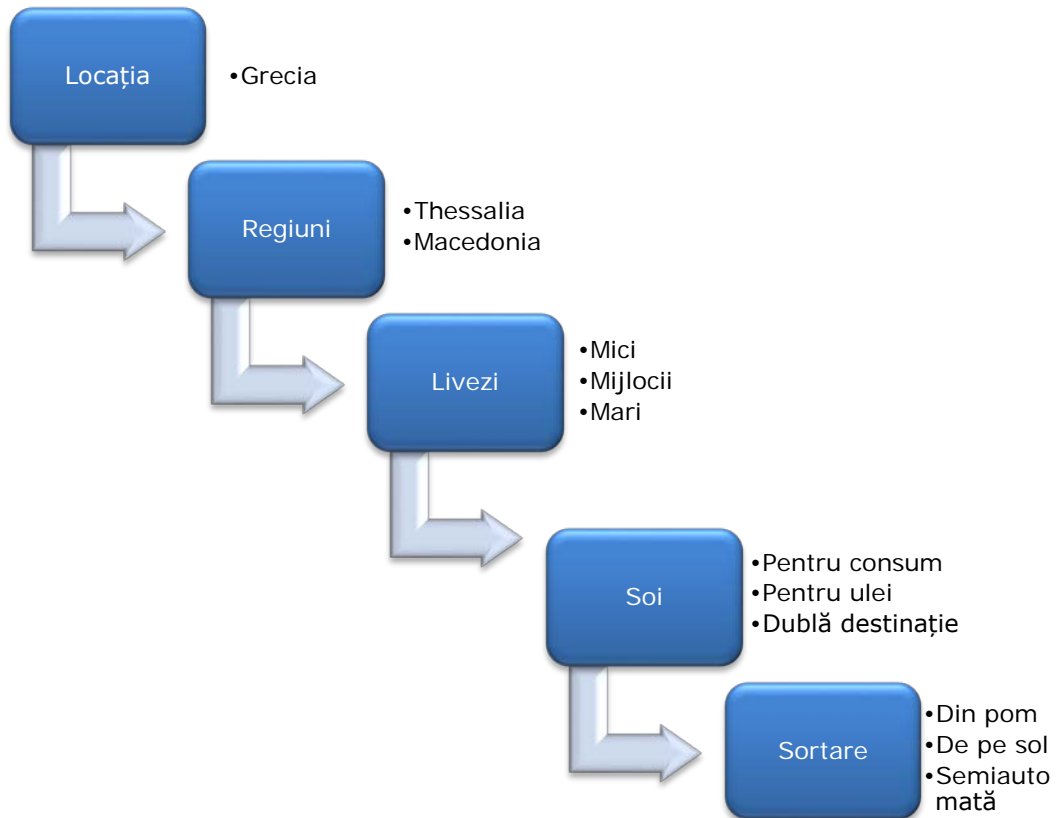


Fig. 2.24. Algoritmul metodologiei de cercetare

Ca locație de cercetare a fost aleasă Grecia, în primul rând datorită faptului că este unul dintre cei mai importanți cultivatori și producători de măslini din lume, iar în al doilea rând din cauza distanței accesibile față de România, având o producție bazată, cu precădere, pe stilul tradițional.

Regiunile alese sunt regiuni cu o tradiție bogată în cultivarea măslinelor, fiind o zonă cu multe livezi de măslini.

Studiul asupra livezilor este important deoarece ne oferă informații despre mărimea lor, ceea ce implică modalitatea de recoltare și metoda de sortare aplicată.

## 2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor 45 actuale de sortare a măslinelor în Grecia

Studiul asupra soiurilor de măslină cultivate este realizat pentru a determina destinația finală a acestora: de procesare în ulei, cu dublă destinație (ulei-consum) sau doar pentru consum.

În ultima fază, se analizează metodele actuale de sortare, precum și necesitățile sortării, în vederea optimizării procesului de sortare.

Pe baza acestei metodologii, a fost realizată o analiză pe un număr de 125 de livezi de măslini și peste 85 de centre de colectare-sortare-procesare a măslinelor, acoperind zona de nord a Greciei, figura 2.25 [82].

În cadrul acestei etape a cercetării s-a urmărit identificarea modalităților actuale de sortare, precum și parcurgerea întregului proces tehnologic parcurs de măslină, de la recoltarea din pom și până la ambalare (indiferent dacă este vorba de măslină de consum sau de cele destinate obținerii uleiului) pentru a înțelege mai bine necesitățile sistemului de sortare.

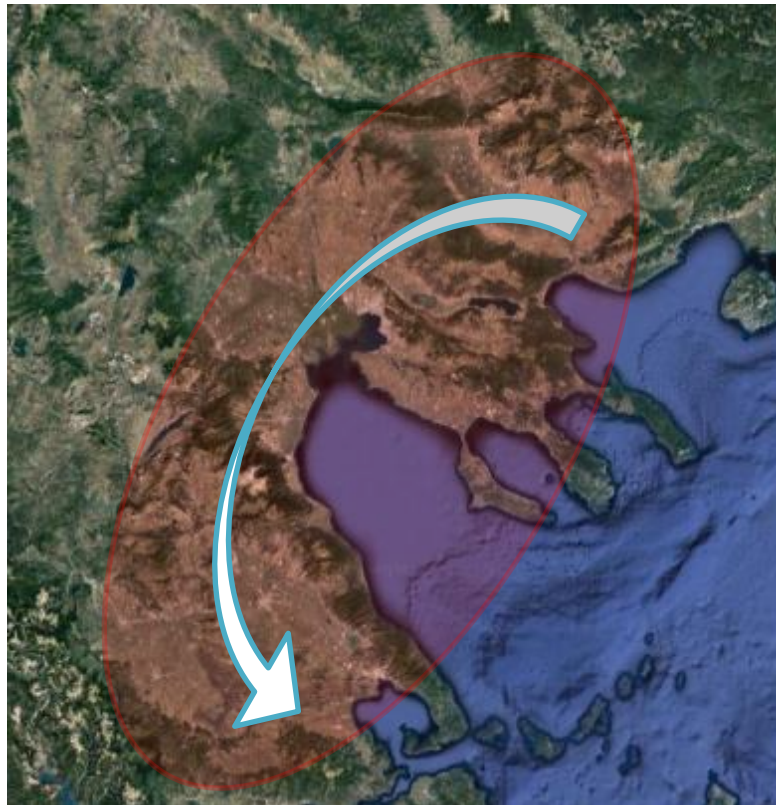


Fig. 2.25. Zona de studiu

La fiecare livadă de măslini s-a urmărit soiul de măslină, modalitatea de sortare și dacă există o influență între ele.

### 2.5.3 Prezentarea rezultatelor cercetării

În tabelul 2.3 și Anexa 1 sunt prezentate rezultatele analizei sortării.

Tabel 2.3 Analiza sortării

| Livada | Dimensiune mp | Modalitate sortare                                 | Sortare  | Soi măslina                        |
|--------|---------------|--|--|------------------------------------|
| 1      | 5443          | La depozit   | Manuala  | Ulei                               |
| 2      | 24011         | La depozit   | Semiautomata                                   | Consum                             |
| 3      | 1312          | Fața locului                                       | Manuala  | Consum                             |
| 4      | 19968         | La depozit   | Manuala  | Hibride                            |
| 5      | 15185         | La depozit   | Manuala  | Hibride                            |
| .      |               |  |  |                                    |
| .      |               |  |  |                                    |
| .      |               |  |  |                                    |
| 125    | 18585         | La depozit   | Manuala  | Hibride                            |
| Medie  | 12637.552     | La depozit 109<br>Fata locului 13<br>Nu necesita 3 | Manuala 99<br>Semiautomata 23<br>Nu necesita 3 | Ulei 29<br>Hibride 42<br>Consum 54 |

Rezultatele acestei analize ne arată faptul că, în această zonă, predomină soiul de măslina cu destinație pentru consumul propriu-zis (fructul fiind mai mare) urmat de celelalte soiuri hibride, hibride fiind denumite generic măslina cu dublă destinație (pentru ulei și pentru consum). Astfel, soiurile de consum și cele hibride reprezintă un total de 77% din capacitatea livezii, pe când doar un procent de 23% îl reprezintă măslina cu destinație pentru ulei, figura 2.26. Aceste cercetări au arătat faptul că indiferent de soiul de măslina, pentru obținerea unor produse de o calitate superioară, care să ofere competitivitate pe piața de consum, în continuarea procesului tehnologic este necesar să se introducă și faza de sortare a măslinelor.

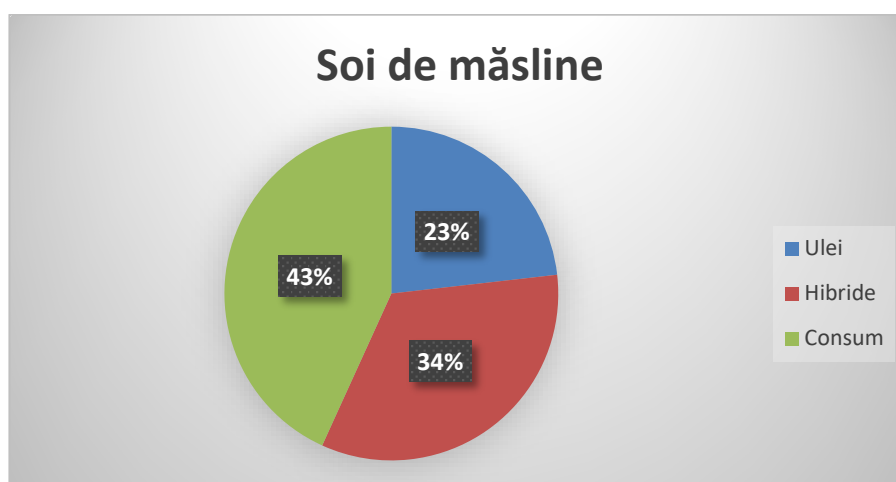


Fig. 2.26. Soi de măslina

## 2.5 Studiu practic privind analiza critică a soluțiilor tehnice și a sistemelor 47 actuale de sortare a măslinelor în Grecia

Din analiza în teren s-a constatat că, doar în trei cazuri nu a fost necesară realizarea operației de sortare a măslinelor, fiind vorba de măslinile a căror destinație este obținerea uleiului, ulei căruia nu i s-a impus o calitate premium. În toate celelalte cazuri, sortarea se realizează manual (figura 2.27), ori la fața locului, ori la un depozit (propriu sau un centru de colectare-procesare), existând și 2% cazuri când sortarea nu este necesară. Momentan nu sunt utilizate dispozitive automate de sortare. Principalele cauze pentru care nu se utilizează astfel de dispozitive sunt:

- Lipsa de informare;
- Costul foarte mare al unui astfel de dispozitiv.

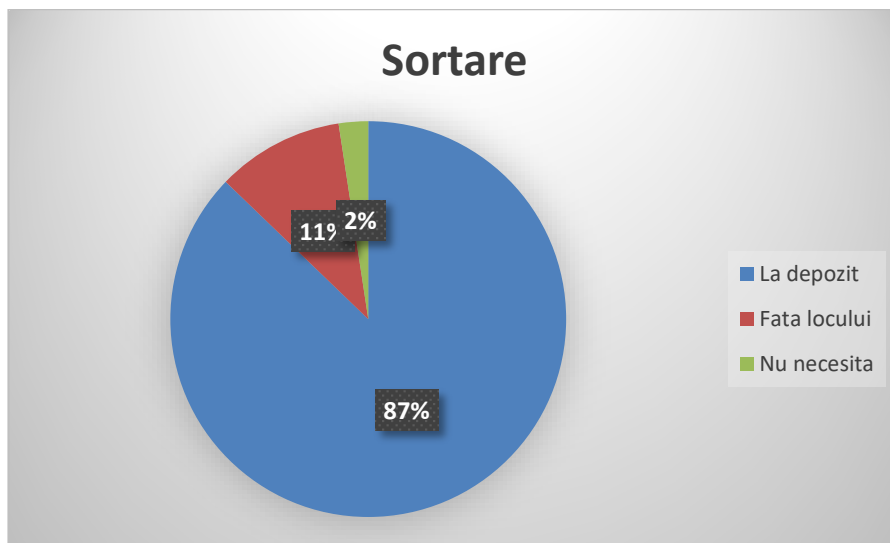


Fig. 2.27. Sortare

În momentul în care sortarea se realizează la un depozit, atunci putem întâlni două metode de sortare (figura 2.28), una manuală de pe masa de lucru și una semiautomată, tot prin selecție manuală, dar de pe banda transportoare, existând și 3% cazuri când sortarea nu este necesară (statistic nesemnificativ).

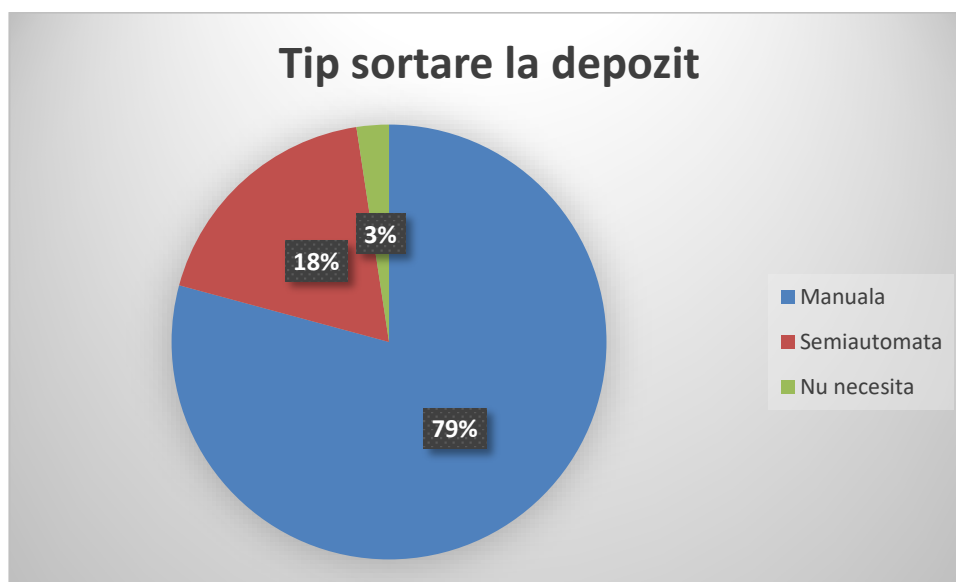


Fig. 2.28. Tip sortare la depozit după recoltare

După etapa de recoltare măslinile trebuie sortate (verzi și negre) sau procesate cât mai curând posibil [80]. Acest lucru trebuie făcut deoarece măslinile continuă să se maturizeze chiar și după ce au fost recoltate [4, 52].

Din această analiză, am constatat faptul că sortarea măslinelor are o importanță deosebită în procesul tehnologic atât pentru obținerea măslinelor destinate consumului cât și pentru cele destinate obținerii uleiului de măsline. În 98% din cazuri este necesară o sortare după culoare.

Acest lucru se datorează celor două rațiuni importante, și anume:

- Măslinile de consum trebuie sortate după culoare datorită faptului că măslinile verzi au un conținut ridicat de oleuropeină, iar procesul de prelucrare este diferit față de cel al măslinelor negre;
- Concurența și cerințele pieței de consum, care în ultimii ani au cunoscut o creștere semnificativă în cazul produselor BIO, precum și a produselor de o calitate superioară (premium).

Astfel, în ultimii ani, s-a pus tot mai mult accentul pe sortarea măslinelor, chiar și atunci când este cazul producției de ulei.

Procesul tehnologic de valorificare a măslinelor (figura 2.29), constă în culesul măslinelor, după care măslinile sunt transportate la locația de procesare. În foarte puține cazuri (2-3%), nu a fost realizată etapa de sortare și s-a trecut direct la procesarea măslinelor în ulei. La locația de procesare măslinile sunt sortate, după culoare, indiferent de soi sau destinația măslinelor.

După etapa de sortare urmează etapele de procesare în vederea obținerii măslinelor destinate consumului propriu-zis, precum și a uleiului.



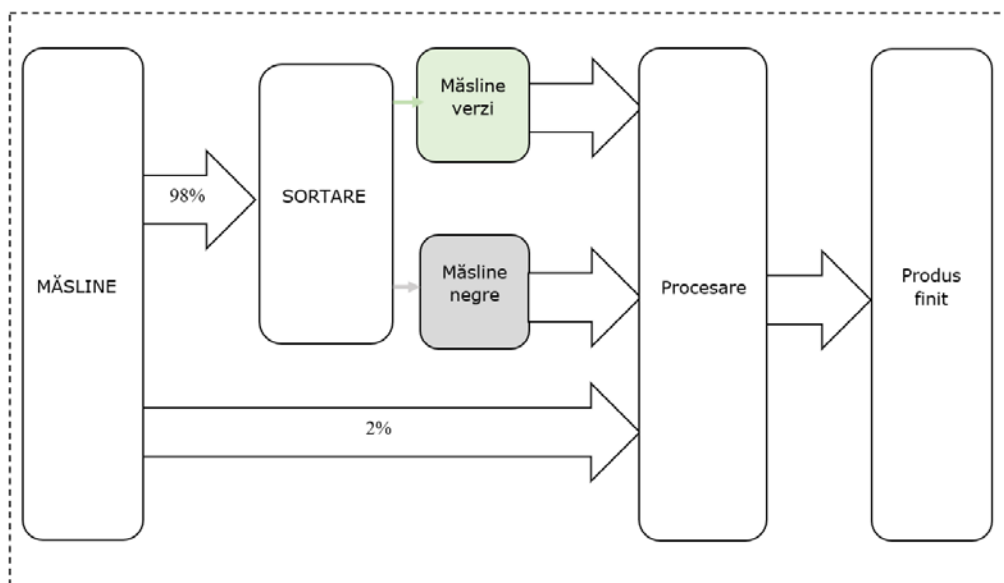


Fig. 2.29. Schema integrării procesului tehnologic de sortare în procesul general de valorificare a măslinelor

## 2.6 Concluzii privind procesul de sortare

Concluziile analizei efectuată asupra modalităților de sortare a măslinelor din Grecia, din zona Macedonia și Thessalia, au reliefat următoarele:

- Marea majoritate a livezilor sunt mici, de ordinul a 1000-2500 mp;
- Sortarea se realizează la fața locului, în livadă (figura 2.30-marcajele cu roșu), sau în incinta unui depozit (figura 2.30-marcajul cu albastru), depozit care poate deservi mai multe livezi (a aceluiași proprietar sau un colectiv de proprietari);
- Cel mai des se întâlnește metoda de sortare manuală, imediat după ce măslinile au fost scuturate, această sortare făcându-se în depozit;
- Sortarea este executată manual chiar de culegători sau de un alt personal;
- După sortare începe procesul de valorificare alimentară a măslinelor în depozitul respectiv, iar sortarea reprezintă cea mai importantă etapă a acestui proces;
- Uneori, după sortare, sunt implicate firme terțe care să se ocupe de procesarea măslinelor;
- Sporadic măslinile culese sunt vândute mai departe la procesatori fără a mai fi sortate.

Figura 2.30 este o imagine reprezentativă a livezilor de măslini din Grecia, mai exact din Macedonia, regiunea Halkidiki.

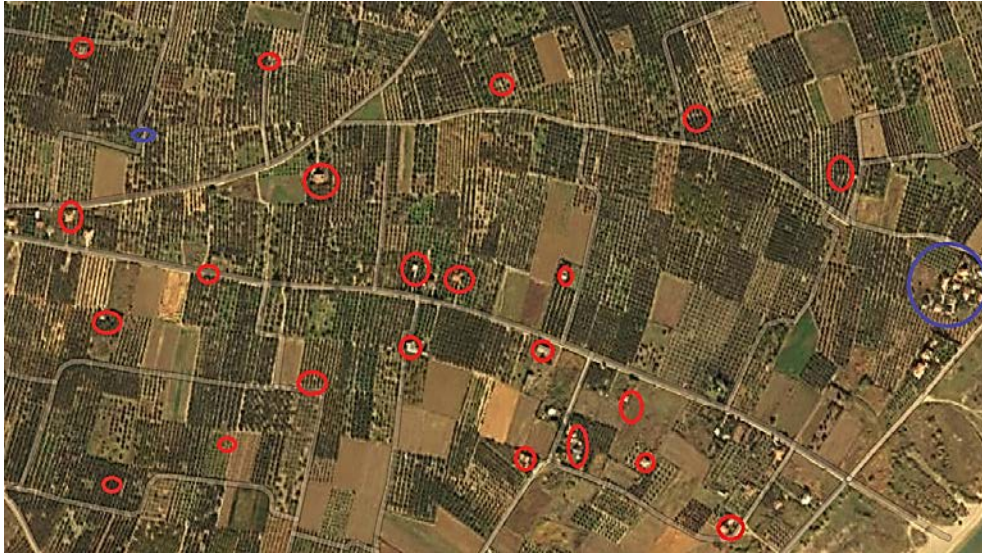


Fig. 2.30. Repartizarea livezilor de măslini și a depozitelor de procesare în Halkidiki

### **3. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND CONCEPEREA UNUI MODEL EXPERIMENTAL AL ECHIPAMENTULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR**

#### **3.1 Obiectivele cercetării**

Obiectivele cercetării sunt generate pe studiul realizat asupra sortării măslinelor în diferite centre de producție din Grecia.

Principalul obiectiv al acestei etape de cercetare este conceperea unui model experimental de sortare optică a măslinelor.

Obiectivele secundare sunt date de analiza valorii sortării pentru fiecare tip de sortare în parte și o analiză asupra principalelor elemente tehnologice și constructive care alcătuiesc modelul experimental de sortare optică a măslinelor.

*Planul modelului experimental propus, este bazat pe studiul diferitelor modalități de sortare, a diferitelor soluții de îmbunătățire a acestora și prin implementarea modelului experimental propus în sortarea măslinelor dacă este posibil.*

*Prin intermediul acestor cercetări, vor fi stabilite cele mai importante avantaje și dezavantaje care definesc procesul de sortare.*

*Concomitent, se va analiza tot procesul de sortare care ar putea conduce la creșterea calitativă, dar și cantitativă a măslinelor destinate consumului propriu-zis și a celor destinate obținerii uleiului de măsline.*

#### **3.2 Stabilirea elementelor conceptuale pe baza analizei valorii**

Analiza valorii asupra procesului de sortare a măslinelor a fost realizată în scopul identificării datelor tehnice și economice care pot îmbunătăți procesul de sortare.

În această parte a cercetării studiem și analizăm costul procesului de sortare și rentabilitatea procesului de sortare.

Analiza valorii a fost aplicată, în parte, tuturor metodelor actuale de sortare întâlnite în Grecia și anume:

- Sortarea manuală direct din pom;
- Sortarea manuală de pe sol;
- Sortarea manuală în depozit;
- Sortarea semiautomată de pe benzi transportoare.

Pentru această analiză s-a folosit media datelor centralizate în tabelul 2.3 – Anexa 1 și anume producția dată de o livadă de măslini cu o suprafață de 1.2 ha, având un număr de 500 de măslini, cu o producție anuală de 30.000 kg de măsline.

## 52 Cap 3 Cercetări privind conceperea și realizarea unui model experimental al echipamentului de sortare optică a măslinelor

Pentru elaborarea modelului de calcul generalizat se pornește de la ecuația costului sortării ( $C_s$ ), care este dată de formula:

$$C_s = \tau_s * Nr_z * C_z + \frac{Ech_a}{DV_{Ech}} \quad (1)$$

Unde:

- $\tau_s$  – Timpul necesar sortării, exprimat în zile de lucru;
- $Nr_z$  – Număr de zilieri;
- $C_z$  – Cost zilier = 50 euro pe zi (10 ore de lucru/zi) [74];
- $Ech_a$  – Echipamente auxiliare [59, 77, 78] (funcție de metoda de sortare);
- $DV_{Ech}$  – Durata de viață a echipamentelor, exprimată în ani, perioadă minimă preconizată [59, 77].

Ecuația timpului necesar sortării ( $\tau_s$ ) pentru toată producția se calculează:

$$\tau_s = \frac{Pr}{R_z * Nr_z} \quad (2)$$

- $R_z$  – randamentul unui ziler este în funcție de metoda de sortare și este dat pe zi de lucru;
- $Nr_z$  – număr de zilieri;
- $Pr$  – Producția, o calculăm pornind de la media ariei livezilor studiate (tabelul 2.3 – Anexa 1) care este de 1,2 ha, ceea ce înseamnă un număr de aproximativ 500 de măslini, un măslin poate produce, în medie, 60 kg de măslini, astfel că avem o producție de 30.000 kg de măslini.

### 3.2.1 Analiza valorii la sortarea manuală direct din pom

Costurile sortării manuale, direct din pom nu sunt mari. Pentru sortarea direct din pom avem nevoie de un operator uman care să cunoască „calitatea” măslinelor.

Această metodă de sortare este prezentă încă din antichitate și până în zilele noastre, fiind totodată și cea mai veche metodă de sortare. Această metodă de sortare este ideală din punct de vedere a calității măslinelor sortate, putând oferi produse de calitate superioară.

Prin această metodă de sortare se pot obține măslini de cea mai bună calitate, atât negre, cât și verzi fiind ideală pentru măslinile destinate consumului propriu-zis, deoarece este eliminată vătămarea măslinelor în timpul recoltării precum și a sortării.

Pentru a calcula costul total al sortării măslinelor, folosind metoda de sortare manuală direct din pom, avem nevoie să determinăm mai întâi atât randamentul zilierului cât și costul echipamentelor auxiliare.

Ca și echipamente auxiliare se folosesc: plasă de umăr (2 bucăți, una pentru măslinile verzi și una pentru măslinile negre), coș de plastic (minim 2 coșuri, unul pentru măslinile verzi și unul pentru măslinile negre). Prețul unei plase fiind cuprins între 1 și 8 euro (un preț mediu de 4 euro/bucată), iar prețul unui coș de plastic fiind cuprins între 6 și 10 euro (un preț mediu de 8 euro/bucată), ambele echipamente având o speranță de lucru de minim 2 ani [55, 56, 102, 103].

Randamentul unui culegător-sortator fiind de 10 kg de măslina/oră x 10 ore de lucru/zi (aproximativ 2000 de măslina), iar pe întreaga zi fiind de 100 kg.

Astfel, calculăm timpului necesar sortării pentru un zilier (2):

$$\tau_s = \frac{30.000}{100 * 1} = 300 \text{ zile}$$

Iar ecuația costului sortării (1) se calculează:

$$C_s = 300 * 1 * 50 + \frac{(2 * 4 + 2 * 8)}{2} = 15.012 \text{ euro}$$

Iar costul per kg este  $15012/30000=0,50$  euro

### 3.2.2 Analiza valorii la sortarea manuală de pe sol

Costurile sortării manuale de pe sol sunt asemănătoare cu cele întâlnite și la metoda de sortare direct din pom. La fel și la această modalitate de sortare este nevoie de un operator uman care să cunoască „calitatea” măslinelor.

Și această metodă de sortare este folosită tot din antichitate și se regăsește și în zilele noastre.

Timpul de lucru este ceva mai mic, față de metoda anterioară, datorită faptului că sortatorul nu trebuie să culegă măslina, nici să se urce pe scară, ci le sortează direct de pe sol.

Pentru buna desfășurare a acestei metode, avem nevoie de următoarele echipamente auxiliare: plasă specială de protecție și coșuri de plastic.

Pentru a se evita o eventuală deteriorare a măslinelor care cad din pom, după scuturare, este necesar să se utilizeze o plasă specială de protecție.

Prețul plasei speciale pentru sol se află cuprins între 60 și 80 euro (un preț mediu de 70 euro/bucată), iar prețul unui coș de plastic fiind între 6 și 10 euro (un preț mediu de 8 euro/bucată), echipamentele utilizate au o durată de întrebuințare de minim 3 ani de lucru [55, 56, 102, 103].

La această metodă de sortare randamentul unui culegător-sortator fiind de 15 kg de măslina/oră x 10 ore de lucru/zi (aproximativ 3000 de măslina), iar pe întreaga zi fiind de 150 kg.

Astfel calculăm timpului necesar sortării pentru un zilier (2):

$$\tau_s = \frac{30.000}{150 * 1} = 200 \text{ zile}$$

Iar ecuația costului sortării (1) se calculează:

$$C_s = 200 * 1 * 50 + \frac{(70 + 2 * 8)}{3} = 10.028 \text{ euro}$$

Iar costul per kg este  $10028/30000=0,33$  euro

### 3.2.3 Analiza valorii la sortarea manuală la depozit

Sortarea manuală la depozit este realizată de către un operator uman care cunoaște „calitatea” măslinelor.

Această metodă este des întâlnită în zilele noastre, în mod special acolo unde detașarea măslinelor se face mecanizat, iar datorită volumului mare de măslini operația de sortare se desfășoară mai ușor în incinta unui depozit.

Timpul de lucru este mai mic față de metoda anterioară datorită faptului că sortatorul lucrează pe bancuri sau mese având o poziție de lucru mult mai puțin oboșitoare.

Prețul bancului de lucru este între 80 și 120 euro (un preț mediu de 100 euro/banc), iar prețul unui coș de plastic fiind între 6 și 10 euro (un preț mediu de 8 euro/bucată), cu o perioadă de minim 3 ani de utilizare [88].

Randamentul unui culegător-sortator atunci când folosește un banc de lucru este de 20 kg de măslini/oră x 10 ore de lucru/zi (aproximativ 4000 de măslini), iar pe întreaga zi fiind de 200 kg.

Astfel calculăm timpul necesar sortării pentru un zilier (2):

$$\tau_s = \frac{30.000}{200 * 1} = 150 \text{ zile}$$

Iar ecuația costului sortării (1) se calculează:

$$C_s = 150 * 1 * 50 + \left( \frac{100 + 2 * 8}{3} \right) = 7.538 \text{ euro}$$

Iar costul per kg este 7538/30000=0,25 euro

### 3.2.4 Analiza valorii la sortarea semiautomată

Sortarea semiautomată la depozit, este una dintre cele mai bune metode de sortare datorită faptului că se pot combina mai multe operații în același timp cum ar fi: curățarea de frunze, spălarea sau sortarea după mărime a măslinelor.

Metoda sortării semiautomate se întâlnește la depozitele mai mari de măslini și acolo unde volumul de muncă este mare.

Această metodă oferă o scădere semnificativă a timpului de lucru, ceea ce reflectă o creștere a volumului de muncă.

Prețul unui dispozitiv de sortare pornește de la 1600 de euro putând să ajungă până la 10000 de euro funcție de complexitatea utilajului (un preț mediu de 5800 euro/utilaj), având o garanție și service inclus pentru 5 ani de zile [67].

Randamentul unui culegător-sortator atunci când deservește un utilaj de sortare este de 100 kg de măslini/oră x 10 ore de lucru/zi (aproximativ 20000 de măslini), iar pe întreaga zi fiind de 1000 kg.

Astfel calculăm timpul necesar sortării pentru un zilier (2):

$$\tau_s = \frac{30.000}{1000 * 1} = 30 \text{ zile}$$

Iar ecuația costului sortării (1) se calculează:

$$C_s = 30 * 1 * 50 + \frac{5800}{5} = 1500 + 1160 = 2.660 \text{ euro}$$

Iar costul per kg este  $2660/30000=0,08$  euro

În tabelul 3.1 sunt comparate costurile utilajelor necesare sortării și a productivității în funcție de metodele de sortare și se poate concluziona că sortarea manuală are un cost al utilajelor nesemnificativ, dar are și o productivitate foarte mică.

Sortarea automată are o productivitate mare, dar are și un cost foarte ridicat a utilajelor necesare sortării și încă este în faza de cercetare.

Idealul ar fi o sortare automată cu un cost al utilajului scăzut și cu o productivitate cât mai crescută.

Tabel 3.1 Comparatie a costurilor utilajelor și a productivității în funcție de metoda de sortare

| Tip sortare              | Productivitate măslinae sortate/oră [kg] | Cost per personal deservire / zi de lucru [€] | Cost utilaje [€] |
|--------------------------|--|---|------------------|
| Manuală direct din pom   | 10                                       | 50  | 24               |
| Manuală direct de pe sol | 15                                       | 50  | 86               |
| Manuală la depozit       | 20                                       | 50  | 116              |
| Semi-automată            | 100                                      | 50  | 5800             |
| Automată                 | 1000                                     | 50  | ?                |

În tabelul 3.2 este prezentată o comparație a metodelor actuale de sortare. Din care se poate concluziona că metodele manuale sunt lente, dar și costisitoare prin faptul că trebuie angajat un număr mai mare de personal.

Tabel 3.2 Comparatie a metodelor de sortare

| Tip sortare              | Avantaje  | Dezavantaje   |
|--------------------------|---|---|
| Manuală direct din pom   | Fără pierderi*<br>Calitate superioară             | Lentă<br>Costisitoare   |
| Manuală direct de pe sol | Calitate superioară                               | Lentă<br>Costisitoare<br>Pierderi**                             |
| Manuală la depozit       | Calitate superioară                               | Lentă<br>Costisitoare<br>Pierderi**                             |
| Semi-automată            | Calitate superioară<br>Productivitate acceptabilă | Cost ridicat a utilajelor<br>Necesită personal pentru sortare   |
| Automată                 | Calitate acceptabilă<br>Productivitate bună       | Necesită o sortare suplimentară<br>Încă în stadiul de cercetare |

\* Sortarea se face direct din pom, se ia măslina care îndeplinește cerințele

\*\* Sortarea se face din măslinale culese prin scuturare (mai pot fi frunze, crengi și măslina care nu îndeplinesc standardele impuse de producător) cea ce necesită operații în plus

56 Cap 3 Cercetări privind conceperea și realizarea unui model experimental al echipamentului de sortare optică a măslinelor

Din analiza valorii realizată la operația de sortare putem întocmi un tabel centralizator, tabelul 3.3, între metodele de sortare și eficiența lor (pe o recoltă anuală de 30.000 kg măslină).

Aceste valori de sortare, pe lângă criteriile de calcul prezentate, sunt influențate și de mai mulți factori precum: soiul, recolta anuală, operatorul uman, cost recoltare etc., cu toate acestea acești factori nu modifică semnificativ costul sortării.

Tabel 3.3 Tabel centralizator a analizei valorii sortării/an recoltă  
COST – euro (€)

| Tipul sortării   | Presortare       |                        | Sortare                    |                            |                     | Cost Total*<br>€ |
|------------------|------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|------------------|
|                  | Cost recoltare** | Cost personal auxiliar | Zile necesare / 1 operator | Cost sortare***            |                     |                  |
|                  |                  |                        |                            | Cost sortare anual/recoltă | Cost sortare per Kg |                  |
| Direct din pom   | 0                | 0                      | 300                        | 15012                      | 0,50                | 15012            |
| Direct de pe sol | 0-150            | 50                     | 200                        | 10028                      | 0,33                | 10078-10228      |
| Manual depozit   | 150-100.000      | 50                     | 150                        | 7538                       | 0,25                | 7738-107588      |
| Semi-automată    | 30.000-150.000   | 50                     | 30                         | 2660                       | 0,08                | 32660-152660     |

\*Costul total=Cost recoltare+Cost personal auxiliar+Cost sortare

\*\*Cost recoltare-valoarea minimă și valoarea maximă posibilă

\*\*\*Cost sortare calculată cu valoarea medie a echipamentelor auxiliare

Factorii care modifică semnificativ valoarea procesului de sortare sunt factorii operației de presortare, din tabelul 3.3 costul recoltării plus costurile auxiliare. Cel mai important factor al presortării, fiind procesul de recoltare, iar costul procesului de recoltare crește atunci când recoltarea se realizează mecanizat sau automatizat (după valoarea utilajelor) după cum este prezentat în diagrama comparativă între costurile sortării și costurile recoltării plus costul sortării, figura 3.1.



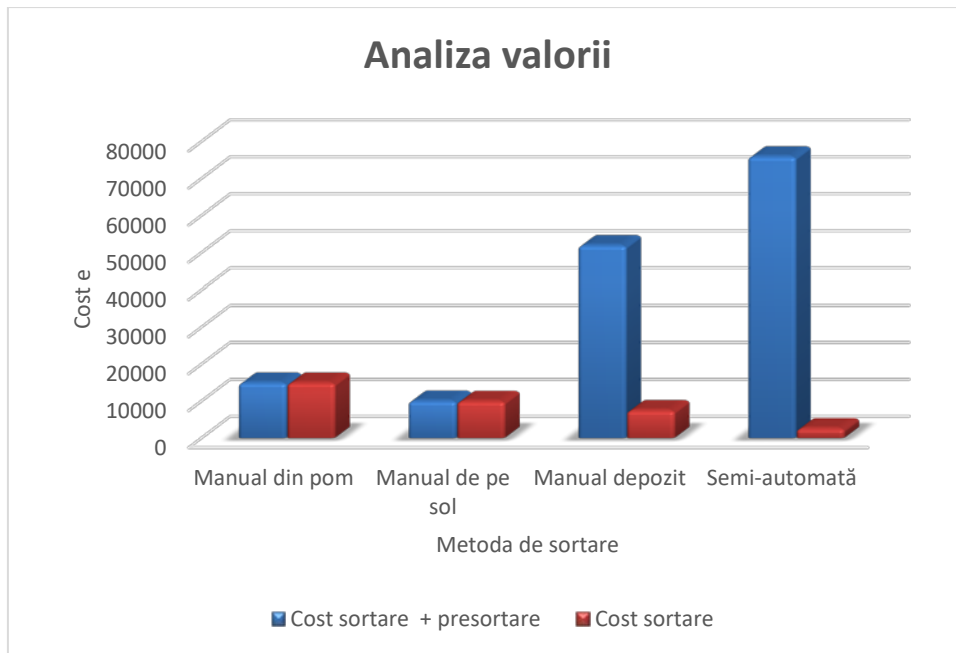


Fig. 3.1. Diagramă comparativă a analizei valorii

### **3.3 Calculul principalelor elemente tehnologice și constructive**

#### **3.3.1 Elemente introductive**

Realizarea unui dispozitiv de sortare automată necesită un element optic de recunoaștere a imaginii sau de recunoaștere a culorii. Dispozitivele care se bazează pe recunoașterea imaginii sunt foarte scumpe și necesită un calculator (cu procesor puternic cu placa grafică performantă și memorie RAM) care să proceseze și să compare imaginile, în timp real, cu o imagine etalon sau cu un set de imagini etalon.

Dispozitivele care se bazează pe recunoașterea culorii sunt mai simple, nu necesită o dotare atât de performantă din punct de vedere tehnologic și se bazează, în principal, pe calitatea dispozitivului de recunoaștere a culorii folosit. În deosebi, aceste dispozitive pot avea un randament bun în ceea ce privește operațiunea de sortare, acolo unde culoarea joacă un factor important la determinarea gradului de maturitate (coacere) a fructelor sau a legumelor (roșii, cireșe, banane, mango, măsline etc.).

Măslinile, după cum s-a arătat în capitolele anterioare, când încep să se maturizeze au o culoare verde, iar la finalul maturității o culoare închisă spre negru. Astfel, la acest studiu experimental, ne vom axa asupra determinării spectrului celor două culori (verde, respectiv negru).

Pornind de la aceste informații bine cunoscute despre momentul atingerii maturității la măslină, vom avea nevoie de dispozitiv (senzori sau cameră de capturat imagini) care să poată citi cele două culori, respectiv verde (măslină necoapte) și negru (măslină coapte). Pe piață se găsesc senzori și camere video cu prețuri variabile începând de la 11 euro și ajung la valori de peste 100 de euro [105].

La standul experimental vom avea nevoie de cel puțin doi senzori, unul pentru fiecare zonă de sortare (măslină verzi, respectiv măslină negre) sau de cel puțin o cameră de capturat imagini pentru determinarea culorii.

Pe lângă senzori sau cameră de capturat imagini, mai avem nevoie și de o placă de bază cu procesor programabil pentru a putea programa senzorii sau camere de capturat imagini, precum și pentru transmiterea comenzilor la dispozitivele de degajare/împingere a măslinelor de pe banda transportoare.

Prețul unei plăci de baze programabile pornește de la 25 de euro și variază în funcție de producător, de complexitate etc [67].

Dispozitivele de degajare pot fi pe bază de aer sau prin împingere mecanică. La cele prin împingere mecanică trebuie montat un element de cauciuc (un element moale) astfel încât să nu deterioreze măslina. Cele cu aer sunt ceva mai costisitoare deoarece sistemul trebuie prevăzut și cu un compresor.

Banda transportoare (din cauciuc sau material textil) va fi acționată de un motor electric cu autofrânare, iar turația (respectiv viteza de deplasare) va fi reglată din placa de bază.

#### **3.3.2 Calculul elementelor tehnologice**

Elementul de bază, din punct de vedere constructiv, îl constituie măslina propriu-zisă. Funcție de soi, măslinile pot atinge dimensiuni de până la 25-35 mm, figura 3.2 și pot avea o greutate de până la 15 gr [3, 31, 40, 58, 114], în cazul celor

cu dublă destinație, cum este și cazul nostru, dimensiunile sunt mai mici de până la 20 mm și au o greutate care nu depășește 10 gr [3, 31, 40, 58, 114].

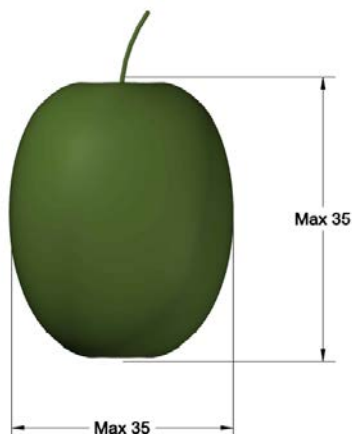


Fig. 3.2. Dimensiunile maxime ale unei măslina

Dimensionarea benzii transportoare (figura 3.3) a fost realizată empiric și anume pe baza caracteristicilor constructive de mai sus, lățimea benzii transportoare a fost aleasă de 40mm, iar lungimea zonei de lucru de 500 mm. De asemenea s-a ținut cont de dimensiunea și greutatea redusă a măslinelor.

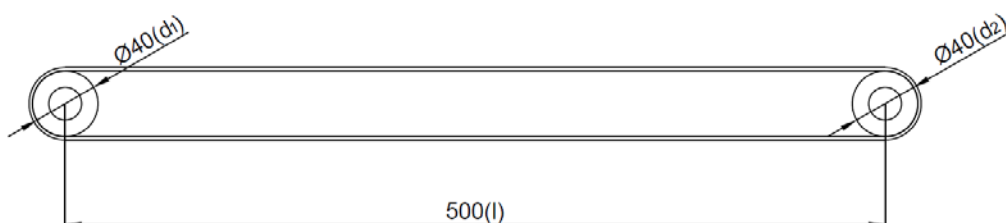


Fig. 3.3. Dimensionarea benzii transportoare

**Calculul lungimii totale a benzii transportoare** utilizează formula (3):

$$Lt = \frac{d_1 + d_2}{2} \times \pi + 2l \quad (3)$$

Unde:

Lt – Lungimea totală a benzii transportoare necesară

$d_1, d_2$  – Diametrul tamburului de rotire (angrenare) a benzii transportoare

60 Cap 3 Cercetări privind conceperea și realizarea unui model experimental al echipamentului de sortare optică a măslinelor

Motorul care va pune în mișcare banda transportoare va fi un motor electric pas cu pas. O caracteristică importantă a motoarelor este dată de turație (rotațiile pe minut).

Calculul vitezei de deplasare a benzii transportoare se realizează prin transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație (liniară) (4).

$$v = rx\omega \quad (4)$$

Unde

v-viteza liniară [m/s]

r-raza  $d_2$  [m]

$\omega$  – valoarea unghiului de rotație [rad/s]

Valoarea unghiului de rotație (5) se calculează

$$\omega = rpm \times \frac{2\pi}{60} = rpm \times 0,10472 \quad (5)$$

Unde

rpm-rotații pe minut

Astfel ecuația (4) devine:

$$v = r \times rpm \times 0,10472 \text{ [m/s]} \quad (6)$$

Vom folosi valori mici ale rotației motorului și anume valori între 20 și 120 rpm. Iar în testele ce se vor efectua, valorile rotației vor crește treptat și anume vom avea valorile de 20, 40, 60, 80, 100 și 120 rpm, folosind ecuația (6) vom transforma valoarea mișcării de rotație în mișcare liniară tangențială și anume din rpm în m/s.

$$v = 20 \times 20 \times 0,10472 = 0,04 \text{ [m/s]}$$

$$v = 20 \times 40 \times 0,10472 = 0,08 \text{ [m/s]}$$

$$v = 20 \times 60 \times 0,10472 = 0,125 \text{ [m/s]}$$

$$v = 20 \times 80 \times 0,10472 = 0,167 \text{ [m/s]}$$

$$v = 20 \times 100 \times 0,10472 = 0,218 \text{ [m/s]}$$

$$v = 20 \times 120 \times 0,10472 = 0,251 \text{ [m/s]}$$

### 3.4 Prezentarea soluției modelului experimental

Construcția modelului experimental pornește de la necesitatea separării măslinelor verzi față de cele negre datorită proprietăților diferite ale acestora, iar schema funcțională a sistemului de sortare, figura 3.4, fiind concepută în jurul acestei cerințe.

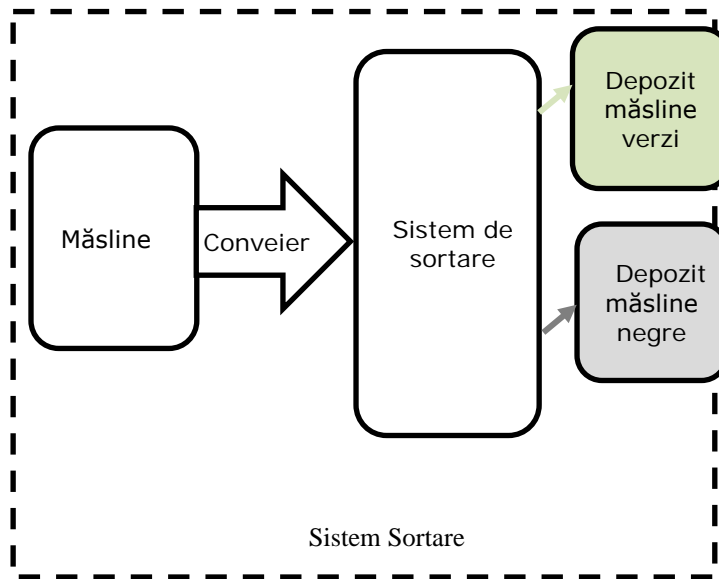


Fig. 3.4. Schema funcțională (bloc) a sistemului de sortare

Pe baza schemei funcționale a fost realizată schema logică pentru conceperea prototipului de sortare (figura 3.5). Astfel, sistemul ar trebui să detecteze măslinele pe banda transportoare, dacă nu, se repetă ciclul până la detectarea măslinei. După detectare, se realizează o analiză de culoare, dacă măslinele sunt recunoscute ca fiind verzi, sunt degajate de pe banda transportoare în coșul colector 1. Dacă nu sunt detectate ca fiind verzi, atunci măslinele sunt analizate din nou pentru culoarea neagră, dacă este sesizată ca neagră, atunci este degajată în coșul colector 2. În cazul în care măslinele nu sunt sesizate la culoarea neagră, atunci este degajată în coșul colector 3 și se va repeta ciclul.

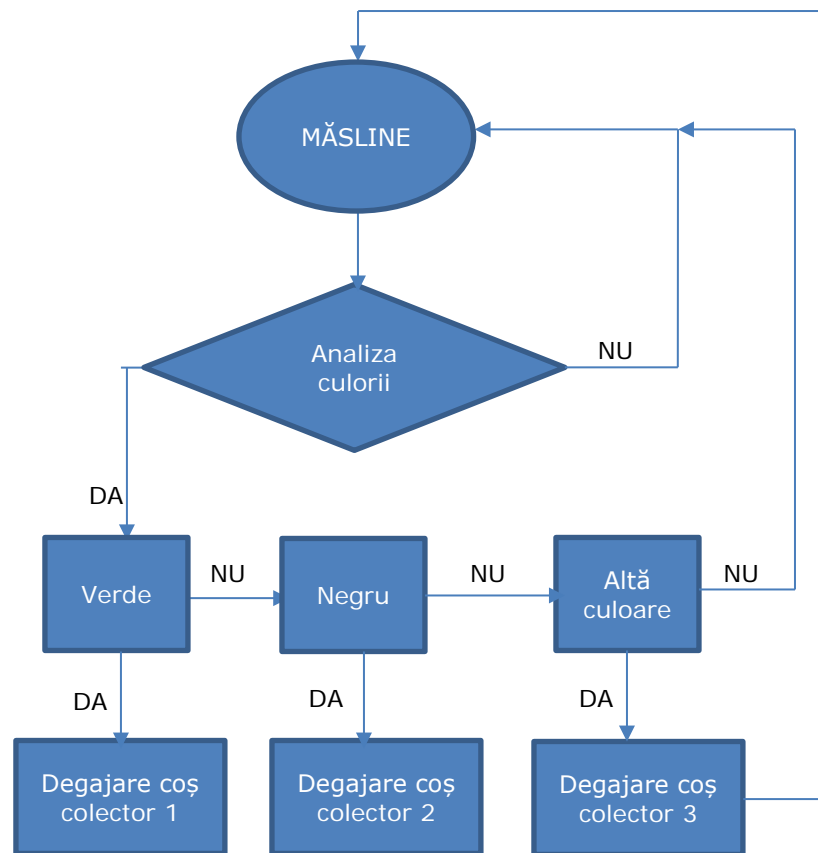


Fig. 3.5. Schema logică

Din aceste cerințe am realizat un concept 3D, pentru a facilita dimensionarea, dar și realizarea prototipului de sortare, figura 3.6 și figura 3.7.

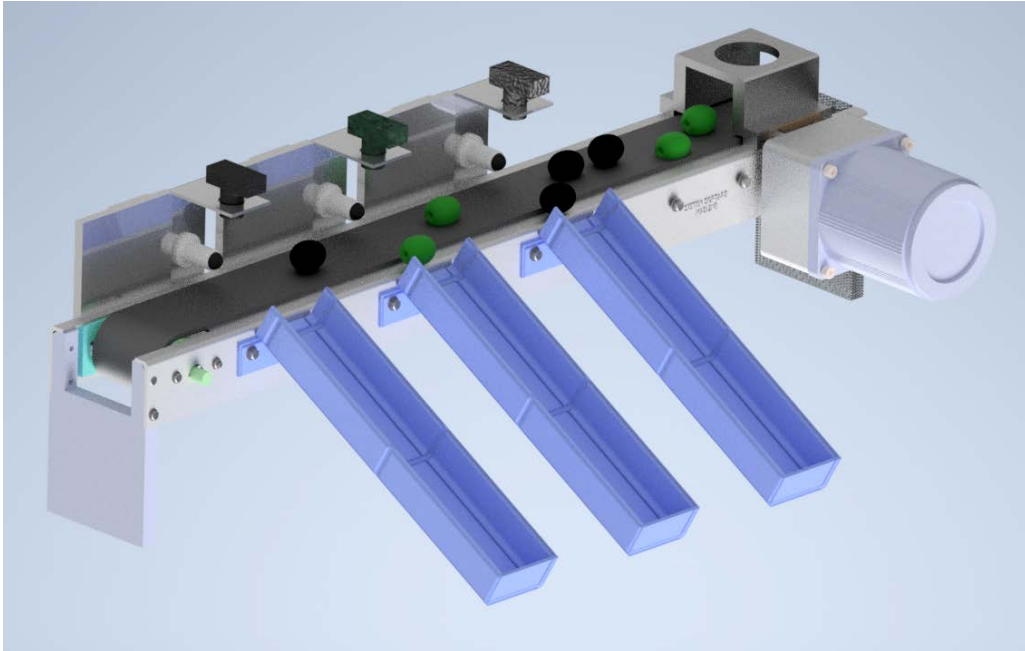


Fig. 3.6. Concept 3D a dispozitivului de sortare

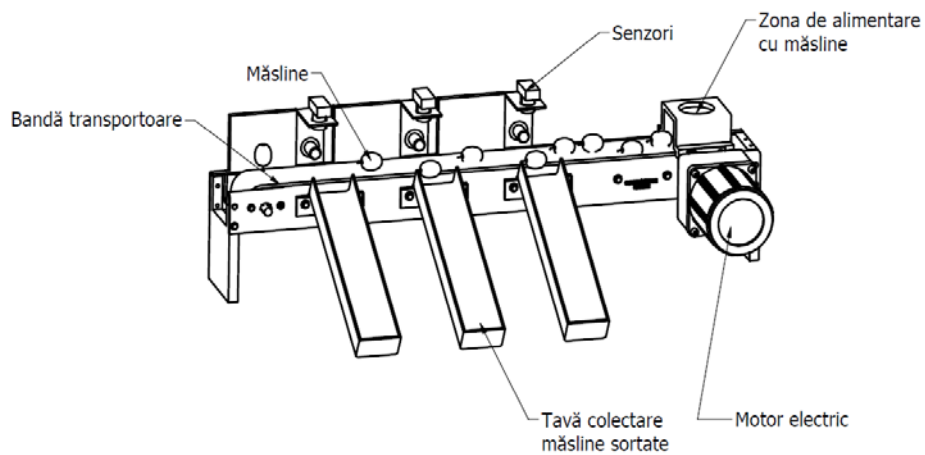


Fig. 3.7. Concept dispozitiv de sortare

La testarea funcțională a modelului experimental am folosit mășline curățate de frunze, crenguțe și alte impurități, spălate și sortate după mărime (adică au fost eliminate mășlinele care nu s-au dezvoltat suficient).

64 Cap 3 Cercetări privind conceperea și realizarea unui model experimental al echipamentului de sortare optică a măslinelor

Schema sistemului de sortare, figura 3.8, pornește de la punctul de alimentare cu măslină (7). Măslinile sunt transportate cu o bandă transportoare (6), acționată de un motor electric (1) prin fața senzorilor (3 și 5). Primul senzor (5) la detectarea culorii verde dă comandă către dispozitivul de degajare (4), iar măslinile verzi cad în tava colectoare (depozit intermediar) (9).

În continuare, măslinile negre când ajung în dreptul celui de-al doilea senzor (3) sunt împinse în tăvița de colectare (depozit intermediar pentru măslinile negre) (10), prin intermediul dispozitivului de degajare (2). Dacă sunt măslină nedetectată, ele vor ajunge în ultima tavă colectoare (depozit intermediar măslină nedetectată) (11), iar de aici vor fi examinate de către un operator uman. Programarea, precum și diverse alte setări se fac prin intermediul unei plăci programabile (8).

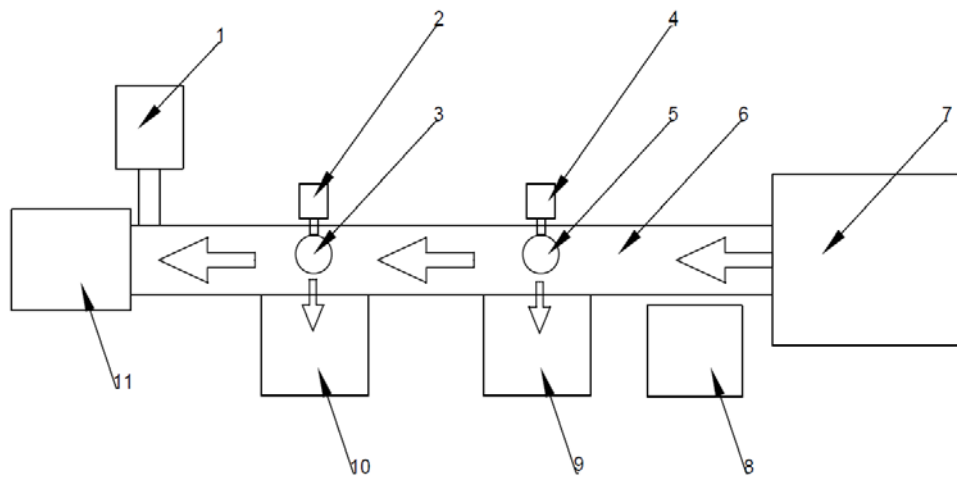


Fig. 3.8. Schema principală a sistemului de sortare



### 3.5 Concluzii

Operația de sortare a măslinelor este necesară atât pentru producția măslinelor de consum cât și pentru producția uleiului de măslină. Din acest motiv etapa de sortare este o etapă vitală în procesul tehnologic, de ea depinzând calitatea produselor obținute, fie că este vorba de măslină cu destinație de consum propriu zis, fie că este vorba de uleiul de măslină.

În zilele noastre se întâlnesc următoarele metode de sortare:

- Manuală direct din pom;
- Manuală de pe sol;
- Manuală la depozit;
- Semi-automată pe benzi transportoare;
- Automată după recunoașterea imaginilor (încă în dezvoltare).

Metoda manuală direct din pom, este o metodă foarte precisă prezentând un nivel calitativ înalt, dar este foarte lentă și costisitoare dacă se dorește o sortare rapidă (prin angajarea mai multor persoane de deservire).

Metoda manuală de pe sol, este asemănătoare cu metoda sortării manuale direct din pom, din punct de vedere calitativ obținându-se aproximativ aceleași rezultate, dar este și costisitoare, cu diferența că este ceva mai rapidă și cu mențiunea că avem măslină picată pe sol prin scuturare sau natural (coapte).

Metoda manuală la depozit, este o metodă bazată pe materia primă adusă în depozit, măslinile, ceea ce facilitează sortarea. Astfel este o metodă mai rapidă față de primele două metode.

Metoda semi-automată, este o metodă tot mai des folosită de întreprinderile mai mari dar și de unii dintre micii întreprinzători. Este o metodă mult mai rapidă față de metodele prezentate anterior, ea prezintă avantajul că măslinile pot fi spălate și sortate după dimensiune, astfel ajungând la etapa de sortare după culoare doar măslinile care îndeplinesc condițiile calitative minimale.

Metoda automată este, teoretic, metoda cea mai eficientă. Această metodă este, încă, în fază de dezvoltare chiar dacă pe piață sunt unele dispozitive care folosesc sortarea după imagine. Culorile măslinelor, precum și tipodimensiunile acestora variază în funcție de soi și gradul de maturitate atins în momentul culegerii, ceea ce face foarte dificilă recunoașterea acestora după imagini.

66 Cap 3 Cercetări privind conceperea și realizarea unui model experimental al echipamentului de sortare optică a măslinelor

---

## 4. CERCETARI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE SORTARE OPTICĂ A MĂSLINELOR

În această etapă a cercetării s-a urmărit optimizarea procesului de sortare prin implementarea sistemelor optice de recunoaștere în două etape distincte.

Etapa I – În această etapă (subcapitolul 4.1) sunt realizate cercetările experimentale bazate pe utilizarea senzorilor de culoare în procesul de sortare.

Etapa II – În această etapă (subcapitolul 4.2) sunt realizate cercetările experimentale bazate pe utilizarea imaginilor preluate de la camera video în procesul de sortare.

### 4.1 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare

#### 4.1.1 Obiectivele cercetării

Obiectivul principal al cercetării este optimizarea procesului de sortare prin dezvoltarea unui sistem, prototip, de sortare optică prin recunoașterea culorii.

Acest obiectiv principal generează următoarele obiective subsumate:

1. Analiza culorii măslinelor cu ajutorul microscopului, în vederea stabilirii uniformității culorii;
2. Analiza culorii măslinelor utilizând spectrofotometrul pentru determinarea spectrului de culoare;
3. Analiza senzorilor de culoare (negru și verde);
4. Determinarea acurateții senzorilor de culoare;
5. Analiza timpului necesar sortării.

*Planul experimental propus, studiază spectrul de culori a măslinelor (negre și verzi) dintr-un singur lot (un producător, o livadă) pentru a crește acuratețea de sortare.*

*Va fi analizată culoarea măslinelor și cu ajutorul microscopului pentru o determinare cât mai precisă a culorii măslinelor.*

*Acest studiu este foarte important deoarece vor fi identificate principalele valori ale spectrului de culoare, pentru fiecare culoare în parte.*

*Aceste determinări au fost realizate cu ajutorul unui microscop și a unui spectrofotometru.*

#### 4.1.2 Materiale și echipamente utilizate

Cercetarea experimentală având ca obiectiv principal optimizarea procesului de sortare a măslinelor a inclus două etape distincte.

**În această etapă a cercetării**, a fost utilizat echipamentul, prototip, de sortare, figura 4.1. în scopul determinării preciziei și a vitezei optime de sortare realizat în cadrul pregătirii prezentei teze și prezentat în cap. 3.

Prototipul (Figura 4.1) sortează măslinile prin intermediul a doi senzori de culoare negru (4) și verde (5), măslinile fiind preluate de la punctul de alimentare (7) și transportate prin fața senzorilor prin intermediul benzii transportoare (3) Cu ajutorul extractorului (6) măslinile sunt împinse pe tăvile de colectare, tava de colectare pentru măslinile negre (1) și tava de colectare pentru măslinile verzi (2). Procesorul (8) oferă posibilitatea de setare și modificare a parametrilor de lucru [31, 114]

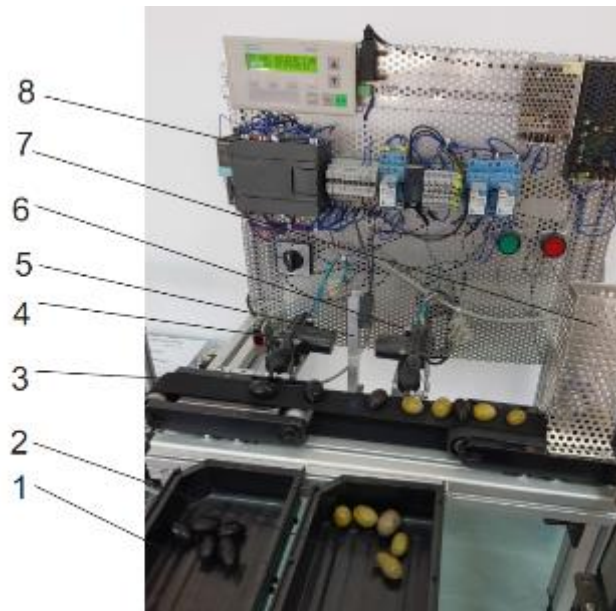


Fig. 4.1. Prototip sortare măslină

Procesorul prototipului (8) a fost programat să acționeze atunci când senzorii de culoare (4 și 5) detectează o măslină de o anumită culoare și să transmită comanda extractorului destinat culorii respective [31, 114]

Acest echipament experimental a fost realizat în perioada 2017-2018 cu scopul de a sorta măslinile după culoare utilizând senzori de culoare [8, 9].

Cele mai importante componente a prototipului fiind:

#### 4.1 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare 69

- Motor electric, cu frânare magnetică [68, 112] de 6W marca SPG având o turație de 1550 rpm și un cuplu de 0,040 N/m , figura 4.2;
- Senzori de culoare [87] de la firma Keyence de tip laser cu distanța de citire de la 0 la 300mm, viteza de citire de 0,08 sec și tot spectrul de culoare verde respectiv negru, figura 4.3;
- Interfață programabilă [53] Siemens TD200 de 24 V cu procesor S7-200, figura 4.4;
- Extractor hidraulic de la firma RoHS de 24 V cu o lungime de 250mm cu o deschidere maximă de 120mm cu viteza de reacție de 0,40 sec [115], figura 4.5;
- Bandă transportoare antiaderentă din material textil de la firma Fedotec care poate să suporte o viteză de până la 83m/min și o greutate de până la 500 N [76], figura 4.6.



Fig. 4.2. Motor electric



Fig. 4.3. Senzor de culoare tip laser



Fig. 4.4. Interfața programabilă



Fig. 4.5. Extractor hidraulic



Fig. 4.6. Bandă transportoare

#### 4.1.3 Metodologia cercetării în vederea dezvoltării prototipului

Schema metodologică, figura 4.7, prezintă dezvoltarea unui prototip de sortare după cele două culori caracteristice măslinelor, anume negru și verde. Pe baza acestor cerințe a fost dezvoltat un prototip bazat pe detecția culorilor măslinelor cu ajutorul senzorilor de culoare. S-a realizat cercetarea asupra senzorilor datorită simplității sistemului (detecție de prezență). S-a studiat acuratețea detecției sub influența a doi factori și anume, viteza de deplasare a benzii transportoare și distanța între măslini.

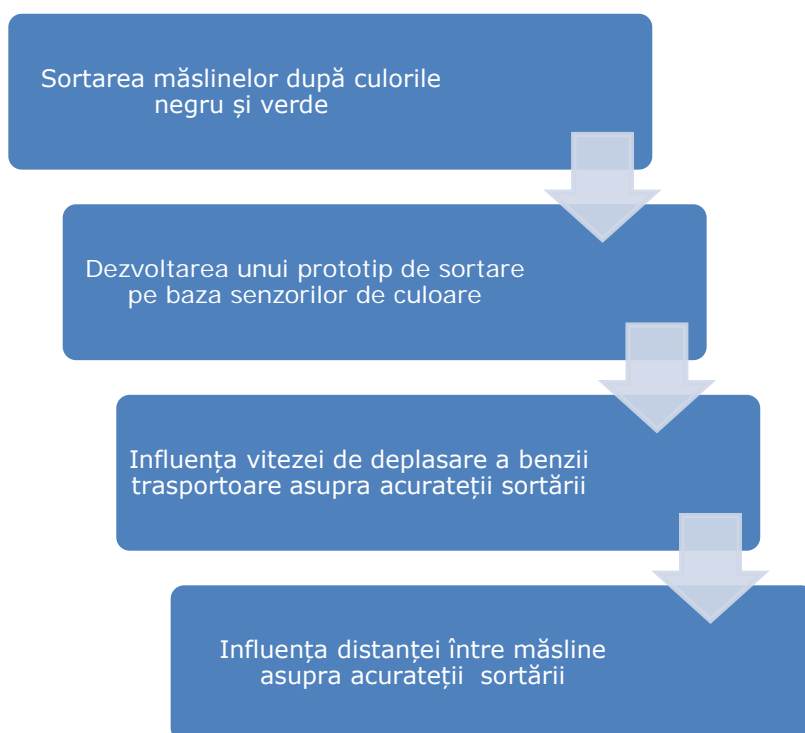


Fig. 4.7. Schema metodologiei de dezvoltare a unui prototip bazat pe senzori de culoare

Schema logică, figura 4.8, indică etapele funcționării prototipului de sortare bazat pe senzori de culoare. Astfel, măslinile cu ajutorul benzii transportoare trec prin fața senzorilor de culoare. Primul senzor la detectarea unei măslini de culoare verde dă semnal de oprire a benzii transportoare și de degajare a măslinii de pe banda transportoare. Dacă nu se detectează nici o măslină atunci banda transportoare rămâne în funcțiune. Acest ciclu este valabil și pentru al doilea senzor, care detectează măslinile de culoare neagră.

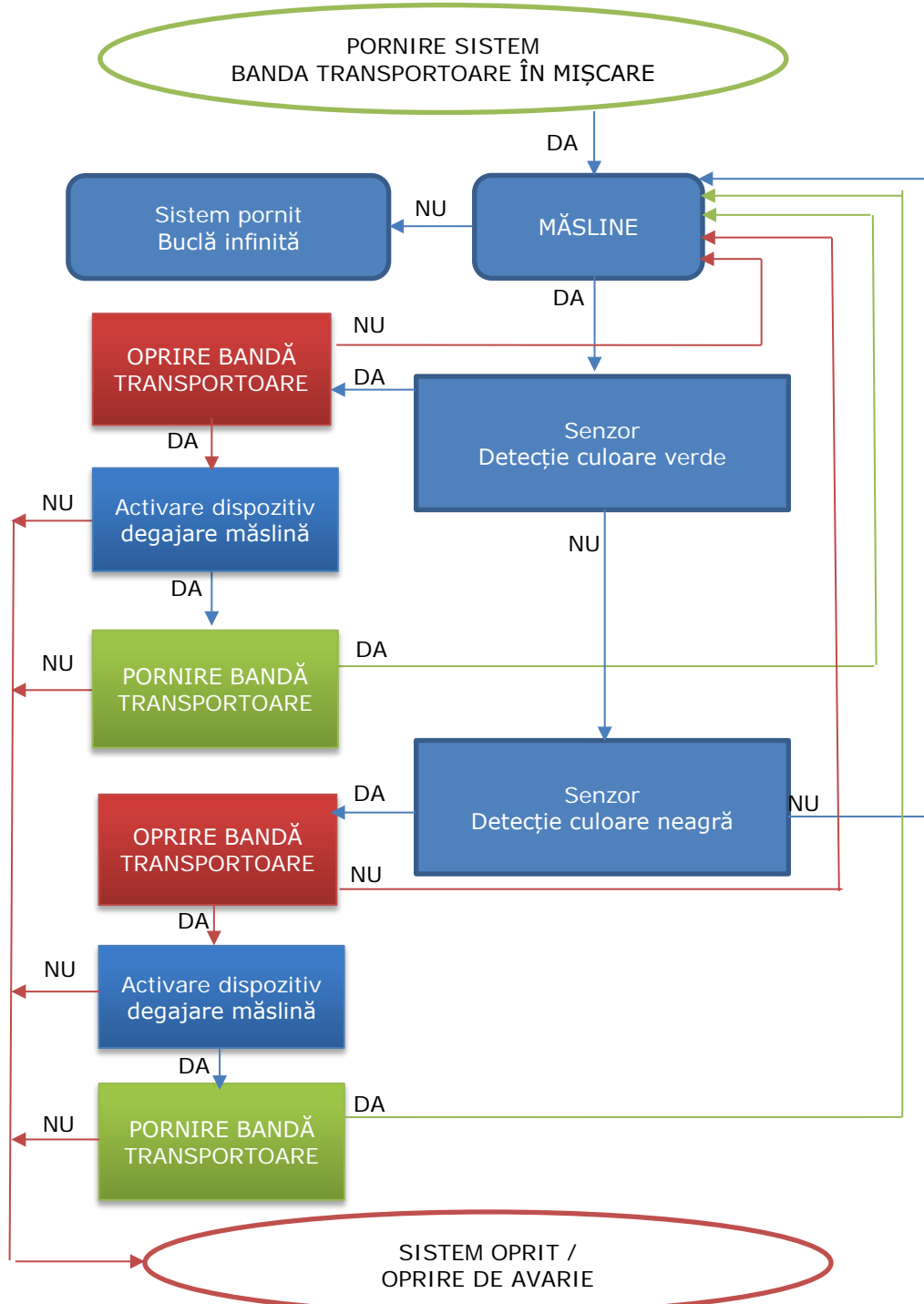


Fig. 4.8. Schema logică a funcționării prototipului bazat pe senzori de culoare



#### 4.1.3.1 Cercetări experimentale privind acuratețea prototipului de sortare folosind senzori de culoare

Testarea prototipului a fost realizată cu măslinae negre și verzi puse pe banda transportoare la o distanță prestabilită între ele, iar viteza de deplasare a benzii transportoare fiind variabilă. Astfel la prima testare am folosit o viteză de deplasare mică de 0,04 m/s împreună cu o distanță între măslinae mai mare și anume de 5 cm, urmând ca la următoarele testări să modificăm de mai multe ori acești parametri, ajungând să creștem viteza de deplasare până la 0,251 m/s și să micșorăm distanța dintre măslinae până la o valoare minimă posibilă. La toate testele, în parte, s-a folosit câte 100 de măslinae negre și câte 100 de măslinae verzi, figura 4.9.



Fig. 4.9. Măslinae negre și verzi

După efectuarea măsurătorilor folosind diferite viteze de deplasare a benzii transportoare, precum și diferite distanțe între măslinae, rezultatele obținute au fost centralizate în tabele și anume: în tabelul 4.1 pentru o distanță de 5 cm între măslinae (Anexa 2, reprezentând tabelul centralizator, unde avem 1 citire a fost corectă, iar unde avem 0 citire a fost greșită); în tabelul 4.2 pentru o distanță de 4 cm între măslinae; în tabelul 4.3 pentru o distanță de 3 cm între măslinae; în tabelul 4.4 pentru o distanță de 2 cm între măslinae și în tabelul 4.5 pentru o distanță de  $\leq 1$  cm între măslinae [31, 114]. (Toate valorile din tabelurile 4.1-4.5 au fost calculate după modelul din Anexa 2).

Tabel 4.1 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslinae

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslinae verzi [%] | Acuratețea măslinae negre [%] |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0,04                      | 100                           | 99                            |
| 0,08                      | 99                            | 98                            |
| 0,125                     | 94                            | 92                            |
| 0,167                     | 91                            | 89                            |
| 0,218                     | 85                            | 86                            |
| 0,251                     | 81                            | 83                            |

74 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

---

Tabel 4.2 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 4 cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslină verzi [%] | Acuratețea măslină negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 99                           | 99                           |
| 0,08                      | 98                           | 98                           |
| 0,125                     | 96                           | 94                           |
| 0,167                     | 89                           | 88                           |
| 0,218                     | 85                           | 84                           |
| 0,251                     | 83                           | 81                           |

Tabel 4.3 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 3 cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslină verzi [%] | Acuratețea măslină negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 100                          | 99                           |
| 0,08                      | 98                           | 97                           |
| 0,125                     | 93                           | 92                           |
| 0,167                     | 86                           | 87                           |
| 0,218                     | 83                           | 83                           |
| 0,251                     | 80                           | 79                           |

Tabel 4.4 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 2 cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslină verzi [%] | Acuratețea măslină negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 98                           | 97                           |
| 0,08                      | 97                           | 96                           |
| 0,125                     | 94                           | 95                           |
| 0,167                     | 88                           | 89                           |
| 0,218                     | 85                           | 82                           |
| 0,251                     | 79                           | 77                           |

4.1 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare 75

Tabel 4.5 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de  $\leq 1$  cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslină verzi [%] | Acuratețea măslină negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 95                           | 92                           |
| 0,08                      | 91                           | 93                           |
| 0,125                     | 89                           | 88                           |
| 0,167                     | 83                           | 82                           |
| 0,218                     | 79                           | 75                           |
| 0,251                     | 69                           | 71                           |

Am repetat testul și pentru alte soiuri de măslină dar și pentru măslină de diferite culori (cu diferite grade de maturitate), figura 4.10.



Fig. 4.10. Măslină de diverse soiuri și culori (diferite grade de maturitate)

Măslinėle au fost împărțite în două grupe, în prima grupă au fost cele negre plus cele maro (grupa 1, 150 măslină negre și 50 măslină maro) și în a doua grupă toate celelalte (grupa 2), tabelele 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10. După care am efectuat experimentul pentru diferite viteze de deplasare a benzii transportoare [31, 114]. (Toate valorile din tabelurile 4.6-4.10 au fost calculate după modelul din Anexa 2).

Tabel 4.6 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea grupei 1 [%] | Acuratețea grupei 2 [%] |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0,04                      | 77                      | 68                      |
| 0,08                      | 71                      | 61                      |
| 0,125                     | 66                      | 57                      |
| 0,167                     | 65                      | 55                      |
| 0,218                     | 62                      | 51                      |
| 0,251                     | 54                      | 48                      |

76 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

---

Tabel 4.7 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 4 cm între măslini

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslini verzi [%] | Acuratețea măslini negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 75                           | 67                           |
| 0,08                      | 68                           | 62                           |
| 0,125                     | 62                           | 58                           |
| 0,167                     | 58                           | 55                           |
| 0,218                     | 63                           | 50                           |
| 0,251                     | 55                           | 47                           |

Tabel 4.8 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 3 cm între măslini

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslini verzi [%] | Acuratețea măslini negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 74                           | 63                           |
| 0,08                      | 70                           | 61                           |
| 0,125                     | 66                           | 57                           |
| 0,167                     | 65                           | 55                           |
| 0,218                     | 62                           | 51                           |
| 0,251                     | 54                           | 48                           |

Tabel 4.9 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 2 cm între măslini

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslini verzi [%] | Acuratețea măslini negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 73                           | 58                           |
| 0,08                      | 70                           | 58                           |
| 0,125                     | 67                           | 54                           |
| 0,167                     | 63                           | 53                           |
| 0,218                     | 61                           | 50                           |
| 0,251                     | 55                           | 46                           |

Tabel 4.10 Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de  $\leq 1$  cm între măslină

| Viteza de deplasare [m/s] | Acuratețea măslină verzi [%] | Acuratețea măslină negre [%] |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0,04                      | 71                           | 51                           |
| 0,08                      | 68                           | 53                           |
| 0,125                     | 65                           | 43                           |
| 0,167                     | 61                           | 41                           |
| 0,218                     | 59                           | 39                           |
| 0,251                     | 50                           | 35                           |

#### 4.1.3.2 Cercetări experimentale privind timpul de sortare folosind senzori de culoare

Această ultimă etapă și anume etapa cercetărilor experimentale privind timpul de sortare a fost axată pe măsurarea timpului necesar sortării pentru cele două zone de degajare.

Pentru măsurarea timpului am folosit un cronometru digital (telefon) care permite stocarea măsurătorilor (figura 4.11) și am măsurat timpul necesar extracției măslinei de pe banda transportoare (figura 4.12). Timpul necesar este considerat durata din momentul detecției până în momentul degajării măslinei de pe banda transportoare. E bine de știut că reacția senzorilor este de ordinul milisecundelor, o valoare foarte mică. Astfel timpul de reacție este, practic, timpul mecanic (de acționare), a servomotorul (extractor hidraulic 1 și 2 din figura 4.12) care primește comanda instantaneu fără a fi procesată o informație care ar putea întârzia procesul propriu-zis, banda transportoare fiind oprită pe tot parcursul procesului de împingere și retragere a dispozitivului de împingere pentru a nu periclita procesul de sortare.



Fig. 4.11. Cronometru digital

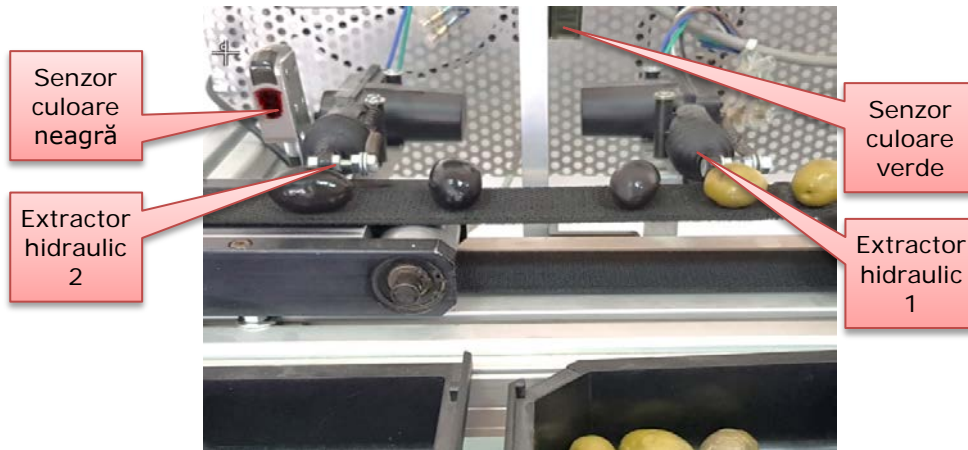


Fig. 4.12. Detaliu privind senzorii și dispozitivele de extracție

Timpul necesar sortării este timpul necesar de extracție a măslinelor dat de cele două dispozitive de extracție.

La primul experiment am folosit 100 de măslin de culoare verde și 100 de măslin de culoare neagră așezate aleatoriu pe panda transportoare, atât ca poziție cât și ca distanță între ele (viteza de deplasare a benzii transportoare nefiind un factor de influență al timpului efectiv de extracție). Experimentul a fost repetat de trei ori, iar media valorilor este prezentată în tabelul 4.11 (Anexa 3). Experimentul a fost repetat și pentru alte tipuri de măslin conform experimentului de acuratețe prezentat la capitolul anterior și procedurile de la experimentul anterior, iar media rezultatelor este prezentată în tabelul 4.12 (După modelul din Anexa 3).

Tabel 4.11 Media valorii timpului necesar sortării pe cei doi senzori pentru măslinile de culoare verde și negru

| Culoare măslin | t            |
|----------------|--------------|
| Verzi          | $t_V = 1.71$ |
| Negre          | $t_N = 1.68$ |

Tabel 4.12 Media valorii timpului necesar sortării pentru cele două grupe de culoare

| Culoare măslin          | t                |
|-------------------------|------------------|
| Verzi (grupa 1)         | $t_{gr2} = 1.73$ |
| Negre și maro (grupa 2) | $t_{gr1} = 1.70$ |

Din tabelele 4.11 și 4.12 se poate calcula timpul total necesar sortării  $t_{ts1}$  și  $t_{ts2}$  pentru ambele experimente.

$$t_{ts1} = t_V + t_N$$

Iar media timpului total de sortare la primul experiment fiind  $t_{ts1} = 3.39$

$$t_{ts2} = t_{gr2} + t_{gr1}$$

Media timpului total de sortare pentru al doilea experiment fiind  $t_{ts2} = 3.43$

Astfel din cele două experimente se observă că, de regulă, culoarea măslinelor nu este un factor determinant în ceea ce privește timpul de extragere a măslinii de pe banda transportoare.

#### 4.1.4 Rezultate și concluzii

În urma acestei etape a cercetării avem generate două concluzii importante.

*Concluzia 1*, atunci când am folosit măslini de culori foarte apropiate, din același soi și din aceeași perioadă de maturitate (verzi și negre) rezultatele au fost satisfăcătoare, însă indicând și faptul că, o dată cu creșterea vitezei benzii transportoare au apărut și erorile de recunoaștere ducând, evident, la o sortare cu erori, figura 4.13 și 4.14 [31, 114].

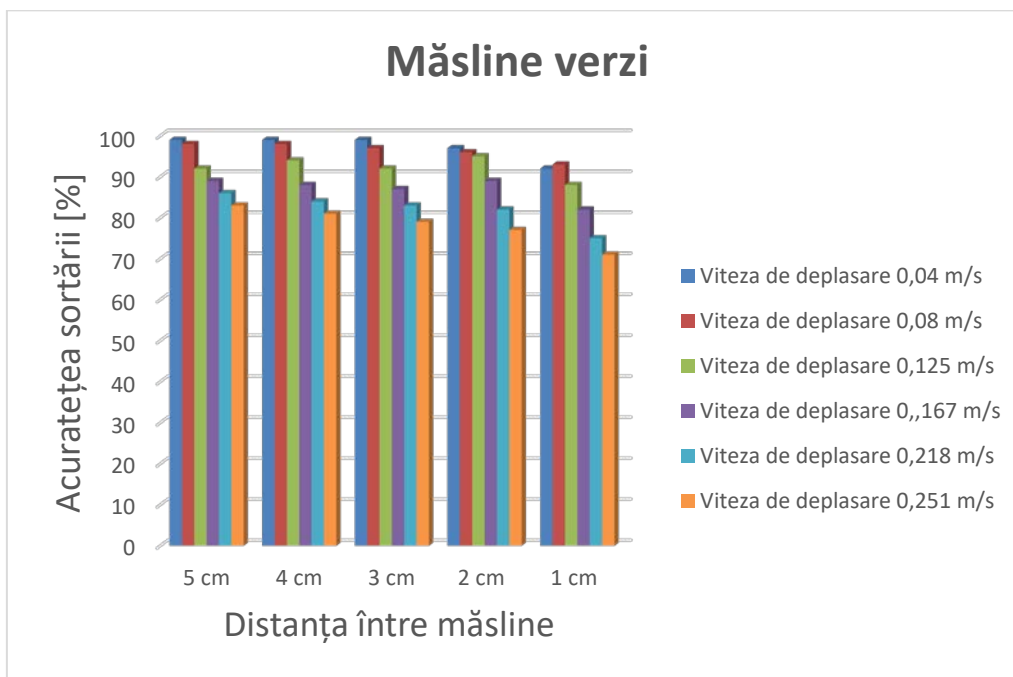


Fig. 4.13. Acuratețea sortării măslinelor verzi

Se poate observa faptul că, în cazul măslinelor verzi, precizia sortării la viteze mai mari (0,218 m/s și 0,251 m/s) scade în jurul valorii de 80% acolo unde avem distanța între măslini de 5 cm, 4 cm și 3 cm. Tot la aceeași distanță între măslini, dar la viteze mai mici (0,04 și 0,08 m/s) precizia de sortare este ridicată având valori cuprinse între 97% și 100%.

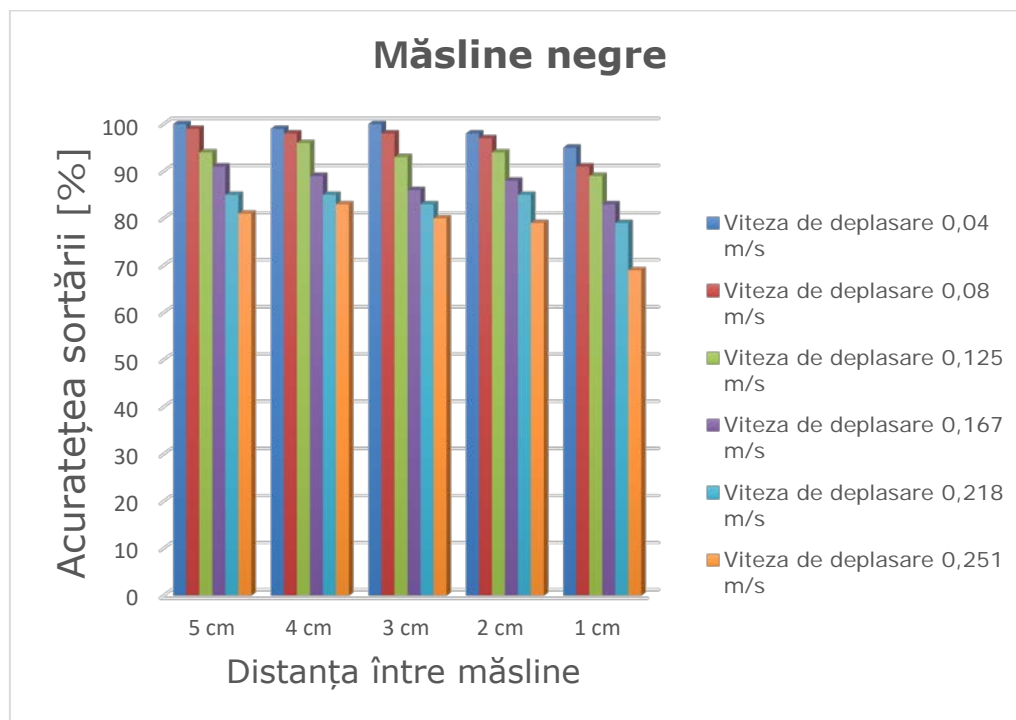


Fig. 4.14. Acuratețea sortării măslinelor negre

În cazul măslinelor negre rezultatele au fost asemănătoare și anume o precizie scăzută la viteze mai mari (0,218 și 0,251 m/s) pentru toate valorile distanței între măslini mai puțin la valoarea de 1 cm unde precizia a scăzut sub 70%. Iar la vitezele de deplasare de 0,04 și 0,08 m/s cu o distanță de 5, 4 și 3 cm precizia fiind cuprinsă între 98% și 100%.

*Concluzia II*, când au fost utilizate măslini de diferite culori, de diferite soiuri și de diferite mărimi, rezultatele au indicat multe erori cauzate de recunoașterea culorii. Acest lucru a fost cauzat de diferitele soiuri precum și de diferitele culori ale măslinelor în diferitele stadii de maturitate.

În grupa 1 măslinile cele verzi, nu au avut o rată mare de identificare, în unele cazuri ajungând la valori de 38% ceea ce prezintă o rată de identificare foarte scăzută.

Măslinile din grupa 2, negre au fost în continuare identificate, dar măslinile maro nu au fost identificate de senzor decât în unele cazuri particulare (depinzând de factori externi precum și de zona de citire), valori centralizate în graficele din figurile 4.15 și 4.16.



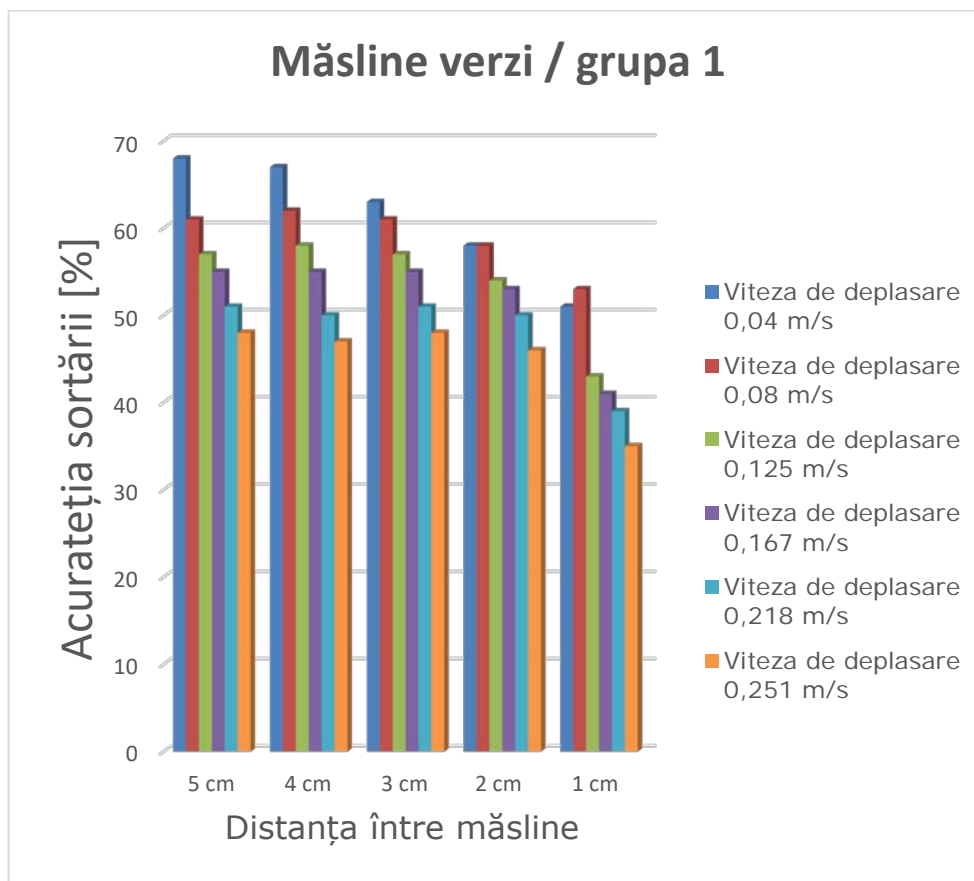


Fig. 4.15. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 1

La folosirea măslinelor verzi, dar de nuanțe diferite (soiuri diferite, grad de maturitate diferit etc.), precizia de sortare a scăzut semnificativ chiar și la viteze mici, Astfel, la deplasări de 0,04 m/s și 0,08 m/s și distanța între măslina de 5 și 4 cm s-au înregistrat valorile cele mai mari de aproximativ de 80%. Odată cu creșterea vitezei și micșorând distanța între măslina, precizia sortării a scăzut semnificativ ajungând la valori apropiate de 40%.

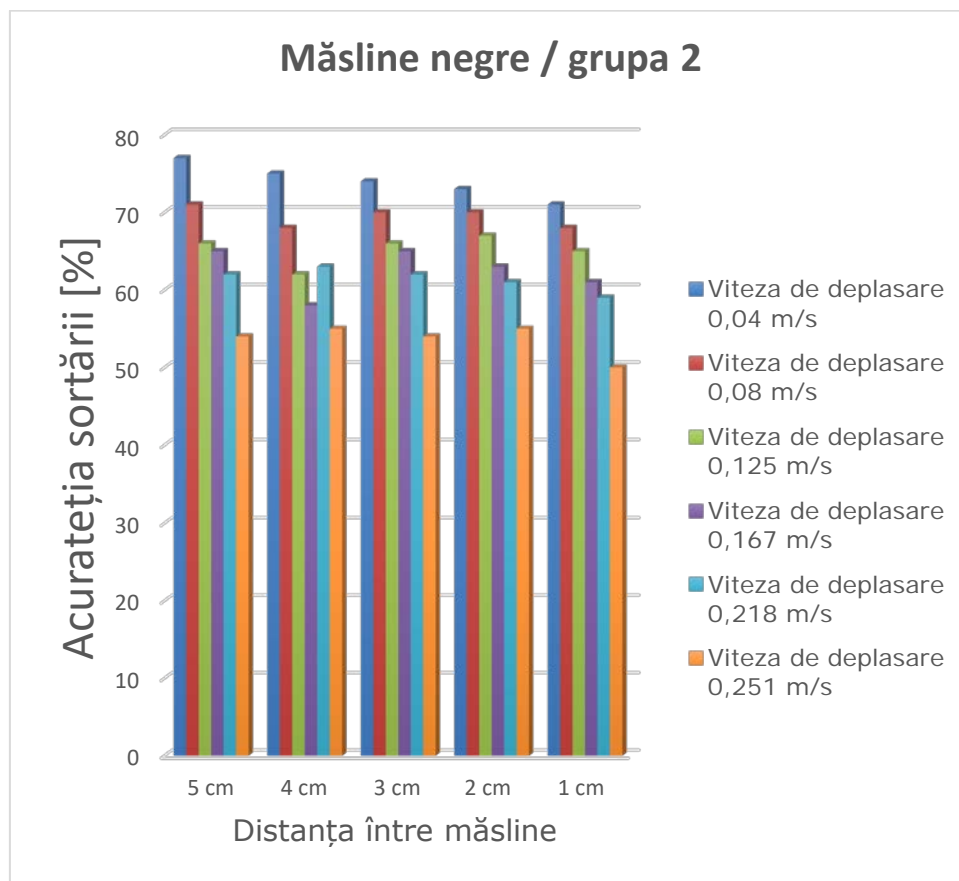


Fig. 4.16. Acuratețea sortării măslinelor din grupa 2

La măslinile din grupa 2, acuratețea preciziei fiind ceva mai ridicată față de măslinile din grupa 1. Cu toate acestea, valorile preciziei au rămas tot scăzute, la distanța între măslinile de 5 și 4 cm ajungând pe la 70%, iar la viteze mai mari și la distanța mai mică valorile preciziei sortării aflându-se în jur de 50%.

*Concluzia III*, culoarea măslinelor nu influențează, în acest caz, timpul necesar sortării. Timp care este compus din timpul necesar extracției măslinelor din cele două zone de degajare. Ceea ce ne arată că trebuie folosit un dispozitiv de extracție mult mai rapid, ca de exemplu un dispozitiv tip pistol aer sau banda transportoare cu mai multe cai, ceea ce necesită mecanisme mai performante și mai costisitoare.

## 4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii

### 4.2.1 Obiectivele cercetării

Obiectivul principal al cercetării este optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii cu ajutorul camerei web, iar în jurul acestui principiu dezvoltarea unui prototip.

Obiectivele cercetării, sunt axate pe creșterea randamentului sortării.

*Vor fi analizate acuratețea sortării, viteza sortării și determinarea spectrului de culori.*

### 4.2.2 Materiale și echipamente utilizate

Cercetarea experimentală având ca obiectiv principal optimizarea procesului de sortare a măslinelor a inclus două etape distincte.

**În această etapă**, a fost reconceptuat și îmbunătățit echipamentul, prototipul, de sortare pentru o eficientizare mai bună a sortării prin recunoașterea culorilor.

Prototipul a fost realizat în 2020 și se bazează pe principiul recunoașterii culorii cu ajutorul unei camere web care pozează măslinile și în continuare analizează culoarea [10, 11], figura 4.17.

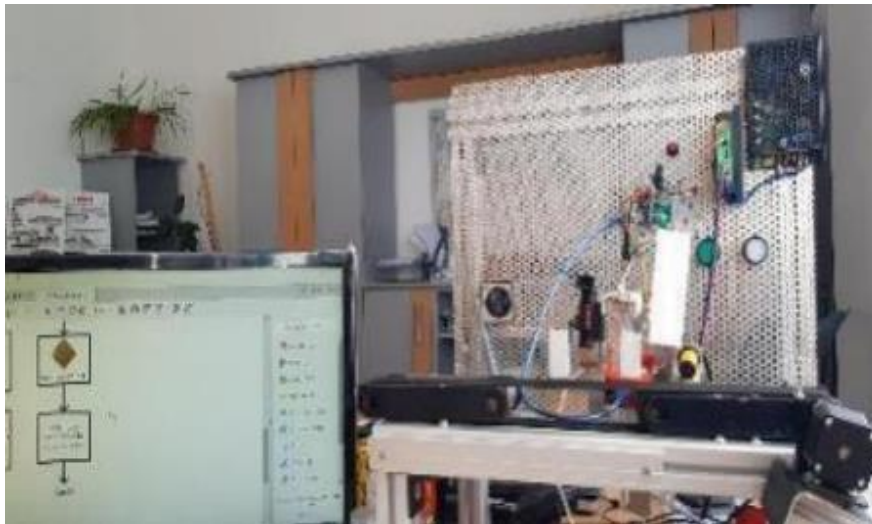


Fig. 4.17. Prototip inteligent de sortare

84 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

A fost adăugat un mini calculator programabil de la firma Raspberry [109] la care s-a adăugat o camera video cu senzor de tip Omni Vision Color CMOS (5 - megapixel) [72] (figura 4.18).

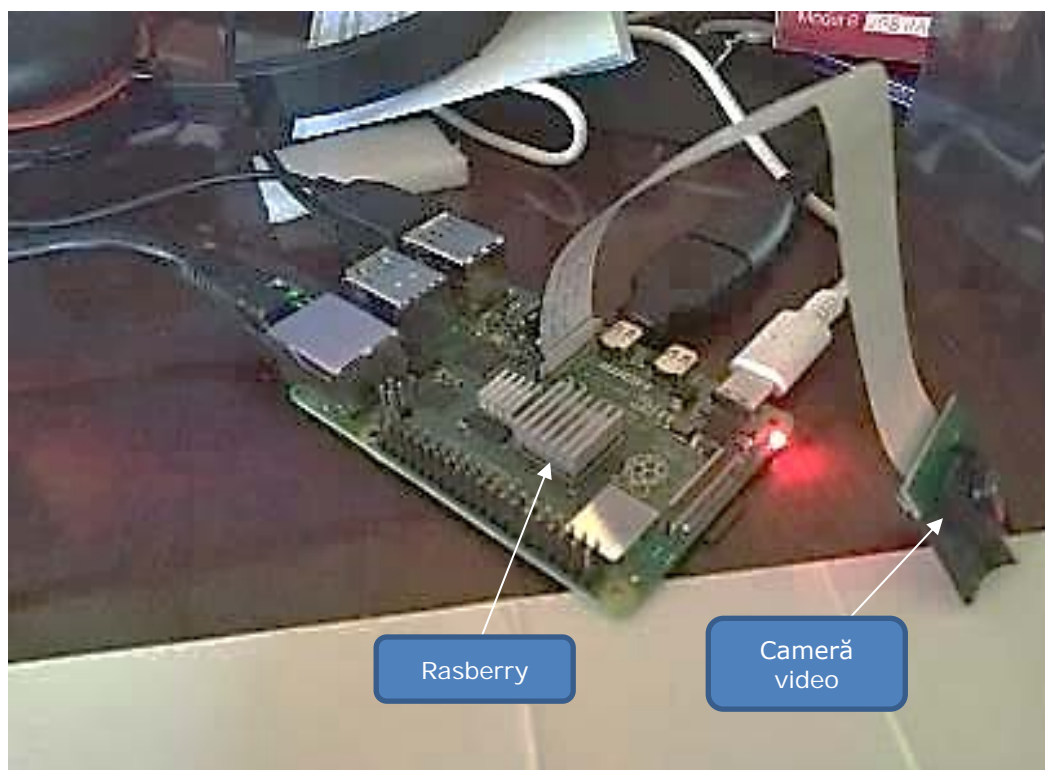


Fig. 4.18. Minicalculator și camera de luat vederi

Mini calculatorul Raspberry este caracterizat printr-un procesor Broadcom BCM2711 Quad core pe 64 de biți cu o frecvență de lucru de 1.54 Hz, de o conexiune de tip Bluetooth 5.0, 4 porturi de USB, două porturi micro-HDMI și cu o memorie de 4GB RAM [109].

Camera video este foarte mică 5.5x5.5 mm, este caracterizată prin faptul că, are un procesor de 5 megapixeli putând înregistra imagini de o înaltă rezoluție (HD). Camera poate funcționa într-un mediu de lucru cuprins între -30°C și +85°C cu o sensibilitate la lumină de 530mV/lux-sec, oferind pixeli de dimensiuni foarte mici și anume de 1.12μm x 1.12μm [72].

La analiza și studiul culorilor au fost utilizate două echipamentele optice, microscop de precizie model Zeiss Stemi 2000 C [93] (figura 4.19) și spectrofotometru model Data Color 500 [66] (figura 4.20), utilizate în scopul determinării culorilor și valorilor RGB.



Fig. 4.19. Microscop de precizie

Microscopul Stemi 2000C este un stereo microscop de dimensiuni mici 65 x 336 x 371 mm, putând funcționa într-un mediu de lucru cu temperaturi cuprinse între -40°C și +70°C la o umiditate de până la 100% având puterea de mărire până de 250 x [93].



Fig. 4.20. Spectrofotometru

Spectrofotometrul folosit este un model Datacolor 500 cu o rezoluție de citire de 2 nm și un interval photometric de la 0 la 200%. Este dotat cu un analizator spectral de tip SP2000 cu 256 de diode și o lentilă cu ajustare automată [66].

#### 4.2.3 Metodologia cercetării în vederea dezvoltării prototipului

Metodologia cercetării a presupus un studiu asupra culorilor măslinelor, în scopul determinării valorii RGB și a diferențelor de culoare/nuanță precum și dezvoltarea unui program de analiză a imaginii, figura 4.21

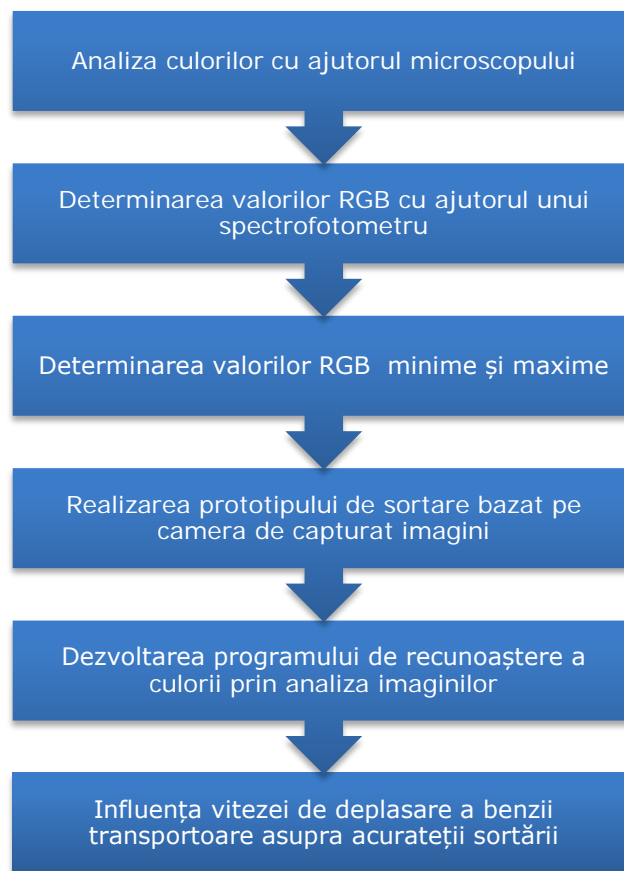


Fig. 4.21. Schema metodologiei le dezvoltare a unui prototip bazat pe un dispozitiv de capturare a imaginii

În prima fază a dezvoltării prototipului s-a realizat o analiză a culorii utilizând microscopul de precizie (figura 4.18), pentru a analiza uniformitatea culorii pe suprafața măslinelor, iar în acest scop s-au folosit diferite mostre de măslinile atât negre (figura 4.22) cât și verzi (figura 4.23) [10, 11].

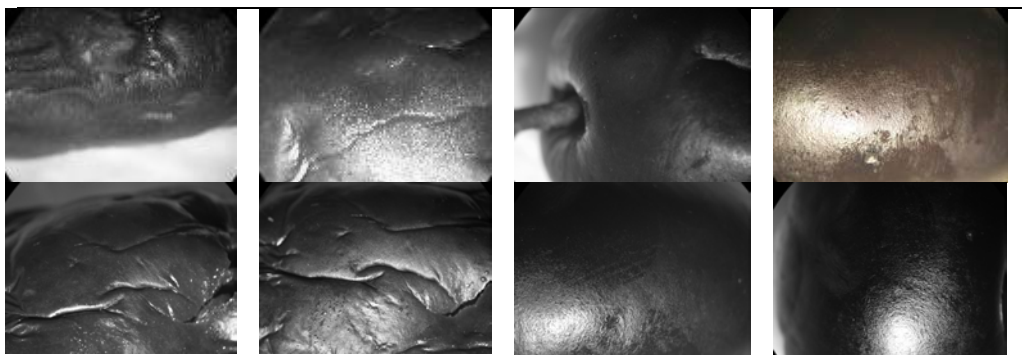


Fig. 4.22. Imaginea microscopică pentru măslinile negre (scara 3x)

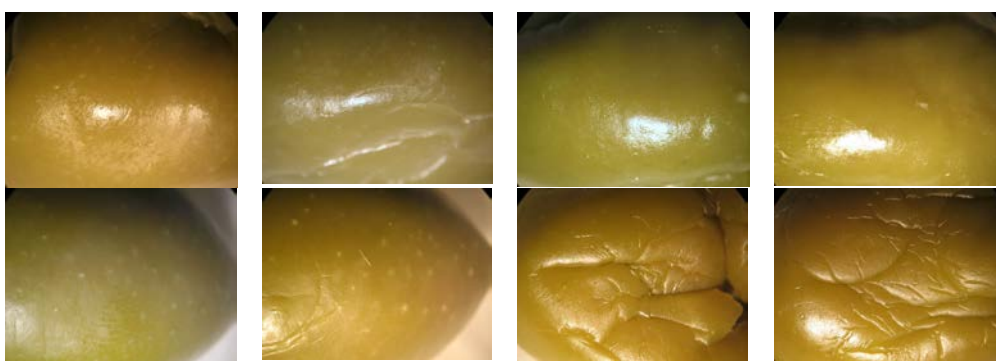


Fig. 4.23. Imaginea microscopică pentru măslinile verzi (scara 3x)

Pe baza acestei analize se poate concluziona faptul că măslinile negre sunt mai apropiate ca și culoare, fiind mai ușor de identificat prin intermediul senzorilor de culoare sau prin analiza imaginii (a culorii din imagine) din poză. Tot în urma acestei analize, putem afirma faptul că măslinile „verzi” au un spectru mai larg de culoare, care nu se rezumă doar la spectrul de culoare verde, ele atingând și alte nuanțe apropiate verdelui.

În a doua fază a dezvoltării prototipului s-a realizat o analiză a valorilor RGB a măslinelor, iar în acest scop am folosit spectrofotometrul, din figura 4.19, cu care au fost determinate culorile negru și verde pe baza codurilor RGB. Dintr-un lot de măslinile au fost luate ca probe 20 de măslinile verzi și 20 de măslinile negre. Pentru fiecare măslină în parte, au fost realizate câte trei măsurători, pentru o determinare cât mai corectă a culorii, iar valorile culorilor roșu (R), verde (G) și albastru (B) au fost centralizate în tabelul 4.13 pentru măslinile de culoare verde și în tabelul 4.14 pentru măslinile de culoare neagră.

*Trebuie menționat faptul că, atunci când vorbim de un lot de măslinile, de o analiză a culorii, a mărimii etc., ne referim la măslinile preluate de la un singur soi de măslinile, așa sunt și livezile moderne din Grecia. Acest lucru ducând la măslinile de mărimii, forme și culori asemănătoare, singurul lucru care diferă fiind nivelul maturității și dacă sunt măslinile cu diverse defecte și/sau boli.*



Tabel 4.13 Valorile măsurate RGB în cazul măslinelor verzi

| Proba              | Valoare RGB - Roșu | Valoare RGB - Verde | Valoare RGB - Albastru |
|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| P1 măslina verde1  | 129                | 109                 | 66                     |
| P1 măslina verde2  | 130                | 111                 | 71                     |
| P1 măslina verde3  | 135                | 114                 | 71                     |
| P2 măslina verde1  | 143                | 122                 | 75                     |
| P2 măslina verde2  | 135                | 114                 | 69                     |
| P2 măslina verde3  | 147                | 122                 | 66                     |
| P3 măslina verde1  | 130                | 111                 | 65                     |
| P3 măslina verde2  | 124                | 105                 | 63                     |
| P3 măslina verde3  | 130                | 110                 | 65                     |
| P4 măslina verde1  | 123                | 100                 | 60                     |
| P4 măslina verde2  | 120                | 101                 | 63                     |
| P4 măslina verde3  | 112                | 100                 | 60                     |
| P5 măslina verde1  | 128                | 101                 | 55                     |
| P5 măslina verde2  | 126                | 101                 | 57                     |
| P5 măslina verde3  | 129                | 105                 | 57                     |
| P6 măslina verde1  | 137                | 151                 | 58                     |
| P6 măslina verde2  | 127                | 130                 | 71                     |
| P6 măslina verde3  | 120                | 138                 | 66                     |
| P7 măslina verde1  | 122                | 152                 | 74                     |
| P7 măslina verde2  | 125                | 138                 | 75                     |
| P7 măslina verde3  | 133                | 143                 | 66                     |
| P8 măslina verde1  | 123                | 133                 | 66                     |
| P8 măslina verde2  | 137                | 138                 | 62                     |
| P8 măslina verde3  | 122                | 144                 | 68                     |
| P9 măslina verde1  | 120                | 130                 | 67                     |
| P9 măslina verde2  | 134                | 139                 | 68                     |
| P9 măslina verde3  | 138                | 135                 | 77                     |
| P10 măslina verde1 | 120                | 147                 | 67                     |
| P10 măslina verde2 | 133                | 148                 | 67                     |
| P10 măslina verde3 | 140                | 124                 | 73                     |
| P11 măslina verde1 | 136                | 122                 | 66                     |
| P11 măslina verde2 | 126                | 145                 | 65                     |
| P11 măslina verde3 | 131                | 127                 | 76                     |
| P12 măslina verde1 | 121                | 124                 | 66                     |
| P12 măslina verde2 | 138                | 123                 | 65                     |
| P12 măslina verde3 | 135                | 121                 | 67                     |
| P13 măslina verde1 | 124                | 147                 | 75                     |
| P13 măslina verde2 | 133                | 136                 | 74                     |
| P13 măslina verde3 | 127                | 124                 | 74                     |
| P14 măslina verde1 | 126                | 143                 | 65                     |

90 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

|                    |     |     |    |
|--------------------|-----|-----|----|
| P14 măslina verde2 | 124 | 153 | 64 |
| P14 măslina verde3 | 121 | 129 | 63 |
| P15 măslina verde1 | 138 | 155 | 74 |
| P15 măslina verde2 | 122 | 154 | 78 |
| P15 măslina verde3 | 123 | 137 | 68 |
| P16 măslina verde1 | 129 | 141 | 73 |
| P16 măslina verde2 | 132 | 150 | 77 |
| P16 măslina verde3 | 121 | 138 | 72 |
| P17 măslina verde1 | 124 | 138 | 60 |
| P17 măslina verde2 | 127 | 154 | 69 |
| P17 măslina verde3 | 133 | 123 | 70 |
| P18 măslina verde1 | 138 | 132 | 75 |
| P18 măslina verde2 | 139 | 130 | 64 |
| P18 măslina verde3 | 120 | 131 | 77 |
| P19 măslina verde1 | 127 | 138 | 78 |
| P19 măslina verde2 | 127 | 148 | 60 |
| P19 măslina verde3 | 120 | 142 | 59 |
| P20 măslina verde1 | 130 | 124 | 68 |
| P20 măslina verde2 | 133 | 144 | 67 |
| P20 măslina verde3 | 134 | 147 | 74 |

Tabel 4.14 Valorile măsurate RGB în cazul măslinelor negre

| Proba              | Valoare RGB - Roșu | Valoare RGB - Verde | Valoare RGB - Albastru |
|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| P1 măslina neagra1 | 53                 | 54                  | 51                     |
| P1 măslina neagra2 | 50                 | 50                  | 44                     |
| P1 măslina neagra3 | 47                 | 52                  | 50                     |
| P2 măslina neagra1 | 45                 | 49                  | 46                     |
| P2 măslina neagra2 | 40                 | 43                  | 40                     |
| P2 măslina neagra3 | 41                 | 43                  | 40                     |
| P3 măslina neagra1 | 52                 | 55                  | 52                     |
| P3 măslina neagra2 | 49                 | 53                  | 50                     |
| P3 măslina neagra3 | 48                 | 52                  | 49                     |
| P4 măslina neagra1 | 50                 | 53                  | 50                     |
| P4 măslina neagra2 | 50                 | 53                  | 50                     |
| P4 măslina neagra3 | 50                 | 53                  | 51                     |
| P5 măslina neagra1 | 54                 | 15                  | 31                     |
| P5 măslina neagra2 | 46                 | 19                  | 23                     |
| P5 măslina neagra3 | 27                 | 40                  | 21                     |
| P6 măslina neagra1 | 41                 | 31                  | 25                     |
| P6 măslina neagra2 | 29                 | 19                  | 28                     |
| P6 măslina neagra3 | 49                 | 50                  | 44                     |
| P7 măslina neagra1 | 46                 | 55                  | 47                     |
| P7 măslina neagra2 | 26                 | 42                  | 43                     |

4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii 91

|                     |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|
| P7 măslina neagra3  | 48 | 32 | 51 |
| P8 măslina neagra1  | 40 | 20 | 27 |
| P8 măslina neagra2  | 22 | 28 | 38 |
| P8 măslina neagra3  | 27 | 31 | 30 |
| P9 măslina neagra1  | 17 | 44 | 17 |
| P9 măslina neagra2  | 21 | 38 | 28 |
| P9 măslina neagra3  | 43 | 28 | 30 |
| P10 măslina neagra1 | 18 | 37 | 29 |
| P10 măslina neagra2 | 38 | 53 | 30 |
| P10 măslina neagra3 | 32 | 21 | 46 |
| P11 măslina neagra1 | 22 | 27 | 32 |
| P11 măslina neagra2 | 50 | 43 | 19 |
| P11 măslina neagra3 | 45 | 34 | 21 |
| P12 măslina neagra1 | 15 | 23 | 45 |
| P12 măslina neagra2 | 48 | 30 | 51 |
| P12 măslina neagra3 | 22 | 50 | 30 |
| P13 măslina neagra1 | 47 | 48 | 49 |
| P13 măslina neagra2 | 19 | 46 | 20 |
| P13 măslina neagra3 | 49 | 30 | 15 |
| P14 măslina neagra1 | 39 | 50 | 53 |
| P14 măslina neagra2 | 37 | 29 | 42 |
| P14 măslina neagra3 | 46 | 43 | 27 |
| P15 măslina neagra1 | 31 | 30 | 36 |
| P15 măslina neagra2 | 44 | 24 | 24 |
| P15 măslina neagra3 | 54 | 41 | 48 |
| P16 măslina neagra1 | 26 | 21 | 35 |
| P16 măslina neagra2 | 16 | 39 | 38 |
| P16 măslina neagra3 | 52 | 22 | 18 |
| P17 măslina neagra1 | 19 | 35 | 55 |
| P17 măslina neagra2 | 46 | 16 | 49 |
| P17 măslina neagra3 | 35 | 31 | 38 |
| P18 măslina neagra1 | 34 | 41 | 22 |
| P18 măslina neagra2 | 46 | 15 | 39 |
| P18 măslina neagra3 | 21 | 32 | 53 |
| P19 măslina neagra1 | 45 | 52 | 35 |
| P19 măslina neagra2 | 37 | 15 | 39 |
| P19 măslina neagra3 | 15 | 25 | 25 |
| P20 măslina neagra1 | 31 | 36 | 52 |
| P20 măslina neagra2 | 33 | 19 | 28 |
| P20 măslina neagra3 | 36 | 33 | 20 |

## 92 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

Din tabelele 4.13 și 4.14 am extras valorile minime și maxime pentru valorile culorilor roșu, verde și albastru și le-am centralizat în tabelele 4.15 și 4.16.

Tabel 4.15 Valorile măsurate RGB minime și maxime în cazul măslinelor verzi

| Valoare | Valoare RGB - Roșu | Valoare RGB - Verde | Valoare RGB - Albastru |
|---------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Minimă  | 112                | 100                 | 55                     |
| Maximă  | 147                | 155                 | 78                     |

Tabel 4.16 Valorile măsurate RGB minime și maxime în cazul măslinelor negre

| Valoare | Valoare RGB - Roșu | Valoare RGB - Verde | Valoare RGB - Albastru |
|---------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Minimă  | 15                 | 15                  | 15                     |
| Maximă  | 54                 | 55                  | 55                     |

Ținând cont de valorile rezultatelor din tabelele 4.11, 4.12, 4.13 și 4.14 a fost concepută idea de bază a dezvoltării prototipului și anume să poată să învețe în timp real culorile măslinelor sau să fie introduse manual valorile RGB ale măslinelor pe care trebuie să le sorteze crescând astfel precizia recunoașterii culorilor.

Pe baza acestei idei a fost conceput și dezvoltat prototipul atât din punct de vedere tehnic (hardware) cât și din punct de vedere programabil (software).

### 4.2.4 Realizarea prototipului inteligent de sortare

Realizarea prototipului a fost bazată pe schema de dezvoltare a prototipului, figura 4.24 și pe schema logică, figura 4.25.

Schema de dezvoltare cuprinde două faze distincte. Prima fază, fiind faza de dezvoltare din punct de vedere tehnic (hardware), iar a doua fază fiind faza de dezvoltare a programului (software) de analiză și de recunoaștere a culorii.

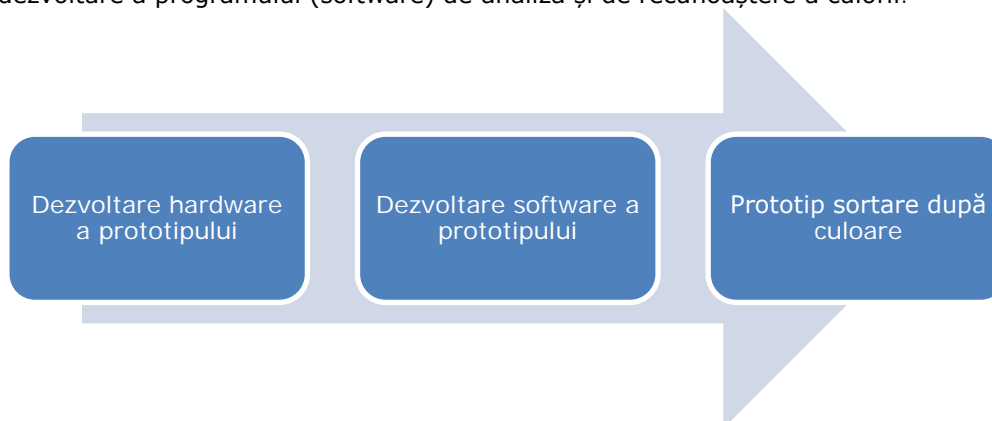


Fig. 4.24. Schema de dezvoltare a prototipului de recunoaștere a culorii

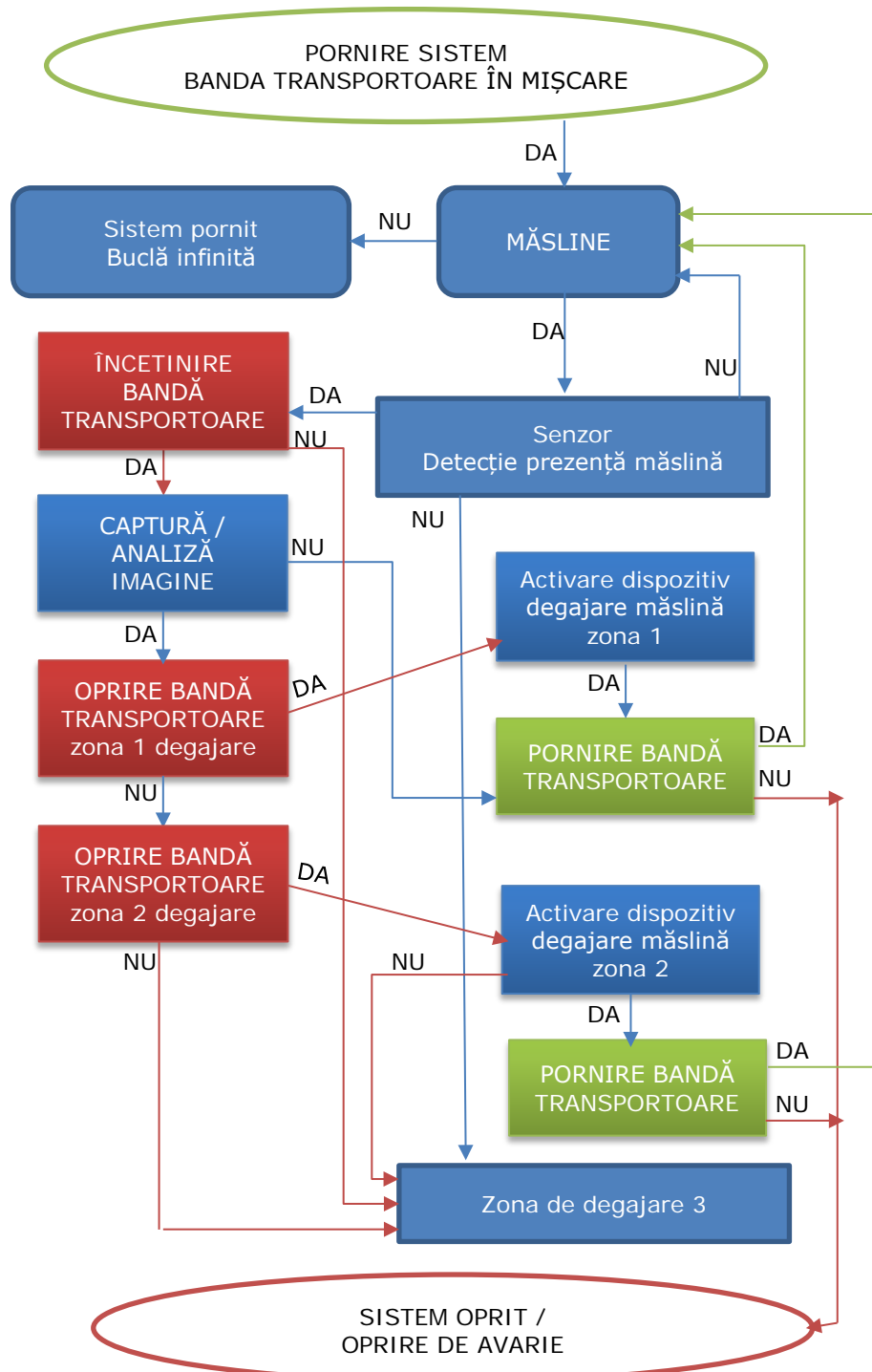


Fig. 4.25. Schema logică a setărilor și funcționării prototipului bazat pe camera de luat vederi

Schema logică de funcționare a prototipului bazat capturi de imagini are mai multe etape distincte. În prima etapă, după pornirea sistemului, senzorul de prezență dacă depistează prezența unei măslini, încetinește banda transportoare, astfel încât camera de luat vederi să captureze o imagine cât mai precisă. Odată ce a fost realizată captura imaginii, se realizează analiza imaginii. Pe baza acestei analize măslina este degajată în zona 1, 2 sau 3 după caz..

#### 4.2.4.1 Dezvoltarea prototipului inteligent de sortare automată a măslinelor

Pe baza schemei logice din figura 4.25 a fost dezvoltat prototipul de sortare a măslinelor bazat pe recunoașterea culorilor, iar schema componentelor principale ale prototipului este redată în figura 4.26.

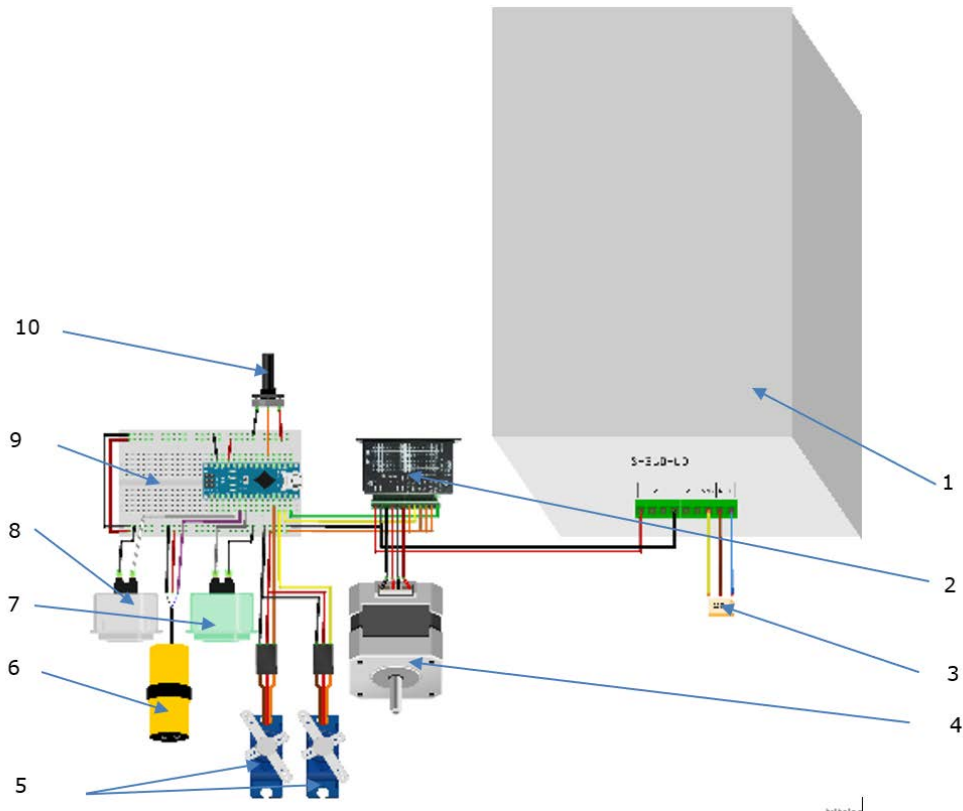


Fig. 4.26. Schema componentelor prototipului inteligent de sortare

Cele mai importante elemente ale prototipului sunt: releul principal (1) care are rolul de a alimenta cu curent principalele echipamente electronice; releul secundar (2) cu rol de transformator; comutatorul principal (3) de pornit/oprit; stepper-ul

(motor electric pas cu pas) (4) cu rolul de a roti banda transportoare; motoare electrice (5) folosite pentru extragerea măslinelor de pe bandă; senzorul de prezență (6) folosit pentru determinarea prezenței măslinii pe banda transportoare; butonul de învățare (7); butonul de pornit/oprit al benzii transportoare și a mecanismului de recunoaștere (8); placa de bază alcătuită din minicalculator (figura 4.27) și camera de luat vederi (9) și potențiometrul (10) pentru presetarea turației motorului (4).



Fig. 4.27. Mini calculator

Utilizarea minicalculatorului este esențială datorită faptului că imaginile trebuie procesate și trebuie realizată o analiză a imaginii din punct de vedere a culorilor. Acest minicalculator va fi programat realizând astfel un prototip inteligent care poate compara (în timp real) imaginile prelevate de la camera de luat vederi.

Principalele caracteristici ale minicalculatorului de tip Raspberry Pi 4 sunt performanțele ridicate, la un nivel de calculator de tip desktop, fiind caracterizat printr-un procesor quad-core de 64 biți de înaltă performanță, o rezoluție până la 4K, o decodare video până la 4Kp60, are 4 GB RAM și o conectivitate Bluetooth și wireless [36, 109].

Împingătoarele (dispozitive de extragere a măslinelor de pe banda transportoare) care sunt atașate la motoarele electrice, figura 4.28, cu rol de degajare a măslinelor de pe banda transportoare, au fost realizate pe o imprimanta 3D și proiectate pe un laptop cu procesor i7, 8GB Ram și 4 GB Ram placa grafică în programul AutoCad 2021, figura 4.29. Imprimanta fiind o imprimantă Prusa i3 MK3S cu viteza de imprimare 200 mm/s, grosimea stratului de 50 microni și utilizând un filament de 1,75 mm [104].

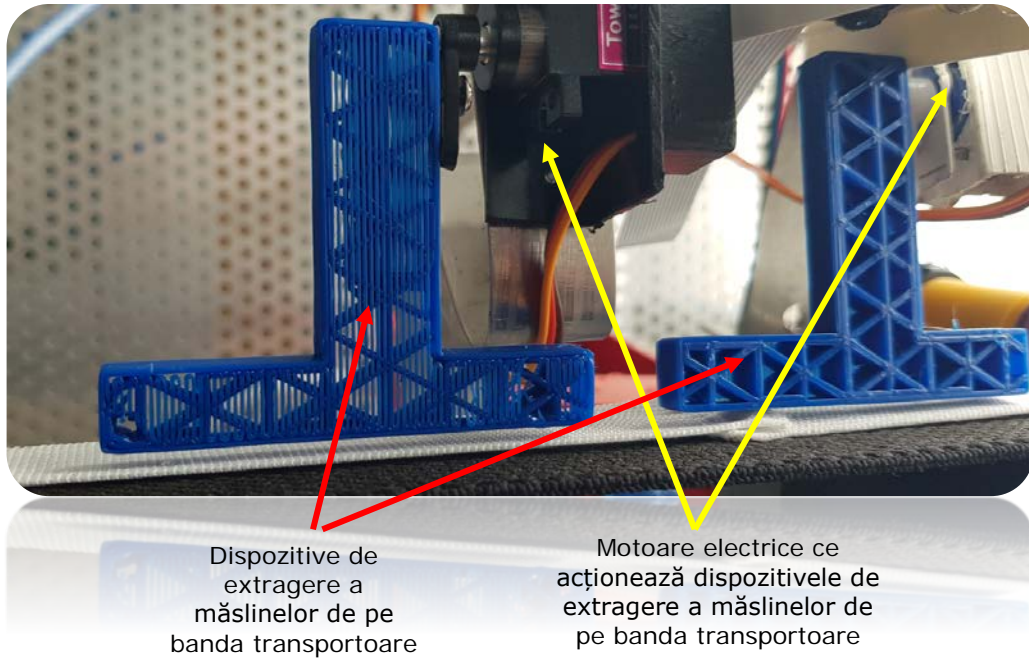


Fig. 4.28. Realizarea componentelor de extragere a măslinelor de pe banda transportoare

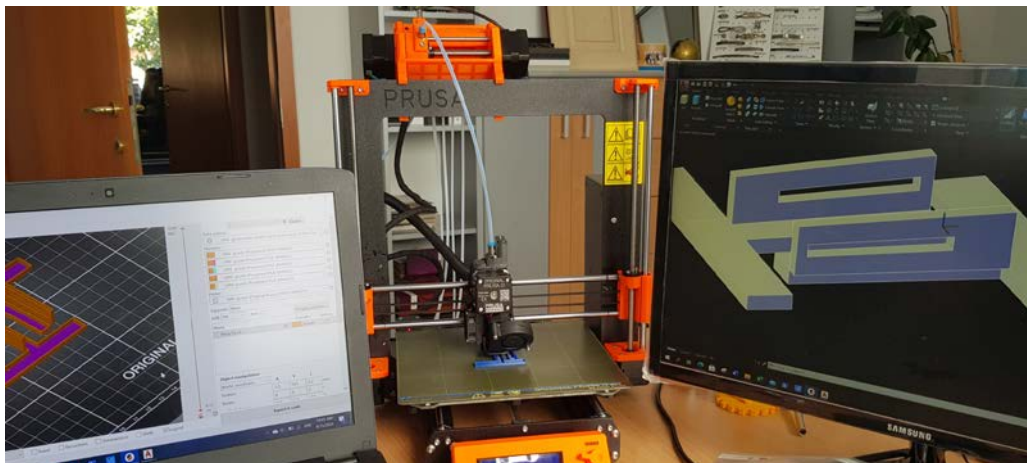


Fig. 4.29. Realizarea componentelor de extragere a măslinelor de pe banda transportoare



#### 4.2.4.2 Dezvoltarea programului de recunoaștere a culorilor

A fost dezvoltat un program de recunoaștere a culorilor. S-a mers pe acest principiu din considerente cum ar fi faptul că, o analiză a culorii este mult mai rapidă față de o analiză a imaginii, o analiză a imaginii care presupune mai multe caracteristici de comparare.

*Programul de recunoaștere a culorii* a fost dezvoltat în limbajul de programare Python [23].

S-a ales acest program pentru compatibilitatea cu mini calculatorul utilizat (Raspberry) [10, 24].

Astfel programul este compus din:

- Funcția care analizează imaginea
 

```
def analyse_image(PATH):
    global R_MIN, R_MAX, B_MIN, B_MAX, G_MIN, G_MAX,
    RADIUS_MIN, RADIUS_MAX
```
- Citirea imaginii
 

```
img = cv2.imread(PATH)
```
- Decuparea părții nedorite
 

```
img = img[15:60, 0:64]
```
- Conversia imaginii în culoarea gri
 

```
img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
img = cv2.medianBlur(img, 5)
#110 39
```
- Realizarea unui cerc în care să fie încadrată măsline, zonă din care se va extrage culoarea
 

```
circles = cv2.HoughCircles(image=img,
method=cv2.HOUGH_GRADIENT, dp=0.9, minDist=100,
param1=110, param2=10, minRadius=7, maxRadius=40)

cv2.imwrite("/home/pi/masline/detected.png", imgc)
if circles is None:
    return -1
```
- ```
if len(circles) < 1:
    return -1

r = int(0)
g = int(0)
b = int(0)
x = int(0)

circle = circles[0, 0]
for n, i in enumerate(circles[0, :], start=1):
    circle = i
```
- Determinarea cercului pe măsline pentru extragerea imaginii necesară determinării culorii.
 

```
radius = int(circle[2] - 3)
center = (int(circle[1]), int(circle[0]))
```

98 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

---

A fost stabilită valoarea de 3mm a razei. Valoare care încadrează un cerc într-o măslină fără a cuprinde și alte elemente în imagine. Această valoare poate fi modificată, de utilizator, funcție de mărimea măslinei. După care este decupată imaginea din interiorul cercului, imagine care va fi analizată pentru determinarea valorii medii RGB [10, 108] a pixelilor din interiorul cercului.

Secvențele programului pentru această sarcină sunt:

- Parcurgem pixelii din jurul centrului  
for i in range(center[0] - radius, center[0] + radius + 1):  
    dist = abs(i - center[0])  
    if i >= 45 or i < 0:  
        continue  
    for j in range(center[1] - (radius-dist), center[1] + (radius - dist) + 1):  
        if j >= 64 or j < 0:  
            continue  
        x = x + 1
- Luăm valoarea rgb a pixelilor și o adunăm la suma totală  
    R, G, B = imgc[i, j]
- Înlocuim pixelul cu unul roșu  
    imgc[i, j] = (0, 0, 255)  
    r = r + R  
    g = g + G  
    b = b + B
  
- if x == 0:  
        return -1
- Calculam valoarea medie  
    r = int(r/x)  
    g = int(g/x)  
    b = int(b/x)  
  
    print("average red ", r)  
    print("average green ", g)  
    print("average blue ", b)  
    print("radius ", radius)
- Copiem imaginea pe disc  
    cv2.imwrite("/home/pi/masline/detected.png",  
imgc)
- Astfel că valorile anterioare vor fi comparate cu valorile din secvența următoare:  
R\_MIN[0] = int(file.readline())  
R\_MIN[1] = int(file.readline())  
R\_MAX[0] = int(file.readline())  
R\_MAX[1] = int(file.readline())  
G\_MIN[0] = int(file.readline())  
G\_MIN[1] = int(file.readline())  
G\_MAX[0] = int(file.readline())

```
G_MAX[1] = int(file.readline())
B_MIN[0] = int(file.readline())
B_MIN[1] = int(file.readline())
B_MAX[0] = int(file.readline())
B_MAX[1] = int(file.readline())
RADIUS_MIN[0] = int(file.readline())
RADIUS_MIN[1] = int(file.readline())
RADIUS_MAX[0] = int(file.readline())
RADIUS_MAX[1] = int(file.readline())
```

Unde:

- [0] măslina de culoare 1
- [1] măslina de culoare 2
- Min – valoarea minimă
- Max – valoarea maximă
- int(file.readline()) – o valoare introdusă de utilizator sau o valoare după învățare.

Dacă dorim să definim prima culoare [0] ca fiind din spectrul culorilor de negru atunci definim valorile MIN[0] și MAX[0] coduri RGB ale spectrului de nuanțe de negru din tabelul 4.17 [10, 106, 108].

Astfel dacă setăm peste tot valoarea 0 atunci vom identifica negru absolut, iar dacă setăm ca valoare minimă 0 la roșu, verde și albastru și valoare maximă de 194 atât la roșu, verde cât și la albastru, atunci dacă obiectul (măslina) se va încadra în aceste nuanțe va fi identificată ca și culoare „0” și va fi extrasă de pe banda transportoare.

Tabel 4.17 Variația valorii RGB pentru nuanțele de negru

| Culoare                                                                             | Denumire culoare | Valori cod (R,G,B) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|
|  | Negru            | rgb(0,0,0)         |
|  | Semigri          | rgb(104,104,104)   |
|  | Gri              | rgb(126,126,126)   |
|  | Gri închis       | rgb(170,170,170)   |
|  | Gri deschis      | rgb(194,194,194)   |

Procedăm la fel și pentru culoarea a doua „1”, de exemplu vrem să identificăm culoarea verde vom defini valorile MIN[1] și MAX[1] a codurilor RGB pentru nuanțe de verde din tabelul 4.18 [10, 107, 108].

De exemplu pentru culoarea măslinie va trebuie să setam valorile minime și maxime astfel: R\_MIN[1] = 128, R\_MAX[1] = 128; G\_MIN[1] = 128, G\_MAX[1] = 128; B\_MIN[1] = 128, B\_MAX[1] = 128. Astfel va fi identificată culoarea măsliniu absolut.

Dacă dorim să identificăm toate nuanțele de verde atunci vom seta valorile minime și maxime din tabelul 4.16, astfel: R\_MIN[1] = 0, R\_MAX[1] = 173; G\_MIN[1] = 100, G\_MAX[1] = 255; B\_MIN[1] = 0, B\_MAX[1] = 170.

Tabel 4.18 Variația valorii RGB pentru nuanțele de verde

| Culoare                                                                             | Verde                | Valori cod (R,G,B) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|
|   | Verde gazon          | rgb(124,252,0)     |
|  | Verde gălbui         | rgb(127,255,0)     |
|  | Verde lămâie         | rgb(50,205,50)     |
|  | Verde lămâie deschis | rgb(0,255,0)       |
|  | Verde frunză         | rgb(34,139,34)     |
|  | Verde                | rgb(0,128,0)       |
|  | Verde închis         | rgb(0,100,0)       |
|  | Verde măr            | rgb(173,255,47)    |

4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii 101

|                                                                                     |                        |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|
|    | Verde măr închis       | rgb(154,205,50)  |
|    | Verde crud             | rgb(0,255,127)   |
|    | Verde crud mediu       | rgb(0,250,154)   |
|    | Verde deschis          | rgb(144,238,144) |
|    | Verde pal              | rgb(152,251,152) |
|   | Verde marin închis     | rgb(143,188,143) |
|  | Verde marin mediu      | rgb(60,179,113)  |
|  | Verde marin deschis    | rgb(32,178,170)  |
|  | Verde marin            | rgb(46,139,87)   |
|  | Verde măsliniu         | rgb(128,128,0)   |
|  | Verde măsliniu închis  | rgb(85,107,47)   |
|  | Verde măsliniu deschis | rgb(107,142,35)  |

102 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

Programul a fost dezvoltat astfel încât să fie posibilă și antrenarea prototipului să recunoască culorile dorite de noi fără a introduce manual culorile de spectru RGB. Astfel, se vor trece măslinile prin fața camerei, vor fi fotografiate, analizate culorile și se vor extrage valorile RGB după care programul va reține valorile minime și maxime pentru fiecare cod de culoare.

Rezultă în acest caz:

- Secvența care reține valorile pentru măslinile de culoare 1 și de culoare 2.

```
if calibrate == 1:
    R_MIN[0] = min(R_MIN[0], r)
    R_MAX[0] = max(R_MAX[0], r)
    G_MIN[0] = min(G_MIN[0], g)
    G_MAX[0] = max(G_MAX[0], g)
    B_MIN[0] = min(B_MIN[0], b)
    B_MAX[0] = max(B_MAX[0], b)
    RADIUS_MIN[0] = min(RADIUS_MIN[0],
int(radius))
    RADIUS_MAX[0] = max(RADIUS_MAX[0],
int(radius))
    write_values()
    return 1
elif calibrate == 2:
    if servo2 == 1:
        R_MIN[1] = min(R_MIN[1], r)
        R_MAX[1] = max(R_MAX[1], r)
        G_MIN[1] = min(G_MIN[1], g)
        G_MAX[1] = max(G_MAX[1], g)
        B_MIN[1] = min(B_MIN[1], b)
        B_MAX[1] = max(B_MAX[1], b)
        RADIUS_MIN[1] = min(RADIUS_MIN[1],
int(radius))
        RADIUS_MAX[1] = max(RADIUS_MAX[1],
int(radius))
        write_values()
        return 2
    else:
        R_MIN[0] = min(R_MIN[0], r)
        R_MAX[0] = max(R_MAX[0], r)
        G_MIN[0] = min(G_MIN[0], g)
        G_MAX[0] = max(G_MAX[0], g)
        B_MIN[0] = min(B_MIN[0], b)
        B_MAX[0] = max(B_MAX[0], b)
        RADIUS_MIN[0] = min(RADIUS_MIN[0],
int(radius))
        RADIUS_MAX[0] = max(RADIUS_MAX[0],
int(radius))
        write_values()
        return 1
```

```

else:
    • Secvența care calculează cât de aproape de fiecare din
      culori este măslina, este:
      dif1 = abs(r-((R_MIN[0]+R_MAX[0])/2)) * abs(g-
      ((G_MIN[0]+G_MAX[0])/2)) * abs(b-
      ((B_MIN[0]+B_MAX[0])/2))
      dif2 = abs(r-((R_MIN[1]+R_MAX[1])/2)) * abs(g-
      ((G_MIN[1]+G_MAX[1])/2)) * abs(b-
      ((B_MIN[1]+B_MAX[1])/2))
      range1 = False
      range2 = False
    • Măslina poate fi de tipul 1:
      if r in range(R_MIN[0] - T, R_MAX[0] + T):
          if g in range(G_MIN[0] - T, G_MAX[0] + T):
              if b in range(B_MIN[0] - T,
              B_MAX[0] + T):
                  if radius in
                  range(RADIUS_MIN[0] - R, RADIUS_MAX[0] + R):
                      range1 = True
    • Măslina poate fi de tipul 2
      if servo2 == 1:
          if r in range(R_MIN[1] - T, R_MAX[1] + T):
              if g in range(G_MIN[1] - T,
              G_MAX[1] + T):
                  if b in range(B_MIN[1] - T,
                  B_MAX[1] + T):
                      if radius in
                      range(RADIUS_MIN[1] - R, RADIUS_MAX[1] + R):
                          range2 =
                          True
    • Returnăm cea mai apropiată culoare găsită
      if servo2 == 0:
          if range1:
              return 1
          else:
              return 0
          if range1 and range2:
              if dif1 <= dif2:
                  return 1
              else:
                  return 2
          elif range1:
              return 1
          elif range2:
              return 2
          else:
              return 0

```

Obiectivele programului sunt:

- Detecția măslinii pe banda transportoare;
- Analiza culorii măslinii;

104 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

---

- Determinarea culorii;
- Sortarea măslinei.

Programul are mai multe secvențe de dezvoltare funcțională și anume:

- secvență numită „dectecție”, care are ca scop detectarea măslinei pe banda transportoare, acest lucru fiind necesar pentru a crește viteza de lucru, prin pornirea camerei de luat vederi doar atunci când este detectată o măslină pe banda transportoare;
- secvența de fotografiere, în această secvență măslina este fotografiată (captură de imagine digitală), dacă în fotografie nu este detectată măslina banda transportoare se va deplasa cu un pas de 0.5 cm și va realiza o nouă captură, procedeu care se repetă în total de trei ori (dacă în captură nu este detectată măslina);
- în următoarele secvențe captura este decupată, convertită în gri și extrasă o porțiune din captură;
- secvența în care porțiunea extrasă revine la culoarea adevărată și în care este analizată culoarea;
- secvența de determinare a culorii.

Prototipul are posibilitatea să recunoască două măslini de culori diferite, fiecareia fiindu-i destinată câte o zonă de degajare, dar mai dispune și de o a treia zonă de degajare. Prezența celei de-a treia zone de degajare ne permite astfel să sortăm chiar trei culori diferite, două prin determinarea culorii și una prin eliminare.

S-a mers pe acest concept pentru a spori randamentul prototipului prin a selecta măslini de trei culori diferite, dacă este cazul, iar dacă nu este cazul atunci se recunoaște doar o culoare iar a doua este sortată prin eliminare crescând astfel, considerabil, viteza sortării.



Schema bloc cu secvențele principale ale dispozitivului inteligent de sortare este prezentată în figura 4.30.

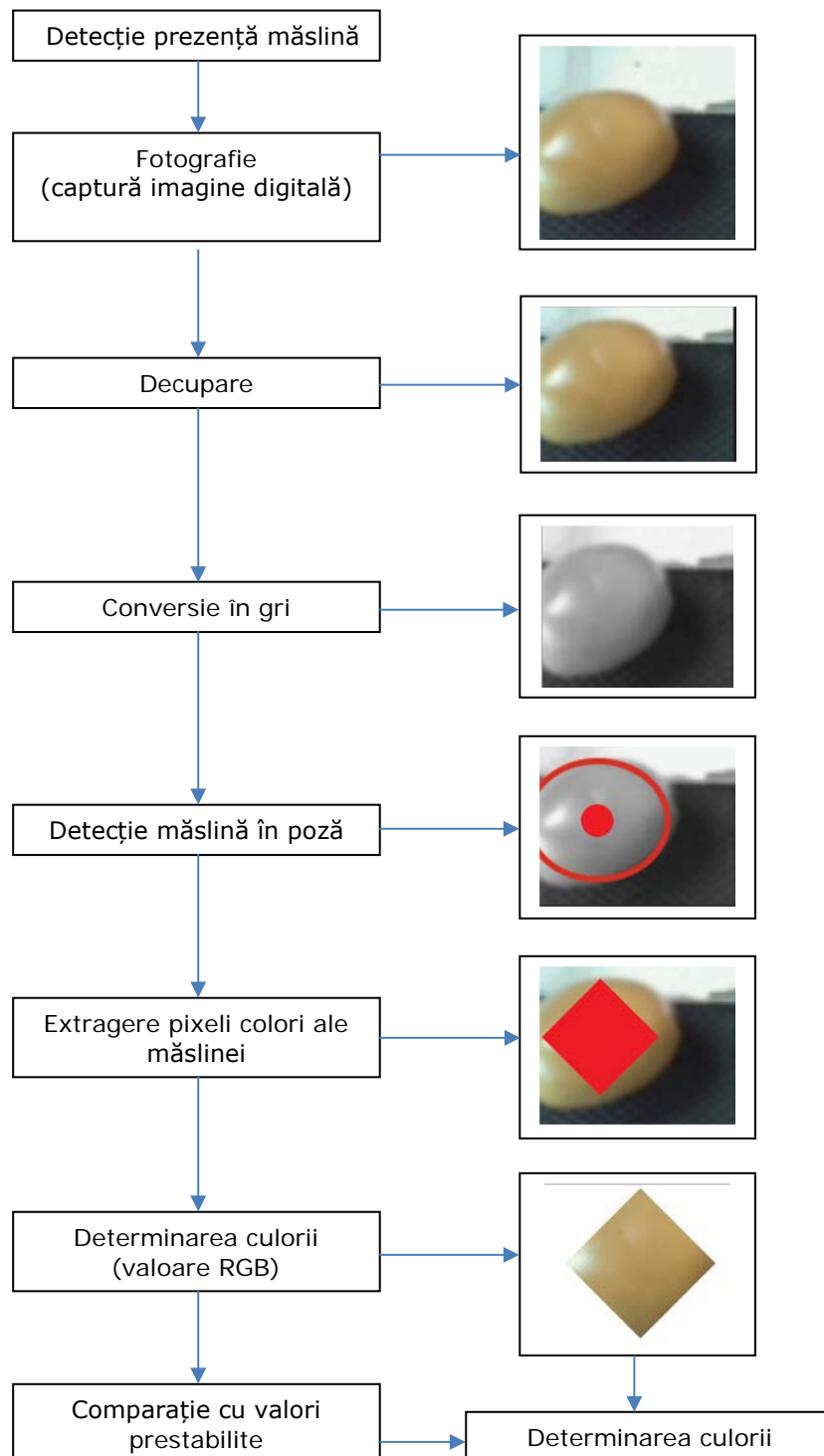


Fig. 4.30 Schema bloc a programului de recunoaștere a culorii

#### 4.2.5 Testarea experimentă a prototipului inteligent de sortare

Aceste încercări experimentale au fost bazate pe mai multe testări destinate sortării măslinelor, în scopul de a determina acuratețea sortării la o viteză cât mai mare.

##### 4.2.5.1 Încercări experimentale ale prototipului inteligent de sortare cu trei zone de degajare

Prototipul este realizat prin două zone distincte de sortare/degajare (1 și 2, figura 4.31), zone în care sortarea se realizează după prelucrarea imaginilor, dar mai dispune și de o a treia zonă (3) de degajare unde sunt degajate măslinile care nu au corespuns culorii. Astfel măslinile care sunt degajate în zona 3 pot fi măslinile de altă culoare față de cele din zonele 1 și 2, având astfel posibilitatea de a sorta toate cele trei culori cunoscute ca fiind specifice măslinelor (verde, maro și negru).

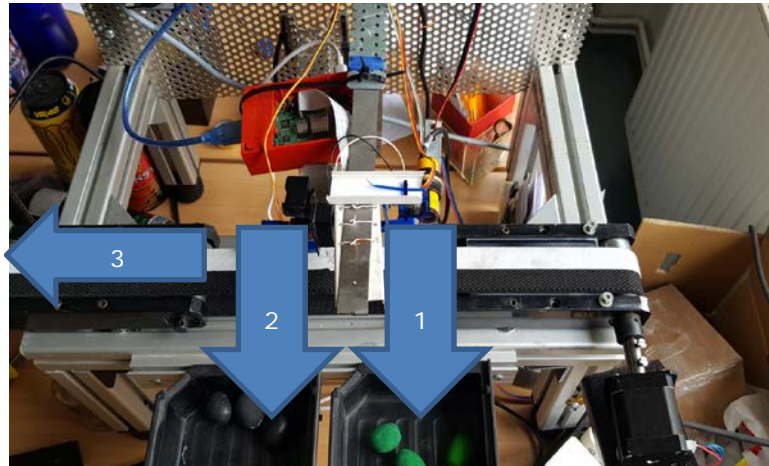


Fig. 4.31. Zonele de degajare a prototipului de sortare

Pentru partea experimentală am folosit câte 100 de măslinile din fiecare culoare, puse aleatoriu pe banda de transport, la viteze diferite de la 0,04 m/s până la 0,251 m/s, iar zonele de degajare având toate combinațiile posibile (1=verde, 2=maro, 3=negru (Anexa 4 – tabel centralizator, valoarea 1 reprezentând ca a fost o citire corectă, iar valoarea 0 că a fost o citire eronată); 1=verde, 2=negru, 3=maro; 1=maro, 2=verde, 3=negru; 1=maro, 2=negru, 3=verde; 1=negru, 2=maro, 3=verde; 1=negru, 2=verde, 3=maro). Rezultatele centralizate, reprezentând media testelor, fiind prezentate în tabelul 4.19, unde N – negru, M – maro și V– verde, iar 1, 2 și 3 sunt zonele de degajare / sortare.

4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii 107

Testele au fost realizate în condiții de iluminat prestabilite, deoarece diferite intensități ale luminozității pot modifica nuanțele culorilor.

Rezultatele valorilor medii, reprezentând acuratețea recunoașterii la diferite viteze de deplasare a benzii transportoare sunt prezentate în tabelul 4.19 (Toate valorile au fost centralizate după modelul din Anexa 4).

Tabel 4.19 Rezultatele valorilor medii, reprezentând acuratețea recunoașterii la diferite viteze de deplasare a benzii transportoare

| Viteza de deplasare [m/s] |                 | 0,04                    | 0,08 | 0,125 | 0,167 | 0,218 | 0,251 |     |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
|                           |                 | Acuratețea sortării [%] |      |       |       |       |       |     |
| Zona de degajare 1        | Culoare măslină | V                       | 100  | 100   | 99    | 99    | 98    | 99  |
|                           |                 | V                       | 99   | 100   | 97    | 99    | 100   | 100 |
|                           |                 | M                       | 99   | 97    | 98    | 98    | 95    | 97  |
|                           |                 | M                       | 100  | 98    | 97    | 99    | 98    | 96  |
|                           |                 | N                       | 99   | 100   | 99    | 97    | 99    | 95  |
|                           |                 | N                       | 100  | 99    | 98    | 99    | 99    | 96  |
| Zona de degajare 2        |                 | M                       | 99   | 97    | 99    | 96    | 98    | 99  |
|                           |                 | N                       | 99   | 98    | 99    | 97    | 98    | 94  |
|                           |                 | V                       | 100  | 99    | 99    | 99    | 100   | 99  |
|                           |                 | N                       | 98   | 100   | 97    | 96    | 99    | 95  |
|                           |                 | M                       | 97   | 97    | 99    | 95    | 96    | 93  |
|                           |                 | V                       | 100  | 99    | 100   | 99    | 99    | 100 |
| Zona de degajare 3        | N               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |
|                           | M               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |
|                           | N               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |
|                           | V               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |
|                           | V               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |
|                           | M               | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |     |

V-verde; N-negru; M-marou.

La această variantă măslinile sunt transportate până în dreptul senzorului de prezență (1). Atunci când este detectată o măslină, viteza de deplasare se limitează la 0,04 m/s. Limitarea vitezei de deplasare este necesară pentru a crește acuratețea captării de imagine. Pentru realizarea captării banda se oprește o fracțiune de secundă sub cameră, iar dacă captura corespunde (există măslină de o anumită culoare) este declanșat primul dispozitiv de sortare/extragere (2). Pentru a avea o viteză de lucru cât mai mare am determinat ca zona unde se realizează captura

108 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

(pentru toate măslinile) să fie și zona de extracție pentru măslinile de culoare 1, dacă măslinele nu corespund, din punct de vedere a culorii, cu măslinele de culoare 1 dar corespund cu măslinele de culoare 2, atunci banda se va deplasa tot cu viteza de 0,04 m/s, până în zona de extracție 2. Timpul necesar sortării este  $t_1$  (timpul necesar deplasării măslinei de la senzorul de prezență (1) la prima zonă de sortare (2)). Timpul  $t_2$  ca este timpul necesar deplasării măslinei de la senzorul de prezență (1) la a doua zonă de sortare (3), figura 4.32.

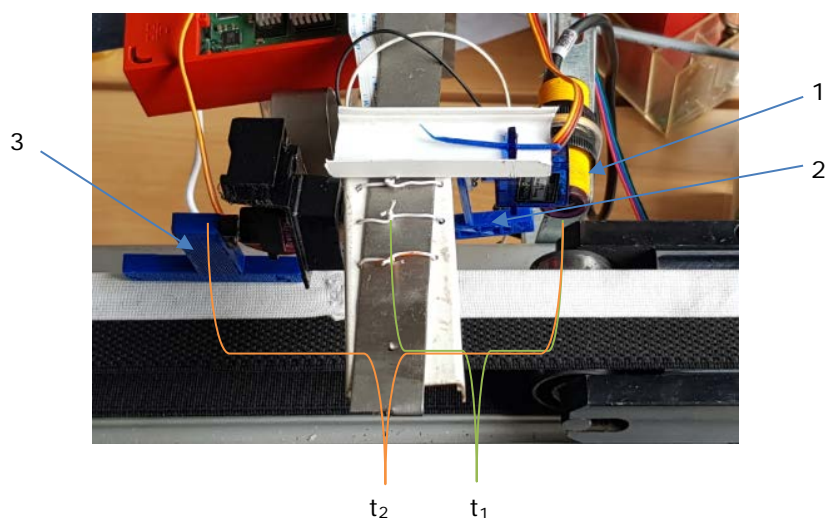


Fig. 4.32. Zonile de creștere a timpului sortării

Astfel pentru determinarea timpului total al sortării în cele două zone au fost măsurați timpii pe cele două zone de sortare, pentru mai multe încercări și pe mai multe eșantioane de măslini. Astfel, s-au făcut măsurătorile pentru 100 măslini/culoare, pentru cele 3 culori, testele repetându-se de 3 ori. Media rezultatelor este prezentată în tabelul 4.20 (Anexa 5, tabel centralizator cu timpul de recunoaștere pentru măslini de culoare verde pe cele două zone de degajare). Se precizează că prin timp de recunoaștere se înțelege timpul parcurs din momentul detecției până în momentul degajării.

Tabel 4.20 Media valorii timpului de recunoaștere pentru cele două zone de sortare

| Culoare măsline | Timp (s) |       |
|-----------------|----------|-------|
|                 | $t_1$    | $t_2$ |
| Verzi*          | 0.83     | 1.49  |
| Negre**         | 0.86     | 1.52  |
| Maro**          | 0.88     | 1.53  |

\*Anexa 5

\*\*După modelul din Anexa 5

Din aceste valori se poate determina timpul total al sortării, pentru varianta cu două zone de recunoaștere,  $t_{ts2}$ :

$$t_{ts2} = t_1 + t_2$$

Unde

$t_{ts2}$  – timpul total mediu de sortare la varianta cu două zone de degajare

$t_1$  -timpul mediu de sortare pe zona 1 de degajare

$t_2$  -timpul mediu de sortare pe zona 2 de degajare

În tabelul 4.21 sunt reprezentate calculele valorilor totale medii pe culoare (zona 1 de sortare plus zona 2 de sortare).

**În Anexa 5 este prezentat tabelul pe un eșantion de 100 de măslini verzi a către 3 măsurători pentru fiecare zonă de degajare. În aceeași modalitate au fost realizate toate tabelele centralizatoare ale timpilor de sortare (subcapitol 4.1 (Anexa3) și subcapitol 4.2 (Anexa5)).**

Tabel 4.21 Timpul total mediu pe cele două zone de sortare utilizând trei culori de măslini

| Calculul timpului mediu total pentru sortare pe cele două zone de sortare [s] |                   |                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Zona 1 de sortare                                                             | Zona 2 de sortare | Timpul total de sortare |
| V=0.83                                                                        | N=1.52            | 2.35                    |
|                                                                               | M=1.53            | 2.36                    |
| N=0.86                                                                        | V=1.49            | 2.35                    |
|                                                                               | M=1.53            | 2.39                    |
| M=0.88                                                                        | V=1.49            | 2.37                    |
|                                                                               | N=1.52            | 2.40                    |

V-verde; N-negru; M-marro.

#### 4.2.5.2 Încercări experimentale ale prototipului inteligent de sortare cu două zone de degajare

La această variantă prototipul este setat să funcționeze doar cu o zonă de sortare/degajare (și anume poziția 1 din figura 4.33), zonă în care sortarea se realizează după prelucrarea imaginilor, iar în zona 2 de degajare sunt degajate măslinile care nu au fost detectate în zona 1 de sortare/degajare. Prin această variantă se pot sorta măslinile în două culori, culorile predominante sortării în piața din Grecia și anume măslinile de culoare neagră și cele de culoare verde. Măslinile maro sunt din soiul Kalamata care atunci când ajung la maturitate au o culoare predominant maronie și nu neagră. Se poate spune că varianta optimă a prototipul este atunci când sortăm două culori.

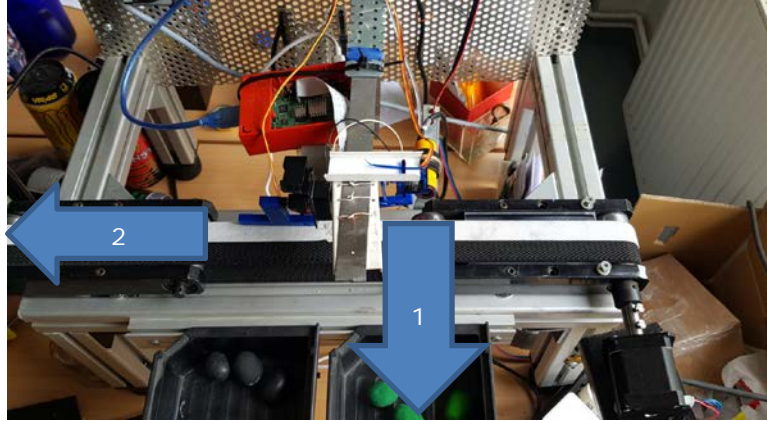


Fig. 4.33. Zonele de degajare ale prototipului de sortare

Pentru partea experimentală am folosit câte 100 de măslini din fiecare culoare, puse aleatoriu pe banda de transport, la viteze diferite de la 0,04 m/s până la 0,251 m/s, iar zonele de degajare având toate combinațiile posibile (prima variantă la zona 1 să se recunoască măslinile de culoare neagră, iar în zona 2 sunt degajate măslinile verzi, iar în varianta a doua în zona 1 sunt recunoscute măslinile ce culoare verde, iar în zona 2 sunt degajate măslinile negre). Rezultatele centralizate sunt prezentate în tabelul 4.22, unde N – negru și V – verde.

Tabel 4.22 Acuratețea recunoașterii măslinelor a prototipului inteligent de sortare

|                    |   | Viteza de deplasare [m/s] | 0,04 | 0,08 | 0,125 | 0,167 | 0,218 | 0,251 |
|--------------------|---|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                    |   | Acuratețea sortării [%]   |      |      |       |       |       |       |
| Zona de degajare 1 | N |                           | 99   | 96   | 98    | 99    | 97    | 96    |
|                    | V |                           | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |
| Zona de degajare 2 | V |                           | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |
|                    | N |                           | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |

V-verde; N-negru.

În afară de faptul că, de cele mai multe ori este suficientă sortarea a două culori, varianta sortării cu două culori (două zone de degajare), este mult mai rapidă față de varianta sortării a 3 culori (3 zone de degajare).

Pentru determinarea acestui lucru s-a repetat experimentul din tabelul 4.20, măsurând viteza de sortare doar pentru zona 1 de recunoaștere, (tabelul 4.23), iar

4.2 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza culorii 111

ca timp de sortare, referindu-ne, exclusiv, la durata de timp din momentul detectării până în momentul degajării (zona 3).

Nu s-au luat în considerare alte valori, deoarece acele valori depind de alți factori cum ar fi viteza de deplasare a benzii transportoare, distanța de la punctul de alimentare la punctele de degajare etc.

Tabel 4.23 Media valorii timpului de recunoaștere pe cele trei culori

| Culoare măslină | Timp (s) |
|-----------------|----------|
| Verzi           | 0.81     |
| Negre           | 0.86     |
| Maro            | 0.89     |

Din aceste valori se poate determina timpul total sortării, la varianta cu o singură zonă de recunoaștere,  $t_{ts1}$ .

$$t_{ts1} = t_1$$

#### 4.2.6 Rezultate și concluzii

Varianta prototipului inteligent de recunoaștere, la care s-a dezvoltat un program de învățare a culorilor (nuanțelor de culoare pe care trebuie să o recunoască) a dus la o creștere a fiabilității dispozitivului (prototipului) de sortare.

Toate testele au avut rezultate promițătoare iar rata de recunoaștere fiind mai mare de 95% la măslinile de culoare neagră și maro, iar la măslinile de culoare verde ajungând până și la 100% pe cele două zone de recunoaștere.

Dintre cele două metode și anume metoda cu trei zone de sortare și metoda cu două zone de sortare cea mai eficientă metodă a fost metoda cu două zone de sortare, tabelele comparative 4.24 și 4.25.

Tot din aceste metode se poate trage concluzia că, cea mai eficientă combinație fiind metoda de sortare cu două zone de degajare, iar culoarea verde să fie sortată pe zona 1 de degajare. La această condiție rezultatele arătând o precizie de 100%.

Tabel 4.24 Tabel comparativ cu zona 1 de degajare între cele două metode de degajare

| Viteza de deplasare [m/s] |                          |   | 0,04                    | 0,08 | 0,125 | 0,167 | 0,218 | 0,251 |
|---------------------------|--------------------------|---|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|                           |                          |   | Acuratețea sortării [%] |      |       |       |       |       |
| Zona de degajare 1        | Cu trei zone de degajare | N | 99.5                    | 99.5 | 98.5  | 98    | 99    | 95.5  |
|                           |                          | V | 99.5                    | 100  | 98    | 99    | 99    | 99.5  |
| Zona de degajare 1        | Cu două zone de degajare | N | 99                      | 96   | 98    | 99    | 97    | 96    |
|                           |                          | V | 100                     | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |

112 Cap 4 Cercetări experimentale privind optimizarea procesului de sortare optică a măslinelor

V-verde; N-negru.

Tabel 4.25 Tabel comparativ cu zona 2 de degajare între cele două metode de degajare

| Viteza de deplasare [m/s] |                          |                         | 0,04 | 0,08 | 0,125 | 0,167 | 0,218 | 0,251 |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                           |                          | Acuratețea sortării [%] |      |      |       |       |       |       |
| Zona de degajare 2        | Cu trei zone de degajare | N                       | 98.5 | 99   | 98    | 96.5  | 98.5  | 94.5  |
|                           |                          | V                       | 100  | 99   | 99.5  | 99    | 99.5  | 99.5  |
| Zona de degajare 2*       | Cu două zone de degajare | N                       | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |
|                           |                          | V                       | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   |

\*Zona 2 de degajare la metoda cu două zone de degajare este zona 3 de la metoda cu trei zone de degajare

V-verde; N-negru.

În tabelul 4.26 sunt prezentați timpii necesari sortării între cele două metode. La metoda cu trei zone de degajare a fost calculată suma timpului necesar sortării pe zona 1 și 2 de degajare, iar în tabel este prezentată media timpilor pentru cele două metode de sortare.

Tabel 4.26 Tabel comparativ cu zona 2 de degajare între cele două metode de degajare

| Timp de sortare la metoda cu trei zone de degajare [s] | Timp de sortare la metoda cu două zone de degajare [s] |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 2.37                                                   | 0.83                                                   |

Astfel se poate observa că, cea mai rapidă metodă este metoda de sortare cu două zone de degajare.

Concluzionând se poate spune că, metoda de sortare cu două zone de sortare este cea mai eficientă metodă dintre cele două, iar dacă pe zona 1 de degajare este analizată culoarea verde atunci avem un procent de 100% a sortării.



### 4.3 Concluzii

În acest capitol am dezvoltat două metode și două modele experimentele distincte de sortare, ambele cu aplicabilitate practică directă. O metodă a fost bazată pe determinarea culorilor cu ajutorul senzorilor de culoare, iar cea de a doua a fost bazată pe analiza culorii cu ajutorul camerei de luat vederi.

La cercetările experimentale privind optimizarea procesului de sortare cu senzori de culoare rezultatele nu au fost cele așteptate din următoarele motive:

- Senzorii de culoare sunt limitați pentru anumite culori și apar confuzii atunci când vine vorba de nuanțe din aceeași tonalitate;
- Lumina și luciul măslinelor pot fi factori determinanți în ceea ce privește erorile de citire a culorii măslinelor de către senzori;
- Dacă dispozitivul de extragere a măslinelor de pe banda transportoare, este hidraulic (cum este la prototip), poate crește semnificativ timpul de sortare;
- Alte variante de dispozitive de extracție a măslinelor de pe banda transportoare sunt scumpe și necesită echipamente suplimentare (de exemplu compresor la sistemele pe aer comprimat sau micro procesoare la echipamentele cu acționare mecanică).

În cazul cercetărilor experimentale privind optimizarea procesului de sortare prin analiza capturii imaginii și prin analiza culorii rezultatele au fost mult mai bune. Principalul motiv a fost programul de recunoaștere prin învățare. Acest program a fost realizat astfel încât să adauge o toleranță la orice tip de culoare (nuanță) citită cu condiția ca nuanțele să fie din aceeași culoare de bază.

O comparație între acuratețea sortării între cele două metode este prezentată în tabelul 4.27.

În urma cercetărilor experimentale ale prototipului bazat pe senzori de culoare au fost alese rezultatele obținute atunci când distanța între măslini a fost de 4 cm, deoarece aceasta este și distanța dintre senzorul de poziție și dispozitivul de degajare (figura 4.34).

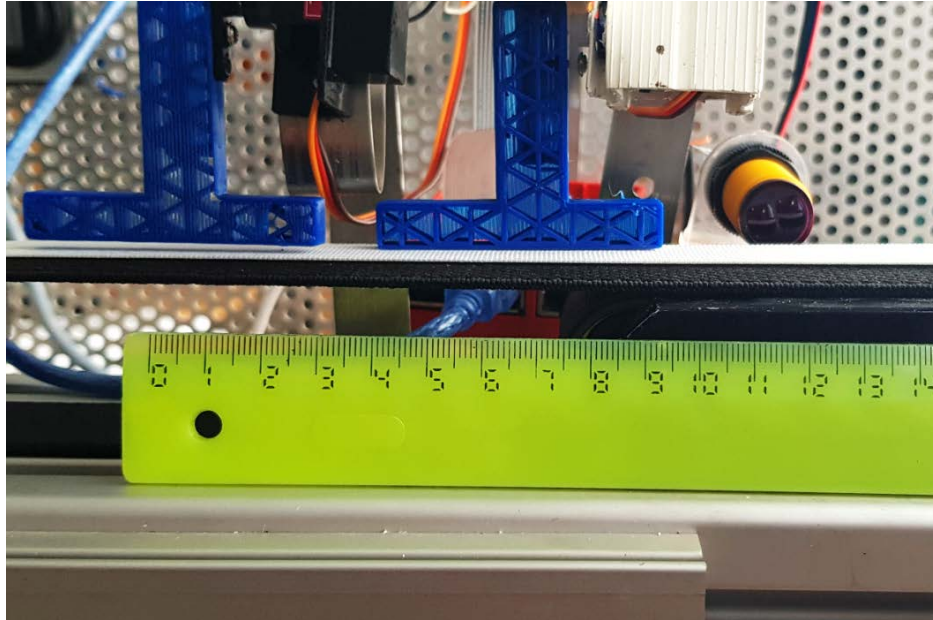


Fig. 4.34. Distanța între senzorul de mișcare și dispozitivele de degajare

Tabel 4.27 Tabel comparativ între cele două metode de recunoaștere a culorilor

| Viteza de deplasare [m/s] | Prototip bazat pe senzori de culoare |                              | Prototip bazat pe dispozitiv de captură a imaginii |                              |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|                           | Acuratețea măslina verzi [%]         | Acuratețea măslina negre [%] | Acuratețea măslina verzi [%]                       | Acuratețea măslina negre [%] |
| 0,04                      | 99                                   | 99                           | 100                                                | 100                          |
| 0,08                      | 98                                   | 98                           | 100                                                | 100                          |
| 0,125                     | 96                                   | 94                           | 100                                                | 100                          |
| 0,167                     | 89                                   | 88                           | 100                                                | 100                          |
| 0,218                     | 85                                   | 84                           | 100                                                | 100                          |
| 0,251                     | 83                                   | 81                           | 100                                                | 100                          |

În tabelul 4.28 și în figura 4.35 este prezentată o comparație între timpii necesari sortării a două mășline de culori diferite, valorile medii prezentate în cercetarea din subcapitolul 4.1 respectiv 4.2.

Tabel 4.28 Comparație ale timpilor de sortare între cele două metode de recunoaștere a culorilor

| Metoda bazată pe senzori de culoare | Metoda bazată pe dispozitivul de capturat imagini |                                              |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Timp de sortare [s]                 | Timp de sortare cu trei zone de degajare [s]      | Timp de sortare cu două zone de degajare [s] |
| 3.39                                | 2.37                                              | 0.83                                         |

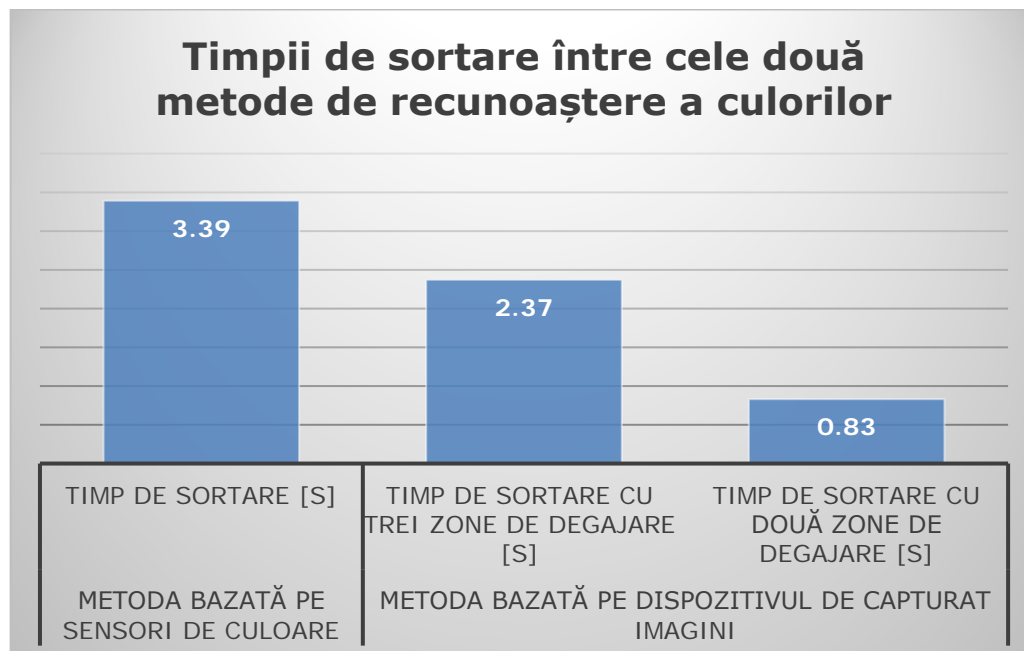


Fig. 4.35. Grafic reprezentând comparația timpilor necesari sortării

În urma acestor comparații se poate deduce concluzia că metoda de sortare utilizând dispozitivul de capturat imagini pe lângă acuratețea ridicată are și un timp de sortare mult mai scurt față de metoda sortării bazată pe senzori de culoare.



## 5. CONCLUZII . CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI PERSPECTIVELE CERCETĂRII

Odată cu dezvoltarea tehnologică din ultimii ani, au apărut și aplicațiile pentru progresul tehnologic în automatizarea agriculturii. Astfel, în ultima perioadă au fost alocate tot mai multe resurse îmbunătățirii și dezvoltării de noi sisteme cât mai eficiente în domeniul agricol. Printre acestea se regăsesc și sistemele de sortare automată a fructelor și legumelor Scopul principal al acestor sisteme automate de dezvoltare este o eficientizare cât mai mare a liniilor de producție cu pierderi cât mai mici și o creștere a calității produselor cât mai mare, cu o acoperire mare a nevoilor pieței de consum. Cercetarea s-a axat pe studiul sortării măslinelor (în special sortarea măslinelor negre și verzi) prin sisteme automate bazate pe recunoașterea culorii.

*Sortarea măslinelor în funcție de culoare a fost analizată prin utilizarea senzorilor de culoare și a camerelor de înaltă definiție pentru a realiza o sortare cât mai eficientă.*

*Analiza culorii a fost realizată prin utilizarea spectrofotometrului special, dar și în timp real, prin utilizarea camerei de înregistrare a imaginilor de înalta definiție.*

*Pe baza analizei culorii s-a programat dispozitivul de sortare astfel încât să optimizăm sortarea crescând eficiența sortării automate.*

La final, concluzionăm că cercetarea a confirmat previziunile inițiale și anume faptul că activitățile de sortare impun o abordare specială a managementului unor astfel de sisteme.

### 5.1. Concluzii generale

Cercetarea realizată a anticipat și furnizat elemente utile pentru realizarea experimentelor de analiză a culorii, de analiză a rezultatelor obținute, interpretării, dezvoltarea unor prototipuri de sortare prin care s-au putut formula și argumenta științific concluziile pe baza rezultatelor obținute.

Astfel:

- În Grecia sunt multe firme, producătoare de măline și de ulei de măline mici;
- În ultimii ani, pe plan mondial, industria agro-alimentară se îndreaptă spre produse cât mai naturale și cât mai puțin procesate;
- Promovarea produselor BIO, organice și sănătoase este un principiu de bază care se regăsește și în industria măslinelor;
- Măslinile, funcție de gradul de maturitate își modifică proprietățile nutritive, culoarea, mirosul și gustul produsului final;
- Măslinile aflate la început procesului de maturitate conțin oleuropeina, un fitonutrient ce le dă un gust amar;

- Calitatea uleiului de măsline poate fi determinată de gradul de maturitate a măslinelor folosite;
- Sortarea automată a măslinelor este necesară atât pentru obținerea de măsline destinate consumului propriu-zis, de o calitate superioară, cât și a măslinelor destinate producției de ulei, rezultând astfel un ulei de o calitate superioară;
- Prin analiza spectrofotometrică se poate determina mai corect culoarea măslinelor, stabilind astfel gradul de maturitate a fructului;
- Pe baza acestor analize se poate dezvolta un prototip automat de sortare a măslinelor după culoare;
- Sistemul automat de sortare folosește senzori de culoare pentru sortarea automată, sau un sistem inteligent de analiză a capturii video;
- Prin cercetare se demonstrează acuratețea prototipului de sortare pentru ambele variante precum și timpii de lucru (performanța);
- S-a obținut o sortare după cele două culori predominant întâlnite la măsline și anume o sortare după culoarea neagră și una după culoarea verde;
- Pentru creșterea randamentului prototipului s-a reușit definirea culorilor negru și verde pe baza codurilor RGB

## 5.2. Contribuții personale

Lucrarea prezintă un număr semnificativ de contribuții personale, atât teoretice cât și aplicative, dar mai cu seamă și experimentale, bazate pe realizarea unui prototip de sortare, dar și pe un studiu documentar precum și pe toate cercetările teoretice și experimentale efectuate pe parcursul perioadei de cercetare.

### 5.2.1 Contribuții teoretice

Cele mai semnificative contribuții teoretice din prezenta cercetare sunt:

- determinarea maturității fructelor pe baza culorii în timp real;
- extinderea cercetărilor bazate pe sortarea automată, funcție de culoare și la alte categorii de fructe;
- posibilități noi de cercetare asupra dispozitivelor de sortare bazate pe culoarea fructelor, dar și asupra altor activități care pot aduce o mai bună productivitate adăugând operații de tratament, spălare, procesare etc.;
- analiza imaginilor măslinelor în timp real;
- dezvoltarea și implementarea unui program prin care să se poată determina maturitatea fructului bazat pe spectrul de culoare;
- dezvoltarea unui prototip bazat pe parametrii studiului teoretic, dar și pe baza studiului experimental asupra culorii măslinelor.

### 5.2.2 Contribuții experimentale

Dintre cele mai importante contribuții experimentale se evidențiază:

- studiul asupra culorii măslinelor;
- studiul recunoașterii culorilor prin intermediul senzorului de culoare;
- studiul recunoașterii culorilor prin intermediul camerei de filmat;
- analiza culorilor măslinelor cu ajutorul spectrofotometrului;
- determinarea parametrilor de lucru la sortarea automată;
- analiza PSM-ului în vederea optimizării sistemelor de sortare a măslinelor;
- dezvoltarea unui program, pentru determinarea culorilor măslinelor astfel încât să fie definite corect culorile, destinat sortării;
- implementarea sistemului optim de sortare a măslinelor;
- dezvoltarea unor prototipuri de sortare a măslinelor.

### 5.2.3 Contribuții aplicative

- scăderea costurilor de producție, prin introducerea metodei de sortare automată a măslinelor, atât pentru măslinile de consum cât și pentru cele destinate procesării în ulei;
- îmbunătățirea și optimizarea sortării;
- stabilirea optimă a parametrilor de sortare;
- definirea culorilor din spectrul de culoare, referință după care urmează a fi sortate măslinile;
- creșterea vitezei de sortare;
- îmbunătățirea productivității, cu precădere și a calității prin dezvoltarea PSM-urilor optime pentru fiecare soi de măsline.

## 5.3 Perspective de dezvoltare ulterioară a cercetării

Din prezenta cercetare se desprind o serie de direcții noi de cercetare în domeniu, cum ar fi:

- extinderea cercetărilor și la alte fructe, la care prin studierea culorii lor se poate determina nivelul de maturitate precum și valorile nutritive ale acestora;
- dezvoltarea cercetărilor experimentale destinate recunoașterii culorilor prin folosirea camerei web;
- posibilitatea demarării de noi cercetări asupra sistemelor automate de sortare a fructelor;
- posibilitatea determinării existenței defectelor, deteriorării, dezvoltării improprie și a patogenilor asupra fructelor prin dezvoltarea sistemelor de analiză a imaginilor;
- dezvoltarea unui prototip de sortare automată bazat pe recunoașterea culorilor diferitelor tipuri de fructe.





# LISTA PUBLICAȚIILOR REZULTATE ÎN URMA CERCETĂRII DOCTORALE, PUBLICATE SAU ACCEPTATE SPRE PUBLICARE, SUB AFILIERE UPT ȘI UAV

Ing. **BABANATIS MERCE Roxana-Mihaela**

## 1. Lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate Web of Science-WoS (ISI)

- [1] Glavan, D. O., Ursu-Fischer, N., Babanatsas, T., Radu, I. and **Babanatis Merce, R. M.**: " Tool machinery frames comparison: welded or molded structures", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 61, Issue IV, 2018 (WOS:000453442200004)
- [2] Glavan, D. O., Babanatsas, T. , Ciupan, C., **Babanatis Merce, R. M.**, Radu, I. and Gaspar, M. C.: " Processing precision on turning machine with inclined bed frame", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 61, Issue IV, 2018 (WOS:000453442200005)
- [3] **Babanatis Merce, R. M.**, Babanatsas, T. and Glavan, D. O.: "Value analysis of harvesting systems for olives", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019 (WOS:000464577100025)
- [4] Glăvan, D., Babanatsas, T., Glavan, A., **Babanatis-Merce, R. M.**, Radu, I., Gaspar, M.: " Study of the manufacturing precision on turning machine with inclined bed frame in real time of processing", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019 (WOS:000464577100011)
- [5] Babanatsas, T., **Babanatis Merce, R. M.**, Glavan, D. O. and Komjaty: A."Experimental study on decreasing the damage to the olive tree during mechanized harvesting", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019 (WOS:000464577100026)

## 2. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate Web of Science-WoS (ISI) Proceedings

- [1] Glavan, D. O., Babanatsas, T., **Babanatis Merce, R. M.**: " 3D modeling of olive tree and simulating the harvesting forces", MSE 2017 "Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017 (WOS:000435283800116)
- [2] **Babanatis Merce, R. M.**, Babanatsas, T., Maris, S., Tucu, D. and Ghergan, O. C.: "Study of an automatic olives sorting system", 46th Symposium on Actual Tasks on Agricultural Engineering, Zagreb, 46, pp 485-490, 2018 (WOS:000506355900049)
- [3] Ghergan, O. C., Tucu, D., Iusco, A., Draghicescu, D., **Babanatis Merce, R. M.**: " Small greenhouse robotized solutions: state of the art and future perspectives", 47th Symposium on Actual Tasks on Agricultural Engineering, Zagreb, 47, pp 267-276, 2019 (WOS:000472729500027)
- [4] Szabo, M., **Babanatis Merce, R. M.**, Barbu, I., Babanatsas, T., Jitaru, L.: " The study of the traction behaviour of knitted structures with controlled dimensional stability", 7th International Conference on Modern Technologies in Industrial

- 122 Lista publicațiilor rezultate în urma cercetării doctorale,  
Publicate sau acceptate spre publicare, sub afiliere upt și uav

- 
- Engineering (ModTech), IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, 2019 (WOS:000562929900098)
- [5] Szabo, M., **Babanatis Merce, R. M.**, Barbu, I., Babanatsas, T., Jitaru, L.: " Study of dimensional changes during washing process for 1:1 interlock cotton yarns", 7th International Conference on Modern Technologies in Industrial Engineering (ModTech), IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, 2019 (WOS:000562929900099)
- [6] Babanatsas, T., Glavan, D. O., **Babanatis Merce, R. M.** and Glavan A.: " Study of Forces Influencing the Shaking Parameters in Mechanized / Robot-assisted Harvesting of Olives", MSE 2019, Trends in New Industrial Revolution, 290, 2019 (WOS:000569367700034)
- [7] **Babanatis Merce, R. M.** , Babanatsas T., and Glavan, D. O.: " Experimental study on the automatic selection of olives", MSE 2019, Trends in New Industrial Revolution, 290, 2019 (WOS:000569367700053)

### 3. Lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI

- [1] Babanatsas, T. **Babanatis Merce, R. M.**, Glăvan, D. O. and Glăvan A. „Contributions to optimization of storage and transporting industrial goods”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Hunedoara– ICAS, Vol. 294, 2017 (SCOPUS)
- [2] Babanatsas, T., Glăvan, D. O., **Babanatis Merce, R. M.** and Maris, S. A. „Modelling in 3D the olive trees cultures in order to establish the forces (interval) needed for automatic harvesting”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Hunedoara– ICAS, Vol. 294, 2017 (SCOPUS)
- [3] Glăvan, D. O., Babanatsas, T., **Babanatis Merce, R. M.** and Glăvan A. „Comparative study of tool machinery sliding systems; comparison between plane and cylindrical basic shapes”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Hunedoara– ICAS, Vol. 294, 2017 (SCOPUS)
- [4] Babanatsas, T. Glavan, D. O., **Babanatis Merce, R. M.**, Borzan, M., Radu I. and Maris, S. A.. „Harvesting olive tree using accurate vibrations generated by a robotic system”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Vol. 393, 2018 (SCOPUS)
- [5] Glavan, D. O., Babanatsas, T. Borzan, M., Radu, I. and **Babanatis Merce, R. M.** „Considerations about command system for lathes with numerical controls, adaptive controls and copying system with hydraulic modules or computer assisted”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Vol. 393, 2018 (SCOPUS)

### 4. Lucrări științifice expediate la reviste de specialitate indexate Web of Science-WoS (ISI) - în curs de publicare

- [1]. **Roxana Mihaela BABANATIS-MERCE**, Theoharis BABANATSAS, Dan Ovidiu GLAVAN, Andreea Ioana GLAVAN, Adina BUCEVSCHI, Marcello Calvete GASPARE: " Automated tool for olive color recognition in sorting system development", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021
- [2]. **Roxana Mihaela BABANATIS-MERCE**, Theoharis BABANATSAS, Dan Ovidiu GLAVAN, Raul MIRCEA, Andreea Ioana GLAVAN, Adina BUCEVSCHI, Marcello Calvete GASPARE: "Programming optical sensors to increase performance of olive sorting system", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021

## 6. BIBLIOGRAFIE

- 1 Aggelakis, A. *Transformarea digitală și producția agricolă: factori, efecte, provocări și condiții pentru adoptarea de noi sisteme tehnologice*. Publicație de cercetări IME GSEVEE - imegsevee.gr, Atena, 2020
- 2 Aguilera Puerto, D., Martinez, D. M., Gamez Garcia, Juan Gila, Ortega, Gómez. *Sorting Olive Batches for the Milling Process Using Image Processing*. Jurnal Sensors 2015, 15, 15738-15754; doi:10.3390/s150715738, 2015
- 3 Alexopoulos, T. *Implementation of codex standard 66-1981 / revision 2013 relating to the specifications and defects of table olive olives*. Thesis. ATEI Kalamata Food Technology School. 2017
- 4 Anagnostopoulou, A., Talelli, A. *Tehnologia și calitatea fructelor și legumelor*. Publicații New Technologies, Atena 2008
- 5 Anniva, C. *Quality Characteristics of products with the name "Olive Pasta"*. Chemist, Postgraduate student within the MSc of the Department of Chemistry with emphasis on Chemistry and Food Technology, Thessaloniki, 2007
- 6 Arachovitis, S. - *The Minister of Rural Development & Food. Epistoli-dakoktonia-2019-2020* (minagric.gr). Hellenic Republic - Ministry of Rural Development & Food Minister's Office, 2019
- 7 Argiropoulos, G. *Metode moderne de recoltare și prelucrare a măslinelor*. Facultatea de Agricultură din Kalamata Grecia, 2010
- 8 **Babanatis Merce, R. M.**, Babanatsas, T. and Glavan, D. O. *Experimental study on the automatic selection of olives*. MSE 2019, Trends in New Industrial Revolution, 290, 2019
- 9 **Babanatis Merce, R. M.**, Babanatsas, T., Maris, S., Tucu, D. and Glihergan, O. C. *Study of an automatic olives sorting system*. 46th Symposium on Actual Tasks on Agricultural Engineering, Zagreb, 46, pp 485-490, 2018
- 10 **Babanatis-Merce, R. M.**, Babanatsas, T., Glavan. D. O, Mircea, R., Glavan. A. I., Bucevschi, A., Gaspar, M. C. *Programming optical sensors to increase performance of olive sorting system*. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021
- 11 **Babanatis-Merce, R. M.**, Babanatsas, T., Glavan. D. O., Glavan. A. I., Bucevschi, A., Gaspar, M. C. *Automated tool for olive color recognition in sorting system development*. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue I, 2021
- 12 Charitonidis, N. *The Ripening of fruits and vegetables*. E-article at docplayer.gr 2020
- 13 Christodoulakis, N.-G. *Table olives in greece: the case of Thrompa*. Technological Educational Institute of Crete Department of Crop Science 2012
- 14 Chrysanthos, A. *Costing of Table Olive Cultivation in the Prefecture of Aetolia-Acarnania*. University of Patras Department Of

- Agricultural Products and Food Administration, postgraduate study program "MBA BUSINESS ADMINISTRATION", 2017
- 15 Corpul Unic de Control Alimentar. *Reguli de comercializare și etichetare a uleiului de măsline*. Direcția de Evaluare și Aprobări directive publicată, din Grecia, 2015
- 16 Diakogiorgi, C., Baris, T., Stergiopoulos, Ch., Tsiligirian. E. *Flying with the words*. Ministry of Education, Research and Religions Institute of Educational Policy, 2016
- 17 Dourgounaki, N. *Configuration description and interventions of ornamental olive trees planted in pots in the greenhouse*. The Farm of the Aristotle University of Thessaloniki, 2016
- 18 Emmanouilidou, M. G. and Kyriakou, M.s K.. *Olea Europea*. Ministry of Agriculture, Rural Development and Environment Information Institute of Agricultural Research, 2020
- 19 Fagouros, K. *Calitatea și siguranța în producția fructelor și legumelor proaspete*. Facultatea de Agricultură din Kalamata Grecia, 2013
- 20 García, José & Seller, Silvia and Camino, M. *Influence of Fruit Ripening on Olive Oil Quality*. Journal of Agricultural and Food Chemistry - J AGR FOOD CHEM. DOI 44. 10.1021/jf950585u, 1996
- 21 Gavidou, N., Zografou Efi. *Olive oil, chemical composition and properties*. Alexandreio Technological Educational Institute of Thessaloniki School of Health and Welfare Professions Department of Aesthetics-Cosmetology, 2008
- 22 Hamourga, E. *Dezvoltarea economică întreprinderilor care activează în domeniul comerțului fructelor proaspete*. Universitatea „Aristoteleio” din Thessloniki, Facultatea de Agricultură. 2010
- 23 Hunt J. *A First Python Program*. In: *A Beginners Guide to Python 3 Programming*. Undergraduate Topics in Computer Science. Springe, pp 23-31, 2019
- 24 Hyun Mun Kim, Woo-Shik Kim and Dae-Sung Cho. *A new color transform for RGB coding*. 2004 International Conference on Image Processing, pp. 107-110, vol. 1, Singapore, 2004.
- 25 K + S Hellas SA. *The cultivation of olives*. Prospectuses. 2018
- 26 Kailis, S. *Health benefits*. Olive Wellness Institute Australian Mediterranean Olive Research Institute Perth, Western Australia.
- 27 Karaoulanis, D. G. *Biologia și tehnologia fructelor și legumelor după recoltare*. Ed. Stamoulis, 2009
- 28 Kitougia, G.K., Mouroutsas S. G. *Visual recognition for automatic quality control in the food industry - application of low costs in olive color side*. Department of Electrical and Computer Engineering Democritus University of Thrace, 2017
- 29 Kitugia, G.K. Mouroutsos, S.G. *Visual recognition for automatic control quality in the food industry - application low costs in the colorside of olive*, 2019
- 30 Kouroumplis,P., Lappas, E. *Factors that Affect the Olive Oil Quality: Olive harvesting methods*. Hellenic Mediterranean

- University School of Health Sciences Department of Sciences of Nutrition & Dietetics. Thesis, 2019
- 31 Ministerul Agriculturii Grecia. *Mărimile măslinelor*. Vol. 2, Nr.24, 1994
- 32 Ministerul Agriculturii și dezvoltării din Cipru. *Nutritional value of Olive products and their importance in the Mediterranean diet and Human health*. Tipografia Cipru, Vol. 12, 2011
- 33 Ministry of Agriculture, *Natural Resources and Environment Agriculture Department. Post-collection apple management*. Electronic version, Ed. Press and Information Office. Nicosia Cyprus, 2014
- 34 Moutafi, I. *Traditional Olive Varieties In The Prefecture Of Halkidiki*. Department of Agricultural Economy & Veterinary Halkidiki. 2010
- 35 Nath, S., Vidinamo, F. and Spriggs, J. *Preservation and Storage of Perishable Fresh Fruits and Vegetables in the Highlands of Papua New Guinea*. Society for Engineering in Agriculture 2007 National Conference: Agriculture and Engineering: Challenge Today, Technology Tomorrow, 2007
- 36 Nusairat, J.E. *Rust for the IoT. Building Internet of Things Apps with Rust and Raspberry Pi*. Apress, Berkeley, CA, pp 391-427, 2020
- 37 Papagiannopoulos, D. *In the entry "Elea"*. Great Greek Encyclopedia P. Drandaki, Athens 2016
- 38 Peri, C. *The extra virgin Olive Oil Handbook*. Wiley-Blackwell, Italy 2014
- 39 Perri, E., Raffaelli, A. and Sindona, G. *Quantitation of Oleuropein in Virgin Olive Oil by Ion Spray Mass Spectrometry–Selected Reaction Monitoring*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999
- 40 Petropoulou – Karagiannopoulou, S. - *Agronomist. Olive*. University of Peloponnese, Kalamata, 2019
- 41 Ponce, J. M., Aquino, A., Borja M., Andújar Márquez, J. M. *Automatic Counting and Individual Size and Mass Estimation of Olive-Fruits Through Computer Vision Techniques*. IEEE Access 7: 59451-59465, 2019
- 42 Preedy, V. R., & Watson, R. R. (Eds.). (2010). *Olives and olive oil in health and disease prevention*.
- 43 Roussos, P.A. *Growth fruit harvest*. Book of Abstracts, Αθήνα, 2006
- 44 Sarandou S. *Quality research in Greek olive oil*. Harokopio University Department of Home Economics and Ecology, 2008
- 45 Sedouka A. *The effect of dilution on the fruit characteristics of the edible olive varieties Kalamon and Mantzanila*. Technological Educational Institute of Crete School of Agriculture Technology Department of Plant Production. Heraklion Crete, 2012
- 46 Tavernaraki, N. *Lesson 1: from olive to oil establishment and olive harvest receipt olive oil receipt*. TEI OF CRETE - STEG - PLANT PRODUCTION DEPARTMENT COURSE: AGRICULTURAL. 2020

- 47 Therios, I. *Olive tree*. Athens, Ed. CABI, 2006
- 48 Therios, I. *Olive production*. Athens, Ed. CABI, 2007
- 49 Therios, I. *Olives*. Athens, Ed. Columns Design, 2014
- 50 Tsimidou, M. *Olive Oil Quality*. Olive Oil: Chemistry and Technology. DOI:10.1201/9781439832028.ch6, 2006
- 51 Tsolakou A. *Study and prediction of stability of phenolatic olive oil ingredients - olive acutic acid: new olive oil oxidation product*. National And Capodistrian University of Athens Department of Pharmaceuticals Of Pharmacology And Natural Chemistry, 2017
- 52 [www./cosmio.gr/](http://www.cosmio.gr/) , accesat 14.11.2020
- 53 [www.ache.industry.siemens.com/dl/files/222/14946222/att\\_69754/v1/TD200\\_e.pdf](http://www.ache.industry.siemens.com/dl/files/222/14946222/att_69754/v1/TD200_e.pdf) , accesat 07.03.2021
- 54 [www.agrolisi.gr/katigories-aggelion/exoplismos-elaioyrgias](http://www.agrolisi.gr/katigories-aggelion/exoplismos-elaioyrgias) , accesat 01.03.2021
- 55 [www.agrotikistegi.gr/](http://www.agrotikistegi.gr/) , accesat 01.03.2021
- 56 [www.agrotikistegi.gr/product-category/](http://www.agrotikistegi.gr/product-category/) , accesat 01.03.2021
- 57 [www.aixmeas.gr/](http://www.aixmeas.gr/) , accesat 04.02.2021
- 58 [www.andreouoil.gr/poikilies-elaiokarpou/](http://www.andreouoil.gr/poikilies-elaiokarpou/) , accesat 05.03.2021
- 59 [www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/factory-machinery-el/olive-line-treatment/](http://www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/factory-machinery-el/olive-line-treatment/) , accesat 01.03.2021
- 60 [www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/farmers-small-units-machinery-el/%CE%BFlives-size-selector-grader-3meters-long/](http://www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/farmers-small-units-machinery-el/%CE%BFlives-size-selector-grader-3meters-long/) , accesat 20.02.2021
- 61 [www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/farmers-small-units-machinery-el/system-for-the-quality-selection-size-selection-and-leaves-separation-of-olives/](http://www.argyropoulos.com.gr/shop/olive-processing-machinery-el/farmers-small-units-machinery-el/system-for-the-quality-selection-size-selection-and-leaves-separation-of-olives/) , accesat 24.02.2021
- 62 [www.blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/georgia-akriveias/item/1937-texnologia-to-mellon-tis-georgias](http://www.blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/georgia-akriveias/item/1937-texnologia-to-mellon-tis-georgias)
- 63 [www.cargohandbook.com/Olive\\_Oil](http://www.cargohandbook.com/Olive_Oil) , accesat 15.02.2021
- 64 [www.cnn.gr/oikonomia/insights/story/66491/elaiolado-to-ethniko-mas-proion](http://www.cnn.gr/oikonomia/insights/story/66491/elaiolado-to-ethniko-mas-proion) , accesat 01.03.2021
- 65 [www.daster.gr](http://www.daster.gr) , accesat 11.02.2021
- 66 [www.datacolor.com/business-solutions/product-overview/datacolor-800-spectrophotometer/](http://www.datacolor.com/business-solutions/product-overview/datacolor-800-spectrophotometer/) , accesat 08.03.2021
- 67 [www.ebay.com/itm/1PCS-MAX262ACWG-Microprocessor-Programmable-Universal-Active-Filters-SOP24-/372124353480](http://www.ebay.com/itm/1PCS-MAX262ACWG-Microprocessor-Programmable-Universal-Active-Filters-SOP24-/372124353480) , accesat 01.03.2021
- 68 [www.ebay.com/itm/SPG-S6R06GB-Reversible-Motor-w-S6DA15B-Gearhead-/402343883202](http://www.ebay.com/itm/SPG-S6R06GB-Reversible-Motor-w-S6DA15B-Gearhead-/402343883202) , accesat 07.03.2021

- 69 [www.e-cardio.gr/default.aspx?pageid=754](http://www.e-cardio.gr/default.aspx?pageid=754), accesat 26.01.2021
- 70 [www.el.foodmes.com/wine-technology-can-harvesting-data-make-better-wine](http://www.el.foodmes.com/wine-technology-can-harvesting-data-make-better-wine), accesat 18.11.2020
- 71 [www.elearning.masterprof.ro/lectiile/merceologie/lectie\\_10/fructele\\_i\\_legumele\\_proaspete\\_i\\_procesate.html](http://www.elearning.masterprof.ro/lectiile/merceologie/lectie_10/fructele_i_legumele_proaspete_i_procesate.html), accesat 20.11.2020
- 72 [www.elpcctv.com/](http://www.elpcctv.com/), accesat 08.03.2021
- 73 [www.en.wikipedia.org/wiki/Oleuropein](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Oleuropein), accesat 11.02.2021
- 74 [www.ethnos.gr/oikonomia/58544\\_meriki-apasholisi-aytoi-einai-oi-neoi-misthoi-poi-i-kai-pos-kerdizoyn-10-epipleon](http://www.ethnos.gr/oikonomia/58544_meriki-apasholisi-aytoi-einai-oi-neoi-misthoi-poi-i-kai-pos-kerdizoyn-10-epipleon), accesat 01.03.2021
- 75 [www.fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169094/nutrients](http://www.fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169094/nutrients), accesat 11.02.2021
- 76 [www.fedotec.de/en/conveyor-belts/mini-conveyor-belt/](http://www.fedotec.de/en/conveyor-belts/mini-conveyor-belt/), accesat 07.03.2021
- 77 [www.foodin.gr/](http://www.foodin.gr/), accesat 01.03.2021
- 78 [www.foodin.gr/επεξεργασία-ελιάς/](http://www.foodin.gr/επεξεργασία-ελιάς/), accesat 01.03.2021
- 79 [www.frigotherm.ro/Blog/tag/depozitare-fructe-legume-in-atmosfera-controlata/](http://www.frigotherm.ro/Blog/tag/depozitare-fructe-legume-in-atmosfera-controlata/), accesat 20.11.2020
- 80 [www.garden-for-all.com/post/](http://www.garden-for-all.com/post/), accesat 12.11.2020
- 81 [www.geopack.gr/site/machinery\\_details.php?id=50](http://www.geopack.gr/site/machinery_details.php?id=50), accesat 20.02.2021
- 82 [www.google.gr/maps/place/Greece/](http://www.google.gr/maps/place/Greece/), accesat 01.03.2021
- 83 [www.greeklanguagegold.com/index.php/en/news/414-global-experts-expectations-for-olive-oil-in-2020-2021](http://www.greeklanguagegold.com/index.php/en/news/414-global-experts-expectations-for-olive-oil-in-2020-2021), accesat 01.03.2021
- 84 [www.grelia.gr/gr/blog/i-diadikasia-orimansis-tis-elias-126](http://www.grelia.gr/gr/blog/i-diadikasia-orimansis-tis-elias-126), accesat 28.01.2021
- 85 [www.icprime.ru/el/posobie-po-beremennosti/sozrevanie-plodov-u-rastenii-stimuliruetsya-prevrashchenie-veshchestv-pri/](http://www.icprime.ru/el/posobie-po-beremennosti/sozrevanie-plodov-u-rastenii-stimuliruetsya-prevrashchenie-veshchestv-pri/), accesat 21.01.2021
- 86 [www.kathimerini.gr/k/gastronomos/1018454/ti-prepei-na-gnorizoyme-gia-tis-epitrapezies-elies/](http://www.kathimerini.gr/k/gastronomos/1018454/ti-prepei-na-gnorizoyme-gia-tis-epitrapezies-elies/), accesat 19.02.2021
- 87 [www.keyence.eu/products/sensor/photoelectric/](http://www.keyence.eu/products/sensor/photoelectric/), accesat 07.03.2021
- 88 [www.kipogeorgiki.gr/](http://www.kipogeorgiki.gr/), accesat 01.03.2021
- 89 [www.latzimasoil.gr](http://www.latzimasoil.gr), accesat 12.11.2020
- 90 [www.maps-of-greece.com/thessaly-map.htm](http://www.maps-of-greece.com/thessaly-map.htm), accesat 01.03.2021
- 91 [www.matsalas.gr/](http://www.matsalas.gr/), accesat 14.11.2020
- 92 [www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/9783-sxesi-poiotitas-kai-orimotitas-froyton](http://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/9783-sxesi-poiotitas-kai-orimotitas-froyton), accesat 14.11.2020

- 93 [www.microscopecentral.com/collections/used-zeiss/products/zeiss-stemi-2000-c-stereo-microscope-6-5x-50x](http://www.microscopecentral.com/collections/used-zeiss/products/zeiss-stemi-2000-c-stereo-microscope-6-5x-50x) , accesat 08.03.2021
- 94 [www.multiscan.eu/en/products/i5-olives-plus-2/](http://www.multiscan.eu/en/products/i5-olives-plus-2/) , accesat 24.02.2021
- 95 [www.myoliveplant.gr/elaiwnas/poikilies-elias/](http://www.myoliveplant.gr/elaiwnas/poikilies-elias/) , accesat 28.01.2021
- 96 [www.news24.com/health24/diet-and-nutrition/healthy-foods/20-health-benefits-of-olives-20131218](http://www.news24.com/health24/diet-and-nutrition/healthy-foods/20-health-benefits-of-olives-20131218) , accesat 26.01.2021
- 97 [www.newtools.gr/agrotika/elaioravdistika-mixanimata/koskina-dialogis-elias](http://www.newtools.gr/agrotika/elaioravdistika-mixanimata/koskina-dialogis-elias) , accesat 20.02.2021
- 98 [www.novatec.gr/el/processing-lines](http://www.novatec.gr/el/processing-lines) , accesat 14.11.2020
- 99 [www.oliveoilandbeyond.com/olive-oil-storage-handling-s/1865.htm](http://www.oliveoilandbeyond.com/olive-oil-storage-handling-s/1865.htm) , accesat 15.02.2021
- 100 [www.onmed.gr/diatrofi/story/336447/elaiolado-kai-ygeia-apo-ta-kardiaggeiaka-nosimata-mexri-tin-optiki-mnimi-kai-tin-effradeia](http://www.onmed.gr/diatrofi/story/336447/elaiolado-kai-ygeia-apo-ta-kardiaggeiaka-nosimata-mexri-tin-optiki-mnimi-kai-tin-effradeia) , accesat 25.01.2021
- 101 [www.plantpro.gr/post/862](http://www.plantpro.gr/post/862) , accesat 23.02.2021
- 102 [www.polisafety.gr/](http://www.polisafety.gr/) , accesat 01.03.2021
- 103 [www.polisafety.gr/](http://www.polisafety.gr/) , accesat 01.03.2021
- 104 [www.prusa3d.com/original-prusa-i3-mk3/](http://www.prusa3d.com/original-prusa-i3-mk3/) , accesat 09.03.2021
- 105 [www.quicktimeonline.com/Sensors\\_c\\_133.html](http://www.quicktimeonline.com/Sensors_c_133.html) , accesat 01.03.2021
- 106 [www.rapidtables.com/web/color/black-color.html](http://www.rapidtables.com/web/color/black-color.html) , accesat 10.03.2021
- 107 [www.rapidtables.com/web/color/green-color.html](http://www.rapidtables.com/web/color/green-color.html) , accesat 10.03.2021
- 108 [www.rapidtables.com/web/color/RGB\\_Color.html](http://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.html) , accesat 10.03.2021
- 109 [www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/](http://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/) , accesat 08.03.2021
- 110 [www.rethemnosnews.gr/agrotika/459232\\_symboyles-gia-tin-sosti-syghkomidi-elaiokarpoy-prokeimenoy-na-diasfalistei-i-aristi](http://www.rethemnosnews.gr/agrotika/459232_symboyles-gia-tin-sosti-syghkomidi-elaiokarpoy-prokeimenoy-na-diasfalistei-i-aristi)
- 111 [www.romania-insider.com/study-bio-products-market-in-romania-up-30-this-year](http://www.romania-insider.com/study-bio-products-market-in-romania-up-30-this-year) , accesat 22.01.2021
- 112 [www.saferinstrument.com/archivos/SPG/motores\\_induccion\\_fren\\_o.pdf](http://www.saferinstrument.com/archivos/SPG/motores_induccion_fren_o.pdf) , accesat 07.03.2021
- 113 [www.sedik.gr/](http://www.sedik.gr/) , accesat 23.02.2021
- 114 [www.sizes.com/food/olives.htm](http://www.sizes.com/food/olives.htm) , accesat 05.03.2021
- 115 [www.smc.eu/portal\\_ssl/webpages/01\\_products/standards\\_manuals/rohs\\_directives/files/rohs.pdf](http://www.smc.eu/portal_ssl/webpages/01_products/standards_manuals/rohs_directives/files/rohs.pdf) , accesat 07.03.2021
- 116 [www.stalida.gr/el/article/10-h-istoria-ths-elias](http://www.stalida.gr/el/article/10-h-istoria-ths-elias) , accesat 22.01.2021
- 117 [www.stihl.gr/Bio-olive.aspx](http://www.stihl.gr/Bio-olive.aspx) , accesat 22.01.2021



- 118 [www.togias-inox.gr/newsite/downloads/st\\_catalogue.pdf](http://www.togias-inox.gr/newsite/downloads/st_catalogue.pdf) ,  
accesat 20.02.2021
- 119 [www.yannisolivegrove.gr/el/production/](http://www.yannisolivegrove.gr/el/production/), accesat 11.02.2021
- 120 [www.ypaitiros.gr/epitrapezia-elia-silogi-apothikeusi-epexergasia/](http://www.ypaitiros.gr/epitrapezia-elia-silogi-apothikeusi-epexergasia/) , accesat 19.02.2021



## ANEXE

### ANEXA 1

| Livada | Dimensiune livada<br>mp | Sortare      | Tip de sortare |         |
|--------|-------------------------|--------------|----------------|---------|
| 1      | 5443                    | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 2      | 24011                   | La depozit   | Semiautomata   | Consum  |
| 3      | 1312                    | Fata locului | Manuala        | Consum  |
| 4      | 19968                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 5      | 15185                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 6      | 6505                    | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 7      | 16247                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 8      | 19664                   | La depozit   | Manuala        | Consum  |
| 9      | 19960                   | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 10     | 6370                    | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 11     | 9142                    | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 12     | 20558                   | La depozit   | Semiautomata   | Consum  |
| 13     | 5689                    | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 14     | 23608                   | La depozit   | Semiautomata   | Hibride |
| 15     | 11976                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 16     | 20506                   | La depozit   | Semiautomata   | Hibride |
| 17     | 2982                    | Fata locului | Manuala        | Ulei    |
| 18     | 17522                   | La depozit   | Manuala        | Consum  |
| 19     | 11189                   | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 20     | 11922                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 21     | 14945                   | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 22     | 20656                   | La depozit   | Semiautomata   | Hibride |
| 23     | 2731                    | Fata locului | Manuala        | Ulei    |
| 24     | 6146                    | La depozit   | Manuala        | Hibride |
| 25     | 2512                    | Fata locului | Manuala        | Consum  |
| 26     | 20313                   | La depozit   | Semiautomata   | Consum  |
| 27     | 16587                   | La depozit   | Manuala        | Consum  |
| 28     | 10710                   | La depozit   | Manuala        | Consum  |
| 29     | 8318                    | La depozit   | Manuala        | Consum  |
| 30     | 13640                   | La depozit   | Manuala        | Ulei    |
| 31     | 22797                   | La depozit   | Semiautomata   | Hibride |
| 32     | 20656                   | La depozit   | Semiautomata   | Consum  |
| 33     | 8895                    | La depozit   | Manuala        | Consum  |

---

|    |       |              |              |         |
|----|-------|--------------|--------------|---------|
| 34 | 14927 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 35 | 4371  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 36 | 8727  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 37 | 18425 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 38 | 11950 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 39 | 9129  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 40 | 13006 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 41 | 8924  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 42 | 17467 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 43 | 11381 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 44 | 6734  | Nu necesita  | Nu necesita  | Ulei    |
| 45 | 7099  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 46 | 5272  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 47 | 7587  | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 48 | 5644  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 49 | 24080 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |
| 50 | 11973 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 51 | 24859 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |
| 52 | 23770 | La depozit   | Semiautomata | Ulei    |
| 53 | 2303  | Fata locului | Manuala      | Consum  |
| 54 | 24531 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 55 | 10641 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 56 | 6388  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 57 | 4815  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 58 | 20230 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 59 | 14306 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 60 | 22433 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 61 | 7374  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 62 | 6027  | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 63 | 5380  | Nu necesita  | Nu necesita  | Ulei    |
| 64 | 21874 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 65 | 5184  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 66 | 6788  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 67 | 19696 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 68 | 14603 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 69 | 21810 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |
| 70 | 8468  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 71 | 24923 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |

---

|     |       |              |              |         |
|-----|-------|--------------|--------------|---------|
| 72  | 15526 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 73  | 5055  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 74  | 10977 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 75  | 3402  | Fata locului | Manuala      | Hibride |
| 76  | 14294 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 77  | 2298  | Fata locului | Manuala      | Ulei    |
| 78  | 24556 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 79  | 18787 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 80  | 2059  | Fata locului | Manuala      | Consum  |
| 81  | 5854  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 82  | 5228  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 83  | 18510 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 84  | 6753  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 85  | 4621  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 86  | 13718 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 87  | 5593  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 88  | 2616  | Fata locului | Manuala      | Ulei    |
| 89  | 12958 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 90  | 17555 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 91  | 8749  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 92  | 5624  | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 93  | 18246 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 94  | 11643 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 95  | 9215  | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 96  | 19168 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 97  | 7083  | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 98  | 15295 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 99  | 18783 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 100 | 3832  | Fata locului | Manuala      | Consum  |
| 101 | 11938 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 102 | 2151  | Fata locului | Manuala      | Consum  |
| 103 | 2676  | Fata locului | Manuala      | Consum  |
| 104 | 20622 | La depozit   | Semiautomata | Ulei    |
| 105 | 14940 | La depozit   | Manuala      | Consum  |
| 106 | 10320 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |
| 107 | 16226 | La depozit   | Manuala      | Hibride |
| 108 | 22886 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |
| 109 | 16707 | La depozit   | Manuala      | Consum  |

|              |       |              |              |         |    |
|--------------|-------|--------------|--------------|---------|----|
| 110          | 7630  | La depozit   | Manuala      | Hibride |    |
| 111          | 22630 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |    |
| 112          | 20446 | La depozit   | Semiautomata | Hibride |    |
| 113          | 16896 | La depozit   | Manuala      | Consum  |    |
| 114          | 14025 | La depozit   | Manuala      | Hibride |    |
| 115          | 10778 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |    |
| 116          | 15380 | La depozit   | Manuala      | Consum  |    |
| 117          | 6865  | Nu necesita  | Nu necesita  | Ulei    |    |
| 118          | 14810 | La depozit   | Manuala      | Consum  |    |
| 119          | 18287 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |    |
| 120          | 24520 | La depozit   | Semiautomata | Consum  |    |
| 121          | 15852 | La depozit   | Manuala      | Ulei    |    |
| 122          | 10675 | La depozit   | Manuala      | Consum  |    |
| 123          | 1360  | Fata locului | Manuala      | Consum  |    |
| 124          | 12727 | La depozit   | Manuala      | Consum  |    |
| 125          | 18585 | La depozit   | Manuala      | Hibride |    |
| TOTAL        |       |              |              |         |    |
| La depozit   | 109   | Manuala      | 99           | Ulei    | 29 |
| Fata locului | 13    | Semiautomata | 23           | Hibride | 42 |
| Nu necesita  | 3     | Nu necesita  | 3            | Consum  | 54 |

## ANEXA 2

|    |  | Măslina verzi       |   |   |   |   | Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslina |   |   |   |   |                     |   |   |   |   |                     |   |   |   |   |                     |   |   |   |   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|--|---------------------|---|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    |  | Viteza de deplasare |   |   |   |   | Viteza de deplasare                                                         |   |   |   |   | Viteza de deplasare |   |   |   |   | Viteza de deplasare |   |   |   |   | Viteza de deplasare |   |   |   |   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    |  | 0,04 m/s            |   |   |   |   | 0,08 m/s                                                                    |   |   |   |   | 0,125 m/s           |   |   |   |   | 0,125 m/s           |   |   |   |   | 0,218 m/s           |   |   |   |   | 0,251 m/s        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    |  | Număr măsurători    |   |   |   |   | Număr măsurători                                                            |   |   |   |   | Număr măsurători    |   |   |   |   | Număr măsurători    |   |   |   |   | Număr măsurători    |   |   |   |   | Număr măsurători |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    |  | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 1                                                                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |   |
| 2  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 3  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 4  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 0 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |
| 5  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 1 | 0 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |
| 6  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 0 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |
| 7  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 8  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 9  |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 0 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 10 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |   |   |   |
| 11 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 12 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 0                | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |   |   |   |   |
| 13 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 14 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 15 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 0 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 16 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 17 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 18 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 19 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 0 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 20 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 0 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 21 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 22 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 0 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 23 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 24 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 25 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1                   | 1 | 1 | 0 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 26 |  | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                                                                           | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |





|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |
| 65  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 66  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |
| 67  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |   |   |   |
| 68  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |
| 69  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |   |   |   |
| 70  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |   |
| 71  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |   |   |
| 72  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |   |   |   |
| 73  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |   |
| 74  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |
| 75  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |   |
| 76  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |
| 77  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |
| 78  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |
| 79  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |   |
| 80  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |   |
| 81  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |
| 82  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |
| 83  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| 84  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |
| 85  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| 86  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |
| 87  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |
| 88  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |   |
| 89  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| 90  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 91  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |   |
| 92  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 93  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 94  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 96  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 97  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 98  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 99  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 100 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| Tot<br>al | 10<br>0             | 10<br>0 | 10<br>0 | 10<br>0 | 10<br>0 | 99                  | 99 | 99 | 99 | 99 | 95                                                                           | 94 | 92 | 93 | 96 | 91                  | 91 | 92 | 90 | 91 | 83                  | 86 | 82 | 87 | 87 | 73                  | 87 | 82 | 86 | 77 |   |   |  |  |  |
|-----------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|----|----|----|----|------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|---|---|--|--|--|
| Me<br>dia | 100                 |         |         |         |         | 99                  |    |    |    |    | 94                                                                           |    |    |    |    | 91                  |    |    |    |    | 85                  |    |    |    |    | 81                  |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|           | Măslinae negre      |         |         |         |         |                     |    |    |    |    | Acuratețea recunoașterii măslinelor pentru o distanță de 5 cm între măslinae |    |    |    |    |                     |    |    |    |    |                     |    |    |    |    |                     |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|           | Viteza de deplasare |         |         |         |         | Viteza de deplasare |    |    |    |    | Viteza de deplasare                                                          |    |    |    |    | Viteza de deplasare |    |    |    |    | Viteza de deplasare |    |    |    |    | Viteza de deplasare |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|           | 0,04 m/s            |         |         |         |         | 0,08 m/s            |    |    |    |    | 0,125 m/s                                                                    |    |    |    |    | 0,125 m/s           |    |    |    |    | 0,218 m/s           |    |    |    |    | 0,251 m/s           |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|           | Număr măsurători    |         |         |         |         | Număr măsurători    |    |    |    |    | Număr măsurători                                                             |    |    |    |    | Număr măsurători    |    |    |    |    | Număr măsurători    |    |    |    |    | Număr măsurători    |    |    |    |    |   |   |  |  |  |
|           | 1                   | 2       | 3       | 4       | 5       | 1                   | 2  | 3  | 4  | 5  | 1                                                                            | 2  | 3  | 4  | 5  | 1                   | 2  | 3  | 4  | 5  | 1                   | 2  | 3  | 4  | 5  | 1                   | 2  | 3  | 4  | 5  |   |   |  |  |  |
| 1         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 2         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 3         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 4         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 0  | 1  | 0  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 0  | 1  | 0  | 1 |   |  |  |  |
| 5         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1                   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 6         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 7         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1 | 1 |  |  |  |
| 8         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 9         | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 10        | 0                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 0  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 11        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 12        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                                                                            | 1  | 0  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 13        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 14        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 0  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 15        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 16        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 17        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 18        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 19        | 1                   | 0       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                                                                            | 1  | 1  | 1  | 0  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 0  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 20        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 21        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 0  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 22        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 23        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 24        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 0                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 0                                                                            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |
| 25        | 1                   | 1       | 1       | 1       | 1       | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1                                                                            | 1  | 0  | 0  | 1  | 1                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 |   |  |  |  |



|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 64 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 65 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 67 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 68 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 70 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 71 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 72 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 75 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 77 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 78 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 79 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 80 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 81 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 82 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 83 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 84 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 85 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 87 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 88 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 89 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 90 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 91 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 92 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 96 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 97 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 98 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 99 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 100                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0 |
| ota                   | 99 | 98 | 99 | 99 | 00 | 97 | 97 | 99 | 99 | 98 | 89 | 95 | 89 | 95 | 92 | 88 | 90 | 88 | 91 | 88 | 83 | 89 | 82 | 90 | 86 | 79 | 84 | 79 | 86 | 87 |   |
| M<br>e<br>d<br>i<br>a | 99 |    |    |    | 98 |    |    |    | 92 |    |    |    | 89 |    |    |    | 86 |    |    |    | 83 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |



ANEXA 3

| Culoare     | Verzi |      |      | Negre |      |      |
|-------------|-------|------|------|-------|------|------|
| Timp        | tV    |      |      | tN    |      |      |
| Masuratoare | 1     | 2    | 3    | 1     | 2    | 3    |
| Nr.crt      |       |      |      |       |      |      |
| 1           | 1.69  | 1.70 | 1.69 | 1.67  | 1.67 | 1.69 |
| 2           | 1.69  | 1.70 | 1.72 | 1.71  | 1.70 | 1.70 |
| 3           | 1.71  | 1.70 | 1.72 | 1.66  | 1.70 | 1.71 |
| 4           | 1.69  | 1.72 | 1.70 | 1.70  | 1.71 | 1.71 |
| 5           | 1.69  | 1.70 | 1.69 | 1.69  | 1.68 | 1.70 |
| 6           | 1.70  | 1.71 | 1.71 | 1.69  | 1.66 | 1.69 |
| 7           | 1.73  | 1.73 | 1.73 | 1.71  | 1.66 | 1.67 |
| 8           | 1.72  | 1.71 | 1.72 | 1.71  | 1.70 | 1.67 |
| 9           | 1.72  | 1.69 | 1.69 | 1.70  | 1.69 | 1.68 |
| 10          | 1.73  | 1.70 | 1.71 | 1.68  | 1.69 | 1.68 |
| 11          | 1.73  | 1.71 | 1.71 | 1.66  | 1.71 | 1.69 |
| 12          | 1.73  | 1.71 | 1.73 | 1.69  | 1.70 | 1.67 |
| 13          | 1.72  | 1.73 | 1.72 | 1.70  | 1.71 | 1.68 |
| 14          | 1.69  | 1.72 | 1.73 | 1.69  | 1.67 | 1.70 |
| 15          | 1.69  | 1.71 | 1.70 | 1.68  | 1.70 | 1.69 |
| 16          | 1.69  | 1.69 | 1.73 | 1.66  | 1.70 | 1.70 |
| 17          | 1.70  | 1.72 | 1.71 | 1.70  | 1.71 | 1.71 |
| 18          | 1.70  | 1.73 | 1.70 | 1.68  | 1.69 | 1.70 |
| 19          | 1.73  | 1.72 | 1.69 | 1.70  | 1.68 | 1.66 |
| 20          | 1.69  | 1.70 | 1.71 | 1.68  | 1.70 | 1.70 |
| 21          | 1.70  | 1.70 | 1.70 | 1.69  | 1.66 | 1.70 |
| 22          | 1.72  | 1.70 | 1.69 | 1.66  | 1.69 | 1.67 |
| 23          | 1.71  | 1.70 | 1.70 | 1.69  | 1.68 | 1.67 |
| 24          | 1.72  | 1.73 | 1.70 | 1.68  | 1.66 | 1.69 |
| 25          | 1.72  | 1.71 | 1.73 | 1.66  | 1.69 | 1.70 |
| 26          | 1.69  | 1.69 | 1.73 | 1.68  | 1.68 | 1.67 |
| 27          | 1.73  | 1.72 | 1.71 | 1.67  | 1.70 | 1.69 |
| 28          | 1.69  | 1.70 | 1.71 | 1.67  | 1.68 | 1.70 |
| 29          | 1.72  | 1.69 | 1.70 | 1.67  | 1.68 | 1.66 |
| 30          | 1.72  | 1.69 | 1.73 | 1.70  | 1.69 | 1.68 |
| 31          | 1.69  | 1.71 | 1.69 | 1.68  | 1.69 | 1.67 |
| 32          | 1.69  | 1.70 | 1.73 | 1.66  | 1.70 | 1.68 |

|    |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 33 | 1.71 | 1.71 | 1.69 | 1.71 | 1.70 | 1.66 |
| 34 | 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.67 | 1.70 | 1.69 |
| 35 | 1.69 | 1.71 | 1.70 | 1.69 | 1.66 | 1.69 |
| 36 | 1.71 | 1.69 | 1.73 | 1.69 | 1.69 | 1.71 |
| 37 | 1.69 | 1.72 | 1.69 | 1.66 | 1.66 | 1.68 |
| 38 | 1.73 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.68 | 1.71 |
| 39 | 1.69 | 1.70 | 1.70 | 1.67 | 1.66 | 1.68 |
| 40 | 1.70 | 1.70 | 1.71 | 1.68 | 1.71 | 1.67 |
| 41 | 1.71 | 1.69 | 1.73 | 1.70 | 1.66 | 1.66 |
| 42 | 1.69 | 1.72 | 1.71 | 1.69 | 1.66 | 1.66 |
| 43 | 1.72 | 1.71 | 1.72 | 1.67 | 1.70 | 1.70 |
| 44 | 1.72 | 1.71 | 1.72 | 1.69 | 1.66 | 1.68 |
| 45 | 1.73 | 1.71 | 1.73 | 1.68 | 1.67 | 1.66 |
| 46 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.68 | 1.67 | 1.67 |
| 47 | 1.72 | 1.70 | 1.71 | 1.70 | 1.66 | 1.70 |
| 48 | 1.71 | 1.69 | 1.69 | 1.71 | 1.67 | 1.70 |
| 49 | 1.72 | 1.71 | 1.72 | 1.68 | 1.68 | 1.67 |
| 50 | 1.70 | 1.73 | 1.73 | 1.67 | 1.66 | 1.68 |
| 51 | 1.72 | 1.69 | 1.69 | 1.70 | 1.66 | 1.67 |
| 52 | 1.69 | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.70 | 1.66 |
| 53 | 1.72 | 1.73 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.69 |
| 54 | 1.69 | 1.73 | 1.72 | 1.70 | 1.66 | 1.68 |
| 55 | 1.73 | 1.70 | 1.73 | 1.68 | 1.67 | 1.67 |
| 56 | 1.70 | 1.72 | 1.72 | 1.71 | 1.71 | 1.71 |
| 57 | 1.72 | 1.73 | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.66 |
| 58 | 1.71 | 1.70 | 1.73 | 1.66 | 1.69 | 1.67 |
| 59 | 1.70 | 1.69 | 1.71 | 1.71 | 1.67 | 1.71 |
| 60 | 1.72 | 1.72 | 1.71 | 1.66 | 1.67 | 1.67 |
| 61 | 1.72 | 1.69 | 1.69 | 1.67 | 1.67 | 1.70 |
| 62 | 1.69 | 1.72 | 1.71 | 1.70 | 1.68 | 1.69 |
| 63 | 1.72 | 1.71 | 1.73 | 1.69 | 1.68 | 1.70 |
| 64 | 1.71 | 1.71 | 1.72 | 1.67 | 1.68 | 1.71 |
| 65 | 1.70 | 1.73 | 1.70 | 1.69 | 1.71 | 1.68 |
| 66 | 1.71 | 1.70 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.67 |
| 67 | 1.70 | 1.69 | 1.73 | 1.66 | 1.68 | 1.71 |
| 68 | 1.69 | 1.70 | 1.73 | 1.67 | 1.71 | 1.69 |
| 69 | 1.71 | 1.73 | 1.73 | 1.68 | 1.66 | 1.70 |



|     |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 70  | 1.72 | 1.70 | 1.71 | 1.66 | 1.67 | 1.70 |
| 71  | 1.70 | 1.71 | 1.72 | 1.69 | 1.71 | 1.67 |
| 72  | 1.73 | 1.73 | 1.69 | 1.68 | 1.69 | 1.66 |
| 73  | 1.73 | 1.72 | 1.73 | 1.70 | 1.69 | 1.67 |
| 74  | 1.71 | 1.73 | 1.69 | 1.71 | 1.69 | 1.69 |
| 75  | 1.71 | 1.72 | 1.72 | 1.66 | 1.70 | 1.69 |
| 76  | 1.70 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.70 | 1.68 |
| 77  | 1.70 | 1.71 | 1.70 | 1.66 | 1.66 | 1.67 |
| 78  | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.69 | 1.70 | 1.71 |
| 79  | 1.70 | 1.69 | 1.69 | 1.70 | 1.71 | 1.71 |
| 80  | 1.69 | 1.70 | 1.71 | 1.71 | 1.70 | 1.69 |
| 81  | 1.70 | 1.71 | 1.70 | 1.71 | 1.68 | 1.68 |
| 82  | 1.69 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.67 | 1.67 |
| 83  | 1.69 | 1.70 | 1.72 | 1.66 | 1.67 | 1.68 |
| 84  | 1.71 | 1.69 | 1.70 | 1.71 | 1.70 | 1.69 |
| 85  | 1.72 | 1.71 | 1.69 | 1.71 | 1.66 | 1.67 |
| 86  | 1.71 | 1.72 | 1.71 | 1.71 | 1.68 | 1.66 |
| 87  | 1.71 | 1.70 | 1.71 | 1.71 | 1.69 | 1.67 |
| 88  | 1.72 | 1.71 | 1.71 | 1.68 | 1.70 | 1.70 |
| 89  | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.68 |
| 90  | 1.71 | 1.72 | 1.71 | 1.68 | 1.70 | 1.67 |
| 91  | 1.72 | 1.73 | 1.70 | 1.68 | 1.70 | 1.67 |
| 92  | 1.71 | 1.71 | 1.72 | 1.66 | 1.69 | 1.67 |
| 93  | 1.70 | 1.70 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.69 |
| 94  | 1.72 | 1.70 | 1.69 | 1.66 | 1.70 | 1.68 |
| 95  | 1.73 | 1.71 | 1.71 | 1.71 | 1.70 | 1.68 |
| 96  | 1.72 | 1.70 | 1.71 | 1.66 | 1.67 | 1.69 |
| 97  | 1.71 | 1.72 | 1.70 | 1.70 | 1.68 | 1.66 |
| 98  | 1.69 | 1.71 | 1.73 | 1.69 | 1.68 | 1.67 |
| 99  | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.71 | 1.69 |
| 100 | 1.73 | 1.69 | 1.69 | 1.66 | 1.68 | 1.69 |
|     | 1.71 | 1.71 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.68 |



## ANEXA 4

Viteza de deplasare 0,04 m/s

| Culoare          | Verde  |   |   | Maro   |   |   | Negru  |   |   |
|------------------|--------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|
| Zona de degajare | zona 1 |   |   | zona 2 |   |   | zona 3 |   |   |
| Nr. Crt          | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 |
| 1                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 2                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 3                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 4                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 5                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 6                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 7                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 8                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 9                | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 10               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 11               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 12               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 13               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 14               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 15               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 16               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 17               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 18               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 19               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 20               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 21               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 22               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 23               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 24               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 25               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 26               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 27               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 28               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 29               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 30               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 31               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 32               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 33               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 34               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 35               | 1      | 1 | 1 | 0      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 36               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 37               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 38               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 39               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 40               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 41               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |
| 42               | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 |

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 45 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 48 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 51 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 52 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 53 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 54 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 55 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 56 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 57 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 58 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 59 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 60 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 61 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 62 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 63 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 64 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 65 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 67 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 68 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 69 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 70 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 71 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 72 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 75 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 77 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 78 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 79 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 80 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 81 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 82 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 83 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 84 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 85 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 87 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 88 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 89 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 90 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 91 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

---

|     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 92  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 93  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 94  | 1   | 1   | 1   | 1  | 0  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 95  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 96  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 97  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 98  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 99  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 100 | 1   | 1   | 1   | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   |
|     | 100 | 100 | 100 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 |



## ANEXA 5

| Culoare     | Verzi |      |      |      |      |      |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|
| Timp        | t1    |      |      | t2   |      |      |
| Masuratoare | 1     | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    |
| Nr.crt      |       |      |      |      |      |      |
| 1           | 0.84  | 0.84 | 0.85 | 1.50 | 1.51 | 1.47 |
| 2           | 0.82  | 0.85 | 0.81 | 1.51 | 1.51 | 1.50 |
| 3           | 0.81  | 0.81 | 0.83 | 1.48 | 1.50 | 1.46 |
| 4           | 0.81  | 0.84 | 0.82 | 1.51 | 1.50 | 1.48 |
| 5           | 0.85  | 0.83 | 0.81 | 1.51 | 1.46 | 1.51 |
| 6           | 0.85  | 0.84 | 0.82 | 1.51 | 1.47 | 1.51 |
| 7           | 0.82  | 0.84 | 0.85 | 1.51 | 1.49 | 1.49 |
| 8           | 0.84  | 0.84 | 0.85 | 1.51 | 1.46 | 1.48 |
| 9           | 0.81  | 0.83 | 0.81 | 1.49 | 1.50 | 1.51 |
| 10          | 0.81  | 0.84 | 0.85 | 1.46 | 1.46 | 1.47 |
| 11          | 0.85  | 0.85 | 0.81 | 1.47 | 1.48 | 1.49 |
| 12          | 0.86  | 0.83 | 0.83 | 1.49 | 1.49 | 1.48 |
| 13          | 0.82  | 0.86 | 0.85 | 1.47 | 1.47 | 1.51 |
| 14          | 0.86  | 0.85 | 0.84 | 1.51 | 1.47 | 1.51 |
| 15          | 0.81  | 0.81 | 0.86 | 1.50 | 1.51 | 1.46 |
| 16          | 0.85  | 0.83 | 0.85 | 1.51 | 1.51 | 1.49 |
| 17          | 0.82  | 0.86 | 0.85 | 1.51 | 1.47 | 1.49 |
| 18          | 0.83  | 0.82 | 0.84 | 1.47 | 1.49 | 1.47 |
| 19          | 0.84  | 0.86 | 0.84 | 1.47 | 1.47 | 1.47 |
| 20          | 0.81  | 0.85 | 0.85 | 1.46 | 1.47 | 1.48 |
| 21          | 0.86  | 0.84 | 0.85 | 1.46 | 1.46 | 1.46 |
| 22          | 0.84  | 0.82 | 0.85 | 1.51 | 1.46 | 1.47 |
| 23          | 0.83  | 0.81 | 0.82 | 1.49 | 1.47 | 1.47 |
| 24          | 0.86  | 0.86 | 0.84 | 1.49 | 1.51 | 1.50 |
| 25          | 0.86  | 0.84 | 0.83 | 1.47 | 1.46 | 1.48 |
| 26          | 0.84  | 0.85 | 0.81 | 1.47 | 1.50 | 1.46 |
| 27          | 0.85  | 0.82 | 0.84 | 1.51 | 1.49 | 1.49 |
| 28          | 0.82  | 0.82 | 0.81 | 1.48 | 1.46 | 1.49 |
| 29          | 0.82  | 0.81 | 0.86 | 1.47 | 1.47 | 1.48 |
| 30          | 0.85  | 0.81 | 0.86 | 1.46 | 1.48 | 1.47 |
| 31          | 0.84  | 0.83 | 0.83 | 1.47 | 1.49 | 1.48 |
| 32          | 0.83  | 0.81 | 0.84 | 1.47 | 1.47 | 1.46 |

|    |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 33 | 0.85 | 0.82 | 0.82 | 1.51 | 1.49 | 1.48 |
| 34 | 0.83 | 0.81 | 0.82 | 1.46 | 1.48 | 1.48 |
| 35 | 0.81 | 0.84 | 0.85 | 1.50 | 1.50 | 1.48 |
| 36 | 0.81 | 0.86 | 0.84 | 1.48 | 1.50 | 1.46 |
| 37 | 0.86 | 0.82 | 0.82 | 1.50 | 1.51 | 1.46 |
| 38 | 0.81 | 0.82 | 0.81 | 1.49 | 1.50 | 1.46 |
| 39 | 0.83 | 0.83 | 0.85 | 1.47 | 1.49 | 1.49 |
| 40 | 0.83 | 0.83 | 0.82 | 1.51 | 1.49 | 1.50 |
| 41 | 0.84 | 0.85 | 0.83 | 1.48 | 1.51 | 1.51 |
| 42 | 0.83 | 0.86 | 0.82 | 1.49 | 1.49 | 1.51 |
| 43 | 0.86 | 0.81 | 0.86 | 1.50 | 1.50 | 1.46 |
| 44 | 0.82 | 0.81 | 0.85 | 1.49 | 1.48 | 1.48 |
| 45 | 0.85 | 0.84 | 0.82 | 1.46 | 1.46 | 1.50 |
| 46 | 0.86 | 0.82 | 0.85 | 1.48 | 1.47 | 1.51 |
| 47 | 0.86 | 0.83 | 0.85 | 1.46 | 1.47 | 1.49 |
| 48 | 0.82 | 0.86 | 0.83 | 1.49 | 1.50 | 1.50 |
| 49 | 0.83 | 0.81 | 0.83 | 1.46 | 1.49 | 1.49 |
| 50 | 0.81 | 0.83 | 0.83 | 1.48 | 1.51 | 1.48 |
| 51 | 0.83 | 0.86 | 0.82 | 1.47 | 1.47 | 1.49 |
| 52 | 0.85 | 0.83 | 0.86 | 1.51 | 1.49 | 1.47 |
| 53 | 0.86 | 0.82 | 0.85 | 1.48 | 1.51 | 1.50 |
| 54 | 0.82 | 0.83 | 0.82 | 1.47 | 1.47 | 1.47 |
| 55 | 0.81 | 0.86 | 0.84 | 1.46 | 1.48 | 1.46 |
| 56 | 0.82 | 0.83 | 0.81 | 1.47 | 1.49 | 1.46 |
| 57 | 0.86 | 0.84 | 0.85 | 1.50 | 1.47 | 1.49 |
| 58 | 0.84 | 0.81 | 0.85 | 1.51 | 1.51 | 1.50 |
| 59 | 0.82 | 0.83 | 0.82 | 1.47 | 1.47 | 1.51 |
| 60 | 0.82 | 0.84 | 0.82 | 1.48 | 1.49 | 1.46 |
| 61 | 0.84 | 0.85 | 0.86 | 1.50 | 1.46 | 1.48 |
| 62 | 0.86 | 0.83 | 0.81 | 1.49 | 1.46 | 1.48 |
| 63 | 0.84 | 0.81 | 0.86 | 1.49 | 1.47 | 1.46 |
| 64 | 0.85 | 0.86 | 0.86 | 1.50 | 1.50 | 1.49 |
| 65 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 1.46 | 1.49 | 1.47 |
| 66 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 1.51 | 1.51 | 1.49 |
| 67 | 0.81 | 0.85 | 0.86 | 1.46 | 1.50 | 1.50 |
| 68 | 0.84 | 0.81 | 0.83 | 1.51 | 1.49 | 1.47 |
| 69 | 0.86 | 0.82 | 0.81 | 1.51 | 1.47 | 1.51 |



|       |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| 70    | 0.84 | 0.82 | 0.85 | 1.50 | 1.47 | 1.48 |
| 71    | 0.84 | 0.83 | 0.85 | 1.50 | 1.50 | 1.46 |
| 72    | 0.83 | 0.83 | 0.84 | 1.50 | 1.49 | 1.47 |
| 73    | 0.82 | 0.83 | 0.83 | 1.51 | 1.51 | 1.47 |
| 74    | 0.82 | 0.83 | 0.81 | 1.46 | 1.51 | 1.46 |
| 75    | 0.84 | 0.82 | 0.82 | 1.50 | 1.51 | 1.49 |
| 76    | 0.81 | 0.85 | 0.83 | 1.47 | 1.48 | 1.50 |
| 77    | 0.82 | 0.83 | 0.82 | 1.48 | 1.49 | 1.51 |
| 78    | 0.83 | 0.85 | 0.85 | 1.48 | 1.50 | 1.46 |
| 79    | 0.83 | 0.85 | 0.85 | 1.51 | 1.47 | 1.51 |
| 80    | 0.81 | 0.85 | 0.84 | 1.51 | 1.49 | 1.47 |
| 81    | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 1.47 | 1.49 | 1.46 |
| 82    | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 1.50 | 1.49 | 1.47 |
| 83    | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 1.46 | 1.49 | 1.51 |
| 84    | 0.81 | 0.84 | 0.81 | 1.49 | 1.50 | 1.51 |
| 85    | 0.86 | 0.85 | 0.86 | 1.46 | 1.46 | 1.46 |
| 86    | 0.85 | 0.81 | 0.82 | 1.51 | 1.51 | 1.50 |
| 87    | 0.83 | 0.85 | 0.83 | 1.48 | 1.47 | 1.48 |
| 88    | 0.84 | 0.85 | 0.85 | 1.46 | 1.50 | 1.51 |
| 89    | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 1.50 | 1.47 | 1.48 |
| 90    | 0.86 | 0.84 | 0.85 | 1.47 | 1.49 | 1.49 |
| 91    | 0.86 | 0.85 | 0.86 | 1.49 | 1.47 | 1.50 |
| 92    | 0.86 | 0.85 | 0.83 | 1.51 | 1.50 | 1.50 |
| 93    | 0.81 | 0.86 | 0.83 | 1.50 | 1.50 | 1.51 |
| 94    | 0.85 | 0.82 | 0.85 | 1.47 | 1.49 | 1.47 |
| 95    | 0.84 | 0.85 | 0.82 | 1.50 | 1.50 | 1.48 |
| 96    | 0.82 | 0.83 | 0.85 | 1.47 | 1.49 | 1.49 |
| 97    | 0.82 | 0.85 | 0.82 | 1.46 | 1.46 | 1.49 |
| 98    | 0.84 | 0.82 | 0.82 | 1.48 | 1.48 | 1.48 |
| 99    | 0.81 | 0.86 | 0.85 | 1.46 | 1.51 | 1.51 |
| 100   | 0.83 | 0.86 | 0.86 | 1.49 | 1.51 | 1.49 |
| Media | 0.83 | 0.83 | 0.84 | 1.49 | 1.49 | 1.48 |