

# **Integrarea elementelor de robotică în realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor**

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

**Ing. Babanatsas Theoharis**

Conducător științific: Prof.univ.dr.ing.& ec. Dumitru Țucu  
Referenți științifici: Prof.univ.dr.ing. Ion SĂRĂCIN  
Prof.univ.dr.ing. Liviu GACEU  
Prof.univ.dr.ing. Mihai Sorin Adam JĂDĂNEANȚ

Ziua susținerii tezei: 09.07.2019

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 Politehnica 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 Politehnica – 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 Politehnica 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

Odată cu creșterea pieței de consum, ramura agricolă a cunoscut o industrializare masivă. În ultimii ani, acestei industrializări i s-a acordat o atenție deosebită, astfel încât produsele să fie cât mai naturale și, în unele cazuri, să fie BIO. Totodată, se caută un echilibru între această industrializare și mediul înconjurător.

Această lucrare își propune dezvoltarea elementelor de robotică în sistemele de recoltare, prin sisteme de scuturare a măslinelor, cu posibilitate de adaptare și la recoltarea altor fructe, astfel încât lucrarea să constituie o bază importantă pentru cercetători, dar și pentru agricultori, ca alternativă la sistemele deja existente.

Îmi exprim respectul pentru conducătorul științific, domnul profesor universitar doctor inginer și economist Dumitru ȚUCU, vicepreședinte al Filialei Timișoara a ASAS. De asemenea, doresc să îi mulțumesc pentru încredințarea unei teme foarte importante, interesante și relevante, pentru îndrumarea științifică și profesională, pentru încurajarea și susținerea permanentă, dar și pentru sfaturile acordate pe tot parcursul pregătirii doctorale. Totodată doresc să îi mulțumesc pentru citirea și corectarea tezei dar și a lucrărilor științifice care au fost prezentate la simpozioane și reviste internaționale.

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

Sunt recunoscător pentru ajutorul și sprijinul acordat de doamna Prof. Univ. Em. Dr. Ing. Mariana ARGHIR în îndrumarea unor lucrărilor științifice.

Sincere mulțumiri pentru susținerea primită și colaborarea din partea membrilor din departamentul MMUT al Universității Politehnica Timișoara.

Deosebite mulțumiri fratelui meu Babanatsas Athanasios soției lui și nepoatei mele, soției mele dragi Babanatis Merce Roxana Mihaela, dar și părinților și bunicilor soției mele, pentru încurajare și pentru că au fost aproape de mine pe tot parcursul studiilor doctorale.

*În memoria părinților mei și a bunicii mele care m-au format și educat.*

În final, doresc să-I mulțumesc Lui Dumnezeu pentru idei, forța de muncă, oportunitățile, inspirațiile și experiențele dobândite pe parcursul tezei, prin care s-a putut concepe, edita și finaliza prezenta teză.

Timișoara, **ie** 2019

Ing. Babanatsas Theoharis

Babantsas Theoharis

**Integrarea elementelor de robotică în realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor**

Teze de doctorat ale UPT, **Seria X, Nr. YY**, Editura Politehnica, 2019, 154 pagini, 149 figuri, 31 tabele, 17 formule și relații.

**ISSN: xxx**

**ISSN-L: xxx**

**ISBN: xxx**

Cuvinte cheie: măslin, recoltare, elemente de robotizare, optimizare, culturi de măslini, sisteme de vibrație

Rezumat,

În lucrarea de doctorat am studiat procesul de recoltare a măslinelor, pentru determinarea celui mai bun proces de recoltare, iar pentru acel proces am studiat posibilitatea de integrare a elementelor de robotică. Totodată am realizat modelarea 3D a unui măslin pentru a determina optimizarea forțelor, amplitudinii și frecvenței aplicate măslinelor în momentul recoltării. Am experimentat recoltarea prin vibrație la o livada de măslini din regiunea Halkidiki, Grecia.

În ultimul capitol, cel de cercetare, am utilizat toate datele din aceste studii experimentale și am realizat un prototip/machetă în care am integrat adaptarea automată, utilizând un model matematic, pentru determinarea forței, amplitudinii și frecvenței în funcție de mărimea diametrului măslinului.

Rezultatele obținute aduc informații și concluzii noi, care contribuie la optimizarea sistemelor de recoltare a măslinelor și integrarea elementelor de robotică ducând la o eficientizare a recoltării și punând bazele dezvoltării dispozitivelor de recoltare universală a fructelor prin scuturare.

## CUPRINS

<b>NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME</b> .....	9
<b>LISTĂ DE FIGURI</b> .....	10
<b>LISTĂ DE TABELE</b> .....	14
<b>1. IMPORTANȚA ȘI NECESITATEA TEMEI. OBIECTIVELE ȘI STRUCTURA TEZEI</b> .....	15
1.1. Importanța și necesitatea temei .....	15
1.2. Obiectivele și structura tezei .....	17
<b>2. ASPECTE PRIVIND ISTORIA, IMPORTANȚA ȘI PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE MĂSLINULUI</b> .....	19
2.1 Scurt istoric .....	19
2.1.1 Măslinul și uleiul de măsline în Grecia antică .....	22
2.1.1.1 Eleurgia Minoică .....	22
2.1.1.2 Isiod și codul agricol .....	23
2.1.1.3 Divinizarea măslinului .....	23
2.1.1.4 Răspândirea măslinului .....	24
2.1.2 Proveniența și extinderea măslinului .....	24
2.2 Importanța economică și socială a măslinului .....	24
2.2.1 Producția de măsline .....	25
2.2.2 Producția de ulei de măsline .....	26
2.2.3 Consumul .....	27
2.2.4 Produse din măslin .....	27
2.2.4.1 Uleiul de măsline .....	27
2.2.4.2 Măslinile .....	29
2.2.4.3 Frunzele de măslin .....	29
2.2.4.4 Cosmetice .....	31
2.3 Principalele caracteristici ale măslinului .....	32
2.3.1 Morfologia rodului .....	33
2.3.2 Rădăcina și trunchiul măslinului .....	35
2.3.3 Tehnici de cultivare a măslinului .....	37
2.3.3.1 Pregătirea pământului .....	37
2.3.3.2 Plantarea puieților .....	37
2.3.3.3 Distanța și metode de plantare .....	37

---

2.3.4	Caracteristici morfologice ale măslinelor .....	38
2.3.4.1	Tipodimensiunile măslinelor mici .....	40
2.3.4.2	Tipodimensiunile măslinelor mijlocii .....	42
2.3.4.3	Tipodimensiunile măslinelor mari .....	44
2.3.5	Importanța recoltării asupra calității uleiului de măsline 46	
2.3.5.1	Uleiul de măsline .....	46
2.3.5.2	Caracteristici organoleptice: .....	46
2.3.5.3	Caracteristici chimice (de laborator): .....	46
2.3.6	Importanța perioadei de recoltare .....	47
2.3.7	Irigarea măslinilor .....	47
2.3.8	Procesele tehnologice în plantațiile de măslini .....	48
3.	CERCETĂRI PRIVIND MODELAREA STRUCTURALĂ A SISTEMELOR TEHNOLOGICE PENTRU RECOLTAREA MĂSLINELOR (SRM) .....	53
3.1	Obiectivele cercetării .....	53
3.2	Analiza relației mediu - variante actuale de recoltare .....	53
3.2.1	Analiza mediului de desfășurare a activității .....	54
3.2.2	Principiul funcțional al sistemelor de recoltare a măslinelor (SRM) .....	55
3.2.3	Descrierea variantelor pentru SRM.....	58
3.2.3.1	Recoltarea manuală .....	59
3.2.3.2	Recoltarea măslinelor căzute la sol cu mâna .....	59
3.2.3.3	Recoltarea prin scuturare cu băț .....	60
3.2.3.4	Recoltarea cu pieptenul .....	62
3.2.3.5	Recoltarea prin tratament chimic .....	62
3.2.3.6	Recoltarea mecanizată a măslinelor .....	63
3.2.3.6.1	Recoltarea mecanizată a măslinelor cu dispozitive manuale	63
3.2.3.6.2	Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje speciale	65
3.2.4	Analiza critică a soluțiilor funcționale pentru SRM .....	67
3.2.4.1	Recoltarea manuală .....	67
3.2.4.1.1	Recoltarea manuală a măslinelor căzute pe sol ....	67
3.2.4.1.2	Recoltarea manuală, direct din pom .....	68
3.2.4.1.3	Recoltarea prin scuturare cu băț .....	68
3.2.4.1.4	Recoltarea cu pieptene .....	68

---

3.2.4.2	Recoltarea mecanizată .....	69
3.2.4.2.1	Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje mecanice la plantații hiperintensive .....	69
3.2.4.2.2	Recoltarea mecanizată a măslinelor cu dispozitive mecanice la plantații tradițional-moderne .....	70
3.2.5	Recoltarea prin tratament chimic.....	70
3.3	Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor .....	70
3.3.1	Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile tradiționale .....	72
3.3.2	Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile moderne.....	74
3.3.3	Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile hiperintensive .....	76
3.4	Concluzii asupra oportunităților din SRM .....	78
4.	CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA SISTEMELOR TEHNOLOGICE PENTRU INTEGRAREA ELEMENTELOR DE ROBOTICĂ ÎN REALIZAREA UNUI SISTEM PENTRU RECOLTAREA MĂSLINELOR .....	81
4.1	Cercetări experimentale privind modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mici.....	81
4.1.1	Obiectivele cercetării .....	81
4.1.2	Echipamentele utilizate .....	81
4.1.3	Metodologia cercetării .....	82
4.1.4	Rezultate și discuții.....	85
4.1.5	Concluzii .....	87
4.2	Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele folosite la recoltarea măslinelor .....	87
4.2.1	Obiectivele cercetării .....	87
4.2.2	Echipamentele utilizate .....	87
4.2.3	Metodologia cercetării .....	89
4.2.4	Rezultate.....	92
4.3	Cercetări experimentale privind modelarea 3D a unui măslin din livada tradițional - modernă.....	98
4.3.1	Obiectivele cercetării .....	98
4.3.2	Echipamentele utilizate .....	99
4.3.3	Metodologia cercetării .....	100

---

4.3.4	Rezultate și discuții.....	103
4.3.5	Concluzii .....	104
4.4	Cercetări privind influența amplitudinii și a frecvenței la recoltarea prin scuturare a măslinelor .....	104
4.4.1	Obiectivele cercetării .....	104
4.4.2	Echipamentele utilizate .....	105
4.4.3	Metodologia cercetării .....	106
4.4.4	Rezultate și discuții.....	107
4.4.5	Concluzii .....	108
4.5	Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor .....	109
4.5.1	Obiectivele cercetării .....	109
4.5.2	Echipamentele utilizate .....	109
4.5.3	Integrarea elementelor de robotică la recoltarea măslinelor	112
4.5.3.1	Aspecte teoretice la integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor.....	113
4.5.3.2	Aspecte practice la integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor.....	117
4.5.3.3	Aspecte experimentale la integrarea elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor .....	123
4.5.4	Rezultate și discuții.....	128
5.	CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE ALE CERCETĂRII .....	133
5.1.	Concluzii generale.....	133
5.2.	Contribuții personale .....	134
5.2.1	Contribuții teoretice .....	134
5.2.2	Contribuții experimentale.....	135
5.2.3	Contribuții aplicative .....	135
5.3	Perspectivă de dezvoltare ulterioară a cercetării .....	136
	<b>LISTA PUBLICAȚIILOR REZULTATE ÎN URMA CERCETĂRII DOCTORALE, PUBLICATE SAU ACCEPTATE SPRE PUBLICARE, SUB AFILIERE UPT ȘI UAV .....</b>	<b>137</b>
6.	BIBLIOGRAFIE .....	139



## NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME

BIO	Produs biologic la care nu s-au folosit pesticide, îngrășăminte și aditivi
SRM	Sistem recoltare măslini
a	Distanța între măslini
u	Înălțimea măslinilor
$\rho$	Densitatea
E	Modulul de elasticitate
I	Reacția
Ke	Energia cinetică
Pe	Energia dinamică
De	Frecarea
Q	Forța externă
$\omega$	Perioadă
c	Coefficientul de încălzire
Ch	Cosinus hiperbolic
Sh	Sinus hiperbolic
PHP	Php Hypertext Preprocessor
JS	JavaScript

## LISTĂ DE FIGURI

Fig. 2.1. Arbore de măslin din Salamina, Creta, având în jur de 3000 de ani [81] .....	19
Fig. 2.2. Zeița Athena și măslinul .....	20
Fig. 2.3. Lupta între Athena și Poseidon (Reconstrucția frontului estic al Parthenonului) [87] .....	20
Fig. 2.4. Butoaie antice pentru depozitarea uleiului de măslin [86] .....	21
Fig. 2.5. Liniar B pictograme pentru: a) măslin; b) măslin; c) ulei de măslin [76] .....	21
Fig. 2.6. Producția globală de măslin din anul 2017 .....	25
Fig. 2.7. Producția globală de ulei de măslin 2017 .....	26
Fig. 2.8. Consumul global de ulei de măslin .....	27
Fig. 2.9. Uleiul de măslin .....	28
Fig. 2.10. Măslin .....	29
Fig. 2.11. Frunze de măslin .....	30
Fig. 2.12. Produse cosmetice din măslin .....	31
Fig. 2.13. Olea Europea .....	33
Fig. 2.14. Frunzele măslinului .....	34
Fig. 2.15. Sistemul de rădăcină a măslinului [82] .....	35
Fig. 2.16. Imagine comparativă cu dimensiunile măslinilor .....	39
Fig. 2.17. Poster comparativ cu dimensiunile măslinilor și a analogiei dintre măslin și sămbure [95] .....	39
Fig. 2.18. Măslin de dimensiuni mici destinate producției de ulei .....	40
Fig. 2.19. Măslin de dimensiuni mici .....	40
Fig. 2.20. Diverse soiuri de măslin de dimensiuni mici .....	41
Fig. 2.21. Măslin de dimensiuni mijlocii cu dublă destinație .....	42
Fig. 2.22. Măslin de dimensiuni mijlocii .....	42
Fig. 2.23. Diverse soiuri de măslin de dimensiuni mijlocii .....	43
Fig. 2.24. Măslin de dimensiuni mari destinate consumului .....	44
Fig. 2.25. Dimensiuni ale măslinilor mari .....	44
Fig. 2.26. Soiuri de măslin de dimensiuni mari .....	45
Fig. 2.27. Sisteme principale distincte de plantare a măslinilor .....	49
Fig. 2.28. Solul pe timp de vară .....	50
Fig. 2.29. Tăierea de formare .....	51
Fig. 2.30. Tipuri de coroană la măslin, a – cupă naturală; b – cupă joasă; c – stufoasă .....	51
Fig. 3.1. Regiunile Halkidiki și Thessalia din Grecia .....	54
Fig. 3.2. Principiu SRM .....	55
Fig. 3.3. Schema etapei de identificare .....	56
Fig. 3.4. Schema etapei de detașare .....	57
Fig. 3.5. Schema etapei de depozitare intermediară .....	57
Fig. 3.6. Analiza SRM-ului .....	58
Fig. 3.7. Recoltarea măslinilor cu mâna .....	59
Fig. 3.8. Recoltarea măslinilor picate pe sol .....	60
Fig. 3.9. Măslin adunate de pe sol .....	60
Fig. 3.10. Culegători de măslin în antichitate .....	61
Fig. 3.11. Culesul tradițional [103] .....	61
Fig. 3.12. Pieptenul simplu de cules măslin .....	62

Fig. 3.13. Pieptene mecanic de cules măslinae .....	62
Fig. 3.14. Scuturătoare mecanice .....	64
Fig. 3.15. Piepteni mecanici .....	64
Fig. 3.16. Dispozitiv de curățat măslinae de pe crengi [84] .....	64
Fig. 3.17. Mașini de recoltat măslinae prin vibrarea trunchiului [31] .....	65
Fig. 3.18. Dispozitive de vibrare și recoltare a măslinae cu umbrelă inversă [93] .....	66
Fig. 3.19. Pellenc, echipament special de recoltat măslinae [93] .....	67
Fig. 3.20. Plantația hiperintensivă în momentul recoltării .....	69
Fig. 3.21. Locațiile pentru analiza posibilității de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinae în plantațiile tradiționale, modern-tradiționale și hiper – intensive din Grecia.....	71
Fig. 3.22. Cerințele integrării elementelor de robotică în SRM.....	72
Fig. 3.23. Plantație tradițională de măslinae din Polihrono din Halkidiki - 2016 .....	72
Fig. 3.24. Culegător de măslinae din Polihrono.....	73
Fig. 3.25. Plantație modernă în Peninsula Kasandra, satul Polihrono 2017.....	74
Fig. 3.26. Mașină de scuturat măslinae .....	75
Fig. 3.27. Plantație hiper-intensivă de măslinae .....	76
Fig. 3.28. Măslinae în plantația hiper-intensivă din Larissa, Grecia.....	77
Fig. 3.29. Utilajul Pellenc de scuturat măslinae.....	77
Fig. 3.30. Diagramă comparativă a amortizării investiției la plantațiile de măslinae .....	79
Fig. 4.1. Măslina mic, în ghiveci .....	82
Fig. 4.2. Dispozitive de măsurat: ruletă, șubler electronic și dinamometru electronic.....	82
Fig. 4.3. Laptop cu Autodesk Inventor.....	82
Fig. 4.4. Măsurarea lungimii trunchiului .....	83
Fig. 4.5. Măsurarea lungimii trunchiului .....	83
Fig. 4.6. Măsurarea lungimii trunchiului .....	83
Fig. 4.7. Măsurarea grosimii trunchiului la bază .....	83
Fig. 4.8. Măsurarea grosimii trunchiului la partea superioară.....	83
Fig. 4.9. Măsurarea grosimii crengilor.....	83
Fig. 4.10. Măsurătorile măslinului .....	84
Fig. 4.11. Realizarea modelului 3D.....	84
Fig. 4.12. Măsurătorile măslinului .....	84
Fig. 4.13. Aplicarea forței de scuturare și punctele de măsurare a frecvenței .....	84
Fig. 4.14. Modelul 3D de măslinae în Autodesk Inventor .....	85
Fig. 4.15. Modificări structurale la o frecvență de 15 Hz.....	85
Fig. 4.16. Modificări structurale la o frecvență de 20 Hz.....	85
Fig. 4.17. Modificări structurale la o frecvență de 25 Hz.....	85
Fig. 4.18. Modificări structurale la o frecvență de 30 Hz.....	86
Fig. 4.19. Modificări structurale la o frecvență de 32 Hz.....	86
Fig. 4.20. Modificări structurale la o frecvență de 35 Hz.....	86
Fig. 4.21. Modificări structurale la o frecvență de 15 Hz.....	86
Fig. 4.22. Modificări structurale la o frecvență de 20 Hz.....	86
Fig. 4.23. Modificări structurale la o frecvență de 25 Hz.....	86
Fig. 4.24. Modificări structurale la o frecvență de 30 Hz.....	86
Fig. 4.25. Modificări structurale la o frecvență de 32 Hz.....	86
Fig. 4.26. Modificări structurale la o frecvență de 35 Hz.....	86

Fig. 4.27. Măslin în ghiveci.....	88
Fig. 4.28 Braț robotizat .....	88
Fig. 4.29. Standul de lucru cu calculatorul și echipamentele de măsură ....	88
Fig. 4.30. Prototipul de scuturător .....	89
Fig. 4.31. Programarea brațului robotizat.....	90
Fig. 4.32. Mini senzor de vibrație.....	90
Fig. 4.33. Senzori montați pe măslin .....	91
Fig. 4.34. Momentul testării brațului robotizat .....	91
Fig. 4.35. Diferite diametre ale trunchiului măslinului .....	92
Fig. 4.36. Momentul testării brațului robotizat .....	92
Fig. 4.37. Graficele reprezentând variația frecvenței măsurate de senzori .	95
Fig. 4.38. Graficele reprezentând amplitudinea măsurată de senzori .....	98
Fig. 4.39. Livadă de măslini în peninsula Cassandra din Halkidiki Grecia ...	99
Fig. 4.40. Șubler de 500 mm.....	99
Fig. 4.41. Ruletă de 7000 mm .....	99
Fig. 4.42. Autodesk Inventor .....	100
Fig. 4.43. Măsurători măslin.....	100
Fig. 4.44. Model 3D de măslin în Inventor.....	102
Fig. 4.45. Analiza de stres a modelului 3D de măslin .....	102
Fig. 4.46. Distribuirea forței de vibrație pe axa x .....	103
Fig. 4.47. Distribuirea forței de vibrație pe axa y .....	103
Fig. 4.48. Distribuirea forței de vibrație pe axa z .....	104
Fig. 4.49. Livadă de măslini în Halkidiki, Grecia. ....	105
Fig. 4.50. Dispozitiv mecanizat de recoltare a măslinelor. ....	105
Fig. 4.51. Momentul recoltării pe diferite valori ale frecvenței. ....	106
Fig. 4.52. Momentul detașării măslinelor. ....	108
Fig. 4.53. Echipamente de măsurat.....	109
Fig. 4.54. Schema funcțională a dispozitivului de scuturat.....	110
Fig. 4.55. Regulator digital.....	111
Fig. 4.56. Sistemul de fixare a motorului electric cu excentric .....	111
Fig. 4.57. Livadă de măslini în Halkidiki, Poligiros, Grecia .....	111
Fig. 4.58. Structura simplificată a măslinului.....	113
Fig. 4.59. Simplificarea trunchiului măslinului în formă de bară cu secțiune variabilă .....	113
Fig. 4.60. Modelele Kelvin-Voigt (a) și Maxwell (b).....	114
Fig. 4.61. Schema simplificată a trunchiului de măslin în momentul vibrații .....	117
Fig. 4.62. Baza de date a amplitudinii și a puterii necesare vibrații funcție de diametru .....	118
Fig. 4.63. Modificarea valorilor funcție de diametru, la o valoare minimă a diametrului .....	118
Fig. 4.64. Modificarea valorilor funcție de diametru, la o valoare intermediară a diametrului.....	119
Fig. 4.65. Realizarea codului sursa în JS .....	119
Fig. 4.66. Interfața web a programului .....	120
Fig. 4.67. Interfața programului și diagrama de amplitudine .....	120
Fig. 4.68. Livadă de măslini împărțită în două zone.....	123
Fig. 4.69. Măsurarea înălțimii zonei de scuturare .....	124
Fig. 4.70. Măsurarea diametrului trunchiului măslinului în zona de scuturare .....	124
Fig. 4.71. Dispozitivul clasic de detașarea prin scuturare .....	125

---

Fig. 4.72. Reglarea frecvenței .....	126
Fig. 4.73. Reglarea amplitudinii .....	126
Fig. 4.74. Motorul cu excentric .....	126
Fig. 4.75. Sistemul de scuturare cu excentricul atașat .....	127
Fig. 4.76. Detașarea măslinelor prin scuturare, prin reglarea puterii și a amplitudinii.....	127
Fig. 4.77. Introducerea valorii diametrului în program .....	127
Fig. 4.78. Grupa I de deteriorare .....	128
Fig. 4.79. Grupa II de deteriorare .....	128
Fig. 4.80. Grupa III de deteriorare.....	128
Fig. 4.81. Grupa IV de deteriorare .....	128
Fig. 4.82. Variația amplitudinii funcție de diametru .....	129
Fig. 4.83. Variația puterii funcție de diametrul măslinului .....	129
Fig. 4.84. Graficul comparativ de deteriorare a măslinilor .....	131
Fig. 4.85. Deteriorarea trunchiului la detașarea măslinelor.....	131
Fig. 4.86. Detașarea măslinelor la cele două variante .....	132

## LISTĂ DE TABELE

Tabel 2.1 Proprietățile nutritive ale frunzelor de măslin .....	34
Tabel 2.2 Caracteristicile arborelui de măslin [47].....	36
Tabel 2.3 Caracteristicile principalelor varietăți la măslinii mici [50] .....	41
Tabel 2.4 Caracteristicile principalelor varietăți la măslinii mijlocii [50].....	43
Tabel 2.5 Caracteristicile principalelor varietăți la măslinii mari [50] .....	45
Tabel 3.1 Comparație a tipurilor de plantație.....	78
Tabel 3.2 Cost plantație.....	79
Tabel 3.3 Producția de măslin funcție de tipul de plantație, kg/ha .....	80
Tabel 4.1 Valoarea frecvenței în cele două puncte s1 și s2 .....	87
Tabel 4.2 Valoarea frecvenței măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 0.5 cm, 0.6 cm și 1.4 cm .....	93
Tabel 4.3 Valoarea frecvenței măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 2 cm, 2.3 cm și 3.3 cm.....	94
Tabel 4.4 Valoarea amplitudinii măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 0.5 cm, 0.6 cm și 1.4 cm.....	96
Tabel 4.5 Valoarea amplitudinii măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 2 cm, 2.3 cm și 3.3 cm .....	97
Tabel 4.6 Măsurătorile măslinilor .....	101
Tabel 4.7 Momentul de detașare a măslinelor.....	107
Tabel 4.8 Valoarea optimă a frecvenței de detașare a măslinelor. ....	108
Tabel 4.9 Centralizarea datelor din zona „A” după detașarea prin scuturare (Tabelul complex ANEXA 2).....	125
Tabel 4.10 Gradul de deteriorare după detașarea prin scuturare .....	128
Tabel 4.11 Centralizarea rezultatelor din zona „B” după detașarea prin scuturare cu integrarea elementelor de robotică, (Tabelul complex ANEXA 3).....	128
Tabel 4.12 Valorile comparative a deteriorării scoarței trunchiului măslinului .....	130

# **1. IMPORTANȚA ȘI NECESITATEA TEMEI. OBIECTIVELE ȘI STRUCTURA TEZEI**

## **1.1. Importanța și necesitatea temei**

Actualmente măslinul, atât în Grecia, cât și în celelalte țări din zona mediteraneeană care sunt producătoare de măslini (Spania, Italia, Turcia etc), se cultivă în plantație individuale specifice. O asemenea plantație trebuie realizată ținând cont de toate calitățile fizice ale solului, de oamenii care vor executa cultivarea și recoltarea măslinelor dar și de tehnologia de care se dispune.

Pornind de la importanța economică și socială a măslinului și de la nevoile actuale de competitivitate este necesară concepția, realizarea și integrarea elementelor de robotică la recoltare, astfel încât să realizeze recoltarea măslinelor eliminând, pe cât posibil, operatorul uman angajat în număr mare pe un durată limitată. Măsura ar duce la scăderea costurilor de recoltare, element care se reflectă în costul produsului final simultan crescând și productivitatea prin îmbunătățirea procesului de recoltare.

În zilele noastre, elementele de robotică se folosesc într-o gamă largă, atât ca sisteme automate, cât și pentru uz casnic.

Astfel, elemente de robotică, precum și roboți, sunt justificați ca utilizare și prin necesitatea adecvării omului la mediu, adică buna adaptare a unui obiect la un anumit scop [31]. Prin adecvare se înțelege procesul de creștere a productivității interacțiunii, prin diminuarea efortului necesar și prin creșterea cantității și calității rezultatelor obținute de la mediu.

Deși este o activitate sezonieră, agricultura este foarte înalt mecanizată.

Singurele activități care se desfășoară pe parcursul întregului an sunt activitățile din sectorul zootehnic. Pentru alte tipuri de activități nu este întotdeauna rentabilă utilizarea roboților de servicii. Lucrările de recoltare executate de operatori umani implică angajarea unui număr mare de persoane pe un timp limitat, ceea ce, pe lângă costuri mari de manoperă, poate duce la apariția unor probleme sociale.

Cerințele competitivității de pe piața produselor agricole impun scăderea costurilor de producție, iar acest lucru se realizează cel mai frecvent prin automatizare. Ținând cont de complexitatea operațiilor de executat, sunt necesare, în special, intervenții de tip mână - ochi - creier, deci automatizarea trebuie realizată mai ales folosind roboți.

Atât recoltarea fructelor, cât și a legumelor, se realizează cu roboți mobili, înzestrați cu dispozitive de recunoaștere a formei, calității, situării obiectelor și efectori finali adecvați.

Deocamdată, în Grecia predomină recoltarea manuală cu dispozitive de mână, mecanizate sau chiar doar cu mâna.

Datorită faptului că predomină recoltarea manuală există o problemă socială cu locurile de muncă.

Tot mai puține persoane devin „specialiste” în cules de măslini, devenind astfel problematică găsirea persoanelor calificate care sunt din ce în ce mai puține în

fiecare an. Spre exemplu, persoanele calificate lucrează în așa fel încât să nu rănească pomul sau fructul, evitând astfel scăderea productivității.

Recoltarea începe la sfârșitul lunii septembrie, dacă se dorește obținerea unor măslin de culoare verde sau pe la mijlocul lui octombrie pentru a obține măslin de culoare neagră și durează 15 până la 20 de zile. Este necesar pentru recoltare un grup de 3 – 4 oameni la un măslin, care pot recolta cu mâna 6-7 pomi pe zi, în cazul unor arbori care dau o producție de aproximativ 70-80 kg de măslin per pom [1]. Recoltarea începe dimineața (orele 06.00-07.00) și durează până după-amiaza (orele 17.00-18.00). Astfel, o plantație cu mii de măslini necesită un număr mare de persoane care să lucreze, ceea ce duce la costuri ridicate pentru procesul de culegere, corelat cu destinația finală pentru produsul finit (măslin sau ulei de măslin) [102, 113].

În ultimi ani tendința către produsele BIO (la care, în cultivare, nu s-au folosit pesticide, îngrășăminte și aditivi [46]) și cât mai naturale este tot mai pregnantă, astfel încât cercetătorii propun sisteme de recoltare optimizate, cât mai eficiente, pentru ca produsele să fie de o calitate cât mai bună.

Plecând de la aceste necesități, *teză investighează metodele de recoltare și implementarea sistemelor de robotică în aceste metode, cu o posibilă utilizare și la alte fructe care se pot recolta prin vibrarea pomului cum ar fi cireșe, prune, corcodușe, nuci, migdale etc.*

Prin dezvoltarea unor tehnologii de acest gen, se poate eficientiza procesul și recolta de măslin, cu posibilitatea de extensie pentru cazul altor fructe, crescând eficiența din acest domeniu, în consecință lărgind piața de desfacere.

În ciuda interesului tot mai mare pentru produse cât mai naturale, tradiționale și BIO, cei mai mulți producători de măslini (dintre principalii prezenți pe piața globală a măslinelor), caută să realizeze, în principal, o producție cantitativă, în detrimentul laturii calitative. Acest lucru duce la o calitate mai slabă a principalelor produse realizate din măslin și anume a măslinelor de consum și a uleiului de măslin. Lipsa informațiilor tehnice în rândul producătorilor de măslin împiedică dezvoltarea și implementarea elementelor de robotizare în recoltare.

Din aceste considerente, părțile interesate trebuie să dispună de toate informațiile actuale legate de metodele de recoltare, precum și de eficientizarea recoltării prin utilizare unor elemente de robotică, elemente care conduc la protejarea mediului înconjurător și a măslinului propriu-zis, oferindu-i astfel o perioadă de productivitate cât mai mare și cât mai eficientă.

Teza urmărește eficientizarea recoltării măslinelor, îmbunătățirea nivelului de cunoaștere a metodelor de recoltare de către producători, astfel încât cercetătorii să poată realiza dispozitive de recoltare cât mai rentabile, atât din punct de vedere al eficienței procesului de recoltare cât și din punct de vedere economic. Aceste două elemente ajută la identificarea și implementarea sistemelor de recoltare adecvate.

Se propune un studiu al procesului de recoltare prin scuturare într-o livadă modernă de măslini, care respectă cerințele actuale ale pieței de desfacere a măslinelor, studiu efectuat pe diverse tipodimensiuni de măslini, în care se va putea observa influența principalilor factori care afectează recoltarea.

Pornind de la rezultatele modelării 3D și a rezultatelor experimentale, am propus un element de robotizare original pentru corelarea variațiilor principalilor factori de recoltare, în funcție de diametrul măslinului la punctul de contact cu dispozitivul de recoltare, astfel încât daunele asupra măslinului să fie minime iar eficiența recoltării să fie cât mai mare.

Măslinile recoltate în acest fel au fost analizate atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ.



## 1.2. Obiectivele și structura tezei

Obiectivul principal al tezei de doctorat este **optimizarea elementelor de robotică în vederea integrării în sistemele pentru recoltarea măslinelor în scopul creșterii eficienței tehnice și economice a acestora.**

Din obiectivul principal rezultă următoarele obiective secundare:

1. Analiza stadiului actual al sistemelor de recoltare a măslinelor;
2. Analiza principalelor sisteme de plantare a măslinelor;
3. Analiza principalelor soiuri de măslini;
4. Analiza formei coroanei și a mărimii măslinului;
5. Identificarea unor metode eficiente de recoltare;
6. Stabilirea unor funcții de optimizare a principalilor factori care influențează recoltarea pentru determinarea corelațiilor dintre acești parametri și eficiența recoltării;
7. Determinarea influenței soiurilor de măslini și a sistemelor de recoltare asupra productivității și calității principalelor produse realizate de măslini (măslinile de consum și uleiul de măslini).

În vederea îndeplinirii și parcurgerii acestor obiective teza are o extindere pe 154 de pagini, este structurată pe 5 capitole, conținând 149 de figuri, 21 de tabele și 3 anexe. În completarea lucrării, este atașată o listă a lucrărilor științifice elaborate de autor pe parcursul pregătirii doctorale și o listă bibliografică de 114 titluri și referințe online.

**Capitolul 1** prezintă importanța și obiectivele tezei.

**Capitolul 2** prezintă aspectele privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului. Este analizată istoria măslinului corelat cu importanța socio-economică de-a lungul timpului. Se face o analiză economică pe plan mondial și european a producției și a consumului de măslini, precum și a uleiului de măslini. În continuarea capitolului sunt prezentate principalele produse rezultate din utilizarea măslinelor. În partea finală a capitolului sunt prezentate caracteristicile măslinului, inclusiv cele morfologice, precum și caracteristicile și particularitățile plantațiilor de măslini.

**Capitolul 3** constituie o prezentare de la începutul părții experimentale și este structurat în patru părți distincte.

În prima parte se realizează o analiză asupra sistemelor actuale de recoltare a măslinelor. În partea această a capitolului se prezintă o primă parte din cercetarea realizată pe parcursul studiilor doctorale privind o problemă a fiecărui sistem de recoltare a măslinelor.

În partea a 2-a se prezintă analiza principalelor posibilități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile tradiționale, moderne și hiper-intensive care predomină în culturile actuale de măslini. Prin această cercetare am determinat posibilitatea de integrare a elementelor de robotică, atât din punct de vedere social, cât și din punct de vedere economic, în plantațiile actuale de măslini din Grecia.

În partea a 3-a se prezintă analiza principalelor posibilități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor pentru toate tipurile folosite actualmente în sistemele de cultură și obținere a măslinelor din Grecia.

În partea a 4-a sunt prezentate concluziile parțiale asupra sistemelor de recoltare a măslinelor.

**Capitolul 4** prezintă rezultatele unor cercetări experimentale privind *integrarea elementelor de robotică în realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor*.

Aceste cercetări experimentale cuprind următoarele etape:

- Cercetări privind modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mici, în scopul realizării unui prototip de scuturare;
- Cercetări privind studiul influenței vibrațiilor în ceea ce privește integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor, pentru cazul unui prototip de dimensiuni mici;
- Cercetări privind modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mari, în scopul realizării cercetărilor experimentale într-o livadă de măslini din Grecia;
- Cercetări privind studiul influenței amplitudinii și a frecvenței la recoltarea prin scuturare;
- Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor, prin dezvoltarea unui program care își ajustează automat parametri de recoltare în funcție de grosimea trunchiului măslinului;

**Capitolul 5** prezintă concluziile generale, contribuțiile personale teoretice și experimentale, precum și prezentarea unor perspective de cercetare și îmbunătățire a sistemelor de recoltare a măslinelor prin integrarea elementelor de robotică.

Studiile realizate prin integrarea elementelor de robotică în realizarea unui sistem de recoltare a măslinelor pot fi folosite și dezvoltate pentru recoltarea prin proces mecanizat și a altor fructe prin echipamente care utilizează vibrarea trunchiului arborelui.

## **2. ASPECTE PRIVIND ISTORIA, IMPORTANȚA ȘI PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE MĂSLINULUI**

### **2.1 Scurt istoric**

Măslinul este un pom al bogăției, longevității, prosperității și al vieții. Măslinul este unul dintre cei mai vechi pomi care au dat hrană omului și unul dintre cei mai importanți pomi fructiferi pentru dieta mediteraneeană. Măslinului este un arbore longeviv, putând să ajungă la mii de ani de supraviețuire (figura 2.1). Măslinul iubește căldura mediteraneeană, crește chiar și pe soluri aride și pietroase, totodată fiind foarte rezistent la secetă și la vânt puternic. Măslinul, uleiul de măsline, dar și ramurile măslinului au fost un element important pentru dezvoltarea economică și culturală a regiunilor mediteraneene.

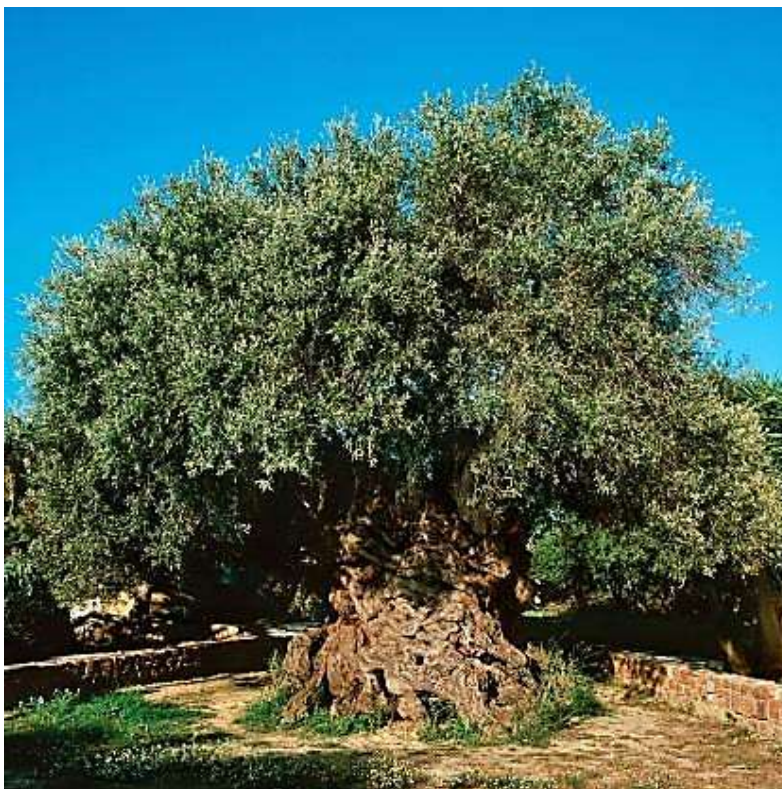


Fig. 2.1. Arbore de măslin din Salamina, Creta, având în jur de 3000 de ani [81]

## 20 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

Măslinul este cunoscut încă din antichitate. Conform mitologiei, patria măslinului este Atena, iar primul măslin a fost dăruit de zeița Athena atenienilor (figura 2.2), care a apărut în locul unde a căzut sulița în timpul luptei dintre zei pentru a alege protectorul orașului Atena (figura 2.3) [41]. Micenienii au oferit uleiuri de măslină zeilor, în timp ce Homer a numit măslinul "aurul lichid din dietă". Aristotel a privit cultivarea măslinelor ca știință, în timp ce Hippocrates a folosit ulei de măslină ca medicament [41, 94].



Fig. 2.2. Zeița Athena și măslinul



Fig. 2.3. Lupta între Athena și Poseidon (Reconstrucția frontului estic al Parthenonului) [87]

Istoricii presupun ca măslinul a fost adus în Grecia din estul Mediteranei. Grecii au fost primii care au cultivat măslinul în zona mediteraneeană europeană. A fost adus în Grecia fie de coloniștii greci, fie de comercianții feniceni [47].

Datorită descoperirilor arheologice recente (figura 2.4), cultivarea măslinilor este considerată a fi o contribuție semnificativă la dezvoltarea civilizației minoice. În Creta, în perioada minoică, după anul 2000 î.Hr., măslinul juca un rol important în economia din Knossos.



Fig. 2.4. Butoaie antice pentru depozitarea uleiului de măsline [86]

Există, de asemenea, mărturii scrise despre cultivarea măslinului, exploatarea acestuia și folosirea uleiului de măsline. Aceste mărturii scrise, în Liniar B, au fost găsite în Creta. Din interpretarea acestor semne, obținem informații despre utilizarea uleiului de măsline în activitatea zilnică, în religie, în comerț și în activități, dar și în alte ocupații cum ar fi tăbăcăria, textilele și parfumeria (figura 2.5 a, b și c).

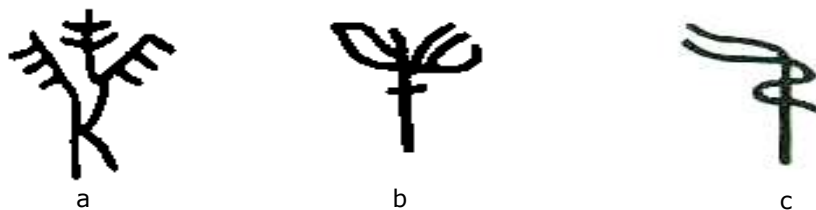


Fig. 2.5. Liniar B pictograme pentru: a) măslin; b) măsline; c) ulei de măsline [76]

În dieta grecilor, uleiul de măsline este parte integrantă a culturii. Era folosit și în medicină, deoarece medicii cunoșteau proprietățile sale vindecătoare, precum și caracteristicile benefice. Era folosit în vindecarea rănilor, fiind antiseptic, pentru

tratamentul bolilor de piele, ca antiemetic, și, de asemenea, în tratamentul bolilor de inimă.

Din florile și din frunzele de măslin se producea un decoct folosit ca picături pentru ochi și ca tratament împotriva ulcerului gastric, dar a inflamațiilor gingivale. De asemenea, s-a folosit ulei de măslină ca lubrifiant pentru componentele din lemn sau mecanismele metalice. Tot în aceea perioadă s-a folosit un unguent pe bază de ulei de măslină pentru finisarea pielii, fildeșul și metalului. Uleiul de măslină era folosit și în producția de parfum.

### **2.1.1 Măslinul și uleiul de măslină în Grecia antică**

În istoria culinară minoică, atât filologia cât și descoperirile arheologice ne arată că încă din trecut carnea, verdețurile și legumele reprezentau baza clasică în dieta minoică, iar ingredientele utilizate erau sarea, cimbrul, usturoiul, ceapa și bineînțeles uleiul [36].

Minoicii considerau măslinul atât de important, aproape sfânt, nu doar pentru că utilizau măslinile și uleiul în alimentație, ci și pentru că foloseau uleiul de măslină în multiple scopuri. În scripturi se face referire la utilizarea uleiului de măslină în atletism, în medicină, la magie, ca unguent pentru piese mecanice, carburant pentru iluminat, dar și ca aliment natural. Cu alte cuvinte măslinul era utilizat în locul untului de astăzi, curentului, și a unor medicamente. Lemnul de măslin era de asemenea utilizat ca și carburant, dar și la tâmplărie. Gama extinsă de utilizări, potrivit celor descoperite până astăzi, a dat posibilitatea dezvoltării comerțului și exportului în tot estul zonei mediteraneene.

Minoicii au transformat măslinul sălbatic în măslin cultivat, prin tăiere și stropit. Au realizat pepiniere și au crescut productivitatea. Caracteristicile agriculturii minoice sunt realizările pe care le-au făcut cretanii în acest domeniu.

S-a obținut un randament ridicat în culturile de măslini în toate perioadele agricole ale anului - cea a înfloririi ANTHISIS (martie - iunie), cea ploioasă (noiembrie - februarie) și cea a secetei (iunie - octombrie). Productivitatea a fost ridicată prin două-trei arături din februarie până în aprilie, s-au realizat plantații pe rânduri de la cinci la zece metri, s-au realizat sisteme de irigații și s-a utilizat sămburele ca îngrășămintă [26].

#### **2.1.1.1 Eleurgia Minoică**

Profesorul Pol For prezintă următoarea imagine asupra cultivării măslinului în epoca minoică: culesul măslinului era ultima recoltă a anului și necesita cel mai mult timp. Începea în noiembrie și se finaliza doar pe la începutul lui martie. Recoltau măslinile cu mâinile, iar crengile la care nu ajungeau le scuturau utilizând băte. Femeile și copiii adunau măslinile căzute pe pământul din jurul pomului, care anterior a fost curățat cu mare atenție.

Uneori foloseau cearceafuri, iar atunci eliminau frunzele și crenguțele căzute pe sol. Trei muncitoare foarte bune puteau să colecteze într-o anumită perioadă măslinile necesare pentru o tonă de ulei. Roadele (măslinile) pe care intenționau să le folosească ca hrană le separau de celelalte. Măslinile pe care le utilizau pentru ulei, le tocau într-un bol metalic, iar apoi le puneau în saci, pe care la rândul lor îi puneau într-un fel de butoiașă cu o presă. Uleiul din aceasta prima presare era colectat în găleți, după care se depozita în butoiașe realizate special.

În continuare făceau pastă din sâmburi și din materia rămasă de la prima presare, care încă mai avea destul ulei, pe care o încălzeau timp de 20 de zile. Apoi presau din nou această masă. Uleiul rezultat era mult mai amar și acru, nedepășind o treime cantitativ din uleiul rezultat din prima presare. Toate resturile erau introduse în vase cu apă caldă, iar uleiul care ieșea la suprafață era colectat.

Această metodă tehnică utilizată într-o epocă atât de îndepărtată ne arată gradul de dezvoltare culturală a perioadei respective. Uleiul și măslinile erau exportate în țările mediteraneene. Acest comerț necesita o strategie care era bine pusă la punct, așa că au realizat prese centrale, depozite foarte mari, drumuri care duceau la mare și porturi [56]. Trebuie menționat la acest paragraf și faptul că în această perioadă s-a dezvoltat semnificativ tehnica ceramicii și olăritului în care se depozitau măslinile și uleiul de măsline [74].

### **2.1.1.2 Isiod și codul agricol**

În codul agricol al poetului Isiod, care era biblia cultivării agricole în secolul al VII-lea î.Hr. întâlnim o mulțime de informații despre agricultură. Aceeași imagine transpare din toate sursele, indiferent care ar fi acestea: istorici, desene sau altele.

Aceasta este, de fapt, imaginea agriculturii grecești din antichitate care se folosește de cât de rodnic este pământul și tot anul se ocupă cu poli-cultivarea.

Recoltarea măslinului se realiza tot timpul în aceeași perioadă, adică iarna, între lunile noiembrie și februarie. Cultivatorii puneau pânze sub pomi, iar bărbații se ocupau de scuturarea măslinului și femeile și copiii colectau roadele. Aratul, precum și eliminarea buruienilor și a ierbii se realizau la un interval de doi ani, în luna aprilie. Tăierea crengilor și folosirea îngrășămintelor se practică doar de către bărbați. Participarea femeilor începea doar la recoltarea rodului, iar din acel moment începea și procesul tehnologic pentru realizarea uleiului [36].

La început măslinile se sfărâmau în boluri din lemn prin lovire, fără a sparge sâmburele.

Măslinile lovite astfel se puneau în saci, pe care muncitorii îi puneau în prese. Această metodă dădea ulei dulce fără acid. În continuare, masa rămasă mai era presată de două ori. Înainte de cele două presări se înmuiau resturile pentru 20 de zile, sau se introduceau în apă caldă, astfel uleiul ridicându-se la suprafață, după care se colecta. Acest ulei avea un conținut mai ridicat de acid. Toate procedeele, pentru realizarea uleiului, se efectuau în încăperi închise și încălzite pentru a nu îngheța lichidul prețios [74].

### **2.1.1.3 Divinizarea măslinului**

De subliniat este faptul că măslinul era considerat un pom sfânt. Pe anumite desene s-a găsit un pom sfânt în curtea diferitelor culte de rugăciune. Mai mult de atât, descoperirile arheologice ne-au arătat ca pe diferite inele sau bijuterii, erau reprezentate zeițe așezate sub sfântul pom sau se prezintă zeița și pomul sfânt plasate într-o corabie. În cazul tuturor acestor reprezentări se observă cu ușurință că pomul este un măslin. Existența unor astfel de măslini care niciodată nu dispăreau, ci la care din trunchiul îmbătrânit creșteau copaci tineri, a impresionat pe antici [74].

#### **2.1.1.4 Răspândirea măslinului**

Una dintre cele mai importante realizări agricole din antichitate a fost cultivarea măslinului pe tot arealul adiacent Mediteranei în jurul secolului al VII-lea î.Hr. Coloniștii greci cultivau în foarte mare măsură măslinul utilizând îngrășăminte naturale și, în general, tot ce era mai bun pentru creșterea productivității. În colonii, o importanță foarte mare o avea temperatura medie optimă pentru măslin.

Temperatura ideală era de 10°C iarna, și 21°C vara. Țările mediteraneene se încadrează toate în această gamă de temperaturi. În aceste țări, coloniștii căutau solul optim pentru a cultiva măslinul. Acest miracol se datorează în mare măsură coloniștilor greci care știau să transmită și să transforme măslinul sălbatic în pomul sfânt din care rezulta uleiul [41, 98].

#### **2.1.2 Proveniența și extinderea măslinului**

Măslinul este cunoscut încă din antichitate. Apariția și cultivarea lui se face din epoca preistorică. Calea extinderii sale nu poate fi reconstituită cu exactitate.

O parte din cercetătorii botaniști consideră că măslinul provine din regiunile est-mediteraneene. După Fischer (1904), măslinul a ajuns aici din India prin Iran, unde genul *Olea* este reprezentat de un număr mare de soiuri. Chevalier (1948), are aceeași părere, dar nu există mărturii referitoare la existența măslinului în epoca neolitică.

După Acerbo (1937), uleiul de măslin a fost folosit prima dată de semitici, care trăiau la vest de Caucaz, aproape de Siria și Palestina. De Candolle (1880), presupune că măslinul este cunoscut din anul 4.000 î.Hr. și probabil provine din Siria, dar, totodată, presupune că grecii cultivau măslinul independent de semitici, și asta, deoarece, dacă grecii ar fi învățat cultivarea de la ei, ar fi folosit numele de „Zeit”, dar grecii au folosit numele de „olea” așa cum copacul era cunoscut în regiunea mediteraneană.

După mitologia greacă, măslinul este de proveniență Ateniană, după cum apare și în scripturile lui Sofocle, care scria că măslinul este protejat de Zeus și Atena [41].

După altă variantă, măslinul nu este de proveniență grecească ci a fost adus aici de către Hercule din regiunile mai reci de pe Dunăre, și semănat în Olimpia antică. Iar măslinul „blând” a fost adus în Atena de către Kekropas din Egipt [41].

### **2.2 Importanța economică și socială a măslinului**

Măslinul a fost dintotdeauna foarte important pentru popoarele zonei mediteraneene, deoarece a oferit hrană oamenilor prin fructele sale (măslina), dar și prin uleiul de măslina. În afară de hrană, măslinul a contribuit la traiul de zi cu zi, oferind și lemnul ca material de construcție și pentru diverse întrebuițări. Măslinul a jucat un rol important în economie, deoarece uleiul de măslina a fost comercializat între diferite popoare. Măslinii au fost, de asemenea, o sursă de inspirație pentru artiștii din toate timpurile, fie că este vorba de pictură sau de poezie. Încă din antichitate se știe că măslinul are proprietăți medicinale, atât prin ulei, cât și prin frunzele sale.

Cultivarea măslinului continuă să fie legată de viața omului și în timpurile moderne, deoarece uleiul de măslina continuă să fie o hrană de bază. Interesant este



faptul că unele procedee din cultivarea măslinilor nu s-au schimbat semnificativ de-a lungul timpului, deoarece cerințele sunt aceleași. Modul în care se produce uleiul de măsline a rămas de asemenea același.

Culturile de măslini acoperă în toată lumea o suprafață de 400.000 de milioane de m<sup>2</sup>, iar numărul de măslini se ridică la 3 miliarde. Din această suprafață de cultivare 98% se află în zona mediteraneeană [42].

Cultivarea măslinului în zilele noastre s-a extins și în alte țări, precum: Argentina, Chile, Mexic, Peru, Africa de sud, Australia, S.U.A., Japonia, etc., aducând beneficii economice țărilor respective deoarece utilizează suprafețe de pământ care sunt inadecvate pentru alte plantații și ajută la protejarea solului împotriva deteriorării. Un mare număr de plantații aparțin domeniului privat și anume unor întreprinderi mici și mijlocii, ceea ce generează locuri de muncă [42].

Principalele produse care rezultă din plantațiile de măslini sunt uleiul și măslinile. Din aceste două produse cea mai mare importanță pentru dieta culinară o are uleiul. La aceste produse se poate adăuga și uleiul din sâmburi care este destinat utilizării în producție. O importanță deosebită au și alte „derivate” precum frunzele, lemnul, sâmburii etc.

Uleiul de măsline are o concurență puternică în celelalte uleiuri vegetale, care, deși sunt cu mult sub valoarea nutritivă și dietetică a uleiului de măsline, sunt mult mai ieftine.

### 2.2.1 Producția de măslime

După cum s-a precizat anterior, cele mai importante țări producătoare de măslime sunt țărilor mediteraneene precum Spania, Portugalia, Italia, Grecia, Turcia, Tunisia și Maroc.

Acele șapte țări dețin 90% din producția mondială.

În graficul din figura 2.6 este prezentată cota procentuală din capacitatea globală de producție de măslime pentru anul 2017 [90].



Fig. 2.6. Producția globală de măslime din anul 2017

Se poate aminti că, în afară de țările mai sus-menționate, în ultimii ani Australia și Statele Unite ale Americii devin competitori importanți.

### 2.2.2 Producția de ulei de măsline

Spania este cel mai mare producător de ulei de măsline, urmată de Italia și Grecia. În Grecia uleiul de măsline reprezintă o cifră de afaceri de 800 milioane de euro/an. În figura 2.7 este prezentată repartitia pentru procentul de producție globală a uleiului de măsline din anul 2017 [90].

Producția de ulei de măsline 2017

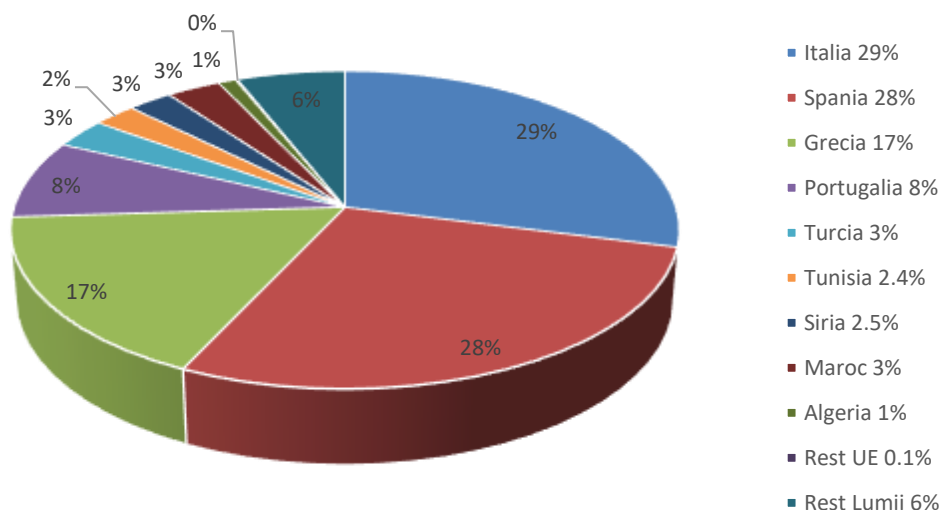


Fig. 2.7. Producția globală de ulei de măsline 2017

### 2.2.3 Consumul

Marea majoritate a țărilor consumatoare de ulei de măsline se află în Europa și sunt și producătoare de ulei și de măsline. Astfel, în Europa se consumă 71% din totalul producției mondiale de ulei de măsline, iar 77 % dintre consumatoare sunt țări mediteraneene (figura 2.8) [90].

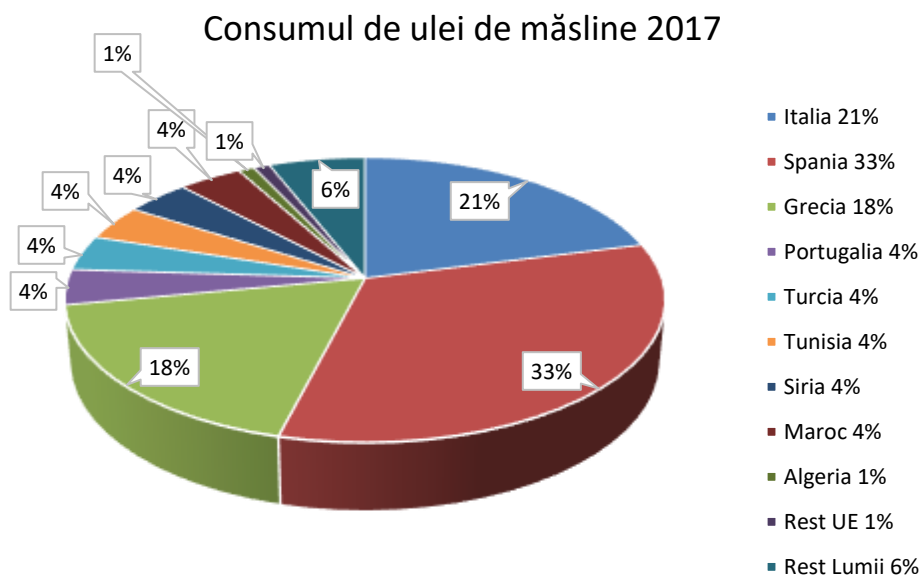


Fig. 2.8. Consumul global de ulei de măsline

### 2.2.4 Produse din măslin

Măslinul, după cum s-a văzut, este foarte important în dieta mediteraneană. Astăzi „măslinul” se regăsește în multe produse.

#### 2.2.4.1 Uleiul de măsline

Uleiul de măsline (figura 2.9), este un ulei vegetal obținut din fructul măslinului printr-o metodă de presare la rece (care nu adaugă nicio substanță chimică) sau alte metode de extracție. Uleiul de măsline obținut prin presare la rece este un produs complet natural care poate fi consumat odată ce procesul de presare a fost finalizat. Este digerat de către organism în proporție de 98% și produce în

organism 9,3 calorii pe gram, același număr de calorii ca la toate celelalte uleiuri vegetale [42, 69, 107, 112].



Fig. 2.9. Uleiul de măsline

Uleiul de măsline din comerț este disponibil în mai multe categorii comerciale:  
*Uleiul Agoureleo*, ulei nefiltrat, produs din măslină culese manual înainte de a ajunge la maturitate, care sunt procesate în maxim 24 de ore de la culegere. Este considerat ca fiind uleiul „medicament” datorita proprietăților sale, având cea mai mare valoare biologică și nutritivă față de orice alt ulei [48];

*Uleiul de măsline extra virgin*, este cel mai bun ulei de măsline din comerț, produs prin metode de extracție mecanice (presare la rece, fără extracții de natură chimică), provine numai de la prima presare la rece și are un nivel de aciditate oleică de maxim 0,8%;

*Uleiul de măsline virgin*, este un tip de ulei asemănător cu cel extra virgin, dar are un nivel de aciditate oleică mai mare, de maxim 2%;

*Uleiul de măsline din turte*, este un tip de ulei obținut prin prelucrarea termică și extracția chimică a resturilor, turtelor, rezultate din procesele anterioare, supus ulterior și unui proces de rafinare.

Cei mai mari producători de ulei de măsline din lume sunt Spania (29.8%), Italia (12,7%) și Grecia (14,2%). Grecia, datorită condițiilor climatice, are un randament al plantațiilor de măslină de aproximativ 3 tone de fructe pe hectar (la fel cu Italia), comparativ cu 2,5 tone în Spania [69]. Calitatea uleiului de măsline este

mai bună în Grecia deoarece 75% din uleiul produs, pe an, este ulei de măslină extra virgin, pe când în cazul Italiei acest procent este de 45%, iar în Spania de 30% [42].

#### 2.2.4.2 Măslinile

Măslinile (figura 2.10), sunt fructul măslinului și pot fi de diferite soiuri, cel mai frecvent fiind soiul *olea europea*. Măslinile nu se pot consuma direct din pom, deoarece sunt amare, ele trebuie procesate. Măslinile pot fi de culoare neagră, maro sau verde, în funcție de gradul de maturitate. Astfel, cele verzi nu sunt coapte, cele maro sunt la începutul perioadei de maturizare, iar cele negre sunt coapte (mature) [106, 109].



Fig. 2.10. Măsline

#### 2.2.4.3 Frunzele de măslin

Beneficiile frunzelor de măslin (figura 2.11), erau cunoscute încă din antichitate, fiind considerate un antibiotic puternic. Egiptenii le foloseau în taxidermia faraonilor, iar popoarele mediteraneene foloseau sucul din frunzele de măslin ca antibiotic natural. Frunzele de măslin conțin o cantitate mai mare de *oleuropein* care se poate folosi ca un antibiotic cu spectru larg.

În numeroasele studii privind extractul de frunze de măslină și efectele sale asupra organismului uman s-au constatat următoarele efecte [19]:

30 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

- Detoxifică;
- Protejează împotriva virusilor și a bacteriilor;
- Reduce tensiunea arterială și îmbunătățește circulația sângelui;
- Reduce colesterolul și zahărul din sânge;
- Are acțiune diuretică;
- Facilitează digestia;
- Are un puternic efect antiinflamator asupra otitei, infecțiilor tractului urinar și infecțiilor post-chirurgicale;
- Combate bolile cronice, cum ar fi artrita și psoriazisul;
- Oferă energie și este prescris împotriva sindromului de oboseală cronică;
- Previne și vindecă mai mult de 100 de boli infecțioase.

În Ungaria, extractele de frunze de măslină se dau ca tratament, prin fonduri de asigurări, pentru combaterea infecțiilor. Ca antioxidant, nu numai că protejează împotriva radicalilor liberi, dar, de asemenea, reduce producția de microtoxine în organism.



Fig. 2.11. Frunze de măslin

Există, de asemenea, cercetări privind efectul pozitiv asupra virusului SIDA, deoarece extractul de frunze inactivează enzimele necesare pentru proliferarea și supraviețuirea virusului [114,115].

În general, frunzele de măslin sunt considerate foarte sigure în utilizare și nu au fost raportate reacții adverse. Ceea ce se poate simți atunci când începe consumul de extract sau un supliment alimentar cu frunze de măslin este o oboseală temporară, dureri de cap sau dureri musculare. Acest lucru se datorează faptului că organismul

începe să elimine toxinele, în principal din distrugerea bacteriilor, fungilor și agenților patogeni în general [109].

În cele din urmă, se vorbește despre utilizarea tabletelor de frunze de măslină în tratamentul cancerului. Știm cu toții că zahărul hrănește celulele canceroase, în timp ce alimentele amare sunt un tratament (B17 - amigdaliană) [114,115]. Alimentele alcaline ( $\text{pH} > 7$ ), ajută de asemenea la tratamentul cancerului. Frunzele de măslină sunt foarte amare și conțin cantități uriașe de calciu și fier. Calciul (770 mg în frunze de 100 g), alcalinizează și corectează starea acidă a celulelor canceroase. Astfel, acestea pot fi administrate în siguranță pacienților împreună cu orice alt tratament pe care îl urmează [25, 109].

#### 2.2.4.4 Cosmetice

Încă din epoca lui Hippocrates uleiul de măslină era cunoscut pentru numeroasele sale proprietăți terapeutice, mai ales pentru bolile de piele.

Uleiul de măslină este bogat în antioxidanți, vitamina E, dar și clorofilă. Mai conține și vitamina K, sodiu și potasiu, substanțe care sunt benefice pentru piele, precum și fier, care e benefic pentru păr.

În zilele noastre, măslinul se regăsește în tot mai multe produse cosmetice, cum ar fi săpunul, șamponul, creme de corp, creme de față etc. (figura 2.12) [100, 108].



Fig. 2.12. Produse cosmetice din măslină

### 2.3 Principalele caracteristici ale măslinului

Din descrierile anterioare se poate concluziona că toate aceste caracteristici influențează direct sau indirect calitatea măslinelor și sunt legate de metoda și perioada de recoltare, astfel încât cunoașterea lor este necesară pentru realizarea dispozitivului optim de recoltare.

Măslinul aparține familiei *Oleaceae*, reprezentată de peste 25 de tipuri. Dintre acestea, cele mai importante sunt: *Olea*, *Syringa*, *Forsythia*, *Ligustrum*, *Fraxinus* și *Phillyrea*.

Familia *Olea* conține peste 30 de soiuri diferite, care sunt răspândite în întreaga lume. Cele mai importante sunt [41, 56]:

- *Olea europaea*. L., euromediterranea
- *Olea europaea*. L., *cuspidata* Vall, Cif
- *Olea europaea*. L., *laperrini* Batt și Trab
- *Olea chrysophylla* Lamk
- *Olea hochstetteri*
- *Olea somaliensis*
- *Olea subtrinervata*
- *Olea mussolini*
- *Olea kilimandsharica*
- *Olea schliebeni*
- *Olea guineensis*
- *Olea excelsa*.

Măslinii, cunoscuți sub numele de *Olea europaea*, care înseamnă "*măslini europeni*", reprezintă o specie de copac mic din familia *Oleaceae*, care se găsește în bazinul mediteraneean. Măslinul, *Olea europaea*, este un copac permanent verde al Mediteranei, al Asiei și al Africii, având o înălțime cuprinsă între 8-15 m.

Florile sunt mici, albe, iar fructele sunt mici, de 1-2.5 cm. *Olea europaea* euromediterranea var. *oleaster* sau *Olea europaea* var. *oleaster* Hoffm și *Olea europaea* var. *sylvestris* Mill, se regăsește în Africa de sud, Spania, Portugalia, Sicilia, Caucaz, Armenia și Siria [61]. Este o tufă cu spini, care, de obicei, dă roade de mici dimensiuni. *Olea europaea* euromediterranea *sativa* sau *Olea sativa* Hoffm și Link este măslinul care se cultivă în general și care cuprinde un număr mare de varietăți îmbunătățite (figura 2.13).





Fig. 2.13. Olea Europea

### 2.3.1 Morfologia rodului

Florile măslinului sunt mici, alb-galbene și cu un strat de peri scurt. Coroana este formată, de obicei, din patru petale, dar, la unele soiuri (Kolymbada, Karolia), poate avea și cinci petale.

Cauzele de degenerare a pistilului în stimonofora florilor nu sunt complet cunoscute, dar se pare a fi legate de lipsa de apă sau de substanțe nutritive în timpul perioadei de dezvoltare a acestora, de varietatea și condițiile climatice care au predominat în cursul anului. Îndepărtarea unora dintre muguri, la începutul primăverii, determină o reducere a procentului de flori atrofici care va rezulta din păstrarea ochilor. Defolierea lăstarilor, cu o lună înainte de înflorirea completă, cauzează degenerarea de neregularii. Dar, după această perioadă, defolierea nu pare să afecteze procentul de flori perfecte și imperfecte, care au fost deja predeterminate [56, 66].

### 34 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

Florile de măslină sunt foarte sensibile în timpul formării lor, astfel condițiile de îngheț, de vânt mai ales vânt uscat și cald (uscarea florilor), și condițiile meteorologice nefavorabile (ploaie, ceață) pot duce la distrugerea lor [21].

Înmulțirea completă a măslinelor în Grecia poate avea loc de la sfârșitul lunii aprilie și poate continua și în luna mai. Dar acest lucru depinde de soi, de zona și de condițiile climatice.

Frunzele măslinului sunt înguste ca niște lancete, subțiri, încrucișate între ele (două rânduri de frunze formează o cruce). Sunt de o culoare verde închis în partea de sus și gri deschis în partea de jos. Iar forma lor este în funcție de soi, de la lunguiet la lunguiet ascuțit tip baionetă, (figura 2.14).

Viața frunzelor este de aproximativ 2-3 ani, iar căderea lor are loc de obicei în primăvară.

Suprafața superioară este acoperită cu chitină iar suprafața inferioară poartă peri în forma de umbrelă, care o protejează de deshidratare și stomate. Numărul acestora se schimbă cu fiecare soi [65].



Fig. 2.14. Frunzele măslinului

În tabelul 2.1. sunt redată elementele nutritive ale frunzelor măslinului, care definesc starea nutritivă a măslinelor [18]. Aceste valori se referă la frunzele bine dezvoltate, care au fost colectate în luna iulie.

Tabel 2.1 *Proprietățile nutritive ale frunzelor de măslină*

Elemente nutritive	Unități de măsură	Nivel hrănitor	Nivel nutritiv		
			Redus	Dorit	Surplus
N	%	<1.4		1.5-1.2	
K	%	<0.4	0.4-0.8	>0.8	
P	%			0.1-0.3	
Ca	%			>1.0	
Mg	%			>0.10	
Na	%				>0.2
Cl	%				>0.5
B	ppm	<1.4		19-150	>185
Cu	ppm			>4	
Mn	ppm			>20	

### 2.3.2 Rădăcina și trunchiul măslinului

Atunci când copacii sunt tineri de până la 3-4 ani, sistemul lor radicular se dezvoltă pe direcție verticală și devine cu multe rădăcini subțiri. Sistemul radicular al măslinilor provine de la nodulele care au fost create pe trunchiul măslinului aproape de suprafața solului.

Sistemul radicular al măslinului se dezvoltă, cu trecerea timpului, în paralel cu suprafața solului, adică suprafața de vizualizare a frunzelor de pe copac coincide cu suprafața zonei pe care s-a dezvoltat sistemul de rădăcină (figura 2.15) [82].

Sistemul radicular este foarte bine dezvoltat și este capabil să se răspândească chiar și printre pietre și roci la adâncimi și lățimi mari, în funcție de condițiile solului [47, 66].

În sol argilos cu precipitații anuale de 400 mm, sistemul radicular al măslinului este superficial, cu o adâncime de 50-60 cm.

În soluri sărace și uscate, măslinul dezvoltă un sistem radicular puternic pentru a supraviețui.

Pe solul nisipos rădăcinile măslinilor cresc în profunzime și în lățime.

În solul ușor și ușor ventilat, sistemul de rădăcini al măslinului crește în apropierea suprafeței.



Fig. 2.15. Sistemul de rădăcină a măslinului [82]

Trunchiul măslinului este cilindric, neted la pomi tineri, ondulat la cei mai bătrâni, deoarece apar diferite umflături pe suprafața sa.

Trunchiul este neted și verde când copacul este tânăr. Pe măsură ce anii trec, devine gros și gri, cu striții și cu noduluri (umflături) de dimensiuni diferite.

### 36 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

Lemnul este greu și sensibil la infecțiile fungide, atunci când vremea este ploioasă sau sunt frecvente perioadele cu ceață.

Umflăturile care apar pe trunchi, gât și rădăcini se numesc sfero-muguri, și au valori foarte mari în cea ce privește hormonii vegetali și nutriția.

Coaja măslinului, la pomii tineri este netedă și verzuie, iar la măslinii mai în vârstă prezintă o suprafață neregulată și o culoare închisă.

Măslinul poate ajunge la o înălțime de 20 m și este caracterizat prin modulul de elasticitate de 77.1 N/mm<sup>2</sup>, (tabelul 2.2) [54, 66].

Tabel 2.2 Caracteristicile arborelui de măslin [47]

Caracteristica	Descriere
Înălțimea arborelui de măslin	8-20 m
Diametrul trunchiului	0.5-1.5 m
Duritate Janka	12.010 N
Greutate medie uscată	9 kg / m <sup>3</sup>
Rezistența la strivire	77.1 N/mm <sup>2</sup>
Modulul de rupere	155.4 N/mm <sup>2</sup>
Modul de elasticitate	17.770 N/mm <sup>2</sup>
Scorjire	Radială: 5,4% Tangentială: 8,8% Volumetrică: 14,4%
Miros	Miros fructuos, distinct și puternic.
Textură	Textura uniformă și fină, cu un luciu natural moderat.
Lemn	Specie sălbatică, drepte sau interconectate
Densitatea necesară de creștere	Nu există cerințe speciale. Plantațiile de măslini necesită o densitate redusă, până se ajunge la dimensiunea completă.
Durabilitate	Medie
Întreținere	Scăzută
Preț	Mai mare decât majoritatea tipurilor de lemn

### 2.3.3 Tehnici de cultivare a măslinului

Succesul unei plantații de măslini depinde de mediul natural, funcție de soiul potrivit și funcție de tehnica de cultivare adecvată mediului.

#### 2.3.3.1 Pregătirea pământului

Dacă pământul este acoperit de alți arbori sau tufe, trebuie curățat, timp de cel puțin patru ani fiind necesar să nu se mai cultive nimic pe el.

Dacă sunt necesare irigații, solul cu suprafață cu neregularități va fi nivelat astfel încât să ofere o suprafață plană. Nivelarea se va realiza înainte de a fi arat.

Aratul se va realiza la o adâncime de 45-50 de cm și are ca scop, în principal, distrugerea paraziților și revigorarea solului, care va duce la o mai bună dezvoltare a sistemului radicular al măslinului.

În prealabil, înaintea plantării, se realizează o analiză a solului și, în funcție de rezultatele analizelor se stabilesc tipurile și cantitățile principalelor îngrășăminte utilizate, care sunt necesare la îmbunătățirea caracteristicilor adecvate ale solului. Dacă este posibilă utilizarea îngrășămintelor naturale, atunci se recomandă a se adăuga câte 2 – 3 tone la 100 m<sup>2</sup>. După procedurile prezentate anterior se realizează dezinfectia, după care va trebui să treacă cel puțin 20 de zile până la plantare [28].

#### 2.3.3.2 Plantarea puieților

După pregătirea solului se realizează însemnarea locurilor unde vor fi amplasați puieții, săparea gropilor la dimensiuni 45x45 cm și plantarea puieților.

În timpul plantării trebuie avut grijă să se așeze puieții la aceeași adâncime la care au fost și în pepinieră. La adăugarea pământului se va avea grijă nu se preseze foarte tare, deoarece există pericolul de deteriorare a rădăcinilor. În timpul plantării se introduc și țărși pentru susținere. La finalizarea plantării se va uda. Irigarea plantației, în regiunile care nu sunt atinse de îngheț în timpul iernii, se va realiza din noiembrie până la sfârșitul lui februarie. În celelalte regiuni irigațiile se vor realiza după trecerea perioadei de îngheț până la începutul primăverii.

#### 2.3.3.3 Distanța și metode de plantare

Distanța de plantare depinde, în mare parte, de fertilitatea solului și de soiul măslinului. O plantare deasă mărește productivitatea în primii ani ai plantației, dar odată cu maturizarea acesteia, apare umbra între pomi datorită aglomerației, ceea ce duce la o micșorare importantă a productivității.

În schimb o plantare mai rară duce la o productivitate mai mică în primii ani, dar, odată ajunsă la maturitate, 10 – 15 ani de la plantare, va avea o productivitate acceptabilă [43].

Dacă se ține cont de cele de mai sus atunci plantarea ideală se stabilește din relația

$$a = 2(u-1),$$

unde:

## 38 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

- a, este distanța între plantări
- u, este înălțimea arborilor.

Înălțimea arborilor este funcție de soiul plantat.

Metodele de plantare sunt multiple, dar cel mai des sunt utilizate plantările în formă de linii sau dreptunghiuri.

### 2.3.4 Caracteristici morfologice ale măslinelor

Fructele măslinului au dimensiuni și forme diferite în funcție de soi. Odată ce maturarea progresează, fructul variază, culoarea verde devine maro roșiatic și la finalul maturității devine negru (cu excepția soiului cu boabe albe). În interior, are un nucleu (sâmbure) foarte dur, care protejează doar o singură sămânță.

La măslina întâlnim următoarele faze de creștere (luare în greutate):

- prima fază, e una rapidă în lunile iunie-iulie
- a doua fază, este una lentă în lunile august-septembrie
- ultima fază, este una tot rapidă în luna octombrie

Măslina este compusă din maximum 40% apă, maxim 35% ulei, și maxim 40% substanța uscată, adică materie solidă (proteine, zaharuri, tanin etc.) [23, 29, 59].

Taninii sunt cauza gustului astringent al fructelor, iar în contact cu fierul dau o culoare neagră (folosind clorură de fier într-o cantitate de 0,025% se provoacă o înnegrire artificială a măslinelor) [30].

Procentul de ulei acumulat în măslina crește, în general, în mod progresiv din august-până în ianuarie, cu excepția unor soiuri și regiuni. Uleiul se găsește în miezul măslinii în procent de 96%, iar restul de 4% se află în nucleu (sâmbure) [30].

În timpul maturării, toate măslinile își schimbă culoarea de la verde la violet și în cele din urmă la negru. Excepție fac măslinile din soiul Lefkokarpi, care produce măslina albe în loc de negre și Asprolia Lefkada, ale cărui măslina sunt de culoare albă la începutul maturității și după aceea devin negre [12]. Caracteristicile aromatice ale uleiului de măslina depind, în principal, de stadiul de maturitate a măslinelor, apreciat în funcție de culoarea acestora. Măslinile verzi conțin o cantitate mare de ingrediente aromatice cu un gust puternic de fructe similare la soiurile Koroneiki și Athinolia. Dimpotrivă, pe măsură ce măslinile se maturizează, cantitatea de elemente aromatizante scade. Uleiul de măslina derivat din măslina violete și negre are o aromă mai moale și un miros mai fin, ca în cazul soiurilor Ladolias și Manaki.

Astăzi, pe plan mondial, cultivatorii de măslina preferă tipurile de măslina cu randament ridicat, atât din punct de vedere calitativ cât și din punct de vedere cantitativ. Aceste tipuri de măslina sunt clasificate în funcție de mărime (mici, mijlocii și mari, figura 2.16), dar și de analogia dintre sâmbure și fruct (figura 2.17). Măslinile mici sunt potrivite pentru producția de ulei de măslina, cele mari sunt destinate, în principal, pentru consum, iar cele mijlocii pot fi destinate atât pentru producția de ulei cât și pentru consum [14, 24].



Fig. 2.16. Imagine comparativă cu dimensiunile măslinelor

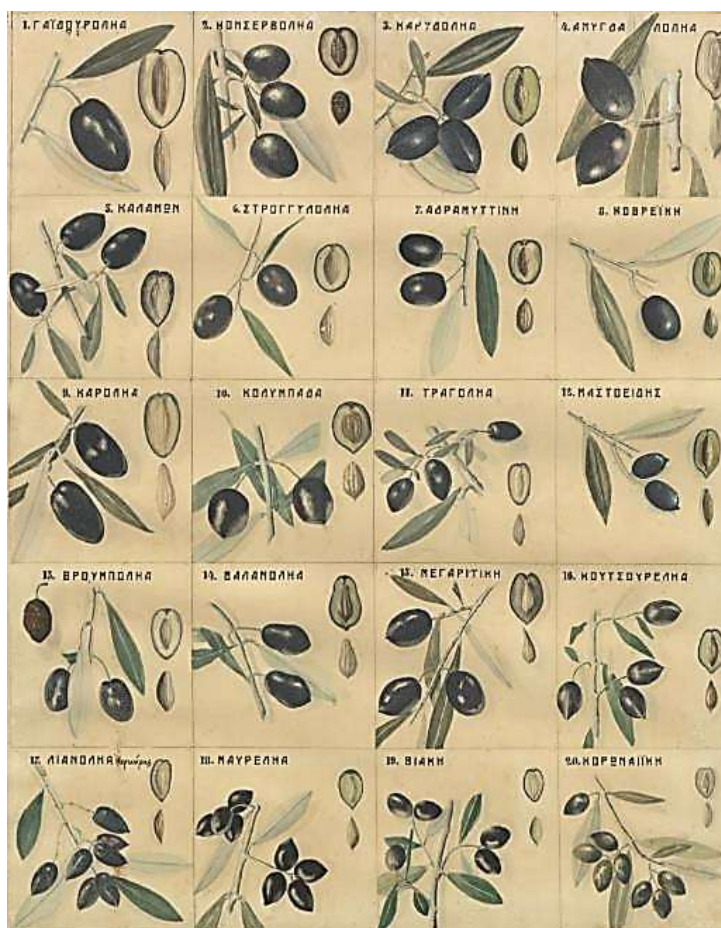


Fig. 2.17. Poster comparativ cu dimensiunile măslinelor și a analogiei dintre măslină și sămbure [95]

### 2.3.4.1 Tipodimensiunile măslinelor mici

În zilele noastre se cultivă soiuri speciale de măslini, cu fructe de dimensiuni mici, cu un conținut mare de ulei. Cultivarea acestor soiuri de măslini este destinată exclusiv pentru producția de ulei de măslini, un soi foarte popular în Grecia fiind Koroneiki (figura 2.18) [65, 80].



Fig. 2.18. Măslini de dimensiuni mici destinate producției de ulei

Măslinile mici sunt caracterizate prin dimensiunile reduse (figura 2.19 și figura 2.20), având lungimea cuprinsă între 10 mm și 15 mm, greutatea între 0.3 g și 2.6 g și un conținut de ulei între 15% și 27% (tabel 2.3) [65, 66].



Fig. 2.19. Măslini de dimensiuni mici



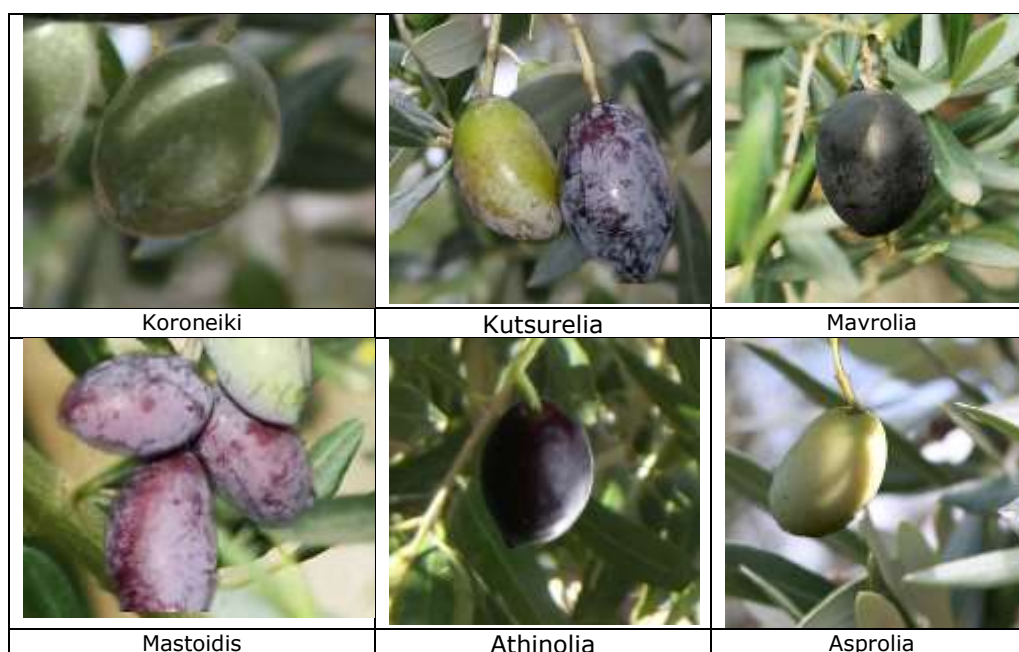


Fig. 2.20. Diverse soiuri de măslina de dimensiuni mici

Tabel 2.3 Caracteristicile principalelor varietăți la măslinii mici [50]

Varietate	Înălțime măslin (m)	Greutate măslină (g)	Greutate sâmbure (g)	Conținut ulei (%)	Calitate ulei	Rezistență la secetă	Rezistență la frig
Koroneiki	4-7	1.30	0.17	15-27	Superioară	Foarte Bună	Medie
Koutsourelia	4-7	1.20	0.20	25	Medie	Medie	Bună
Mavrolia	11-14	2.30	0.27	19	Bună	Medie	Foarte Bună
Mastoidis	5-8	2.60	0.37	20	Superioară	Medie	Foarte Bună
Athinolia	5-8	1.60	0.23	21	Bună	Foarte Bună	Nu rezistă
Mirtolia	8-10	2.30	0.42	24	Foarte bună	Foarte Bună	Foarte Bună
Asprolia	>7	2.20	0.32	19	Superioară	Nu rezistă	Bună

### 2.3.4.2 Tipodimensiunile măslinelor mijlocii

În plantațiile de astăzi aceste soiuri au dublă destinație deoarece măslinile se pot folosi atât pentru consum direct, cât și pentru realizarea uleiului de măslină, iar măslinile sunt considerate în categoria celor de dimensiuni mijlocii (figura 2.21) [80].



Fig. 2.21. Măsline de dimensiuni mijlocii cu dublă destinație

Aceste măsline sunt caracterizate de o lungime cuprinsă între 15 mm și 2 cm (figura 2.22 și figura 2.23), având o greutate între 2.7 g și 4.2 g și un conținut de ulei de până la 30% (tabel 2.4) [65, 66].



Fig. 2.22. Măsline de dimensiuni mijlocii



Fig. 2.23. Diverse soiuri de măslina de dimensiuni mijlocii

Tabel 2.4 Caracteristicile principalelor varietăți la măslina mijlocii [50]

Varietate	Înălțime măslin (m)	Greutate măslină (g)	Greutate sâmbure (g)	Conținut ulei (%)	Calitate ulei	Rezistență la secetă	Rezistență la frig
Agouromenaki	5-7	3.30	0.47	30	Foarte bună	Foarte Bună	Foarte bună
Adramitini	6-8	3.50	0.54	23	Bună	Medie	Bună
Valanolia	6-8	3.19	0.65	25	Foarte bună	Medie	Foarte bună
Thoubolia	5-10	3.30	0.53	28	Bună	Medie	Foarte bună
Ladolia	5-8	4.20	0.42	21	Bună	Foarte Bună	Foarte bună
Pikrolia	12-14	3.20	0.33	11	Medie	Foarte Bună	Bună
Kalokerida	10-12	3.20	0.37	22	Medie	Nu rezistă	Slabă

### 2.3.4.3 Tipodimensiunile măslinelor mari

În plantațiile de astăzi și aceste soiuri au dublă destinație [80] deoarece măslinile produse se pot folosi atât pentru măslină de consum, cât și pentru realizarea uleiului de măslină (figura 2.24).



Fig. 2.24. Măslină de dimensiuni mari destinate consumului

Unul dintre cele mai cunoscute soiuri de măslină mari este soiul Halkidiki sau Gaidourelia (figura 2.25) [101]. Acest soi este caracterizat prin dimensiunile mari ale măslinii, având o lungime între 1 cm și 3.3 cm (figura 2.26), o greutate între 4.3 g și 11.4 g și un conținut de ulei de până la 23% (tabel 2.5). Acest soi are de asemenea dublă destinație [65, 66].



Fig. 2.25. Dimensiuni ale măslinelor mari

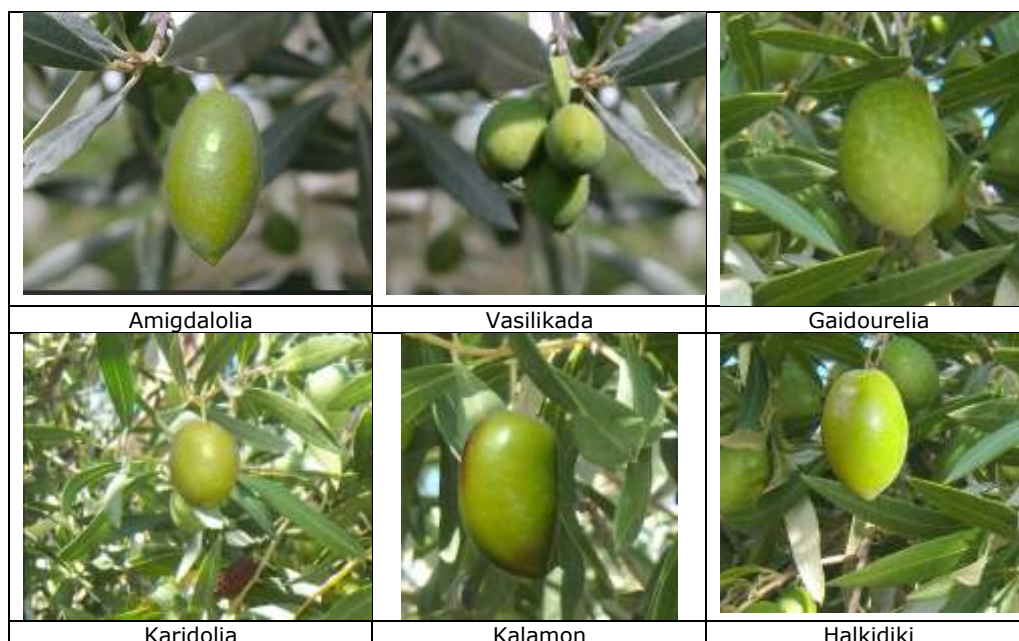


Fig. 2.26. Soiuri de măslina de dimensiuni mari

Tabel 2.5 Caracteristicile principalelor varietăți la măslina mari [50]

Varietate	Înălțime măslin (m)	Greutate măslină (g)	Greutate sâmbure (g)	Conținut ulei (%)	Calitate ulei	Rezistență la secetă	Rezistență la frig
Amigdalolia	mic	8.40	0.73	22	Medie		Slabă
Vasilikada	5-8	6	0.70	16	Conținut de ulei ne semnificativ		Foarte bună
Gaidourelia	5-6	10.50	0.98	17	Conținut de ulei ne semnificativ		Slabă
Korolia	8-10	7.60	0.86	17	Conținut de ulei ne semnificativ		Slabă
Karidolia	5-8	5.80	0.70	14	Conținut de ulei ne semnificativ		Foarte bună
Kalamon	7-10	5.60-6	0.60	17	Conținut de ulei ne semnificativ	Slabă	Bună
Halkidiki	5-7	4.70	0.70	20	Foarte bună	Foarte bună	Foarte bună

### **2.3.5 Importanța recoltării asupra calității uleiului de măsline**

#### **2.3.5.1 Uleiul de măsline**

Uleiul de măsline depinde foarte mult de calitatea măslinelor, și anume de soiul, maturitatea și calitatea lor. Uleiul de măsline, în special cel presat la rece, se găsește în comerț din abundență. În măslinile verzi, cantitatea de ulei este de 15%, iar în cele mature de 58%, de aceea este foarte importantă metoda de recoltare [8, 19, 34].

După cum s-a arătat mai sus, măslinile conțin circa 52% grăsimi sub forma de ulei comestibil - materie grasă care se extrage din pulpa fructului, prin presare la rece și îndepărtarea ulterioară a substanțelor insolubile, prin sedimentare sau filtrare. Uleiul de măsline este apoi îmbuteliat și închis ermetic, în bidoane din tablă vernisată în interior [48].

#### **2.3.5.2 Caracteristici organoleptice:**

- aspect: limpede, fără sediment și suspensii, nu se tulbură decât prin răcire sub 5°C;
- culoare: galben deschis, până la verde-auriu;
- miros: specific sau (aproape) fără miros;
- gust: specific, plăcut, de la amărui până la dulceag;
- la prăjire: nu spumează.

#### **2.3.5.3 Caracteristici chimice (de laborator):**

- aciditate (acid oleic): maximum 1,95%;
- indice de iod: 80-90;
- indice de refracție (la 2°C): 1,47-1,48;
- reacțiile pentru identificarea râncezirii: probele Kreis și Stamm, negative.

Pe lângă valoarea sa gastronomică și alimentară, uleiul de măsline consumat în stare proaspătă are o multitudine de calități valoroase pentru sănătate, cum ar fi [25]:

- este dușmanul de bază al colesterolului, reducând considerabil aportul acestuia din alimentație și implicit nivelul său în sânge;
- protejează mucoasa stomacului și este un adjuvant natural pentru digestie;
- este un bun laxativ natural și poate înlocui cu succes uleiul de parafină și orice alt laxativ de origine chimică;
- stimulează secreția biliară (1-2 linguri de ulei pur sau în combinație cu puțină lămâie sau cafea, luate pe stomacul gol);
- stimulent la dezvoltarea copiilor (datorită procentului de acid linoleic mare care este același ca în laptele de mamă).

### 2.3.6 Importanța perioadei de recoltare

Măslinile de consum se recoltează după finalizarea perioadei de creștere, înainte să se înmoaie și să le scadă caracteristicile calitative. Astfel, pentru obținerea măslinelor verzi, acestea trebuie recoltate încă necoapte, odată ce ajung la dimensiunea finală, acest lucru întâmplându-se aproximativ la sfârșitul lunii septembrie sau începutul lunii octombrie, în funcție de soi și regiune. În cazul măslinelor de consum negre, acestea sunt recoltate mai târziu, când se maturizează și ajung la culoarea neagră dorită, dar înainte de a începe să se înmoaie.

Măslinile care urmează a fi procesate pentru obținerea uleiului de măsline sunt recoltate atunci când începe schimbarea culorii de la verde-gălbui la verde-violet, în funcție de condiții, până la coacerea deplină, și anume până se înnegresc. Dacă recoltarea este rapidă, se obține mai puțin ulei de o calitate mai slabă. Dacă se recoltează mai târziu, atunci când fructele sunt prea coapte, se va obține un ulei de calitate inferioară. Întârzierea recoltării are de asemenea repercusiuni asupra măslinului, reducând foarte mult rodnicia anului viitor. Măslinile căzute la pământ trebuie să fie colectate primele și nu amestecate cu cele recoltate direct din copac, deoarece acestea dau ulei de calitate inferioară [22].

Copacii care au un volum de fructe mai redus sunt recoltați mai devreme decât cei care au un volum mai mare. La utilizarea produselor de protecție a plantelor trebuie să fie respectat intervalul de timp prevăzut înainte de recoltare. Rănila provocate măslinului (cum ar fi rănila de tăiere), atunci când sunt însoțite de ploaie pot provoca infecții foarte periculoase, deci ar trebui să se evite tăierea măslinilor pe vreme ploioasă. Mai mult decât atât, lovirea măslinelor în timpul procesului de recoltare degradează calitatea uleiului, precum și a măslinelor dacă sunt destinate consumului, în special în cazul în care se întârzie extracția uleiului.

Condițiile bune de la recoltare până la consum sau până la procesare sunt de o mare importanță și pot afecta calitatea uleiului. Dacă durează mult până la extracția uleiului, iar măslinile sunt depozitate în condiții de temperaturi ridicate și cu o ventilație slabă, aceste lucruri duc la o degradare avansată a uleiului de măsline [56].

O soluție foarte bună este utilizarea de pungă ce permit ventilarea și împiedică apariția mucegaiului. O altă soluție este folosirea de lădițe de plastic, în special pentru măslinile de consum. În schimb pungile de plastic nu sunt o soluție bună deoarece împiedică ventilația, transportă mirosuri și reziduuri toxice și astfel contribuie la deteriorarea calității uleiului. Măslinile trebuie depozitate în straturi de înălțime mică, într-o zonă uscată, răcoroasă și bine ventilate până la presarea fructelor.

### 2.3.7 Irigarea măslinilor

Înainte ca un agronom/agricultor să prezinte un program de irigare, acesta trebuie să adune date privind clima, tipul și adâncimea solului, relieful plantației de măslini, calitatea apei, cultivarea (soi, vârstă, zonă rădăcină activă adâncimea vol etc.), obiectivele culturilor și tipul de sistem de irigare. Există informații cu privire la sezonul de irigare și nevoile culturii, în diferite părți ale Greciei. Irigarea la măslini, cu excepția perioadei de vară, se aplică primăvara sau toamna, în cazul în care nu există precipitații. Perioadele sensibile sunt cele înainte de înflorire, la formarea fructului și la prima etapă de creștere a fructului.

Chiar dacă măslinii sunt plante mediteraneene, adică perfect adaptate pentru a rezista perioadelor secetoase, pentru o productivitate mai bună este nevoie de irigații.

#### 48 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

Ca și în cazul tuturor plantelor tolerante la secetă, agricultorii cultivă măslinii doar în zone aride sau sărace, unde alte plante nu ar fi supraviețuit.

În zilele noastre, suntem conștienți de faptul că măslinul este la fel ca orice alt copac și că, dacă se dă apă suficientă în perioadele critice când este nevoie, se va produce o îmbunătățire semnificativă a producției de fructe, atât din punct de vedere cantitativ, cât și calitativ.

Clima regiunii din Grecia, care este atât de atractivă pentru turiști, se caracterizează prin perioade lungi de vreme frumoasă și perioade scurte de ploaie.

Disponibilitatea apei este o constrângere considerabilă în domeniul oliviculturii, iar îmbunătățirea eficienței utilizării apei în acest sector agricol reprezintă o problemă de importanță vitală, cu implicații asupra mediului și a economiei. Din aceste motive, este importantă atât determinarea necesarului de apă pentru măslini, cât și evaluarea strategiilor de irigare fără a diminua producția și calitatea.

În plantațiile de măslini unde are loc irigarea de suprafață, se aplică diferite tehnici. În cele mai multe cazuri, o conductă în linie dreaptă este plasată pe teren, în preajma măslinilor. Dar în ultimi ani metoda de irigare prin picurare este foarte des întâlnită, în Grecia, la irigarea măslinilor, datorită avantajelor pe care le oferă:

- Dezvoltarea rapidă a copacilor, formarea unui trunchi robust, creșterea ramificațiilor, îngroșarea trunchiului și dezvoltarea sistemului radicular;
- Creșterea uniformă a arborilor datorită uniformității ridicate a emisiilor, care garantează că toți copacii primesc aceeași cantitate de apă și nutrienți (chiar și pe pante abrupte, datorită utilizării scurgerilor care compensează presiunea);
- Începerea timpurie a producției (cu 2-3 ani mai devreme decât începerea "uscată", dacă este utilizată irigarea în combinație prin practica de fertigare);
- O productivitate mai mare;
- Posibilitatea de a satisface cerințele nutriționale pe parcursul diferitelor etape fenologice prin managementul fertigării;
- Măslini de dimensiuni mai mari și raportul pulpă/sâmbure mai bun;
- Reducerea alternării randamentelor și randamentele în mod constant mai mari prin practica de fertigare;
- Distribuția optimă a elementelor nutriționale în raport cu etapele fenologice datorită practicilor de fertigare vizate (reducerea substanțială a unităților totale de îngrășământ aplicate).

La irigarea prin picurare, apa este aplicată pe o parte a solului în apropierea zonei de rădăcini a măslinilor generând un consum redus de apă de ordinul 2-3 litri/oră. Acest consum este redus cu până la 70% față de consumul de apă de la irigarea prin aspersiune și cu până la 80-90% față de consumul de apă realizat la irigarea prin brazde. Astfel irigarea măslinilor prin picurare conduce la reducerea cheltuielilor legate de costul irigării livezii de măslini [9].

Frecvența irigării este determinată în funcție de disponibilitatea apei, astfel încât umiditatea solului să fie suficientă în perioadele cele mai critice ale culturii. Cantitatea de apă din fiecare irigare variază în funcție de tipul de sol (permeabilitatea), dimensiunea copacilor și alți factori. Pentru culturi tradiționale cu densitate redusă, alimentarea continuă cu apă de 80-120 litri/zi/copac (în soluri grele), oferă rezultate bune.

#### 2.3.8 Procesele tehnologice în plantațiile de măslini

Sistemul de cultivare a solului în plantațiile de măslini variază în funcție de sol, climă, volumul precipitațiilor, zona etc.



Cel mai potrivit sistem de cultivare este acela care folosește cât mai bine solul pe care este plantat, deoarece:

- Avem o mai bună utilizare și depozitare a apei de ploaie;
- Sistemul ajută la menținerea fertilității.

**Procesul tehnologic de cultivare a măslinilor cuprinde** toate lucrările necesare agrotehnicii măslinului.

Conform cercetărilor recente, există patru sisteme principale distincte de plantare a măslinilor (figura 2.27) [22].

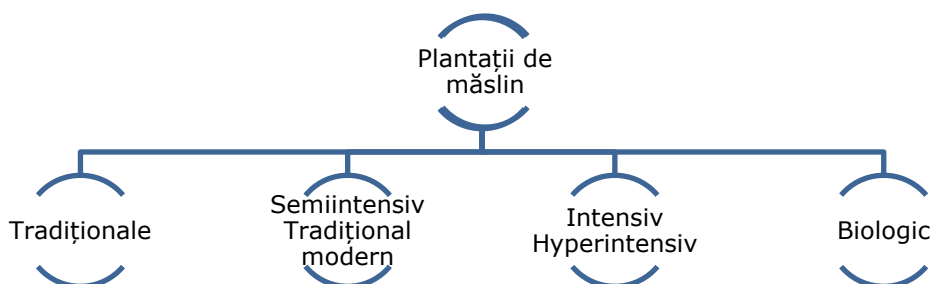


Fig. 2.27. Sisteme principale distincte de plantare a măslinilor

Deși modul de tratare a solului plantației variază de la o regiune la alta, este recomandabil să se evite arătura adâncă, iar dacă nu există altă posibilitate, atunci aceasta trebuie efectuată cât mai superficial. Acest lucru se datorează faptului că măslinul are rădăcini de suprafață, iar aratul prezintă un risc pentru erodarea suprafeței componente solului fertil.

În consecință, prelucrarea solului trebuie să fie menținută la un nivel minim. Principalele rațiuni pentru aratul solului sunt:

- Distrugerea buruienilor perene anuale și a celor perene de suprafață sau a rizomilor de buruieni, cum ar fi iarba Johnson;
- Îmbunătățirea caracteristicilor fizice ale solului, cum ar fi: creșterea umidității solului, afânarea solului, afânarea solului coeziv, strivirea aglomerărilor etc;
- Incorporarea de îngrășăminte, pesticide, erbicide etc.

Pentru combaterea buruienilor o metodă bună este folosirea cositoarei de suprafață (cu fir), care este foarte prietenoasă cu mediul, prin urmare și cu măslinul, deoarece nu deranjează stabilitatea solului și nici nu dăunează rădăcinilor de suprafață ale copacului. Totodată, eliminarea ierbii uscate pe timp de vară are ca scop protejarea plantației de măslini de incendii, astfel ca pământul din plantația de măslini trebuie să fie cât mai curat, (figura 2.28).

Aceste recomandări sunt legate și de faptul că măslinul contribuie la conservarea biodiversității. Plantațiile de măslini, mai ales cele tradiționale, oferă adăpost, hrană și protecție pentru numeroase specii de microorganisme, animale mici

## 50 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

și mari, păsări, dar și specii de plante, astfel contribuind în mod decisiv la zonele de conservare a biodiversității.

Atunci când cultivarea măslinilor nu ține cont de solul corespunzător și nu se pun în aplicare tehnici agricole adecvate, va rezulta un impact negativ asupra mediului. Astfel, în cazul plantațiilor de măslini situate pe suprafețe înclinate, aratul solului poate duce la eroziune, riscul fiind mult mai mare în cazul solurilor nisipoase. De asemenea, utilizarea nerațională și excesivă a erbicidelor pune în pericol apele subterane și biodiversitatea plantației de măslin.



Fig. 2.28. Solul pe timp de vară

**Tăierea măslinilor** este o lucrare importantă, poate cea mai importantă, deoarece de ea depinde rodirea și longevitatea copacilor. Prin tăiere se îndepărtează ramurile care trebuie a fi îndepărtate, urmărindu-se adaptarea creșterii și rodirea copacilor în funcție de condițiile climatice din zonă, astfel încât să avem o maximizare a producției concomitent cu facilitarea performanței recoltei [22, 75].

Obiectivele tăierii sunt:

1. Modelarea măslinului;
2. Echilibrul dintre vegetație, zona de fertilitate și sistemul radicular;
3. Îndepărtarea lăstarilor și a nuciurilor afectate;
4. Creșterea iluminării directe și a ventilației (atenție la arsuri);
5. Minimizarea perioadei neproductive;
6. Prolungirea perioadei de producție;
7. Creșterea producției și facilitarea recolectării;
8. Economisirea apei.

**Tăierea de formare** are ca scop să îi dea măslinului o anumită configurație (figura 2.29), formând practic un cadru durabil, care îndeplinește cerințele optime și care nu are nimic de-a face cu aspectul "frumos" al copacului, ci cu sănătatea sa.

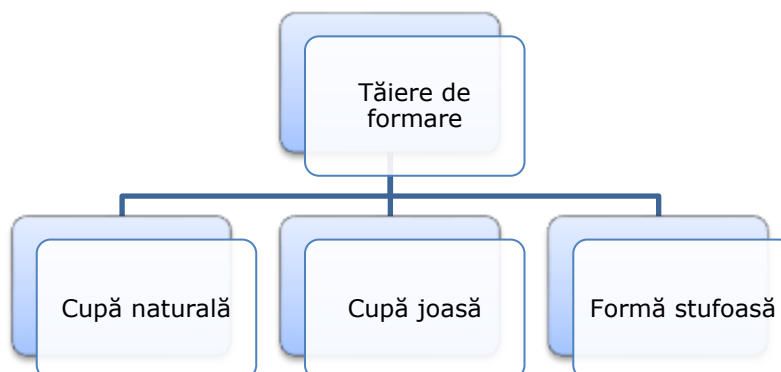


Fig. 2.29. Tăierea de formare

*Formă de cupă naturală* (figura 2.30 a), pentru această formă puietii sunt tăiați la o înălțime de 80-160 cm față de sol în timpul transplantului. Astfel, în primul an, pe tulpină se urmărește să crească lăstari laterali, distanțați în mod regulat în jurul tije centrale [43].

*Formă de cupă joasă* (figura 2.30 b), la care ramificația brațelor se face la înălțime foarte mică, de la 30-40 cm de sol.

*Formă stufoasă* (figura 2.30 c), la care nu se efectuează operațiuni de tăiere în primii 5-6 ani și se elimină numai cașete și vârfuri care depășesc înălțimea de 3 metri.

Forma stufoasă are câteva avantaje importante pentru cultivarea intensivă: copacii intră mai rapid în rodire, dau un randament mediu mai mare comparativ cu alte forme și fac posibilă recoltarea fără scări, reducând astfel costurile.

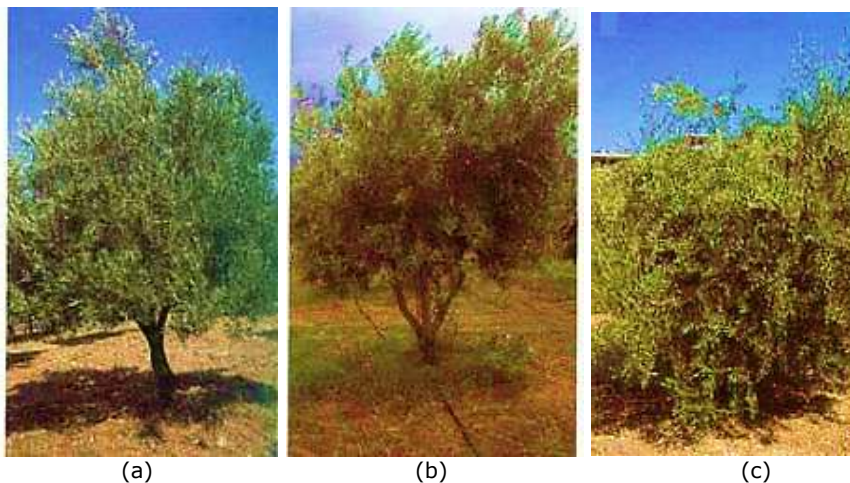


Fig. 2.30. Tipuri de coroană la măslin, a – cupă naturală; b – cupă joasă; c - stufoasă

## 52 Aspecte privind istoria, importanța și principalele caracteristici ale măslinului 2

Formele de tip cupă joasă și stufoasă au dezavantajul că acestea complică cultivarea mecanică a solului și, de asemenea, fac aproape imposibilă colectarea măslinelor de la sol.

Astfel o formă îmbunătățită, fără aceste dezavantaje, este forma joasă cilindrică, cu un trunchi singular și coroană inferioară ramificată.

Se preferată forma semisferică adică o formă a umbrelei deschise. În forma semisferică, tulpinile sunt îndepărtate, dacă nu creează un gol. Dacă se creează un gol, acestea se rănesc pentru a apărea ramuri laterale, iar dacă ramurile laterale sunt prea dense, ele trebuie îndepărtate pentru a permite intrarea aerului și a luminii.

### **Tăierea de rodire**

După ce măslinul ajunge la maturitate este necesară tăierea de rodire. Prin aceste tăiere se urmărește ca elementele fotosintetice să fie transferate pe fructe. Trebuie ținut cont că lăstarii viguroși nu sunt roditori, în timp ce lăstarii subțiri nu dau prea multe fructe. Din acest motiv, scopul tăierii este de a crea lăstari de lungime medie și de a menține zona de rodire în bune condiții. Acest lucru se realizează prin eliminarea lăstarilor care se suprapun și care sunt poziționați cu fața spre interior.

Aceste obiective sunt mai dificil de realizat la măslini plantați dens, care se umbresc unul pe altul. În acest caz, zona de rodire/fructe este limitată la vârfurile măslinilor și, uneori, către partea sudică a soarelui.

Pe de altă parte, în cazul pomilor productivi cu o coroană joasă se recomandă o tăiere anuală moderată, pentru a elimina ramurile uscate, dar și ramurile dense din zona fructuoasă, deoarece, în timp, acestea se vor dezvolta și se vor umple cu lăstari mici. Prin efectuarea tăierii mai sus, lungimea lăstarilor este îmbunătățită și este asigurată o iluminare bună.

Dacă este realizată în mod corespunzător, tăierea de rodire a măslinilor, în mod special a soiurilor de masă, poate îmbunătăți și dimensiunea fructului.

### **Tăierea de regenerare**

Măslinul are capacitatea de a da vlăstari din ori ce punct al pomului. După tăiere, această caracteristică duce la un pom cu o longevitate foarte mare. Din acest motiv, este posibil să se reînnoiască măslini îmbătrâniți, măslini care produc cantități mici sau chiar acei măslini la care s-a diminuat considerabil dimensiunea fructelor, dar și măslini care au fost lezați de îngheț, foc sau boală.

### **Tăierea nereușită**

- Slăbește măslinul;
- Creează incizii inutile care sunt focare de infecții;
- Arsuri;
- Nu mai rodește.

Pentru a răspunde la întrebarea „Când și cu ce intensitate sunt realizate tăieturile?”, trebuie luate în considerare următoarele aspecte:

- Volumul precipitațiilor din toamnă și iarnă;
- Volumul recoltei din anul precedent;
- Starea vegetativă a copacului în momentul în care se intervine cu tăierea;
- Destinația măslinelor (pentru consum direct sau pentru ulei);
- Densitatea plantării și tipul de tăiere care trebuie realizat.

Tăiere generală se poate face pe toată perioada de toamnă și în primele luni ale primăverii, dar nu trebuie să se facă înainte și în timpul iernii în zonele afectate de îngheț. În timpul lunilor de toamnă, pomii au tendința de a stoca nutrienții, din acest motiv crengile tăiate nu se vor îndepărta până la începutul lunii aprilie.

### **3. CERCETĂRI PRIVIND MODELAREA STRUCTURALĂ A SISTEMELOR TEHNOLOGICE PENTRU RECOLTAREA MĂSLINELOR (SRM)**

#### **3.1 Obiectivele cercetării**

Obiectivele acestei cercetări sunt axate pe studiul asupra recoltării măslinelor în diferite tipuri de livezi din Grecia.

*Planul experimental propus*, studiază diferitele modalități actuale de recoltare, îmbunătățirea lor și implementarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor acolo unde este posibil.

*Din acest studiu vor fi identificate principalele avantaje și dezavantaje care definesc fiecare proces de recoltare.*

*Totodată, va fi analizat întreg procesul care ar putea duce la îmbunătățirea calitativă și cantitativă a producerii măslinelor.*

#### **3.2 Analiza relației mediu - variante actuale de recoltare**

În această primă etapă a cercetării a fost realizat un studiu asupra relației mediului cu variantele actuale de recoltare.

Recoltarea măslinelor, precum recoltarea fructelor în general, este un proces tehnologic complex format din mai multe operații de lucru, cum sunt: desprinderea fructelor din pom, captarea, strângerea, așezarea fructelor în lădițe, recipiente sau containere, încărcarea, transportul, depozitarea, curățirea, sortarea fructelor.

Tehnologia de recoltare diferă funcție de felul fructelor (îndeosebi de proprietățile fizico-mecanice), de destinația lor și de gradul de folosire a mijloacelor mecanice. Se disting trei tehnologii de recoltare a fructelor și anume: tehnologia tradițională nemecanizată; tehnologia semimecanizată și tehnologia mecanizată integral.

Tehnologia tradițională constă în culegerea manuală a fructelor direct din pom și așezarea lor în coșuri sau lăzi purtate de muncitori sau susținute în apropiere de suporturi speciali. Această tehnologie se aplică tuturor categoriilor de fructe (în afară de nucifere) destinate consumului în starea proaspătă sau păstrării timp îndelungat.

Tehnologia semi-mecanizată presupune folosirea unor utilaje care asigură deplasarea muncitorilor în locurile în care este accesibilă culegerea manuală a fructelor și mecanizarea completă a operațiilor de mutare și transport al lăzilor sau al containerelor cu fructe [72].

Tehnologia mecanizată integral presupune executarea tuturor operațiilor de recoltare cu utilaje speciale. Această tehnologie poate fi divizată astfel: când operațiile de lucru se execută în etape succesive cu utilaje diferite sau monofazice sau când toate operațiile de lucru se execută simultan de către un utilaj.

*În procesul de recoltare a fructelor trebuie să se îndeplinească următoarele cerințe:*

*gradul de recoltare să fie mai mare de 98%;*

54 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

*gradul de vătămare a fructelor să fie mai mic de 10%;*  
*gradul de vătămare a pomilor să fie sub 2%, iar pierderile de fructe nerecuperabile să reprezinte mai puțin de 0,5% din producție [61].*

Utilajele folosite în procesul de recoltare a fructelor se împart, în raport cu funcțiile pe care le îndeplinesc, în: utilaje auxiliare; utilaje de susținere și transport; mașini pentru desprinderea fructelor din pomi; dispozitive pentru captarea fructelor; dispozitive pentru strângerea fructelor; mașini complexe pentru recoltarea fructelor.

Lucrările de recoltare sunt executate de operatori umani și cer angajarea unui număr mare de personal pe o perioadă limitată, ceea ce pe lângă costuri mari de manoperă poate duce la apariția unor probleme sociale [22].

### 3.2.1 Analiza mediului de desfășurare a activității

Am realizat un studiu în Grecia la plantațiile de măslini din regiunile Halkidiki și Thessalia pe parcursul sezonelor de recolat măslini din 2016 și 2017 (figura 3.1).

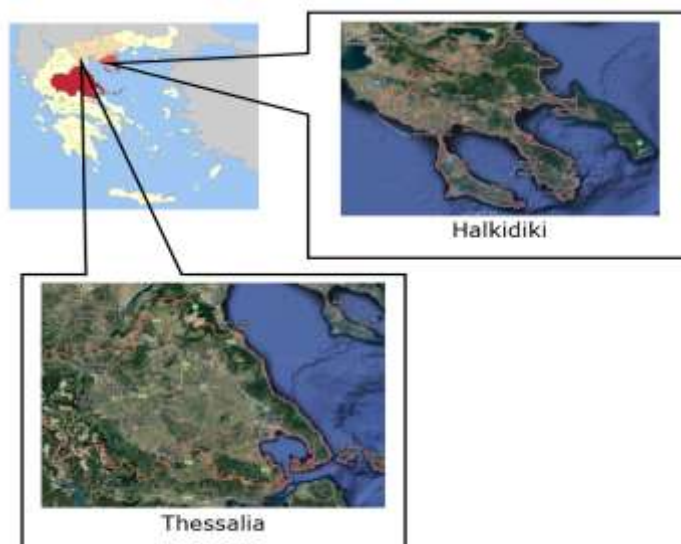


Fig. 3.1. Regiunile Halkidiki și Thessalia din Grecia

Am ales aceste două regiuni datorită faptului că am crescut în regiunea din Thessaloniki și Halkidiki având acces la livezile de măslini din zonă. Zona din Thessalia a fost aleasă pentru că este singura zonă din Grecia unde se cultivă măslini în livezi hiperintensive.

În Grecia, dar și în marea majoritate a țărilor care cultivă măslini, predomină trei tipuri de plantații: cea tradițională, cea densă și cea foarte densă. Prezenta cercetare comparativă a fost realizată în Grecia și a cuprins toate cele trei tipuri de plantații.

Importanța măslinului în Grecia este incontestabilă. Măslinii din plantațiile care sunt în asociație, sunt estimați la un număr de 170 de milioane, iar 50 din cele 54 de județe ale Greciei cultivă măslini. Numărul total de măslini cultivați în Grecia variază de la 250 la 300 de milioane, atât pentru măslini de masă, cât și pentru

producția de ulei de măsline. Suprafața culturilor de măsline a rămas stabilă în ultimii ani, estimată la aproximativ 520.000 de hectare.

Potrivit Ministerului Agriculturii Elene, măslinii destinați producției de măsline de masă reprezintă 25% din numărul total de măslini și ocupă 13% din suprafața cultivată, în timp ce măslinii din plantații mixte reprezintă 18% din numărul total de măslini și 20% din suprafața cultivată [66].

Grecia este al doilea cel mai mare producător de măsline din Europa, după Spania, și al cincilea din lume după Egipt, Turcia și Algeria, cu o producție de 235.000 de tone în perioada 2017/2018. Aproximativ 50% din producția de măsline este destinată producției de ulei de măsline iar restul este destinat măslinelor de consum [96].

### 3.2.2 Principiul funcțional al sistemelor de recoltare a măslinelor (SRM)

Recoltarea fructelor este o etapă importantă în agricultură care contribuie la economisirea costurilor prin eficientizarea ei. Principiul de recoltare a fructelor include etapa de recunoaștere, de recoltare și de depozitare a fructelor. La recoltarea măslinelor pe baza acestor etape am analizat principiul funcțional de recoltare.

**Sistemele de recoltare a măslinelor (SRM)**, se bazează pe analiza etapelor de identificare, de detașare și de depozitare temporară a măslinelor, în timpul recoltării (figura 3.2) [4].

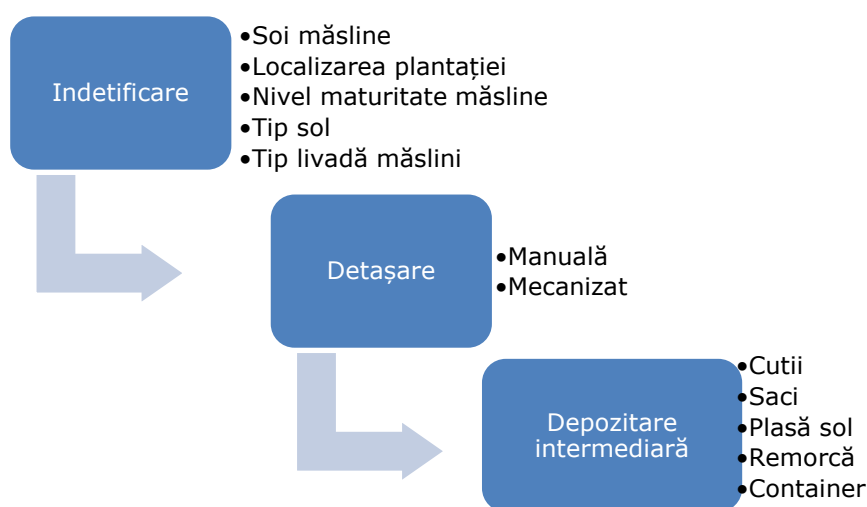


Fig. 3.2. Principiu SRM

**Etapa de identificare** cuprinde toate acele elemente care sunt necesare la identificarea măslinii care va urma a fi recoltată (figura 3.3).

Fiecare element din această etapă are cerințe particulare și anume:

- *Soiul* de măsline definește, în mare parte, modalitatea de recoltare. Măslinile de consum nu trebuie să fie deteriorate;

56 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

- Dacă *plantația este pe o zonă* muntoasă accesul utilajelor este limitat;
- La un anumit nivel a maturității măslinile își pierd din proprietățile nutritive și din caracteristicile specifice;
- Dacă *solul este foarte sărac* în nutrienți atunci și productivitatea va fi scăzută dar și calitatea măslinelor va fi mai slabă;
- O *livadă hiperintensivă* necesită un sistem de irigație dar și un sistem mecanizat de recoltare.

Din această analiză putem determina cea mai eficientă metodă de recoltare atât din punct de vedere al productivității cât și din punct de vedere al calității.

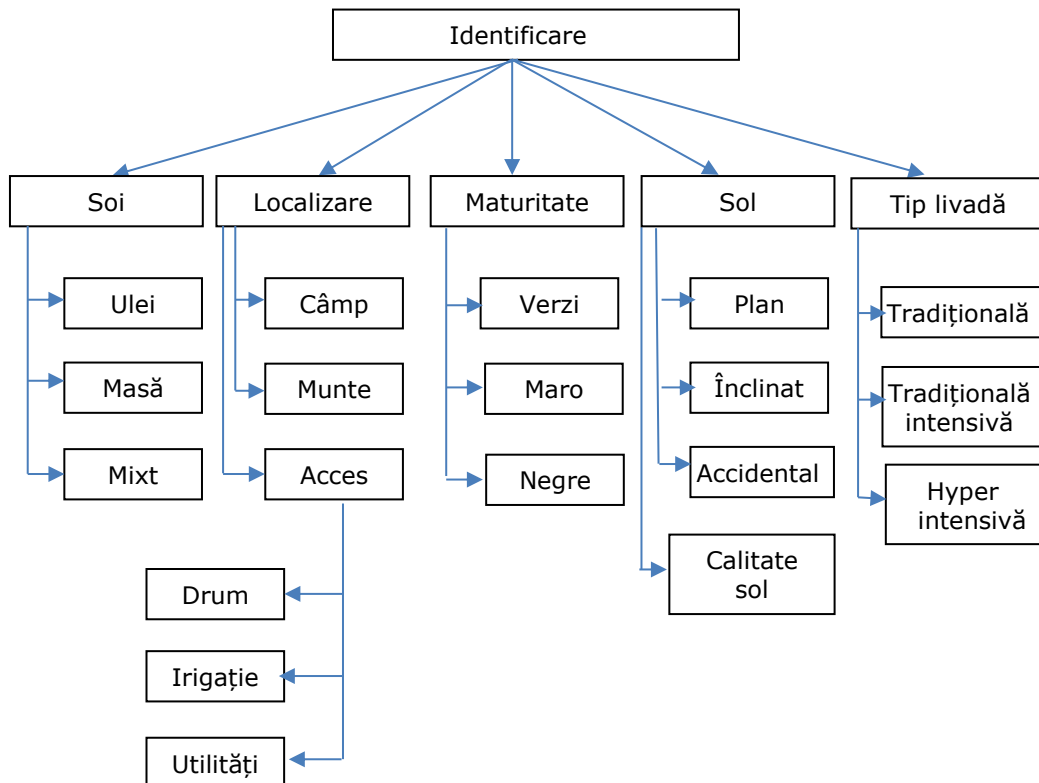


Fig. 3.3. Schema etapei de identificare

**Etapa de detașare** cuprinde o analiză a posibilelor metodelor de detașare (figura 3.4).

La modul foarte general metodele manuale de detașare se utilizează la măslinile de masă, iar metodele mecanizate la măslinile destinate pentru ulei.

Deoarece metodele mecanizate pot deteriora măslinile în timpul procesului de recoltare [39, 49].

La recoltarea mecanizată, livada de măslini trebuie să fie realizată în așa fel încât să fie permis accesul către utilaje, iar plantația trebuie să dispună de acces stradal [13].

Terenul trebuie să fie plan, iar măslinii trebuie să fie plantați pe rânduri la o distanță bine stabilită.



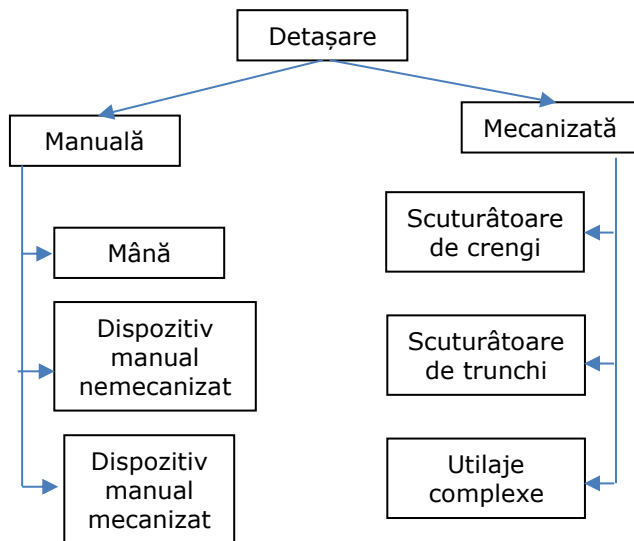


Fig. 3.4. Schema etapei de detașare

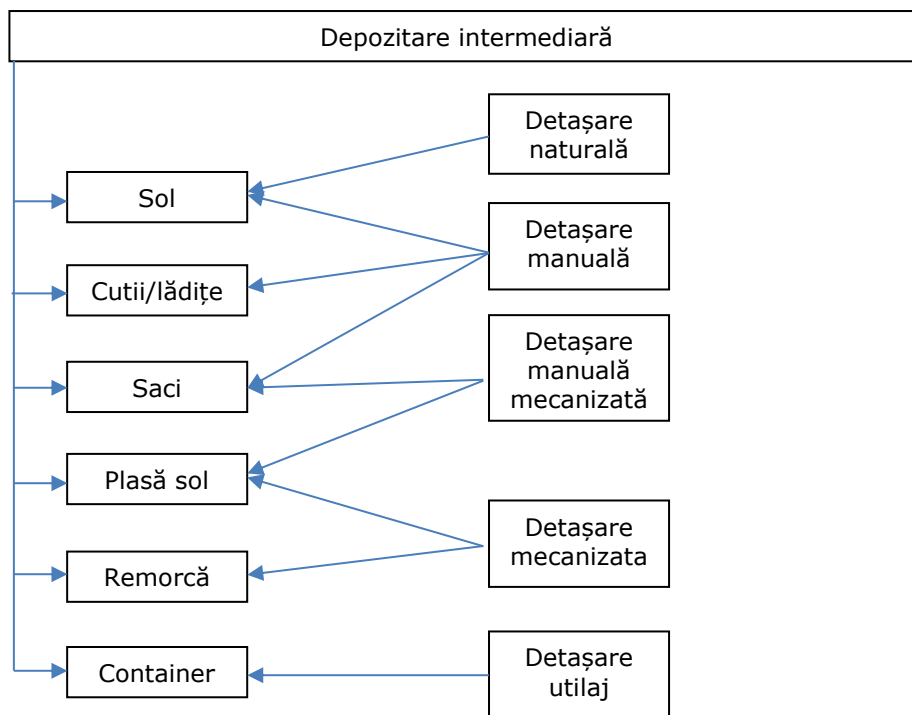


Fig. 3.5. Schema etapei de depozitare intermediară

58 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

**Etapa de depozitare intermediară** cuprinde un studiu asupra posibilităților de depozitare.

După recoltare, măslinile sunt depozitate intermediar, indiferent de modalitatea de detașare.

Depozitarea acestor măslinile se efectuează prin simpla încărcare în grămezi iar în aceste condiții se pot dezvolta infecții patogene în măslinile într-o perioadă scurtă de timp. Microorganismele anaerobe acționează în zona internă a grămezilor și cele aerobe în zonele ultra periferice.

Pentru a evita deteriorarea fizică și biologică a măslinelor [55], care modifică calitatea măslinelor de masă și a uleiului de măslinile, se caută modalitatea optimă de depozitare intermediară și să se obțină o reducere a intervalului dintre recoltare și prelucrare, cât mai mult posibil (figura 3.5) [4, 35, 49].

În urma analizei, SRM poate lua decizii referitoare la modalitatea de detașare, iar ulterior la felul depozitării și destinația măslinelor pentru procesare (figura 3.6) [56].

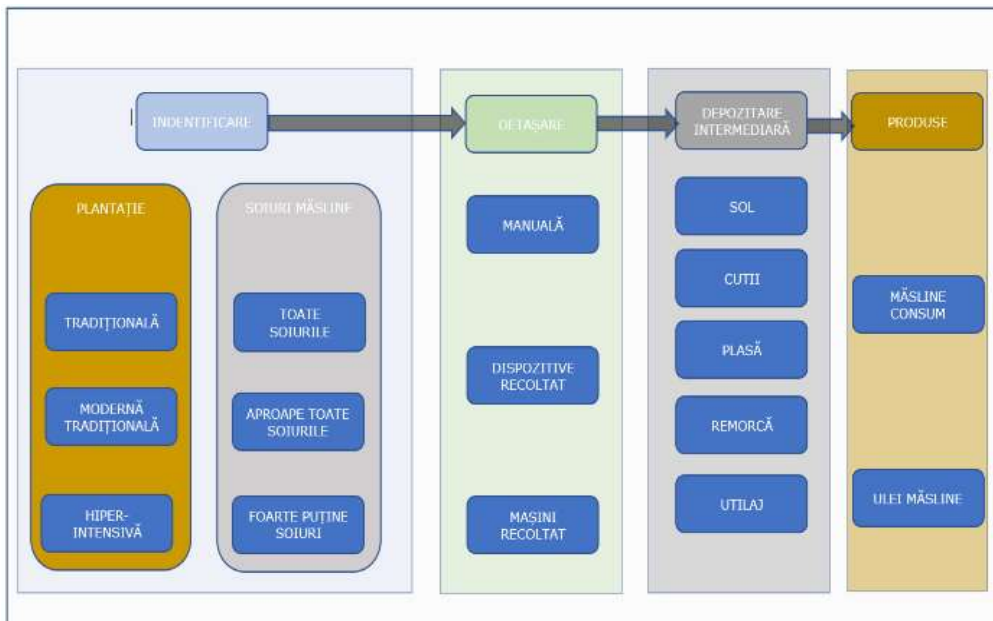


Fig. 3.6. Analiza SRM-ului

### 3.2.3 Descrierea variantelor pentru SRM

În funcție de varietatea măslinelor, destinația măslinelor (ulei sau consum) și zona de cultivare, se folosesc diverse modalități de recoltare. În ultimii ani, se folosește frecvent și recoltatul mecanizat, procesul având un avantaj economic deosebit față de sistemele tradiționale de recoltare, în principal datorită reducerii costurilor forței de muncă și a consecințelor timpului de recoltare.

### 3.2.3.1 Recoltarea manuală

Colectarea manuală a măslinelor, figura 3.7, este o metodă tradițională.

Avantajul principal la utilizarea acestei metode este ca se adună doar măslinile dorite, de către culegător, fără a fi nevoie de alte operații cum ar fi triere, îndepărtare frunze, crengi, măslinile stricate etc. Această metodă se pretează producției BIO de ulei de calitate superioară. Prin această metodă măslinile culese nu vor fi rănite. Dacă recoltarea se aplică unor măslini cu coroană joasă, atunci măslinile se culeg de la înălțimea solului, sau cu ajutorul scărilor pentru a ajunge la ramurile înalte ale copacului.



Fig. 3.7. Recoltarea măslinelor cu mâna

### 3.2.3.2 Recoltarea măslinelor căzute la sol cu mâna

Este, de asemenea, una dintre cele mai comune metode de recolectare a măslinelor. Această metodă se aplică atunci când măslina este foarte coaptă și cade la sol (figura 3.8). Chiar dacă se utilizează o plasă amplasată sub măslin, această metodă poate să ducă la contaminarea măslinelor cu diverși paraziți sau la preluarea de către acestea a mirosului solului [103, 111].



Fig. 3.8. Recoltarea măslinelor picate pe sol

Metoda se folosește atunci când măslinile sunt foarte coapte și au căzut la sol. Metoda are avantajul de a fi economică și de a nu cauza rănirea măslinului (figura 3.9).



Fig. 3.9. Măsline adunate de pe sol

### 3.2.3.3 Recoltarea prin scuturare cu băț

Este modul tradițional de colectare, care a fost folosit în urmă cu foarte multe secole în majoritatea regiunilor din Grecia. Așa cum este reprezentat pe amforă, copie după cea originală, care este expusă la muzeul Britanic, (figura 3.10), grecii antici, precum și romani, foloseau această metodă [88, 97]. Măslinul era scuturat cu un băț, sub măslini se puneau fâșii de pânză, iar cu băte flexibile de diferite lungimi se loveau ramurile măslinului până când măslinile cădeau la sol.



Fig. 3.10. Culegători de mășline în antichitate

Această tehnică este mai avantajoasă din punct de vedere economic decât cele precedente, deoarece folosește un număr mai mic de culegători, cu o productivitate mai mare, principalul dezavantaj al acestei metode fiind lezarea mășlinului propriu zis pe crengile unde este lovit, precum și lezarea mășlinelor. Aceste leziuni, în cazul mășlinelor, cresc riscul de contaminare (bacterii, ciuperci etc.) care pot mări aciditatea uleiului, dar și scăderea generală a calității uleiului (figura 3.11) [103].

De aceea, experții recomandă ca mășlinele recoltate prin această metodă să fie procesate cât mai curând posibil, la maxim 24-36 ore de la colectare.

Tehnologia modernă tinde să înlocuiască bățele cu bățe din fibră de carbon, elastice sau cu percuție electromecanică (baterii) ce limitează leziunile asupra copacului și fructelor. Această metodă necesită copaci relativ mici și terenuri relativ netede, prețul acestor echipamente fiind între 0 și 200 de euro.



Fig. 3.11. Culesul tradițional [103]

### 3.2.3.4 Recoltarea cu pieptenul

Este un instrument care este simplu constructiv și ușor de utilizat, atât pieptenul simplu [92] (aproximativ 1.5 euro), figura 3.12, cât și cel mecanic [110] (aproximativ 300-775 de euro) figura 3.13.

Este inofensiv măslinului, nu provoacă daune și nu rănește trunchiul.

Sunt echipamente de mai multe tipuri, în funcție de dimensiunea fructului. De obicei, culegătorii sunt forțați să utilizeze o scară pentru a urca pe copac unde vor începe să "pieptene" ramurile, figura 3.12, [92].



Fig. 3.12. Pieptenul simplu de cules măslină

Există piepteni mecanici, sisteme de periere cu aer comprimat care sunt proiectate pentru a spori productivitatea colectării. Prin această metodă culegătorii, de obicei, nu mai trebuie să se urce pe scări, deoarece pieptenele este montat pe un braț suficient de lung, astfel încât să poată opera de la sol. Alegerea pieptenului potrivit depinde de climă, de sol, de modul de plantare, de soiul de măslini, de forma arborilor, de vârsta lor și de dimensiunea și tipul plantației de măslini, figura 3.13, [110].



Fig. 3.13. Pieptene mecanic de cules măslină

### 3.2.3.5 Recoltarea prin tratament chimic

Metodele chimice de recoltare includ utilizarea substanțelor carbofobe, care sunt fitohormoni, care slăbesc forțele de menținere a fructelor și care sunt aplicate prin pulverizare, în stadiul de maturare. Acțiunea cauzală are efect selectiv mai

puternic în fructul matur decât cel curat. Cu toate acestea, ele pot provoca defolierea prematură și pe scară largă, ceea ce va avea cu siguranță un efect negativ asupra următoarei înfloriri.

Utilizarea carpofoforilor poate ajuta foarte mult la recoltarea mecanică a măslinelor.

Cu toate acestea, utilizarea substanțelor chimice, mai ales în Grecia, este destul de limitată din următoarele motive:

- lipsa informațiilor furnizate de producătorii de măslini privind soiurile de măslini, pentru utilizarea substanțelor chimice corespunzătoare;
- faptul că multe plantații au diverse soluții la problema recoltării măslinelor;
- trebuie ținut cont că după pulverizarea chimică într-un interval de 6-7 ore nu trebuie să apară precipitații;
- pulverizarea măslinilor adesea este inaccesibilă mașinilor agricole, prezintă deficit de apă, au nevoie de pulverizatoare cu motor de înaltă presiune, etc.;

Unul din cele mai importante criterii de ne-utilizare a produselor terțe, cum sunt produsele chimice sunt tendințele BIO din ultimi ani, unde se preferă producția cât mai naturală.

### **3.2.3.6 Recoltarea mecanizată a măslinelor**

Mecanizarea procesului de recoltare a măslinelor este foarte importantă, atât pentru reducerea costurilor de producție, cât și pentru asigurarea calității uleiului, deoarece recoltarea manuală durează mult timp.

#### **3.2.3.6.1 Recoltarea mecanizată a măslinelor cu dispozitive manuale**

Această metodă se folosește în aproape toate tipurile de plantații de măslini, mai puțin la cea foarte densă. Utilizarea vibratoarelor portabile (figura 3.14) și a pieptenilor mecanici (figura 3.15), care se răspândesc mai mult decât alte alternative de recoltare, poate rezolva problema, prețul lor fiind între 50 și 1200 euro [77, 84]. Cu toate acestea, utilizarea acestor dispozitive poate fi periculoasă pentru mâini prin transmiterea de vibrații ale copacului.

Dispozitivele mecanice de recoltare a măslinelor sunt utilizate în general la soiurile mai mici de măslini, une ajută la recoltarea măslinelor prin limitarea daunelor aduse copacului și fructelor. Calitatea măslinelor dar și a uleiului produs, cu utilizarea corespunzătoare a acestor mașini, este foarte înaltă, deoarece fructul este mai puțin rănit decât în cazul utilizării celorlalte metode.

64 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

---



Fig. 3.14. Scuturătoare mecanice



Fig. 3.15. Piepteni mecanici

Odată cu recoltarea măslinelor destinate pentru procesare, se realizează și tăierea crengilor. Pentru recoltarea măslinelor de pe crengile cu măslină se folosește un dispozitiv special cu role (figura 3.16), care simultan îndepărtează frunzele și separă măslinile de crengi și de frunze.



Fig. 3.16. Dispozitiv de curățat măslinile de pe crengi [84]



### 3.2.3.6.2 Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje speciale

În zilele noastre, datorită concurenței de pe piața mondială, se caută o modalitate de a crește cât mai mult productivitatea. Acest lucru se realizează prin plantațiile intensive.

Astăzi există două tipuri de plantații intensive, cele intensive și cele hiperintensive.

#### a. Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje speciale în plantațiile intensive, numite și moderne

În cazul plantațiilor moderne/intensive, distanța de plantare poate fi de 3x6, 4x5, 5x7, 6x6, 6x7, 6x8 metri, adică un număr de 200-500 măslini pe un hectar, cu o producție de 4000-12000 kg de măslini pe un hectar [16, 43].

La acest tip de plantație trunchiul măslinului trebuie să fie de minim 1 metru înălțime iar coroana măslinului trebuie să fie de formă piramidală sau conică. Terenul trebuie să fie cât mai plan și să aibă sistem de irigație.

Una dintre cele mai bune metode de recoltare a măslinelor presupune utilizarea de diferite tipuri de mașini de recoltat prin vibrarea trunchiului (figura 3.17).

Este o metodă care a fost pusă în aplicare în diverse țări în ultimii ani [15, 21].



Fig. 3.17. Mașini de recoltat măslini prin vibrarea trunchiului [31]

## 66 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

Prin această metodă, culesul se efectuează prin vibrația aplicată trunchiului de măslin cu mașini specializate, vibratoare cu braț și cu sau fără dispozitive de recoltare a măslinelor (de exemplu umbrelă inversă, figura 3.18).

Pentru a asigura succesul metodei este necesară uniformitatea în ce privește coacerea fructelor și configurația corespunzătoare a coroanei copacului, astfel încât vibrațiile să ajungă la ramuri în mod uniform.



Fig. 3.18. Dispozitive de vibrare și recoltare a măslinelor cu umbrelă inversă [93]

În cazul acestor echipamente, vibrațiile sunt obținute prin intermediul unui motor hidraulic. Acesta are, de asemenea, capacitatea de a scutura și ramurile, dacă este necesar acest lucru. Microvibrațiile rotative se pot realiza în ambele sensuri, garantând o rată foarte mare de recoltare, existând și un tip de mașină care realizează simultan cu scuturarea măslinului și recoltarea fructelor, de exemplu mașinile cu umbrelă inversă (figura 36). La acest tip de mașină nu mai este necesară operațiunea de recoltare iar prețul lor variază între 100.000 și 200.000 de euro [27].

### **b. Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje speciale în plantațiile hiperintensive**

La plantațiile hiperintensive distanța de plantare poate fi de 1-1.5x3-5 metri, adică un număr de 1400-2500 de măslini pe un hectar cu o producție de 8000-13000 kg de măslin pe hectar [13, 16, 20, 43].

Pe acest tip de plantație sunt recomandate doar anumite soiuri de măslin și este necesar un sistem de susținere a măslinilor, forma coroanei să fie conică, terenul să fie curățat de alte plante, buruieni, ierburi etc., astfel încât să ușureze colectarea mecanizată cu mașini speciale de recoltare multifuncționale dezvoltate special pentru plantațiile hiperintensive.

Măslinii trebuie să aibă o înălțime mică pentru a facilita automatizarea colectării. Aceste mașini pot recolta aproximativ 2 hectare pe oră și este necesar un singur operator, prețul lor fiind peste 200.000 de euro (figura 3.19).



Fig. 3.19. Pellenc, echipament special de recoltat măslina [93]

### 3.2.4 Analiza critică a soluțiilor funcționale pentru SRM

#### 3.2.4.1 Recoltarea manuală

Prin această metodă se pot recolta toate soiurile de măslina, pe orice suprafață, atât cele destinate pentru consum direct, cât și pentru ulei. Este o metodă lentă, care necesită mult timp. Nu este recomandată pentru suprafețe foarte mari și este destul de solicitantă pentru operatorul uman.

##### 3.2.4.1.1 Recoltarea manuală a măslinelor căzute pe sol

La acest SRM pot exista, unul sau mai multe dintre următoarele dezavantaje:

- Necesită multă forță de muncă;
- Metodă lentă;
- Metodă obositoare;
- Pierderi mari, datorită unui număr mare de măslina deteriorate;
- Multe măslina atacate de animale;
- Uleiul produs din aceste măslina este de o calitate slabă, deoarece măslina pică doar atunci când este foarte coaptă, într-un stadiu biologic în care uleiul din măslina își pierde anumite proprietăți;
  - Aciditatea uleiului este mult mai mare datorită faptului că măslina au stat pe sol o anumită perioadă, înainte de a fi culese, iar cu cât e mai lung timpul până la procesare, cu atât aciditatea crește; din acest motiv, este indicat ca, după ce au fost culese din pom, măslina să fie procesate cât mai repede.

Dar, pe de altă parte acest SRM poate prezenta următoarele avantaje:

- Costuri de recoltare mici;
- Nu sunt necesare elemente auxiliare pentru recoltare;
- Nu este deteriorat măslina.

### **3.2.4.1.2 Recoltarea manuală, direct din pom**

Dezavantaje specifice ale acestui tip de SRM:

- Consum mare de forță umană;
  - O metodă foarte lentă;
  - Metodă obositoare și solicitantă (stat multe ore în soare și căldură; stat multe ore în picioare);
  - Pierderi datorită faptului că recoltarea este lentă;
- La acest SRM pot fi următoarele avantaje:
- Costuri de recoltare mici;
  - Elementele auxiliare pentru recoltare sunt ieftine;
  - Deteriorarea măslinului este minimă;
  - Măslinile recoltate sunt de o calitate superioară (atât pentru consum de masă cât și pentru ulei);
  - Nu necesită o triere ulterioară.

### **3.2.4.1.3 Recoltarea prin scuturare cu băț**

Este o metodă clasică destul de lentă, obositoare pentru culegător, dar nu deteriorează mult măslinul. Măslinile recoltate astfel se folosesc, de obicei, pentru obținerea uleiului.

La acest SRM pot fi următoarele dezavantaje:

- Consum mare de forță de mână;
  - Metodă obositoare și solicitantă (solicitantă în mod special la mâini și din cauza căldurii);
  - Deteriorarea măslinului la nivelul crengilor;
  - Măslinile recoltate astfel necesită o triere după maturitate și calitate;
  - Gradul de recoltare variază în funcție de nivelul de maturitate a măslinelor;
- Totodată la acest tip de SRM pot fi următoarele avantaje:
- Costuri de recoltare mici;
  - Elementele auxiliare pentru recoltare sunt ieftine;
  - Măslinile recoltate sunt de o calitate superioară (atât pentru consum de masă cât și pentru ulei);
  - O recoltare mai rapidă față de cele cu mâna.

### **3.2.4.1.4 Recoltarea cu pieptene**

O metodă mai rapidă față de culesul cu mâna și cu bățul, dar obositoare pentru culegători. Măslinile culese prin acest SRM sunt destinate atât pentru consum direct, cât și pentru ulei.

Dezavantaje ale SRM:

- Consum mare de forță umană;
- Metodă obositoare și solicitantă (solicitantă în mod special la mâini și din cauza căldurii);
- Metodă periculoasă, necesitând folosirea scărilor pentru a ajunge la toate crengile;
- Deteriorare semnificativă a măslinului la nivelul crengilor;

- Măslinile recoltate astfel necesită curățirea de frunze și crengi, dar și o triere după maturitate și calitate;
- La acest SRM sunt următoarele avantaje:
  - Costuri de recoltare mici;
  - O recoltare semnificativ mai rapidă față de cele cu mâna și prin scuturare cu băț;
  - Pieptenul folosit la recoltare este ieftin;
  - Măslinile recoltate sunt de o calitate superioară (atât pentru consum de masă cât și pentru ulei);
  - Gradul de recoltare foarte mare.

### 3.2.4.2 Recoltarea mecanizată

#### 3.2.4.2.1 Recoltarea mecanizată a măslinelor cu utilaje mecanice la plantații hiperintensive

Acest tip de SRM există următoarele dezavantaje:

- este recomandat doar pentru anumite soiuri de măslină fiind necesar un sistem de susținere a copacilor, un sistem de irigație, forma coroanei trebuie să fie conică, terenul plan și curat de alte plante, buruieni, ierburi etc., astfel încât să se ușureze colectarea mecanizată cu mașini speciale de recoltare multifuncționale;
- măslinii trebuie să aibă o înălțime mică pentru a facilita automatizarea colectării fructelor (figura 3.20).
- Costurile investițiilor sunt foarte mari, SRM-ul recomandându-se pentru exploatațile mari, rentabile.



Fig. 3.20. Plantația hiperintensivă în momentul recoltării

### **3.2.4.2.2 Recoltarea mecanizată a măslinelor cu dispozitive mecanice la plantații tradițional-moderne**

Acest tip de recoltare este cel mai bun tip de SRM, deoarece îmbină tradiționalul cu cerințele actuale ale pieței de consum (produse de calitate superioare, produse naturale, intervenție minimă). Productivitatea per hectar este mai mică față de plantația hiperintensivă, dar se pretează pentru mai multe soiuri de măslini.

Obligatoriu plantația trebuie să se afle pe un teren plan, orizontal sau puțin înclinat cu acces la utilități, astfel încât să fie facilitat accesul utilajelor. În unele cazuri este necesară irigarea măslinelor pentru sporirea productivității (cel mai des se folosește metoda prin picurare). Durata de viață a acestui tip de plantație este de până la 25-30 ani [65].

### **3.2.5 Recoltarea prin tratament chimic**

Recoltarea prin tratament chimic se poate folosi atât la recoltarea manuală, cât și la recoltarea mecanizată [17].

Acest SRM este destul de limitat din următoarele motive:

- Lipsa informațiilor furnizate de producătorii de măslini privind soiurile, pentru utilizarea substanțelor chimice corespunzătoare;
- Faptul că multe plantații au diverse soluții la problema recoltării măslinelor;
- Trebuie ținut cont de condiția ca după pulverizarea chimică într-un interval de 6-7 ore să nu apară precipitații;
- Pulverizarea măslinilor este adesea inaccesibilă mașinilor agricole, prezintă deficit de apă, au nevoie de pulverizatoare cu motor de înaltă presiune, etc.;
- Costuri ridicate la suprafețe mici;
- Unul din cele mai importante criterii de a nu utiliza țerțe produse cum sunt substanțele chimice, sunt tendințele BIO din ultimii ani, unde se preferă producția cât mai naturală.

## **3.3 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor**

În această a doua etapă a cercetării am analizat posibilitatea integrării elementelor de robotică în trei tipuri de livezi de măslini și anume plantația tradițională, modern-tradițională (Polihrono, Halkidiki) și hiperintensivă (Larissa), care sunt plantațiile cele mai importante și predominante în Grecia (figura 3.21) [5].

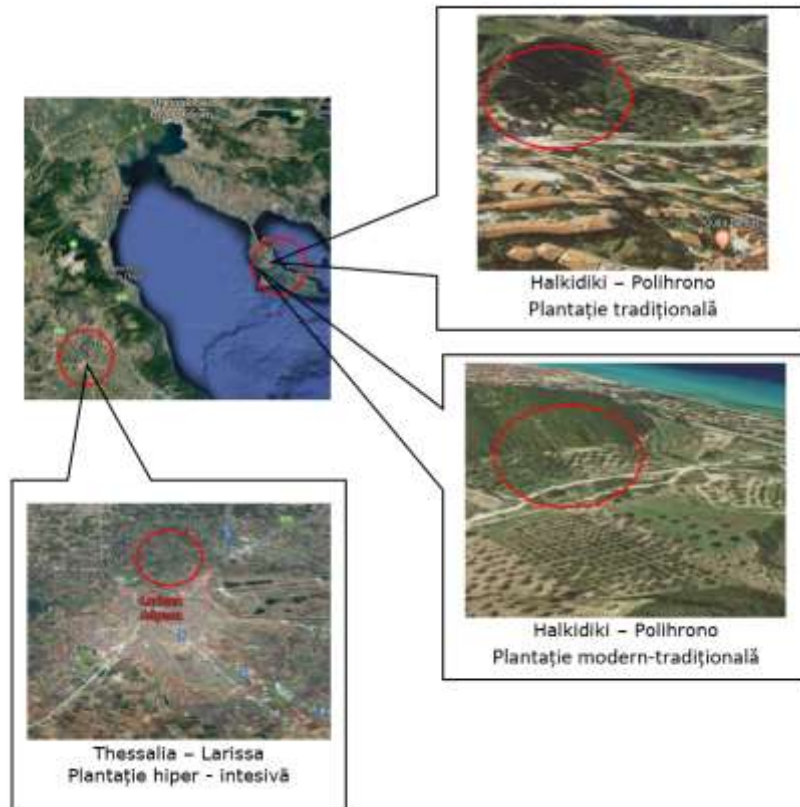


Fig. 3.21. Locațiile pentru analiza posibilității de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile tradiționale, modern-tradiționale și hiper – intensive din Grecia

Elementele de robotică trebuie să răspundă mai multor cerințe actuale ale pieței locale și mondiale (figura 3.21). Cea mai importantă cerință este tipul plantației.

Dacă aplicația se face într-o plantație tradițională pe zone greu accesibile, atunci și integrarea elementelor de robotică este foarte dificilă. Integrarea lor se poate realiza în plantațiile moderne și în cele hiper-intensive [44, 54].

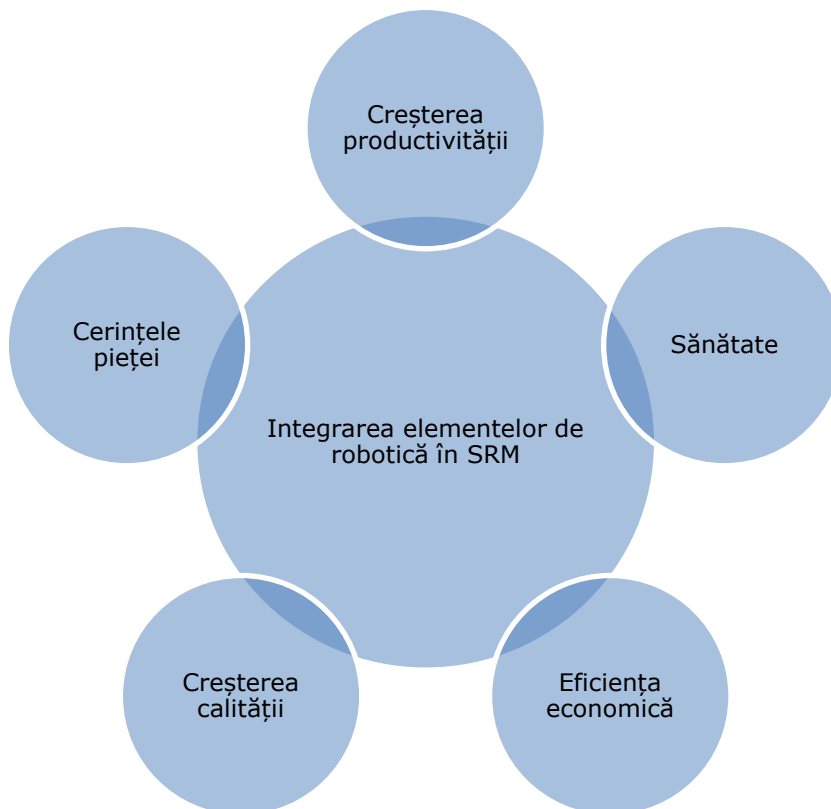


Fig. 3.22. Cerințele integrării elementelor de robotică în SRM

### **3.3.1 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile tradiționale**

Am realizat un studiu de caz asupra recoltării și a posibilității de integrare a elementelor de robotizare a recoltării măslinelor la o plantație de măslini din peninsula Kasandra, satul Polihrono, în toamna anului 2016 (figurile 3.21 și 3.23).



Fig. 3.23. Plantație tradițională de măslini din Polihrono din Halkidiki - 2016



### 3.3 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor 73

Acest tip de plantație este prezentă în toate regiunile din Grecia și este cel mai vechi tip dintre cele existente. Aici intervenția omului este minimă și se pot caracteriza ca fiind plantații 100% BIO [101].

La această plantație se pot obține măslini de consum de cea mai bună calitate, atât negre, cât și verzi. Uleiul obținut, din aceste tipuri de plantații și de recoltare este extra virgin de calitate superioară [57, 58, 79, 98].

Densitatea corespunde unui număr maxim de 200 de măslini/ ha, iar producția poate ajunge la 4 tone/ha (80 de saci de 50kg) [105].

Pentru realizarea recoltării este nevoie de 20 zilieri pentru o zi (figura 3.24), costul fiind de 50 de euro/zilier.



Fig. 3.24. Culegător de măslini din Polihrono

Din fiecare 4.5 kg de măslini rezultă 1 kg de ulei. Dacă nu se dispune de tractor, prețul transportului este de 50 euro/remorcă.

Din totalul de 4 tone după procesare vor rămâne 890 litri de ulei de măslini de primă presă. Din acesta 8% va fi acordat firmei care procesează măslinile. Astfel vor rămâne 710 de litri de ulei.

Costuri suplimentare [51]:

- 250 euro îngrășământul
- 100 euro aratul
- 100 euro tăierea crengilor și curățirea măslinilor
- 100 euro arsul crengilor

Costul producției este de:

$1000 + 50 + 250 + 100 + 100 + 100 = 1600$  euro / hectar

Din care rezultă costul pe 1 litru de ulei:

$1600 \text{ euro} / 710 \text{ litri} = 2.25 \text{ euro}$

Prețul minim de vânzare către producători a acestui tip de ulei este de 3 euro/litru [51, 52].

Câștigul minim pe 1 ha fiind de 3 euro – 2.25 euro x 710 litri = 532 euro

Dacă se valorifică și materia rămasă de la prima presă, obținând un ulei de calitate inferioară se ajunge la un câștig de 700-750 de euro/ha.

În zilele noastre, acest SRM se aplică de obicei în cazul plantațiilor naturale, în care măslinii au diferite tipodimensiuni, suprafața plantației este de ordinul ariilor și solul nu este plan. *În acest caz, integrarea elementelor de robotică este dificilă, scumpă și aproape inutilă, deoarece nu se poate elimina operatorul uman, nu se poate reduce numărul operatorilor și nici nu se poate eficientiza sau îmbunătăți recoltarea.*

### **3.3.2 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile moderne**

Am realizat această analiză asupra recoltării măslinelor și a integrării elementelor de robotizare la o plantație modernă de măslini din peninsula Kasandra, la satul Polihrono, în toamna anului 2017 (figura 3.25).



Fig. 3.25. Plantație modernă în Peninsula Kasandra, satul Polihrono 2017

În județul Halkidiki, măslinul este principalul produs agricol. Cultivarea sa se bazează pe mulți ani de tradiție și de experiență. Potrivit Direcției de Dezvoltare Agricolă din Halkidiki, în județ sunt în prezent cultivate circa 130.000 ha, incluzând un număr de 5.200.000 de măslini.

Plantația modernă de măslini constă dintr-o plantație intermediară, între tipurile de plantare tradiționale și intensive, cu distanțele între măslini de  $6 \times 6.5$ ,  $6.5 \times 6.5$  și  $6 \times 7$  m. Pentru a face față fenomenului producției perene și, de asemenea, pentru a asigura măslini cât mai mari și de înaltă calitate, se aplică în mod sistematic tăierea crengilor iarna și vara. Producția ajunge în medie la 12000 kg / ha pe an.

La această plantație se pot obține măslini de consum de calitate superioară doar dacă recoltarea se face cu dispozitive manuale urmată de separarea măslinelor negre față de cele verzi. Tot cu aceste dispozitive se poate obține ulei extra virgin de o calitate superioară [57]. Dacă se folosesc dispozitivele speciale de scuturat a măslinului atunci calitatea măslinelor este de categoria a doua (datorită faptului că nu au ajuns la nivelul de maturitate dorit și datorită faptului că prin scuturare sunt lovite/deteriorate). Prin aceste dispozitive uleiul obținut este extra virgin de calitate superioară dar inferior față de metodele manuale [21, 27, 49].

La acest tip de plantație există pe un ha un număr de maxim 500 de copaci cu o producție de aproximativ 12 tone (240 de saci de 50kg).

Pentru această recoltă este nevoie de 2 zilieri pentru o zi. Costul lor este de 50 de euro/zilier.

### 3.3 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor 75

La fiecare 4,5 kg de măslin rezultă 1 kg de ulei. Dacă nu se dispune de tractor prețul transportului este de 50 euro/remorcă, capacitatea remorcii fiind de 4 tone [57, 58].

Din totalul de 12 tone după procesare vor rămâne 2600 kg de ulei de măslin de primă presă. Din acesta, 8% va fi acordat firmei care procesează măslinile. Astfel vor rămâne 2130 de litri de ulei.

Costuri suplimentare [78]:

- 1000 euro închiriat mașina de scuturat prin vibrație, figura 3.26
- 250 euro îngrășământul
- 100 euro aratul
- 100 euro tăierea crengilor și curățirea măslinilor
- 100 euro arsul crengilor

Costul producției este de:

$1000+100+150+250+100+100+100=1800$  euro / hectar

Rezultă costul pe 1 litru de ulei:

$1800 \text{ euro} / 2130 \text{ litri} = 0.84 \text{ euro}$

Prețul minim de vânzare către producători a acestui tip de ulei este de 2.80 euro/litru [99].

Câștigul minim pe 1 ha fiind de  $2.80 \text{ euro} - 0.84 \text{ euro} \times 2130 \text{ litri} = 4174 \text{ euro}$

Dacă se valorifică și materia rămasă de la prima presă, obținând un ulei de calitate inferioară, se ajunge la un câștig de 4500-4700 de euro/ha.



Fig. 3.26. Mașină de scuturat măslini

### 3.3.3 Analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile hiperintensive

Am realizat această analiză în regiunea orașului Larissa, care este și singura din Grecia unde se aplică acest tip de plantație, în stadiul experimental, în toamna anului 2017. Orașul Larissa este construit într-un loc fără ieșire la mare, pe ambele maluri ale râului Pinios, situat în partea de est a Thesaliei, care ocupă aproape în întregime județul Larissa. Altitudinea orașului peste nivelul mării este de 80 de metri, fiind înconjurată de mai mulți munți, iar în mijloc este regiunea de câmpie unde se cultivă măslinile, pe un teren de 340 km<sup>2</sup>.

**Clima** regiunii Larissa are elementele climatului continental, cu diferențe anuale între temperaturile maxime și minime de 22° C. Temperatura medie anuală este de 15.7° C. Cantitatea medie anuală de precipitații din oraș este de 425 mm.

**Solul** este variabil și are o fertilitate ridicată. Cea mai mare parte a județului este acoperită de diferite tipuri de cernoziomuri (cernozomuri carbonatice, cernoziomuri propriu-zise, cernoziomuri cambice, cernoziomuri argiloiluviale) și de soluri aluvionale.

Plantația superintensivă (figura 3.27), este rentabilă din punct de vedere comercial, deoarece oferă măslinile potrivite doar pentru presare, iar calitatea uleiului se încadrează în categoria extra virgin, dar este inferior față de plantațiile tradiționale și moderne [78, 98, 105].



Fig. 3.27. Plantație hiper-intensivă de măslini

În acest tip de plantație, copacii trebuie să dispună de un sistem de susținere, (figura 3.28), dar și de un sistem de irigare. Pe un ha există un număr de maxim 2500 de măslini, cu o producție de aproximativ 16 tone (320 de saci de 50kg) [2].



Fig. 3.28. Măslini în plantația hiper-intensivă din Larissa, Grecia

Pentru această recoltă este nevoie de 2 zilieri pentru o zi. Costul lor este de 50 de euro/zilier.

La fiecare 4.5 kg de măslini rezultă 1 kg de ulei. Dacă nu se dispune de tractor, prețul transportului este de 50 euro/remorcă, capacitatea remorcii fiind de 4 tone [57, 58].

Din totalul de 16 tone, după procesare, vor rezulta 3600 kg de ulei de măslini de primă presă, din care 8% va fi acordat firmei care procesează măslinile. Astfel vor rămâne 2840 de litri de ulei.



Fig. 3.29. Utilajul Pellenc de scuturat măslini

#### 78 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

Costuri suplimentare [78]:

- 1200 euro închiriat mașina de recoltat prin scuturare, figura 3.29 [2]
- 250 euro îngrășământul
- 100 euro aratul
- 100 euro tăierea crengilor și curățirea măslinilor
- 100 euro arsul crengilor

Costul producției este de:

$1200+100+150+250+100+100=2000$  euro / hectar

Din care rezultă costul pe 1 litru de ulei:

$2000 \text{ euro}/2840 \text{ litri} = 0.70 \text{ euro}$

Prețul minim de vânzare către producători a acestui tip de ulei este de 2.60 euro/litru [91, 99].

Câștigul minim pe 1 ha fiind de  $2.60 \text{ euro} - 0.84 \text{ euro} \times 2840 \text{ litri} = 5400$  euro

Daca se valorifică și materia rămasă de la prima presă, obținând un ulei de calitate inferioară, se ajunge la un câștig de 6000-7000 de euro/ha.

### 3.4 Concluzii asupra oportunităților din SRM

Ceea mai bună metodă de recoltare, din punct de vedere calitativ, este metoda clasică (manuală, cu pieptene, băte sau dispozitive manuale de vibrare). Metoda clasică este destinată atât măslinelor de consum, cât și celor procesate pentru obținerea uleiului.

Cu ajutorul mașinilor de recoltat mecanic, este posibilă recoltarea mai multor copaci în mai puțin timp și folosirea unui număr mai mic de oameni. În cazul recoltării mecanice trebuie însă acordată atenție deosebită pentru a nu se deteriora măslinile, degradând calitatea lor și, prin urmare, calitatea uleiului obținut din ele (tabelul 3.2). De asemenea, anumite tipuri de mașini au dezavantajul că împreună cu recoltarea măslinelor recoltează și vegetație, dar și deteriorează copacul, formându-se răni care reprezintă porți de intrare pentru agenți patogeni. De asemenea, măslinile trebuie să fie în stadiul corespunzător de maturitate și modelarea arborilor trebuie să fie corespunzătoare.

Tabel 3.1 Comparație a tipurilor de plantație

Tipul plantației	Producție kg/hectar	Soi de măslinile	Măslinile pentru ulei	Măslinile pentru consum	Durata de viață a plantației
Metoda clasică	200-4000	Toate soiurile	DA – calitate superioară	DA - calitate superioară	>100 ani
Metoda mecanizată plantație densă	3000-12000	Aproape toate soiurile	DA – calitate foarte bună	DA – în anumite condiții - calitate foarte bună	25-30 ani
Metoda mecanizată plantație foarte densă	10000-22000	Koroneiki Arbequina Arbosana	DA – calitate bună	NU	10-15 ani

Din analiza SRM-urilor putem calcula costul de realizare a plantațiilor. Acest cost total per plantație este influențat de mai mulți factori, cum ar fi: necesitatea sau nu a sistemelor de plantație, numărul de măslini, dispozitivele necesare recoltării etc.

Cei mai importanți factori, care influențează costul înființării plantațiilor, sunt prezentați în tabelul 3.3.

Tabel 3.2 Cost plantație

Tipul plantației	COST - euro					Total Euro
	Pregătirea solului / hectar	Sistem de susținere / hectar	Creare plantație / hectar	Sistem de irigare / hectar	Dispozitive necesare cules	
Metoda tradițională	-	-	-	-	0...150	≤150
Metoda mecanizata plantație modernă intensivă	5.000		1.500	5.000	150...100.000	11.650...111.500
Metoda mecanizata plantație hyper intensivă	5.000	10.000	7.500	20.000	30.000...150.000	72.500...192.500

Amortizarea investiției [71] (figura 3.30) se calculează pentru toate cele trei tipuri de plantații (tradițională, modern-tradițională și hiperintensivă) pe o durată de 15 ani (cât este durata aproximativă maximă a plantației hiperintensive (Tabel 3.3), ținând cont de costul realizării plantațiilor (Tabel 3.4) și de costul întreținerii și recoltării precum și de câștigul net (cap 3.2.3, 3.2.4 și 3.2.5).

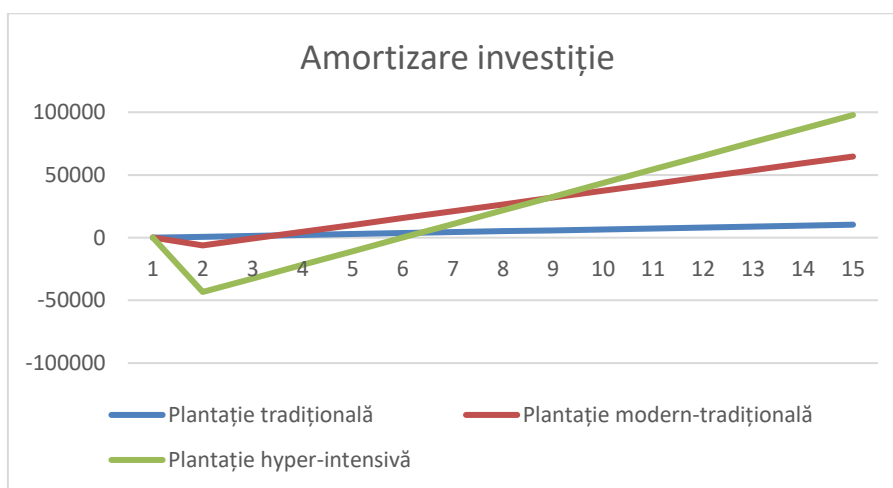


Fig. 3.30. Diagramă comparativă a amortizării investiției la plantațiile de măslin

80 Cercetări privind modelarea structurală a sistemelor tehnologice pentru recoltarea măslinelor (srm) 3

---

Producția de măslină pe ultimi 4 ani din Grecia în funcție de tipul de plantație este prezentată în tabelul 3.4.

Tabel 3.3 Producția de măslină funcție de tipul de plantație, kg/ha

Anul	Plantația tradițională	Plantația modernă intensivă	Plantația hiper intensivă
2014	4200	10000	8000
2015	3900	13000	9000
2016	3800	8500	12000
2017	4000	12000	16000
2018	4100	11500	15400

Sistemele robotizate de recoltare a măslinelor sunt încă în stadiul de cercetare. În ultimi ani tot mai mulți bani sunt investiți în cercetarea robotizării agriculturii. Acest lucru se întâmplă, deoarece este o muncă sezoniere care necesită un număr mare de specialiști.

Culegătorii de măslină trebuie să cunoască destinația măslinelor (pentru consum direct sau pentru a fi procesate). Trebuie să se cunoască perioada când trebuie culese măslinile, ca să fie de calitate cât mai bună. Elementele mecanizate pot dăuna inclusiv sănătății, datorită faptului că vibrațiile se transmit corpului uman, astfel pot apărea leziuni la încheietură, cot sau umăr la mâna de lucru dar și la coloana vertebrală.



## **4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA SISTEMELOR TEHNOLOGICE PENTRU INTEGRAREA ELEMENTELOR DE ROBOTICĂ ÎN REALIZAREA UNUI SISTEM PENTRU RECOLTAREA MĂSLINELOR**

Aceste cercetări au fost structurate pe cinci etape distincte.

*Erapa I* – modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mici cu scopul de a culege informații asupra forțelor de scuturare, putând astfel realiza un dispozitiv, prototip, de scuturare de dimensiuni mici.

*Erapa II* – realizarea a unui prototip, de dimensiuni mici, de scuturare a măslinelor cu scopul de a studia transmiterea vibrațiilor la măslin (la trunchi și la crengi), dar și influența diametrului trunchiului măslinului asupra vibrațiilor.

*Erapa III* – modelarea 3D a unui măslin dintr-o livadă tradițional-modernă (care predomină în Grecia), pentru a determina valorile optime de scuturare.

*Erapa IV* – încercări, la care s-a realizat scuturarea măslinelor pentru diferite valori ale frecvenței și amplitudinii, în scopul obținerii datașării măslinelor după gradul de maturitate.

*Erapa V* – realizarea integrării elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor prin crearea unui program, care, pe baza diametrului trunchiului măslinului, determină valorile optime de scuturare.

### **4.1 Cercetări experimentale privind modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mici**

#### **4.1.1 Obiectivele cercetării**

Scopul acestei cercetări este realizarea unui model 3D de măslin, precum și simularea diverselor forțe care acționează asupra sa, pentru determinarea forțelor optime de recoltare a măslinelor, iar pe baza acestor rezultate, ulterior, se va dezvolta un braț robotizat, prototip, de scuturare prin vibrarea trunchiului.

#### **4.1.2 Echipamentele utilizate**

La această cercetare am folosit un măslin mic (figura 4.1), (același măslin care va fi folosit la partea experimentală de la cap. 4.2) și dispozitivele de măsurat ruletă, șubler electronic și dinamometrul electronic (figura 4.2).



Fig. 4.1. Măslin mic, în ghiveci



Fig. 4.2. Dispozitive de măsurat: ruletă, șubler electronic și dinamometru electronic

Pentru realizarea modelării 3D a măslinului am folosit un calculator personal, stație grafică (laptop) și programul de proiectare asistată de calculator Autodesk Inventor 2019 (figura 4.3).

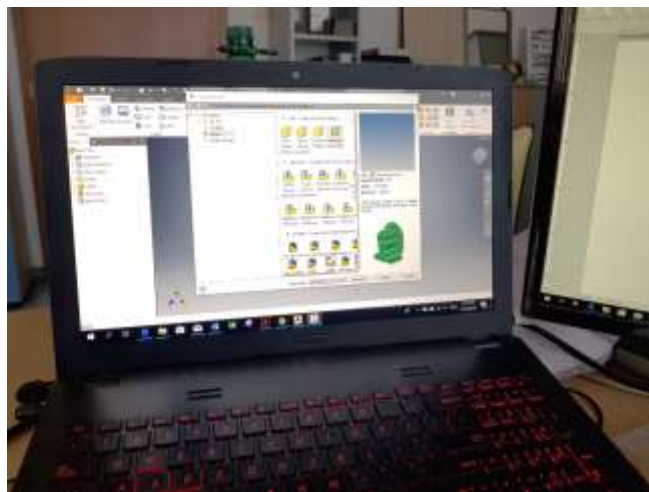


Fig. 4.3. Laptop cu Autodesk Inventor

#### 4.1.3 Metodologia cercetării

Pentru a realiza modelul 3D de măslin în Autodesk Inventor a trebuit să realizez măsurătorile măslinului, atât a trunchiului, cât și a crengilor, în mod special a crengilor principale [67] (crengi principale sunt considerate acele crengi care pornesc din trunchiul măslinului). Lungimea trunchiului și a crengilor a fost măsurată cu ruleta (figurile 4.4, 4.5 și 4.6), iar grosimea trunchiului și a crengilor a fost măsurată cu șublerul (figurile 4.7, 4.8 și 4.9).



Fig. 4.4. Măsurarea lungimii trunchiului



Fig. 4.5. Măsurarea lungimii trunchiului



Fig. 4.6. Măsurarea lungimii trunchiului



Fig. 4.7. Măsurarea grosimii trunchiului la bază



Fig. 4.8. Măsurarea grosimii trunchiului la partea superioară



Fig. 4.9. Măsurarea grosimii crengilor

Rezultate măsurătorilor (figura 4.10) le-am folosit pentru a crea un model 3D, de măslin (figura 4.11), cât mai apropiat cu cel real, astfel încât să putem aplica forța de scuturare. Scopul acestui experiment este de a studia starea măslinului în momentul scuturării fără a deteriora măslinul.

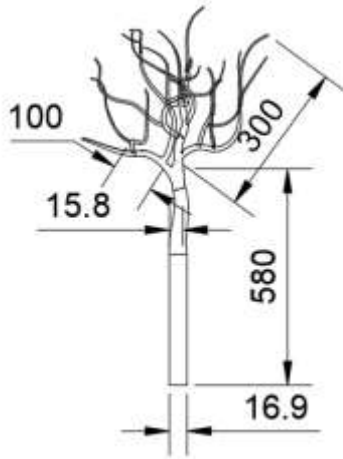


Fig. 4.10. Măsurătorile măslinului



Fig. 4.11. Realizarea modelului 3D

În pasul următor s-au definit caracteristicile lemnului de măslin, în program, și anume modulul de elasticitate de  $2200 \text{ N/cm}^2$ , rigiditatea mecanică de  $0.00731 \text{ N/cm}$  [40] și forța de scuturare de  $2.56 \text{ daN}$  [45, 73]. Forța de scuturare am luat-o din încercări empirice și anume am măsurat cu dinamometru de la ce foță începe trunchiul de măslin să se miște (figura 4.12). După care am introdus valorile de scuturare și punctele de măsurare a frecvenței  $s_1$  și  $s_2$ , figura 4.13, iar valorile frecvenței au fost luate între 15 și 35 Hz, valori cunoscute ca fiind necesare detașării măslinelor [62].



Fig. 4.12. Măsurătorile măslinului

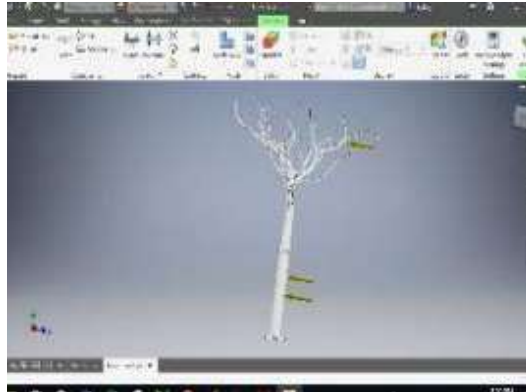


Fig. 4.13. Aplicarea forței de scuturare și punctele de măsurare a frecvenței

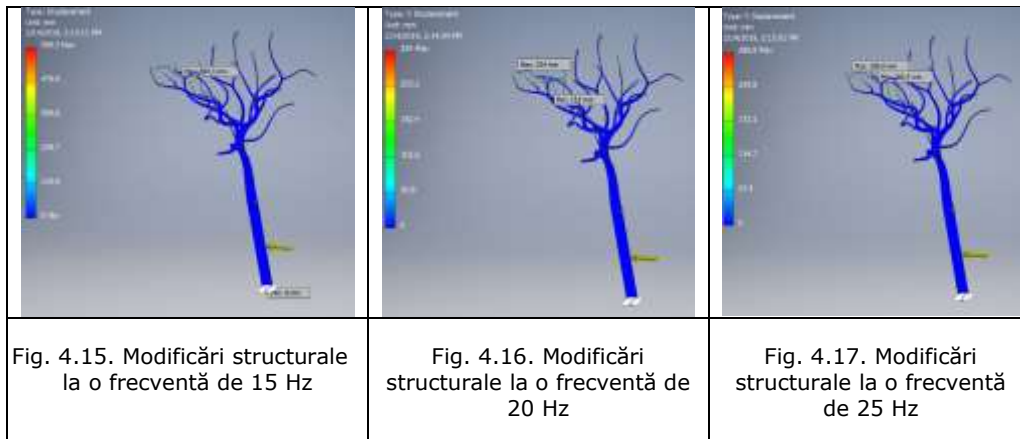
#### 4.1.4 Rezultate și discuții

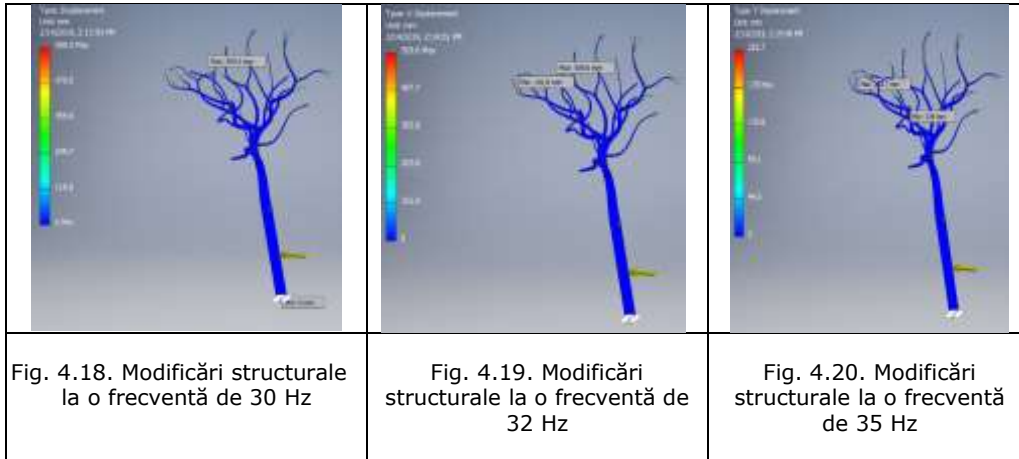
Simularea a fost realizată cu ajutorul programului Autodesk Inventor 2019 (figura 4.14) și a inclus un studiu comparativ pentru două valori diferite ale forței (2.5 daN și 5 daN).



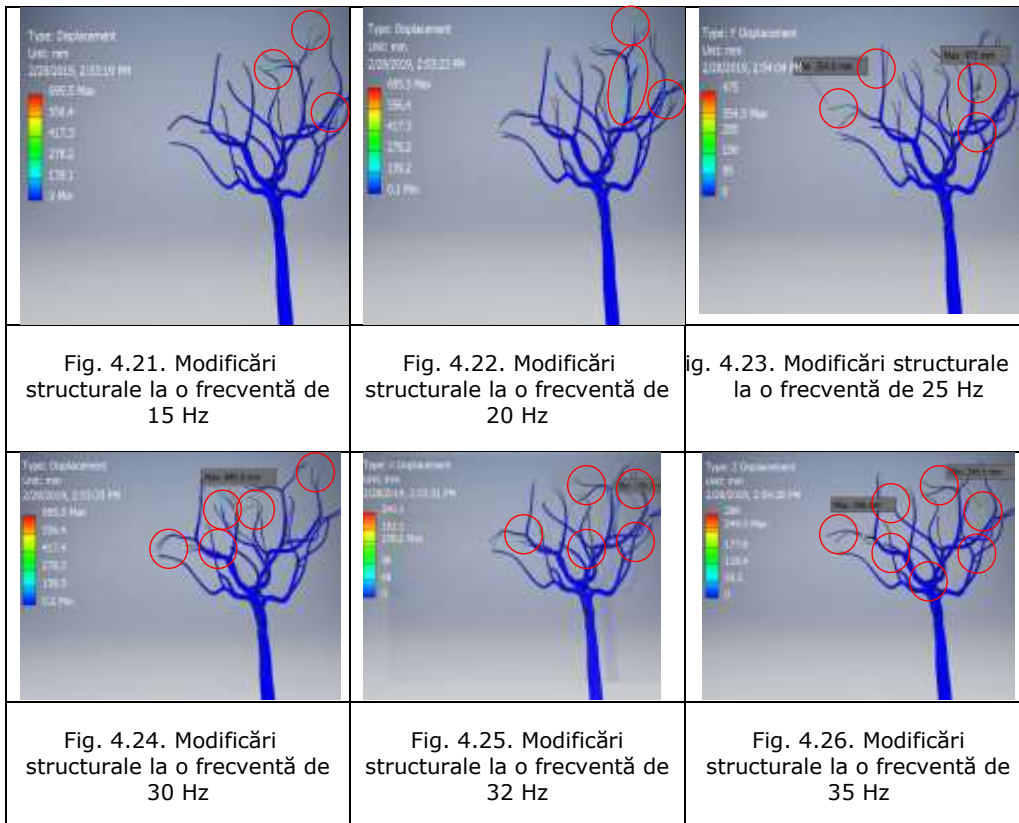
Fig. 4.14. Modelul 3D de măslin în Autodesk Inventor

La o forță constantă de 2.5 daN, cu un interval al frecvenței cuprins între 15-35 Hz, rezultatele simulării nu au indicat o deteriorare vizibilă a măslinului (zonă roșie) (figurile 4.15-4.20).





Când forța a fost mărită la 5 daN, dar cu aceleași interval al frecvenței (15-35 Hz), rezultatele simulării au indicat un număr mare de zone roșii (zonele care pot duce la rupătură), zonele încercuite în figurile 4.21-4.26.



#### 4.1.5 Concluzii

Această simulare arată că forța de 2.5 daN necesară scuturării (tabelul 4.1) este optimă, nu provoacă deteriorări măslinului, iar frecvența inițială nu suferă modificări majore.

Odată cu creșterea valorii forței necesare scuturării apar deteriorări ale corpului măslinului (zonele încercuite din figurile 4.21-4.26), iar valoarea frecvenței inițiale suferă modificări, conform tabelului 4.1.

Tabel 4.1 Valoarea frecvenței în cele două puncte s1 și s2

Frecvența aplicată inițial (Hz)	Frecvența la o forță de 2.5 daN		Frecvența la o forță de 5.0 daN	
	s1 (Hz)	s2 (Hz)	s1 (Hz)	s2 (Hz)
15	15.00212	14.20012	15.01781	15.02211
20	20.00135	20.10014	20.00231	20.21147
25	25.00114	25.12022	25.01111	25.21088
30	30.00151	30.11033	30.02411	30.03194
32	32.01322	32.10013	32.01142	32.30458
35	35.01101	35.10025	35.01011	35.09453

## 4.2 Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele folosite la recoltarea măslinelor

### 4.2.1 Obiectivele cercetării

Scopul acestei cercetări este studiul integrării elementelor de robotică la recoltarea măslinelor. Am studiat o corelare între diametrul măslinului și recoltarea măslinelor, provocând cât mai puține leziuni măslinului. Acest lucru depinde și de modului de elasticitate a lemnului, astfel încât să putem folosi acest principiu și la recoltarea altor fructe, care au SRM cu același principiu ca măslinul.

### 4.2.2 Echipamentele utilizate

La această cercetare am folosit un măslin de dimensiuni mici (figura 4.27), un braț robotizat de dimensiuni mici de la firma ARDUINO (lungime totală 400mm și înălțime maximă de 500mm), la care am adăugat un motor electric cu excentric, senzori de proximitate și senzori de vibrație (senzorul citind frecvențe de la 8Hz până la 1000 Hz, rotații de la 480 r/min până la 60000 r/min), (figurile 4.28 și 4.29).

88 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4



Fig. 4.27. Măslin în ghiveci



Fig. 4.28 Braț robotizat

Motorul electric cu exentric are următoarele caracteristici:

- dimensiuni mici (12x10 mm);
- amplitudinea între 20-60 mA;
- rotația variabilă între 500 și 10000 rot/min, putând genera astfel frecvențe între 10 și 35 Hz.



Fig. 4.29. Standul de lucru cu calculatorul și echipamentele de măsură



### 4.2.3 Metodologia cercetării

La integrarea elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor am ținut cont de rezultatele obținute din cercetarea privind modelarea 3D a vibrații unui măslin și de rezultatele obținute din cercetările privind studiul vibrațiilor la integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor.

Din analiza rezultatelor experimentale, dar și din alte teste, am reținut că valorile frecvenței necesare detașării măslinelor sunt cuprinse între 15 și 35 Hz iar amplitudinea este cuprinsă între 0.05 și 0.1 m, ambele valori fiind necesare detașării măslinii [7]. În cercetarea de specialitate din documentarea efectuată am reținut că mai sunt prezentate și alte valori necesare detașării, frecvența fiind între de 26-30 Hz, accelerația la trunchiul măslinului  $162 \text{ ms}^{-2}$ , puterea necesară realizării vibrații de 30 Kw și amplitudinea de 0.76-0.14 m [7].

Din rezultatele anterioare, am construit un prototip pentru a cerceta propagarea vibrațiilor și a amplitudinii la un măslin. Ca să realizăm acest lucru am utilizat un braț robotizat și un motor cu excentric pentru simularea scuturării măslinelor [28].

Brațul robotizat este prevăzut cu un griper [70] echipat cu elemente din cauciuc (ca să nu deterioreze măslinul) și trei senzori de proximitate pentru prindere și pentru determinarea diametrului trunchiului în momentul prinderii [29]. Motorul cu excentric are amplitudinea variabilă între 0.1 mm și 5 mm, frecvența variabilă între 8 Hz și 166 Hz, iar tensiunea curentului este cuprinsă între 0.2 și 3.6 V (figura 4.30) [94].

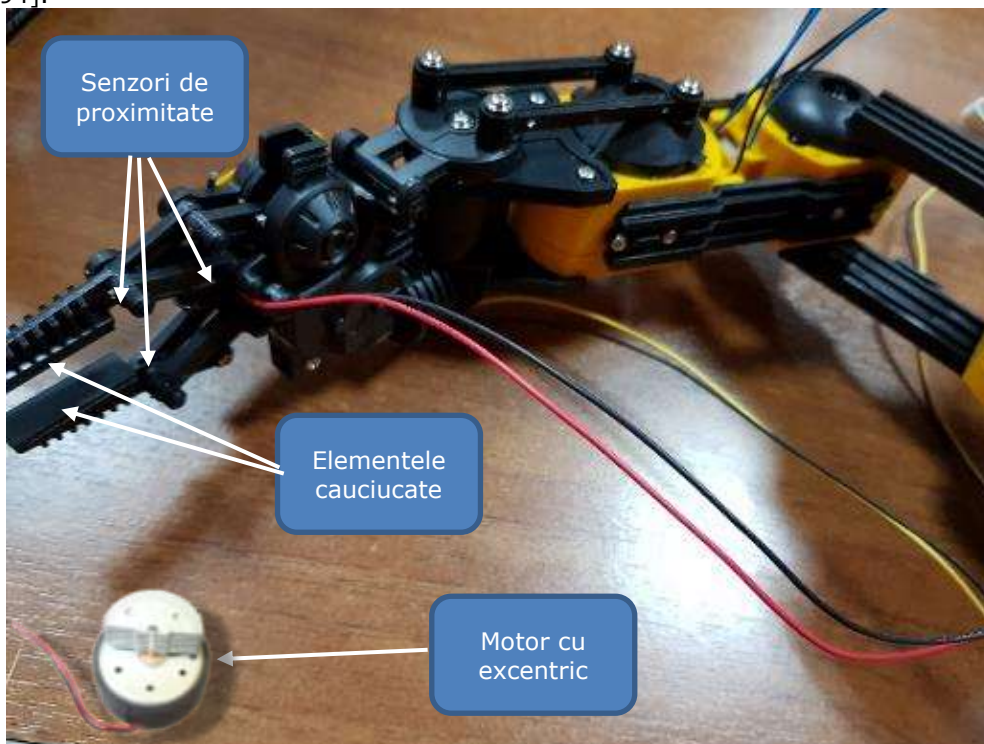


Fig. 4.30. Prototipul de scuturător

Cu ajutorul calculatorului am programat brațul robotizat să prindă trunchiul măslinului și am stabilit parametrii frecvenței și ai amplitudinii, conexiunea fiind realizată prin interfața USB. Am utilizat programul Arduino, procurat de la firma Arduino [85] (figura 4.31).



Fig. 4.31. Programarea brațului robotizat.

Pentru a testa propagarea vibrațiilor până la măslin, după ce am testat funcționalitatea acestui braț robotizat, am atașat măslinului doi minisenzori de măsurare a vibrațiilor (figura 4.32) [28]. Senzorii pot citi variația frecvenței de la 8 Hz la 1000 Hz și variația amplitudinii de la 0 cm la 1 cm [83, 89].



Fig. 4.32. Mini senzor de vibrație

Senzorii au fost fixați pe măslin, unul pe trunchiul măslinului, iar celălalt pe o creangă. Senzorii au fost apoi conectați la laptop prin interfața USB. Experimentul a durat 30 de secunde, figurile 4.33 și 4.34.



Fig. 4.33. Senzori montați pe măslin



Fig. 4.34. Momentul testării brațului robotizat

Am repetat experimentul pe 6 măslini, măslini mici de ghiveci, de diferite dimensiuni având diametrul trunchiului cuprins între 0.5 cm și 3.3 cm (în România, proprietate personală).

În primul pas am măsurat, cu șublerul electronic, diametrele trunchiului în zona de contact a brațului, valorile diametrului trunchiului măslinilor fiind de aproximativ 0.5, 0.6, 1.4, 2, 2.3 și 3.3 cm (figura 4.35).

Dimensiunile măslinilor sunt la o scară de 1/10 față de măslinii dintr-o plantație tradițională modernă.



a - 0.5 cm



b - 1.4 cm



c - 0.6 cm

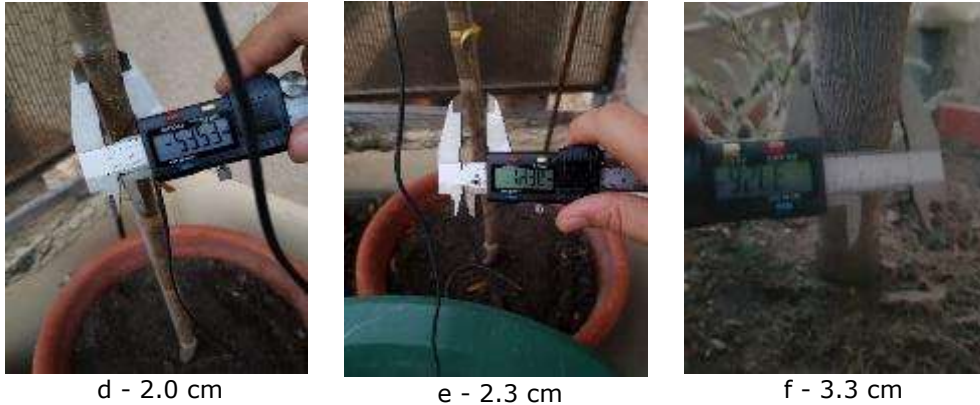


Fig. 4.35. Diferite diametre ale trunchiului măslinului

În al doilea pas, după măsurarea și centralizarea valorilor diametrelor, am testat brațul robotizat pe toți cei șase măslini, iar rezultatele date de măsurători au fost centralizate într-o bază de dată, pentru a putea fi interpretate (figura 4.36).



Fig. 4.36. Momentul testării brațului robotizat

#### 4.2.4 Rezultate

Rezultatele acestui experiment au arătat modificările frecvenței și a amplitudinii în timpul experimentului.

Am constatat că valoarea frecvenței măsurată de senzorul fixat pe trunchiul măslinului s1 are aproximativ aceeași valoare cu frecvența dată de motorul cu excentric montat pe brațul robotizat. În schimb, valoarea frecvenței dată de senzorul s2 fixat pe creangă a fost mai mică față de valoarea frecvenței dată de motorul cu excentric montat pe brațul robotizat (tabelele 4.2 și 4.3, figura 4.37).

Tabel 4.2 Valoarea frecvenței măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 0.5 cm, 0.6 cm și 1.4 cm

Diametru trunchi măslin	Frecvența					
	0.5 cm		0.6 cm		1.4 cm	
	s1	s2	s1	s2	s1	s2
0	20.00012	18.00012	17.50052	16.77753	8.446466	6.343454
0.5	27.00035	26.00014	27.27001	26.26001	20.00122	10.11127
1	28.00014	28.00022	28.28002	28.28901	29.10011	20.00422
2	28.00051	29.00033	28.30087	29.29002	28.00046	28.00452
3	28.01022	27.00013	28.29935	27.27831	28.02246	26.67965
4	28.01101	27.10025	28.29784	27.37102	28.11247	27.97275
5	28.01225	27.00025	28.29632	27.27311	28.15706	28.56575
6	28.01311	26.80013	28.29481	27.16941	28.02233	29.15885
7	28.01428	27.77021	28.29414	27.06802	28.07552	26.90273
8	28.01097	27.75011	28.29012	26.96783	28.07575	26.03602
9	28.01181	27.73011	28.29111	26.86621	28.07599	26.77005
10	28.01069	27.71022	28.28959	27.98712	28.07622	26.70405
11	28.00923	27.69033	28.28858	27.96691	28.07645	26.63808
12	28.00826	27.80041	28.28757	27.85788	27.92951	26.90008
13	28.00729	27.82374	28.28656	27.85818	27.94937	27.16208
14	28.00622	27.86832	28.28555	27.85888	27.96923	27.42408
15	28.00513	27.91312	28.28454	27.85838	27.98909	27.68607
16	28.00405	27.95811	28.28353	27.85887	28.00895	26.91877
17	28.00304	27.77031	28.28252	27.85848	28.02881	26.93141
18	28.00252	27.75043	28.28151	27.85828	28.04867	26.94413
19	28.00133	27.61833	28.28050	27.89395	28.06853	26.95681
20	28.00011	27.51476	28.27949	27.78874	28.08839	26.26949
21	27.99923	27.61893	28.27848	27.89395	28.10825	26.98216
22	27.99822	27.51473	28.28959	27.78874	28.12811	26.99484
23	27.99711	27.40923	28.28858	27.68353	28.14797	27.50752
24	27.99616	27.30553	28.28757	27.57833	28.16783	27.12020
25	27.99528	27.20133	28.28656	27.47312	28.18769	27.03288
26	27.99428	27.09753	28.28555	27.36791	28.20755	27.34556
27	27.99353	26.99345	28.28454	27.26270	28.22741	27.05824
28	27.99229	26.88957	28.28353	27.15749	28.24727	27.07092
29	27.99153	26.78447	28.28252	27.05228	28.26713	27.08362
30	27.99047	26.68047	28.28151	26.94708	28.28699	27.09627

Tabel 4.3 Valoarea frecvenței măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 2 cm, 2.3 cm și 3.3 cm

Diametru trunchi măslin	Frecvența (Hz)					
	2 cm		2.3 cm		3.3 cm	
	s1	s2	s1	s2	s1	s2
0	0	0	0	0	0	0
0.5	20.0050	10.00221	15.00201	5.003013	10.0031	5.00301
1	29.0095	20.00231	26.00351	15.00301	11.4244	10.0031
2	28.0001	29.00022	28.00121	24.00301	12.7722	15.0030
3	28.0102	27.30212	28.01223	28.38646	14.2344	14.3541
4	27.0905	27.10012	27.09323	27.36882	14.1267	14.2821
5	28.0707	26.80442	25.93923	27.25242	14.0124	14.2148
6	28.0204	26.90032	26.22323	27.13667	13.9277	14.1462
7	28.0305	27.07002	26.50721	27.07356	13.7925	14.0786
8	28.0111	26.83603	26.79113	26.83602	13.6828	13.1784
9	28.0101	26.77003	27.07513	26.77087	13.5721	13.2786
10	27.0901	26.70401	27.09232	26.70407	13.4618	13.3788
11	28.0332	26.63806	28.07733	26.63806	13.6812	13.4785
12	28.0244	26.90044	28.05271	26.90077	13.9155	13.5781
13	28.0302	27.16201	28.03862	27.16204	14.1282	13.6782
14	28.0103	27.42403	28.01174	27.42404	14.3422	13.7786
15	27.9899	26.83604	27.98909	26.83607	14.5617	13.8785
16	28.0895	26.77003	28.40895	26.77066	14.7819	13.1787
17	28.0281	26.70400	28.02881	26.70471	14.7897	12.4784
18	28.0487	26.94413	28.24867	26.94413	15.2227	12.5783
19	28.0685	26.95681	28.06853	27.18426	15.4429	12.6788
20	28.0883	26.96949	28.08839	27.42441	15.6677	12.7784
21	28.1085	26.98216	28.10825	27.66453	15.1134	12.8785
22	28.1281	26.99484	28.12811	26.99484	14.9946	12.9783
23	28.1477	27.00752	28.14797	27.00752	14.8797	13.0783
24	28.1673	27.02020	28.16783	26.54556	14.7547	13.1781
25	28.1879	27.03288	28.18769	26.54556	14.6311	13.2782
26	28.2075	27.04556	28.20755	26.54556	14.5121	13.3787
27	28.2271	27.05824	28.02741	27.05824	14.3911	13.4782
28	28.2477	27.07092	28.24727	27.07092	14.2727	13.5782
29	28.2673	27.08361	28.26713	27.08361	14.1577	13.6781
30	28.2869	27.09627	28.28699	27.09627	14.0377	13.7781

4.2 Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele folosite la recoltarea măslinelor 95

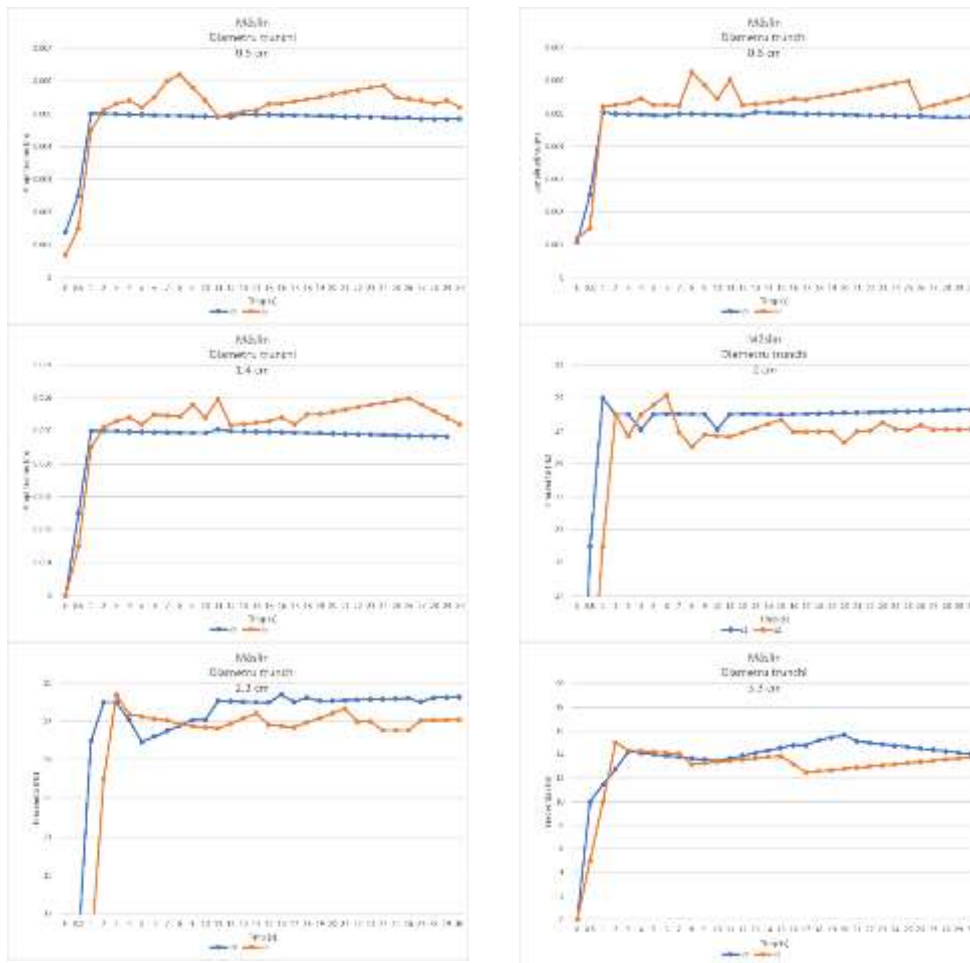


Fig. 4.37. Graficele reprezentând variația frecvenței măsurate de senzori

Valoarea amplitudinii măsurată de senzorul fixat pe trunchiul măslinului s1 are aproximativ aceeași valoare cu amplitudinea dată de motorul cu excentric montat pe brațul robotizat. În schimb, valoarea amplitudinii măsurată de senzorul s2 fixat pe creangă a fost mai mare față de valoarea amplitudinii dată de motorul cu excentric montat pe brațul robotizat, tabelurile 4.4 și 4.5, figura 4.38.

96 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4

Tabel 4.4 Valoarea amplitudinii măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 0.5 cm, 0.6 cm și 1.4 cm

Diametru trunchi măslin sec	Amplitudine (m)					
	0.5 cm		0.6 cm		1.4 cm	
	s1	s2	s1	s2	s1	s2
0	0.001421	0.00071	0.00111	0.0012	0	0
0.5	0.002522	0.00152	0.002525	0.001515	0.002532	0.001527
1	0.005123	0.00452	0.005052	0.005218	0.005221	0.004523
2	0.005113	0.00511	0.004986	0.005269	0.005121	0.005121
3	0.004991	0.00531	0.004976	0.005319	0.004995	0.005311
4	0.004971	0.00542	0.004966	0.005454	0.004972	0.005421
5	0.004971	0.00523	0.004956	0.005252	0.004971	0.005211
6	0.004952	0.00554	0.004946	0.005274	0.004957	0.005512
7	0.004942	0.00611	0.004996	0.005241	0.004952	0.005467
8	0.004932	0.00621	0.004986	0.006262	0.004946	0.005433
9	0.004923	0.00582	0.004976	0.005858	0.004939	0.005822
10	0.004911	0.00542	0.004966	0.005454	0.004932	0.005422
11	0.004901	0.00490	0.004956	0.006029	0.005046	0.005969
12	0.004891	0.00498	0.004946	0.005254	0.004992	0.005171
13	0.004992	0.00506	0.005042	0.005293	0.004983	0.005211
14	0.004972	0.00512	0.005026	0.005333	0.004972	0.005251
15	0.004972	0.00531	0.005016	0.005353	0.004971	0.005322
16	0.004953	0.00531	0.005006	0.005454	0.004957	0.005411
17	0.004953	0.00537	0.004976	0.005424	0.004947	0.005221
18	0.004942	0.00544	0.004986	0.005494	0.004937	0.005511
19	0.004931	0.00551	0.004976	0.005565	0.004927	0.005511
20	0.004922	0.00558	0.004966	0.005636	0.004917	0.005582
21	0.004911	0.00565	0.004956	0.005707	0.004907	0.005652
22	0.004902	0.00572	0.004946	0.005777	0.004897	0.005723
23	0.004893	0.00579	0.004936	0.005848	0.004887	0.005793
24	0.004882	0.00586	0.004925	0.005919	0.004877	0.005864
25	0.004864	0.00551	0.004915	0.005989	0.004867	0.005932
26	0.004874	0.00545	0.004925	0.005151	0.004857	0.006101
27	0.004843	0.00542	0.004946	0.005777	0.004847	0.005812
28	0.004832	0.00532	0.004936	0.005848	0.004837	0.005611
29	0.004831	0.00543	0.004925	0.005919	0.004827	0.005424
30	0.004841	0.00523	0.004915	0.005989	0.004817	0.005245



4.2 Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele folosite la recoltarea măslinelor 97

Tabel 4.5 Valoarea amplitudinii măsurată la măslini cu grosimea trunchiului de 2 cm, 2.3 cm și 3.3 cm

Diametru trunchi măslin sec	Amplitudine					
	2 cm		2.3 cm		3.3 cm	
	s1	s2	s1	s2	s1	s2
0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.002524	0.001511	0.001457	0.000945	0.002524	0.001522
1	0.005234	0.004524	0.002676	0.001437	0.002521	0.002625
2	0.005178	0.005137	0.004454	0.004434	0.002411	0.002635
3	0.004991	0.005334	0.005004	0.005317	0.002334	0.002635
4	0.004972	0.005445	0.004974	0.005417	0.002344	0.002634
5	0.004972	0.005231	0.004971	0.005222	0.002292	0.002633
6	0.004957	0.005548	0.004957	0.005231	0.002265	0.002427
7	0.004947	0.006117	0.004947	0.005154	0.002237	0.002167
8	0.004937	0.006275	0.004937	0.005137	0.002209	0.001934
9	0.004927	0.005879	0.004927	0.005820	0.002181	0.001702
10	0.004917	0.005436	0.004917	0.005485	0.002153	0.002638
11	0.004907	0.005969	0.004907	0.006679	0.002125	0.002637
12	0.004897	0.006054	0.004897	0.006054	0.002098	0.002636
13	0.004996	0.006139	0.004995	0.006139	0.002073	0.002635
14	0.004973	0.005138	0.004974	0.005165	0.002042	0.002635
15	0.004971	0.005321	0.004973	0.005232	0.002014	0.002634
16	0.004957	0.005419	0.004957	0.005324	0.002209	0.002633
17	0.004947	0.005215	0.004947	0.005372	0.002404	0.002634
18	0.004937	0.005514	0.004937	0.005842	0.002599	0.002633
19	0.004927	0.005512	0.004927	0.005511	0.002794	0.002638
20	0.004917	0.005582	0.004917	0.005581	0.002292	0.002635
21	0.004907	0.005652	0.004907	0.005153	0.002265	0.002865
22	0.004897	0.005721	0.004897	0.005723	0.002237	0.002632
23	0.004887	0.005791	0.004887	0.005793	0.002209	0.002698
24	0.004877	0.005863	0.004877	0.005868	0.002181	0.002625
25	0.004867	0.005937	0.004867	0.005931	0.002153	0.002553
26	0.004857	0.006241	0.004857	0.005171	0.002125	0.002481
27	0.004847	0.006072	0.004847	0.005262	0.002098	0.002408
28	0.004837	0.005321	0.004837	0.005323	0.002073	0.002635
29	0.004827	0.005411	0.004827	0.005477	0.002042	0.002635
30	0.004817	0.005213	0.004817	0.005239	0.002014	0.002634

98 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4

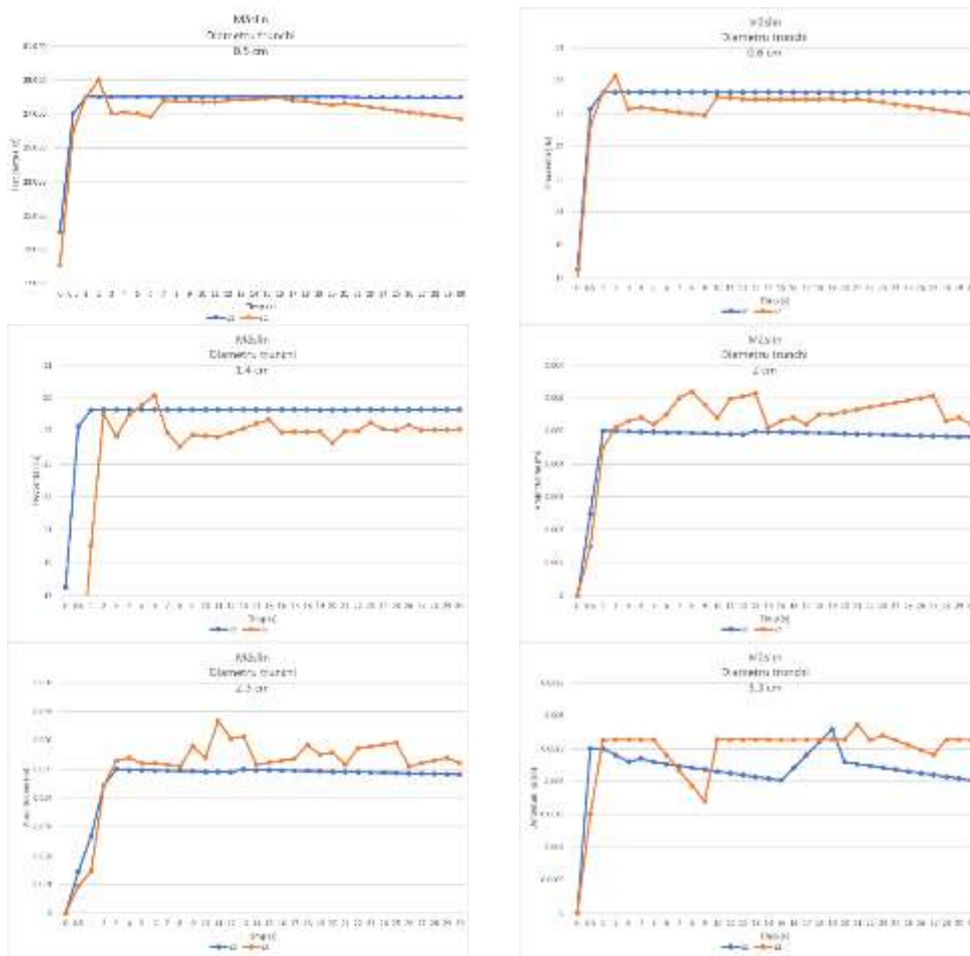


Fig. 4.38. Graficele reprezentând amplitudinea măsurată de senzori

### 4.3 Cercetări experimentale privind modelarea 3D a unui măslin din livada tradițional - modernă

#### 4.3.1 Obiectivele cercetării

Scopul acestei cercetări este de a stabili forțele necesare vibrației măslinului pentru recoltarea optimă a măslinelor (recoltare prin scuturare), funcție de dimensiunile măslinului, cu randamentul cel mai mare și o deteriorare cât mai mică a măslinului.

### 4.3.2 Echipamentele utilizate

Pentru realizarea acestui model 3D am fost în nordul Greciei, la o livadă de măslini în regiunea Halkidiki, peninsula Kassandra, satul Pefkohori, în toamna anului 2016. O livadă de aproximativ 2.000 mp cu un număr de 134 de măslini (figura 4.39).



Fig. 4.39. Livadă de măslini în peninsula Kassandra din Halkidiki Grecia

Pe lângă livada de măslini a fost necesar un șubler de 500 mm (figura 4.40) pentru măsurarea grosimilor trunchiurilor și a crengilor măslinilor dar și o ruletă mare de 7 metri (figura 4.41), pentru măsurarea înălțimii trunchiului, înălțimii măslinului și a diametrului coroanei măslinului.



Fig. 4.40. Șubler de 500 mm



Fig. 4.41. Ruletă de 7000 mm

La procesarea datelor și la realizarea modelului 3D, de măslini, am folosit un laptop (cu procesor i7 și placa grafică dedicată de 4GB) iar modelarea a fost realizată cu ajutorul programului Autodesk Inventor 2019 (figura 4.42).

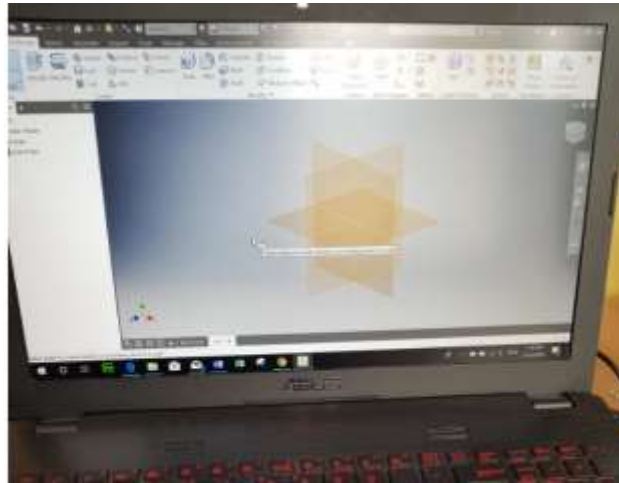


Fig. 4.42. Autodesk Inventor

### 4.3.3 Metodologia cercetării

Într-o primă fază am realizat măsurători la toți măslini din livadă și am centralizat dimensiunile lor, iar ulterior am folosit aceste valori la realizarea unui model 3D de măslin [33]. Măsurătorile au fost făcute asupra înălțimii măslinului și a trunchiului, perimetrul la baza măslinului și la o înălțime de 50 cm față de sol, diametrul coroanei și numărul crengilor principale (crengi principale sunt acele crengi care pleaca din trunchi) (figura 4.43) [6, 30].

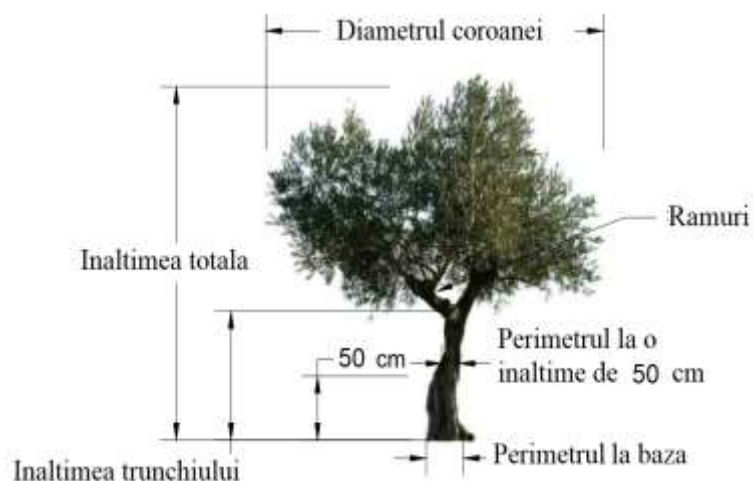


Fig. 4.43. Măsurători măslin

4.3 Cercetări experimentale privind modelarea 3D a unui măslin din livada tradițional - modernă 101

Toate datele au fost centralizate într-un tabel pentru procesare (Anexa 1), tabelul 4.6.

Tabel 4.6 Măsurătorile măslinilor

Măslin	Înălțimea măslinului (cm)	Înălțimea trunchiului (cm)	Perimetrul la baza măslinului (cm)	Perimetrul la o înălțime de 50 cm față de sol	Numărul ramurilor principale	Diametrul coroanei (cm)
1	351	195	62.83	69.11	5.00	380
2	327	210	64.30	70.73	7.00	410
3	373	235	63.10	69.41	11.00	570
4	342	205	62.10	68.31	6.00	380
5	335	245	64.60	71.06	11.00	560
6	341	225	67.80	74.58	9.00	520
7	368	235	66.60	73.26	10.00	590
8	379	255	67.30	74.03	11.00	620
9	333	235	68.01	74.81	12.00	490
...	...	...	...	...	...	...
132	299	82	63.20	69.52	5.00	113
133	299	81	66.60	73.26	7.00	110
134	299	80	67.30	74.03	11.00	107
Media dimensiunilor	325	153	66.07	72.68	9.34	301
Dimensiuni minime	310	175	57.30	63.03	4.00	350

Folosind media datelor din Anexa 1, am creat un model 3D de măslin în Autodesk Inventor, figura 4.44.

102 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4

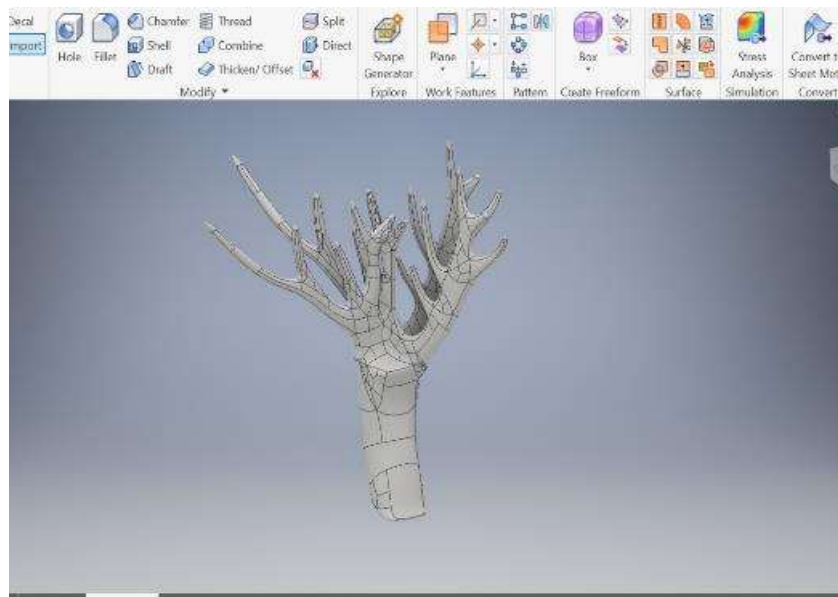


Fig. 4.44. Model 3D de măslin în Inventor

În continuare am introdus caracteristicile lemnului de măslin [72] la proprietățile materialului și am realizat analiza de stres la diferite vibrații. Forța de vibrație a fost aplicată la o înălțime de 50 de cm față de sol, figura 4.45.

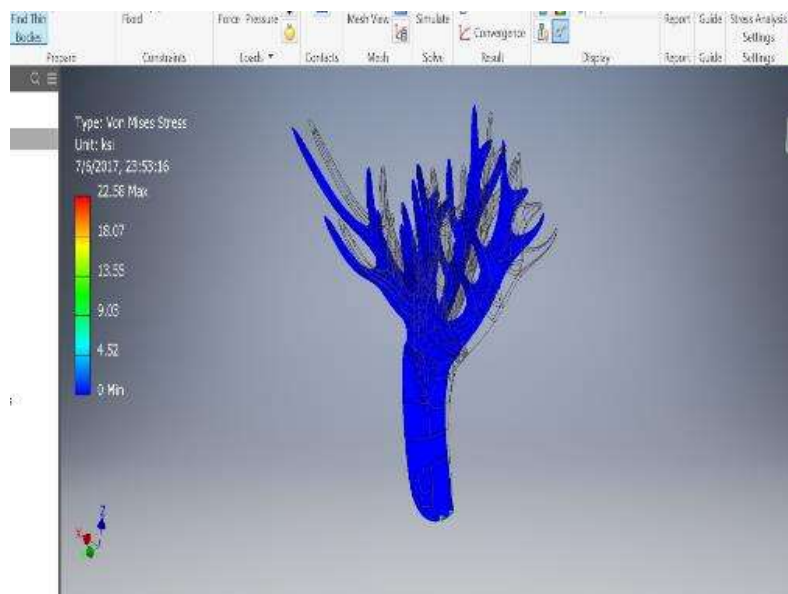


Fig. 4.45. Analiza de stres a modelului 3D de măslin

#### 4.3.4 Rezultate și discuții

Rezultatele au fost satisfăcătoare, iar forțele de vibrație au fost cuprinse în limitele acceptabile. Am aplicat forța de vibrație pe axa x (figura 4.46), axa y (figura 4.47) și axa z (figura 4.48).

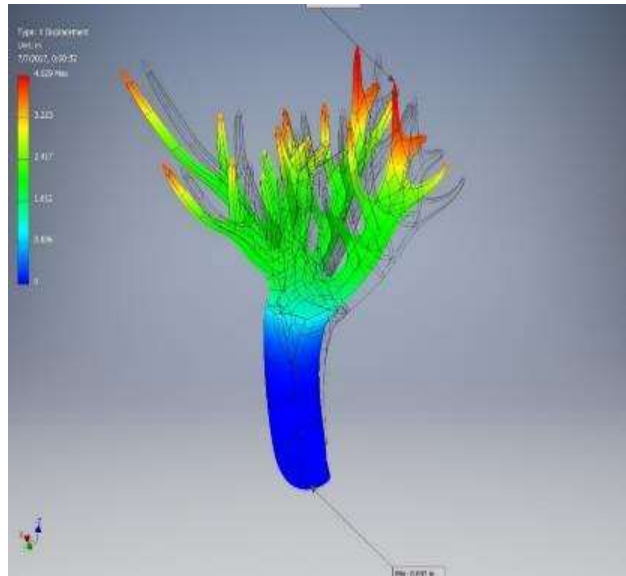


Fig. 4.46. Distribuția forței de vibrație pe axa x

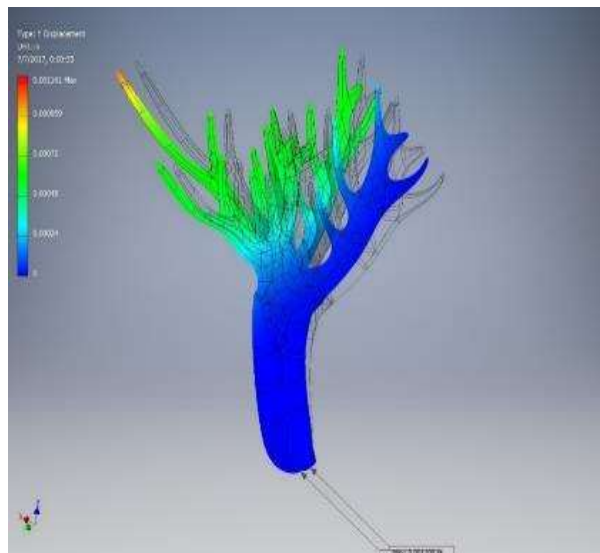


Fig. 4.47. Distribuția forței de vibrație pe axa y

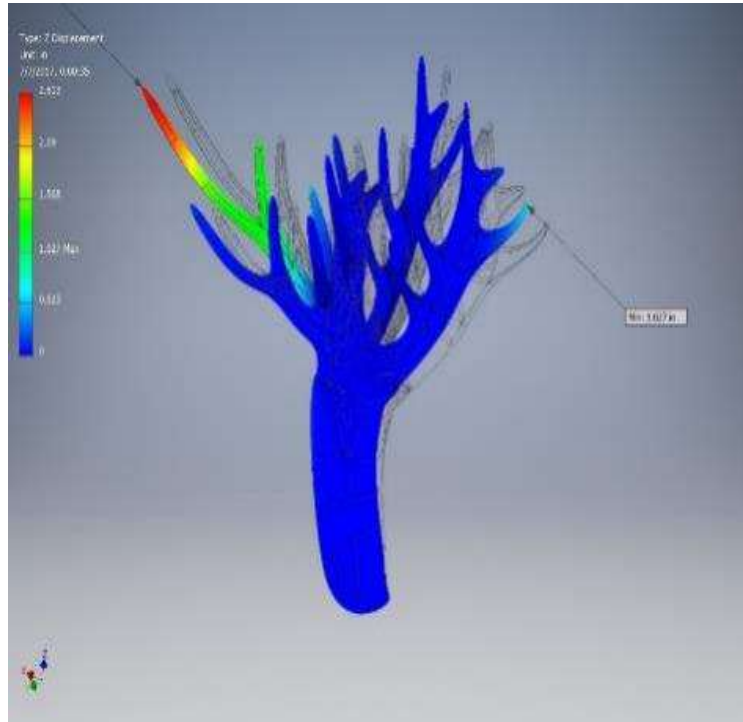


Fig. 4.48. Distribuirea forței de vibrație pe axa z

#### 4.3.5 Concluzii

Astfel, putem concluda că metoda cea mai eficientă pentru a crea un model 3D de măslină este cea prin măsurare.

Prin această metodă, putem folosi modelul 3D pentru stabilirea forțelor necesare scuturării cu ajutorul robotului [33].

### 4.4 Cercetări privind influența amplitudinii și a frecvenței la recoltarea prin scuturare a măslinelor

#### 4.4.1 Obiectivele cercetării

Scopul acestei cercetări este de a determina dacă există o influență a amplitudinii și frecvenței asupra recoltării măslinelor și dacă se pot recolta măslini de diverse grade de maturitate (diferite grade ale maturității realizează diferite tipuri de ulei [68]).



#### 4.4.2 Echipamentele utilizate

Acest studiu de cercetare, a fost realizat în Grecia, într-o livadă de măslini din regiunea Halkidiki, satul Olynthos, în toamna anului 2017. Livada are un total de 350 de măslini, cu o densitate corespunzătoare pentru a putea realiza recoltarea mecanizată (figura 4.49).



Fig. 4.49. Livadă de măslini în Halkidiki, Grecia.

Experimentul a fost realizat pe o mașină folosită la recoltarea mecanizată, de la firma Pellenc, model Buggy 5000. Această mașină este manipulată de un operator uman. Am ales acest tip de utilaj deoarece există posibilitatea de a regla frecvența și amplitudinea scuturării. Variația frecvenței fiind de la 0 la 31 Hz, variația amplitudinii fiind de la 0.01 m la 0.15 m. (figura 4.50) [4, 11, 45].



Fig. 4.50. Dispozitiv mecanizat de recoltare a măslinelor.

#### 4.4.3 Metodologia cercetării

Această livadă este una relativ nouă, iar măslinii au aspect aproape uniform în ceea ce privește dimensiunile principale și anume înălțime de 3.5 metri, diametrul trunchiului de 22 cm, înălțimea trunchiului de 143 cm iar elementul de prindere pentru scuturare a fost fixat la 50 de cm față de sol [31, 38, 39].

Deoarece amplitudinea și frecvența sunt elementele principale care duc la desprinderea măslinei din copac, trebuie să cunoaștem toate elementele care conduc și care influențează transmiterea vibrației de la punctul de aplicare până la fruct.

Pentru cunoașterea acestor elemente, trebuie studiate atât partea teoretică, cât și partea practică.

Studiul teoretic pe documentația apărută în ultimii ani ajută la o mai bună înțelegere a modalității transducerii vibrațiilor, astfel încât să folosim aceea metodă care oferă cele mai bune rezultate la recoltare.

Lemnul nu este omogen, deci nici modulul de elasticitate nu poate fi același peste tot. Cu toate acestea, se acceptă o constanță medie a modulului de elasticitate, astfel încât să se poată sintetiza măslinul ca fiind un sistem cu un singur grad de libertate compus din masă, arc și amortizor [40].

Din aceste teorii se poate concluziona că elementele care influențează mișcarea și desprinderea măslinei din copac sunt masa și gradul de coacere al fructului. Din experimentele cercetătorilor din ultimii ani, a fost dezvoltată recoltarea mecanizată [63].

Acest studiu experimental a fost realizat la începutul perioadei de recoltare, atunci când în plantație există grade diferite de maturitate a măslinelor [68].

Am variat frecvența vibrațiilor în timpul recoltării între 23 Hz și 32 Hz, precum și valoarea amplitudinii de la 0.01 m la 0.10 m, iar accelerația a fost cuprinsă între  $160.1 \text{ ms}^{-2}$  și  $212.1 \text{ ms}^{-2}$ , valorile acestea fiind din teorie și din alte experimente [8, 9, 10, 11, 31, 38], figura 4.51.



Fig. 4.51. Momentul recoltării pe diferite valori ale frecvenței.

#### 4.4.4 Rezultate și discuții

Am încercat determinarea vibrațiilor și a amplitudinii necesare desprinderii măslinelor în diverse stadii de maturitate: necoapte (verzi), semi-coapte (maro) și coapte (negre) [12]. Am determinat forța necesară desprinderii măslinii din pom ca fiind posibilă la o frecvență a vibrațiilor cu valori cuprinse între 20 Hz la 31 Hz și cu o amplitudine cuprinsă între valorile de 0.05 la 0.10 m [5, 11].

Am început experimentul de la o valoare ridicată a frecvenței, cunoscând că la valoarea respectivă măslinile negre se vor desprinde continuând la o amplitudine mică (0.05 m), crescând valoarea amplitudinii la 0.075 m și la 0.1 m, dar fără a depăși 5 secunde pentru fiecare valoare [10, 11]. În continuare am repetat experimentul, dar cu valori mai mici ale frecvenței (modificând amplitudinea). După fiecare experiment am numărat și identificat măslinile desprinse, trecându-le în baza de date, tabelul 4.7.

Tabel 4.7 Momentul de detașare a măslinelor

Frecvență (Hz)	Amplitudine (m)	Măsline verzi (necoapte), (kg)	Măsline maro (semi-coapte), (kg)	Măsline negre (coapte), (kg)
31	~0.05	0.01	0.01	14
	~0.075	0.01	0.03	1
	~0.1	0.02	0.01	0
29	~0.05	0.01	0.1	30
	~0.075	0.02	0.5	4
	~0.1	0.02	0.1	1
28	~0.05	0.01	0.8	10
	~0.075	0.03	1	2
	~0.1	0.05	0.7	0.7
27	~0.05	0.01	1.1	2
	~0.075	0.1	3	0.9
	~0.1	0.9	1.2	0.1
26	~0.05	0.02	2.5	0.7
	~0.075	0.2	7	0.09
	~0.1	3	2	0.04
25	~0.05	0.35	1.2	0.1
	~0.075	1	3	0.02
	~0.1	6	1.1	0.01
24	~0.05	0.4	0.9	0.01
	~0.075	3	1	0.01
	~0.1	24	0.8	0
23	~0.05	0	0.01	0
	~0.075	0	0.02	0
	~0.1	0	0.00	0

Din acest experiment am observat că atât frecvența vibrațiilor, cât și valoarea amplitudinii necesare detașării măslinelor variază. Această variație este în funcție de diferitele stadii de maturitate [12].

Numărul măslinelor detașate în acest experiment a variat de la foarte puține (15-25 de măslini), până la foarte multe (însușind o greutate de 30 Kg) și a fost dependent de cei doi parametri (frecvență și amplitudine) [28, 29].

Rezultatele, din tabelul 4.7, au fost centralizate indicând valoarea optimă a frecvenței și a amplitudinii de detașare a măslinelor pentru fiecare stadiu de maturitate (tabelul 4.8).

Tabel 4.8 Valoarea optimă a frecvenței de detașare a măslinelor.

Măslini	Verzi (necoapte)	Maro (semi coapte)	Negre (coapte)
Frecvență (Hz)	24	26	29
Amplitudine (mm)	0.1	0.75	0.05

#### 4.4.5 Concluzii

Acest experiment demonstrează o legătură între parametri frecvență și amplitudine în procesul de recoltare. Totodată, a rezultat că măslinile verzi sunt detașate la o frecvență mică și la o amplitudine mai mare, în schimb, cele negre, sunt detașate la o frecvență mai mare și la o amplitudine mai mică (figura 4.13).

Există multe posibilități de îmbunătățire a actualului dispozitiv de recoltare a măslinelor, inclusiv introducerea unor elemente de robotică pentru o recoltare mai eficientă. Aceste elemente de robotică pot fi în funcție de gradul de maturitate al măslinelor.

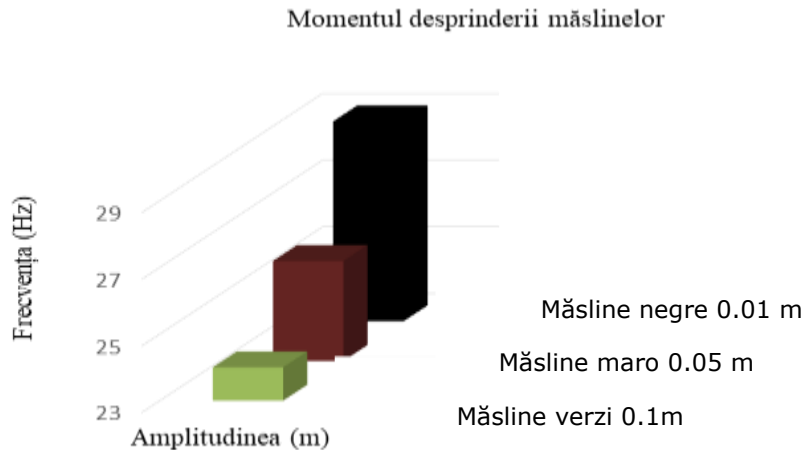


Fig. 4.52. Momentul detașării măslinelor.

## 4.5 Cercetări privind integrarea elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor

### 4.5.1 Obiectivele cercetării

Scopul acestei cercetări este de a stabili forțele necesare scuturării măslinului pentru recoltarea optimă a măslinelor (recoltare prin scuturare), funcție de diametrul trunchiului măslinului, cu randamentul de recoltare cel mai mare și cu o deteriorare cât mai mică a trunchiului în zona de contact.

### 4.5.2 Echipamentele utilizate

Această cercetare experimentală a inclus două etape.

În prima etapă, a fost utilizat un calculator pentru realizarea unui program care să ofere valoarea forței de scuturare și a amplitudinii funcție de diametrul trunchiului. Acest program a fost realizat în limbajul de programare JavaScript.

În a doua etapă, experimentul propriu-zis, a constat într-o comparație între metoda actuală de recoltare cu dispozitive mecanizate de scutate și cu echipamentul ajustat asupra dispozitivului de recoltare.

Echipamentele principale folosite la acest experiment, sunt (figura 4.53):

1. Dispozitive de măsurat:
  - a. Ruletă, pentru măsurarea înălțimii trunchiului;
  - b. Șubler mare (500 mm) pentru măsurarea diametrului trunchiului;
  - c. Cântar electronic pentru cântărirea măslinelor detașate;
  - d. Telemetru cu laser pentru măsurarea ariei livezii și a distanței între măslini.



Fig. 4.53. Echipamente de măsurat.

2. Echipamentul clasic, folosit la acest experiment, a fost același echipament folosit la *cercetări privind studiul influenței amplitudinii și a frecvenței la recoltarea prin scuturare a măslinelor* (sub. 4.4.2, figura 4.50).

3. Echipamentul experimental este compus din echipamentul clasic echipat cu dispozitiv wireless de localizare [37, 60] (1) și cu dispozitivul de scuturare (2), la care s-a adăugat calculatorul cu programul pentru determinarea parametrilor de scuturare (3), regulatorul digital (4), motorul cu excentric (5), figura 4.54.

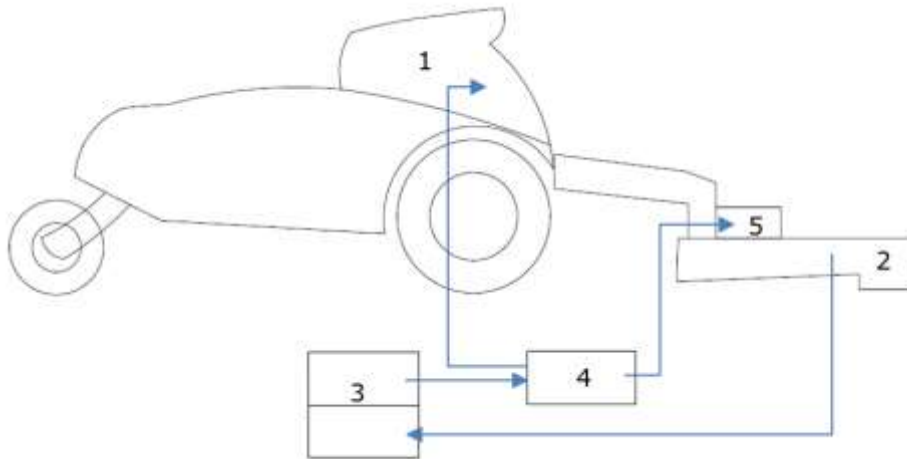


Fig. 4.54. Schema funcțională a dispozitivului de scuturat.

Componentele principale ale echipamentului experimental, prezentat în figura 4.54. sunt:

- a) Mașină de recoltare mecanizată, de la firma Pellenc, model Buggy 5000 cu o frecvență ajustabilă de la 0 la 35 Hz și cu o putere de scuturare de până la 85 hp (60.000 N m/s);
- b) Brațul de prindere/scuturare a trunchiului, care poate cuprinde diametre de la 2 cm la 50 cm;
- c) Laptop dotat cu programul care determină valoarea parametrilor de scuturare optimi în funcție de valoarea diametrului trunchiului;
- d) Regulatorul digital pentru corecția valorii amplitudinii și a frecvenței, de la firma Skipala, model DIGR – 2200 cu frecvență variabilă de la 0 la 100 Hz (figura 4.55);
- e) Motorul cu excentric care poate genera frecvențe de până la 40 Hz [32] (figura 4.56).



Fig. 4.55. Regulator digital



Fig. 4.56. Sistemul de fixare a motorului electric cu excentric

Acest studiu s-a desfășurat în Grecia, la o livadă de măslini din regiunea Halkidiki, satul Poligiros, în toamna anului 2018, în perioada 20-28 Octombrie. Livada a avut un total de 202 de măslini cu diametre cuprinse între 17 și 26 cm, livada fiind una tradițional-modernă, măslinii având între 15 și 25 de ani, din soiul Halkidiki (figura 4.57). Dispozitivul de recoltare mecanizată prin scuturare, de la firma Pellenc, care dezvoltă o putere de scuturare de 85 HP (60.000 N m/s), o amplitudine între 5-150 mm și o frecvență de până la 45 Hz, scuturarea se face pe o perioadă de 30 sec/măslin, valori necesare pentru detașare [3, 23, 51, 52].

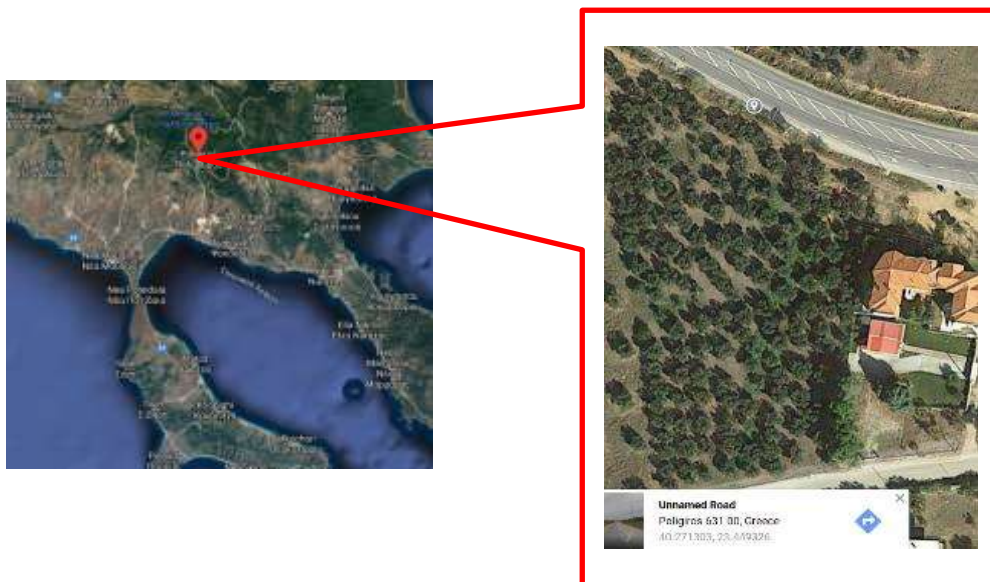


Fig. 4.57. Livadă de măslini în Halkidiki, Poligiros, Grecia

### **4.5.3 Integrarea elementelor de robotică la recoltarea măslinelor**

Dezvoltarea tehnică și tehnologică a unor probleme complexe conduce la realizarea unor sisteme eterogene cu capabilități specifice la recoltarea fructelor. Aici regăsim elemente de robotizare definite de sisteme cu funcții similare funcțiilor umane [64].

Elementele de robotică integrate sunt caracterizate prin eterogenitatea funcțională care este determinată de:

- preluarea datelor din mediu înconjurător (diametrul trunchiului sau al crengilor);
- procesarea și prelucrarea datelor;
- acțiunea prin forțe (valorile de scuturare).

Având în vedere aceste aspecte la problematica ingineriei și managementului recoltării măslinelor, rezultă posibilitatea de dezvoltare a unor soluții specifice din domeniul roboticii [1].

Pentru a crea un sistem robotic integrat eficient, trebuie abordate și aspecte generale precum complexitatea, prețul și performanța. Un astfel de sistem trebuie să fie cât mai accesibil din punct de vedere al prețului și să fie cât mai eficient. Sistemul trebuie să fie adaptat la tehnologia actuală, fără a compromite performanța și fără a necesita costuri suplimentare.

Din studiul teoretic anterior se cunoaște că efectul vibrațiilor în punctul de contact al măslinului cu dispozitivul de scuturare constituie unul din cele mai importante elemente care influențează detașarea măslinelor. Din acest punct de vedere este utilă modificarea parametrilor precum frecvența și amplitudinea, pentru o detașare/recoltare cât mai eficientă. Astfel, apare necesară cunoașterea parametrilor care influențează transmiterea vibrațiilor de la punctul inițial până la măslina propriu-zisă [23].

Acest studiu contribuie la o înțelegere cât mai bună a fenomenului de recoltare prin vibrare, la proiectarea unor dispozitive cât mai eficiente și a metodelor de vibrare cât mai bune, toate acestea pentru o recoltare cât mai eficientă.

Se cunosc proprietățile lemnului de măslin, modulul de elasticitate de 177.700 N/cm<sup>2</sup> și rigiditatea mecanică de 0.00731 N/cm, dar și frecvența naturală a vibrațiilor cu valori cuprinse între 20-22Hz și o densitate de 1.1 g/cm<sup>3</sup> [10, 11, 40, 72].

Am pornit de la cerința de a simplifica structura măslinului, atât în dimensiunile trunchiului (înălțime și diametru), cât și în număr de crengi principale (acele crengi care pleacă din trunchi) (figura 4.58).



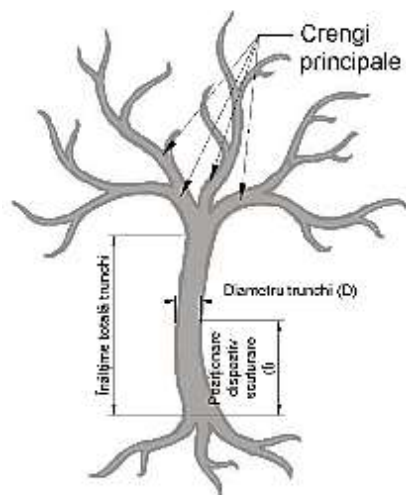


Fig. 4.58. Structura simplificată a măslinului

#### 4.5.3.1 Aspecte teoretice la integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor

Teoria vibrației lemnului este complexă datorită morfologiei și caracteristicilor lemnului. Din acest motiv am considerat modulul de elasticitate a măslinului longitudinal ca fiind modulul de elasticitate global al lemnului de măslin. De asemenea, trebuie ținut cont și de influențele externe și anume de rezistența dată de aer asupra mișcărilor crengilor, frunzelor și a măslinelor [116]. Astfel am determinat trunchiul măslinului, până în punctul de vibrație ca fiind o bară încastată (figura 4.59) [1, 32].

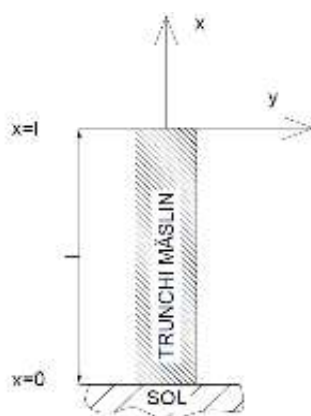


Fig. 4.59. Simplificarea trunchiului măslinului în formă de bară cu secțiune variabilă

Ecuția de transmisie a vibrațiilor va fi:

$$\sigma = E \cdot \epsilon + c \cdot \dot{\epsilon} \quad (1)$$

Unde:

$\sigma$  – tensiune  
 $E$  – modulul de elasticitate  
 $c$  – coeficientul de amortizare internă  
 $\epsilon$  – deformația  
 $\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt}$   
 $k$  – coeficient de elasticitate

Modelele matematice pentru ecuația de mai sus sunt date de modelele Kelvin-Voigt și Maxwell, figura 4.60 [1].

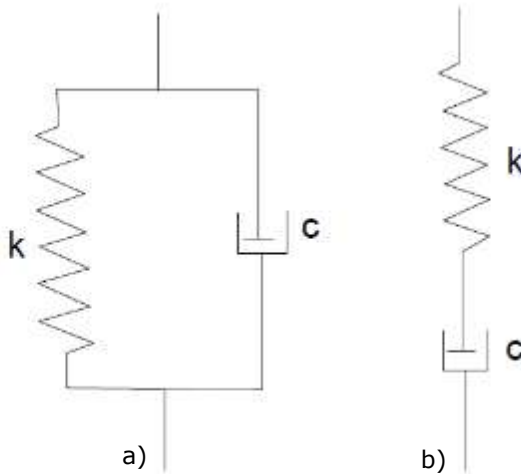


Fig. 4.60. Modelele Kelvin-Voigt (a) și Maxwell (b)

Cercetători au arătat că modelul Maxwell este cel mai apropiat pentru comportamentul lemnului de măslin [64, 72], ecuația de transmisie a vibrațiilor devine:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{1}{c} \int_{-\infty}^t \sigma dt \quad (2)$$

Amortizarea logaritmică ( $\delta$ ), pentru măslin fiind dată de ecuația:

$$\delta = \frac{E}{2\omega c}$$

Iar această ecuație ne arată că amortizarea este invers proporțională cu frecvența.

Ecuația transmiterii vibrațiilor în trunchiul măslinului se poate defini ca fiind:

$$\rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + E \frac{\partial^4 y}{\partial t^4} + C \frac{\partial^5 y}{\partial x^4 \partial t} = 0 \quad (3)$$

Unde:

$\rho$  – denistatea

$t$  – timpul

În ecuația (3) mai trebuie adăugată și influența forței de rezistență a aerului asupra crengilor, frunzelor și a măslinelor.

Forța de rezistență a aerului este dată de ecuația:

$$F_d = \frac{C_d A \rho V^2}{2} \quad (4)$$

Unde:

$C_d$  – coeficient de rezistență

$A$  – secțiunea suprafeței de contact

$V$  – viteza mișcării

$\rho$  – densitatea aerului

Simplificând ecuația, energia explorată de deprecierea liniară este:

$$W = C_v V_m^2 \frac{\tau}{\omega} \quad (5)$$

Unde:

$C_v$  – coeficeintul de deprececia liniară

Iar la deprecierea aerodinamică energia care se depreciază pe fiecare perioadă este:

$$W = \frac{8}{3} C_d \frac{V_m^3}{\omega} \quad (6)$$

Unde:

$C_d$  – coeficeintul de deprececia aerodinamică:

$$C_v = \frac{8}{3\pi} C_d V_m \quad (7)$$

$$C_v \frac{\partial y}{\partial t} \quad (8)$$

Astfel, ecuația vibrării cu depreciere internă și externă va avea forma:

$$\rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + E \frac{\partial^4 y}{\partial t^4} + C \frac{\partial^5 y}{\partial x^4 \partial t} + C_v \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \quad (9)$$

Iar ecuația finală a vibrației va fi:

$$y(x, t) = F_x [I \cos \lambda_x + II \sin \lambda_x + ((1 - I)ch\lambda_x - II sh \lambda_x)] e^{\omega} \quad (10)$$

Unde:

$F_x$  – Forța necesară generării frecvenței pe lungimea lui  $l$  la punctul  $x$  ( $x \in 0, l$ )

$I, II$  – Constante care definesc condițiile inițiale pe axele  $x$  și  $y$ :

$$I = \frac{\cos \lambda_1 ch \lambda_1 - \sin \lambda_1 sh \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} \quad (11)$$

$$II = \frac{\cos \lambda_1 sh \lambda_1 - \sin \lambda_1 ch \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} \quad (12)$$

$\lambda_1$  – coeficientul de amortizare global

$a$  – coeficientul de amortizare pe axa  $x$

$b$  – coeficientul de amortizare pe axa  $y$

$$\lambda^4 = \frac{b^2}{a^2} \quad (13)$$

$$a^2 = E + \omega C I \quad (14)$$

$$b^2 = \omega C_v - \omega^2 \rho \quad (15)$$

Coeficientul de corecție  $cr$

$$cr = \left[ \frac{\cos \lambda_1 ch \lambda_1 - \sin \lambda_1 sh \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} \cos \lambda_x + \frac{\cos \lambda_1 sh \lambda_1 - \sin \lambda_1 ch \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} \sin \lambda_x + \left( \left( 1 - \frac{\cos \lambda_1 ch \lambda_1 - \sin \lambda_1 sh \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} \right) ch \lambda_x - \frac{\cos \lambda_1 sh \lambda_1 - \sin \lambda_1 ch \lambda_1 + 1}{2(1 + \cos \lambda_1 ch \lambda_1)} sh \lambda_x \right) \right] e^{\omega} \quad (16)$$

Ecuția puterii necesare vibrației, este

$$F_l = \frac{6 * E * \frac{\pi * D^4}{64} * A}{2l^3} * D^4 * cr \quad (17)$$

Unde:

$E$  modul de elasticitate la măslin  $E = 17.770 \text{ N/mm}^2$  [10, 104]

$M$  Modulul de rupătură la măslin  $M = 155.440 \text{ N/mm}^2$  [10, 104]

$l = 500 \text{ mm}$

$cr$  - modulul de corecție,  $cr = 0.9784346$

$D$  - Diametrul  $D \in [50, 500] \text{ mm}$

$A$  - Amplitudine  $A \in [5, 150] \text{ mm}$

Elementele ecuației necesare vibrării (ecuația 17), asupra trunchiului măslinului sunt exemplificate în schema simplificată a trunchiului de măslin în momentul vibrării din figura 4.61.

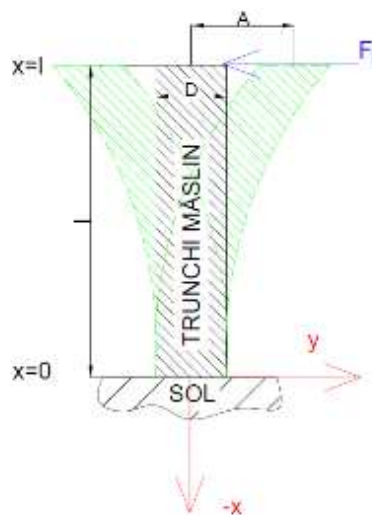


Fig. 4.61. Schema simplificată a trunchiului de măslin în momentul vibrării

#### 4.5.3.2 Aspecte practice la integrarea elementelor de robotică în recoltarea măslinelor

Din datele experimentale anterioare, din datele empirice din literatură și din ecuația (17), am centralizat datele într-o bază de date cu calcule (figura 4.62), care, în funcție de diametrul trunchiului ( $D$ ), va calcula valoarea optimă a amplitudinii ( $A$ ) și a puterii necesare vibrării ( $F_i$ ), (figura 4.63 și 4.64) [3].

118 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinei 4

D - Diametru (mm) 50-500(mm)	A - Amplitudine (mm) max 15mm	l - lungime (mm) 500mm	E - modul de elasticitate 17.770 (N/mm²)	P	F	G	H	I	J	K	L
50	15.046	500	17.77	5.032	400.872.44	125.610	0.24.31				
100	78.222	500	17.77	40.289	207.779.54	15.103	683.111.81				
150	51.282	500	17.77	125.874	826.255.34	275.149	523.168.27				
200	5.510	500	17.77	41.869	576.350.72	257.967	385.580.50				
250	26.184	500	17.77	743.622	370.825.84	11.615	982.569.264.72				
300	20.302	500	17.77	1.264.834	720.885.21	41.622	164.988.272.80				
350	25.074	500	17.77	2.032.562	251.820.01	122.448	140.278.667.20				
400	22.721	500	17.77	3.042.060	079.324.34	211.814	122.122.874.10				
450	20.252	500	17.77	4.335.642	483.257.55	744	153.709.108.826.10				
500	10.187	500	17.77	5.817.382	867.431.83	1.408.045	711.657.688.20				

Fig. 4.62. Baza de date a amplitudinii și a puterii necesare vibrației funcție de diametru

D - Diametru (mm) 50-500(mm)	A - Amplitudine (mm) max 15mm	l - lungime (mm) 500mm	E - modul de elasticitate 17.770 (N/mm²)	P	F	G	H	I	J	K	L	M
50	15.046	500	17.77	228.874.244.29	5.724.356.41							
100		500	17.77	503.263.087.24	22.834.022.43							

Fig. 4.63. Modificarea valorilor funcției de diametru, la o valoare minimă a diametrului

4.5 Cercetări privind integrarea elementelor de robotică la recoltarea măslinelor 119

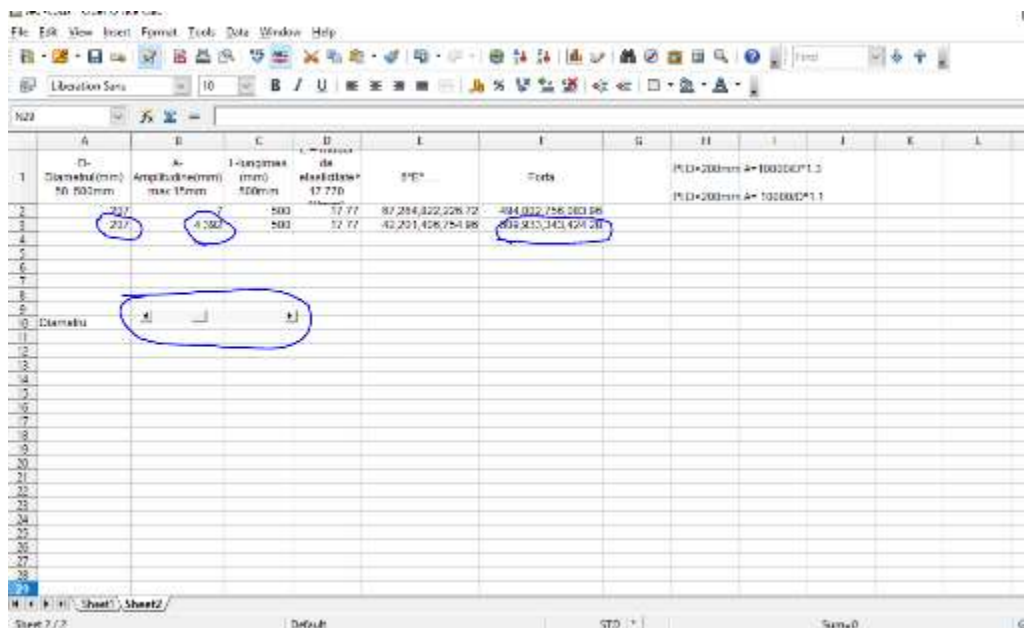


Fig. 4.64. Modificarea valorilor funcție de diametru, la o valoare intermediară a diametrului

Din aceste date am realizat un program care, în funcție de diametru, va stabili puterea și amplitudinea necesară virbării. Acest program l-am realizat cu ajutorul limbajului de programare JavaScript (JS), cu o extensie PHP (figura 4.65), fiind mai ușor de folosit la introducerea datelor într-o interfață web, iar codul JavaScript poate rula direct din browser (figura 4.66 și figura 4.67).

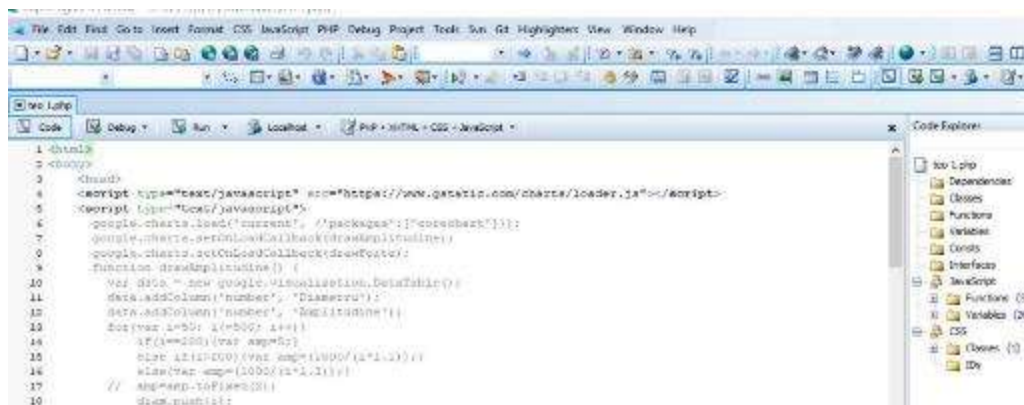


Fig. 4.65. Realizarea codului sursa în JS

120 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinei 4

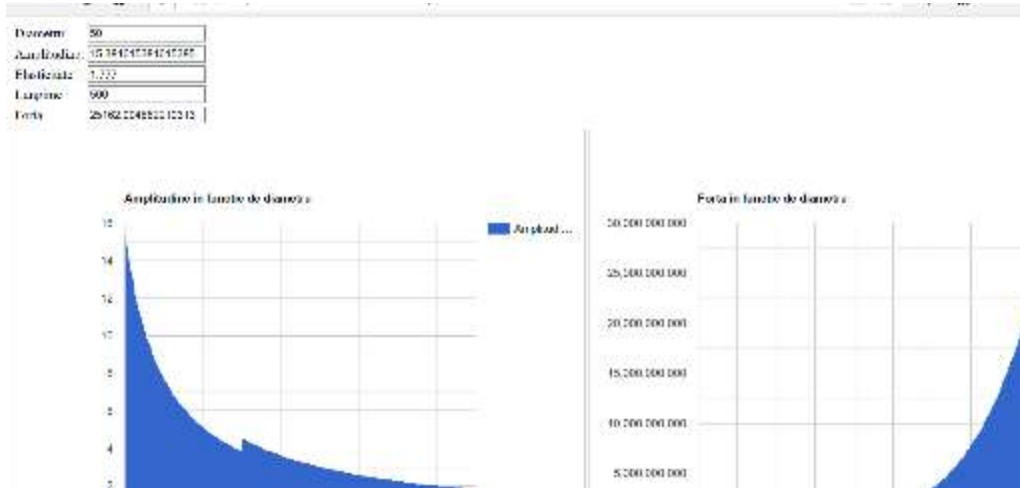


Fig. 4.66. Interfața web a programului

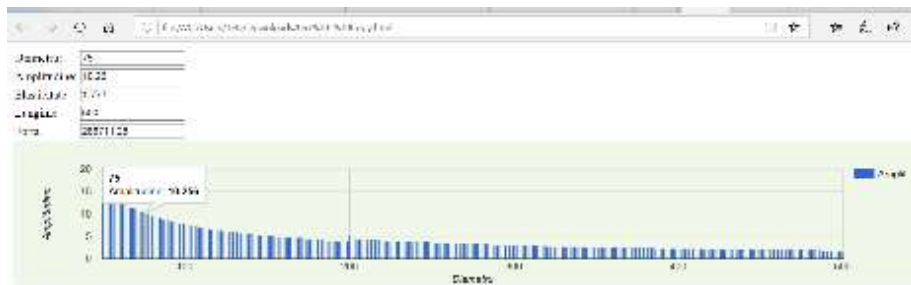


Fig. 4.67. Interfața programului și diagrama de amplitudine

Codul sursă al programului este prezentat în continuare. Acesta conține:

- **grupul inputului** format din valorile bazei de date din figura 4.62 și valoarea diametrului introdusă manual de utilizator;
- **grupul outputului** care este format din valorile amplitudinii și ale puterii necesare vibrării.

```

<html>
<body>
    <head>
        <script
            src="https://www.gstatic.com/charts/loader.js"></script>
        <script type="text/javascript">
            google.charts.load('current', {'packages':['corechart']});
            google.charts.setOnLoadCallback(drawAmplitudine);
        </script>
    </head>

```



```

google.charts.setOnLoadCallback(drawPuterea);
function drawAmplitudine() {
  var data = new google.visualization.DataTable();
  data.addColumn('number', 'Diametru');
  data.addColumn('number', 'Amplitudine');
  for(var i=50; i<=500; i++){
    if(i==200){var amp=5;}
    else if(i>200){var amp=(1000/(i*1.1));}
    else{var amp=(1000/(i*1.3));}
    // amp=amp.toFixed(2);
    diam.push(i);
    ampl.push(amp);
  }
  for(var j = 0; j <=450; j++){
    data.addRow([diam[j], ampl[j]]);
  }
  var options = {title:'Amplitudine in functie de diametru',
    width:700,
    height:600};
  var chart = new
google.visualization.ColumnChart(document.getElementById('Amplitudine_chart_div
'));
  chart.draw(data, options);
}
function drawPuterea() {
  var data = new google.visualization.DataTable();
  data.addColumn('number', 'Diametru');
  data.addColumn('number', 'Puterea');
  var elast=1.777;
  var lung=500;
  for(var i=50; i<=500; i++){
    if(i==200){var famp=5;}
    else if(i>200){var famp=(1000/(i*1.1));}
    else{var famp=(1000/(i*1.3));}
    var fincs=6*elast*(Math.PI*Math.pow(i, 4)/64)*famp;
    var fortas=(fincs/(2*Math.pow(lung, 3))*Math.pow(i, 4))/i;
    diamt.push(i);
    fortat.push(fortas);
  }
  for(var j = 0; j <=450; j++){
    data.addRow([diamt[j], fortat[j]]);
  }
  var options = {title:'Puterea in functie de diametru',
    width:700,
    height:600};
  var chart = new
google.visualization.ColumnChart(document.getElementById('Puterea_chart_div'));
  chart.draw(data, options);
}
</script>
</head>

```

```

<style>
.dot {
  height: 35px;
  width: 35px;
  background-color: #bbb;
  border-radius: 50%;
  display: inline-block;
}
</style>
<table>
<tr><td>Diametru:</td><td><input type="number" name="diametru"
id="diametru" onchange="gg()"/></td></tr>
<tr><td>Amplitudine:</td><td><input type="number" name="amplitudine"
id="amplitudine" /></td></tr>
<tr><td>Elasticitate</td><td><input type="number" name="elasticitate"
id="elasticitate" /></td></tr>
<tr><td>Lungime</td><td><input type="number" name="lungime" id="lungime"
readonly/></td></tr>
<tr><td>Puterea</td><td><input type="number" name="Puterea" id="Puterea"
/></td></tr>
</table>
<span class="dot" id="dot">
</span>
<table class="columns">
<tr>
<td><div id="Amplitudine_chart_div" style="border: 1px solid
#ccc"></div></td>
<td><div id="Puterea_chart_div" style="border: 1px solid
#ccc"></div></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>

<script>
var diam=[];
var ampl=[];
var diamt=[];
var fortat=[];
function gg(){
  var diametru=document.getElementById("diametru").value;
  var diametrup=document.getElementById("diametru").value+'px';
  let dot=document.getElementById('dot');
  dot.style.height=diametrup;
  dot.style.width=diametrup;
  //Calcule puterea,amplitudine etc
  if(diametru==200){var amplitudine=5;}
  else if(diametru>200){var amplitudine=(1000/(diametru*1.1));}
  else{var amplitudine=(1000/(diametru*1.3));}
  //amplitudine=amplitudine.toFixed(2);
  var elasticitate=1.777;
}

```

```

var lungime=500;
var finc=6*elasticitate*(Math.PI*Math.pow(diametru, 4)/64)*amplitudine;
//finc=finc.toFixed(2);
var puterea=(finc/(2*Math.pow(lungime, 3))*Math.pow(diametru, 4))/diametru;
//puterea=puterea.toFixed(2);
document.getElementById("amplitudine").value=amplitudine;
document.getElementById("elasticitate").value=elasticitate;
document.getElementById("lungime").value=lungime;
document.getElementById("puterea").value=puterea;

}
</script>

```

### 4.5.3.3 Aspecte experimentale la integrarea elementelor de robotică în sistemele pentru recoltarea măslinelor

Pentru realizarea părții experimentale din acest caz am împărțit livada de măslini în două zone de aproximativ aceeași dimensiune (figura 4.68), zona „A” având un total de 105 măslini, iar zona „B” având un total de 97 de măslini [3].

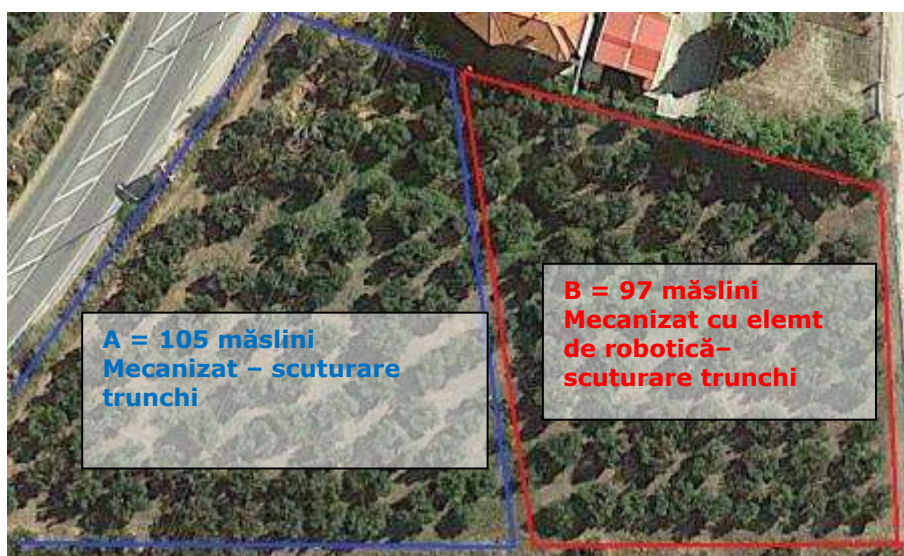


Fig. 4.68. Livadă de măslini împărțită în două zone

Am măsurat diametrul tuturor trunchiurilor măslinilor, din cele două zone, la o înălțime de 50 de cm față de sol cu un șubler, (figura 4.69 și 4.70), iar valorile au fost centralizate într-o bază de date (Anexa 2 și 3). Pentru simplificare am structurat baza de date în ordine crescătoare a diametrul măslinilor.



Fig. 4.69. Măsurarea înălțimii zonei de scuturare



Fig. 4.70. Măsurarea diametrului trunchiului măslinului în zona de scuturare

**VARIANTA 1.** În zona „A” am folosit utilajul de scuturare Pellenc, pentru toți cei 105 măslini, fără a ajusta valorile (așa cum se folosește în momentul de față), figura 4.71, păstrând constanți parametri scuturării. După fiecare scuturare am cântărit măslinile detașate și am studiat dacă au rămas deteriorări vizibile asupra trunchiului măslinului în zona de contact, iar toate valorile le am centralizat în baza de date (tabelul 4.9 - Anexa 2).



Fig. 4.71. Dispozitivul clasic de detașarea prin scuturare

Tabel 4.9 Centralizarea datelor din zona „A” după detașarea prin scuturare (Tabelul complex ANEXA 2)

Măslin	Diametrul trunchiului la 50 cm de sol (cm)	Puterea (Nm/s)	Amplitudinea (mm)	Măsline detașate (Kg)	Trunchi deteriorat (%)
1	170,23	60.000	15	22.69	39%
2	172,89	60.000	15	19.50	69%
3	175,41	60.000	15	25.46	47%
...	...	...	...	...	...
55	213,05	60.000	15	20.94	79%
56	213,38	60.000	15	23.14	82%
57	213,70	60.000	15	24.44	35%
...	...	...	...	...	...
103	249,65	60.000	15	26.93	94%
104	251,98	60.000	15	17.94	97%
105	256,30	60.000	15	22.30	36%

**VARIANTA 2.** Pentru realizarea experimentului am folosit un dispozitiv electric de reglare a amplitudinii și a frecvenței (figurile 4.72 și 4.73) și un motor electric cu excentric care poate genera o putere de până la 85 HP (echivalentul a 63.384,49 N m/s) și o frecvență de până la 60 Hz, (figura 4.74).



Fig. 4.72. Reglarea frecvenței



Fig. 4.73. Reglarea amplitudinii



Fig. 4.74. Motorul cu excentric

Am montat aceste dispozitive pe dispozitivul de scuturare, (figura 4.75 și 4.76), astfel încât să pot modifica valorile amplitudinii și puterii de scuturare la nivelul recomandărilor date de program. Pentru a realiza acest lucru am introdus valoarea diametrului măslinului în program (figura 4.77).



Fig. 4.75. Sistemul de scuturare cu excentricul atașat



Fig. 4.76. Detașarea măslinelor prin scuturare, prin reglarea puterii și a amplitudinii

Diametru:	172,23	Diametru:	254,30
Amplitudine:	4,47	Amplitudine:	3,57
Elasticitate:	1,777	Elasticitate:	1,777
Lungime:	500	Lungime:	500
Puterea:	2048,57	Puterea:	7796,81

Fig. 4.77. Introducerea valorii diametrului în program

Astfel după fiecare scuturare am cântărit măslinile detașate, am studiat dacă au existat deteriorări vizibile (după gradul de deteriorare din tabelul 4.10 conform figurilor 4.78-4.81) și am centralizat toate valorile în baza de date (tabelul 4.11 - Anexa 3).

Tabel 4.10 Gradul de deteriorare după detașarea prin scuturare

Gradul de deteriorare (intensitate)	Deteriorări vizibile pe trunchiul măslinului			
	I	II	III	IV
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
	Urme inexistente sau foarte mici	Urme vizibile de dimensiuni mici (max 10 cm)	Urme de dimensiuni foarte mari (max 40 cm)	Urme mari, scoarța deteriorată și ruptă



Fig. 4.78. Grupa I de deteriorare



Fig. 4.79. Grupa II de deteriorare



Fig. 4.80. Grupa III de deteriorare



Fig. 4.81. Grupa IV de deteriorare

Tabel 4.11 Centralizarea rezultatelor din zona „B” după detașarea prin scuturare cu integrarea elementelor de robotică, (Tabelul complex ANEXA 3)

Măslin	Diametru trunchiului la 50 cm de sol (cm)	Puterea (N m/s)	Amplitudinea (mm)	Măsline detașate (Kg)	Trunchi deteriorat
1	172,21	2.048,57	4,47	24.57	0%
2	173,11	2.084,51	4,44	27.27	7%
3	174,23	2.120,86	4,42	20.18	29%
...	...	...	...	...	...
48	220,16	5.066,22	4,13	26.40	44%
49	220,20	5.078,31	4,13	27.19	22%
50	220,31	5.098,47	4,13	25.58	0%
...	...	...	...	...	...
95	250,65	7.434,23	3,63	26.59	18%
96	252,98	7.614,08	3,59	23.33	45%
97	254,30	7.796,81	3,57	17.92	38%

#### 4.5.4 Rezultate și discuții

Pe baza rezultatelor din calcule, încercări experimentale și valorilor reale am realizat un program care determină valorile optime ale procesului de recoltare pentru a rezulta o detașare cât mai eficientă, cu o deteriorare cât mai mică a trunchiului măslinului. Parametri de referință sunt amplitudinea și puterea de scuturare optime.



Cu cât diametrul trunchiului este mai mare cu atât amplitudinea este mai mică și forța de scuturare este mai mare, iar la un diametru mic amplitudinea este mai mare și forța de scuturare corespunzătoare este mai mică (figura 4.82 și 4.83).

Variația amplitudinii  
in funcție de diametrul măslinului

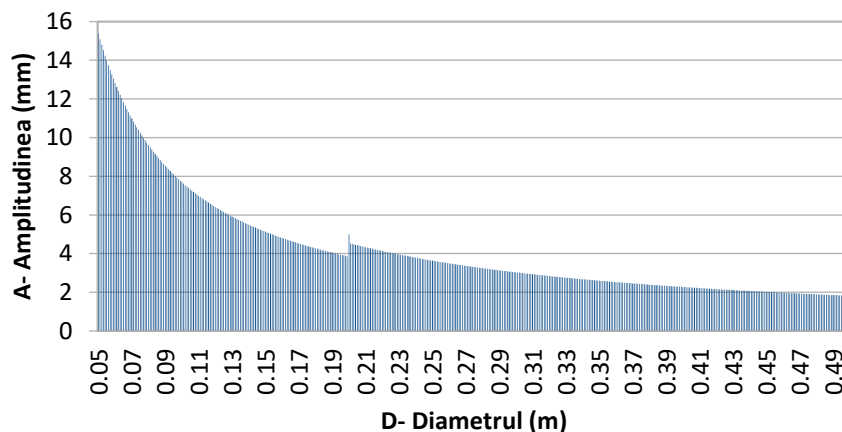


Fig. 4.82. Variația amplitudinii funcție de diametru

Forța în funcție de diametrul măslinului

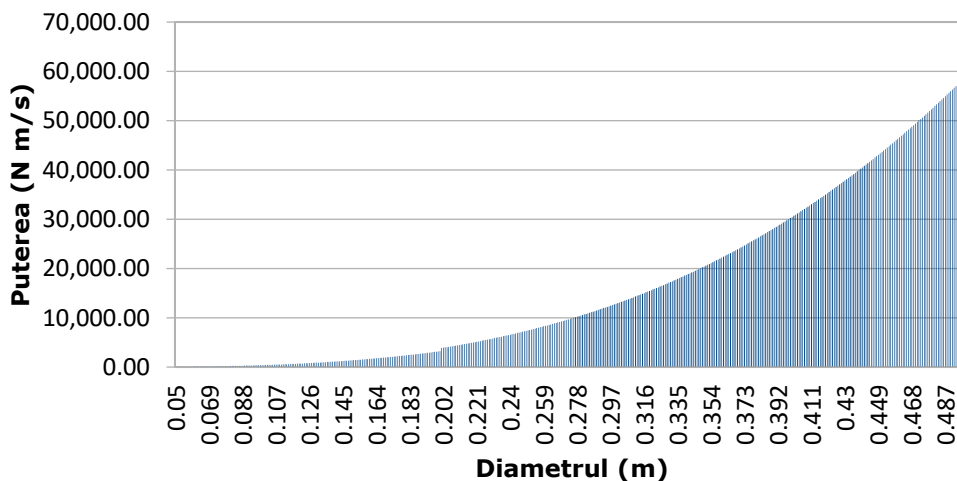


Fig. 4.83. Variația puterii funcție de diametrul măslinului

Pentru a determina eficiența procesului de detașare la măslină am făcut o comparație între sistemele de detașare, cel clasic (varianta A, fără integrarea elementelor de robotică) și cel cu elemente de robotică (varianta B, cu integrarea elementelor de robotică) (figurile 4.84, 4.85 și 4.86), din care a rezultat:

130 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4

- La *varianta A* am observat o deteriorare a trunchiului măslinului la nivelul scoarței. Această deteriorare este determinată, în principal, de puterea și de amplitudinea prea mare în raport cu diametrul. Nu am observat o legătură cauzală directă între mărimea diametrului și nivelul deteriorării scoarței măslinului.
- La *varianta B* am observat o deteriorare mult mai mică a trunchiului măslinului la nivelul scoarței față de varianta B. Scăderea deteriorării este bazată, în principal, pe ajustarea puterii și a amplitudinii față de diametrul trunchiului. Totodată și la această variantă nu am observat o legătură directă între mărimea diametrului trunchiului și nivelul deteriorării scoarței măslinului.
- La varianta A, din totalul de 105 de măslini, nici unul nu fost încadrat în prima grupa de deteriorare (fără leziuni vizibile sau cu leziuni foarte mici), 40 de măslini s-au încadrat în categoria a II-a (cu leziuni vizibile de dimensiuni mici), 33 în categoria a III-a și 32 în categoria a IV (cu leziuni mari pe scoarța trunchiului). În schimb, la varianta B (cu utilizarea elementului de robotică), valorile au fost semnificativ îmbunătățite, nici un măslin nu s-a încadrat în grupele III și IV de deteriorare, 42 din totalul de 97 au fost încadrați în prima grupă de deteriorare, iar restul în grupa a II-a de deteriorare (tabelul 4.12 și figura 4.84).

Tabel 4.12 Valorile comparative a deteriorării scoarței trunchiului măslinului

Gradul de deteriorare	Varianta A		Varianta B	
	Numărul total de măslini deteriorați	Procentul măslinilor deteriorați	Numărul total de măslini deteriorați	Procentul măslinilor deteriorați
I	0	0.00%	42	43.30%
II	40	37.14%	55	56.70%
III	33	31.43%	0	0.00%
IV	32	30.48%	0	0.00%

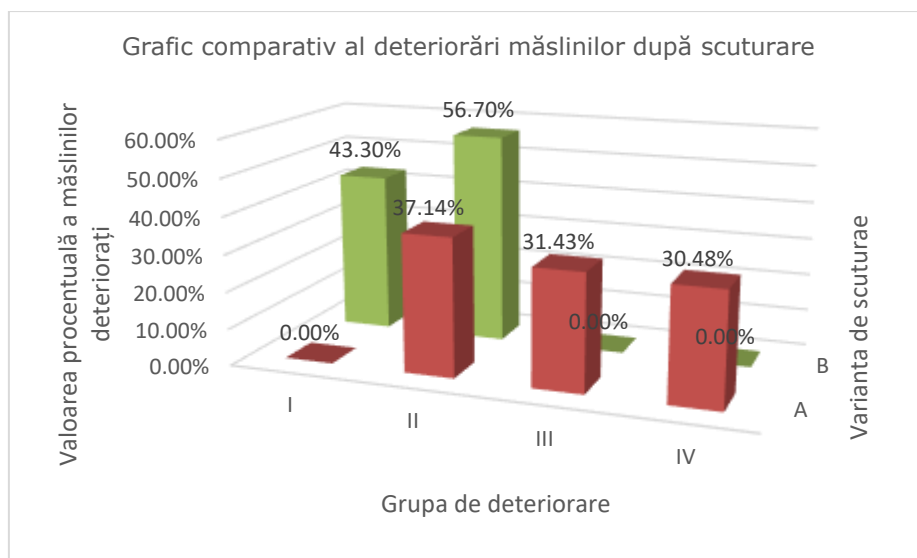


Fig. 4.84. Graficul comparativ de deteriorare a măslinelor

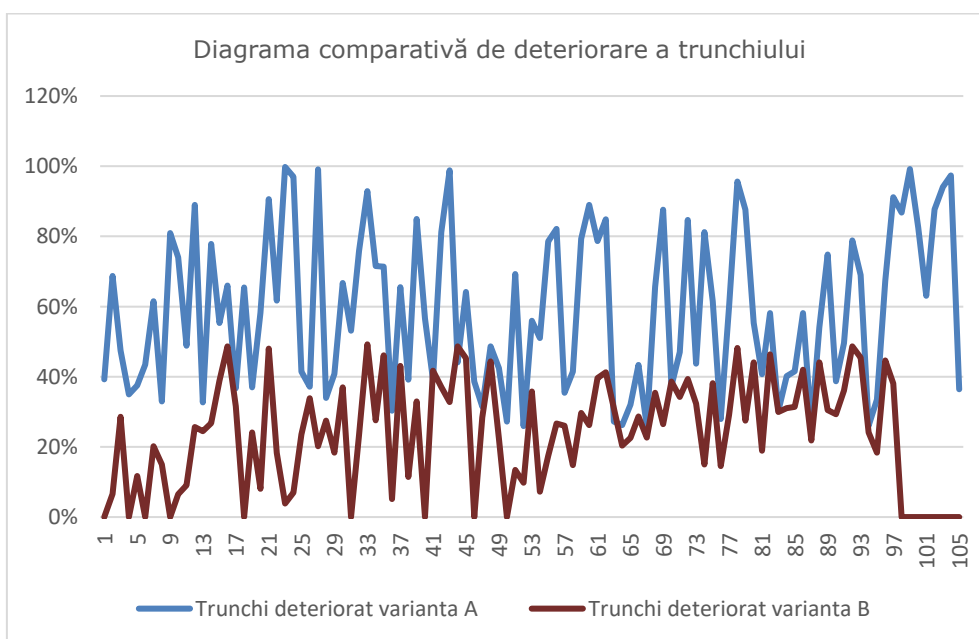


Fig. 4.85. Deteriorarea trunchiului la detașarea măslinelor

La ambele variante numărul total de măslini detașate a fost asemănător, fără a fi influențat de modificările valorii amplitudinii și a puterii de scuturare (figura 4.86).

132 Cercetari experimentale privind optimizarea sistemelor tehnologice pentru integrarea elementelor de robotica in realizarea unui sistem pentru recoltarea măslinelor 4

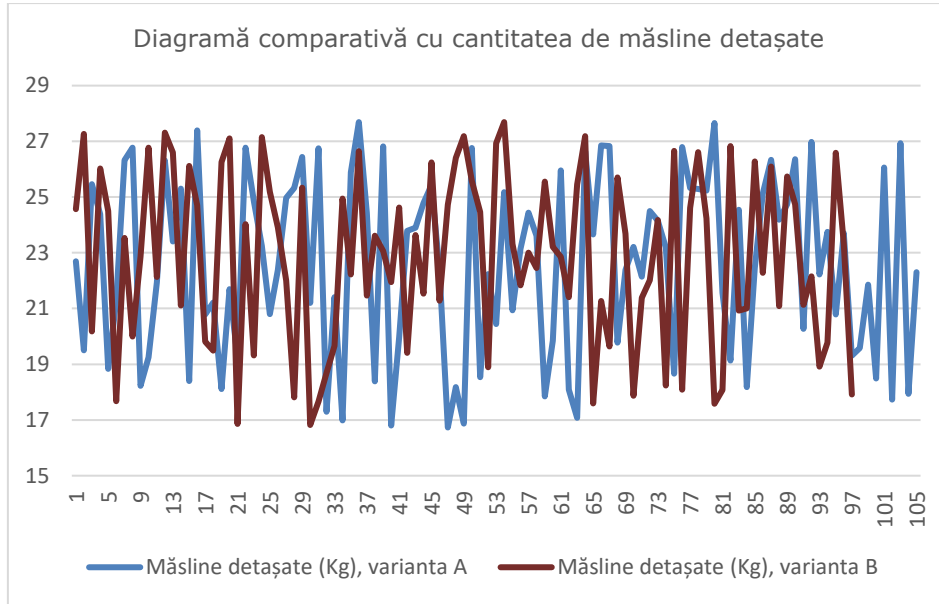


Fig. 4.86. Detașarea măslinelor la cele două variante

## 5. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE ALE CERCETĂRII

Odată cu evoluția și dezvoltarea tehnologiei, a crescut și interesul în robotizarea agriculturii. Astfel, în ultimii ani se investește tot mai mult în cercetarea și dezvoltarea de noi soluții de recoltare cât mai eficiente, dar se cercetează și implementarea unor soluții viabile pentru a acoperi nevoile pieței de consum. Prezenta cercetare s-a axat pe studiul comportamentului măslinului în momentul recoltării prin vibrarea trunchiului, la diferite diametre și la diferite stadii de maturitate a măslinelor.

*Detașarea măslinelor în funcție de grosimea trunchiului măslinului a fost analizată prin modificarea puterii aplicate pentru obținerea amplitudinii și a frecvenței deja stabilite de restricțiile tehnologice, realizând astfel daune cât mai mici asupra măslinului.*

*Această analiză a fost realizată prin modelare 3D și prin măsurări cu senzori, iar rezultatele obținute la finele fiecărui experiment au fost centralizate și analizate.*

*Tot pe baza analizei detașării măslinelor s-a efectuat și un studiu asupra influenței frecvenței și a amplitudinii la momentul de detașare, raportate la gradul de maturitate al măslinelor.*

În final, cercetarea realizată a confirmat prezumțiile inițiale cu privire la faptul că specificitatea activităților din procesele de recoltare impun o abordare aparte a managementului unor astfel de procese.

### 5.1. Concluzii generale

Cercetarea efectuată a presupus realizarea experimentelor de analiză a rezistenței măslinului la vibrații prin modelarea 3D, proiectarea și analiza rezultatelor măsurărilor, interpretări și modelări ale frecvenței și amplitudinii, care permit formularea concluziilor utilizând rezultatele obținute.

Astfel:

- Relieful geografic al Greciei nu oferă suprafețe plane, câmpii de dimensiuni mari, rezultând zone agricole de dimensiuni mai mici;
- Datorită reliefului Greciei livezile de măslin se regăsesc pe suprafețe accidentale, pante ale munților dar și câmpii;
- Cel mai des întâlnit tip de livadă de măslin, în Grecia, este livada de tip tradițional-modern, la care recoltarea se poate face cu dispozitive de scuturare a trunchiului;
- Nu este, momentan, justificată o livadă hiperintensivă datorită costurilor și datorită calității produsului final (ulei de măslin și măslin de consum);
- Livada tradițional-modernă este optimă pentru livezi de dimensiuni mici (1-3 ha), care produc o calitate superioară a măslinelor;
- O influență asupra calității uleiului de măslin o are „momentul” de recoltare, deoarece dacă măslinul este procesat necoapte atunci și uleiul este mai amar și de o calitate scăzută;

- Prin realizarea măsurătorilor la măslini s-au identificat principalele caracteristici care influențează procesul de detașarea a măslinelor din pomul de măslin;
- Experimentând modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mici au rezultat parametri teoretici de vibrații esențiali pentru realizarea prototipului de dimensiuni mici al mașinii de scuturat;
- Au rezultat mici diferențe ale parametrilor vibrației la prototip în comparație cu faza de modelare;
- Modelarea 3D a unui măslin de dimensiuni mari, asemănător cu măslinii din livezile moderne, permite determinarea valorilor teoretice ale frecvenței și amplitudinii optime la scuturare;
- Prin cercetare s-a demonstrat că atât frecvența cât și amplitudinea au un rol important în detașarea măslinelor, iar vibrațiile în deteriorarea măslinului;
- S-a obținut o detașare diferențiată a măslinelor (verzi, maro și negre), în funcție de modificarea valorilor amplitudinii și frecvenței;
- Pentru a se obține randamente mari în timpul recoltării se recomandă varianta de plantații moderne, la care recoltarea să se realizeze mecanizat;
- Pentru obținerea unei recolte mai mari este necesară protejarea măslinului în momentul recoltării;
- Forța scuturării la recoltarea prin scuturare este un parametru care poate deteriora măslinul;
- S-a putut optimiza forța de scuturare în funcție de valoarea diametrului trunchiului în punctul de scuturare;
- Din valorile empirice și din cele experimentale am dezvoltat un program care poate determina forța optimă de scuturare în funcție de diametrul zonei de contact;
- Optimizarea forței de scuturare în funcție de diametrul trunchiului, a scăzut valoarea deteriorării în zona de contact a dispozitivului de scuturare cu trunchiului măslinului;
- Au rezultat patru grupe de deteriorare a zonei de contact și anume: grupa I - urme inexistente sau foarte mici; grupa II - urme vizibile de dimensiuni mici (max 10 cm); grupa III - urme de dimensiuni foarte mari (max 40 cm); grupa IV - urme mari, scoarța deteriorată și ruptă;
- Varianta optimizată a dus la o scădere a deteriorării, reducând în totalitate grupele III și IV de deteriorare în zona de contact.

## **5.2. Contribuții personale**

Lucrarea aduce o serie de contribuții personale, teoretice, experimentale și aplicative, bazate pe studiul documentar și pe cercetările experimentale realizate pe tot parcursul perioadei de pregătire doctorală.

### **5.2.1 Contribuții teoretice**

Cele mai importante contribuții teoretice sunt:

- analiza principalelor metode de recoltare a măslinelor;

- studiul documentar asupra stadiului actual al cercetărilor privind sistemele de recoltare a măslinelor;
- analiza critică a principalelor tipuri de recoltare a măslinelor abordate prin elementele esențiale ale procesului de recoltare;
- analiza comparativă a sistemelor actuale de recoltare, atât din punct de vedere economic, cât și din punct de vedere al rentabilității;
- analiza principalelor oportunități de integrare a elementelor de robotizare în sistemele tehnologice de recoltare a măslinelor în plantațiile tradiționale, moderne și hiperintensive;
- elaborarea unui model de calcul pentru eficientizarea parametrilor de recoltare;
- conceperea unui prototip pentru recoltare, care își ajustează parametri de scuturare în funcție de diametrul măslinului în zona de contact.

### 5.2.2 Contribuții experimentale

Lucrarea aduce un număr mare de contribuții experimentale, dintre care se prezintă cele cu o importanță și un impact semnificativ:

- studiul vibrațiilor la un model virtual de măslin;
- studiul vibrațiilor la un măslin real;
- studiul comparativ al parametrilor de scuturare la un măslin virtual (modelare 3D) și unul real (validarea modelului teoretic realizat);
- studiul privind influența amplitudinii și a frecvenței pentru procesul de detașare a măslinelor în funcție de gradul de maturitate a măslinelor;
- identificarea elementelor principale necesare la un sistem pentru recoltarea măslinelor (SRM);
- determinarea pe cale experimentală a unei formule de calcul pentru puterea optimă de scuturare;
- realizarea unui program pentru calculul parametrilor de scuturare (amplitudinea și puterea de scuturare), în funcție de diametrul arborelui în zona de contact cu dispozitivul de scuturare, în vederea determinării puterii optime de scuturare;
- analiza corelației între gradului de deteriorare a măslinului în zona de contact cu dispozitivul de scuturare și parametri tehnico-funcționali ai dispozitivului;
- analiza comparativă a sistemului de scuturare clasic cu sistemul propus care integrează elemente de robotică.

### 5.2.3 Contribuții aplicative

- contribuții la reducerea costurilor totale de la recoltarea măslinelor;
- optimizarea tehnică și tehnologică a sistemelor de recoltare a măslinelor;
- creșterea calității și a productivității la recoltarea măslinelor;
- optimizarea parametrilor de recoltare în funcție de diametrul măslinului;
- implementarea elementelor de robotică la recoltarea măslinelor;
- stabilirea valorilor optime ale parametrilor de recoltare asigurând o deteriorare cât mai mică a zonei de contact, fără a fi influențată productivitatea echipamentelor de recoltare.

### **5.3 Perspective de dezvoltare ulterioară a cercetării**

Cele mai importante direcții de studiu identificate în urma experienței acumulate prin prezenta cercetare sunt:

- posibilitatea de extindere a cercetărilor experimentale pentru sisteme de recoltare utilizate la alți pomi, la care fructele se pot recolta/detașa prin scuturare;
- extinderea cercetărilor experimentale privind influența vibrațiilor și cazurile altor livezi și pomi;
- aprofundarea și extinderea cercetărilor privind creșterea productivității prin utilizarea elementelor de robotizare în recoltarea fructelor, dar și pentru alte operațiuni care trebuie realizate cum ar fi: tunderea pomilor, stropirea sau curățarea terenului;
- analiza în timp real a diverselor mostre, frunze, fructe, sol etc.;
- realizarea unui prototip pentru recoltare, prevăzut cu sistem de corecție dinamică bazat pe diametrul trunchiului și pe modulul de elasticitate.



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

Ing. **BABANATSAS Theoharis**

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

- [1] **T. Babanatsas**, R. M. Babanatis Merce, D. O. Glavan and A. Komjaty: "Value analysis of harvesting systems for olives", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019 (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)
- [2] R. M. Babanatis Merce, **T. Babanatsas** and D. O. Glavan: "Experimental study of decreasing the damage to the olive tree during mechanized harvesting", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019 (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)
- [3] D. O. Glavan, **T. Babanatsas**: "Tool machinery vibrations frames comparison concerning welded or moulded manufacturing structures", MSE 2017 "Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017 (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)
- [4] D. O. Glavan, **T. Babanatsas**, R. M. Babanatis Merce: "3D modeling of olive tree and simulating the harvesting forces", MSE 2017 "Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017 (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)

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

- [1] **T. Babanatsas**, D. O. Glăvan, R. M. Babanatis Merce, S. A. Maris: "Modelling in 3D the olive trees cultures in order to establish the forces (interval) needed for automatic harvesting", International Conference on Applied Sciences, 294, 2018 (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)
- [2] **T. Babanatsas**, D. O. Glăvan, R. M. Babanatis Merce, I. Radu, S. A. Maris: "Harvesting olive tree using accurate vibrations generated by a robotic system", The 10th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering (KOD 2018) 6–8 June 2018, Novi Sad, Serbia (WEB OF SCIENCE – THOMSON REUTERS)

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

- [1] D. O. Glăvan, **T. Babanatsas**, R. M. Babanatis Merce: „Comparative research bedframe behavior on a lathe normal variations caused molded or welded to the requests of forced vibrations”, Annals of the University of Petroșani, Mechanical Engineering, vol. 17, 2015
- [2] D. O. Glăvan, **T. Babanatsas**, R. M. Babanatis Merce: „Study of harvesting methods and necessity of olive harvesting robot”, ANNALS of Faculty

Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XV [2017]  
– Fascicule 3

- [3] **T. Babanatsas**, D. O. Glăvan, R. M. Babanatis Merce: „Concept of an automating olive harvesting system” , ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XV [2017] – Fascicule 3

## 6. BIBLIOGRAFIE

- [1] Amirante, P., Catalano, P., Giannetta F., Leone A. and Montel, G.L. *Vibration Analysis of an Olives Mechanical Harvesting System*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, 2007
- [2] Amirante, P., Tamborrino, A. and Leone, A. *Olive harvesting mechanization systems in high density orchards*. Acta Horticulturae, pp. 351-358, 2012
- [3] Babanatis Merce, R. M., **Babanatsas, T.** and Glavan, D. O. *Experimental study of decreasing the damage to the olive tree during mechanized harvesting*. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019
- [4] **Babanatsas, T.**, Babanatis Merce, R. M., Glavan, D. O. and Komjaty, A. *Value analysis of harvesting systems for olives*. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019
- [5] **Babanatsas, T.**, Glăvan, D. O. and Babanatis Merce, R. M. *Concept of an automating olive harvesting system*. ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XV – Fascicule 3, 2017
- [6] **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*. International Conference on Applied Sciences, 294, 2018
- [7] **Babanatsas, T.**, Glăvan, D. O., Babanatis Merce, R. M., Radu, I. and Maris, S. A. *Harvesting olive tree using accurate vibrations generated by a robotic system*. The 10th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering (KOD 2018) Novi Sad, Serbia, 2018
- [8] Bazakos, C. *Means to detect adulteration in olive oil*. Ms thesis, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, 2007
- [9] Berenguer, M.J., Vossen, P.M., Grattan, S.R., Connell, J.H. and Polito, V.S. *Tree irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil*. 2006
- [10] Birbili, D. *Wood properties*. Larisa, Ed. TEI, 2012
- [11] Blanco-Roldan, G. L., Gil-Ribes, J. A., Kouraba, K. and Castro-García, S. *Effects of trunk shaker duration and repetitions on removal efficacy for the harvesting of oil olives*. Applied Engineering in Agriculture, 2009
- [12] Camposeo S, Vivaldi GA, Gattullo CE. *Ripening indices and harvesting times of different olive cultivars for continuous harvest*. Sci Hortic (Amsterdam) 151, 2013
- [13] Castillo-Ruiz F.J., Agüera-Vega J., Blanco-Roldán G.L., Sola-Guirado R.R., Jiménez-Jiménez F., CastroGarcia S., Gil-Ribes, J.A. *Criteria for olive orchard design aimed at its mechanical harvesting*. VII congreso ibérico de agroingeniería y ciencias hortícolas, 1781-1786, 26-29 August, Madrid, Spain, 2013
- [14] Castro, J., Fernández, A., Aguilera, P., Orgaz, F., Garcia, J.A. and Jimenez, B. *Oil quality and response to irrigation in traditional olive orchards*. Proceedings of the 2nd International Seminar Olivebioteq, Marsala-Mazara del Vallo, Italy, 2, pp. 157–160, 2006
- [15] Castro-García, S, et. al. *Table olive response to harvesting by trunk shaker*. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, 2014
- [16] Castro-García, S., Blanco-Roldán, G. L. and Gil-Ribes, J. *Table olive orchards for trunk shaker harvesting*. Biosyst. Eng. Vol. 129, pp. 388–395, 2015

- [17] Chatzissavvidis C., Therios I., Evagelinou D., Tsaprali E., Chouliaras V., Malissov N. and Mantzoutsos I. *The effect of fertilization treatments on productivity, maturation, carotenoid content and nutritional status of the table olive cultivar*. Balkan Agriculture Congress, Edirne, Turkey, 2014
- [18] Costelenus, G. D. *Elemente de cultivare a măslinelor*. Athens, Ed. Ianuarios, 2016 [26]
- [19] Di Giovacchino, L. Technological Aspects. Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties. New York: Springer, 2013
- [20] El Attar, M. Z., El Awady, M. N., Rashwan, M. and Genaidy, M. A. I. *Physical Properties Effects on Shaker-Model Harvesting of Olive-Trees*. Modern Technology in Agricultural Engineering Researches and Application, 12th Conference of Miser Society of Agricultural Engineering. Giza, Egypt, 2006
- [21] Fabbri, A. *Olive Propagation Manual*. Landlinks Press, 2004 [25]
- [22] Farinelli, D., Boco, M. and Tombesi, A. Intensity and growth period of the fruit components of olive varieties. *Acta Horticulturae* 568, pp. 607–610, 2002
- [23] Farinelli, D., Tombesi, S., Famiani, F. and Tombesi, A. *The fruit detachment force/fruit weight ratio can be used to predict the harvesting yield and the efficiency of trunk shakers on mechanical olive harvesting*. *Acta Horticulturae*, 965, pp. 61-64, 2012
- [24] Francisco J. J., et al. *Table Olives Mechanical Harvesting with Trunk Shakers: Orchard Adaption and Machine Improvements*. The Italian Association of Chemical Engineering, Vol. 44, 2015
- [25] Gaddi, A.V., Bove, M., Cicero, A., Nascetti, S. and Covas, M.I. *Role of olive oil in the health: results from the Euroolive study*. Proceedings of the 2nd International Seminar Olivebioteq, Marsala-Mazara del Vallo, Italy, Special seminars and invited lectures, pp. 273–280, 2006
- [26] Gaia, G. *Encyclopedia of Olive Oil: Olive oil*. Athens, Ed. Axion, pp. 305-387, 2016
- [27] Gil, J. A., Castro, S., Blanco, G.L., Agüera, J. *Modal testing of trunk shakers used in olive mechanical harvesting, information and technology for sustainable fruit and vegetable production*. FRUTIC, Montpellier, France, 2005
- [28] Glavan, D. O. and **Babanatsas T.** *Tool machinery vibrations frames comparison concerning welded or moulded manufacturing structures*. MSE 2017 - Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017
- [29] Glavan, D. O., **Babanatsas, T.**, Babanatis Merce, R. M. *Comparative research bedframe behavior on a lathe normal variations caused molded or welded to the requests of forced vibrations*. *Annals of the University of Petroşani, Mechanical Engineering*, vol. 17, 2015
- [30] Glavan, D. O., **Babanatsas, T.** and Babanatis Merce, R. M. *3D modeling of olive tree and simulating the harvesting forces*. MSE 2017 -Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017
- [31] Glavan, D. O., **Babanatsas, T.** and Babanatis Merce, R. M. *Study of harvesting methods and necessity of olive harvesting robot*. ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XIV, ISSN 1584-2673, 2016 [45]
- [32] Glavan, D. O., **Babanatsas, T.**, Babanatis Merce, R. M. and Maris, S. 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. Romania, 2017
- [33] Glavan, D. O., Radu, I., **Babanatsas, T.**, Babanatis Merce, R. M., Kiss, I. and Gaspar, M. C. *3D modeling of olive tree and simulating the harvesting forces*, 8th

- International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE 2017 “Trends in New Industrial Revolution”, vol 121, Sibiu, Romania, 2017
- [34] Grilo, F., Caruso, T. and Wang, S. Influence of fruit canopy position and maturity on yield determinants and chemical composition of virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019
- [35] Harris, D. *Producing table olives*. Australia. Ed. CSIRO, 2007
- [36] Hatzisavvas, S. *Olive and oil in the ancient Greek world*. Cultural Foundation of Piraeus Group, 2008.
- [37] Hedley, M., Jian (Andrew), and Zhang. *Accurate Wireless Localization in Sports*. Published by IEEE Computer Society, 2012
- [38] Iofrida, N., De Luca, A.I., Gulisano, G. and Strano, A. *An application of Q-methodology to Mediterranean olive production*. Stakeholders’ understanding of sustainability issues. *Agric. Syst.*, 162, pp. 46–55, 2018
- [39] Jimenez-Jimenez, F., Blanco-Roldan, G. L., Castillo-Ruiz, F. J., Castro-Garcia, S., Sola-Guirado, R. and Gil-Ribes, J. A. *Table olives mechanical harvesting with trunk shakers: Orchard adaption and machine improvements*. *Chemical Engineering Transactions*, 44, pp. 271–276, 2015
- [40] Kalligers, A. *Categories and types of wood*. Athens. Msc, 2012
- [41] Karagiannis, Th. *Mithologia Elena*. Athena, Ed. Atheneană, 1986
- [42] Karapidaki, L. *Learn about olive and oil*. Academy of Athens, 2010
- [43] Lavee S., Haskal A., Avidan B. *The effect of planting distances and tree shape on yield and harvest efficiency of cv. Manzanillo table olives*. *Sci. Hortic.*, 142, 166-173, 2012
- [44] Koloka, A. *"Elia": Myth, Economy, Beauty, Folklore*. Research study, 2012
- [45] Leone, A., Romaniello, R., Tamborrino, A., Catalano, P., Peri, G. *Identification of vibration frequency, acceleration, and duration for efficient olive harvesting using a trunk shaker*. *T. ASABE* 58, pp. 19-26, 2015
- [46] Likudis, Z.; Costarelli, V.; Vitoratos, A.; Apostolopoulos, C. *Determination of pesticide residues in olive oils with protected geographical indication or designation of origin*. *Int. J. Food Sci. Technol*, 49, pp. 484–492, 2014
- [47] Lychnou, N. *The tree of the olive tree*. Athens, Pirsos Publications, 2008.
- [48] Markou, N. *Olive oil the miraculous*. Athens, Ed. Kodmos, 2017
- [49] Manuel, P. R. et al. *Evaluation of Over-The-Row Harvester Damage in a Super-High-Density Olive Orchard Using On-Board Sensing Techniques*. *Sensors*. 18. 1242. 10.3390/s18041242, 2018
- [50] Mezidakis, I. *Manual of morphological characteristics of olive varieties*. Athens, Olive Institute, 2018
- [51] Ministerul Agriculturii Elene. *Cultivarea măslinului*. Ed. A.S. Print Xpress Ltd, 2013
- [52] Ministerul Agriculturii și dezvoltării din Cipru. *Cultivarea măslinului*. Tipografia Cipru, Vol. 4, 2017
- [53] Mnerie, D., et all. *Study about integration capacity of systems for agro-food production*. Actual tasks on agricultural engineering, proceedings. Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering-Zagreb Volume: 36, pp. 617-622, 2008.
- [54] Mousteraiki, R. *Olive and oil*. K. Adam Publishing, 2007
- [55] Oikonomakou, G. *Biological culture and standardization olive oil*. Technological educational institute (TEI) Kalamata, 2009
- [56] Peri, C. *Olive handling, storage and transportation*. Wiley-Blackwell, Italy, 2014
- [57] Peri, C. *The extra virgin Olive Oil Handbook*, Wiley-Blackwell, Italy 2014
- [58] Petropoulou-Karagiannopoulou, S. *Elaiocomia*. Kalamata, Ed. Academică, 2014
- [59] Roussos, P.A. *Growth and nutrient status of five Greek olive (Olea europaea L.) varieties subjected to chloride stress*. Book of Abstracts, Chania, 2011, pp. 367-372.

- [60] Sathyan, T., Humphrey, D. and Hedley, M. *Wireless Tracking System for Sports Training Indoors and Outdoors*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia, 2010
- [61] Sibbett, G. S. *Olive Production Manual*. California, Agriculture & Natural Resources, 2004
- [62] Sola Guirado, R., Jimenez-Jimenez, F., Blanco-Roldan, G. L., Castro-Garcia, S., Castillo-Ruiz, F. and Gil-Ribes, J. *Vibration parameters assessment to develop a continuous lateral canopy shaker for mechanical harvesting of traditional olive trees*. Spanish Journal of Agricultural Research. Vol. 14, pp. 1-10, 2016
- [63] Sola-Guirado, R. R., Ceular-Ortiz, D. and Gil-Ribes, J. A. *Automated system for real time tree canopy contact with canopy shakers*. Computers and Electronics in Agriculture, 143, pp. 139-148, 2017
- [64] Stefanidis, G. P. and Tsimpliaris, D. *Study about olive shake system*. Doctoral thesis, 2015
- [65] Therios, I. *Olives*. Athens, Ed. CABI, 2008
- [66] Therios, I. *Olives*. Athens, Ed. Colums Design, 2014
- [67] Tombesi, S., Poni, S., Palliotti, A., Farinelli, D. *Mechanical vibration transmission and harvesting effectiveness is affected by the presence of branch suckers in olive trees*. Postharvest Biology and Technology Elsevier Science Amsterdam, Netherlands, Volume 158, pp. 1-9, 2017
- [68] Trapani, S., Migliorini, M., Cherubini, C., Cecchi, L., Canuti, V., Fia, G. and Zanoni, B. *Direct quantitative indices for ripening of olive oil fruits to predict harvest time*. European Journal of Lipid Science and Technology. Vol. 118. Issue: 8, pp. 1202-1212, 2016
- [69] Tsarouhas, P.; Achillas, C.; Aidonis, D., Folinas, D. and Maslis, V. *Life Cycle Assessment of olive oil production in Greece*. J. Clean. Prod., 93, pp. 75-83, 2015
- [70] Tucu, D., Golimba, A., Mnerie, D. *Grippers design integrated in handling systems destined to agriculture mechanization*. Actual tasks on agricultural engineering, proceedings. Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering-Zagreb Volume: 38, pp. 447-454, 2010
- [71] Tucu, D., Golimba, A., Slavici, T. *Fuzzy methods in renewable energy optimization investments*. Actual tasks on agricultural engineering, proceedings. Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering-Zagreb Volume: 38, pp. 455-462, 2010
- [72] Vobolis, J. and Aleksiejunas, M. *Investigation of wood mechanical properties by the resonance vibration method*. Material Science **9**(1), pp. 139-143, 2003
- [73] Zipori I., Dag A., Tugendhaft Y., Birger R. *Mechanical Harvesting of Table Olives: Harvest Efficiency and Fruit Quality*. Hortscience, 49(1), pp. 55-58, 2014
- [74] Work, C. *Following the footprints of the olive tree*. Private Version, Embryo, 2013
- [75] [www.olivenews.gr/el/article/8664/ta-panta-gia-to-kladema-tis-elias-sch](http://www.olivenews.gr/el/article/8664/ta-panta-gia-to-kladema-tis-elias-sch), accesat 10.06.2017
- [76] [www.2gym-chanion.chan.sch.gr/autosch/joomla15/index.php/activities/19-2011-12-21-08-07-52/140-2011-12-q-q](http://www.2gym-chanion.chan.sch.gr/autosch/joomla15/index.php/activities/19-2011-12-21-08-07-52/140-2011-12-q-q), accesat 15.07.2018
- [77] [www.agem.gr/προϊόντα/μηχανήματα-συγκομιδής-ελιάς/βενζινοκίνητο-ελαιοραβδιστικό-δόνησ/](http://www.agem.gr/προϊόντα/μηχανήματα-συγκομιδής-ελιάς/βενζινοκίνητο-ελαιοραβδιστικό-δόνησ/), accesat 29.10.2018
- [78] [www.agronews.gr/ekmetaleuseis/elaiones-kai-abelones/arthro/137234/ana-kilo-to-kostos-paragogis-elaioladou](http://www.agronews.gr/ekmetaleuseis/elaiones-kai-abelones/arthro/137234/ana-kilo-to-kostos-paragogis-elaioladou), accesat 21.11.2018
- [79] [www.agronomist.gr/seminaria/paketa-katartisis/paketa/sxoli-elaiokomias](http://www.agronomist.gr/seminaria/paketa-katartisis/paketa/sxoli-elaiokomias), accesat 20.11.2018
- [80] [www.agrotikistegi.gr/προϊόν/ελια-κορωνεικη-olea-europea](http://www.agrotikistegi.gr/προϊόν/ελια-κορωνεικη-olea-europea), accesat 19.09.2018
- [81] [www.alexiptwto.blogspot.com/2011/09/blog-post\\_5350.html](http://www.alexiptwto.blogspot.com/2011/09/blog-post_5350.html), accesat 11.076.2018

- [82] [www.aliartos-boiotias.blogspot.com/2018/01/blog-post\\_28.html](http://www.aliartos-boiotias.blogspot.com/2018/01/blog-post_28.html), accesat 06.09.2018
- [83] [www.alibaba.com/product-detail/SH10-S-type-force-transducers-elevator\\_60547731901.html](http://www.alibaba.com/product-detail/SH10-S-type-force-transducers-elevator_60547731901.html), accesat 24.11.2018
- [84] [www.angelis-e.gr/](http://www.angelis-e.gr/), accesat 29.10.2018
- [85] [www.arduino.cc/en/Main/Software](http://www.arduino.cc/en/Main/Software), accesat 25.11.2018
- [86] [www.arthistoryresources.net/greek-art-archaeology-2016/evans-knossos.html](http://www.arthistoryresources.net/greek-art-archaeology-2016/evans-knossos.html), accesat 15.07.2018
- [87] [www.bradkronen.com/2016/06/04/the-myth-of-how-athens-got-its-name](http://www.bradkronen.com/2016/06/04/the-myth-of-how-athens-got-its-name), accesat 14.07.2018
- [88] [www.britishmuseum.org/research/collection\\_online/collection\\_object\\_details.aspx?objectId=399909&partId=1](http://www.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=399909&partId=1), accesat 05.10.2018
- [89] [www.create.arduino.cc/projecthub/Alberto\\_Zanon/vibration-sensor-module-c88067](http://www.create.arduino.cc/projecthub/Alberto_Zanon/vibration-sensor-module-c88067), accesat 23.11.2018
- [90] [www.ec.europa.eu/agriculture](http://www.ec.europa.eu/agriculture), accesat 21.08.2018
- [91] [www.elies-ladikalamatiano.gr/olive-oil-prices/olive-oil-wholesale-prices/29-ianouariou-2018.html](http://www.elies-ladikalamatiano.gr/olive-oil-prices/olive-oil-wholesale-prices/29-ianouariou-2018.html), accesat 22.11.2018
- [92] [www.fytopromitheytiki.gr/index.php/component/eshop/catalog/item/ergaleia---mihanimata-kipoi/152-proionta-elaiossillogis/13991-hteni-sillogis-elion-me-10-dontia-kai-ksilini-labi-102](http://www.fytopromitheytiki.gr/index.php/component/eshop/catalog/item/ergaleia---mihanimata-kipoi/152-proionta-elaiossillogis/13991-hteni-sillogis-elion-me-10-dontia-kai-ksilini-labi-102), accesat 08.10.2018
- [93] [www.giantsakiplants.gr/Fyta/Oporofora/3Empyrin/09Sygomidi.php](http://www.giantsakiplants.gr/Fyta/Oporofora/3Empyrin/09Sygomidi.php), accesat 15.11.2018
- [94] [www.greek-language.gr/digitalResources/files/image/mythology/lexicon/metamorfoseis/0948.jpg](http://www.greek-language.gr/digitalResources/files/image/mythology/lexicon/metamorfoseis/0948.jpg), accesat 11.07.2018
- [95] [www.iefimerida.gr/news/399180/i-tehni-tis-elaiokomias-stin-ellada-sto-politistiko-idryma-omiloy-peiraios-eikones](http://www.iefimerida.gr/news/399180/i-tehni-tis-elaiokomias-stin-ellada-sto-politistiko-idryma-omiloy-peiraios-eikones), accesat 18.09.2018
- [96] [www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures](http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/132-world-table-olive-figures), accesat 03.10.2018
- [97] [www.italophiles.com/olives.htm](http://www.italophiles.com/olives.htm), accesat 05.10.2018
- [98] [www.myoliveplant.gr/elaiivnas/egkatastasi-elaiona](http://www.myoliveplant.gr/elaiivnas/egkatastasi-elaiona), accesat 16.11.2018
- [99] [www.myoliveplant.gr/elaiivnas/egkatastasi-elaiona/](http://www.myoliveplant.gr/elaiivnas/egkatastasi-elaiona/), accesat 23.11.2018
- [100] [www.nou-pou.gr/market/ta-kalytera-paradosiaka-proionta-8a-ta-breis-sto-arwma-xwrioy/](http://www.nou-pou.gr/market/ta-kalytera-paradosiaka-proionta-8a-ta-breis-sto-arwma-xwrioy/), accesat 04.09.2018
- [101] [www.olive.gr](http://www.olive.gr), accesat 10.07.2018
- [102] [www.patris.gr/2017/11/22/paragogi-eleoladou-ke-exelixi-timis-stin-ellada-kata-ta-eti-2001-2016](http://www.patris.gr/2017/11/22/paragogi-eleoladou-ke-exelixi-timis-stin-ellada-kata-ta-eti-2001-2016), accesat 10.07.2018
- [103] [www.peri-elias.blogspot.com/2013/01/blog-post\\_9458.html](http://www.peri-elias.blogspot.com/2013/01/blog-post_9458.html), accesat 03.10.2018
- [104] [www.portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/KSILO/xil\\_1\\_5t.htm](http://www.portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/KSILO/xil_1_5t.htm), accesat 05.12.2018
- [105] [www.proini.news/παράγοντες-και-εργασίες-πριν-την-φύτε](http://www.proini.news/παράγοντες-και-εργασίες-πριν-την-φύτε), accesat 16.11.2018
- [106] [www.pronews.gr/ygeia/diatrofi/315167\\_theiko-farmako-oi-elies-den-fantazeste-ta-ofeli-poy-harizoyn-stin-ygeia-mas](http://www.pronews.gr/ygeia/diatrofi/315167_theiko-farmako-oi-elies-den-fantazeste-ta-ofeli-poy-harizoyn-stin-ygeia-mas), accesat 24.08.2018
- [107] [www.pronews.gr/ygeia/diatrofi/664104\\_ayto-einai-ladi-poy-katapolemaei-karkino-kardiaggeiaka-parkinson-kai](http://www.pronews.gr/ygeia/diatrofi/664104_ayto-einai-ladi-poy-katapolemaei-karkino-kardiaggeiaka-parkinson-kai), accesat 24.08.2018
- [108] [www.refan.gr/catalog/product/krema-hmeras-elias.547](http://www.refan.gr/catalog/product/krema-hmeras-elias.547), accesat 10.06.2017
- [109] [www.skai.gr/news/health/article/357948/ta-proioda-elias-prostateuoun-to-soma-apo-to-oxeidotiko-stres/](http://www.skai.gr/news/health/article/357948/ta-proioda-elias-prostateuoun-to-soma-apo-to-oxeidotiko-stres/), accesat 27.08.2018
- [110] [www.stihl.gr/Προϊόντα-STIHL/Συγκομιδή-ελιάς/Επαναφορτιζόμενο-ελαιοραβδιστικό/22644-1658/SPA-65.aspx](http://www.stihl.gr/Προϊόντα-STIHL/Συγκομιδή-ελιάς/Επαναφορτιζόμενο-ελαιοραβδιστικό/22644-1658/SPA-65.aspx), accesat 21.10.2018
- [111] [www.thebest.gr/news/index/viewStory/417126](http://www.thebest.gr/news/index/viewStory/417126), accesat 04.10.2018

- [112] [www.worldatlas.com/articles/olive-oil-production-by-country.html](http://www.worldatlas.com/articles/olive-oil-production-by-country.html), accesat 24.08.2018
- [113] [www.wolivenews.gr/el/article/8664/ta-panta-gia-to-kladema-tis-elias-sx](http://www.wolivenews.gr/el/article/8664/ta-panta-gia-to-kladema-tis-elias-sx), accesat 24.09.2018
- [114] [www.wvenallaktikidراسi.com/2018/03/elia-therapeutikes-idiotites-tropoi-xrisis/](http://www.wvenallaktikidراسi.com/2018/03/elia-therapeutikes-idiotites-tropoi-xrisis/), accesat 25.09.2018
- [115] [www.wvotanonkipos.gr/2018/12/fylla-elias-ischyros-symmachos-uyeia.html](http://www.wvotanonkipos.gr/2018/12/fylla-elias-ischyros-symmachos-uyeia.html), accesat 28.09.2018
- [116] Zhang, Q., Du, X., Chen, D., Scharf, P. A., Whiting, M. D. *Dynamic responses of sweet cherry trees under vibratory excitations*. *Biosystems Engineering*, **111**(3), pp. 305-314, 2012



Măslin	Înălțimea măslinului (cm)	Înălțimea trunchiului (cm)	Perimetrul la baza măslinului (cm)	Perimetrul la o înălțime de 50 cm față de sol	Numărul ramurilor principale	Diametrul coroanei (cm)
1	351	195	62.83	69.11	5.00	380
2	327	210	64.30	70.73	7.00	410
3	373	235	63.10	69.41	11.00	570
4	342	205	62.10	68.31	6.00	380
5	335	245	64.60	71.06	11.00	560
6	341	225	67.80	74.58	9.00	520
7	368	235	66.60	73.26	10.00	590
8	379	255	67.30	74.03	11.00	620
9	333	235	68.01	74.81	12.00	490
10	333	235	68.72	75.59	12.00	490
11	345	210	69.43	76.37	12.00	440
12	361	205	70.13	77.15	11.00	420
13	352	200	66.40	73.04	8.00	430
14	365	225	65.30	71.83	8.00	485
15	310	175	60.20	66.22	4.00	350
16	345	210	70.10	77.11	10.00	452
17	344	209	70.30	77.33	10.00	449
18	344	208	63.20	69.52	5.00	446
19	343	207	61.50	67.65	7.00	443
20	343	206	62.00	68.20	11.00	441
21	343	205	63.20	69.52	6.00	438
22	342	204	66.60	73.26	11.00	435
23	342	203	67.30	74.03	9.00	432
24	341	202	68.01	74.81	10.00	429
25	341	201	68.72	75.59	11.00	426
26	341	199	69.43	76.37	12.00	423
27	340	198	70.13	77.15	11.00	420
28	340	197	66.40	73.04	9.00	417
29	339	196	65.30	71.83	11.00	414
30	339	195	60.20	66.22	8.00	411
31	339	194	70.10	77.11	8.00	408
32	338	193	70.30	77.33	4.00	405
33	338	192	63.20	69.52	10.00	402
34	338	191	61.50	67.65	11.00	400
35	337	189	62.00	68.20	11.00	397
36	337	188	63.20	69.52	5.00	394
37	336	187	70.13	77.15	7.00	391
38	336	186	66.40	73.04	11.00	388
39	336	185	65.30	71.83	6.00	385
40	335	184	60.20	66.22	11.00	382
41	335	183	70.10	77.11	9.00	379
42	334	182	70.30	77.33	10.00	376
43	334	181	63.20	69.52	11.00	373

44	334	179	61.50	67.65	12.00	370
45	333	178	62.00	68.20	12.00	367
46	333	177	63.20	69.52	12.00	364
47	332	176	66.60	73.26	11.00	361
48	332	175	67.30	74.03	8.00	359
49	332	174	68.01	74.81	8.00	356
50	331	173	57.30	63.03	4.00	353
51	331	172	69.43	76.37	10.00	350
52	331	171	70.13	77.15	10.00	347
53	330	170	68.01	74.81	5.00	344
54	330	168	68.72	75.59	7.00	341
55	329	167	69.43	76.37	11.00	338
56	329	166	70.13	77.15	6.00	335
57	329	165	66.40	73.04	11.00	332
58	328	164	65.30	71.83	9.00	329
59	328	163	60.20	66.22	10.00	326
60	327	162	70.10	77.11	11.00	323
61	327	161	70.30	77.33	12.00	320
62	327	160	63.20	69.52	11.00	318
63	326	158	61.50	67.65	9.00	315
64	326	157	62.00	68.20	11.00	312
65	325	156	63.20	69.52	11.00	309
66	325	155	70.13	77.15	9.00	306
67	325	154	66.40	73.04	10.00	303
68	324	153	65.30	71.83	11.00	300
69	324	152	65.30	71.83	12.00	297
70	324	151	60.20	66.22	12.00	294
71	323	150	70.10	77.11	12.00	291
72	323	148	70.30	77.33	11.00	288
73	322	147	63.20	69.52	8.00	285
74	322	146	61.50	67.65	8.00	282
75	322	145	62.00	68.20	4.00	279
76	321	144	63.20	69.52	10.00	277
77	321	143	66.60	73.26	10.00	274
78	320	142	67.30	74.03	5.00	271
79	320	141	68.01	74.81	7.00	268
80	320	140	68.72	75.59	11.00	265
81	319	139	69.43	76.37	6.00	262
82	319	137	70.13	77.15	11.00	259
83	318	136	68.01	74.81	9.00	256
84	318	135	68.72	75.59	10.00	253
85	318	134	69.43	76.37	11.00	250
86	317	133	70.13	77.15	12.00	247
87	317	132	66.40	73.04	11.00	244
88	317	131	65.30	71.83	9.00	241
89	316	130	66.40	73.04	11.00	238
90	316	129	65.30	71.83	11.00	236

91	315	127	60.20	66.22	9.00	233
92	315	126	70.10	77.11	10.00	230
93	315	125	70.30	77.33	11.00	227
94	314	124	63.20	69.52	12.00	224
95	314	123	61.50	67.65	11.00	221
96	313	122	62.00	68.20	8.00	218
97	313	121	63.20	69.52	8.00	215
98	313	120	66.60	73.26	4.00	212
99	312	119	67.30	74.03	10.00	209
100	312	117	68.01	74.81	10.00	206
101	311	116	68.72	75.59	5.00	203
102	311	115	69.43	76.37	7.00	200
103	311	114	70.13	77.15	11.00	197
104	310	113	68.01	74.81	6.00	195
105	310	112	68.72	75.59	11.00	192
106	310	111	69.43	76.37	9.00	189
107	309	110	70.13	77.15	11.00	186
108	309	109	66.40	73.04	11.00	183
109	308	108	65.30	71.83	9.00	180
110	308	106	60.20	66.22	10.00	177
111	308	105	70.10	77.11	11.00	174
112	307	104	69.43	76.37	12.00	171
113	307	103	70.13	77.15	12.00	168
114	306	102	66.40	73.04	12.00	165
115	306	101	65.30	71.83	11.00	162
116	306	100	60.20	66.22	8.00	159
117	305	99	70.10	77.11	8.00	156
118	305	98	70.30	77.33	4.00	154
119	304	96	63.20	69.52	9.00	151
120	304	95	61.50	67.65	11.00	148
121	304	94	62.00	68.20	11.00	145
122	303	93	63.20	69.52	9.00	142
123	303	92	70.13	77.15	10.00	139
124	303	91	66.40	73.04	11.00	136
125	302	90	65.30	71.83	12.00	133
126	302	89	60.20	66.22	11.00	130
127	301	88	70.10	77.11	8.00	127
128	301	86	70.30	77.33	8.00	124
129	301	85	63.20	69.52	4.00	121
130	300	84	61.50	67.65	10.00	118
131	300	83	62.00	68.20	10.00	115
132	299	82	63.20	69.52	5.00	113
133	299	81	66.60	73.26	7.00	110
134	299	80	67.30	74.03	11.00	107
Media dimensiunilor	325	153	66.07	72.68	9.34	301

---

Dimensiuni minime	310	175	57.30	63.03	4.00	350
----------------------	-----	-----	-------	-------	------	-----

Măslin	Diametru trunchiului la 50 cm de sol (cm)	Puterea (hp)	Amplitudinea (mm)	Măslina detașată (Kg)	Trunchi deteriorat	Grupa de deteriorare
1	170.23	60.000	15	22.69	39%	II
2	172.89	60.000	15	19.50	69%	III
3	175.41	60.000	15	25.46	47%	III
4	177.02	60.000	15	24.38	35%	II
5	179.61	60.000	15	18.83	38%	II
6	180.90	60.000	15	21.28	43%	II
7	183.53	60.000	15	26.33	62%	III
8	185.67	60.000	15	26.77	33%	II
9	187.82	60.000	15	18.22	81%	IV
10	189.97	60.000	15	19.25	74%	III
11	192.12	60.000	15	21.94	49%	III
12	193.26	60.000	15	26.31	89%	IV
13	195.95	60.000	15	23.41	33%	II
14	198.03	60.000	15	25.30	78%	IV
15	200.12	60.000	15	18.40	55%	III
16	200.25	60.000	15	27.39	66%	III
17	200.77	60.000	15	20.79	37%	II
18	201.03	60.000	15	21.21	65%	III
19	201.35	60.000	15	18.11	37%	II
20	201.68	60.000	15	21.70	58%	III
21	202.00	60.000	15	19.25	91%	IV
22	202.33	60.000	15	26.77	62%	III
23	202.65	60.000	15	24.85	100%	IV
24	202.98	60.000	15	23.24	97%	IV
25	203.30	60.000	15	20.80	41%	II
26	203.63	60.000	15	22.38	37%	II
27	203.95	60.000	15	24.97	99%	IV
28	204.28	60.000	15	25.33	34%	II
29	204.60	60.000	15	26.44	41%	II
30	204.93	60.000	15	21.20	67%	III
31	205.25	60.000	15	26.75	53%	III
32	205.58	60.000	15	17.29	76%	IV
33	205.90	60.000	15	21.41	93%	IV
34	206.23	60.000	15	16.98	72%	III
35	206.55	60.000	15	25.89	71%	III
36	206.88	60.000	15	27.69	30%	II
37	207.20	60.000	15	24.43	66%	III
38	207.53	60.000	15	18.39	39%	II
39	207.85	60.000	15	26.82	85%	IV
40	208.18	60.000	15	16.80	57%	III
41	208.50	60.000	15	19.97	39%	II
42	208.83	60.000	15	23.78	81%	IV

43	209.15	60.000	15	23.90	99%	IV
44	209.48	60.000	15	24.79	44%	II
45	209.80	60.000	15	25.43	64%	III
46	210.13	60.000	15	22.37	39%	II
47	210.45	60.000	15	16.73	31%	II
48	210.78	60.000	15	18.18	49%	III
49	211.10	60.000	15	16.87	42%	II
50	211.43	60.000	15	26.76	27%	II
51	211.75	60.000	15	18.53	69%	III
52	212.08	60.000	15	22.23	26%	II
53	212.40	60.000	15	20.44	56%	III
54	212.73	60.000	15	25.17	51%	III
55	213.05	60.000	15	20.94	79%	IV
56	213.38	60.000	15	23.14	82%	IV
57	213.70	60.000	15	24.44	35%	II
58	214.03	60.000	15	23.61	41%	II
59	214.35	60.000	15	17.85	79%	IV
60	214.68	60.000	15	19.85	89%	IV
61	215.00	60.000	15	25.96	79%	IV
62	215.33	60.000	15	18.09	85%	IV
63	215.65	60.000	15	17.08	27%	II
64	215.98	60.000	15	26.65	26%	II
65	216.30	60.000	15	23.66	32%	II
66	216.63	60.000	15	26.85	43%	II
67	216.95	60.000	15	26.83	26%	II
68	217.28	60.000	15	19.78	66%	III
69	217.60	60.000	15	22.38	88%	IV
70	217.93	60.000	15	23.21	37%	II
71	220.85	60.000	15	22.14	47%	III
72	221.18	60.000	15	24.50	85%	IV
73	221.50	60.000	15	24.15	44%	II
74	221.83	60.000	15	23.19	81%	IV
75	222.15	60.000	15	18.66	62%	III
76	222.48	60.000	15	26.80	28%	II
77	222.80	60.000	15	25.33	60%	III
78	223.13	60.000	15	25.29	96%	IV
79	223.45	60.000	15	25.23	88%	IV
80	223.78	60.000	15	27.66	55%	III
81	224.10	60.000	15	21.57	41%	II
82	224.43	60.000	15	19.13	58%	III
83	224.87	60.000	15	24.54	30%	II
84	226.27	60.000	15	18.18	40%	II
85	227.67	60.000	15	22.46	41%	II
86	229.06	60.000	15	25.13	58%	III
87	230.46	60.000	15	26.34	26%	II
88	231.86	60.000	15	24.19	54%	III
89	233.26	60.000	15	24.74	75%	IV

---

90	234.65	60.000	15	26.36	39%	II
91	236.05	60.000	15	20.27	50%	III
92	237.45	60.000	15	26.98	79%	IV
93	238.85	60.000	15	22.22	69%	III
94	240.38	60.000	15	23.75	26%	II
95	241.38	60.000	15	20.79	34%	II
96	243.17	60.000	15	23.71	67%	III
97	244.44	60.000	15	19.30	91%	IV
98	248.03	60.000	15	19.58	87%	IV
99	248.35	60.000	15	21.85	99%	IV
100	248.68	60.000	15	18.49	83%	IV
101	249.00	60.000	15	26.06	63%	III
102	249.33	60.000	15	17.73	88%	IV
103	249.65	60.000	15	26.93	94%	IV
104	251.98	60.000	15	17.94	97%	IV
105	256.30	60.000	15	22.30	36%	II

Măslin	Diametru trunchiului la 50 cm de sol (cm)	Puterea (hp)	Amplitudinea (mm)	Măslina detașată (Kg)	Trunchi deteriorat	Grupa de deteriorare
1	172.21	2,048.57	4.47227	24.57	0%	I
2	173.11	2,084.51	4.44642	27.27	7%	I
3	174.23	2,120.86	4.42087	20.18	29%	II
4	175.20	2,157.64	4.39560	26.02	0%	I
5	176.21	2,194.84	4.37063	24.50	12%	I
6	177.22	2,232.47	4.34594	17.67	0%	I
7	178.23	2,270.52	4.32152	23.53	20%	I
8	179.24	2,309.00	4.29738	20.00	15%	I
9	183.53	2,467.28	4.20345	22.87	0%	I
10	185.67	2,549.06	4.15800	26.77	6%	I
11	187.82	2,632.63	4.11353	22.13	9%	I
12	188.73	2,675.09	4.09165	27.31	26%	II
13	190.58	2,761.38	4.04858	26.60	24%	I
14	192.43	2,849.50	4.00641	21.11	27%	II
15	194.28	2,939.48	3.96511	26.12	39%	II
16	196.13	3,031.33	3.92465	24.71	49%	II
17	197.98	3,077.97	3.90472	19.81	32%	II
18	199.84	3,172.67	3.86548	19.49	0%	I
19	201.69	3,863.71	4.52284	26.26	24%	I
20	203.54	3,980.19	4.47828	27.10	8%	I
21	205.39	4,099.00	4.43459	16.86	48%	II
22	207.24	4,220.14	4.39174	24.03	18%	I
23	209.09	4,343.65	4.34972	19.32	4%	I
24	209.14	4,357.49	4.34972	27.15	7%	I
25	210.34	4,406.30	4.32900	25.19	24%	I
26	210.84	4,442.71	4.32900	23.91	34%	II
27	210.95	4,461.12	4.32900	22.00	20%	I
28	211.70	4,469.54	4.30849	17.81	27%	II
29	211.80	4,469.54	4.30849	25.34	18%	I
30	212.80	4,533.39	4.28816	16.82	37%	II
31	213.65	4,597.85	4.26803	17.66	0%	I
32	213.65	4,597.85	4.26803	18.68	23%	I
33	214.50	4,662.91	4.24809	19.66	49%	II
34	214.65	4,662.91	4.24809	24.95	28%	II
35	214.87	4,662.91	4.24809	22.22	46%	II
36	216.10	4,794.87	4.20875	26.65	5%	I
37	216.28	4,794.87	4.20875	21.46	43%	II
38	216.50	4,794.87	4.20875	23.61	11%	I
39	217.50	4,861.78	4.18936	23.06	33%	II
40	217.69	4,861.78	4.18936	21.95	0%	I
41	218.35	4,929.30	4.17014	24.62	42%	II
42	218.74	4,929.30	4.17014	19.41	37%	II



43	218.90	4,929.30	4.17014	23.64	33%	II
44	219.10	4,997.45	4.15110	21.53	49%	II
45	219.10	4,997.45	4.15110	26.24	45%	II
46	219.45	4,997.45	4.15110	21.28	0%	I
47	219.81	4,997.45	4.15110	24.73	28%	II
48	220.16	5,066.22	4.13223	26.40	44%	II
49	220.20	5,066.22	4.13223	27.19	22%	I
50	220.31	5,066.22	4.13223	25.58	0%	I
51	220.50	5,066.22	4.13223	24.46	13%	I
52	220.52	5,066.22	4.13223	18.89	10%	I
53	220.87	5,066.22	4.13223	26.93	36%	II
54	221.15	5,135.62	4.11353	27.69	7%	I
55	221.22	5,135.62	4.11353	23.32	17%	I
56	221.58	5,135.62	4.11353	21.83	27%	II
57	221.71	5,135.62	4.11353	23.01	26%	II
58	221.91	5,135.62	4.11353	22.45	15%	I
59	222.06	5,205.65	4.09500	25.56	30%	II
60	222.80	5,205.65	4.09500	23.21	26%	II
61	222.83	5,205.65	4.09500	22.86	40%	II
62	223.11	5,276.31	4.07664	21.41	41%	II
63	223.32	5,276.31	4.07664	25.45	31%	II
64	223.45	5,276.31	4.07664	27.19	20%	I
65	223.48	5,276.31	4.07664	17.59	23%	I
66	223.50	5,276.31	4.07664	21.27	29%	II
67	223.78	5,276.31	4.07664	19.64	23%	I
68	223.91	5,276.31	4.07664	25.70	35%	II
69	224.10	5,347.61	4.05844	23.68	27%	II
70	224.52	5,347.61	4.05844	17.87	39%	II
71	224.72	5,347.61	4.05844	21.38	34%	II
72	225.76	5,419.55	4.04040	22.02	39%	II
73	225.92	5,419.55	4.04040	24.18	32%	II
74	226.13	5,492.14	4.02253	18.24	15%	I
75	227.33	5,565.36	4.00481	26.66	38%	II
76	227.54	5,565.36	4.00481	18.09	15%	I
77	228.73	5,639.24	3.98724	24.61	29%	II
78	228.94	5,639.24	3.98724	26.61	48%	II
79	230.13	5,788.94	3.95257	24.23	27%	II
80	230.35	5,788.94	3.95257	17.58	44%	II
81	231.76	5,864.78	3.93546	18.08	19%	I
82	233.17	6,018.44	3.90168	26.83	46%	II
83	234.57	6,096.26	3.88500	20.93	30%	II
84	235.98	6,174.75	3.86847	21.00	31%	II
85	237.39	6,333.75	3.83583	26.28	31%	II
86	238.79	6,414.26	3.81971	22.28	42%	II
87	240.20	6,577.33	3.78788	26.10	22%	I
88	241.61	6,659.89	3.77216	21.09	44%	II
89	243.01	6,827.08	3.74111	25.74	31%	II

90	243.75	6,827.08	3.74111	24.74	29%	II
91	245.24	6,997.04	3.71058	21.13	36%	II
92	246.73	7,083.06	3.69549	22.15	49%	II
93	248.22	7,257.23	3.66569	18.92	46%	II
94	249.99	7,345.37	3.65097	19.78	24%	I
95	250.65	7,434.23	3.63636	26.59	18%	I
96	252.98	7,614.08	3.60750	23.33	45%	II
97	254.30	7,796.81	3.57910	17.92	38%	II