



# **Αειφόρες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου**

*Εγχειρίδιο*



- Συγγραφή: Ιωάννης Δημητρίου και Dominik Rutz
- Απόδοση στα Ελληνικά: Ιωάννης Ελευθεριάδης
- Συντελεστές: Rita Mergner, Stefan Hinterreiter, Laurie Scrimgeour, Ιωάννης Ελευθεριάδης, Ilze Dzene, Željka Fištrek, Tomáš Perutka, Dagnija Lazdina, Gordana Toskovska, Linda Drukmane
- Επιμέλεια: Dominik Rutz, Ιωάννης Ελευθεριάδης
- ISBN: 978-618-5153-01-4
- Μεταφράσεις: Η πρωτότυπη γλώσσα του εγχειριδίου είναι η Αγγλική. Είναι επίσης διαθέσιμο στις επίσημες γλώσσες της Κροατίας, της Τσεχίας, της Γαλλίας, της Γερμανίας, της Ελλάδας, της Λετονίας, και της ΠΓΔΜ.
- Έκδοση: © 2015 by WIP Renewable Energies, Munich, Germany
- Επικοινωνία: WIP Renewable Energies, Sylvesteinstr. 2, 81369 Munich, Germany  
[Dominik.Rutz@wip-munich.de](mailto:Dominik.Rutz@wip-munich.de), Tel.: +49 89 720 12 739  
[www.wip-munich.de](http://www.wip-munich.de)
- (για την Ελλάδα) Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας  
19<sup>ο</sup> Χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος, 19009, Πικέρμι Αττικής  
[joel@cres.gr](mailto:joel@cres.gr), Τηλ.: +30 210 6603384  
[www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- Ιστοσελίδα: [www.srcplus.eu](http://www.srcplus.eu)
- Πνευματικά δικαιώματα: Όλα τα δικαιώματα είναι κατοχυρωμένα. Κανένα τμήμα αυτού του εγχειριδίου δεν μπορεί να αναπαραχθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε μέσο, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς σκοπούς, χωρίς τη γραπτή άδεια του εκδότη. Οι συγγραφείς δεν εγγυώνται την ορθότητα και/ή την πληρότητα των πληροφοριών και των δεδομένων που περιλαμβάνονται ή που περιγράφονται σε αυτό το εγχειρίδιο.
- Αποποίηση ευθύνης: Η αποκλειστική ευθύνη για το περιεχόμενο αυτού του εγχειριδίου ανήκει μόνο στους συντάκτες. Δεν αντανάκλα κατ' ανάγκη τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ούτε το EASME ούτε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχουν την ευθύνη για οποιαδήποτε πιθανή χρήση των πληροφοριών που περιέχονται στο εγχειρίδιο.

## ***Ευχαριστίες***

Το εγχειρίδιο αυτό δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του έργου SRCplus (IEE/13/574), που υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μέσω του προγράμματος 'Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη' (IEE), που διαχειρίζεται από τον Εκτελεστικό Οργανισμό για τις Μικρές και Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις (EASME). Οι συγγραφείς θα ήθελαν να ευχαριστήσουν την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την υποστήριξη του έργου καθώς και τους αξιολογητές και τους συνεργάτες του έργου για τη συμβολή τους στη δημιουργία του εγχειριδίου.

Ευχαριστούμε τις Anderson Group (biobaler) και Wald21, καθώς και τους συναδέλφους από τους οργανισμούς WIP και SLU για την άδεια χρήσης των φωτογραφιών.



## Συνεργάτες του έργου SRCplus



### WIP Renewable Energies, Γερμανία (Συντονιστής του έργου)

Dominik Rutz [Dominik.Rutz@wip-munich.de]

Rita Mergner [Rita.Mergner@wip-munich.de]



### Biomassehof Achenal, Γερμανία

Stefan Hinterreiter [s.hinterreiter@biomassehof-achental.de]



### Community of Communes of Trièves, Γαλλία

Laurie Scrimgeour [l.scrimgeour@cdctrieves.fr]



### Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ελλάδα

Ιωάννης Ελευθεριάδης [joel@cres.gr]



### Ekodoma, Λετονία

Ilze Dzene [ilze@ekodoma.lv]

Linda Drukmane [linda.drukmane@ekodoma.lv]



### Energy Institute Hrvoje Požar, Κροατία

Zeljka Fistrek [zfistrek@eihp.hr]



### Energy Agency of the Zlin region, Τσεχία

Tomas Perutka [Tomas.Perutka@eazk.cz]



### Latvian State Forest Research Institute Silava, Λετονία

Dagnija Lazdina [dagnija.lazdina@silava.lv]



### Secondary School Car Samoil – Resen, ΠΓΔΜ

Gordana Toskovska [gtoskovska@gmail.com]



### Swedish University of Agricultural Sciences, Σουηδία

Ιωάννης Δημητρίου [ioannis.dimitriou@slu.se]

## Περιεχόμενα

<b>Ευχαριστίες.....</b>	<b>2</b>
<b>Συνεργάτες του έργου SRCplus .....</b>	<b>3</b>
<b>Πρόλογος.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Εισαγωγή.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Επιλογή του τόπου .....</b>	<b>8</b>
2.1 Απαιτήσεις του τόπου .....	9
2.2 Κλίμα.....	16
2.3 Διάταξη της φυτείας.....	16
2.4 Νομοθεσία .....	20
2.5 Στοιχεία αειφορίας για την επιλογή του τόπου .....	21
<b>3 Είδη δέντρων και κλώνοι.....</b>	<b>25</b>
3.1 Ιτιά .....	25
3.2 Λεύκη.....	28
3.3 Ψευδακακία.....	30
3.4 Ευκάλυπτος .....	31
3.5 Κλήθρα .....	32
3.6 Άλλα είδη .....	33
<b>4 Καλλιέργεια των φυτειών.....</b>	<b>33</b>
4.1 Προετοιμασία του τόπου .....	33
4.2 Υλικό φύτευσης.....	36
4.3 Φύτευση.....	38
4.4 Διαχείριση της φυτείας .....	43
<b>5 Συγκομιδή της φυτείας.....</b>	<b>47</b>
5.1 Αποδόσεις.....	47
5.2 Χρόνοι περιφοράς.....	50
5.3 Ιδιότητες του συγκομιζόμενου υλικού .....	51
5.4 Μέθοδοι συγκομιδής .....	52
5.5 Ξήρανση και αποθήκευση του θρυμματισμένου ξύλου .....	58
<b>6 Εφοδιασμός και μεταφορά .....</b>	<b>63</b>
<b>7 Εκρίζωση της φυτείας.....</b>	<b>64</b>
<b>8 Χρήση των προϊόντων .....</b>	<b>66</b>

8.1	Ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου.....	66
8.2	Επιλογές χρήσης του θρυμματισμένου ξύλου.....	70
8.3	Καύση θρυμματισμένου ξύλου και pellets.....	72
<b>9</b>	<b>Φυτείες και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....</b>	<b>78</b>
9.1	Φυτο-ποικιλότητα .....	78
9.2	Ζωο-ποικιλότητα .....	81
9.3	Έδαφος.....	87
9.4	Νερό .....	89
9.5	Χρήση της τέφρας και της ιλύος καθαρισμού λυμάτων ως λίπασμα .....	90
9.6	Συστήματα αγρο-δασοπονίας.....	92
<b>10</b>	<b>Η οικονομία των φυτειών .....</b>	<b>92</b>
10.1	Παράδειγμα 1: Φυτεία Ιτιάς στο Grästorp, Σουηδία .....	93
10.2	Παράδειγμα 2: Φυτεία Ιτιάς της 'SIA Ecomark', Λετονία .....	95
10.3	Παράδειγμα 3: Φυτεία Λεύκης στο Göttingen, Γερμανία .....	96
10.4	Παράδειγμα 4: Φυτεία Ιτιάς στη Βρετανία, Γαλλία.....	99
10.5	Παράδειγμα 5: Φυτεία Ιτιάς στο Enköping, Σουηδία .....	102
	<b>Γλωσσάρι και Συνομογραφίες .....</b>	<b>104</b>
	<b>Επιστημονική (διεθνής) και κοινή ονομασία των φυτών .....</b>	<b>108</b>
	<b>Γενικές μονάδες μετατροπής.....</b>	<b>110</b>
	<b>Αναφορές - Βιβλιογραφία .....</b>	<b>114</b>

## Πρόλογος

Η βιομάζα διαδραματίζει βασικό ρόλο μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το 70% της παραγωγής σε ευρωπαϊκό επίπεδο και παρουσιάζει σταθερή ανάπτυξη. Στο μέλλον, η ζήτηση για το ξύλο, ως καύσιμο για θέρμανση και ηλεκτρισμό ή ως πρώτη ύλη κατασκευών και βιο-υλικών, αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Αυτή η τάση αναμένεται ότι θα καθοδηγείται από την αύξηση, κυρίως, των αναγκών για ξύλο και θα υποστηρίζεται από τους στόχους των εθνικών και της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Η στερεή βιομάζα από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRC) μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων της παραγωγής ενέργειας για το έτος 2020.

Οι χώρες της Ευρώπης όπου υπάρχουν σήμερα οι μεγαλύτερες εκτάσεις με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή ενέργειας είναι η Σουηδία, η Αγγλία και η Πολωνία. Σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες η παραγωγή βιομάζας από τέτοιες φυτείες είναι περιορισμένη και πραγματοποιείται σε πολύ μικρή κλίμακα, υπάρχουν όμως σχέδια και επιθυμία για την αύξησή τους στο κοντινό μέλλον. Συνεπώς, υπάρχει ανάγκη να οργανωθούν δράσεις που θα ενεργοποιήσουν και θα υποστηρίξουν την υλοποίηση τοπικών εφοδιαστικών αλυσίδων από τέτοιες φυτείες και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες. Αυτός είναι και ο στόχος του έργου SRCplus (Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για Τοπικές Εφοδιαστικές Αλυσίδες και Θερμικές Χρήσεις). Το έργο αυτό προωθεί την αειφόρο παραγωγή Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε επτά διαφορετικές χώρες ενδιαφέροντος στην Ευρώπη. Οι περιοχές ενδιαφέροντος του έργου SRCplus είναι:

- Achenal (Γερμανία)
- Ανατολική Κροατία
- Vidzeme (Λετονία)
- Rhone-Alps (Γαλλία)
- Zlin (Τσεχία)
- Κεντρική Μακεδονία
- Πρέσπα (ΠΓΔΜ)

Γενικός στόχος του έργου SRCplus είναι να υποστηρίξει και να επιταχύνει την ανάπτυξη τοπικών εφοδιαστικών αλυσίδων βιομάζας από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, με την υλοποίηση διαφόρων δράσεων ανάπτυξης δεξιοτήτων και περιφερειακές δράσεις ενεργοποίησης για τους βασικούς τροπικούς παράγοντες των αλυσίδων αυτών.

Το έργο SRCplus ξεκίνησε το Μάρτιο του 2014 και διαρκεί 3 χρόνια. Υποστηρίζεται από το Πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 'Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη' (Αρ. Συμβολαίου IEE/13/574). Η ομάδα υλοποίησης του έργου περιλαμβάνει 10 εταιρείες. Η δράση συντονίζεται από το 'WIP Renewable Energies' της Γερμανίας.

Η παρούσα έκδοση "Αειφόρες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου – Εγχειρίδιο" παρέχει πληροφορίες, σχετικά με τις φυτείες αυτές, σε ομάδες ενδιαφέροντος, όπως αγρότες, ιδιοκτήτες ή διαχειριστές δημόσιας γης, μικρές μονάδες θερμότητας και συμπαραγωγής, έμποροι θρυμματισμένου ξύλου, και άλλοι ενδιαφερόμενοι. Το εγχειρίδιο παρουσιάζει διαφορετικές γεωργικές πρακτικές στην Ευρώπη, ενώ λαμβάνονται υπόψη διαφορετικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα οι κλιματικές. Η προστιθέμενη αξία του εγχειριδίου είναι η εστίαση σε αειφόρες εφοδιαστικές αλυσίδες και στα οφέλη από τις φυτείες, που συχνά είναι γνωστές στους βασικούς εμπλεκόμενους φορείς της παραγωγής. Το εγχειρίδιο γράφτηκε στα Αγγλικά και μεταφράστηκε στις επίσημες γλώσσες των χωρών ενδιαφέροντος.

## 1 Εισαγωγή

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRC ή SRWC) είναι καλλιέργειες με ξυλώδη ταχυαυξή δασικά είδη με σκοπό την παραγωγή βιομάζας, με υψηλές αποδόσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς. Παρόμοιοι όροι μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία, όπως Φυτείες Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRP), Δασοπονία Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRF) ή Πρεμνοφυείς Φυτείες Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRC). Αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται μερικές φορές ως συνώνυμα, αλλά οι ορισμοί τους είναι μερικές φορές ελαφρώς διαφορετικοί.

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, που συγκομίζονται σε μικρές χρονικές περιόδους, μπορούν είτε να φυτεύονται εκ νέου μετά τη συγκομιδή (μερικές φορές εφαρμόζεται, για παράδειγμα, στον ευκάλυπτο ή την ψευδακακία) είτε να αναπτύσσονται ως πρεμνοφυείς (συνήθως εφαρμόζεται, για παράδειγμα, σε λεύκες και ιτιές).

**Πεδίο 1: Τι είναι οι πρεμνοφυείς φυτείες;**

Οι “**πρεμνοφυείς φυτείες**” (Εικόνα 1) χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα των επιλεγμένων ειδών δέντρων να αναπτύσσουν νέους βλαστούς μετά την κοπή τους. Το εγχειρίδιο αυτό επικεντρώνεται κυρίως στην καλλιέργεια πρεμνοφυών φυτειών. Ωστόσο, γίνεται και αναφορά στα είδη εκείνα που πρέπει να φυτεύονται εκ νέου μετά τη συγκομιδή. Συνεπώς, η συντομογραφία ‘SRC’ χρησιμοποιείται τόσο για Φυτείες Μικρού Περίτροπου Χρόνου όσο και για τις Πρεμνοφυείς Φυτείες Μικρού Περίτροπου Χρόνου.



**Εικόνα 1:** “Παραδοσιακά πρεμνοβλαστήματα”, που ήταν συχνή διαχειριστική πρακτική στο παρελθόν, όπως για παράδειγμα σε ιτιές (μπροστά) και “σύγχρονη πρεμνοφυής φυτεία” λεύκης μικρού περίτροπου χρόνου (πίσω). (Πηγή: Rutz D.)



Στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου χρησιμοποιούνται είδη, όπως η κλήθρα, ο φράξος, η οξυά (του νοτίου ημισφαιρίου), η σημόδα, ο ευκάλυπτος, η λεύκη, η ιτιά, η παουλώνια, η μουριά, η ψευδακακία, η ακακία και ο πλάτανος. Στην Ευρώπη, τα είδη που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι η λεύκη και η ιτιά. Έτσι, το εγχειρίδιο αυτό εστιάζει περισσότερο σε αυτά τα είδη.

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι μια άριστη εναλλακτική λύση στις ετήσιες καλλιέργειες και μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά στο υφιστάμενο σύστημα γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Σε γενικές γραμμές, η καλλιέργεια αυτών των φυτειών είναι, εξ' ορισμού, μια γεωργική πρακτική χαμηλών εισροών που συνεπάγεται γενικά χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, που οφείλονται στην περιορισμένη χρήση χημικών ουσιών, αλλά και στην καλλιέργειά τους επί σειρά ετών, πράγμα που οδηγεί σε περιορισμένες εισροές διαχείρισης. Η χρήση των φυτοφαρμάκων είναι αμελητέα και στις περισσότερες περιπτώσεις ανύπαρκτη. Αυτό δεν οφείλεται στην απουσία ασθενειών ή εντόμων, αλλά κυρίως στη σχετικά χαμηλή οικονομική τους αξία σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες, δεδομένου ότι η βιομάζα που παράγεται χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Η ανάγκη για λιπάσματα είναι μικρή σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες, καθώς η λίπανση των δέντρων δεν είναι κοινή πρακτική και οι φυτείες είναι πολυετείς και καλλιεργούνται για αρκετά χρόνια πριν από τη συγκομιδή, χρησιμοποιώντας τα θρεπτικά συστατικά που ανακυκλώνονται στο σύστημα εδάφους-φυτών με την πτώση των φύλλων και τη νέκρωση των ριζών. Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου συνιστάται λίπανση με άζωτο (N), όπως σε φυτείες ιτιάς, οι ποσότητες που συνιστάται να χρησιμοποιηθούν είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σύγκριση με άλλες συνηθισμένες γεωργικές καλλιέργειες.

Εκτός από τη συγκομιδή βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, η καλλιέργεια των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις ετήσιες καλλιέργειες. Συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του νερού, την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, την παροχή υπηρεσιών οικοσυστήματος (κυνήγι, μελισσοκομία, παροχή νερού, πυροπροστασία), το μετριασμό των ασθενειών των ζώων μεταξύ των αγροκτημάτων, την πρόληψη της διάβρωσης, τη μείωση της εισροής τεχνητών υλικών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και την άμβλυση της κλιματικής αλλαγής λόγω της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα. Τα πλεονεκτήματα αυτά πρέπει να προβληθούν με σκοπό την αιεφόρο παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, ενισχύοντας τις θετικές επιπτώσεις για το περιβάλλον. Συνεπώς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πτυχές της αιεφορίας, καθώς αυτές οι φυτείες έχουν περισσότερο θετικές επιπτώσεις σε οριακά εδάφη και ειδικότερα ως δομικά στοιχεία του τοπίου που συνορεύουν, για παράδειγμα, με αγρούς, δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρισμού. Η αιεφορία των εφοδιαστικών αλυσίδων πραγματεύεται ειδικότερα από το έργο SRCplus (Dimitriou et al. 2014a, Dimitriou & Rutz 2014, Dimitriou & Fistrek 2014).

## **2 Επιλογή του τύπου**

Η επιλογή του τύπου για την εγκατάσταση Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα για επιτυχημένη εφαρμογή. Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται σε διαφορετικούς παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν για την κατάλληλη επιλογή του τύπου, δηλαδή τους παράγοντες που σχετίζονται με τις απαιτήσεις του τύπου, το κλίμα, τη διάταξη της φυτείας και άλλες πτυχές για την αιεφόρο επιλογή του τύπου.

## 2.1 Απαιτήσεις του τόπου

Για να θεωρηθεί ένας τόπος κατάλληλος για την εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου πρέπει να ικανοποιούνται μια σειρά από απαιτήσεις. Η τοποθεσία του αγρού είναι ένας σημαντικός παράγοντας, όπως και η υφιστάμενη κατάσταση του εδάφους και του νερού, τα οποία με τη σειρά τους σχετίζονται άμεσα με την απόδοση και συνεπώς, με την πρόσοδο του γεωργού. Οι παράγοντες που σχετίζονται με το εδάφους και το νερό μπορεί να είναι ειδικότεροι για το κάθε είδος φυτού. Συνεπώς, η επιλογή του είδους (που αναλύεται στο κεφάλαιο 3 του εγχειριδίου) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τις απαιτήσεις κάθε συγκεκριμένου τόπου. Σε αυτό το τμήμα του εγχειριδίου γίνεται αφορά σε γενικά δεδομένα που πρέπει να εξετάζονται κατά την εγκατάσταση διαφορετικών ειδών, με ιδιαίτερη έμφαση στις φυτείες ιτιάς και λεύκης, που είναι μέχρι στιγμής τα είδη που καλλιεργούνται πιο συχνά σε γεωργικές εκτάσεις και χρησιμοποιούνται σε συστήματα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

**Έδαφος:** Τα είδη που χρησιμοποιούνται σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δεν είναι συνήθως πολύ απαιτητικά, όσον αφορά τις ανάγκες των γεωργικών εδαφών του τόπου. Ωστόσο, οι αποδόσεις είναι μεγαλύτερες σε καλά εδάφη. Οι φυτείες θα αναπτυχθούν σε ένα ευρύ φάσμα ειδών γεωργικών εδαφών και η παραγωγικότητα θα καθορίζεται από τη γονιμότητα του εδάφους, τη θερμοκρασία, τη διαθεσιμότητα του νερού και την ηλιοφάνεια, όπως ακριβώς για όλες τις άλλες γεωργικές καλλιέργειες. Εδάφη με pH 5-7,5 παρέχουν ικανοποιητική ανάπτυξη, αν και η έρευνα έχει δείξει ότι υπάρχει φυτικό υλικό (π.χ. για ιτιές και λεύκες) που είναι ανεκτικό σε pH με τιμές εκτός αυτού του εύρους. Σε πιο ξηρές περιοχές, τα ελαφρά αμμώδη εδάφη θα έχουν πιθανότατα πρόβλημα με τη διαθεσιμότητα του νερού και συνεπώς μπορούν να αποφεύγονται. Το ίδιο ισχύει για τα αβαθή εδάφη τα οποία θα παρέχουν χαμηλές αποδόσεις. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η προκαταρκτική καταπολέμηση των ζιζανίων είναι σημαντική και μπορεί να είναι δύσκολη σε ορισμένα εδάφη, όπως αυτά με υψηλά οργανική ουσία ή τύρφη. Μέτρια έως βαριά αργιλοπηλώδη εδάφη με καλό αερισμό και διατήρηση της υγρασίας είναι ιδανικά για την καλλιέργεια Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, ειδικά όταν επιτρέπουν ένα ελάχιστο βάθος καλλιέργειας 200-250 χιλιοστών, ώστε να είναι δυνατή η μηχανική φύτευση. Η εγκατάσταση σε εδάφη που πλημμυρίζουν ή σε ευαίσθητους υγροτόπους (Εικόνα 2, Εικόνα 3) πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά, καθώς η καλλιέργεια (φύτευση και συγκομιδή) με βαριά μηχανήματα μπορεί να είναι απαιτητική. Μια αρνητική επίπτωση σε υγρά εδάφη μπορεί να είναι η συμπίεση. Σε τέτοια εδάφη, η χρήση βαρέων μηχανημάτων πρέπει να γίνεται είτε σε πολύ ξηρές περιόδους είτε όταν το έδαφος που είναι παγωμένο.

**Διαθεσιμότητα του νερού:** Η απαιτήσεις για νερό σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι συνήθως υψηλότερη από ότι σε άλλες συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες που καλλιεργούνται στην ίδια περιοχή. Συνεπώς, θα πρέπει να προτιμώνται, όταν είναι δυνατόν, περιοχές με υψηλότερη βροχόπτωση ή περιοχές με πρόσβαση σε υπόγεια ύδατα ή άλλη διαθεσιμότητα νερού (π.χ. υδάτινες επιφάνειες, νερό βιολογικού καθαρισμού) (Εικόνα 4). Είναι γνωστό ότι μερικά είδη, όπως η ιτιά, είναι ανεκτικά σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λόγω περίσσειας νερού, πρέπει όμως να ληφθούν υπόψη, κατά την επιλογή ενός τόπου, οι δυσκολίες που συνεπάγονται για τη συγκομιδή.

Η απαιτήσεις για νερό σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ποικίλουν ανάλογα με τα είδη που χρησιμοποιούνται. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί μεγάλες διαφορές αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της διαφορετικής χρήσης του νερού μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών/κλώνων του ίδιου είδους. Συνεπώς, τα φυτώρια ή οι έμποροι του φυτικού υλικού πρέπει να ενημερώνουν τον γεωργό σχετικά με την καταλληλότητα του φυτικού υλικού για τις συγκεκριμένες συνθήκες του τόπου. Ειδικά κατά την αρχική φύτευση των μοσχευμάτων, όταν οι ρίζες δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί, η καλή υγρασία του εδάφους είναι ζωτικής σημασίας για να εξασφαλιστεί η επιτυχία της φυτείας. Έτσι, η χρονική στιγμή της αρχικής φύτευσης πρέπει να είναι καλά προγραμματισμένη, καθώς έχουν σημειωθεί σοβαρές απώλειες σε φυτείες που φυτεύτηκαν κατά τη διάρκεια πολύ ξηρών περιόδων.



**Εικόνα 2:** Φυτεία ιτιάς σε πεδίο εξόρυξης τύρφης στη Λευκορωσία. Παρά το γεγονός ότι δεν συνίσταται η φύτευση σε εδάφη με υψηλή οργανική ουσία, λόγω της χαμηλότερης παραγωγής βιομάζας, η ιτιά μπορεί να καλλιεργηθεί ικανοποιητικά σε τέτοια εδάφη και να χρησιμοποιηθεί, επίσης, για την αποκατάσταση του εδάφους. (Πηγή: I. Δημητρίου)



**Εικόνα 3:** Μια φυτεία ιτιάς που καλλιεργείται σε ένα αγρό με υψηλό επίπεδο υπόγειων υδάτων στη Σουηδία. Παρά το υψηλό επίπεδο του νερού, το οποίο θα πρέπει να αποφεύγεται, η ιτιά μπορεί να αυξάνεται ικανοποιητικά, δεδομένου ότι ανέχεται συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. (Πηγή: I. Δημητρίου)

Αυξημένες επιπτώσεις εμφανίζονται στα υπόγεια ύδατα όταν οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου φυτεύονται σε ξηρές περιοχές. Ιδιαίτερα σε χώρες όπου η διαθεσιμότητα νερού είναι περιορισμένη και τα είδη που χρησιμοποιούνται είναι προσαρμοσμένα σε θερμότερα κλίματα, όπως ο ευκάλυπτος, πρέπει να εξεταστούν οι επιπτώσεις στα υπόγεια ύδατα. Σε αυτούς τους προβληματισμούς πρέπει να δοθεί υψηλή προτεραιότητα, ειδικά αν ένα σημαντικό ποσοστό της λεκάνης απορροής πρέπει να δοθεί για παραγωγή βιομάζας από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Ωστόσο, στην Ευρώπη δεν έχουν ακόμη αποδειχθεί τέτοιες σοβαρές επιπτώσεις, καθώς μέχρι σήμερα μόνο μικρά τμήματα των λεκανών απορροής έχουν καλλιεργηθεί με τέτοιες φυτείες (Dimitriou et al. 2012a). Σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών χρήσεων γης, οι οποίες είναι συνηθισμένες στον Ευρωπαϊκό γεωργικό τομέα, η επίδραση των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στο νερό αναμένεται να είναι μικρή. Από την άλλη πλευρά, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου παρέχουν πλεονεκτήματα όταν χρησιμοποιούνται ως ζώνες προστασίας σε περιοχές όπου υλοποιείται γεωργία υψηλών εισροών. Στις περιοχές αυτές οι φυτείες είναι ένας αποτελεσματικός μηχανισμός για την υπερβολική συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων. Μειωμένη απώλεια θρεπτικών στοιχείων και αύξηση της εξατμισοδιαπνοής μειώνει τις διαρροές επικίνδυνων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων σε γειτονικές υδάτινες επιφάνειες ή υπόγεια ύδατα.

Οι ρίζες των φυτών στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να αναπτυχθούν πιο βαθιά από ότι σε άλλες καλλιέργειες, προκειμένου να εξασφαλιστεί η πρόσβαση στο διαθέσιμο εδαφικό νερό. Η βαθύτερη διείσδυση των ριζών των φυτών έχει προκαλέσει ανησυχίες για πιθανές ζημιές σε σωλήνες αποστράγγισης. Σε περιοχές όπου υπάρχει αποστράγγιση δεν αναμένεται βαθύ ριζικό σύστημα, καθώς αρκετό νερό είναι διαθέσιμο κοντά στην επιφάνεια. Εδώ, οι ρίζες συνήθως παραμένουν στα ανώτερα 40-50 cm του εδάφους. Αν το υπάρχον σύστημα αποστράγγισης είναι καινούργιο, ο καλλιεργητής μπορεί να επιλέξει μια διαφορετική θέση για τη φυτεία ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανοί κίνδυνοι. Πρέπει να ληφθεί υπόψη η ηλικία του συστήματος αποστράγγισης, ειδικά σε σύγκριση με την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της φυτείας. Αγροί με ένα ήδη κατεστραμμένο ή παλιό σύστημα αποστράγγισης θα πρέπει να θεωρούνται κατάλληλοι για καλλιέργεια



Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, καθώς η αποστράγγιση δεν θα πρέπει να αντικατασταθεί.



**Εικόνα 4:** Φυτεία λεύκης που λιπαίνεται και-- αρδεύεται με νερό από αστικά λύματα στη νότια Ισπανία. Παρά τις ξηρές συνθήκες, οι φυτείες μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά ακόμα και χωρίς άρδευση, αλλά θα επιτευχθεί καλύτερη ανάπτυξη όταν αρδεύονται με νερό λυμάτων. (Πηγή: Ι. Δημητρίου)



**Εικόνα 5:** Περιοχή όπου φυτεύονται ιτιές παράλληλα σε αγροτικό δρόμο, με εύκολη πρόσβαση για μηχανήματα και με ευρεία κενά στα όρια που επιτρέπουν την ευκολότερη διαχείριση. (Πηγή: Nordh N-E.)

**Πρόσβαση:** Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου πρέπει να έχουν καλή πρόσβαση σε αγροτικούς δρόμους (Εικόνα 5) για διαφορετικά είδη εξοπλισμού που απαιτούνται για τη διαχείριση τους. Σε γενικές γραμμές, περιοχές με κλίση άνω του 10% δεν είναι κατάλληλες για μεγάλες φυτείες όπου εφαρμόζονται αυτόματες πρακτικές σποράς και συγκομιδής, ειδικά αν πραγματοποιούνται σε συνθήκες υψηλής υγρασίας. Για μικρότερες φυτείες όπου εφαρμόζονται ημι-μηχανικές πρακτικές φύτευσης και συγκομιδής, η φυτεία μπορεί να εγκατασταθεί σε εδάφη με μεγαλύτερες κλίσεις. Υπερβολική κίνηση μηχανημάτων παρατηρείται το χειμώνα, όταν πραγματοποιείται η συγκομιδή της σοδειάς. Λόγω των βαριών φορτίων της συγκομιζόμενης ξυλείας, οι αγροί θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους (ή εναλλακτικά, να έχουν σχετικά εύκολη πρόσβαση σε δρόμους με σκληρό οδόστρωμα).

**Έκταση:** Το μέγεθος της φυτείας επηρεάζει σημαντικά τη διαχείριση της φυτείας, καθώς και την εφοδιαστική αλυσίδα και το σχετικό κόστος της. Ανάλογα με τη χώρα και το σκοπό της φυτείας, η έκτασή της πρέπει να κυμαίνεται από 2 ως 5 εκτάρια, κατά ελάχιστο. Ωστόσο, οι φυτείες μπορεί να καλλιεργηθούν και σε μικρότερες περιοχές (Εικόνα 6), αν υπάρχουν, για παράδειγμα, αρκετές άλλες φυτείες στην περιοχή, οι οποίες επιτρέπουν την υλοποίηση συνεργειών (π.χ. συντονισμός της συγκομιδής τους την ίδια περίοδο για μείωση των σχετικών δαπανών). Οι μικρότερες φυτείες είναι επίσης κατάλληλες στην περίπτωση που ο γεωργός θέλει να έχει την φυτεία μόνο για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών και αν κάνει την περισσότερη δουλειά χειρονακτικά.



**Εικόνα 6:** Φυτεία μικρού μέγεθος με ιπιές που βρίσκεται στη μέση ενός γεωργικού τοπίου. Αν και δεν είναι πολύ μεγάλη (περίπου 2 εκτάρια), η φυτεία βρίσκεται κοντά σε άλλες και έτσι συνδυάζεται η διαχείρισή τους. (Πηγή: Nordh N-E.).

Η επιλογή του σχήματος των αγρών μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην ευκολία και το χρόνο που απαιτείται για τη διαχείριση μιας φυτείας και κατά συνέπεια έχει επιπτώσεις στην οικονομία της φυτείας. Μεγαλύτεροι και ορθογώνιοι αγροί είναι πιο εύκολο να διαχειριστούν κατά τη φύτευση και τη συγκομιδή (ειδικά όταν εφαρμόζεται απευθείας θρυμματισμός), αλλά και όταν απαιτείται περίφραξη (πιο δαπανηρή ανά μονάδα έκτασης) για προστασία από θηλαστικά (π.χ. λαγούς, ζαρκάδια κ.α.). Ωστόσο στην πράξη, οι αγροί με καλό σχήμα χρησιμοποιούνται συχνά για την φύτευση ετήσιων καλλιεργειών. Συνεπώς, τα μικρότερα και ακανόνιστου σχήματος χωράφια επιλέγονται συχνά για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, καθώς οι εισροές για την καλλιέργεια των ετήσιων καλλιεργειών τους είναι πολύ μικρότερες (JTI, 2014).

**Θέση στο τοπίο:** Η διαχείριση των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου έχει περισσότερες ομοιότητες με την καλλιέργεια των ετήσιων καλλιεργειών από ότι με τη δασοπονία. Ωστόσο, πολλά ορατά χαρακτηριστικά των φυτειών, όπως το ύψος των δένδρων (π.χ. μέχρι 8 m ύψος μετά από 3-4 χρόνια, ανάλογα με το είδος του δέντρου που επιλέγεται και τις συνθήκες του πλαισίου) και η καλλιέργειά τους σε σειρά, προσθέτουν νέα χαρακτηριστικά στην γεωργικό τοπίο. Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δημιουργούν ένα νέο, τρισδιάστατο και εμφανές χαρακτηριστικό στο τοπίο, σε αντίθεση με τις ετήσιες καλλιέργειες που διατηρούν γενικά το τοπίο μάλλον ανοικτό. Συνεπώς, μπορεί να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο ανοικτό τοπίο, αλλά αν είναι κατάλληλα σχεδιασμένες μπορούν να επιφέρουν σημαντική βελτίωση του τοπίου.

Ανεξάρτητα από το νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο μπορεί να απαιτεί την άδεια των γύρω ιδιοκτητών της γης για την αύξηση των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, θα είναι καλή πρακτική να υπάρχει πάντα διάλογος με αυτούς τους ιδιοκτήτες γης, προκειμένου να αποφευχθούν συγκρούσεις και να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και το ενδιαφέρον.

Επιπλέον, θα πρέπει να θεωρούμε ότι οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δεν πρέπει να φυτεύονται μεταξύ ή κοντά σε χώρους ιστορικής σημασίας, στην περίπτωση που το ύψος φυτών θα έχει αρνητικές επιπτώσεις. Επίσης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη διατήρηση της φύσης και του τοπίου και τις προστατευμένες περιοχές. Η νομοθεσία που αφορά τις συγκεκριμένες περιοχές πρέπει να τηρείται. Τα πεδία με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου που βρίσκονται κάτω από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρισμού θα πρέπει να εμπλέκουν τη χρησιμότητα της διαχείρισής τους. Ακόμη και οι λιγότερο υψηλές φυτείες (π.χ. πρεμνοφυείς) μπορεί να φτάσουν μέχρι 8 μέτρα ύψος πριν τη συγκομιδή και δεν πρέπει να αγγίζουν τις γραμμές μεταφοράς.

Όταν οι φυτείες καλλιεργούνται για την παραγωγή και προμήθεια βιομάζας σε σταθμό παραγωγής ενέργειας μεγάλης κλίμακας (Εικόνα 9) και συνεπώς συγκεντρώνονται σε μια περιοχή μικρής ακτίνας γύρω από το σταθμό, η αλλαγή στο χαρακτήρα του τοπίου θα μπορούσε να είναι σημαντική αν απαιτούνταν πολλές φυτείες. Εδώ, το είδος και η πυκνότητα της φύτευσης έχουν επίσης επίπτωση στην εικόνα του τοπίου.

Ωστόσο, στην περίπτωση της παραγωγής μικρότερης κλίμακας, τέτοιες επιπτώσεις δεν αναμένονται. Αυτό μπορεί να εκτιμηθεί με ένα απλό υπολογισμό: για τη συνεχή παραγωγή ρεύματος σε μονάδα ισχύος 2 MW, για παράδειγμα, θα χρειαστούν περίπου 15 ως 20 χιλιάδες τόνοι ξηρής ξυλώδους βιομάζας. Αυτή μπορεί να προέλθει από 1.500-2.000 εκτάρια Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (αν η παραγωγή βιομάζας είναι 10 t ξηρής ουσίας/εκτάριο/έτος). Αυτή η έκταση της γης αντιστοιχεί σε περίπου 1,5% της συνολικής επιφάνειας μιας περιοχής ακτίνας 20 χιλιομέτρων (η οποία είναι η οικονομικώς ενδεδειγμένη απόσταση από ένα υποθετικό τελικό χρήστη της βιομάζας). Συνεπώς, η αναμενόμενη επίπτωση στο τοπίο, σε μια τέτοια περίπτωση, δεν μπορεί να θεωρηθεί σημαντική.

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να ενσωματωθούν ομαλά στα υπάρχοντα τοπία, με ελάχιστη διαταραχή, αν υπάρχουν ήδη φυσικοί φράκτες και δασικές περιοχές, δεδομένου ότι στις περιπτώσεις αυτές οι γραμμές θέασης είναι μικρές. Αν οι γραμμές θέασης είναι μεγάλες ή αν οι φυτείες είναι εγκατεστημένες σε μια επίπεδη περιοχή, οι δυνητικές φυτείες πρέπει να παρέχουν αλληλένδετα τμήματα με οργανικά και όχι γεωμετρικά σχήματα, προκειμένου να εναρμονιστούν καλύτερα στο υφιστάμενο τοπίο. Σε αυτά τα τοπία, οι φυτείες πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες και να συνδέονται με τα υπάρχοντα δάση (Εικόνα 7) ώστε να δώσουν οπτικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη. Ωστόσο, η ποικιλομορφία των καλλιεργειών φυλλοβόλων ειδών, που έχει δημιουργηθεί εξαιτίας της ποικιλοπλοκότητας των μίξεων (π.χ. με διαφορετικούς κλώνους που παρέχουν διάφορα σχήματα και χρώματα) και των σχεδίων συγκομιδής δίνει ένα δυναμικό χαρακτήρα στο γεωργικό τοπίο.



**Εικόνα 7:** Μια ορθογώνια και μάλλον μικρού μεγέθους φυτεία με ιτιές εγκατεστημένη σε αγροτική περιοχή, αλλά κοντά σε υπάρχον δάσος, επιτρέπει μια ομαλή αλλαγή του τοπίου. (Πηγή: Nordh N-E.).

Η λίστα που ακολουθεί δείχνει μια σειρά από παράγοντες που πρέπει να εξετάσει ο μελετητής ενός έργου με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, προκειμένου να αποφευχθούν διαταραχές στο τοπίο λόγω της εγκατάστασης της φυτείας, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Έτσι, θα πρέπει να θεωρηθεί ότι αυτές είναι πολύ γενικές καταστάσεις και ότι οι συνθήκες κάθε συγκεκριμένης τοποθεσίας πρέπει πάντα να εξετάζονται λεπτομερώς (Dimitriou et al. 2014a):

- Η εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε γεωργικά εδάφη που βρίσκονται κοντά στο δάσος δίνει την αίσθηση μιας φυσικής συνέχειας του τοπίου και θα πρέπει να προτιμάται. Ωστόσο, η φύτευση μόνο σε δασικές περιοχές θα πρέπει να αποφεύγεται δεδομένου ότι το τοπίο θα γίνει πολύ δασογενές.
- Η συγκομιδή διαφορετικών τμημάτων της φυτείας, μετά από διαφορετικούς κύκλους ανάπτυξης δημιουργεί ένα πιο ποικίλο τοπίο, το οποίο του δίνει, επίσης, ένα δυναμικό χαρακτήρα.
- Η εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου κοντά σε σημαντικούς πολιτιστικούς χώρους μπορεί να έχει αρνητική οπτική επίδραση.
- Η φύτευση διαφορετικών κλώνων με διαφορετικά χαρακτηριστικά (ζωηρότητα, μέγεθος και σχήμα φύλλων, χρώματα) αυξάνει την οπτική ποικιλομορφία. Ευρεία ανοίγματα μεταξύ των αγρών δίνει επίσης ευκαιρίες για αναψυχή στην περιοχή (π.χ. περπάτημα).
- Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι κατάλληλες ώστε να αναπτύσσονται δίπλα σε δρόμους με μεγάλη κίνηση, καθώς αυτές οι εκτάσεις συχνά δεν χρησιμοποιούνται. Ωστόσο, πρέπει να έχουμε υπόψη μας, ότι ανάλογα με κάθε δρόμο η ασφάλεια δεν πρέπει να μειώνεται. Για να έχουν οι οδηγοί καλή ορατότητα σε σημεία όπως οι στροφές και οι διασταυρώσεις, τα όρια των αγρών σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να έχουν μεγάλα κενά (Εικόνα 8, Εικόνα 10, Εικόνα 11).
- Σε δρόμους μεγάλης κυκλοφορίας, π.χ. σε αγροτικές περιοχές, οι επιπτώσεις των φυτειών στην οδήγηση είναι μάλλον μικρές, ωστόσο, τα κενά στα άκρα των αγρών εξακολουθούν να είναι αναγκαία για να καταστεί δυνατή η ευκολότερη διαχείρισή τους (π.χ. στροφή των μηχανημάτων συγκομιδής).
- Οι μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν βιομάζα από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι συχνά εγκατεστημένες σε βιομηχανικές περιοχές, όπου η εγκατάσταση των φυτειών θα μπορούσε να είναι ένα μέτρο για τη γενική βελτίωση των χώρων πρασίνου σε τέτοιες περιοχές.
- Στα ανοικτά πεδία και περιοχές όπου υπάρχουν ετήσιες γεωργικές καλλιέργειες, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να προσφέρουν μια παραλλαγή στο τοπίο.
- Σε γενικές γραμμές, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου θα πρέπει να εγκαθίστανται σε περιοχές όπου οι επιπτώσεις στο τοπίο γίνονται λιγότερο αντιληπτές (π.χ. κοντά σε δάση, σε λοφώδεις περιοχές, μακριά από πολιτισμικά σημαντικές περιοχές) και με έναν τρόπο που ταιριάζει με το περιβάλλον (π.χ. μικρότερα τμήματα γης κοντά σε δασικές περιοχές, μεγαλύτερα πεδία σε ανοικτές γεωργικές εκτάσεις, προσαρμοσμένες στις λοφώδεις διακύμανσεις σε ημιορεινές περιοχές).



**Πίνακας 1: Επισκόπηση των παραγόντων που καθορίζουν την επιλογή του τόπου Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή ενέργειας**

Τοπικές, φυσικές και γεωγραφικές συνθήκες	Υποδομών και τεχνικές πτυχές
<ul style="list-style-type: none"> <li>• μικροκλίμα</li> <li>• έδαφος</li> <li>• ευαισθησία σε φυσικούς κινδύνους</li> <li>• ευαισθησία σε επιθέσεις επιβλαβών οργανισμών/ασθένειες και ζημιές από θηράματα</li> <li>• θέματα βιοποικιλότητας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• απόσταση από τους πελάτες της βιομάζας</li> <li>• δυνατότητα πρόσβασης στη φυτεία από δρόμους για τη φύτευση και τη διαχείριση</li> <li>• ηλεκτροφόρα καλώδια που διέρχονται από τη φυτεία</li> <li>• η διαθεσιμότητα κατάλληλων μηχανημάτων για φύτευση και συγκομιδή</li> </ul>



**Εικόνα 8:** Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου κοντά σε αυτοκινητόδρομο. Μεγαλύτερα κενά στα άκρα τους παρέχουν στους οδηγούς ευρύτερο οπτικό πεδίο. (Πηγή: Nordh N-E.).



**Εικόνα 9:** Συγκομιδή μεγάλης φυτείας ιτιάς που βρίσκεται κοντά σε σταθμό συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (καμινάδα στο επάνω αριστερό μέρος της εικόνας), όπου παραδίδεται το θρυμματισμένο ξύλο. Τα έξοδα μεταφοράς μειώνονται όταν η βιομάζα για ενέργεια παράγεται κοντά στον τελικό χρήστη. (Πηγή: I. Δημητρίου)



**Εικόνα 10:** Φυτεία λεύκης δίπλα σε ένα δρόμο στη Γερμανία. Η ορατότητα του δρόμου δεν επηρεάζεται αρνητικά. (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 11:** Φυτεία ιτιάς δίπλα σε ένα δρόμο στη Σουηδία. Η ορατότητα του δρόμου δεν επηρεάζεται αρνητικά. (Πηγή: Rutz D.)

## 2.2 Κλίμα

Δεδομένου ότι υπάρχει ένας αριθμός διαφορετικών ειδών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή βιομάζας, ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών μπορεί να είναι κατάλληλο για την εγκατάστασή τους στην Ευρώπη.

Τα είδη που χρησιμοποιούνται συχνότερα σήμερα στην Ευρώπη, η ιτιά και η λεύκη, προέρχονται από τη βόρεια εύκρατη ζώνη. Είναι ανεκτικά σε ένα εύρος κλιματικών συνθηκών και στο κρύο. Περιοχές με χαμηλή υγρασία εδάφους θα μπορούσαν πιθανότατα να οδηγήσουν σε μη ικανοποιητικές αποδόσεις των ειδών και συνεπώς θα πρέπει να προτιμώνται κλώνοι/ποικιλίες με υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού.

Στη νότια Ευρώπη μπορούν να χρησιμοποιηθούν φυτά που είναι ευαίσθητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, συχνά όμως, η αντοχή στην ξηρασία είναι σημαντικό χαρακτηριστικό για την επιλογή των ειδών και των ποικιλιών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κυρίως στη διαθεσιμότητα του νερού, κατά τη διάρκεια του έτους της φύτευσης, όταν τα μοσχεύματα δεν έχουν αναπτύξει ρίζες ακόμη.

Επιπλέον, το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί σε μια φυτεία πρέπει να έχει ελεγχθεί στις τοπικές συνθήκες και εμπειρικά να εισαχθεί με επιτυχία στην αγορά. Υπήρξε μια σειρά από παραδείγματα με κλώνους/ποικιλίες, ως αποτέλεσμα προγραμμάτων βελτίωσης, που είχαν αποδειχθεί ιδιαίτερα κατάλληλα σε ορισμένα γεωγραφικά πλάτη, όχι όμως σε άλλα παρότι εξάγονταν, οδηγώντας σε χαμηλές αποδόσεις ή και απώλειες των φυτειών. Για το λόγο αυτό, είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται φυτικό υλικό που παρέχεται από τοπικά φυτώρια και έχει δοκιμαστεί στην πράξη σε τοπικό επίπεδο.

## 2.3 Διάταξη της φυτείας

Για τη διαμόρφωση των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε μια συγκεκριμένη περιοχή θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλά θέματα, εκτός από τη μεγιστοποίηση της απόδοσης. Αυτά έχουν σχέση με πρακτικά ζητήματα διαχείρισης μιας φυτείας αλλά και την αύξηση των θετικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Επίπεδα εδάφη ή εδάφη με κλίση που δεν υπερβαίνει το 7% είναι ιδανικά από την άποψη της λειτουργικότητας. Ωστόσο, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου συχνά εγκαθίστανται σε μεγαλύτερες κλίσεις, δεδομένου ότι μπορούν να μειώσουν τη διάβρωση του

εδάφους. Οι φυτείες αυτές πρέπει να σχεδιαστούν με τρόπο τέτοιο που θα επιτρέπουν την κατάλληλη πρόσβαση όλων των μηχανημάτων που εμπλέκονται στην εγκατάσταση και τη συγκομιδή.

Είναι σημαντικό να σχεδιαστούν αρκετά μεγάλα κεφαλάρια στους αγρούς (Εικόνα 13) που θα επιτρέπουν τη στροφή των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής (μηχανήματα συγκομιδής ή/και οι συνοδευτικοί γεωργικοί ελκυστήρες για τη συλλογή του θρυμματισμένου ξύλου αν απαιτείται). Τέτοια κεφαλάρια, τα οποία ανήκουν στη φυτεία, αλλά δεν έχουν φυτευτεί, επιτρέπουν την αύξηση της βιοποικιλότητας στα άκρα της φυτείας και μπορούν να καλυφθούν από ανθοφόρα φυτά. Στην περίπτωση του ειδικά σχεδιασμένου αυτόματου εξοπλισμού συγκομιδής πρεμνοφυών φυτειών με ιτιές ή λεύκες, τα κεφαλάρια πρέπει να έχουν εύρος τουλάχιστον 6-7 μέτρων. Επίσης, ο χώρος αυτός πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος για τη μεταφορά και την αποθήκευση του συγκομιζόμενου θρυμματισμένου ξύλου (Εικόνα 12) ή των ξυλοτεμαχίων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.



**Εικόνα 12:** Ένα μηχάνημα συγκομιδής χρησιμοποιεί τα μεγάλα κενά στα άκρα της φυτείας για προσωρινή αποθήκευση του θρυμματισμένου ξύλου που συγκομίστηκε. Η υγρασία του θα μειωθεί πριν μεταφερθεί στον τελικό χρήστη. (Πηγή: Ι. Δημητρίου)

Η διάταξη της φυτείας πρέπει να μεγιστοποιεί το μήκος των σειρών, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των αναγκαίων ελιγμών των μηχανημάτων. Στην ιδανική περίπτωση, το μήκος των σειρών θα πρέπει να επιτρέπει την πλήρωση ενός ή δύο ρυμουλκούμενων με θρυμματισμένο ξύλο πριν το μηχάνημα συγκομιδής πρέπει να γυρίσει.

Η δημιουργία νέων Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δεν θα πρέπει να εμποδίζει την υφιστάμενη ελεύθερη πρόσβαση. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για περιοχές με σημαντικές δραστηριότητες αναψυχής, όπως οι περιοχές κοντά σε πόλεις. Οι προστριβές μπορούν να αποφευχθούν με σχεδιασμό της πρόσβασης του κοινού, προσεκτικά και σε διαβούλευση με τις σχετικές ομάδες και τα ενδιαφερόμενα μέρη. Ευρείς διάδρομοι μεταξύ των διαφόρων τμημάτων των φυτειών θα αυξήσουν την πρόσβαση του κοινού και την αξία αναψυχής των φυτειών. Τέτοιοι διάδρομοι και ευρεία άκρα, καθώς και μεγάλες σειρές, προσφέρουν αυξημένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τη βιοποικιλότητα της χλωρίδας και της πανίδας.





**Εικόνα 13:** Γειτονικές φυτείες ιτιάς με μεγάλα κενά στις άκρες τους επιτρέπουν την κίνηση των μηχανημάτων και την αποθήκευση του θρυμματισμένου ξύλου μετά τη συγκομιδή, αλλά και την αύξηση της βιοποικιλότητας (Πηγή: Nordh N-E.).

Ο σχεδιασμός της φυτείας θα πρέπει να ταιριάζει όσο το δυνατόν περισσότερο με το γύρω τοπίο (όπως αναφέρεται παραπάνω) και για αυτό θα είναι ιδανικό αν οι φυτείες εγκαθίστανται δίπλα ή κοντά σε συστάδες δέντρων που ήδη υπάρχουν (π.χ. διαχωριστικοί φράχτες ή/και μικρές δασικές εκτάσεις). Τα άκρα των φυτειών είναι σημαντικά ως χαρακτηριστικό του τοπίου. Θα πρέπει να δείχνουν όσο το δυνατόν φυσικότερα, να ταιριάζουν και να ποικίλουν σε σχέση με το τοπίο ενώ θα μπορούσαν να φυτευτούν φράκτες που θα διαχειρίζεται σε ετήσια βάση. Ως εναλλακτική λύση, στα άκρα θα μπορούσαν να εγκατασταθούν ετήσιες καλλιέργειες.

Για τον πυρήνα της φυτείας μπορούν να επιλεγούν διαφορετικές διατάξεις ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα είδη και στον κύκλο συγκομιδής (Πίνακας 2, Εικόνα 14). Σε τυπικές πρεμνοφυείς φυτείες με ιτιές και λεύκες χρησιμοποιούνται πολύ μεγάλες πυκνότητες, όπου φυτεύονται 5.000 έως 20.000 μοσχεύματα ανά εκτάριο. Σε τέτοιες φυτείες και προκειμένου να πραγματοποιηθούν ευκολότερα οι εργασίες μηχανικής διαχείρισης για φύτευση, λίπανση και συγκομιδή, συνιστάται η φύτευση σε μονές ή διπλές σειρές.

**Πίνακας 2:** Σχεδιασμός φυτείας για ιτιά και λεύκη στη Γερμανία (σύμφωνα με Wald 21)

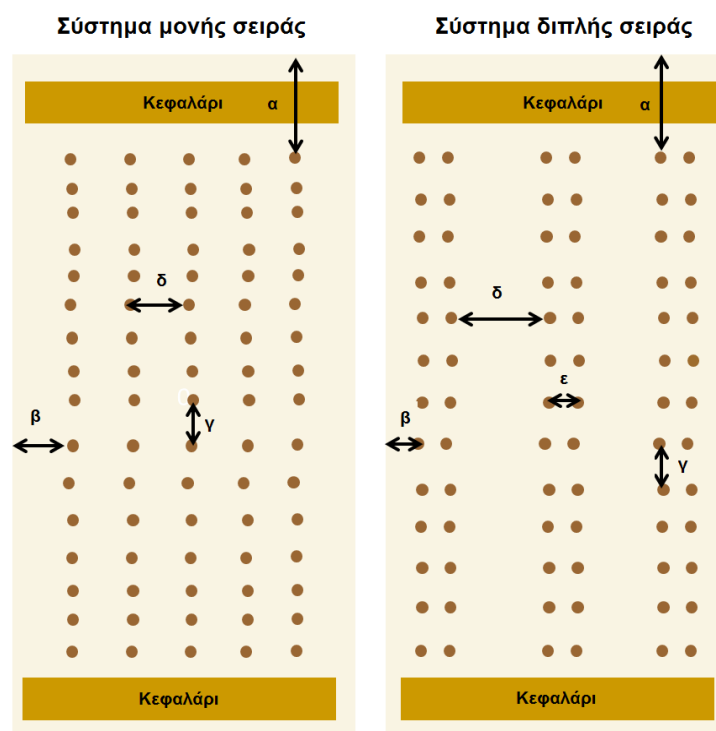
	Μικρός περίτροπος χρόνος (3-5 έτη)	Μέσος περίτροπος χρόνος (6-8 έτη)	Μεγάλος περίτροπος χρόνος (> 10 έτη)
<b>Ιτιά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>13.000 μοσχεύματα/ha</li> <li>Διπλή σειρά: 2m * 0,75m</li> <li>Πυκνότητα: 55cm στη σειρά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Δεν έχει εφαρμογή</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Δεν έχει εφαρμογή</li> </ul>
<b>Λεύκη</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.300-11.000 μοσχεύματα/ha</li> <li>Μονή σειρά: 2m</li> <li>Πυκνότητα: ~ 45-60cm στη σειρά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.000 μοσχεύματα/ha</li> <li>Μονή σειρά: 2m</li> <li>Πυκνότητα: ~ 1m στη σειρά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.500-3.333 μοσχεύματα/ha</li> <li>Μονή σειρά: 2m</li> <li>Πυκνότητα: ~ 1,5 – 2m στη σειρά</li> </ul>

(ha: εκτάρια, m: μέτρα, cm: εκατοστά)



Οι φυτείες λεύκης φυτεύονται συχνά σε μονές σειρές. Η απόσταση μεταξύ των σειρών θα πρέπει να είναι 2 μέτρα και η απόσταση των μοσχευμάτων στις σειρές πρέπει να είναι από 0,45 ως 2 μέτρα, ανάλογα με τον χρόνο περιφοράς. Επίσης, έχουν εφαρμοστεί συστήματα με λεύκες σε διπλές σειρές.

Η χρήση διπλών σειρών μπορεί να επιτρέψει την ταχύτερη και οικονομικότερη διαχείριση, ιδιαίτερα για τις φυτείες ιτιάς με πολλές λεπτές σειρές και πολύ μικρούς περιτρόπους χρόνους. Σε μια τυπική σχεδίαση αυτών των διπλών σειρών οι αποστάσεις είναι 1,50 και 0,75 μέτρα, μεταξύ και εντός των διπλών σειρών, αντίστοιχα, ενώ η απόσταση των μοσχευμάτων στις σειρές κυμαίνεται από 0,5 ως 0,8 μέτρα (ανάλογα με την τοποθεσία, τους κλώνους ή τα είδη που χρησιμοποιούνται). Η αλλαγή της απόστασης μπορεί να επηρεάσει το τελικό προϊόν της συγκομιδής και ειδικά το μήκος και τη διάμετρο των βλαστών. Η έγκαιρη διαβούλευση με τους δυνητικούς τελικούς χρήστες, κατά το στάδιο του σχεδιασμού, είναι απαραίτητη για να εκπληρωθούν οι ανάγκες τους κατά τη συγκομιδή.



**Εικόνα 14:** Παραδείγματα απλοποιημένης διατάξεις των φυτειών με μονές και διπλές σειρές (η κλίμακα δεν είναι αληθής) (α = κεφαλάρια του αγρού (8 μέτρα), β = διάστημα από τα όρια της φυτείας έως την άκρη του αγρού (2 μέτρα), γ = χώρος μεταξύ των μοσχευμάτων στην ίδια σειρά (0,45 έως 2 μέτρα), δ = διάστημα μεταξύ των σειρών (2 μέτρα), ε = διάστημα εντός των διπλών σειρών (0,75 μέτρα) (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 15:** Φυτείες με ιτιές διαφόρων ηλικιών όπου φυτεύονται διαφορετικοί κλώνοι διαφοροποιούν το τοπίο. Διαφορετικά ύψη και χρώματα συμβάλλουν στη ποικιλομορφία. Οι κάτοικοι που διαμένουν κοντά έχουν εύκολη πρόσβαση ανάμεσα από τις φυτείες μέσω των κενών που υπάρχουν στα άκρα τους. (Πηγή: Nordh N-E.).

#### **2.4 Νομοθεσία**

Μια σημαντική πτυχή της επιλογής του τόπου είναι συνδεδεμένη με νομικά θέματα. Για αυτό το λόγο, συχνά ισχύουν νομοθεσίες σε διαφορετικά επίπεδα, όπως εθνικό, περιφερειακό και τοπικό. Συνήθως μια νέα Φυτεία Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου αντικαθιστά προηγούμενες χρήσεις γης που μπορεί να είναι καλλιεργήσιμες εκτάσεις, βοσκότοποι, δασικά εδάφη, εγκαταλειμμένα εδάφη, κ.λπ.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, σε πολλές χώρες απαγορεύεται και συνεπώς δεν συνίσταται η εγκατάσταση τέτοιων φυτειών σε δασικές εκτάσεις. Μόνο σε λίγες χώρες (π.χ. Κροατία) οι φυτείες αυτές έχουν χαρακτηριστεί ως δασικές εκτάσεις. Σε ορισμένες χώρες ή περιοχές, όπως στη Βαυαρία (Γερμανία), η εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε λειμώνες, είναι απαγορευμένη. Οι φυτείες θεωρούνται ισότιμες των ετήσιων καλλιεργειών όταν είναι εγκατεστημένες σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, αν συλλέγονται μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 20 χρόνια στη Γερμανία).

Εκτός αυτών των γενικών κανόνων για την εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, οι οποίοι διαφέρουν στις Ευρωπαϊκές χώρες, πρέπει να ληφθεί υπόψη και το καθεστώς προστασίας του εδάφους. Για το λόγο αυτό, οι φυτείες αυτές δεν απαγορεύονται πάντα άμεσα όταν ισχύει το οποιαδήποτε καθεστώς προστασίας. Αυτό εξαρτάται από το είδος της προστασίας που μπορεί να είναι διαφορετικό, αν αναφερόμαστε σε περιοχή προστασίας του τοπίου, περιοχή διατήρησης της φύσης, περιοχή του δικτύου Natura2000 ή ακόμη και εθνικό δρυμό. Επίσης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη νομικά θέματα της διαχείριση των υδάτων που αφορούν παράγοντες, όπως η υδρολογική λεκάνη, περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες ποταμών ή περιοχές ευαίσθητες για τα υπόγεια ύδατά τους.

Η νομοθεσία μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στην επιλογή των εγκεκριμένων ποικιλιών και κλώνων, καθώς μερικές φορές αυτό προβλέπεται. Στο σχεδιασμό της φυτείας, ρυθμίζεται μερικές φορές η απόσταση από τους γείτονες, καθώς απαιτείται κενός χώρος πλάτους 2 μέτρων, για παράδειγμα, από το γειτονικό ακίνητο.

## 2.5 Στοιχεία αειφορίας για την επιλογή του τόπου

Με την αύξηση της ζήτησης βιομάζας για ενεργεία και βιο-υλικά, οι πτυχές της αειφορίας γίνονται όλο και πιο σημαντικές στη συζήτηση για την παραγωγή βιοενέργειας. Η εγκατάσταση και η χρήση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να είναι ένα μέτρο για την αύξηση της συνολικής αειφορίας μόνο αν ληφθούν υπόψη διάφορες πτυχές της. Μια λεπτομερής περιγραφή για τα ζητήματα αυτά είναι διαθέσιμα στην έκθεση του έργου SRCplus με τίτλο "Κριτήρια αειφορίας και συστάσεις για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου" (Δημητρίου και Rutz, 2014). Η παρακάτω περιγραφή παρέχει μόνο μια γενική εικόνα για το περιεχόμενο της έκθεσης αυτής.

Σε γενικές γραμμές, η καλλιέργεια αυτών των φυτειών είναι εξ ορισμού μια γεωργική πρακτική χαμηλών εισροών, που συνεπάγεται χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται σε περιορισμένη χρήση χημικών ουσιών, αλλά και επειδή καλλιεργούνται επί σειρά ετών, πράγμα που οδηγεί σε περιορισμένες εισροές διαχείρισης. Η χρήση των φυτοφαρμάκων είναι αμελητέα και στις περισσότερες περιπτώσεις ανύπαρκτη. Αυτό δεν οφείλεται στην απουσία ασθενειών ή εντόμων, αλλά κυρίως στη σχετικά χαμηλή οικονομική τους αξία σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες, δεδομένου ότι η βιομάζα που παράγεται χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Η χρήση λιπασμάτων είναι περιορισμένη σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες καθώς η λίπανση των δέντρων δεν είναι κοινή πρακτική και οι καλλιέργειες είναι πολυετείς και αναπτύσσονται για πολλά χρόνια πριν τη συγκομιδή, χρησιμοποιώντας τα θρεπτικά συστατικά που ανακυκλώνονται στο σύστημα εδάφους-φυτών από φύλλα που πέφτουν και τις ρίζες που νεκρώνονται. Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου συνιστάται η λίπανση με άζωτο (N), όπως στις φυτείες ιτιάς, οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται (περίπου 80 kg N ανά εκτάριο και έτος) είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σύγκριση με άλλες συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.

Επιπλέον, λόγω τεχνικών περιορισμών και θεμάτων φυσιολογίας (π.χ. το ύψος των δέντρων), δεν επιτρέπεται η χρήση εξοπλισμού λίπανσης κάθε χρόνο, όταν η πυκνότητα των φυτειών είναι υψηλή, όπως στην περίπτωση των φυτειών ιτιάς και λεύκης. Η άρρωση πραγματοποιείται, επίσης, μία φορά κατά την περίοδο εγκατάστασης και συνήθως καμία άλλη διαχείρισης του εδάφους δεν πραγματοποιείται μέχρι την απεγκατάσταση των φυτειών, η οποία γίνεται μετά από αρκετά έτη.

Αν διαχειριστούν αειφορικά, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικές συνέργειες με άλλες γεωργικές πρακτικές, με υπηρεσίες του οικοσυστήματος και με μέτρα διατήρησης της φύσης. Οι φυτείες αυτές συνήθως βοηθούν στη βελτίωση της ποιότητας του νερού, βελτιώνουν τη βιοποικιλότητα, παρέχουν υπηρεσίες οικοσυστήματος (κυνήγι, μελισσοκομία, παροχή νερού, πυροπροστασία), μετριάζουν τις ασθένειες των ζώων στους αγρούς, αποτρέπουν τη διάβρωση, μειώνουν την εισροή τεχνητών υλικών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα) και μετριάζουν την κλιματική αλλαγή ως αποτέλεσμα της αποθήκευσης του διοξειδίου του άνθρακα. Τα πλεονεκτήματα αυτά που αφορούν την αειφόρο παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου πρέπει να προβάλλονται, ενισχύοντας τις θετικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Για το λόγο αυτό, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πτυχές της αειφορίας που έχουν περισσότερες θετικές επιπτώσεις σε οριακή εδάφη και ιδιαίτερα ως δομικά στοιχεία του τοπίου όταν, για παράδειγμα, συνορεύουν με αγρούς, δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.

Εξαιτίας της σημασίας των επιπτώσεων των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στο περιβάλλον, η ακόλουθη περιγραφή τονίζει τις επιπτώσεις των αλλαγών των χρήσεων γης. Οι επιπτώσεις αυτές κατατάσσονται σε άμεσες και έμμεσες και είναι από τις πιο κρίσιμες σε κάθε αλυσίδα παραγωγής βιοενέργειας που βασίζεται σε καλλιέργειες, καθώς ο μελλοντικός ανταγωνισμός των χρήσεων γης αποτελεί έναν αυξανόμενο περιορισμό για κάθε προϊόν. Ο στόχος του παρόντος εγχειριδίου δεν είναι να συζητήσουμε όλες αυτές τις επιπτώσεις με λεπτομέρεια, αλλά να επικεντρωθούμε σε συγκεκριμένα θέματα άμεσων

αλλαγών στις χρήσεις γης σε σχέση με την καλλιέργεια Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Οι έμμεσες αλλαγές χρήσεων γης δεν εξετάζονται σε αυτό το κείμενο.

Προκειμένου να αναπτυχθούν προτάσεις για την αειφόρο καλλιέργεια των φυτειών, η προηγούμενη χρήση γης έχει έναν κρίσιμο ρόλο στις θετικές ή τις αρνητικές επιπτώσεις. Γίνεται διάκριση αν στο μέλλον οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου προβλέπεται να εγκατασταθούν σε:

- **Υπάρχουσες αγροτικές εκτάσεις:** διάφοροι τύποι αγροτικών εκτάσεων (π.χ. αρόσιμα εδάφη), ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του νερού.
- **Υπάρχουσες χορτολιβαδικές εκτάσεις:** πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ των εντατικά και εκτεταμένα διαχειριζόμενων χορτολιβαδικών εκτάσεων.
- **Υπάρχουσες δασικές εκτάσεις:** σε πολλές χώρες οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δεν θα εγκατασταθούν σε εκτάσεις που χαρακτηρίζονται ως δασικές (λόγω νομικών αλλά και περιβαλλοντικών θεμάτων).
- **Οριακά εδάφη:** Πολλοί ορισμοί είναι διαθέσιμοι για τα "οριακά εδάφη". Κάποια εδάφη που χαρακτηρίζονται ως οριακά, από οικονομική άποψη, έχουν υψηλή περιβαλλοντική αξία. Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να είναι κατάλληλες για επικλινή εδάφη (για προστασία από τη διάβρωση), για περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες, κάτω από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρισμού, κλπ.
- **Προστατευόμενες περιοχές:** η καλλιέργεια Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε προστατευόμενες περιοχές εξαρτάται από το καθεστώς και τους στόχους της προστασίας.

Για να επιτευχθεί μια αποτελεσματική παραγωγή βιομάζας από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, τα γεωργικά εδάφη υψηλής γονιμότητας είναι η πλέον κατάλληλη πηγή, δεδομένου ότι σε τέτοιες περιοχές επιτυγχάνονται, με την κατάλληλη διαχείριση, οι υψηλότερες αποδόσεις σε βιομάζα ανά μονάδα επιφάνειας (και συνεπώς κέρδη για τον αγρότη). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω και θα αναλυθεί παρακάτω, η εγκατάσταση των φυτειών σε τέτοιες περιοχές φαίνεται να προσφέρει θετικές επιπτώσεις από την άποψη της ποιότητας του νερού, του εδάφους και της βιοποικιλότητας, σε σύγκριση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες που συνήθως καλλιεργούνται σε γόνιμα εδάφη.

Ωστόσο, με τις τρέχουσες τιμές ξύλου και ενέργειας, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι λιγότερο ανταγωνιστικές, σε πολλές περιοχές, σε σύγκριση με άλλα συστήματα καλλιέργειας σε αρόσιμα εδάφη και έτσι οι αγρότες συχνά ενδιαφέρονται για την εγκατάστασή τους κυρίως σε εγκαταλελειμμένα γεωργικά εδάφη ή λιβαδικές εκτάσεις. Μια αλλαγή της χρήσης γης από λιβαδικά φυτά σε φυτεία ξυλωδών ειδών μπορεί να είναι αμφιλεγόμενη, λόγω των προσπαθειών στην Ευρωπαϊκή γεωργία για να διατηρηθούν και να αποφευχθούν οι μειώσεις των οικοσυστημάτων δέσμευσης του άνθρακα ή οικοσυστημάτων με υψηλή αξία βιοποικιλότητας, όπως οι βοσκότοποι. Ως πολυετής καλλιέργειες με ελάχιστες εισροές φυτοφαρμάκων, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μοιάζουν περισσότερο με χορτολιβαδικές εκτάσεις παρά με άλλες αροτραίες καλλιέργειες, όσον αφορά τη διαχείριση και τις επακόλουθες επιπτώσεις στην ποιότητα του εδάφους και των υδάτων που δεν αναμένεται να διαφέρουν πολύ. Οι σχετικές συγκρίσεις χρειάζεται να αναλυθούν, καθώς ο μετασχηματισμός των χρήσεων γης πρέπει να πραγματοποιηθεί με προσεκτικό τρόπο για να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με την προστασία του περιβάλλοντος.

Γενικά, οι επιπτώσεις των φυτειών που καλλιεργούνται σε δασικές εκτάσεις είναι μάλλον αρνητικές. Έτσι, πολλές χώρες έχουν αναπτύξει νομοθεσίες που εμποδίζουν την καλλιέργειά τους σε δασικές εκτάσεις.

Και οι τρεις τύποι χρήσεων γης (γεωργική γη, χορτολιβαδικές εκτάσεις, δάση) μπορούν να διαχειριστούν με διαφορετικούς τρόπους. Ανάλογα με αυτές τις πρακτικές διαχείρισης καθώς και τις εδαφολογικές και τις κλιματικές συνθήκες, ο όρος "οριακά εδάφη" μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στους τρεις τύπους χρήσεων γης. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχουν



διαφορετικοί ορισμοί των οριακών εδαφών, ανάλογα με την εστίαση σε ζητήματα οικονομικά, γονιμότητας, κίνδυνων, κ.λπ.

Τα “οριακά εδάφη” θα μπορούσαν να είναι, για παράδειγμα, μέτρια ή πολύ μολυσμένα εδάφη, περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες, περιοχές κάτω από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρισμού ή δίπλα σε σιδηροδρομικές γραμμές και περιοχές με εδάφη επιρρεπή σε ολισθήσεις γαιών. Αυτοί οι τύποι γης δημιουργούν δυνατότητες, περισσότερο επειδή οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να ανεχτούν και να αναπτυχθούν ικανοποιητικά κάτω από αντίξοες συνθήκες (π.χ. βαρέα μέταλλα μολυσμένων εδαφών, αναερόβιες συνθήκες, λιγότερο γόνιμα εδάφη, πλημμυρισμένες περιοχές). Στις περιοχές αυτές δεν μπορούν, συχνά, να αναπτυχθούν και να προσφέρουν ένα εισόδημα πολλές άλλες καλλιέργειες εκτός από τις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Αν και η αναμενόμενη παραγωγή βιομάζας και επομένως η αποδοτικότητα της χρήσης γης θα είναι μάλλον χαμηλή, μπορεί να υπάρξουν περιοχές ενδιαφέροντος για την ανάπτυξη των φυτειών, δεδομένου ότι αποφεύγεται ο ανταγωνισμός με άλλες καλλιέργειες και προσφέρονται πολλά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, αν βελτιστοποιείται η διαχείρισή τους. Ωστόσο, σε ορισμένες περιοχές, όπως οριακά εδάφη υψηλής βιοποικιλότητας, υπάρχει περιβαλλοντικός κίνδυνος να δημιουργηθούν αρνητικές επιπτώσεις μέσω της καλλιέργειας Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου.

Τέλος, και οι τρεις τύποι χρήσεων γης (γεωργική γη, χορτολιβαδικές εκτάσεις, δάση) μπορούν να διέπονται από ένα καθεστώς προστασίας, σύμφωνα με τις διαφορετικές τοπικές, εθνικές και κοινοτικές διαβαθμίσεις προστασίας. Σε περίπτωση που αυτό το καθεστώς είναι συνδεδεμένο με ορισμένα οικοσυστήματα, οικοτόπους και προστατευόμενα είδη, η καλλιέργεια των φυτειών είναι μάλλον αρνητική. Για τις προστατευόμενες περιοχές που σχετίζονται με την προστασία του τοπίου, η καλλιέργειά τους μπορεί να έχει θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις. Γενικά, πρέπει να εντοπιστούν οι στόχοι για την προστασία συγκεκριμένων περιοχών και να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις της καλλιέργειας των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στην εκπλήρωση αυτών των στόχων.

Μια επισκόπηση σχετικά με διάφορες επιπτώσεις των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στους τρεις τύπους χρήσης γης παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3: Επιπτώσεις της εγκατάστασης Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε αγροτικές, χορτολιβαδικές και δασικές εκτάσεις (προσαρμογή από BUND 2010; Δημητρίου & Rutz 2014)**

Κριτήριο	Αγροτικές εκτάσεις	Χορτολιβαδικές εκτάσεις	Δασικές εκτάσεις
Χρήση φυτοφαρμάκων	Κατά την εγκατάσταση και την απεγκατάσταση παρόμοιες με τις συμβατικές γεωργικές χρήσεις. Κατά τη διάρκεια του χρόνου περιφοράς δεν χρειάζεται.	Κατά την εγκατάσταση και την απεγκατάσταση παρόμοιες με τις συμβατικές χορτολιβαδικές εκτάσεις. Κατά τη διάρκεια του χρόνου περιφοράς δεν χρειάζεται.	Υψηλότερη
Χρήση λιπασμάτων	Σημαντικά χαμηλότερη	Σημαντικά χαμηλότερη	Υψηλότερη
Διάβρωση του εδάφους	Σημαντικά χαμηλότερη	Κατά την εγκατάσταση και την απεγκατάσταση μεγαλύτερη από τις χορτολιβαδικές εκτάσεις. Κατά τη διάρκεια του χρόνου περιφοράς παρόμοιες με τις χορτολιβαδικές εκτάσεις.	Ελαφρώς υψηλότερη

Βιοποικιλότητα	Συνήθως πολύ υψηλότερη από ότι στις εντατικά καλλιεργούμενες γεωργικές εκτάσεις. Στις εκτενώς καλλιεργούμενες γεωργικές εκτάσεις μπορεί να είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη.	Εξαρτάται από την ένταση χρήσης των χορτολιβαδικών εκτάσεων καθώς και τη μήξη των ειδών.	Εξαρτάται από τον τύπο του δάσους και το σχεδιασμό της φυτείας. Σε σχέση με τα φυσικά δάση, η βιοποικιλότητα στις φυτείες είναι μάλλον χαμηλότερη.
Κλίμα και νερό	Υψηλότερη εξάτμιση, υψηλότερη συγκράτηση, υψηλότερη προστασία από τον άνεμο και εξισορρόπηση της θερμοκρασίας, μείωση της σκόνης και των ρύπων.	Υψηλότερες εξάτμιση, υψηλότερη συγκράτηση, υψηλότερη προστασία από τον άνεμο και εξισορρόπηση της θερμοκρασίας.	Μάλλον αρνητικές επιπτώσεις
Συγκέντρωση άνθρακα	Σημαντικά μεγαλύτερες	Υψηλότερη ή ίση. Εξαρτάται από τις πρακτικές διαχείρισης.	Αποθήκευση CO <sub>2</sub> σημαντικά χαμηλότερη, αλλά ετήσια συγκέντρωση υψηλότερη.

Σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αειφορία της χρησιμοποιούμενης γης είναι η ενεργειακή απόδοση των φυτειών, ανά εκτάριο, σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες και συνεπώς, η δυνατότητα να συμβάλει στην άμβλυση της κλιματικής αλλαγής. Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει σχετικές μέσες τιμές, αν και αφορούν πολύ συγκεκριμένη περιοχή. Επιπλέον, τα στοιχεία σχετικά με το ενεργειακό ισοζύγιο παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

**Πίνακας 4: Ετήσια ενεργειακή απόδοση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, ετήσιων ενεργειακών καλλιεργειών και δασών σε kWh/ha**

Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου	Αραβόσιτος (βιοαέριο)	Ελαιοκράμβη (βιοντίζελ)	Δάσος
16,000 – 60,000	37,000 – 55,000	11,000 – 21,000	10,000 – 27,000

**Πίνακας 5: Ενεργειακό ισοζύγιο ως σχέση εκρών/εισρών των επιλεγμένων καλλιεργειών (Börjesson & Tufvesson 2011)**

Φυτεία ιτιάς	Αραβόσιτος (όλο το φυτό)	Ελαιοκράμβη (όλο το φυτό)	Σιτάρι (συμπεριλαμβανομένου του άχυρου)
24	11	9	11

Όπως περιγράφεται παραπάνω, η αλλαγή της χρήσης γης είναι μόνο μία πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την αξιολόγηση της αειφορίας. Οι επιπτώσεις στη φυτοποικιλότητα, τη ζωοποικιλότητα, το έδαφος, το νερό και στην αλλαγή του τοπίου περιγράφονται με περισσότερες λεπτομέρειες στην έκθεση του έργου "Κριτήρια αειφορίας και συστάσεις για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου " (Dimitriou & Rutz 2014).

### 3 Είδη δέντρων και κλώνοι

Αρκετά ταχυαυξή είδη δέντρων χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη ως πρώτη ύλη βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς. Σε αυτό το εγχειρίδιο δίνεται έμφαση σε ιτιές και λεύκες, πράγμα που οφείλεται στο ότι αυτά είναι τα είδη που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην Ευρώπη και σε αυτά αναφέρονται τα περισσότερα αποτελέσματα της έρευνας. Ωστόσο, περιλαμβάνονται και αποτελέσματα και πληροφορίες της έρευνας σχετικά με άλλα είδη που χρησιμοποιούνται σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, όπως η ψευδακακία και ο ευκάλυπτος αλλά και η κλήθρα, ο φράξος και η σημύδα. Παρά το γεγονός αυτό, οι παρεχόμενες πληροφορίες παρουσιάζονται λαμβάνοντας υπόψη ένα μεγάλο εύρος ευρωπαϊκών περιοχών.

#### 3.1 Ιτιά

Οι ιτιές και οι λυγαριές αποτελούν είδη του γένους *Salix* (Εικόνα 16, Εικόνα 17) που περιλαμβάνει περίπου 400 είδη φυλλοβόλων δένδρων και θάμνων. Φύονται φυσικά κυρίως σε υγρά εδάφη σε ψυχρές και εύκρατες περιοχές του Βόρειου Ημισφαιρίου. Οι ιτιά είναι το είδος που χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για παραγωγή ενέργειας στην Ευρώπη. Τα είδη της ιτιάς έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε τέτοιες φυτείες εξαιτίας μιας σειράς από επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η γρήγορη ανάπτυξη και οι υψηλές αποδόσεις, η ικανότητά τους να αναπτύσσονται καλά σε ένα εύρος ποικίλων εδαφών (π.χ. ιδανικά για εδάφη με pH 5-7,5 αλλά και έξω από αυτό το εύρος) και περιβαλλόντων (από βαριά αργιλώδη ως ελαφρύτερα εδάφη), η καλή πρεμνοβλαστική ικανότητα (άρα χωρίς να χρειάζεται επαναφύτευση μετά τη συγκομιδή), οι ρίζες που μπορούν να αναπτύσσονται σε συνθήκες υψηλής έλλειψης οξυγόνου (έτσι μπορούν να φυτευτούν σε συνθήκες κατακλυσμού νερού) και η ικανότητά τους να ανέχονται υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών και βαρέων μετάλλων (έτσι μπορεί να φυτευτούν σε αντίξοες συνθήκες, π.χ. για φυτοαποκατάσταση). Η ιτιά έχει και ένα άλλο πλεονέκτημα που την έκανε τα πιο κοινά είδη σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή ενέργειας. Η μεγάλη γενετική παραλλαγή της, με πολλά διαφορετικά είδη, προσφέρει διαφορετικά φυσιολογικά χαρακτηριστικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πεδίο. Επιπλέον, η ιτιά είναι ένα είδος στο οποίο η γενετική βελτίωση μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα. Έτσι, μπορούν να πραγματοποιηθεί αρκετές διασταυρώσεις διαφορετικών κλώνων ιτιάς, οι οποίες παρέχουν βελτιωμένο φυτικό υλικό με συνδυασμούς διαφορετικών διασταυρωμένων κλώνων.

Τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης στη Σουηδία και την Αγγλία έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο, όσον αφορά την γενετική βελτίωση της ιτιάς για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοενέργειας. Για την επέκταση της παραγωγής, χρειάζονται και έχουν αναπτυχθεί, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, ποικιλίες κατάλληλες για ένα ευρύτερο φάσμα ευρωπαϊκών περιβαλλόντων και τις κλιματικές συνθήκες του μέλλοντος. Οι πρωταρχικοί στόχοι των προαναφερθέντων προγραμμάτων γενετικής βελτίωσης ήταν να παραχθούν ποικιλίες υψηλής απόδοσης και ανθεκτικές σε ασθένειες και παράσιτα, με χαρακτηριστικά ανάπτυξης που διευκολύνουν τη μηχανική συγκομιδή. Η πλειονότητα των διασταυρώσεων του σουηδικού προγράμματος γενετικής βελτίωσης στο Svalöf-Weibull AB (SW) αφορούσαν τα είδη *S. viminalis*, *S. dasyclados* και *S. schwerinii*. Το αρχικό γενετικό υλικό που βασίστηκε σε συλλογές από τη Σουηδία και την Κεντρική Ευρώπη, συμπληρώθηκε αργότερα από αποστολές για συλλογή στην Κεντρική Ρωσία και τη Σιβηρία. Το πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης της Αγγλίας με έδρα το IACR - Long Ashton (που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Συνεργασία Γενετικής Βελτίωσης για την Ιτιά - EWBP) χρησιμοποίησε πάνω από είκοσι διαφορετικά είδη της Εθνικής Συλλογής Ιτιάς της Αγγλίας. Σε αυτά περιλαμβάνονται και ξενικά είδη ισοδύναμα των *S. viminalis* και *S. caprea*, όπως τα *S. rehderiana*, *S. udensis*, *S. schwerinii*, *S. discolor* και *S. aegyptiaca*.



**Εικόνα 16:** Φύλλα ιτιάς (*Salix viminalis*) η οποία χρησιμοποιείται συνήθως σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στη βόρεια Ευρώπη (Πηγή: Aronsson P.)



**Εικόνα 17:** Άνθη ιτιάς νωρίς την άνοιξη (Πηγή: Rutz D.)

Ως αποτέλεσμα αυτής της εργασίας, όλες οι νέες φυτείες ιτιάς έχουν τώρα νέες βελτιωμένες ποικιλίες/κλώνους, οι οποίες είναι πιο παραγωγικές και έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε παράσιτα και ασθένειες, πράγμα το οποίο παρέχει πιο σταθερά επίπεδα απόδοσης. Η επιλογή των ποικιλιών/κλώνων εξαρτάται από συγκεκριμένες ανάγκες των καλλιεργητών και τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Εξαρτάται επίσης από τη διαθεσιμότητα των μοσχευμάτων από τους παραγωγούς τους. Οι παραγωγοί των μοσχευμάτων χρειάζονται τουλάχιστον ένα έτος προκειμένου να είναι σε θέση να παρέχουν επαρκή μοσχεύματα κάθε ποικιλίας. Όταν γνωρίζουν τις ποικιλίες/κλώνους που απαιτούνται, μπορούν να κόψουν τις φυτείες τους και να παράγουν βλαστούς ηλικίας ενός έτους για την παραγωγή μοσχευμάτων τον επόμενο χειμώνα. Προς το παρόν υπάρχουν περίπου 25 πιστοποιημένες ποικιλίες διαθέσιμες στην ΕΕ, εκ των οποίων οι 10, περίπου, είναι σήμερα σε κανονική εμπορική χρήση. Περίπου μία ή δύο νέες ποικιλίες αναπτύσσονται σε ετήσια βάση. Μια λίστα των συνηθισμένων κλώνων που χρησιμοποιούνται και παράγονται στο πλαίσιο των δύο προαναφερθέντων προγραμμάτων γενετικής βελτίωσης δίνεται παρακάτω στον Πίνακα 6. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την καταλληλότητα των κλώνων ιτιάς, θα πρέπει να επικοινωνήσετε με τους προμηθευτές μοσχευμάτων ιτιάς.



**Πίνακας 6: Λίστα κλώνων ιτιάς που χρησιμοποιούνται συχνότερα και παράγονται από την Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Γενετικής Βελτίωσης της Ιτιάς (EWBP) στην Αγγλία και από το Σουηδικό Πρόγραμμα Γενετικής Βελτίωσης Svalöf-Weibull AB (SW)**

Κλώνος	Είδη	Φύλλο	Ειδικά χαρακτηριστικά	Πρόγραμμα βελτίωσης
Beagle	<i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Υψηλότερη από τη μέση περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία κατά τη συγκομιδή	EWBP
Endeavour	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Όχι ανθεκτικός σε συνθήκες αλατότητας	EWBP
Gudrun	<i>S. dasyclados</i>	Θηλυκό	Επιρρεπής στη σκουριά των φύλλων, αργή ανάπτυξη κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους	SW
Inger	<i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Καλή απόδοση σε ξηρά εδάφη, υψηλή περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία, χαμηλή θερμογόνος δύναμη	SW
Jorr	<i>S. viminalis</i>	Αρσενικό	Σχετικά ευαίσθητος στον παγετό	SW
Olof	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )	Αρσενικό	Επιρρεπής στη σκουριά, υψηλότερη περιεκτικότητα νερού του θρυμματισμένου ξύλου	SW
Resolution	( <i>S. viminalis</i> x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )) x ( <i>S. viminalis</i> x <i>S. schwerinii</i> )	Θηλυκό	Υψηλές αποδόσεις τον πρώτο χρόνο περιφοράς, καλή ανάπτυξη σε ξηρές περιοχές, θρυμματισμένο ξύλο με χαμηλή πυκνότητα και θερμοδική αξία	EWBP
Sven	<i>S. viminalis</i> x ( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> )	Αρσενικό	Υψηλές αποδόσεις τον πρώτο χρόνο περιφοράς, λίγη σκουριά φύλλων, θρυμματισμένο ξύλο χαμηλής πυκνότητας, αλλά υψηλή θερμοδική αξία	SW
Terra Nova	( <i>S. triandra</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. miyabeana</i>	Θηλυκό	Σχετικά χαμηλές αποδόσεις, αλλά καλές επιδόσεις στα αντίξοα περιβάλλοντα (υψόμετρο, ξηρά εδάφη)	EWBP
Tora	<i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Υψηλές αποδόσεις, λίγη σκουριά φύλλων, υψηλή απόδοση τον δεύτερο χρόνο περιφοράς, κατάλληλος για όλα σχεδόν τα περιβάλλοντα	SW
Tordis	( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Υψηλές αποδόσεις, κατάλληλος για ξηρά εδάφη, λίγη σκουριά φύλλων, χαμηλή πυκνότητα, υψηλή θερμοδική αξία, χαμηλή ξηρή ουσία	SW
Torhild	( <i>S. schwerinii</i> x <i>S. viminalis</i> ) x <i>S. viminalis</i>	Θηλυκό	Σχετικά χαμηλές αποδόσεις, χαμηλή ξηρή ουσία	SW

### 3.2 Λεύκη

Η λεύκη (Εικόνα 18, Εικόνα 19) ανήκει στο γένος *Populus* της οικογένειας *Salicaceae*, και είναι, μαζί με ιτιά, τα πιο κοινά είδη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή βιοενέργειας στην Ευρώπη. Η φυσική εξάπλωση της λεύκης εκτείνεται από τους τροπικούς ως τα γεωγραφικά πλάτη και τα υψομετρικά όρια της ανάπτυξης των δέντρων του βόρειου ημισφαιρίου. Παγκοσμίως, το γένος *Populus* περιλαμβάνει περίπου 100 είδη και πολλούς κλώνους υβριδίων, που είναι φυλλοβόλα ή (σπάνια) ημι-αείφυλλα και χωρίζονται σε έξι ενότητες: *Abaso*, *Aigeiros*, *Leucoides*, *Populus*, *Tacamahaca* και *Turanga*. Στην Ελλάδα φύονται τα είδη *Populus alba*, *Populus tremula*, *Populus nigra* και *Populus canescens*, καθώς και ποικιλίες και υβριδιά τους, ενώ παράλληλα έχουν εγκατασταθεί αρκετές φυτείες κλώνων υβριδίων.



Εικόνα 18: Φυτεία λεύκης που αναπτύσσεται σε γεωργικό τοπίο (Source: Nordh N-E.)



Εικόνα 19: Φύλλα λεύκης (κλώνος Max 3) την άνοιξη στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)

Για την εγκατάσταση φυτειών λεύκης χρησιμοποιούνται συνήθως κλώνοι. Στην Ευρώπη, οι διασταυρώσεις γίνονται συνήθως μεταξύ των ειδών *Populus trichocarpa*, *Populus maximowiczii*, *Populus deltoides*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Populus koreana* και *Populus tremuloides*.

Οι κύριοι κλώνοι που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι οι 'Max 1', 'Max 3', 'Max 4', 'Hybride 275', 'Muhle Larsen' και 'Androscoggin', όπως φαίνεται στον Πίνακας 7. Επιπλέον έχουν χρησιμοποιηθεί οι κλώνοι 'Rochester', 'Weser 6', 'Beaupré', 'Münden', 'Monviso', 'Pegaso', και 'AF2'.

Τα είδη της λεύκης είναι δίοικα (δηλαδή, δέντρα που είναι είτε αρσενικά είτε θηλυκά) και μπορούν να αναγεννηθούν ως πρεμνοφυή αλλά και από μοσχεύματα. Διάφορα είδη του γένους έχουν φυτευτεί ευρέως, σε όλο τον κόσμο, τόσο εντός όσο και εκτός των φυσικών τους ορίων εξάπλωσης. Στην Ευρώπη, τα μεγαλύτερα δέντρα από ώριμες συστάδες λεύκης χρησιμοποιούνται εμπορικά ως τεχνική ξυλεία, για την παραγωγή ξυλόφυλλων και σύνθετων προϊόντων ξύλου, αλλά και χαρτοπολτού. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για την εγκατάσταση λεύκης σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, με σκοπό τη συγκομιδή και τη χρήση στην παραγωγή βιοενέργειας και καύσιμου ξύλου, έχει αυξηθεί και αρκετές χώρες της Βόρειας Ευρώπης (π.χ. Σουηδία), της Κεντρικής Ευρώπης (π.χ. Γερμανία, Γαλλία, Βέλγιο και άλλες) και της Νότιας Ευρώπης (π.χ. Ιταλία και άλλες) έχουν αναπτύξει κατάλληλο φυτικό υλικό για τις φυτείες αυτές. Αρκετές ποικιλίες/κλώνοι έχουν διατεθεί στην αγορά και ο καλλιεργητής θα πρέπει να διαβουλευθεί με τα φυτώρια και τους παραγωγούς ποικιλιών/κλώνων για την παροχή περαιτέρω πληροφοριών, που θα επιτρέψουν την κατάλληλη επιλογή του φυτικού υλικού με βάση τα τοπικά χαρακτηριστικά.

Σε σύγκριση με τις ιτιές, οι λεύκες που καλλιεργούνται στην Ευρώπη για την παραγωγή βιοενέργειας, θεωρείται συνήθως ότι αναπτύσσονται κυρίως σε περιοχές με:

- i. ηπιότερα κλίματα, ώστε η Κεντρική και η Νότια Ευρώπη να θεωρούνται οι περιοχές που το ενδιαφέρον για τη λεύκη είναι υψηλότερο, αν και υπάρχουν φυτείες λεύκης που έχουν ικανοποιητικές αποδόσεις και στη Βόρεια Ευρώπη
- ii. αμμώδη και ξηρότερα εδάφη, που πιθανώς σχετίζονται τις μειωμένες ανάγκες της λεύκης σε νερό, σε σχέση με την ιτιά, αν και οι λεύκες μπορούν να αναπτυχθούν και να παράγουν υψηλές αποδόσεις ακόμη και σε αργιλώδη εδάφη
- iii. λιγότερο πυκνές φυτεύσεις (π.χ. αποστάσεις 2-3 μέτρων μεταξύ των δένδρων και συγκομιδή με μεγαλύτερους χρόνους περιφοράς > 10-15 χρόνια), αν και οι λεύκες που φυτεύονται σε πρεμνοφυείς φυτείες έχουν γενικά την ίδια πυκνότητα και διαχείριση με τις φυτείες ιτιάς (εκτενή παραδείγματα για τέτοια θέματα περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια)
- iv. μικρότερη επιφάνεια συστάδων, αφού οι λεύκες μπορεί να αποδώσουν πολύ καλά σε φυτείες που δεν είναι τόσο εκτενείς όσο αυτές με ιτιές και δεν χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός, όπως για παράδειγμα στη φύτευση και τη συγκομιδή, αν επιλεγθούν μεγαλύτεροι χρόνοι περιφοράς (σε τέτοιες περιπτώσεις θα απαιτηθεί δασικός εξοπλισμός ή χειρωνακτική εργασία για τη φύτευση και τη συγκομιδή)

Παρά αυτές τις ενδεχόμενες διαφορές μεταξύ των δύο κυρίαρχων ειδών για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στην Ευρώπη, υπήρξαν παραδείγματα όπου ιτιές και λεύκες μπορούν να αναπτυχθούν εξίσου καλά στις ίδιες περιοχές όπου εγκαταστάθηκαν. Αυτό οφείλεται στην πολύ μεγάλη ποικιλία φυτικού υλικού που είναι διαθέσιμο για αυτά τα είδη (διαφορετικοί κλώνοι και ποικιλίες που διατίθενται, κατάλληλα για διαφορετικές χώρες/κλιματικές συνθήκες), καθώς και στις διαφορετικές στρατηγικές διαχείρισης που επιλέγονται από τους αγρότες (μικρότεροι έναντι μεγαλύτερων χρόνων περιφοράς, εντατική έναντι λιγότερο εντατικής διαχείρισης, κλπ). Τα θέματα αυτά εξετάζονται σε άλλα τμήματα του παρόντος εγχειριδίου.

**Πίνακας 7: Λίστα κλώνων λεύκης που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (προσαρμογή από Sailer Baumschulen GmbH)**

Κλώνος	Είδη	Φύλλο	Ειδικά χαρακτηριστικά
<b>Max 1</b>	P. nigra x P. maximowiczii	Θηλυκό	Υψηλή παραγωγή βιομάζας
<b>Max 3</b>	P. nigra x P. maximowiczii	Θηλυκό	
<b>Max 4</b>	P. nigra x P. maximowiczii	Θηλυκό	
<b>Matrix</b>	P.maximowiczii x P. trichocarpa		
<b>Androscoggin</b>	P.maximowiczii x P. trichocarpa	Αρσενικό	Μέτρια παραγωγή βιομάζας σε όλα τα εδάφη. Υβρίδια και διασταυρώσεις με υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης, ιδιαίτερα σε ψυχρότερες και πιο υγρές τοποθεσίες
<b>Hybrid 275</b>	P.maximowiczii x P. trichocarpa		
<b>Muhle Larsen</b>	P. trichocarpa	Θηλυκό	Μέτρια παραγωγή βιομάζας σε όλα τα εδάφη
<b>Fritzi Pauley</b>	P. trichocarpa	Θηλυκό	
<b>Trichobel</b>	P. trichocarpa		
<b>Koreana</b>	P. trichocarpa x P. koreana x P. maximowiczii		Υψηλή παραγωγή βιομάζας μετά το 2 <sup>ο</sup> χρόνο περιφοράς. Δεν έχει αποδειχθεί στη Γερμανία





Εικόνα 20: Φυτεία ψευδακακίας για την παραγωγή ενέργειας στην Ουγγαρία (Πηγή: Simon L.)

### 3.3 Ψευδακακία

Η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.) είναι για την Ευρώπη ένα ξενικό είδος δέντρου (Εικόνα 1, Εικόνα 20), που προέρχεται από τις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες. Εισήχθη στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια του 17ου αιώνα. Από τότε επήλθε ταχεία εξάπλωση στην Ευρώπη, αρχικά λόγω της χρήσης της ως διακοσμητικό δέντρο και αργότερα σε εκτεταμένες φυτείες για την παραγωγή ξυλείας και λόγω της φυσικής της εξάπλωσης. Σήμερα, μεγάλες εκτάσεις με ψευδακακία μπορούν να βρεθούν σε κεντρικές και νοτιοανατολικές περιοχές της Ευρώπης. Το είδος είναι σχετικά ανθεκτικό στην ξηρασία και ρυθμίζει τα επίπεδα του αζώτου. Για τους λόγους αυτούς, έχει αποδειχθεί ότι η ψευδακακία είναι ένα είδος δέντρου κατάλληλο για την αναγέννηση του εδάφους και την αποκατάσταση παλαιών περιοχών εξόρυξης. Η ψευδακακία χαρακτηρίζεται από την ικανότητά της να αναπτύσσεται σε γυμνά εδάφη κάτω από ακραίες συνθήκες, το γεγονός ότι είναι ταχυσυζή με καλή ικανότητα πρεμνοβλάστησης μετά τη συγκομιδή και το υψηλής πυκνότητας ξύλο της. Για το λόγο αυτό, αποδείχθηκε ότι είναι πολύ χρήσιμο σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου για την παραγωγή βιοενέργειας. Μεγάλες συστάδες με ψευδακακία εγκαταστάθηκαν σε δασικές περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης (κυρίως στην Ουγγαρία, αλλά και σε άλλες χώρες, όπως η Ιταλία και η Πολωνία), όμως το ενδιαφέρον για την καλλιέργειά της σε αγροτική εδάφη αυξάνεται επίσης τα τελευταία χρόνια, ειδικά σε περιοχές όπου ο στόχος είναι η βελτίωση του εδάφους. Πρέπει να αναφερθεί, ωστόσο, ότι η ψευδακακία θεωρείται, σε ορισμένες περιπτώσεις, επεκτατικό είδος και θα πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά.

Αναφορικά με την παραγωγή σε γεωργικά εδάφη, η ψευδακακία αναπτύσσεται σε ένα μεγάλο αριθμό εδαφών σε σύγκριση με άλλα είδη, αλλά όχι σε πολύ ξηρά ή βαριά εδάφη. Προτιμά περιοχές με εδάφη χαλαρής δομής, ιδιαίτερα ιλυώδη και αμμοπηλώδη και είναι ανθεκτική σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις όπως η ξηρασία, οι υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Για την καλή ανάπτυξη της ψευδακακίας τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι ο αερισμός και η κατάσταση του νερού του εδάφους.

Ο πολλαπλασιασμός του φυτού είναι δυνατός μέσω ριζωμάτων, χλωρών μοσχευμάτων, σπορόφυτων ή μικρο-πολλαπλασιασμού. Ο πολλαπλασιασμός με χρήση ριζωμάτων και χλωρών μοσχευμάτων παρέχει εγγυημένη ποιότητα, αλλά είναι πιο ακριβός από τον πολλαπλασιασμό σπόρων. Όσον αφορά τη συγκομιδή, η ψευδακακία έχει αγκάθια, σε αντίθεση με άλλες ταχυσυζή δέντρα, όπως οι ιπές και οι λεύκες, γεγονός που καθιστά δύσκολο τη χειρονακτική διαχείριση και για αυτό προτιμότερο να θρυμματίζεται στον αγρό. Η ψευδακακία μπορεί να φυτρώσει και από τις ρίζες, έτσι ώστε να εμφανιστεί επίσης

αναγέννηση μεταξύ των σειρών μετά την τρίτη ή την τέταρτη συγκομιδή, πράγμα που κάνει πολύ δύσκολη την προσπάθεια με τα ειδικά μηχανήματα συγκομιδής που χρησιμοποιούνται σε φυτείες ιτιάς. Επιπλέον, η ψευδακακία έχει σκληρότερο ξύλο από ότι άλλα ταχυαυξή δέντρα, και τα μηχανήματα συγκομιδής θα πρέπει να είναι πιο ανθεκτικά και ισχυρά από εκείνα που χρησιμοποιούνται συνήθως.

Αν και η ψευδακακία προσφέρει πλεονεκτήματα, ως είδος ρύθμισης του άζωτου, με καλύτερη ποιότητα ξύλου, υψηλότερη πυκνότητα και μεγαλύτερη θερμογόνο δύναμη, σε σύγκριση με τη λεύκη και την ιτιά, η διαχείριση των φυτειών της είναι πιο προβληματική. Μονοετή φυτάρια χρησιμοποιούνται σε πυκνές (περίπου 10.000 φυτάρια) φυτείες ψευδακακίας (σε σύγκριση με τα φθηνότερα μοσχεύματα ιτιάς ή λεύκης), η συγκομιδή μπορεί να είναι προβληματική, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω και οι αποδόσεις μπορεί να είναι τόσο υψηλές όσο για την ιτιά ή λεύκη, αλλά αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαχείριση και τη θέση της φυτείας. Ο παγετός και το σπάσιμο των βλαστών και των κλαδιών από τους ανέμους μπορεί να απειλήσει την απόδοση της ψευδακακίας, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια των φυτειών.



**Εικόνα 21:** Φυτεία ευκαλύπτου για την παραγωγή βιομάζας για ενέργεια μετά από 6 έτη ανάπτυξης στη Νέα Ζηλανδία (Πηγή: I. Δημητρίου)



**Εικόνα 22:** Φυτεία ευκαλύπτου με μεγαλύτερο χρόνο περιφοράς στην Αργεντινή (Πηγή: Rutz D.)

### 3.4 Ευκάλυπτος

Το γένος *Eucalyptus* (Εικόνα 21, Εικόνα 22) προέρχεται από την Αυστραλία και περιλαμβάνει ταχυαυξή δενδρώδη είδη που έχουν χρησιμοποιηθεί για πολλά χρόνια στη Νότια Ευρώπη για την παραγωγή χαρτοπολτού. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, η χρήση ξυλώδους βιομάζας από ευκάλυπτο για παραγωγή ενέργειας κερδίζει το ενδιαφέρον, όχι μόνο στη Νότια Ευρώπη, αλλά και σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη (π.χ. στην Αγγλία και την Ιρλανδία). Το γένος *Eucalyptus* περιλαμβάνει πάνω από 700 είδη, αλλά σε εύκρατα κλίματα, όπως στην Ευρώπη, τα πιο κοινά είδη που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες φυτείες για την παραγωγή βιομάζας στη Νότια Ευρώπη είναι το *E. globulus* και το *E. camaldulensis* και στις Βορεια Ευρώπη τα είδη *E. gunnii* και *E. nitens* που είναι πιο ανθεκτικά σε ψυχρότερα κλίματα.

Οι φυτείες ευκαλύπτου παραδοσιακά φυτεύονται σε μονές σειρές, σε αποστάσεις 3 x 3 m (ή παραπλήσιες) και συγκομίζονται μετά από 7-12 χρόνια για την παραγωγή χαρτοπολτού. Ωστόσο, ανάλογα με την κατάσταση της αγοράς, το ξύλο έχει χρησιμοποιηθεί, σε ορισμένες περιπτώσεις και στην αγορά ενέργειας. Πρόσφατα, έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για πρεμνοφυείς φυτείες με ευκάλυπτο για την παραγωγή βιοενέργειας, δοκιμάζοντας και εισάγοντας περισσότερο εντατικά συστήματα παραγωγής. Τέτοια συστήματα μοιάζουν με το



σύστημα πρεμνοφυούς ιτιάς, με πολύ μικρούς χρόνους περιφοράς 2-4 ετών και διαχείριση που είναι πιο κοντά στη γεωργία παρά στη δασοπονία, παράγοντας ξυλεία για ενεργειακή χρήση.

Στην Ευρώπη, τα περισσότερα τέτοια γεωργικά συστήματα Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι προς το παρόν στο στάδιο της δοκιμής, σε αντίθεση με άλλα μέρη του κόσμου (π.χ. Βραζιλία, Αυστραλία) όπου οι φυτείες με ευκάλυπτο έχουν εγκατασταθεί σε μεγαλύτερη κλίμακα. Η φύτευση πραγματοποιείται συνήθως με έριζα φυτάρια, τα οποία είναι συνήθως αποτέλεσμα του υβριδισμού των ειδών που θεωρούνται κατάλληλα για τα κλίματα που εισάγονται. Η λίπανση με άζωτο είναι, ιδιαίτερα, απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, αλλά παρά τις υψηλές αποδόσεις που μπορούν να επιτευχθούν σε ένα φάσμα κλιματικών συνθηκών στην Ευρώπη, ο ευκάλυπτος είναι ένα αμφιλεγόμενο γένος από περιβαλλοντική άποψη. Σοβαρές ανησυχίες εκφράζονται συνήθως για τις αρνητικές επιπτώσεις σε μια σειρά από ζητήματα, όπως η ποιότητα του εδάφους, ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, η βιοποικιλότητα και οι δασικές πυρκαγιές. Τέτοιες ανησυχίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους τοπικούς φορείς κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης των φυτειών με ευκάλυπτο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι περισσότερες από τις απόψεις για τον ευκάλυπτο είναι υπερβολικές και ότι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι παρόμοιες με οποιοδήποτε σύστημα εντατικής παραγωγής στη γεωργία.

### 3.5 Κλήθρα

Κλήθρα είναι η κοινή ονομασία του γένους *Alnus* που ανήκει στην οικογένεια *Betulaceae*. Το γένος περιλαμβάνει περίπου 30 μόνοικα είδη δέντρων και θάμνων. Είναι καταμεμημένα σε όλη τη βόρεια εύκρατη ζώνη, με λίγα είδη που εκτείνονται στην Κεντρική Αμερική και τις βόρειες Άνδεις.

Σε γενικές γραμμές, η εμπειρία με την καλλιέργεια της κλήθρας σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ακόμη μικρή. Απλά εγκαταστάθηκαν κάποιες φυτείες και πραγματοποιήθηκαν μελέτες. Έχει υψηλές απαιτήσεις σε φως, θρεπτικά συστατικά και νερό, αλλά μπορεί να αντέξει προσωρινή έλλειψη οξυγόνου στο έδαφος. Η βαφική κλήθρα (*Alnus incana*) μεγαλώνει σε υψόμετρο 1.500 μέτρων και προτιμά ασβεστούχα εδάφη και εύκρατο ψυχρό κλίμα. Η κολλώδης κλήθρα (*Alnus glutinosa*) προτιμά υγρές περιοχές με υψηλή διαθεσιμότητα νερού και εύκρατο κλίμα.



Εικόνα 22: Φυτεία κλήθρας στη Γερμανία με φράκτη για προστασία από θηραματικά είδη (αριστερά) και φύλλα κλήθρας (δεξιά). (Source: Rutz D.)

### 3.6 Άλλα είδη

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός άλλων ειδών, όπως τα *Acacia saligna* (ακακία), *Ulmus sp.* (φτελιά), *Platanus sp.* (πλατάνι), *Acer sp.* (σφενδάμι), *Corylus avellana* (λεπτοκαρυά), *Paulownia sp.* (πασουλώνια). και άλλα, που έχουν αναφερθεί ως υποψήφια για Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου και παραγωγή βιομάζας για ενέργεια στην Ευρώπη. Η εισαγωγή τους έχει μικρότερη επιτυχία, από ότι τα προηγούμενα είδη, σε διάφορες χώρες με μεταβαλλόμενες κλιματολογικές συνθήκες. Μερικά είναι εξωτικά ή/και είδη εισβολείς, χωρίς να έχουν ελεγχθεί διεξοδικά και έχουν προκύψει περιβαλλοντικές ανησυχίες για πιθανή επεκτατικότητα, ενώ άλλα φαίνεται να προσαρμόζονται καλύτερα σε ορισμένα κλίματα.

**Πεδίο 2: Γιατί θα πρέπει να φυτέψω κάποιο άλλο είδος;**

Σε γενικές γραμμές, δεν είναι πολύ δύσκολο και διακινδυνευμένο για τους αγρότες να κάνουν τις δικές τους δοκιμές και να αποκτούν εμπειρίες με άλλα είδη εκτός από λεύκες και ιπιές. Έτσι, συνίσταται να αναπτυχθεί ένα μικρό μέρος της φυτείας με αυτά τα άλλα είδη. Αυτό αυξάνει την ποικιλομορφία της φυτείας, αλλά και την αποδοχή της κοινής γνώμης. Η βιομάζα μπορεί να συλλεχθεί στον ίδιο χρόνο και συνήθως με τον ίδιο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την κύρια φυτεία. Ωστόσο, το πιθανότερο είναι ότι στην περιοχή, όπου θα φυτευτούν τα άλλα είδη, οι αποδόσεις θα είναι χαμηλότερες από ότι στην κύρια φυτεία.

## 4 Καλλιέργεια των φυτειών

Σε αυτό το κεφάλαιο περιέχονται πληροφορίες για διάφορα στάδια της καλλιέργειας των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου που σχετίζονται με την εγκατάσταση (προετοιμασία αγρού, φύτευση) και τη διαχείριση κατά τη φάση της ανάπτυξης. Για αυτό, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται κυρίως σε φυτείες με ιπιές και λεύκες.

### 4.1 Προετοιμασία του τόπου

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου που καλλιεργούνται σε γεωργικές εκτάσεις απαιτούν πολύ καλή αρχική προετοιμασία του εδάφους, ακριβώς όπως και άλλες συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες. Η επιτυχής καταπολέμηση των ζιζανίων έχει αποδειχθεί ως ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες επιτυχίας, από την άποψη της απόδοσης καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της φυτείας και έτσι αρκετά στάδια διαχείρισης, όταν πραγματοποιούνται, στοχεύουν στην αποφυγή των ζιζανίων (Εικόνα 23).

Η προετοιμασία του εδάφους κατά το έτος πριν από τη φύτευση είναι πολύ σημαντική για την εξάλειψη των πολυετών ζιζανίων. Η πίεση από τα ζιζάνια εξαρτάται από την προηγούμενη χρήση της γης και τους σπόρους που παραμένουν στο έδαφος. Ειδικότερα σε εδάφη στα οποία η καλλιέργεια είχε ανασταλεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, ο κίνδυνος βλάστησης πολλών ζιζανίων είναι μάλλον υψηλός, καθώς έχουν διασπείρει τους σπόρους τους.



**Εικόνα 23** Φυτά ιτιάς (κόκκινος κύκλος) που περιβάλλονται από ζιζάνια σε έναν αγρό όπου η καταπολέμηση των ζιζανίων απέτυχε. Παρά το γεγονός ότι τα φυτά ιτιάς θα εκτοπίσουν τα ζιζάνια κατά τη διάρκεια των επόμενων ετών, η παραγωγή θα είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη. Συνεπώς, τα βήματα που απαιτούνται για την καταπολέμηση των ζιζανίων είναι μεγάλης σημασίας και θα πρέπει να ακολουθούνται. (Πηγή: Ι. Δημητρίου)

Σε γενικές γραμμές ο ευκολότερος τρόπος ελέγχου των ζιζανίων είναι η χρήση των ζιζανιοκτόνων, αλλά και η μηχανική καταπολέμηση είναι δυνατή, αν και μπορεί να είναι αρκετά επικίνδυνη και απαιτητική. Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι συνήθως απαραίτητος μόνο κατά το πρώτο έτος της εγκατάστασης της φυτείας. Λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια της καλλιέργειας των φυτειών που διαρκεί για περισσότερα από 20 χρόνια, η αρχική επίδραση της χρήσης ζιζανιοκτόνου, κατά το πρώτο έτος, είναι μάλλον μικρή.

**Πεδίο 3: Η ελαχιστοποίηση της χρήση χημικών είναι σημαντικός παράγοντας για την αύξηση της θετικής δημόσιας αποδοχής**

Η ανάγκη για την χρήση χημικών ουσιών (ζιζανιοκτόνα, φυτοφάρμακα) εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι κυριότεροι παράγοντες είναι το μέγεθος της φυτείας, αφού η χειρονακτική καταπολέμηση μεγάλων φυτειών είναι πολύ δύσκολη, καθώς και οι προσδοκίες για κέρδη. Ωστόσο, η χρήση χημικών ουσιών θα πρέπει είτε να αποφεύγεται είτε να ελαχιστοποιείται όταν είναι δυνατόν.

Οι αγροί θα μπορούσαν να παραμείνουν σε αγρανάπαυση για ένα έτος, κατά το οποίο τα πολυετή ζιζάνια ελέγχονται με ζιζανιοκτόνο το καλοκαίρι. Αν το έτος πριν τη φύτευση, η περιοχή καλύπτεται από αροτραίες καλλιέργειες, τα ζιζάνια μπορούν να ελέγχονται μετά τη συγκομιδή, εφαρμόζοντας την ίδια προετοιμασία ζιζανιοκτόνου και την κατάλληλη κατεργασία του εδάφους. Στην περίπτωση υπερβολικής ανάπτυξης των ζιζανίων, θα πρέπει να θεωρούμε ότι η κοπή και η αφαίρεση της βλάστησης επιτρέπει την αποτελεσματική τους καταπολέμηση. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να δοθεί επαρκής χρόνος για την εκ νέου



ανάπτυξη της βλάστησης και την ενεργή απορρόφηση του ζιζανιοκτόνου. Αν υπάρχουν προβλήματα με έντομα, μπορεί να επιλεγεί η χρήση οργανοφωσφορικών παρασιτοκτόνων πριν το όργωμα. Εάν υπάρχουν πολυετή ζιζάνια που παραμένουν στα τέλη της άνοιξης, ένα επιπλέον ψεκασμός με ζιζανιοκτόνο μπορεί να πραγματοποιηθεί, όσο το δυνατόν αργότερα, πριν από τη φύτευση. Τα πολυετή ζιζάνια πρέπει να έχουν περίπου 3-4 φύλλα για να επιτευχθεί ένας αποτελεσματικός ψεκασμός. Είναι σημαντικό το έδαφος να μην έχει καλλιεργηθεί πριν από αυτόν τον όψιμο ψεκασμό.

Στην περίπτωση της βιολογικής γεωργίας η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων δεν είναι αποδεκτή. Έτσι, είναι συνήθως απαραίτητος ο έλεγχός τους είτε χειρονακτικά είτε με ελαφρά μηχανήματα. Για το λόγο αυτό, το μέγεθος της φυτείας παίζει σημαντικό ρόλο καθώς η μηχανική καταπολέμηση των ζιζανίων σε μεγάλες εκτάσεις μπορεί να είναι δύσκολη. Επίσης, έχουν γίνει δοκιμές με μαύρες μεμβράνες που καλύπτουν το έδαφος (φύλλα εδαφοκάλυψης), ώστε να αποτραπεί η βλάστηση των ζιζανίων.

Το έδαφος πρέπει να οργωθεί κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, σε περίπτωση που αναμένεται βαρύς χειμώνας ή συμπίεση του εδάφους. Σε περίπτωση που η συμπίεση του εδάφους δεν αποτελεί πρόβλημα, η άροση μπορεί να γίνει πριν από τη φύτευση στις αρχές της άνοιξης. Με αυτόν τον τρόπο, θα υπάρξει χρόνος αναμονής περίπου δέκα ημερών μετά την χρήση του ζιζανιοκτόνου προτού ο αγρός είναι κατάλληλος για να οργωθεί. Αν το έδαφος είναι αργιλώδες, συνίσταται αβαθές όργωμα, έτσι ώστε το βάθος καλλιέργειας μετά το σβάρνισμα να είναι 6-10 εκατοστά. Για άλλα εδάφη, θα απαιτηθεί, για την καλύτερη φύτευση, η άροση με ελάχιστο βάθος 20-25 εκατοστά, ειδικά αν το υλικό φύτευσης θα είναι μοσχεύματα. Οι μεγάλες πέτρες θα πρέπει να απομακρύνονται από τον αγρό, καθώς μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στα μηχανήματα φύτευσης και συγκομιδής που κόβουν τους βλαστούς χρησιμοποιώντας δισκοπρίονα. Οι πέτρες που μπορεί να υπάρχουν κάνουν τη διαδικασία συγκομιδής δύσκολη.



**Εικόνα 24:** Πρόσφατα εγκατεστημένη φυτεία ιτιάς καθαρισμένη από τα ζιζάνια που υπήρχαν πριν από την προετοιμασία του αγρού. (Πηγή: Aronsson P.)

Εκτεταμένες ζημιές (Εικόνα 26) που οφείλονται σε κουνέλια, λαγούς, ζαρκάδια και άλκες (ανάλογα με τη χώρα) έχουν παρατηρηθεί σε νέες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Ωστόσο, δεν συνιστάται συνήθως η περίφραξη, λόγω του υψηλού κόστους. Η περίφραξη πρέπει να εξετάζεται μόνο σε περιοχές υψηλού κινδύνου για τέτοιες βλάβες και όταν υπάρχει επιδότηση που θα καλύπτει μέρος των εξόδων. Η περίφραξη πρέπει να είναι προσωρινή, μόνο κατά τη διάρκεια των πρώτων ετών, καθώς οι εγκατεστημένες φυτείες είναι λιγότερο ευαίσθητες. Για περιοχές με καταγεγραμμένους κίνδυνος ζημιών που προέρχονται από ζώα, όπως τα μεγάλα θηλαστικά (ζαρκάδια ή ελάφια) που μπορούν επίσης να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές, έχουν τοποθετηθεί, σε πολλά μέρη της Ευρώπης, απωθητικά για να τα κρατήσουν μακριά από τις φυτείες με την οσμή που απελευθερώνουν (Εικόνα 25). Αυτό αυξάνει το κόστος προετοιμασίας του αγρού και θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνο όταν οι φυτείες σχεδιάζεται να εγκατασταθούν σε περιοχές υψηλού κινδύνου σε τέτοιου είδους επιθέσεις (Caslin et al. 2012).



**Εικόνα 25:** Εγκατάσταση απωθητικής αρωματικής ουσίας για ζαρκάδια στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 26:** Ζημιά σε κορμό λεύκης στη Γερμανία που προέρχεται από ζαρκάδι: οι ζημιές συμβαίνουν συχνά μόνο στα όρια της φυτείας (Πηγή: Rutz D.)

#### 4.2 Υλικό φύτευσης

Το υλικό φύτευσης που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται από την απόφαση σχετικά με το είδος του φυτού και το σύστημα φύτευσης. Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την απόφαση για το είδος που θα χρησιμοποιηθεί. Αυτοί σχετίζονται με τις συνθήκες της συγκεκριμένης τοποθεσίας και την καταλληλότητα των ειδών, αλλά και τη διαθεσιμότητα, την προσβασιμότητα και τη διασφάλιση της καλής ποιότητας του υλικού φύτευσης, ιδίως όταν απαιτούνται μεγάλες ποσότητες από αυτό. Στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου



Χρόνου, που καλλιεργούνται για παραγωγή βιομάζας και ενεργειακούς σκοπούς, ο επικρατέστερος τρόπος φύτευσης είναι σε πυκνές σειρές που θα πρεμνοβλαστήσουν (αναβλαστανούν μετά τη συγκομιδή, χωρίς επαναφύτευση). Η εγκατάσταση με μοσχεύματα (Εικόνα 27, Εικόνα 28) είναι πιο συχνή, δεδομένου ότι οι δαπάνες είναι ουσιαστικά μειωμένες σε σύγκριση με τη χρήση φυταρίων. Λιγότερο συχνά, οι φυτείες σχεδιάζονται σε μονές σειρές με πολύ μικρότερη πυκνότητα. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται συχνά σπορόφυτα.



**Εικόνα 27:** Τα μοσχεύματα μήκους 25 εκατοστών, περίπου, χρησιμοποιούνται συχνά. Εδώ, μοσχεύματα του κλώνου λεύκης MAX3 (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 28:** Μοσχεύμα ιτιάς περίπου 25 cm χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ( σύγκριση μεγέθους με κοινό στυλό) (Πηγή: Aronsson P.)

Στην περίπτωση των φυτειών ιτιάς και λεύκης, το υλικό φύτευσης αποτελείται από ετήσιους βλαστούς που έχουν κοπεί σε μοσχεύματα μήκος 25 εκατοστών, περίπου. Το υλικό για τα μοσχεύματα συλλέγεται γενικά το χειμώνα, όταν τα μάτια είναι πλήρως αδρανή. Αποθηκεύεται μέχρι τη φύτευση στους  $-4^{\circ}\text{C}$  για να παραδοθεί συσκευασμένο, λίγες ημέρες πριν από τη φύτευση στον αγρό. Αφού παραδοθούν οι συσκευασίες, είναι σημαντικό να φυλάσσονται σε σκιερό και δροσερό μέρος πριν από τη φύτευση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το εμπορικά διαθέσιμο φυτευτικό υλικό αποτελείται από βελτιωμένους κλώνους/ποικιλίες. Πολλές από αυτές τις βελτιωμένες εμπορικές ποικιλίες/κλώνους προστατεύονται από τα Ευρωπαϊκά δικαιώματα για τους γενετιστές. Αυτό σημαίνει ότι, συνήθως, είναι παράνομο να παράγεται πολλαπλασιαστικό υλικό προς πώληση χωρίς άδεια. Για το λόγο αυτό, σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες, τα μοσχεύματα που παράγονται από εξειδικευμένους παραγωγούς σε φυτώρια, σε συνεννόηση και με την άδεια μητρικών εταιρειών, οι οποίες παρέχουν πρωτογενές φυτικό υλικό σε βλαστούς ή μοσχεύματα για μηχανική φύτευση. Αυτό ισχύει και για το υλικό φύτευσης τόσο της ιτιάς όσο και της λεύκης. Οι αγρότες ή οι ιδιοκτήτες των έργων θα πρέπει να επικοινωνήσουν με τις αδειοδοτημένες εταιρίες, που παράγουν και προμηθεύουν το φυτικό υλικό (Εικόνα 29), πολύ πριν τη φύτευση για να εξασφαλίσουν την παραγγελία του κατάλληλου υλικού για τις περιοχές τους και να λάβουν εγγυήσεις για την ελάχιστη επιτυχία της εγκατάστασης, η οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις παρέχονται από τις εταιρείες αυτές.

Μια επιτυχημένη εγκατάσταση εξαρτάται από την καλή ποιότητα των μοσχευμάτων. Συνεπώς, τα μοσχεύματα θα πρέπει να παρασκευάζονται από ετήσιους βλαστούς που

συλλέγονται και στους οποίους έχει αφαιρεθεί το ανώριμο τμήμα από το άκρο τους. Τα μοσχεύματα όταν φυτεύονται θα πρέπει να έχουν ελάχιστο μήκος 15 εκατοστών και διάμετρο τουλάχιστον 0,8 εκατοστών για να εξασφαλιστεί το επαρκές απόθεμα υδατανθράκων που πρέπει να διατηρούν τα μοσχεύματα πριν την εγκατάσταση. Άλλα χαρακτηριστικά ποιότητας που θα πρέπει να έχουν τα μοσχεύματα ιτιάς ή λεύκης, για να επιτραπεί η επιτυχής φύτευση, περιλαμβάνουν τον επαρκή ξυλώδη ιστό των μοσχευμάτων, προκειμένου να έχουν ικανοποιητική σκληρότητα ώστε να αποφευχθεί η παραμόρφωσή τους καθώς αυτά εισάγονται στο προετοιμασμένο έδαφος και την έλλειψη αποχρωματισμού ή ρυτίδωσης (ζάρωματος) της επιφάνειάς τους, που υποδηλώνει αφυδάτωση και επομένως, κακές συνθήκες αποθήκευσης. Αυτό θα αυξήσει τις πιθανότητες των αποτυχιών στην εγκατάσταση της φυτείας.



**Εικόνα 29:** Βέργες ενός έτους που θα χρησιμοποιηθούν ως μοσχεύματα για εγκατάσταση φυτείας με ιτιάς. Οι βέργες παραδίδονται από μια ιδιωτική εταιρεία παραγωγής μοσχευμάτων στη Σουηδία. Η ποιότητα των μοσχευμάτων είναι σημαντική για την ανάπτυξη της φυτείας και συνεπώς θα πρέπει να παρέχονται και να είναι εγγυημένα από εξουσιοδοτημένη εταιρεία. (Πηγή: I. Δημητρίου)

Τα φυτάρια που χρησιμοποιούνται σε φυτείες διαφόρων ειδών, μονής σειράς, θα πρέπει επίσης να αγοραστούν από έγκυρα φυτώρια ή αντιπροσώπους που θα πρέπει να είναι σε θέση να παρέχουν όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα ειδικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών ή ποικιλιών. Αυτό έχει μεγάλη σημασία, γιατί οι αποτυχίες, λόγω μη κατάλληλου υλικού, θα κοστίσουν χρόνο και χρήμα αν απαιτείται επαναφύτευση. Τόσο για τα μοσχεύματα όσο και για τα φυτάρια ενός ορισμένου είδους, συνιστάται η παραγγελία φυτευτικού υλικού διάφορων ποικιλιών που θα επιτρέψει μια διαφοροποίηση από την άποψη της ευαισθησίας σε διάφορα παράσιτα και ασθένειες. Αυτό, γενικά, μειώνει τον κίνδυνο αποτυχίας της φύτευσης.

#### **4.3 Φύτευση**

Στη φύτευση εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές και εργασίες που μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τα είδη που θα επιλεγούν, το διαθέσιμο εξοπλισμό φύτευσης, το κόστος εργασίας, το διαθέσιμο φυτευτικό υλικό, το σχεδιασμό της συγκομιδής κ.λπ. Όλοι αυτοί οι παράγοντες θα αναλυθούν σε τμήμα αυτού του κεφαλαίου, παρακάτω. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται κυρίως η φύτευση με μοσχεύματα και η διαχείριση των πρεμνοφυών φυτειών, δεδομένου ότι χρησιμοποιείται, κυρίως, αυτή η πρακτική. Σε φυτείες που εγκαθίστανται με φυτάρια, οι πρακτικές είναι αρκετά παρόμοιες με



αυτές που χρησιμοποιούνται στο δασικό τομέα. Γι' αυτό, αναφέρονται εδώ, αλλά δεν αναλύονται με λεπτομέρεια.

Είναι σημαντικό να προγραμματιστεί προσεκτικά η διαδικασία της φύτευσης έτσι ώστε η διαχείριση και η συγκομιδή να μπορούν να γίνουν ορθολογικά και να επιτευχθεί η αποδοτικότερη χρήση του χώρου. Δεδομένου ότι η φύτευση σε σειρές είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος, αυτές θα πρέπει να είναι διατεταγμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερες. Στην ιδανική περίπτωση, στο τέλος των σειρών θα πρέπει να υπάρχει πρόσβαση σε ένα δρόμο. Στο τέλος των σειρών, πρέπει να υπάρχει μια κενή περιοχή 8-10 μέτρων, που ονομάζεται κεφαλάρι, καθώς τα μηχανήματα συγκομιδής χρειάζονται επαρκή χώρο για να στρίψουν. Εάν υπάρχουν βαθιές τάφροι, η περιοχή στροφής πρέπει να είναι 10 m, αλλιώς τα 8 μέτρα είναι επαρκή. Μια ζώνη 2-3 μέτρων, περίπου, πρέπει να αφηθεί στα όρια με τις άλλες φυτείες.

Η **φύτευση** γίνεται συνήθως την **άνοιξη**, Απρίλιο-Μάιο στη Βόρεια Ευρώπη και νωρίτερα στη Νότια Ευρώπη, όταν οι καιρικές συνθήκες επιτρέπουν την προετοιμασία του εδάφους. Η φύτευση με μοσχεύματα είναι επίσης δυνατή σε μεταγενέστερες περιόδους (Μάιο ή Ιούνιο), δεδομένου ότι το χρησιμοποιούμενο υλικό είναι αποθηκευμένο σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η πρώιμη φύτευση προσφέρει πλεονεκτήματα, καθώς η καλλιεργητική περίοδος είναι μεγαλύτερη. Ωστόσο, τα μοσχεύματα αρχίζουν να παράγουν ρίζες μόνο εάν υπάρχει αρκετό νερό διαθέσιμο και αν το έδαφος είναι αρκετά ζεστό. Ο βασικός παράγοντας επιτυχίας είναι η διαθεσιμότητα του νερού, καθώς πάρα πολύ μεγάλες περίοδοι ξηρασίας εμποδίζουν την ανάπτυξη των ριζών, έτσι ώστε τα μοσχεύματα να ξεραίνονται. Με λίγα λόγια, η διαθεσιμότητα του νερού είναι πιο σημαντικός παράγοντας από την πρώιμη ή όψιμη φύτευση στη διάρκεια της άνοιξης. Οι παλαιότερες και οι υπάρχουσες καιρικές συνθήκες, καθώς και η πρόγνωση του καιρού, δίνουν σημαντικά στοιχεία ώστε να προσδιοριστεί ο κατάλληλος χρόνος για τη φύτευση.

Μια πρακτική που προωθείται μερικές φορές είναι η **"κοπή"** των νέων βλαστών κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους. Η κοπή του ετήσιου βλαστού (ιδιαίτερα της ιτιάς) έχει δοκιμασθεί προκειμένου να έχει ισχυρότερη ανάπτυξη με περισσότερους και καλύτερους βλαστούς και καλύτερη ανάπτυξη των ριζών κατά τη διάρκεια του δεύτερου έτους. Αν και τα παραπάνω επιτυγχάνονται με κοπή, μετά το πρώτο έτος από τη φύτευση, δεν έχει αποδειχθεί η αύξηση της παραγωγής βιομάζας στη διάρκεια ζωής της φυτείας και συνεπώς δεν μπορεί να προταθεί ως υποχρεωτική διαδικασία. Αν αποφασιστεί η εφαρμογή της, μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας μηχανήματα κοπής με δίσκο, μηχανή κοπής με λεπίδα ή κάποια μορφή θεριακτικής μηχανής. Το θέμα της κοπής μετά το πρώτο έτος της εγκατάστασης εξακολουθεί να συζητείται με αμφιβολίες.

Έχει πραγματοποιηθεί ουσιαστική έρευνα σχετικά με την πυκνότητα και το σχεδιασμό των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Η απόφαση αυτή σχετίζεται με τα είδη που επιλέγονται και τα μηχανήματα που είναι διαθέσιμα για τη συγκομιδή. Αν η συγκομιδή πραγματοποιείται με ειδικά σχεδιασμένα μηχανήματα προτιμάται το σύστημα διπλής γραμμής. Θα πρέπει να επιτρέπονται τα μηχανήματα που εισέρχονται στις φυτείες χωρίς να βλάπτουν τα φυτά μετά από 3-4 χρόνια ανάπτυξης. Αυτό το σχέδιο προϋποθέτει αποστάσεις 1,50 μεταξύ και 0,75 μέτρα εντός των διπλών σειρών και μια απόσταση από 0,5 ως 0,8 μέτρα μεταξύ των μοσχευμάτων στην ίδια σειρά (ανάλογα με την τοποθεσία θέση, τους κλώνους ή τα είδη που χρησιμοποιούνται). Αυτό θα απαιτούσε 5,000-20,000 μοσχεύματα ανά εκτάριο, ανάλογα με το είδος. Γενικά, οι ιτιές φυτεύονται πυκνότερα σε σύγκριση με τις λεύκες.

Η φύτευση μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους. Μια επιλογή είναι να χρησιμοποιήσετε ειδικά σχεδιασμένες **μηχανήματα φύτευσης** χρησιμοποιώντας ως υλικό φύτευσης βλαστούς ενός έτους (Εικόνα 30). Μπορούν να φυτεύουν 2 ή 3 διπλές σειρές ταυτόχρονα. Αυτές οι μηχανές δημιουργούν αυτόματα τα μοσχεύματα από τους βλαστούς και φυτεύουν τις διπλές σειρές σε μια φάση. Η ικανότητα απόδοσης αυτών των μηχανών φτάνει το 1 εκτάριο ανά ώρα, περίπου. Άλλες μηχανές είναι σε θέση να φυτεύουν μόνο έτοιμα μοσχεύματα (Εικόνα 31).



Εικόνα 30: Μηχανή φύτευσης ιτιάς. Η μηχανή φτεύει τρεις διπλές σειρές και απαιτούνται τέσσερα άτομα για τη λειτουργία της και επιπλέον ο οδηγός του τρακτέρ. (Πηγή: Nordh N-E.).



Εικόνα 31: Φυτευτική μηχανή για αυτόματη φύτευση μοσχευμάτων λεύκης (Πηγή: Wald 21)





**Εικόνα 32: Χειρονακτικά εγκατεστημένη φυτεία λεύκης σε μονές σειρές με μοσχεύματα 50 cm (Πηγή: Ι. Δημητρίου)**

Η **χειρονακτική φύτευση** μπορεί να προτιμηθεί στην περίπτωση που ο μηχανικός εξοπλισμός φύτευσης δεν είναι διαθέσιμος ή βρίσκεται πολύ μακριά για να μεταφερθεί με αποδοτικό κόστος στη φυτεία (Εικόνα 32, Εικόνα 33, Εικόνα 34). Σε περίπτωση που το κόστος εργασίας είναι χαμηλότερο από το κόστος ενοικίασης του εξοπλισμού ή οι αγροί είναι πολύ μικροί (συνήθως κάτω από 1 εκτάριο), μπορεί να επιλεγεί η χειρονακτική φύτευση. Σε αυτή την περίπτωση, είναι σημαντικό να παραμένουν οι σειρές παράλληλες μεταξύ τους και να τηρούνται ίσες αποστάσεις μεταξύ των φυτών εντός των σειρών, προκειμένου να αποφευχθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ τους. Για να εξασφαλιστεί αυτό η χρήση γραμμών μπορεί να είναι μια χρήσιμη πρακτική.



**Εικόνα 33: Ωθηση μοσχεύματος στο έδαφος με το χέρι: ο οφθαλμός πρέπει να είναι πάντα προς τα πάνω! (Πηγή: Rutz D.)**



**Εικόνα 34: Ωθηση μοσχεύματος με το πόδι όταν το έδαφος είναι πολύ συμπαγές (Πηγή: Rutz D.)**

Για τα ευρέως χρησιμοποιούμενα είδη σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, όπως η ιτιά, έχουν δοκιμαστεί αρκετά συστήματα φύτευσης για να αντικαταστήσουν το κυρίαρχο σύστημα διπλής γραμμής, προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγή. Ένα τέτοιο σύστημα είναι η μέθοδος **οριζόντια φύτευσης** (Εικόνα 35) των βλαστών της ιτιάς με ειδικό μηχάνημα οριζόντιας φύτευσης. Αντί για φύτευση μοσχευμάτων κάθετα στο έδαφος, ολόκληρες ρίζες ή μοσχεύματα φυτεύονται οριζόντια στο έδαφος. Αυτή η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε έργα σταθεροποίησης πρανών και αποκατάστασης του χώρου σε όχθες ποταμών και έχει επίσης δοκιμαστεί σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η παραγωγή βιομάζας με οριζόντια φύτευση μπορεί να είναι εξίσου υψηλή όπως στο σύστημα διπλής γραμμής, αλλά η διαχείριση που θα χρειαστεί (συγκομιδή) μπορεί να είναι απαιτητική. Επιπλέον, στις περιπτώσεις που πρέπει να καταβληθούν δικαιώματα, ως αποτέλεσμα των δικαιωμάτων γενετικής βελτίωσης, η οριζόντια φύτευση μπορεί να γίνει πιο ακριβή για τον αγρότη, δεδομένου ότι απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες φυτικού υλικού από τη φύτευση μοσχευμάτων σε διπλές σειρές.





**Εικόνα 35:** Βέργα ιτιάς τοποθετημένη οριζόντια: η βέργα πρέπει να καλυφθεί με χώμα (Πηγή: Rutz D.)

**Μετά τη φύτευση**, το έδαφος μπορεί να πιεστεί με κύλινδρο για να σταθεροποιηθεί η επιφάνειά του ώστε να παρέχει τις καλύτερες δυνατές συνθήκες για τη χρήση των υπολειμματικών ζιζανιοκτόνων. Ωστόσο, η ανάγκη για αυτό εξαρτάται από τις ιδιότητες του εδάφους και την πίεση των ζιζανίων. Αν χρησιμοποιούνται μηχανήματα φύτευσης, συχνά το μηχάνημα πιέζει το έδαφος παράλληλα με την κατεύθυνση φύτευσης.

#### **4.4 Διαχείριση της φυτείας**

Υπάρχουν διάφορα στάδια διαχείρισης μετά τη φύτευση και κατά την ανάπτυξη των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Αυτά θα περιγραφούν λεπτομερώς σε αυτό το τμήμα του εγχειριδίου σε μια “χρονική” σειρά. Έμφαση δίνεται στα ευρέως χρησιμοποιούμενα είδος της ιτιάς και της λεύκης που καλλιεργούνται ως πρεμνοφυή σε γεωργικά εδάφη και όχι ως φυτείες παραγωγής ξυλείας, δεδομένου ότι αυτές έχουν μάλλον απλή διαχείριση η οποία είναι εύκολο να υποστηριχθεί από συμβούλους σε δασικά θέματα ή ακόμη και από φυτώρια.

**Έλεγχος των ζιζανίων μετά τη φύτευση:** Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, ο έλεγχος των ζιζανίων κατά τη φάση της εγκατάστασης της φυτείας είναι εξαιρετικά σημαντικός. Αυτός περιλαμβάνει μέτρα ελέγχου των ζιζανίων πριν από τη φύτευση, αλλά και κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης της ανάπτυξης το πρώτο έτος της εγκατάστασης. Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι σημαντικός, δεδομένου ότι ανταγωνίζονται για φως, νερό και θρεπτικά συστατικά. Σε μια φυτεία με πολλά ζιζάνια τα φυτά θα είναι ασθενέστερα και θα αυξηθούν πιο αργά. Μια μέθοδος που εφαρμόζεται συχνά για τον έλεγχο αυτό είναι η χρήση κατάλληλου ζιζανιοκτόνου εδάφους για την πρόληψη της βλάστησης των ζιζανίων, άμεσα μετά τη φύτευση και πριν τα μοσχεύματα αρχίσουν να παράγουν βλαστούς. Όπως εξηγείται στο κεφάλαιο 4.1, μπορεί εξεταστεί μόνο ο μηχανικός έλεγχος των ζιζανίων, ειδικά για μικρότερους αγρούς.

Αργότερα στην καλλιεργητική περίοδο, όταν η επίδραση του ζιζανιοκτόνου περάσει, η φυτεία πρέπει να επιτηρείται τακτικά, προκειμένου να αποφασιστεί αν υπάρχει ανάγκη περαιτέρω ελέγχου των ζιζανίων. Μπορεί να απαιτηθεί μηχανική καταπολέμηση (Εικόνα 36) για να παραμείνουν τα ζιζάνια υπό έλεγχο, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Σύμφωνα με τις συστάσεις, προτείνεται να εκτελούν τρεις χειρισμοί κατά τη διάρκεια της περιόδου, όταν ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με τη χρήση καλλιεργητή. Ωστόσο, αν πραγματοποιείται σβάρνισμα για τα ζιζάνια, ενδέχεται να απαιτηθούν περισσότεροι χειρισμοί (π.χ. 6-8 ανάλογα με την τοποθεσία). Η μέθοδος ή ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι δευτερεύουσας

σημασίας, αλλά είναι πολύ σημαντικό να πραγματοποιείται ο έλεγχος των ζιζανίων, αν εμφανιστούν. Η χρονική στιγμή για την καταπολέμηση των ζιζανίων, μετά τη φύτευση, είναι πολύ μεγάλης σημασίας για την επιτυχία μιας φυτείας. Ως γενικός κανόνας στην καλλιέργεια της ιτιάς, ο μηχανικός έλεγχος των ζιζανίων πρέπει να πραγματοποιείται αν υπάρχουν 2-3 ζιζάνια υψηλότερα από περίπου 8 εκατοστά. Αν ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται σύμφωνα με τις συστάσεις, δεν θα χρειαστεί κανένας άλλος έλεγχος στη διάρκεια των επόμενων ετών, δεδομένου ότι η φυτεία θα επισκιάσει τα ζιζάνια μετά το δεύτερο έτος της ανάπτυξης.



**Εικόνα 36:** Φυτεία ιτιάς ενός έτους όπου κυριαρχούν τα ζιζάνια. Μόνο μηχανική καταπολέμηση θα μπορούσε να εφαρμοστεί στον αγρό, δεδομένου ότι τα φύλλα της ιτιάς έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται (δεν είναι ορατά στην εικόνα). (Πηγή: Ι. Δημητρίου)

**Ελέγχου εντόμων:** Σε περίπτωση προβλημάτων με έντομα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τη χρήση ζιζανιοκτόνου ένα εντομοκτόνο όταν τα έντομα είναι στο στάδιο της προνύμφης και συνεπώς πιο εύκολο να αντιμετωπιστούν. Συνιστανται εφαρμογές μεγάλου όγκου, ώστε να υπάρχει καλή κάλυψη επιφανείας του ζιζανιοκτόνου και επαρκής διείσδυση του εντομοκτόνου. Ωστόσο, η ανάγκη χρήσης των χημικών ουσιών θα πρέπει να αξιολογηθεί προσεκτικά και να αποφεύγεται όπου είναι δυνατόν. Συνήθως, η χρήση των εντομοκτόνων δεν είναι απαραίτητη.

**Κοπή μετά το πρώτο έτος:** Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μπορεί να πραγματοποιηθεί συγκομιδή των φυτών μετά το πρώτο έτος της ανάπτυξης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα (μετά την πτώση των φύλλων), για επιτευχθεί ισχυρότερη ανάπτυξη με περισσότερους βλαστούς και καλύτερη ανάπτυξη των ριζών κατά τη διάρκεια του δεύτερου έτους. Κατά τη διάρκεια της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου, οι φυτεμένα μοσχεύματα θα παράγουν 1-3 βλαστούς, ανάλογα με τον κλώνο, με μέγιστο ύψος 2-3 μέτρα. Η κοπή αυτή γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο επίπεδο του εδάφους χρησιμοποιώντας ένα μηχάνημα κοπής παλινδρομικού τύπου, η οποία θα πρέπει να πραγματοποιήσει ένα καθαρό κόψιμο. Άλλοι τύποι συλλεκτικών μηχανών μπορεί να προκαλέσουν υπερβολικές ζημιές.



Παρά του ότι η κοπή ήταν μια καθιερωμένη πρακτική, όταν τα συστήματα Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είχαν αρχίσει να αναπτύσσονται στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το θέμα της κοπής μετά το πρώτο έτος της εγκατάστασης είναι ακόμη αμφιλεγόμενο. Αν και αναπτύσσονται περισσότεροι βλαστοί και καλύτερο ριζικό σύστημα μετά την κοπή, δεν έχει αποδειχθεί μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας, κατά τη διάρκεια της ζωής της φυτείας, σε σύγκριση με τις φυτείες που δεν εφαρμόζεται η κοπή και γι' αυτό δεν μπορεί να προταθεί ως διαδικασία υποχρεωτική εργασίας. Ωστόσο, αν απαιτείται μετά τη φύτευση η χρήση ζιζανιοκτόνου, δηλαδή σε κλίματα ή περιοχές όπου αναμένεται ισχυρή αύξηση ζιζανίων, η κοπή δίνει μια αναγκαία δεύτερη ευκαιρία για την χρήση του ζιζανιοκτόνου.

Μερικοί επαγγελματίες συστήνουν, σε φυτείες λεύκης, την κοπή όλων των βλαστών, εκτός του μεγαλύτερου από αυτούς (Εικόνα 37). Αυτό θα πρέπει να υποστηρίξει την ανάπτυξη ενός μόνο στελέχους. Ωστόσο, η εμπειρία έχει δείξει ότι η προσπάθεια που χρειάζεται για αυτήν την εργασία είναι πολύ μεγάλη και τα οφέλη αμελητέα.



**Εικόνα 37:** Βλαστός λεύκης ενός έτους στη Γερμανία. Ο δευτερεύων βλαστός έχει κοπεί ώστε να βελτιωθεί η ανάπτυξη του κύριου βλαστού (Πηγή: Rutz D.)

**Λίπανση:** Όπως κάθε καλλιέργεια σε γεωργικό έδαφος που στοχεύει σε υψηλή παραγωγή, έτσι και οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου χρειάζονται εισροές θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται με τη συγκομιδή. Στην περίπτωση των φυτειών αυτών και δεδομένου ότι είναι πολυετείς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εσωτερικές εισροές θρεπτικών στοιχείων που προκύπτουν από τα φύλλα που πέφτουν, αλλά και από τις ρίζες και τα ριζίδια που νεκρώνονται, μαζί με τη κατάσταση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους της περιοχής, που πρέπει να αναλυθεί πριν την εγκατάσταση. Σχετικά με το ύψος και τη συχνότητα της λίπανσης έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένη έρευνα για τα βασικά είδη Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (ιπιές και λεύκες) σε διάφορες χώρες,

αλλά φαίνεται ότι δεν είναι δυνατόν να προταθούν συγκεκριμένες συστάσεις δεδομένου ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι ανάγκες λίπανσης είναι ιδιαίτερες για κάθε τοποθεσία .

Η λίπανση δεν συνιστάται κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της εγκατάστασης, για να αποφευχθεί η ενίσχυση της ανάπτυξης των ζιζανίων, αφού οι ρίζες των δέντρων της φυτείας δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως και δεν μπορεί να εξασφαλισθεί η αποτελεσματική απορρόφηση. Μόλις εγκατασταθεί η φυτεία, μπορεί να εξεταστεί η περίπτωση της λίπανσης. Από μια σειρά πειραμάτων, υπάρχουν ενδείξεις ότι σε μέτρια έως γόνιμα εδάφη δεν υπάρχει συνήθως θετική ανταπόκριση στη χρήση λιπασμάτων, ιδιαίτερα στους πρώτους χρόνους περιφοράς. Σε περιοχές με όχι καλές συνθήκες θρεπτικών στοιχείων μπορεί να χρειαστεί η πρώιμη εφαρμογή λίπανσης για τη διατήρηση της παραγωγικότητας. Το άζωτο είναι συνήθως το στοιχείο που μπορεί να χρειαστεί να ενισχύσει στις φυτείες στους πρώτους χρόνους περιφοράς, αφού τα εδάφη ενισχύονται συνήθως καλά με φωσφορικό άλας και κάλιο, ειδικά στους προηγούμενους χρόνους περιφοράς. Για το λόγο αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανόργανα λιπάσματα αζώτου.

Η ιλύς από τους τοπικούς σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για λίπανση (αυτό αναφέρεται παρακάτω σε αυτό το εγχειρίδιο), αλλά πρέπει να εμπλουτιστεί με επιπλέον άζωτο. Η ανάγκη για το άζωτο ποικίλλει, ανάλογα με την ηλικία της φυτείας και την ανάπτυξη των βλαστών. Σε παλαιότερες φυτείες το άζωτο θα απελευθερωθεί από το στρώμα των πεσμένων φύλλων που έχει σχηματιστεί, πράγμα που σημαίνει ότι η ανάγκη για λίπανση μειώνεται. Αρχικά, η ποσότητα του αζώτου που περιέχεται στους βλαστούς απομακρύνεται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και πρέπει να αντικατασταθεί με τη λίπανση.

Τα επίπεδα απόληψης θρεπτικών στοιχείων για φυτείες ιτιάς που συγκομίζονται ποικίλλουν, αλλά κυμαίνονται στο εύρος των 150-400 kg άζωτο (N), 180-250 kg κάλιο (K) και 24-40 kg φώσφορος (P) ανά εκτάριο για 3ετή χρόνο περιφοράς και παραγωγή βιομάζας περίπου 8 ξηρών τόνων/εκτάριο/έτος στη Σουηδία. Για λόγους σύγκρισης, εντατικές καλλιέργειες με αγρωστώδη φυτά έχουν απαιτήσεις περίπου 900 kg N/ ha κάθε 3 χρόνια, πράγμα που δείχνει τις χαμηλές απαιτήσεις σε N των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες. Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων του N που μπορεί να χρειαστούν για τη λίπανση των φυτειών, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αποδοτικότητα της χρήσης του αζώτου, δεδομένου ότι ένα σημαντικό μέρος των θρεπτικών στοιχείων χρησιμοποιείται από τη μικροχλωρίδα του εδάφους, χάνεται στην ατμόσφαιρα ή παραμένει δεσμευμένο στις ρίζες και τα φύλλα των φυτών, αν και το τελευταίο θα ανακυκλωθεί με τα φύλλα που πέφτουν και τις ρίζες που νεκρώνονται.

Οι προσθήκη φωσφόρου και καλίου στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου δεν είναι συνήθως απαραίτητη. Η αύξηση της ποσότητας του φωσφόρου στο έδαφος απαιτεί πολλά χρόνια διαδοχικών χρήσεων και οι χαμηλές απαιτήσεις των φυτειών δεν δικαιολογούν τέτοιες εφαρμογές. Το κάλιο μπορεί να είναι σχετικά σταθερό στα εδάφη και συνεπώς δεν είναι διαθέσιμο για εύκολη απορρόφηση από τα φυτά. Υπάρχει η δυνατότητα εξισορρόπησης του περισσότερου καλίου που απομακρύνεται κατά τη συγκομιδή, επιστρέφοντας την τέφρα του ξύλο στον αγρό (περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις πρακτικές αυτές δίνονται παρακάτω σε αυτό το εγχειρίδιο).

Ως μια πολύ απλή σύσταση για τη λίπανση των φυτειών ιτιάς, που έλαβε υπόψη όλα τα παραπάνω προς εξέταση θέματα, τις δυνατότητες ανάλυσης του εδάφους και την αναμενόμενη απόδοση, η χρήση των θρεπτικών στοιχείων στις φυτείες δεν πρέπει να υπερβαίνει τις ποσότητες των 120-150kg N, 15-40 kg P και 40 kg K ανά εκτάριο και έτος (και πιθανώς είναι πιο κοντά στις χαμηλότερες τιμές που αναφέρονται). Οι ίδιες αρχές υπολογισμού θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και για τα άλλα είδη που χρησιμοποιούνται σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Ένας πιθανός παραγωγός πρέπει να λάβει υπόψη ότι, τεχνικά, η εφαρμογή της λίπανσης σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να είναι δυνατή κατά τη διάρκεια του πρώτου και, ενδεχομένως, του δεύτερου έτους της ανάπτυξης, αλλά όχι κατά το τρίτο ή τέταρτο έτος, λόγω του ύψους των φυτών που δεν επιτρέπει τις μηχανές να εισέλθουν στη φυτεία χωρίς υψηλό κίνδυνο για βλάβες.



Πρόσφατες έρευνες σε λίπανση φυτειών με νέους βελτιωμένους κλώνους έχουν δείξει ότι η ανταπόκριση αυτού του υλικού στη λίπανση είναι πιο εμφανής από ότι όταν λιπαίνονται παλαιότεροι κλώνοι. Αυτό δίνει πιθανώς μια απάντηση στο ερώτημα αν ένας γεωργός θα πρέπει να λιπάνει ή όχι. Φυτείες με νέο γενετικά βελτιωμένο υλικό πιθανότατα θα σημαίνει ότι η λίπανση πρέπει να πραγματοποιηθεί ακόμη και με μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου από αυτές που προτάθηκαν (αν φυσικά δεν προκύπτει έκπλυση του αζώτου, η οποία επίσης δεν φαίνεται να συμβαίνει). Ωστόσο, η απάντηση στο ερώτημα αν ένας αγρότης χρειάζεται να λιπάνει ή όχι, εξαρτάται από την τρέχουσα τιμή του λιπάσματος (ή του 1 kg N) και την προσδοκώμενη αύξηση της απόδοσης.

## 5 Συγκομιδή της φυτείας

Η συγκομιδή είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα στον κύκλο ζωής των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, δεδομένου ότι αφορά το 50-80% του συνολικού κόστους παραγωγής (Liebhard 2007). Για το λόγο αυτό, επηρεάζει σημαντικά την οικονομία των φυτειών.

Η συγκομιδή πραγματοποιείται το χειμώνα, μετά την πτώση των φύλλων, πριν ανοίξουν οι οφθαλμοί των φυτών και ιδανικά όταν το έδαφος είναι παγωμένο. Ανάλογα με το σκοπό του τελικού προϊόντος, η συγκομιδή των φυτειών γίνεται σε διαστήματα που κυμαίνονται από 2 ως 20 έτη. Διάφορες πρακτικές, τεχνικές και εξοπλισμός είναι διαθέσιμα για τη συγκομιδή. Εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- **Είδος και ποικιλία της καλλιέργειας:** αριθμός και διάμετρος των βλαστών
- **Επιθυμητό τελικό προϊόν:** θρυμματισμένο ξύλο, pellets, ξυλοτεμάχια
- **Ποιότητα του τελικού προϊόντος:** σχήμα θρυμμάτων ξύλου, περιεχόμενη υγρασία
- **Διαθεσιμότητα των μηχανημάτων:** ιδιότητα μηχανήματα ή συνεργασία με ανάδοχο
- **Σχήμα της καλλιέργειας:** μονής ή διπλής σειράς, απόσταση μεταξύ των σειρών
- **Μέγεθος και σχήμα του αγρού:** μεγάλοι ή μικροί αγροί, κλίσεις
- **Ποσότητα συγκομιζόμενου ξύλου:** απαιτήσεις εφοδιασμού, διάστημα συγκομιδής
- **Υγρασία του εδάφους:** ευκολία στην οδήγηση των μηχανημάτων

Σε γενικές γραμμές, οι βλαστοί θα κοπούν στη διάρκεια της πρώτης συγκομιδής κοντά στο έδαφος, ενώ στις επόμενες συγκομιδές περίπου 1-2 εκατοστά υψηλότερο ανά συγκομιδή. Η κοπή θα είναι απότομη και οριζόντια έτσι ώστε το μέγεθος της τομής να ελαχιστοποιείται.

### 5.1 Αποδόσεις

Οι αποδόσεις των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη θέση του τόπου, που χαρακτηρίζεται κυρίως από το κλίμα (θερμοκρασία και διαθεσιμότητα του νερού) και το είδος του εδάφους. Τα είδη, οι ποικιλίες και οι κλώνοι θα πρέπει να επιλέγονται για κάθε τοποθεσία προσεκτικά, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι αποδόσεις. Στη Βόρεια Ευρώπη, ένα βασικό κριτήριο για την επιλογή μπορεί να είναι η αντοχή στο κρύο, ενώ στη Νότια Ευρώπη μπορεί να είναι η αντοχή στην ξηρασία. Ο Πίνακας 8 δείχνει κάποια βασικά χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις για την ιτιά, τη λεύκη και την ψευδακακία, λαμβάνοντας υπόψη τις μεγάλες διαφορές στο εσωτερικό της Ευρώπης.

Εκτός από τους αβιοτικούς παράγοντες και οι ανθρώπινοι παράγοντες επηρεάζουν τις αποδόσεις σημαντικά: οι διαχειριστικές πρακτικές, η καλλιέργεια, η επιλογή του είδους και της ποικιλίας, τα παράσιτα και τα ζιζάνια και η διαχείριση των θρεπτικών στοιχείων.

Ο κύκλος/διάστημα συγκομιδής εξαρτάται από τον συνολικό σκοπό της φυτείας. Τυπικά κυμαίνεται μεταξύ 1 και 7 ετών, αλλά μπορεί επίσης να επεκταθεί στα 20 έτη. Συνήθως, μετά από 20-30 έτη, η καλλιέργεια είτε επαναφυτεύεται είτε να αντικαθίσταται από άλλη καλλιέργεια.

Οι εφικτές ετήσιες αποδόσεις, στην Ευρώπη, κυμαίνονται μεταξύ 5 και 18 τόνων/εκτάριο ξηρού θρυμματισμένου ξύλου. Το συνολικό ποσό της βιομάζας για μία συγκομιδή υπολογίζεται από την ετήσια απόδοση, τα χρόνια της καλλιέργειας και την περιεκτικότητα σε νερό, το οποίο είναι συνήθως περίπου 55% για το χλωρό θρυμματισμένο ξύλο. Για παράδειγμα, αν η ετήσια απόδοση είναι 10 τόνοι/εκτάριο ξηρού θρυμματισμένου ξύλου, ο κύκλος συγκομιδής 4 έτη και η περιεκτικότητα σε νερό 50%, το συνολικό ποσό της συγκομιζόμενης υγρής βιομάζας είναι περίπου 80 τόνοι/εκτάριο και η ποσότητα του ξηρού θρυμματισμένου ξύλου 40 τόνοι/εκτάριο.

Συνήθως, οι αποδόσεις της πρώτης συγκομιδής είναι χαμηλότερες από τις αποδόσεις της δεύτερης και της τρίτης συγκομιδής. Μετά από αυτό, ανάλογα με τις γενικότερες συνθήκες, οι αποδόσεις μπορεί να είναι σταθερές για τα επόμενα έτη και στη συνέχεια μειώνονται, όταν η φυτεία γερνάει. Οι γενικές συστάσεις για το πώς θα μεγιστοποιηθούν οι αποδόσεις δίνονται στη Πεδίο 4.

**Πίνακας 8: Επισκόπηση των κύριων χαρακτηριστικών των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (Πηγή: τροποποίηση από Dallemand et al. 2007)**

Είδος	Ιτιά	Λεύκη	Ψευδακακία (Robinia)
<b>Περιοχή της Ευρώπης</b>	Νότια, κεντρική και δυτική Ευρώπη	Κεντρική και νότια Ευρώπη	Μεσογειακή Ευρώπη, Ουγγαρία, Πολωνία
<b>Πυκνότητα φυτείας φυτά/εκτάριο</b>	12.500 – 15.000	8.000 - 12.000	8.000 - 12.000
<b>Κύκλος συγκομιδής (έτη)</b>	1 - 4	1 - 6	2 - 4
<b>Μέση διάμετρος βάσης στη συγκομιδή (χιλιοστά)</b>	15 - 40	20 - 80	20 - 40
<b>Μέσο ύψος στη συγκομιδή (m)</b>	3,5 - 5,0	2,5 - 7,5	2,0 - 5,0
<b>Ξυλαπόθεμα στη συγκομιδή (χλωροί τόνοι/εκτάριο)</b>	30 - 60	20 - 45	15 - 40
<b>Περιεχόμενη υγρασία ξύλου (% του βάρους)</b>	45 - 62	50 - 55	40 - 45

**Πεδίο 4: Πως μπορούν να μεγιστοποιηθούν οι αποδόσεις των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου; (τροποποίηση από Lindegaard 2013)**

**Έγκαιρος σχεδιασμός:** Πρέπει πραγματικά να αρχίσετε να σκέφτεστε την εγκατάσταση της φυτείας σας πριν από τη φύτευση, κατά προτίμηση ένα χρόνο πριν. Αυτό θα σας δώσει τον απαραίτητο χρόνο για να κάνετε την αίτησή σας για παροχή κινήτρων και την προετοιμασία της γης σας, σύμφωνα με τις βέλτιστες πρακτικές. Στο τέλος του καλοκαιριού/αρχές φθινοπώρου μπορείτε να ξεκινήσετε με την καταπολέμηση των ζιζανίων και το όργωμα της γης σας.

**Γνωρίστε τη γη σας:** Όπως σε όλες τις καλλιέργειες, στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου θα κάνουμε το καλύτερο δυνατό στην πιο κατάλληλη γη. Γι' αυτό, πρέπει να γνωρίζετε τις βασικές παραμέτρους του αγρού σας: τις ιδιότητες του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του νερού. Αν έχετε φυτέψει την καλλιέργεια στην χειρότερη γη σας τότε θα έχετε σχεδόν σίγουρα απογοητευτικές αποδόσεις. Για παράδειγμα, οι φυτείες ιτιάς αποδίδουν καλύτερα σε εύφορα αρόσιμα εδάφη, με εύρος pH από 5,5 ως 8,0. Αποδίδουν καλά σε βαριά καστανά (ορφνά) γήινα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο, ενώ θα πρέπει να αποφεύγονται πηλώδη και ελαφρά αμμώδη εδάφη. Οι φυτείες ιτιάς χρειάζονται μια μέση ετήσια βροχόπτωση περίπου 600-100 χιλιοστά. Οι σωλήνες αποστράγγισης θα επηρεαστούν – έτσι φυτέψτε σε απόσταση τουλάχιστον 30 μέτρων από σημαντικές υποδομές αποστράγγισης. Όπως συμβαίνει με όλες τις καλλιέργειες, η αποτελεσματικότητα των δαπανών επιτυγχάνεται σε μεγάλους, κανονικούς αγρούς. Μικρότεροι αγροί, με περίεργο σχήμα θα αυξήσουν τον χρόνο και θα αυξήσουν το κόστος της φύτευσης και της συγκομιδής.

**Έλεγχος ζιζανίων:** Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ταχυσυαυξείς, αλλά πρέπει να έχουν κατά την εγκατάσταση ελάχιστο ανταγωνισμό από ζιζάνια. Ο έλεγχος των ζιζανίων αρχίζει με την προετοιμασία του εδάφους το φθινόπωρο και συνεχίζει κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της φυτείας. Όταν είναι δυνατόν, πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές για τον έλεγχο των ζιζανίων χωρίς χημικές εισροές, αλλά αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του αγρού, τα είδη των ζιζανίων, το είδος της φυτείας, κλπ.

**Χρησιμοποιήστε τις καλύτερες ποικιλίες:** Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου θα πρέπει να ελεγχθούν διεξοδικά και να εγκριθούν πριν χρησιμοποιηθούν. Έχουν πολύ ψηλότερες αποδόσεις από ότι οι μη βελτιωμένες ποικιλίες. Όπου είναι δυνατόν, είναι προτιμότερες οι τοπικές ποικιλίες. Χρειάζεται ένα μείγμα ποικιλιών που παρέχουν υψηλές αποδόσεις και ευρύ γενετικό υπόβαθρο για προστασία έναντι ασθενειών και εστιών παρασίτων. Η σωστή επιλογή ποικιλίας είναι απαραίτητη για την επιτυχία και αποτελεί μέτρο για την αποφυγή ή τη μείωση παρασίτων και ασθενειών.

**Συνεργαστείτε με τον ανάδοχο της φύτευσης:** Σε πολλές περιπτώσεις, δεν θα φυτέψετε τις φυτείες μόνοι σας, αλλά θα αναζητήσετε έναν ανάδοχο για την υπηρεσία αυτή. Επικοινωνήστε με τον ανάδοχό σας αρκετά νωρίτερα και ζητήστε πληροφορίες. Ρωτήστε άλλους αγρότες για την εμπειρία τους με τον ανάδοχο. Κενά στη φυτεία, όπου τα μοσχεύματα δεν φυτρώνουν, συχνά σχετίζονται με λάθη στη φύτευση. Αν η φύτευση διαρκεί περισσότερο, αλλά επιτυγχάνεται καλύτερο ποσοστό επιτυχίας και η ποσότητα των κενών μειώνεται, τότε αξίζει τον κόπο. Θυμηθείτε ότι η ποιότητα της φύτευσης είναι πιο σημαντική από μια εξαιρετικά χαμηλή τιμή.

**Συμπληρώστε τα κενά:** Όσο ακριβείς και αν είστε εσείς και ο ανάδοχος της φύτευσης, πάντα θα υπάρχουν κενά εκεί όπου κάποιο μόσχευμα χάθηκε ή δεν φύτευσε. Όταν πραγματοποιήσετε κοπή, θα έχετε φορτίο του διαθέσιμου υλικού για συμπλήρωση των κενών. Μετά την πρώτη συγκομιδή, μπορείτε να τοποθετήσετε βλαστούς 1 μέτρου ή μοσχεύματα των φυτών στα κενά. Αυτό εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία στην καλλιέργεια.

**Μείωση ζημιών που προκαλούνται από θηραματικά ζώα:** Τα θηράματα, όπως τα κουνέλια, οι λαγοί και τα ελάφια μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες σε νέες φυτείες, ειδικά σε μικρά αγροτεμάχια και όταν υπάρχει συγκέντρωση θηραματικών ζώων.

Συνεργαστείτε με τους ντόπιους κυνηγούς και υποστηρίξτε τους να δημιουργήσουν παρατηρητήρια για τον έλεγχο και τον εκφοβισμό των ζώων. Η χρήση απωθητικής αρωματικής ουσίας μπορεί επίσης να βοηθήσει στην απομάκρυνση των ζώων. Ένα άλλο μέτρο είναι να εγκατασταθεί περίφραξη για λαγούς/ελάφια. Αυτή είναι πολύ ακριβή, αλλά μακροπρόθεσμα ίσως να αξίζει τον κόπο. Οι υψηλές αποδόσεις, για περίοδο 20 ετών, θα εξαρτηθούν από αυτούς τους κρίσιμους πρώτους μήνες της εγκατάστασης. Θα πρέπει να κάνετε έρευνα αγοράς για να πάρετε την καλύτερη προσφορά από έναν τοπικό ανάδοχο.

**Λιπάνετε με οργανικά απόβλητα:** Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ευδοκούν με την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων. Θα πρέπει να είστε σε θέση να χρησιμοποιήσετε τα οργανικά λιπάσματα, όπως η ρευστή ιλύς, η χωνεμένη ιλύς βιολογικού καθαρισμού λυμάτων, η κοπριά ή το χωνεμένο υπόλειμμα από μονάδες βιοαερίου. Το καλύτερο είναι να χρησιμοποιείτε λιπάσματα για την εγκατάσταση της φυτείας μετά τη συγκομιδή. Συνήθως, όσο “γνηραιότερη” γίνεται η φυτεία τόσο πιο απαραίτητη γίνεται η λίπανση. Θυμηθείτε να τηρείτε τους κανόνες, τη νομοθεσία και τις προϋποθέσεις για τα κίνητρα που μπορεί να είναι κατάλληλα για τη λίπανση του συγκεκριμένου αγρού σας.

**Μεγιστοποιήστε τις αποδόσεις της συγκομιδής σας:** Όταν πρόκειται να συγκομίσετε την καλλιέργειά σας, θέλετε να βεβαιωθείτε ότι όλες οι φυτείες στους αγρούς σας τελικά θα συγκομισθούν. Σε πολλές περιπτώσεις, θα ζητήσετε από έναν ανάδοχο για αναλάβει την υπηρεσία της συγκομιδής. Η χρησιμοποίηση ενός έμπειρου ανάδοχου για τη συγκομιδή είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση λειτουργικών σφαλμάτων της μηχανής και διαρροές από υπερφορτωμένα ρυμουλκούμενα. Επίσης, είναι σημαντικό να έχουν ρυθμιστεί σωστά οι λεπίδες κοπής, για να βεβαιωθείτε ότι η καλλιέργεια κόβεται χαμηλά, εκεί όπου οι βλαστοί είναι παχύτεροι και έχουν τη μεγαλύτερη μάζα. Επιπλέον, η αναβλάστηση είναι καλύτερη αν οι κοπές είναι πολύ οξείες και όχι κατεστραμμένες. Επιπλέον, η ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου είναι καλύτερη όταν οι λεπίδες είναι πολύ κοφτερές.

**Ελαχιστοποιήστε τις απώλειες αποθήκευσης:** Προσπαθήστε να ελαχιστοποιήσετε τις απώλειες αποθήκευσης μετά τη συγκομιδή. Η αποθήκευση και η περαιτέρω επεξεργασία (ξηράνση) του θρυμματισμένου ξύλου εξαρτάται από τη μέθοδο συγκομιδής, τη χρονική στιγμή που το χρειάζονται και την απαιτούμενη ποιότητά του. Βρείτε την καλύτερη μέθοδο για να μειώσετε τις απώλειες αποθήκευσης με το ελάχιστο κόστος.

## 5.2 Περίτροποι χρόνοι

Τα τυπικά χρονικά διαστήματα συγκομιδής κυμαίνονται μεταξύ 1 και 7 ετών, αλλά μπορεί, επίσης, να επεκταθούν σε 20 έτη. Συνήθως, μετά από 20-30 χρόνια η καλλιέργεια είτε επαναφυτεύεται ή αντικαθίστανται από άλλες καλλιέργειες. Δεν υπάρχουν αυστηροί κανόνες για την διάρκεια του κύκλου συγκομιδής και οι αποφάσεις πρέπει να λαμβάνονται για κάθε τοποθεσία ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές συνθήκες που υπάρχουν (Tubby & Armstrong 2002), Έτσι, η χρονική στιγμή της συγκομιδής αποφασίζεται από τον φορέα εκμετάλλευσης της φυτείας. Αυτός ορίζει το χρόνο συγκομιδής, σύμφωνα με τους παρακάτω παράγοντες:



- **Είδος της φυτείας:** καλύτερη χρονική στιγμή αναγέννησης, μεγιστοποίηση των αποδόσεων της συγκεκριμένης καλλιέργειας.
- **Δέσμευση του τόπου:** μια κλειστή συγκόμωση δεσμεύει περισσότερο ηλιακό φως και έτσι είναι στο βέλτιστο της παραγωγικότητας. Ο χρόνος για αυτό εξαρτάται από τα είδη που επηρεάζουν τον ιδανικό χρόνο συγκομιδής.
- **Επιθυμητό τελικό προϊόν:** θρυμματισμένο ξύλο, ξυλοτεμάχια, ποιότητα του υλικού.
- **Διαθεσιμότητα μηχανημάτων συγκομιδής:** όταν η συγκομιδή βρίσκεται στο σημείο αιχμής, οι ανάδοχοι μπορούν να είναι πλήρως απασχολημένοι. Ο έγκαιρος προγραμματισμός είναι απαραίτητος.
- **Εδαφικές συνθήκες:** προτιμάται η συγκομιδή σε στεγνά ή/και παγωμένα εδάφη. Για κάποιες χρονιές και σε κάποιες περιοχές, είναι καλύτερα να αναβληθεί η συγκομιδή, όταν οι εδαφικές συνθήκες δεν είναι αρκετά καλές και η συγκομιδή θα έβλαπτε το έδαφος και τα φυτά.
- **Επιθυμητό χρόνος ταμειακών ροών:** αυτό εξαρτάται από τους γενικούς στόχους διαχείρισης του υπεύθυνου εκμετάλλευσης.
- **Τιμή του θρυμματισμένου ξύλου:** οι φορείς εκμετάλλευσης μπορεί να “αναμένουν” υψηλή επεξεργασία του ξύλου για να έχουν περισσότερα έσοδα. Ωστόσο, οι τιμές δεν είναι προβλέψιμες και επηρεάζονται από την κερδοσκοπία.
- **Ίδιες ανάγκες για θέρμανση:** αν το θρυμματισμένο ξύλο χρησιμοποιείται για να καλύψει ίδιες ανάγκες θέρμανσης, θα είναι διαθέσιμο κάθε χρόνο.
- **Άλλα οφέλη:** κατάλληλος χρόνος για αύξηση της βιοποικιλότητας και την προστασία των θηραμάτων.

Ο κύκλος συγκομιδής έχει μεγάλο αντίκτυπο στον εφοδιαστική αλυσίδα. Όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα μεταξύ των δύο συγκομιδών, τόσο υψηλότερη είναι η ποσότητα της βιομάζας ανά συγκομιδή, η οποία είναι περίπου το γινόμενο της ετήσιας αύξησης και του αριθμού των ετών. Ορισμένοι φορείς εκμετάλλευσης μπορεί να μην έχουν την δυνατότητα ανάπτυξης εφοδιαστικής αλυσίδας (εγκαταστάσεις αποθήκευσης, φορτηγά, εργατικό δυναμικό) για να ασχοληθούν με τη συγκομιδή μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας μετά από μεγάλα χρονικά διαστήματα. Προκειμένου να κατανέμουν το φόρτο εργασίας και τους κινδύνους, μπορούν επίσης να εξετάσουν την “εκ περιτροπής” συγκομιδή διαφορετικών αγροτεμαχίων, έτσι ώστε κάθε χρόνο να πραγματοποιείται μία συγκομιδή, αντί να έχουμε συγκομιδή όλων των αγροτεμαχίων την ίδια χρονική περίοδο.

Επιπλέον, η απαιτούμενη τεχνολογία συγκομιδής καθορίζεται, επίσης, από τον κύκλο συγκομιδής. Όσο παλαιότερα είναι τα φυτά, τόσο παχύτερα είναι τα στελέχη τους και τα μηχανήματα συγκομιδής πρέπει να είναι ισχυρότερα. Σε γενικές γραμμές, οι διάμετροι των στελεχών των φυτών στα όρια των αγροτεμαχίων είναι μεγαλύτερες, καθώς τα δέντρα λαμβάνουν περισσότερο φως και νερό από ότι τα φυτά στο εσωτερικό τους.

### 5.3 Ιδιότητες του συγκομιζόμενου υλικού

Συνήθως, το τελικό προϊόν των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι το θρυμματισμένο ξύλο, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως στη διαδικασία της καύσης. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από τη βιομηχανία χαρτοπολτού και χαρτιού ή για άλλα βιοπροϊόντα. Για παράδειγμα, είχε προβλεφθεί να παραχθούν μεγάλες ποσότητες θρυμματισμένου ξύλου από τέτοιες φυτείες για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων στη Γερμανία, μέσω τεχνολογιών ‘Biomass-to-liquid’ (Rutz et al. 2008).

Ανάλογα με τη μέθοδο συγκομιδής, παράγονται διαφορετικά ενδιάμεσα προϊόντα που επηρεάζουν τις ιδιότητες του θρυμματισμένου ξύλου, κυρίως το μέγεθος και το σχήμα, καθώς και την περιεχόμενη υγρασία. Τα ενδιάμεσα προϊόντα μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (DEFRA 2014):

- **Βέργες:** συγκομιζόμενα στελέχη μήκους μέχρι 8 m
- **Δέματα:** δεματιασμένα στελέχη
- **Ξυλοτεμάχια:** κομμένο υλικό με μήκος 5 – 15 cm
- **Θρύμματα:** κομμένο υλικό με μέγεθος έως 5 x 5 x 5 cm

Οι μέθοδοι συγκομιδής για αυτά τα ενδιάμεσα προϊόντα χαρακτηρίζονται ως "συγκομιδή ολόκληρου στελέχους ή βλαστού", "συγκομιδή θρυμμάτων" ή "μέθοδος κοπής και θρυμματισμού" και "συγκομιδή ξυλοτεμαχίων" ή "μέθοδος κοπής και τεμαχισμού" (Kofman 2012).

Το χλωρό συγκομισμένο ξύλο έχει γενικά 40-60% περιεχόμενη υγρασία. Πολλοί καταναλωτές θρυμματισμένου ξύλου, ιδιαίτερα εκείνοι που έχουν λέβητες μικρής κλίμακας, απαιτούν περιεχόμενη υγρασία κάτω από 30%. Όσο χαμηλότερη είναι η περιεχόμενη υγρασία τόσο υψηλότερη είναι η ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου και η δυνατότητα αποθήκευσης.

Οι βέργες, χύμα και σε δέματα, μπορούν να αποθηκευτούν στα κεφαλάρια ή στον αγρό για φυσική ξήρανση μέχρι να φτάσει η περιεκτικότητα σε νερό περίπου στο 30%, σε 4-6 μήνες. Το ενδιάμεσο των βεργών και των θρυμμάτων είναι τα ξυλοτεμαχίδια, τα οποία μπορούν να αποθηκεύονται σε σωρούς. Εξαιτίας των κενών μεταξύ των δεμάτων υπάρχει φυσικός αερισμός στους σωρούς αποθήκευσης που διευκολύνει την ξήρανση και αποτρέπει τις δυσκολίες που συνδέονται με την αποθήκευση του θρυμματισμένου ξύλου (Κεφάλαιο 5.5).

Αν και η παραγωγή βεργών, δεμάτων και ξυλοτεμαχίων έχουν το πλεονέκτημα της σχετικά εύκολης ξήρανσης, ο θρυμματισμός του αποξηραμένου υλικού έχει συνήθως αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα θρυμματισμένου ξύλου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο τεμαχισμός του χλωρού υλικού είναι καλύτερος από τον τεμαχισμό της ξηρής βιομάζας. Επιπλέον, όταν θρυμματίζεται ξηρό ξύλο σχηματίζονται περισσότερα σωματίδια και το μέγεθος των θρυμμάτων είναι λιγότερο ομοιογενές σε αντίθεση με το νωπό ξύλο.

#### **5.4 Μέθοδοι συγκομιδής**

Διάφορες μέθοδοι συγκομιδής είναι διαθέσιμες. Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν κοπούν και να θρυμματιστούν **σε μία εργασία συγκομιδής**. Εναλλακτικά, οι φυτείες μπορούν πρώτα να κοπούν και να αφεθούν (όπως βέργες/στελέχη ή προ-θρυμματισμένα ξυλοτεμάχια) στον αγρό, προκειμένου να στεγνώσουν στον αέρα, ενώ ο θρυμματισμός πραγματοποιείται ως **χωριστή εργασία** σε μεταγενέστερο στάδιο.

Για τη συγκομιδή του θρυμματισμένου ξύλου υπάρχουν διάφορες διαθέσιμες τεχνολογίες που μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους. Αυτές μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το επίπεδο αυτοματισμού και τον τύπο του μηχανήματος, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 9.

Τα μηχανήματα για τη συγκομιδή των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι υπό συνεχή βελτίωση. Τα παρακάτω μηχανήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μηχανική συγκομιδή:

- **Μηχάνημα συγκομιδής ξυλείας:** τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση των δασών είναι άμεσα διαθέσιμα. Κόβουν δέντρα με κορμούς μεγαλύτερων διαμέτρων. Καθώς τα στελέχη των φυτειών δεν γίνονται συνήθως πολύ χοντρά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν μικρότερα και ελαφρύτερα μηχανήματα. Αυτά τα μηχανήματα συγκομιδής συνήθως δεν περιλαμβάνουν τον εξοπλισμό για το θρυμματισμό, έτσι είναι απαραίτητα πρόσθετα μηχανήματα. Μερικές φορές οι κεφαλές υλοτομίας προσαρμίζονται σε έναν εκσκαφέα (Εικόνα 41).
- **Εξοπλισμός προσαρμοσμένος σε ελκυστήρα:** ο εξοπλισμός που προσαρμόζεται σε ελκυστήρα είναι διαθέσιμος σε διάφορες παραλλαγές. Μπορεί να τοποθετηθεί στον ελκυστήρα του ιδιοκτήτη της φυτείας και να περιλαμβάνει εργαλεία για συνδυασμό κοπής και θρυμματισμού, μόνο για κοπή των δέντρων ή μόνο για θρυμματισμό. Αν γίνεται συνδυασμός, ο εξοπλισμός μπορεί να κόβει τους βλαστούς και στη συνέχεια να τους θρυμματίζει με οριζόντια τροφοδοσία τους στο θρυμματιστή ή μπορεί να τους κόβει και άμεσα να τους θρυμματίζει σε όρθια θέση, όπως προτείνεται από τους Ehler et al. (2013).
- **Αυτοκινούμενα μηχανήματα:** τα αυτοκινούμενα μηχανήματα είναι ειδικές μηχανές συγκομιδής ή τροποποιημένες μηχανές συγκομιδής κτηνοτροφικών φυτών που κόβουν και θρυμματίζουν τις φυτείες ταυτόχρονα, με όμοιο τρόπο με ένα μηχάνημα, για παράδειγμα, το οποίο συλλέγει ολόκληρα φυτά αραβοσίτου για ενσίρωση. Αρκετοί κατασκευαστές παρέχουν ήδη αυτά τα μηχανήματα. Σε περίπτωση που δεν παράγουν θρυμματισμένο ξύλο, αλλά ξυλοτεμάχια, ονομάζονται επίσης μηχανές συλλογής ξυλοταμαχίων.

Τα αυτοκινούμενα μηχανήματα και ο προσαρμοζόμενος σε γεωργικούς ελκυστήρες εξοπλισμός, που κόβουν και θρυμματίζουν σε μία διαδικασία, αναπτύχθηκαν από τα μηχανήματα συγκομιδής κτηνοτροφικών φυτών ή ζαχαροκάλαμου. Μηχανήματα συγκομιδής διάφορων κατασκευαστών, όπως η Claas (Jaguar) (Εικόνα 38), η Austoft (7700), και η New Holland (Εικόνα 39, Εικόνα 40) μπορούν να εξοπλιστούν με ειδικές κεφαλές κοπής για τη συγκομιδή των φυτειών. Τα επόμενα έτη μπορεί να υπάρξουν περαιτέρω βελτιώσεις και εξελίξεις, αν καλλιεργηθούν περισσότερες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου





Εικόνα 38: Αυτοκινούμενο μηχάνημα "Jaguar" της Claas για συγκομιδή θρυμματισμένου ξύλου από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (Πηγή: Ι. Δημητρίου)



Εικόνα 39: Αυτοκινούμενο μηχάνημα συγκομιδής της New Holland με ρυμουλκούμενο για το θρυμματισμένο ξύλο (Πηγή: Rutz D.)



Εικόνα 40: Κεφαλή κοπής του αυτοκινούμενου μηχανήματος συγκομιδής της New Holland (Πηγή: Rutz D.)





Εικόνα 41: Κεφαλή υλοτομίας τοποθετημένη σε εκσκαφέα για τη συγκομιδή λεύκης στην Αυστρία (Πηγή: Mergner R.)

Για πολύ λεπτά στελέχη, όπως της ιτιάς, υπάρχουν πρέσες δεματοποίησης που παράγουν στρογγυλές “μπάλες” παρόμοιες με αυτές από γρασίδι ή σανό. Για παράδειγμα, μια τέτοια τεχνολογία παρέχεται από την канаδική εταιρεία Andersons, γνωστή ως “Biobaler” (Caslin et al. 2010).

Τεχνολογίες για ξεχωριστό θρυμματισμό (Εικόνα 44) είναι άμεσα διαθέσιμες, όπως για παράδειγμα, αυτές των JENZ, Komptech, Husman, Jensen, Pezzolato, Spapperi, Heizomat, Vogt, κ.α. Τα μηχανήματα μπορεί να είναι κινούμενα ή σταθερά, προσαρμοσμένα σε ρυμουλκούμενα ή απευθείας σε ελκυστήρες ή αυτοκινούμενα. Συχνά, έχουν ένα γερανό ο οποίος χρησιμοποιείται για να τροφοδοτεί με υλικό το σύστημα θρυμματισμού. Εάν δεν έχουν δικό τους γερανό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ειδικός γερανός. Όσον αφορά τη διαδικασία τεμαχισμού, υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι διαθέσιμων τεχνολογιών:

- **Θρυμματιστής τύμπανου:** οι θρυμματιστές αυτοί έχουν ένα μεγάλο περιστρεφόμενο τύμπανο από ασάλι με ως 20 μαχαίρια τοποθετημένα σε αυτό. Το τύμπανο περιστρέφεται με φορά προς το στόμιο εξόδου και χρησιμεύει, επίσης, ως μηχανισμός τροφοδοσίας, έλκοντας το υλικό προς τα μέσα, καθώς το θρυμματίζει. Οι θρυμματιστές αυτού του τύπου είναι πολύ ισχυροί και χρειάζονται ειδικά μέτρα ασφαλείας, καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό ή και θάνατο, αν ο χειριστής σκαλώσει στο υλικό που τροφοδοτείται μέσα στο μηχάνημα. Τα θρύμματα που παράγονται μπορεί να είναι πολύ μεγάλα και αν είναι πολύ λεπτό το υλικό που εισάγεται, μπορεί να κοπεί σε λωρίδες αντί για θρύμματα. Οι σύγχρονοι θρυμματιστές με τύμπανο έχουν συνήθως δυνατότητα για υλικό με διάμετρο 15-50 εκατοστών.

- **Θρυμματιστής δίσκου:** ο θρυμματιστής αυτός έχει ως μηχανισμό θρυμματισμού ένα δίσκο χάλυβα με 2-4 μαχαίρια τοποθετημένα πάνω σ' αυτόν. Σε αυτόν τον τύπο, υδραυλικά κινούμενοι τροχοί, αντίρροπτης φοράς, έλκουν συνήθως το υλικό από τη χοάνη προς το δίσκο, η οποία είναι τοποθετημένη κάθετα προς το εισερχόμενο υλικό. Καθώς ο δίσκος περιστρέφεται, τα μαχαίρια κόβουν το υλικό σε θρύμματα. Αυτά απορρίπτονται έξω από ένα στόμιο, με φλάντζες που είναι τοποθετημένες στο δίσκο. Ο τύπος αυτός δεν είναι τόσο ενεργειακά αποδοτικός όσο ο τύπος του τυμπάνου, αλλά παράγει θρυμματισμένο ξύλο με πιο ομοιόμορφο σχήμα και μέγεθος. Οι αυτοκινούμενοι θρυμματιστές δίσκου έχουν συνήθως ικανότητα για επεξεργασία υλικού με διάμετρο 15-46 εκατοστών. Οι βιομηχανικής κλίμακας θρυμματιστές είναι διαθέσιμοι με δίσκους μεγέθους ως 4,1 m σε διάμετρο.
- **Θρυμματιστής κοχλία:** το εσωτερικό ενός τεμαχιστή με κοχλία αποτελείται από μια κωνική λεπίδα με σχήμα κοχλία. Η μακριά αυτή λεπίδα έχει τις άκρες της ακονισμένες για το θρυμματισμό του ξύλου. Η περιστροφή της λεπίδας του θρυμματιστή γίνεται με κατεύθυνση παράλληλη προς τα ανοίγματα για την απόρριψη του ξύλου, καθώς αυτό προωθείται από τη σπειροειδή κίνηση της λεπίδας.

Τα ειδικά μηχανήματα συγκομιδής του ξύλου στη δασοπονία είναι βαριά δασικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται σε εργασίες υλοτομίας για ρήψη, αποκλάδοση και τεμαχισμό των δέντρων. Ένα δασικό μηχάνημα συγκομιδής χρησιμοποιείται συνήθως μαζί με ένα μηχάνημα μετατόπισης που μεταφέρει τα κορμοτεμάχια στην άκρη του δρόμου. Τα μηχανήματα συγκομιδής είναι άμεσα διαθέσιμα από πολλούς κατασκευαστές, όπως η John Deere, η Caterpillar, η Hyundai, η Valmet, η Rottne, η Dorfmeister, κ.α.

Η νέα ιδέα που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Andersons, το λεγόμενο “Biobaler” (Εικόνα 42), μετατρέπει την ξυλώδη βιομάζα με στελέχη διαμέτρου 2,5 ιντσών σε μια συμπαγή και μέσα σε πλέγμα στρογγυλή μπάλα, διαμέτρου 120 εκατοστών, έτοιμη για βιομηχανική χρήση.



Εικόνα 42: “Biobaler” της καναδικής εταιρείας Andersons (Πηγή: Anderson Group)

**Πίνακας 9: Μέθοδοι συγκομιδής, περιγραφή & χαρακτηριστικά (προσθήκες από LWF 2011, Kofman 2012)**

Περιγραφή	Χαρακτηριστικά
<b>Μηχανική και ημι-μηχανική συγκομιδή χρησιμοποιώντας κεφαλή κοπής, αλυσοπρίονο, θαμνοκοπτικό ή παρόμοια εφαρμογή</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κοπή και ρήξη των στελεχών με κεφαλή κοπής, θαμνοκοπτικό ή παρόμοια εφαρμογή.</li> <li>• Χειρονακτική συλλογή των στελεχών με ελκυστήρα.</li> <li>• Είτε αποθήκευση των στελεχών για ξήρανση είτε απευθείας θρυμματισμός.</li> <li>• Τροφοδοσία μικρού θρυμματιστή χειρονακτικά ή με γερανό.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πιθανή προσωπική συμβολή.</li> <li>• Απαιτητική και επικίνδυνη εργασία.</li> <li>• Χαμηλή παραγωγικότητα.</li> <li>• Μειωμένο κόστος καθώς ο υπάρχων εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα.</li> <li>• Κατάλληλη για μικρές εκτάσεις μικρότερες από 5 εκτάρια και για ιδιόκτητους ή κοινόχρηστους καυστήρες.</li> <li>• Η εργασία θα γίνει από 2 εργάτες, κατά ελάχιστο, που εναλλάσσονται στις δραστηριότητες.</li> </ul>
<b>Μηχανική συγκομιδή με χρήση μηχανήματος συγκομιδής</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συγκομιδή μεγαλύτερων δέντρων με δασικό μηχάνημα συγκομιδής.</li> <li>• Συλλογή δέντρων ή δεμάτων με ελκυστήρα ή μηχάνημα μετατόπισης.</li> <li>• Είτε αποθήκευση των δέντρων/δεμάτων για ξήρανση είτε απευθείας θρυμματισμός.</li> <li>• Τροφοδοσία θρυμματιστή με γερανό.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Λιγότερο απαιτητικές εργονομικά εργασίες για τους εργάτες λόγω υψηλού αυτοματισμού.</li> <li>• Η ξήρανση των δεμάτων/δέντρων στο πεδίο είναι δυνατή.</li> <li>• Η παροχή υπηρεσιών πρέπει να γίνει συνήθως από ανάδοχο – οι δαπάνες συγκομιδής είναι υψηλές.</li> <li>• Οικονομική μόνο σε μεγάλες επιφάνειες.</li> <li>• Κατάλληλη για κάθε είδους λέβητες θρυμματισμένου ξύλου.</li> </ul>
<b>Μηχανική συγκομιδή με χρήση εξοπλισμού προσαρμοσμένου σε ελκυστήρα ή αυτοκινούμενα μηχανήματα</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Είτε εξοπλισμός προσαρμοσμένος σε ελκυστήρα είτε αυτοκινούμενα μηχανήματα (μηχανήματα ενσίρωσης με τροποποιημένη κεφαλή για απευθείας θρυμματισμό).</li> <li>• Ταυτόχρονη συγκομιδή και θρυμματισμός.</li> <li>• Ρυμουλκούμενα που μεταφέρουν το θρυμματισμένο ξύλο απευθείας από τον αγρό πρέπει να είναι διαθέσιμα την ώρα της συγκομιδής.</li> <li>• Το θρυμματισμένο ξύλο χρησιμοποιείται άμεσα, αποθηκεύεται ή ξηραίνεται.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Λιγότερο απαιτητικές εργονομικά εργασίες για τους εργάτες λόγω υψηλού αυτοματισμού.</li> <li>• Οικονομική σε μεσαίες ή μεγάλες επιφάνειες.</li> <li>• Κατάλληλη κυρίως για μεγαλύτερες μονάδες θέρμανσης και συμπαραγωγής.</li> <li>• Δύσκολη ξήρανση θρυμματισμένου ξύλου και πιθανώς ακριβή.</li> <li>• Εκτός από την περιεχόμενη υγρασία, η ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου είναι υψηλή, καθώς ο τεμαχισμός χλωρού ξύλου παράγει καθαρό και ομοιογενές υλικό.</li> </ul>





**Εικόνα 43:** Μηχάνημα μετατόπισης στην Αυστρία συλλέγει τα κλαδιά από το έδαφος (Πηγή: Mergner R.)



**Εικόνα 44:** Θρυμματιστής τοποθετημένος σε γεωργικό ελκυστήρα στην Αυστρία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 45:** Συγκομισμένη φυτεία ιτιάς κατά τη διάρκεια του χειμώνα στη Σουηδία: οι διπλές σειρές είναι ορατές (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 46:** Συγκομισμένα στελέχη ιτιάς στοιβαγμένα στα άκρα της φυτείας στη Σουηδία (Πηγή: Rutz D.)

### **5.5 Ξήρανση και αποθήκευση του θρυμματισμένου ξύλου**

Αφού συγκομιστεί η βιομάζα από τις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, χρειάζεται, συνήθως, να αποθηκευτεί πριν χρησιμοποιηθεί είτε για ίδια κατανάλωση είτε για πώληση. Ολόκληροι βλαστοί, στελέχη και ξυλοτεμάχια μπορούν να αποθηκευτούν στα κεφαλάρια των φυτειών ή να μεταφερθούν στην τοποθεσία όπου θα χρησιμοποιηθούν αργότερα.

Ένα πολύ σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό είναι η περιεκτικότητα σε νερό (Πίνακας 10) ή η περιεχόμενη υγρασία του ξύλου (για τους ορισμούς βλέπε Πεδίο 5). Η φυσική ξήρανση (στον αέρα) μπορεί να μειώσει την περιεχόμενη υγρασία από 50-55% σε περίπου 30%, μέσα σε λίγους μήνες.

**Πίνακας 10:** Περιεκτικότητα του θρυμματισμένου ξύλου σε νερό, ταξινομημένη σε τέσσερις κατηγορίες

Κατηγορία	w % (περιεκτικότητα σε νερό)
Απόλυτα ξηρό ξύλο	0%
Φυσικά ξηραμένο ξύλο	15%-20%
Ξύλο για αποθήκευση	< 30-35%
Χλωρό ξύλο	> 50%

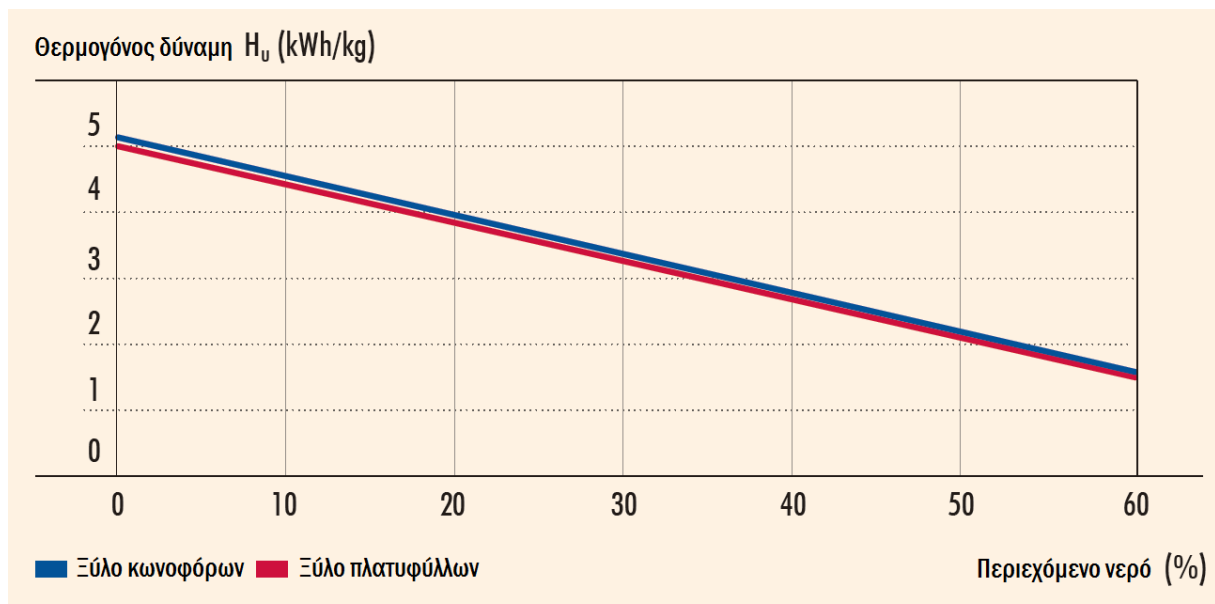
Η αποθήκευση χλωρού θρυμματισμένου ξύλου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είναι πολύ δύσκολη, δεδομένου ότι συνδέεται με τους ακόλουθους κινδύνους (LWF 2012):

- **Απώλεια βιομάζας:** απώλειες 2-4% της βιομάζας ανά μήνα εξαιτίας της συνεχούς βιολογικής διαδικασίας και της αποσύνθεσης.
- **Κίνδυνος για την υγεία:** παραγωγή σπορών μυκήτων που έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη υγεία.
- **Ποιότητα:** αύξηση της περιεκτικότητας σε νερό στους ακάλυπτους σωρούς λόγω των κατακριμνησμάτων (π.χ. βροχή) και της επανασυσσώρευσης του συμπυκνωμένου νερού στην κορυφή του σωρού.
- **Τεχνικοί κίνδυνοι:** παγωμένο θρυμματισμένο ξύλο σχηματίζει συσσωματώματα που είναι δύσκολο να διαχειριστούν, ενώ οι πέτρες μπορούν να προκαλέσουν βλάβη του εξοπλισμού.
- **Αυτανάφλεξη:** η μικροβιακή δραστηριότητα αυξάνει τη θερμοκρασία του σωρού, που μπορεί να οδηγήσει σε αυτανάφλεξη.
- **Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:** οι οσμές μπορούν να παρενοχλούν τους γείτονες και τα νερά που στραγγίζουν μπορεί να ρυπάνουν τα υδάτινα συστήματα.

Ωστόσο, το θρυμματισμένο ξύλο που ξηραίνεται φυσικά, με περιεκτικότητα σε νερό περίπου 30%, μπορεί σχετικά εύκολα και με ασφάλεια να αποθηκευτεί σε ανοικτούς σωρούς. Η κάλυψη των σωρών ή η αποθήκευσή τους κάτω από υπόστεγα εμποδίζει την αύξηση της περιεκτικότητας σε νερό μετά από βροχόπτωση. Επίσης, το νωπό θρυμματισμένο ξύλο μπορεί να αποθηκευτεί κάτω από υπόστεγα και να ξηραθεί περαιτέρω με περιεκτικότητα σε νερό κάτω από 30%, όμως ο καλός αερισμός και η αναμόχλευση με φορτωτή είναι σημαντικές ενέργειες προκειμένου να αποφευχθεί η αυτανάφλεξη.

Η περιεκτικότητα του θρυμματισμένου ξύλου σε νερό θα πρέπει ιδανικά να μειωθεί σε επίπεδα κάτω από 20%. Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα κατατάσσουν το θρυμματισμένο ξύλο σε 5 κατηγορίες (M20, M30, M40, M55, M65) περιεκτικότητας σε νερό (υγρασία σε υγρή βάση) (Rutz et al. 2012). Λόγω του μικρού μεγέθους των τεμαχιδίων, το θρυμματισμένο ξύλο είναι ευαίσθητο σε μικροοργανισμούς όταν η περιεκτικότητα σε νερό είναι πολύ υψηλή. Η αύξηση των δραστηριοτήτων των μικροοργανισμών οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού, η οποία έχει μάλιστα προκαλέσει αυτανάφλεξη σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης.

Όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε νερό (βλέπε Πεδίο 5), τόσο χαμηλότερη ενεργειακά αποδοτική είναι η καύση (βλέπε κεφάλαιο 8.3), αφού μέρος της ενέργειας "χάνεται" για την εξάτμιση του νερού. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του ξηρού ξύλου (4,3 kWh/g) είναι πολύ μεγαλύτερη από του χλωρού ή υγρού ξύλου (1,5 kWh/g) (Liebhard 2007). Η σχέση της θερμογόνου δύναμης του ξύλου σε σχέση με την περιεκτικότητα σε νερό εμφανίζεται στην Εικόνα 47. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε νερό, τόσο χαμηλότερη είναι η θερμογόνος δύναμη.



Εικόνα 47: Θερμογόνος δύναμη του ξύλου σε σχέση με την περιεκτικότητα σε νερό (Πηγή: FNR 2012)

Πεδίο 5: Ποια είναι η διαφορά μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της περιεκτικότητας σε νερό;

Σημαντική πληροφορία σχετικά με την ποιότητα του καυσίμου είναι η περιεκτικότητα σε νερό. Προκειμένου να είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε και να συγκρίνουμε το νερό που περιέχει το ξύλο, χρησιμοποιούνται δύο φυσικές παράμετροι μέτρησης, η περιεκτικότητα σε νερό ( $w$ ) (ονομάζεται επίσης "υγρασία σε υγρή βάση") και η υγρασία του καυσίμου ( $u$ ) (ονομάζεται επίσης "υγρασία επί ξηρού").

Η περιεκτικότητα σε νερό ( $w$ ) αναφέρεται στη μάζα του νερού  $m_w$  που είναι δεσμευμένο στη χλωρή βιομάζα ( $m_d + m_w$ ), ενώ η υγρασία του καυσίμου αναφέρεται στη μάζα του νερού  $m_w$  σε σχέση με την ξηρή βιομάζα ( $m_d$ ).

$$w = m_w / (m_d + m_w)$$

$$u = m_w / m_d$$

Οι τιμές για την υγρασία μπορούν να μετατραπούν σε τιμές για την περιεκτικότητα σε νερό. Για παράδειγμα, η περιεκτικότητα σε νερό 50% αντιστοιχεί σε υγρασία 100%. Οι τιμές για την υγρασία μπορεί να αυξηθούν πάνω από 100%. Η υγρασία "είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως στη δασοπονία και τη βιομηχανία ξύλου". Στον τομέα της ενέργειας, χρησιμοποιείται συχνά ο όρος "περιεκτικότητα σε νερό" ή "περιεχόμενη υγρασία σε υγρή βάση".

Για την ξήρανση υπάρχουν διάφορες απλές ως εξελιγμένες τεχνολογίες (Πίνακας 11). Το θρυμματισμένο ξύλο συχνά ξηραίνεται σε **ξηραντήρια με ανεμιστήρα**, τα οποία μπορεί να είναι ρυμουλκούμενα κιβώτια μεταφοράς ή εγκαταστάσεις αποθήκευσης, στις οποίες διοχετεύεται ζεστός αέρας (Εικόνα 48 ως Εικόνα 53).

Κιβώτια ή ρυμουλκούμενα έχουν συνήθως διπλό πάτωμα με διάτρητο δάπεδο ή διάτρητους σωλήνες, μέσω των οποίων διοχετεύεται ζεστός αέρας. Συχνά, στα γεωργικά ρυμουλκούμενα γίνονται προσαρμογές από τους ιδιοκτήτες τους, το οποίο είναι μια σημαντικά φθηνή λύση. Σε αυτά τα κιβώτια ή ρυμουλκούμενα, το θρυμματισμένο ξύλο συνήθως δεν μετακινείται ούτε αναμιγνύεται, πράγμα που οδηγεί σε ανομοιογενή και μη ελεγχόμενη ξήρανση.



Πιο εξελιγμένα είναι τα **ξηραντήρια με τροφοδοσία και αναμόχλευση**. Ο ζεστός αέρας διοχετεύεται μέσω ενός διπλού δαπέδου πλέγματος και ένας μηχανισμός κινητού αναδευτήρα αναμιγνύει και μετακινεί το θρυμματισμένο ξύλο κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου ξήρανσης. Στη διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας ξήρανσης ένας φορέας μετακινεί αρκετές φορές τον τροχό του αναδευτήρα κατά μήκος του ξηραντήριου. Η κατεύθυνση αλλάζει από τους τελικούς διακόπτες και το σχετικό σύστημα αυτόματου ελέγχου. Τα ξηραντήρια τροφοδοσίας και αναμόχλευσης μπορεί να λειτουργούν με συνεχή τρόπο ή σε παρτίδες.

Σε ένα **ξηραντήριο με ιμάντα** το θρυμματισμένο ξύλο ξεραίνεται συνεχώς και ομοιόμορφα, μέσω τροφοδοτούμενου θαλάμου, πάνω σε διάτρητο ιμάντα. Ο ιμάντας, κυρίως σε οριζόντια θέση, μεταφέρει το προϊόν μέσα από τον χώρο ξήρανσης ο οποίος μπορεί να χωριστεί σε διάφορα κελιά. Σε αυτά τα κελιά το αέριο ξήρανσης ρέει μέσα ή πάνω από το υγρό προϊόν και το ξηραίνει. Κάθε κελί μπορεί να είναι εξοπλισμένο με έναν ανεμιστήρα και έναν εναλλάκτη θερμότητας ώστε να προσαρμόζεται στις διαφορετικές συνθήκες που απαιτούνται.

Μια ιδανική και φθηνή πηγή θερμότητας για την ξήρανση είναι η απορριπτόμενη θερμότητα βιομηχανικών διεργασιών ή μονάδων βιοαερίου (Rutz et al. 2012).

**Πίνακας 11: Τεχνολογίες ξήρανσης και τα κύρια χαρακτηριστικά τους (Πηγή: Rutz et al. 2012)**

Τύπος ξηραντήριου	Χαρακτηριστικά
<b>Ξηραντήριο με ανεμιστήρα</b>	Ο ζεστός αέρας περνά από το υλικό σε οριζόντιους ή κατακόρυφους χώρους αποθήκευσης, που μπορεί είναι σταθερά σιλό ή φορτηγά ή κιβώτια μεταφοράς. Είναι ένα από τα απλούστερα ξηραντήρια καθώς το υλικό δεν αναμοχλεύεται. Είναι, επίσης, πολύ φθινό και κατάλληλο για κατασκευές μικρής χωρητικότητας.
<b>Ξηραντήριο με τροφοδοσία και αναμόχλευση</b>	Ο ζεστός αέρας διοχετεύεται προς το προϊόν μέσω ενός διπλού δαπέδου πλέγματος (διάτρητο δάπεδο). Συσκευές περιστροφής, όπως οι αναδευτήρες, αναμοχλεύουν και μεταφέρουν το προϊόν.
<b>Ξηραντήριο με ιμάντα</b>	Ο ζεστός αέρας ξηραίνει το υλικό που προωθείται σιγά με έναν ιμάντα. Οι δαπάνες επένδυσης είναι σχετικά υψηλές.



**Εικόνα 48:** Κιβώτιο μεταφοράς και σωλήνες θερμού αέρα για την ξήρανση θρυμματισμένου ξύλου σε μια μονάδα βιοαερίου στο Μόναχο, Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 49:** Κιβώτιο μεταφοράς για την ξήρανση θρυμματισμένου ξύλου στο Μόναχο, Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 50:** Ξηραντήριο σε ρυμουλκούμενο όπου χρησιμοποιείται η απορριπτόμενη θερμότητα μονάδας βιοαερίου στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.).



**Εικόνα 51:** Ξηραντήριο με αναμόχλευση για θρυμματισμένο ξύλο εγκατεστημένο σε μονάδα βιοαερίου στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.).

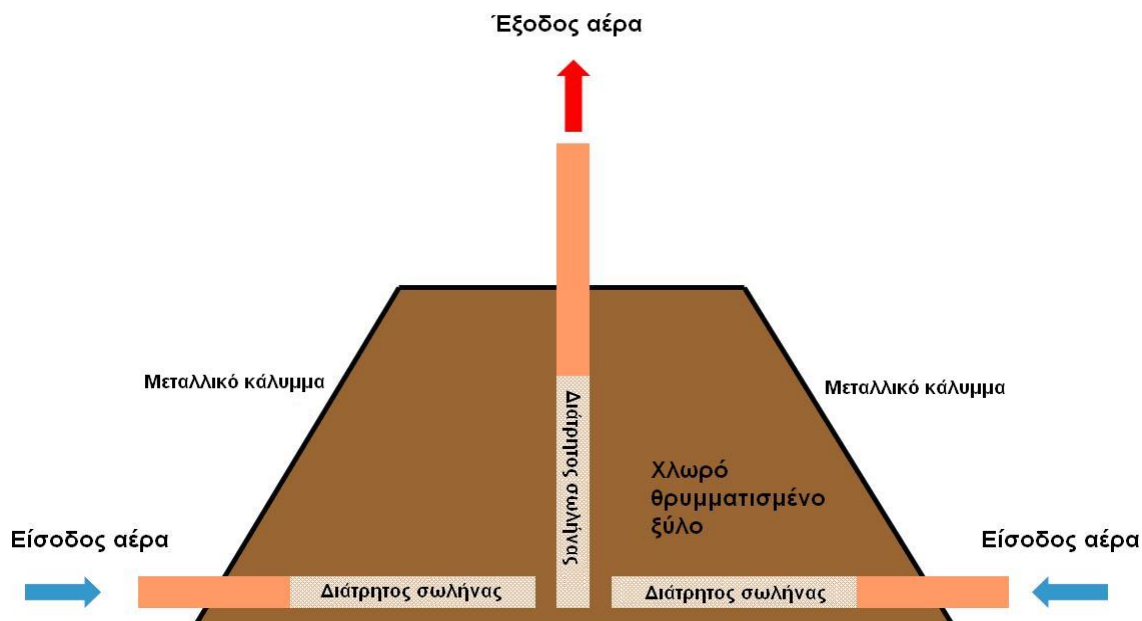


**Εικόνα 52:** Ενδοδαπέδια οπή αερισμού στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης του Κέντρο Εμπορίου Βιομάζας του Achental, Γερμανία (Πηγή: Rutz D.).



**Εικόνα 53:** Ιδανικός αποθηκευτικός χώρος θρυμματισμένου ξύλου στο Κέντρο Εμπορίου Βιομάζας του Achental, Γερμανία (Πηγή: Rutz D.).

Τελικά, αναπτύχθηκε μια ειδική μέθοδος για την ξήρανση του θρυμματισμένου ξύλου που προέρχονται από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου η οποία είναι κατοχυρωμένη με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας (PCT/EP2005/009.241) από το Πολυτεχνείο της Δρέσδης (Γερμανία). Το σύστημα βασίζεται στην αρχή ότι το χλωρό και υγρό θρυμματισμένο ξύλο προθερμαίνεται από μόνο του όταν αποθηκεύεται σε ένα σωρό. Διάτρητοι σωλήνες διευκολύνουν τον αέρα να εισέλθει στο σωρό και ένας σωλήνας εξόδου λειτουργεί ως καμινάδα που απελευθερώνει το θερμό αέρα που θερμαίνεται από το θρυμματισμένο ξύλο. Αυτή η διαδικασία εξαερισμού είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την ξήρανση του ξύλου χωρίς εξωτερική εισροή ενέργειας. Με αυτή τη μέθοδο, είναι δυνατόν να μειωθεί η περιεκτικότητα σε νερό στο 30%, εντός τριών μηνών (Grosse et al. 2008). Ο σωρός μπορεί να δημιουργηθεί άμεσα στο κεφαλάρι μιας φυτείας ή στον τόπο της κατανάλωσης του θρυμματισμένου ξύλου.



Εικόνα 54: Σχέδιο αεριζόμενου σωρού θρυμματισμένου ξύλου για ξήρανση (Πηγή: Rutz D.)

## 6 Εφοδιασμός και μεταφορά

Τα έξοδα μεταφοράς και οι αποστάσεις προς τους πιθανούς πελάτες πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά πριν ξεκινήσει ένα έργο με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Η μεταφορά του θρυμματισμένου ξύλου πρέπει να ελαχιστοποιείται όσο το δυνατόν περισσότερο, δεδομένου ότι η μεταφορά σε πολύ μεγάλες αποστάσεις έχει αρνητικές επιπτώσεις στο ισοζύγιο των αερίων του θερμοκηπίου και την οικονομία της αλυσίδας. Η μέγιστη συνιστώμενη απόσταση και ο κατάλληλος τύπος μεταφοράς για το θρυμματισμένο ξύλο εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες, αλλά μπορούν να συνοψιστούν όπως αναφέρονται παρακάτω:

- **0-40 km:** ιδιόκτητοι εκλυστήρες
- **30-90 km:** βαρέα φορτηγά με χωρητικότητα 70-95 m<sup>3</sup>
- **>70 km:** τρένα

Επιπλέον, είναι σημαντικό να εξεταστεί η πρόσβαση από τις φυτείες προς τους δρόμους, ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού, καθώς χρησιμοποιούνται βαρέα μηχανήματα και βαρέα φορτία. Το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος, για το οδικό δίκτυο και κυρίως για τις γέφυρες, θα πρέπει να τηρείται.

Το βάρος ανά όγκο (φαινόμενη πυκνότητα) του θρυμματισμένου ξύλου εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε νερό, το είδος του ξύλου, το σχήμα των τεμαχιδίων και τη σχέση ξύλου-φλοιού. Ένας τόνος απόλυτα ξηρού θρυμματισμένου ξύλου έχει όγκο περίπου 6,5 ως 7 κυβικά μέτρα. Ο Πίνακας 12 δείχνει το βάρος ανά κυβικό μέτρο διαφόρων ειδών που χρησιμοποιούνται στις φυτείες και άλλων ξυλωδών ειδών σε σχέση με την περιεκτικότητα σε νερό.



**Πίνακας 13: Βάρος ανά χωρικό κυβικό μέτρο θρυμματισμένου ξύλου από φυτείες ταχουαζών ειδών και άλλα είδη (μέσες/τυπικές τιμές, οι πραγματικές τιμές επηρεάζονται από αρκετούς παράγοντες!)**

Περιεκτικότητα σε νερό [%]	0	15	20	30	50
	Μάζα (kg)				
Λεύκη (πυκνότητα 353 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	164	145-174***	181**	203** 167-200***	284**
Ιτιά (πυκνότητα 420 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	168*	181-217***	181**	208-250***	Μη διαθέσιμο
Κλήθρα (πυκνότητα 530 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	Μη διαθέσιμο	177-212***	Μη διαθέσιμο	204-245***	Μη διαθέσιμο
Ψευδακακία (πυκνότητα 750 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	Μη διαθέσιμο	264-317***	Μη διαθέσιμο	304-365***	Μη διαθέσιμο
Ερυθρελάτη (πυκνότητα 379 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	151	178	189	216	302
Οξυά (πυκνότητα 558 kg ξηρής ουσίας/συμπαγές m <sup>3</sup> )	222	261	278	317	444

(Πηγή: CARMEN 2014, \* SLL n.d., \*\* Biomasseverband OÖ n.d., \*\*\* ETA Heiztechnik GmbH n.d. (πρώτη τιμή για G50, δεύτερη τιμή για G30), άλλες πηγές)

Οι φυτείες πρέπει να έχουν στην αρχή και στο τέλος τους περιοχές που δεν καλλιεργούνται με ταχουαζή είδη, αλλά για παράδειγμα, με ωραία ανθοφόρα ποώδη φυτά που αυξάνουν την περιβαλλοντική τους αξία. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται **κεφαλάρια της φυτείας**. Χρησιμεύουν ως χώροι για τους ελιγμούς των μηχανημάτων συγκομιδής και καλλιέργειας. Το συγκομιζόμενο υλικό μπορεί να συγκεντρωθεί στα κεφαλάρια των φυτειών. Ωστόσο, κάποιες φορές μεταφέρεται άμεσα στον τόπο όπου θα χρησιμοποιηθεί αργότερα.

## 7 Εκρίζωση της φυτείας

Διάφοροι λόγοι μπορεί να είναι πίσω από την απόφαση για τερματισμό και απομάκρυνση μιας Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μετά από αρκετά χρόνια παραγωγής. Ένας γεωργός μπορεί να αποφασίσει τη μετατροπή τη γης σε βοσκότοπο ή αρόσιμη γη ή την επαναφύτευσή της αντικαθιστώντας την παλιά φυτεία με νεότερες ποικιλίες. Ο τερματισμός των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου θεωρείται από πολλούς αγρότες που δεν τις έχουν καλλιεργήσει στο παρελθόν, ως ένα σημαντικό εμπόδιο. Η δυνατότητα να επιστρέψει η γη γρήγορα πίσω στην αρχική της κατάσταση θα παραμείνει ανοικτή. Υπήρξε κάποια επιφύλαξη για αυτό το θέμα από δυνητικούς καλλιεργητές των φυτειών, αλλά η καλύτερη ενημέρωση και η μεταφορά γνώσης συμβάλλουν στην αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Η απομάκρυνση μιας φυτεία δεν είναι τεχνικά

περίπλοκη, καθώς οι ρίζες έχουν σχετικά μικρό βάθος παρά το γεγονός ότι έχουν εγκατασταθεί πριν πολλά χρόνια.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και βήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την αφαίρεση και τον τερματισμό μιας Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Η μέθοδος πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με την επιθυμητή χρήση της γης μετά την αφαίρεσή της. Για την μετατροπή της σε βοσκότοπο, μια απλή διαμόρφωση πριν τη σπορά του χόρτου μπορεί να είναι επαρκής. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτό μπορεί να είναι επαρκές και για την επανακαλλιέργεια σε οργωμένο έδαφος. Αυτό εξαρτάται και από την ικανότητα των μηχανημάτων διαμόρφωσης (Εικόνα 55, Εικόνα 56) για τον τεμαχισμό του ξύλου σε μικρά κομμάτια.

Μια περισσότερο εντατική μέθοδος είναι ο συνδυασμός μηχανικών και χημικών εφαρμογών. Όταν γίνει η τελευταία συγκομιδή, τα πρέμνα θα πρέπει να παραμείνουν στο χώρο και να σχηματίσουν νέους βλαστούς την άνοιξη. Όταν οι βλαστοί μεγαλώνουν σε μήκος μέχρι 30-40 εκατοστά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε όλη την φυτεία κατάλληλο ζιζανιοκτόνο. Λόγω της ευαισθησίας της ιτιάς ή της λεύκης σε ζιζανιοκτόνα, τα ενεργά αναπτυσσόμενα μέρη θα καταστραφούν. Η καλλιέργεια πρέπει να αφεθεί, για τουλάχιστον δύο εβδομάδες μετά τον ψεκασμό, ώστε να επιτραπεί η πλήρης απορρόφηση και διασπορά του ζιζανιοκτόνου. Όταν οι βλαστοί έχουν κοπεί, τα ίδια τα πρέμνα μπορούν να καταστραφούν με τη χρήση ενός καλλιεργητή βαρέως τύπου, στα 5-10 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Αφού τα πρέμνα καταστραφούν εντελώς, το χώμα μπορεί να προετοιμαστεί με βαριά δίσκοσβάρνα μεγάλης διαμέτρου κατά μήκος των γραμμών που σχηματίζουν τα πρέμνα και οι υπολειμματικές ρίζες, χωρίς να τα εκριζώνουν επάνω στην επιφάνεια του εδάφους.

Μόλις τα πρέμνα καταστραφούν, η γη μπορεί είτε να ξαναφυτευτεί με νέα φυτεία ιτιάς ή να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή άλλων γεωργικών καλλιεργειών, χωρίς να χρειάζεται να αφαιρεθούν τα πρέμνα που δεν επηρεάζουν τις επόμενες καλλιέργειες.



**Εικόνα 55: Καλλιεργητής για την καταστροφή και αναμόχλευση των πρέμνων που παραμένουν σε Φυτεία Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στην Αυστρία (Πηγή: Mergner R.)**



**Εικόνα 56: Διαμορφωμένο έδαφος στην Αυστρία (Πηγή: Mergner R.)**

## 8 Χρήση των προϊόντων

Ο κύκλος συγκομιδής καθορίζεται ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού και κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης της φυτείας, καθώς διαφορετικοί κύκλοι συγκομιδής απαιτούν διαφορετικές αποστάσεις ανάμεσα στα δέντρα. Σε περίπτωση που η φύτευση είναι πυκνή και οι κύκλοι συγκομιδής είναι μεταξύ 2 και 8 ετών, το συγκομιζόμενο υλικό θα είναι σχεδόν πάντα το θρυμματισμένο ξύλο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς σκοπούς. Εάν οι κύκλοι συγκομιδής είναι μεγαλύτεροι, μπορεί να θεωρηθεί ότι θα συγκομίζονται τα στελέχη ως κορμοτεμάχια (βιομηχανική ξυλεία), αντί του θρυμματισμένου ξύλου, που μπορεί να αποφέρουν περισσότερα έσοδα. Τα κορμοτεμάχια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, ανάλογα με την ποιότητα τους. Αυτό ισχύει κυρίως για τη λεύκη ή τον ευκάλυπτο, καθώς οι φυτείες ιτιάς δεν παράγουν, σε ένα τυπικό περίτροπο χρόνο, στελέχη με διάμετρο κατάλληλη για κορμοτεμάχια. Η καλλιέργεια και η χρήση του κορμόξυλου δεν εξετάζεται περαιτέρω σε αυτό το εγχειρίδιο, καθώς επικεντρώνεται στην ενεργειακή αξιοποίηση του θρυμματισμένου ξύλου.

### 8.1 Ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου

Διαφορετικές εφαρμογές για τη χρήση του θρυμματισμένου ξύλου απαιτούν διαφορετικές ποιότητες (Εικόνα 57, Εικόνα 58). Οι βασικές παράμετροι για τον προσδιορισμό της ποιότητας του θρυμματισμένου ξύλου είναι:

- **Περιεχόμενη υγρασία/νερό:** όσο χαμηλότερο το περιεχόμενο νερό, τόσο υψηλότερη η θερμογόνος δύναμη.
- **Ομοιογένεια και μέγεθος των θρυμμάτων:** οι διαστάσεις θα είναι κατάλληλες για την εφαρμογή και το σύστημα διαχείρισης καυσίμου.
- **Περιεκτικότητα λεπτών σωματιδίων:** τα λεπτά σωματίδια (σκόνη) έχουν κινδύνους για την υγεία.
- **Σχήμα των θρυμμάτων:** οι ακμές των θρυμμάτων θα πρέπει να είναι οξείες και τα ινώδη τεμαχίδια να ελαχιστοποιούνται ώστε να αυξηθεί η χωρική πυκνότητα και να εξασφαλιστεί την ομαλή τροφοδοσία του συστήματος.
- **Προέλευση:** αειφορία της καλλιέργειας και του συστήματος διαχείρισης. Όσο πιο κοντά στον τελικό χρήστη είναι η πηγή του θρυμματισμένου ξύλου, τόσο χαμηλότερες είναι οι αποστάσεις μεταφοράς και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά τη μεταφορά.
- **Περιεχόμενη τέφρα:** όσο χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε τέφρα, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση σε ενέργεια και τόσο χαμηλότερη η ποσότητα τέφρας που πρέπει να απομακρύνεται.
- **Προσμίξεις:** το θρυμματισμένο ξύλο δεν πρέπει να περιέχει προσμίξεις (χώμα, πέτρες).
- **Σύνθεση:** όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε ξύλο και χαμηλότερη η περιεκτικότητα σε φλοιό, φύλλα και τα μικρά κλαδιά, τόσο υψηλότερη είναι η ποιότητα του καυσίμου.

Ένα βασικό κριτήριο για την ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου είναι η περιεκτικότητα σε νερό, το οποίο περιγράφηκε ήδη στα κεφάλαια 5.3 και 5.5. Για το θρυμματισμένο ξύλο από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, η περιεκτικότητα σε νερό επηρεάζεται κυρίως από τις πρακτικές συγκομιδής, την εφοδιαστική αλυσίδα και τις διαδικασίες ξήρανσης.

Η ομοιογένεια και το μέγεθος των θρυμμάτων, η περιεκτικότητα των λεπτών σωματιδίων και το σχήμα των θρυμμάτων καθορίζεται κυρίως από τον εξοπλισμό και τις τεχνολογίες



συγκομιδής. Η ύπαρξη προσμίξεων επηρεάζεται επίσης από τις τεχνολογίες συγκομιδής και επιπλέον από το είδος της αποθήκευσης. Αν το θρυμματισμένο ξύλο αποθηκεύεται στον αγρό, ο κίνδυνος αυξημένων κλασμάτων προσμίξεων είναι υψηλότερος. Η σύνθεση και η περιεκτικότητα της τέφρας προσδιορίζεται κυρίως από το είδος της καλλιέργειας και τα είδη των φυτών. Γενικά, το θρυμματισμένο ξύλο από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε τέφρα, καθώς το ποσοστό του φλοιού και των λεπτών κλαδιών σε σχέση με το ξύλου του κορμού είναι πολύ υψηλότερο, δεδομένου ότι ο κορμός ή οι βλαστοί έχουν σχετικά μικρή διάμετρο.



**Εικόνα 57:** Υψηλής ποιότητας (αριστερά) και χαμηλής ποιότητας (μέσο και αριστερά) θρυμματισμένου ξύλου (όχι από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου) στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)

Για να προσδιοριστεί η ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου χρησιμοποιούνται πρότυπα. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) ανέπτυξε πρότυπα για τις ιδιότητες του θρυμματισμένου ξύλου, των μπριγκέτων, των καυσόξυλων και των pellets, αλλά και για τις μεθόδους δοκιμών, τους κανόνες μετατροπής και τη διασφάλιση της ποιότητας. Τα πρότυπα αυτά τροποποιήθηκαν το 2014 και αναπτύχθηκαν περαιτέρω ως διεθνή πρότυπα ISO (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης). Για τα ξυλώδη βιοκαύσιμα ισχύουν τα παρακάτω πρότυπα:

- ΕΛΟΤ EN ISO 17225-1:2014-09 (πρώην ΕΛΟΤ EN 14961-1:2010) Στερεά βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου - Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις
- ΕΛΟΤ EN ISO 17225-2:2014-09 (πρώην ΕΛΟΤ EN 14961-2:2011) Στερεά βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου - Μέρος 2: Πελλέτες ξύλου
- ΕΛΟΤ EN ISO 17225-3:2014-09 (πρώην ΕΛΟΤ EN 14961-3:2011) Στερεά βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου - Μέρος 3: Μπρικέτες ξύλου
- ΕΛΟΤ EN ISO 17225-4:2014-09 (πρώην ΕΛΟΤ EN 14961-4:2011) Στερεά βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου - Μέρος 4: Ροκανίδια ξύλου
- ΕΛΟΤ EN ISO 17225-5:2014-09 (πρώην ΕΛΟΤ EN 14961-5:2011) Στερεά βιοκαύσιμα - Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου - Μέρος 5: Καυσόξυλα



Εικόνα 58: Χλωρό θρυμματισμένο ξύλου από φυτεία ιτιάς στη Σουηδία (Πηγή: Rutz D.)

Το αντικείμενο της σειράς ISO 17225 είναι να παρέχει σαφείς και ξεκάθαρες αρχές ταξινόμησης των στερεών βιοκαυσίμων, να χρησιμεύσει ως εργαλείο που θα επιτρέψει το αποδοτικό εμπόριο των βιοκαυσίμων, να επιτρέψει την καλή συνεννόηση μεταξύ πωλητή και αγοραστή, καθώς και να αποτελέσει ένα εργαλείο για την επικοινωνία με τους κατασκευαστές εξοπλισμού. Επίσης, διευκολύνει τις διαδικασίες αδειοδότησης και υποβολής εκθέσεων για τις αρχές (ISO 2014).

Ο Πίνακας 14 δίνει ένα παράδειγμα δήλωσης προϊόντος για θρυμματισμένο ξύλο (Alakangas 2009) διευκρινίζοντας, σύμφωνα με το πρότυπο EN 14961-1, τις κανονιστικές παραμέτρους διαστάσεις (P), η υγρασία σε υγρή βάση (M), και τέφρα (A), καθώς και τις πληροφοριακές παραμέτρους φαινόμενη πυκνότητα (BD), θερμιδική αξία (Q), θείο (S), άζωτο (N) και χλώριο (Cl).

**Πίνακας 14:** Παράδειγμα δήλωσης προϊόντος για θρυμματισμένο ξύλο (Πηγή: Alakangas 2009, τροποποιημένη)

EN 14961-1		
	Παραγωγός	EAA Biofuels
<b>Γενικές πληροφορίες</b>	Τοποθεσία	Jyväskylä, Φινλανδία
	Προέλευση	1.1.1.1 και 1.1.1.2 (ολόκληρο δέντρο)
	Εμπορική μορφή	Θρυμματισμένο ξύλο
	Ποσότητα (t)	4,00
	Διαστάσεις	P45A
<b>Κανονιστικές</b>	Υγρασία, w-%	M35
	Τέφρα, w-% επί ξηρού	A1.5
<b>Πληροφοριακές</b>	Φαινόμενη πυκνότητα, kg/m <sup>3</sup>	BD250
	Ελάχιστη θερμογόνος δύναμη κατά την παράδοση, MJ/kg	Q11.5
	Θείο, w-% επί ξηρού	0,05
	Άζωτο, w-% επί ξηρού	N0.3
	Χλώριο, w-% επί ξηρού	Cl0.03

Όπως αναφέρθηκε, το πρότυπο ISO είναι απαραίτητο, όταν το θρυμματισμένο ξύλο εμπορεύεται, για να ενημερώνει τον αγοραστή για θέματα ποιότητας. Αυτό επηρεάζει την τιμή για τη χρέωση.

Ωστόσο, οι λεπτομέρειες αυτού του προτύπου μπορεί να ενδιαφέρουν, επίσης, τον ιδιοκτήτη της φυτείας που καταναλώνει άμεσα το θρυμματισμένο ξύλο για δικές του ανάγκες, καθώς δίνει ενδείξεις για το πώς θα βελτιωθεί η ποιότητά του.



## 8.2 Επιλογές για τη χρήση του θρυμματισμένου ξύλου

Η παρακάτω λίστα δείχνει επιλογές για τη χρήση του θρυμματισμένου ξύλου:

- Για **συστήματα καύσης και θέρμανσης μικρής κλίμακας** (για αγροικίες ή για λίγα νοικοκυριά)
- Για **μεγαλύτερα συστήματα καύσης και θέρμανσης** (για μικρά δίκτυα τηλεθέρμανσης με αρκετά συνδεδεμένα νοικοκυριά)
- Για συγκεκριμένες **μονάδες συμπαραγωγής** (CHP) με θρυμματισμένο ξύλο (κύκλου ORC, ατμοστρόβιλου)
- Για **αεριοποίηση** θρυμματισμένου ξύλου για παραγωγή ηλεκτρισμού
- Για **σύγκαση** του θρυμματισμένου ξύλου σε μεγάλες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής (που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα)
- Ως πρώτη ύλη σε **διεργασίες βιο-διυλιστηρίου** (π.χ. πυρόλυση, αεριοποίηση, ανθρακοποίηση, βιο-αιθανόλη βιοχημικής μετατροπής, βιο-πλαστικά)
- Για περαιτέρω επεξεργασία σε **pellets** για διαφορετικούς σκοπούς
- Για **ειδικές εφαρμογές**: ως επίστρωμα για εργασίες κηπουρικής και συντήρησης του τοπίου, ως στρωμή για την εκτροφή ζώων, ως υπόστρωμα για την παραγωγή μανιταριών, ως δομικό υλικό για βιολογικά φίλτρα ή ως υλικό επίστρωσης σε παιδότοπους

Σήμερα στην Ευρώπη, η κύρια εφαρμογή του θρυμματισμένου ξύλου είναι για σκοπούς θέρμανσης, για συμπαραγωγή και για μικτή καύση. Γι' αυτό, το κεφάλαιο 8.3 παρέχει λεπτομέρειες σχετικά με την καύση θρυμματισμένου ξύλου και pellets.

Η ζήτηση του θρυμματισμένου ξύλου για διαδικασίες βιο-διυλιστηρίου μπορεί να αυξηθεί στο μέλλον. Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου έχουν ήδη εγκατασταθεί με σκοπό την παραγωγή των λεγόμενων υγρών βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς. Τα "Biomass-to-Liquid" βιο-καύσιμα (BtL) είναι υπό ανάπτυξη. Η λιγνοκυτταρινούχος βιομάζα, όπως το θρυμματισμένο ξύλο, μετατρέπεται σε συνθετικά βιοκαύσιμα μέσω θερμο-χημικής μετατροπής. Λίγο πιο εξελιγμένη είναι η βιοχημική τεχνολογία μετατροπής, όπου λιγνοκυτταρινούχο υλικό μετατρέπεται βιολογικά σε σάκχαρα, που στη συνέχεια υφίστανται ζύμωση για μετατροπή σε αιθανόλη (Εικόνα 59). Η αιθανόλη είναι ένα υποκατάστατο της βενζίνης. Αρκετές Ευρωπαϊκές και διεθνείς πιλοτικές και επιδεικτικές μονάδες διερευνούν όλο και περισσότερο τη χρήση του θρυμματισμένου ξύλου στη διαδικασία αυτή, καθώς μέχρι τώρα εστίαζαν κυρίως στη χρήση πτώδους βιομάζας (όπως άχυρο, χόρτα, κλπ). Σε ολοκληρωμένα σχήματα βιο-διυλιστηρίου, μπορούν να παραχθούν και άλλα προϊόντα, όπως λιγνίνη, ηλεκτρισμός, θερμότητα, βιο-πλαστικά και βιο-χημικές ουσίες. Αυτό δημιουργεί μια μελλοντική αγορά για το θρυμματισμένο ξύλο που προέρχεται από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου.

Σε μικρότερη κλίμακα, το θρυμματισμένο ξύλο μπορεί, επίσης, να μετατραπεί με θερμοχημική διεργασία σε πυρολυτικό έλαιο το οποίο θα μπορούσε να υποκαταστήσει, για παράδειγμα, το πετρέλαιο θέρμανσης ή να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία. Σήμερα εφαρμόζεται ήδη συχνά η αεριοποίηση του θρυμματισμένου ξύλου και η μετέπειτα χρήση του παραγόμενου αερίου σε μια μηχανή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς είναι ακόμη κατάλληλη και για μεμονωμένους αγρότες (Εικόνα 60).



**Εικόνα 59:** Εργοστάσιο βιοαιθανόλης δεύτερης γενιάς της ABENGOA στην Ισπανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 60:** Αεριοποιητές μικρής κλίμακας σε container (αριστερά) και κατά τη διάρκεια της κατασκευής (δεξιά) της εταιρείας “SpannerRE” (Πηγή: Rutz D.)

Σε αρχική φάση, τα pellets παράγονταν μόνο από το πριονίδι των πριστηρίων, το οποίο θεωρήθηκε ως απόβλητο προϊόν (Εικόνα 61). Σήμερα τα pellets παράγονται και από άλλα είδη ξύλου (θρυμματισμένο), όπως αυτό που παράγεται σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Προκειμένου να διατηρηθεί το επίπεδο ποιότητας και επειδή το ξύλο αυτών των φυτειών έχει περισσότερο φλοιό από το ξύλο που παράγεται στη δασοπονία, μπορεί να προταθεί η χρήση θρυμματισμένου ξύλου μόνο από φυτείες με μεγαλύτερο χρόνο περιφοράς, δεδομένου ότι αυτό μειώνει την αναλογία φλοιού/ξύλου.



**Εικόνα 61: Μηχανή παραγωγής pellet (αριστερά) και pellets υψηλής ποιότητας (δεξιά) (Πηγή: Rutz D.)**

Εκτός από την ενεργειακή χρήση, το θρυμματισμένο ξύλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, επίσης, σε εξειδικευμένες εφαρμογές, αλλά αυτό εξαρτάται από την τοπική ζήτηση. Το θρυμματισμένο ξύλο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως επίστρωμα στην κηπουρική και τη συντήρηση τοπίου, ως στρωμή για την εκτροφή ζώων (π.χ. άλογα), ως υπόστρωμα για την παραγωγή μανιταριών, ως υλικό κατασκευής βιολογικών φίλτρων (π.χ. σε μονάδες αποβλήτων βιοαέριου) ή ως υλικό επίστρωσης παιδότοπων. Λόγω περιορισμένων εφαρμογών, δεν περιγράφονται εδώ περαιτέρω λεπτομέρειες.

### **8.3 Καύση θρυμματισμένου ξύλου και pellets**

Η κύρια εφαρμογή του θρυμματισμένου ξύλου και των pellets, ως αειφόρος ενεργειακή πρακτική, είναι η καύση για την παραγωγή θερμότητας (βλέπε Πεδίο 6). Συνεπώς, οι παρακάτω περιγραφές παρέχουν βασικές πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία της καύσης. Υπάρχουν διαθέσιμες πιο αναλυτικές πληροφορίες, όπως για παράδειγμα, από τους Hiegl et al. (2011) ή Rutz et al. (2006).

Η φυτική βιομάζα αποτελείται κυρίως από άνθρακα (C), υδρογόνο (H) και οξυγόνο (O). Το ποσοστό του άνθρακα καθορίζει την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση (οξειδωση). Επίσης, το υδρογόνο που περιέχεται στη στερεή βιομάζα παρέχει ενέργεια όταν καίγεται. Μαζί με τον άνθρακα καθορίζει τη θερμογόνο δύναμη του ξηρού καυσίμου. Το οξυγόνο υποστηρίζει μόνο τη διαδικασία καύσης, αλλά δεν έχει καμία επίδραση στην ενεργειακό περιεχόμενο του καυσίμου.

Τα ξυλώδη καύσιμα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα που κυμαίνεται από 47 έως 50%. Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο των καυσίμων ξύλου κυμαίνεται μεταξύ 40 και 45% και η περιεκτικότητα σε υδρογόνο μεταξύ 5 και 7%. Παράλληλα με αυτά τα τρία στοιχεία, αποτελείται και από άλλα στοιχεία, τα οποία μπορεί να έχουν, παρά τα μικρά ποσοστά τους, ισχυρές επιπτώσεις στις εκπομπές καυσαερίων. Το θείο, το χλώριο και το άζωτο είναι μεταξύ των στοιχείων που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στις ρυπογόνες εκπομπές καυσαερίων. Τα καύσιμα μπορεί να διαφοροποιηθούν, εν μέρει, ανάλογα με τα σημαντικά συστατικά των σχετικών εκπομπών.

Το ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα μάζας εκφράζεται με την κατώτερη και την ανώτερη θερμογόνο δύναμη (βλέπε Πεδίο 7), όπως φαίνεται στον Πίνακα 15. Για το θρυμματισμένο ξύλο, συχνά χρησιμοποιείται το ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα όγκου - ανά κυβικό μέτρο. Για το λόγο αυτό παρουσιάζεται ένα παράδειγμα στον Πίνακα 15. Ανάλογα με το



είδος του ξύλου, το μέγεθος των θρυμμάτων, και την υγρασία, ένα κυβικό μέτρο θρυμματισμένου ξύλου έχει μάζα από 200 ως 300 kg.

#### Πεδίο 6: Γιατί η βιομάζα είναι ανανεώσιμη;

Το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου από τις διεργασίες καύσης είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το οποίο είναι κυρίως υπεύθυνο για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Το διοξείδιο του άνθρακα εκπέμπεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων (π.χ. λιγνίτης, λιθάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο), αλλά και της βιομάζας. Ωστόσο, η διαφορά είναι ότι η βιομάζα απορροφά CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα κατά την διάρκεια της ανάπτυξής της (φωτοσύνθεση). Και στις φυτείες μικρού περιόδου χρόνου, τα δέντρα αφαιρούν CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα για μια περίοδο ανάπτυξης, περίπου 4-6 ετών, ενώ μετά καίγονται σε έναν λέβητα, ως θρυμματισμένο ξύλο. Εξαιτίας αυτού του μικρού και κλειστού κύκλου, η βιομάζα από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περιόδου Χρόνου είναι ανανεώσιμη και βοηθά στην προστασία του κλίματος.

Ωστόσο, η βιομάζα ως πηγή ενέργειας δεν είναι απολύτως “ουδέτερη σε CO<sub>2</sub>”, καθώς οι ορυκτές πηγές ενέργειας εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία και την αξιοποίηση της βιομάζας (π.χ. για τη συγκομιδή και τη μεταφορά). Επιπλέον, στις νέες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περιόδου Χρόνου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις της αλλαγής χρήσης γης, πράγμα που μπορεί να έχει θετικές ή αρνητικές συνέπειες στην απελευθέρωση ή τη συσσώρευση του διοξειδίου του άνθρακα στο έδαφος. Σε σύγκριση με τις ετήσιες καλλιέργειες, η συσσώρευση του άνθρακα στο έδαφος σε αυτές τις φυτείες είναι συνήθως υψηλότερη και γι’ αυτό, έχουν μια πρόσθετη θετική επίδραση στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής.

#### Πεδίο 7: Ποια είναι η διαφορά κατώτερης και ανώτερης θερμογόνου δύναμης;

Σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις ιδιότητες του καυσίμου παρέχονται από τις τιμές της θερμογόνου δύναμης.

Η κατώτερη θερμική αξία (LHV) (καθαρή θερμογόνος δύναμη (NCV) ή κατώτερη θερμογόνος δύναμη (LCV)) δείχνει την ποσότητα της θερμότητας που απελευθερώνεται με την πλήρη καύση (οξειδωση) της βιομάζας. Αυτή η τιμή δεν λαμβάνει υπόψη τη θερμότητα συμπύκνωσης (θερμότητα εξάτμισης) των υδρατμών που περιέχονται στα καυσαέρια. Έτσι, η κατώτερη θερμική αξία μειώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας της βιομάζας σε νερό.

Η ποσότητα που είναι γνωστή ως ανώτερη θερμική αξία (HHV) (θερμιδική αξία, ακαθάριστη αξία της ενέργειας θέρμανσης, ανώτερη θερμογόνος δύναμη (Ho), ακαθάριστη θερμογόνος δύναμη (GCV), υψηλότερη θερμογόνος δύναμη (HCV)) προσδιορίζεται φέρνοντας όλα τα προϊόντα της καύσης πίσω προς την αρχική θερμοκρασία πριν την καύση και ιδιαίτερα συμπυκνώνοντας τυχόν αμούς που παράγονται. Για τη βιομάζα, η ανώτερη θερμογόνος δύναμη βρίσκεται, κατά μέσο όρο, περίπου 6% (φλοιός), 7% (ξύλο) ή 7,5% (γεωργικά προϊόντα) πάνω από την κατώτερη θερμογόνος δύναμη (Πίνακας 15). Ωστόσο, αυτό ισχύει μόνο για τα στερεά βιοκαύσιμα σε απόλυτα ξηρή και χωρίς νερό κατάσταση (wf). Για την χλωρή βιομάζα αυτή η διαφορά αυξάνεται. Ο Πίνακας 16 δείχνει τυπικές τιμές για τις φυτείες ιτιάς και λεύκης σε σύγκριση με άλλα καύσιμα.

**Πίνακας 15:** Χαρακτηριστικά καύσης στερεών βιοκαυσίμων (Hiegl et al. 2011) (μέσες/τυπικές τιμές, οι πραγματικές τιμές εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες!)

Είδος καυσίμου	LHV [MJ/kg]	HHV [MJ/kg]	Περιεχόμενη τέφρα [%]	Σημείο τήξης τέφρας [°C]
Ξύλο λεύκης	18,5	19,8	1,8	1.335
Ξύλο ιτιάς	18,4	19,7	2,0	1.283
Ξύλο οξυάς	18,4	19,7	0,5	Χωρίς εγγραφή
Ξύλο ερυθρελάτης	18,8	20,2	0,6	1.426
Φλοιός (κωνοφόρων)	19,2	20,4	3,8	1.440
Άχυρο σιταριού	17,2	18,5	5,7	998
Σπόρος σιταριού	17,0	18,4	2,7	687
Λιθάνθρακας	29,7	Χωρίς εγγραφή	8,3	1.250
Λιγνίτης	20,6	Χωρίς εγγραφή	5,1	1.050

**Πίνακας 16: Επισκόπηση του ενεργειακού περιεχομένου θρυμματισμένου ξύλου από Φυτείες Ευλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου και άλλες πηγές σε σχέση με την περιεκτικότητα σε νερό (μέσες/τυπικές τιμές, οι πραγματικές τιμές εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες!)**

Περιεκτικότητα σε νερό [%]		0	15	20	30	50
	<b>Μονάδα</b>	<b>Θερμική αξία [kWh]</b>				
<b>Λεύκη</b> (πυκνότητα 353 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	1.765	1.723	1.705	1.662	1.525
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	706	689	681	666	610
<b>Ιτιά</b> (πυκνότητα 420 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	4,54*	3,76**	μη διαθέσιμο	2,97**	μη διαθέσιμο
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	680-810**	μη διαθέσιμο	620-740**	μη διαθέσιμο
<b>Κλήθρα</b> (πυκνότητα 530 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	μη διαθέσιμο	4,06**	μη διαθέσιμο	3,23**	μη διαθέσιμο
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	720-860**	μη διαθέσιμο	660-790**	μη διαθέσιμο
<b>Ψευδακακία</b> (πυκνότητα 750 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	μη διαθέσιμο	4,11**	μη διαθέσιμο	3,27**	μη διαθέσιμο
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο	μη διαθέσιμο
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	μη διαθέσιμο	1,090-1,300**	μη διαθέσιμο	990-1,190**	μη διαθέσιμο
<b>Ερυθρελάτη</b> (πυκνότητα 379 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	5,20	4,32	4,02	3,44	2,26
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	1.970	1.930	1.900	1.860	1.710
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	788	770	762	745	685
<b>Οξυά</b> (πυκνότητα 558 kg ξηρού υλικού/συμπαγές m <sup>3</sup> )	1 κιλό	5,00	4,15	3,86	3,30	2,16
	1 συμπαγές m <sup>3</sup>	2790	2720	2700	2630	2410
	1 χωρικό m <sup>3</sup>	1.116	1.090	1.077	1.052	964

Πηγή: CARMEN 2014, \*Verscheure 1998, \*\* ETA Heiztechnik GmbH n.d. (η πρώτη τιμή των χωρικών m<sup>3</sup> σχετίζεται με G50, η δεύτερη με G30, άλλες πηγές)



Συνήθως, οι λέβητες θρυμματισμένου ξύλου (Εικόνα 62, Εικόνα 63) χρησιμοποιούνται σε συστήματα θέρμανσης που ξεκινούν από περίπου 20 kW, ενώ οι λέβητες pellet χρησιμοποιούνται και για μικρότερα συστήματα θέρμανσης. Η θέρμανση με θρυμματισμένο ξύλο είναι συνήθως οικονομική λύση μόνο για μεγάλες κατοικίες, αγροικίες ή αρκετές κατοικίες ή ακόμη και μικρά χωριά. Η θέρμανση με pellet εφαρμόζεται συνήθως σε κατοικίες ενός ή πολλών επιπέδων.

Η τεχνολογίες θέρμανσης με θρυμματισμένο ξύλο και pellet είναι ώριμες και παρέχονται από πολλούς κατασκευαστές. Τα συστήματα αποτελούνται από ένα χώρο αποθήκευσης, ένα σύστημα τροφοδοσίας, ένα λέβητα βιομάζας, ένα σύστημα καυσαερίων καθώς και ένα σύστημα διανομής θερμότητας (που συχνά περιλαμβάνει ένα δοχείο αδράνειας).

Η επένδυση για ένα λέβητα θρυμματισμένου ξύλου ή pellet είναι συχνά υψηλότερη από ότι για έναν λέβητα ορυκτών καυσίμων, αλλά, συνήθως το κόστος των καυσίμων είναι πολύ φθηνότερο, έτσι ώστε μακροπρόθεσμα οι λέβητες θρυμματισμένου ξύλου ή pellet να είναι πιο οικονομικοί από τους λέβητες ορυκτών καυσίμων.



**Εικόνα 62:** Μικρό σύστημα θέρμανσης με θρυμματισμένο ξύλο της Fröling (24-50 kW εγκατεστημένης ισχύος) με το λέβητα (αριστερά), το σύστημα τροφοδοσίας (στη μέση) και τον αποθηκευτικό χώρο (Πηγή: Rutz D.)



Εικόνα 63: Σύστημα θέρμανσης με θρυμματισμένο ξύλο μεσαίας κλίμακας (3,000 kW εγκατεστημένης ισχύος) του Κέντρου Βιομάζας του Achental στη Γερμανία, με το λέβητα (δεξιά) και το δοχείο αδράνειας (αριστερά) (Πηγή: Rutz D.)



Εικόνα 64: Σύστημα ORC (1,520 kWel) της 'Grünfuttertrocknungsgenossenschaft Kirchdorf a.H. eG' στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις καύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία του τον οργανικού κύκλου του Rankine (ORC) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαδικασία ORC είναι μια θερμοδυναμική διαδικασία που τροφοδοτεί μια γεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σε σύγκριση με άλλα συστήματα συμπαραγωγής, όπως η αεριοποίηση, η διαδικασία ORC (Εικόνα 64) εφαρμόζεται συνήθως σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα.

Σε ακόμη μεγαλύτερη κλίμακα, το θρυμματισμένο ξύλο ή τα βιομηχανικά pellets χρησιμοποιούνται, επίσης συχνά, για συγκαύση με άνθρακα ή λιγνίτη, σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται συνήθως μέσω ενός ατμοστρόβιλου. Στην ιδανική περίπτωση, αυτές οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εκμεταλλεύονται επίσης τη θερμότητα παρέχοντας την σε ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης. Η σύγκαυση θρυμματισμένου ξύλου πραγματοποιείται κυρίως στην Ευρώπη, στην Ολλανδία, τη Μεγάλη Βρετανία ή το Βέλγιο.

## 9 Φυτείες και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Σε γενικές γραμμές, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου έχουν πολλές θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω των απαιτήσεων χαμηλών εισροών σε σύγκριση με τις ετήσιες καλλιέργειες. Ο κίνδυνος αρνητικών περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων είναι γενικά πολύ χαμηλός. Κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον περιγράφονται ήδη στο κεφάλαιο 2.5 και στα επόμενα κεφάλαια. Στα κεφάλαια που ακολουθούν, αντιμετωπίζονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια κάποιες συγκεκριμένες επιπτώσεις, όπως περιγράφεται στην έκθεση του έργου SRCplus "Κριτήρια αειφορίας και συστάσεις για την εφαρμογή σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου" (Δημητρίου & Rutz 2014).

### 9.1 Φυτο-ποικιλότητα (ποικιλότητα της χλωρίδας)

Φυτο-ποικιλότητα είναι η ποικιλία και το πλήθος των φυτών και των φυτο-κοινωνιών τους. Σχετικά με τη φυτο-ποικιλότητα πραγματοποιήθηκε μια σειρά από πειράματα σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, κυρίως στη Σουηδία και τη Γερμανία, αλλά και σε άλλες χώρες, με σκοπό τον εντοπισμό, την ποσοτικοποίηση και την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των φυτειών και εναλλακτικών χρήσεων γης, όπως η παραγωγή δημητριακών και χόρτου σε γεωργικά εδάφη, αλλά και οι διαφορές μεταξύ των φυτειών και του δάσους. Μια επισκόπηση των ευρημάτων παρουσιάζεται παρακάτω:

- Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να αυξήσουν τη φυτο-ποικιλότητα των αγροτικού τοπίου ως πρόσθετο δομικό του στοιχείο.
- Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου παρέχουν βιότοπους σε ένα σύνολο ειδών, διαφορετικό από εκείνο των γειτονικών τους χρήσεων γης και μπορούν έτσι να αυξήσουν την ποικιλότητα των φυτικών ειδών, ιδιαίτερα σε περιοχές που κυριαρχούνται από καλλιεργήσιμες εκτάσεις και δάση κωνοφόρων.
- Η σύνθεση των ειδών σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ένα μίγμα ειδών που φύονται σε λειμώνες, χέρσες εκτάσεις (πρόδρομα είδη που φυτρώνουν σε διαταραγμένες περιοχές) και βλάστηση και είδη από δασικές εκτάσεις, ενώ οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις περιέχουν κυρίως είδη από χέρσα και καλλιεργήσιμα εδάφη.
- Έχει αποτιμηθεί ότι οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ως και τρεις φορές πιο πλούσιες σε είδη φυτών από άλλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις και



σε ορισμένες περιπτώσεις έχει αποδειχθεί ότι είναι πλουσιότερες από δάση κωνοφόρων και μικτά δάση.



**Εικόνα 65:** Βλάστηση σε φυτεία λεύκης 3 ετών την άνοιξη στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 66:** Βλάστηση και φυλλάδα σε φυτεία λεύκης το φθινόπωρο στη Γερμανία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 67:** Βλάστηση σε φυτεία ιτιάς την άνοιξη στη Σουηδία (Πηγή: Rutz D.)



**Εικόνα 68:** Η φύτευση δύο διαφορετικών κλώνων ιτιάς σε έναν αγρό μπορεί να προκαλέσει αύξηση των αριθμού άλλων ειδών στη φυτεία (Πηγή: Weih M.)

- Η συμβολή των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στην ποικιλότητα των ειδών σε ένα αγροτικό τοπίο αλλάζει την πάροδο του χρόνου. Με τη μείωση της ακτινοβολίας που φτάνει στην παρεδάφια βλάστηση, το ποσοστό της των δασικών ειδών αυξάνεται. Έτσι, τα φυτεμένα είδη δένδρων, η πυκνότητα των φυτών, η ηλικία και ο χρόνος περιφοράς της φυτείας επηρεάζουν τη σύνθεση των ειδών.
- Οι φυτείες ιτιάς είναι πιο κατάλληλες από της φυτείες λεύκης για την υποστήριξη δασικών ειδών, λόγω των υψηλότερης απορρόφησης ακτινοβολίας και της διακύμανσης της ακτινοβολίας σε φυτείες λεύκης.

Οι επιπτώσεις μιας νέας Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου εξαρτάται πάντα από διάφορους παράγοντες και πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον ιδιοκτήτη της φυτείας. Απλά και οικονομικά αποδοτικά μέτρα για την αύξηση της φυτο-ποικιλότητας

μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα. Μπορούν να περιλαμβάνουν τη φύτευση διαφορετικών κλώνων και ειδών εντός της φυτείας, τη σπορά ανθοφόρων φυτών στα κεφαλάρια της φυτείας, την φύτευση ενδημικών θάμνων στα όρια και μεταξύ των φυτειών, αφήνοντας κάποια κενά όπου μπορούν να βλαστήσουν αυτοφυή φυτά, κ.λπ.

Μπορούν να δοθούν οι παρακάτω συστάσεις, προκειμένου να αποφευχθούν οι αρνητικές και να αυξηθούν οι θετικές επιπτώσεις στη **φυτο-ποικιλότητα**:

- Η εγκατάσταση των φυτειών σε περιοχές με υψηλό οικολογικό ενδιαφέρον πρέπει να αποφεύγεται (π.χ. περιοχές με καθεστώς προστασίας για τη διατήρηση της φύσης, περιοχές με σπάνια είδη, υγρότοποι, τυρφώνες, βάλτοι).
- Η υψηλή δομική ετερογένεια παρέχει βιότοπους για φυτά με διαφορετικές απαιτήσεις και, συνεπώς, αυξάνει την ποικιλομορφία. Η υψηλή δομική ποικιλομορφία στις περιοχές με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να επιτευχθεί: (1) φυτεύοντας διάφορα είδη δέντρων και κλώνων και (2) με τη συγκομιδή των φυτειών σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε κατά τη συγκομιδή τα δέντρα σε αυτήν την περιοχή να έχουν διαφορετικές ηλικίες.
- Τα όρια των φυτειών έχουν μεγάλη ποικιλομορφία ειδών και έτσι ενθαρρύνεται η εγκατάσταση πολλών μικρότερων φυτειών, αντί μιας μεγάλης, καθώς οι μικρότερες φυτείες έχουν περισσότερες άκρες για το μέγεθός τους από ότι οι μεγαλύτερες. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, η εγκατάσταση φυτειών με μακρύ ορθογώνιο σχήμα μπορεί να προσφέρει περισσότερα οφέλη σχετικά με την αύξηση της φυτο-ποικιλότητας. .
- Η αύξηση των δασικών ειδών μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μείωσης της ακτινοβολίας που φθάνει στην παρεδάφια βλάστηση. Αυτό μπορεί να γίνει με μεγάλους χρόνους περιφοράς, υψηλή πυκνότητα των φυτών και φύτευση ιτιάς αντί της λεύκης. Μια άλλη δυνατότητα για τη μείωση της ακτινοβολίας που φθάνει στη βλάστηση του εδάφους είναι η ευθυγράμμιση των γραμμών φύτευσης στην κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης, αυξάνοντας έτσι τη σκίαση στην καλλιέργεια.
- Τα άκρα των φυτειών που απαιτούνται για την ευκολότερη συγκομιδή θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ευρεία, ώστε να επιτρέπουν, για παράδειγμα, τη βλάστηση ιθαγενών ανθοφόρων φυτών που προσελκύουν τα έντομα. Το κούρεμα της βλάστησης στα κεφαλάρια θα πρέπει να προσαρμοστεί ώστε να μεγιστοποιηθεί το περιβαλλοντικό όφελος.
- Η σύνθεση ειδών σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου επηρεάζεται από την ακτινοβολία (βλέπε παραπάνω) και τις ιδιότητες του εδάφους. Η υψηλή ποιότητα του χούμου και η διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων υποστηρίζει τα είδη δείκτες του αζώτου. Αύξηση της οξύτητας του εδάφους ωφελεί τα είδη δείκτες της όξινης αντίδρασης του εδάφους.
- Τα ποσοστά κάλυψης των ειδών σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι πιο ετερογενή και μεγαλύτερα από ότι σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις.
- Όσο πιο ποικιλόμορφο είναι το περιβάλλον, τόσο χαμηλότερο είναι το ποσοστό των ειδών των φυτειών σε σχέση με τον αριθμό των ειδών στο τοπίο (γ- ποικιλότητα, π.χ. η συνολική ποικιλότητα των ειδών σε ένα τοπίο).
- Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των τύπων των οικοτόπων, τόσο υψηλότερη είναι η γ- ποικιλότητα και χαμηλότερο το ποσοστό των ειδών των φυτειών στη γ- ποικιλότητας.
- Η σύνθεση των ειδών στην “τράπεζα σπόρων” του εδάφους έχει μικρή επίδραση στην πραγματική βλάστηση των φυτειών και αυτή η επιρροή μειώνεται με την αύξηση της ωφέλιμης διάρκειας ζωής, όπως στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου.





Εικόνα 69: Όριο αγρού με φυτεία ιτιάς που συνορεύει με αγρό με μαλακό σιτάρι. Είναι φανερή η αυξημένη ποικιλομορφία φυτών (Πηγή: Nordh N-E.)

## 9.2 Ζωο-ποικιλότητα (ποικιλότητα της πανίδας)

Ζωο-ποικιλότητα είναι η ποικιλία ή το πλήθος των ζώων και των ζωικών κοινοτήτων. Για τη ζωο-ποικιλότητα έχουν συλλεχθεί και αναλυθεί παρόμοιες πληροφορίες όπως και για τη φυτο-ποικιλότητα.

Στη Σουηδία, οι φυτείες ιτιάς είναι ένα πολύ γνωστό μέσο για την προσέλκυση **θηραμάτων**, όπως τα ζαρκάδια και πολλές φυτείες έχουν δημιουργηθεί εκεί για το κυνήγι. Επιπλέον, έχουν αναφερθεί αγριογούρουνα που βρίσκουν βιότοπους σε γεωργικά τοπία, το οποίο είναι ενδεικτικό της αύξησης των θηλαστικών. Ελάφια, λαγοί και κουνέλια μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στις φυτείες και μερικές φορές η αύξηση του αριθμού τους μπορεί να είναι αρνητική και μπορεί να προκαλέσει την απώλεια της φυτείας. Ωστόσο, ο αριθμός των λαγών θα μπορούσε να μειωθεί περαιτέρω εάν η εγκατάσταση των φυτειών ήταν ευρέως διαδεδομένη, δεδομένου ότι το είδος αυτό ευνοείται σε μικτές αγροτικές εκτάσεις και είναι μάλλον απίθανο να αναπτυχθούν σε πυκνά φυτεμένες πρεμνοφυείς συστάδες.





**Εικόνα 70: Λαγός σε μια φυτεία ιτιάς. Σε ορισμένες περιοχές, διάφορα θηλαστικά μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημιές σε φυτείες. Η περιφραγή δεν είναι απαραίτητη, δεδομένου ότι προσθέτει υψηλό κόστος στις εργασίες διαχείρισης. (Πηγή: Ι. Δημητρίου)**



**Εικόνα 71: Ζαρκάδι εισέρχεται σε μια φυτεία ιτιάς. Είναι γνωστό ότι οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου προσελκύνουν θηλαστικά που βρίσκονται στην περιοχή, δεδομένου ότι προσφέρουν καταφύγιο και τροφή. (Πηγή: Nordh N-E.)**

Υπήρξαν πολλές συζητήσεις σχετικά με την αύξηση των **πτηνών** σε τοπία όπου εγκαθίστανται Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. Παρακάτω αναφέρονται, σε μια λεπτομερή λίστα, τα πιο σημαντικά ευρήματα της σχετικής έρευνας:

- Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι γενικά πιο πλούσιες σε ποικιλότητα και είδη πτηνών σε σύγκριση με άλλες καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αλλά δεν περιέχουν σχεδόν καθόλου εξειδικευμένα είδη πτηνών.
- Συχνά, τα πτηνά είναι αρκετά συνηθισμένα σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου και συνεπώς δεν διατρέχουν κίνδυνο.
- Απειλούμενα είδη πτηνών εμφανίζονται σε μικρή κλίμακα και κατά κύριο λόγο περιορίζονται σε νέες Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ή στα περιθώρια των φυτειών.
- Σε γενικές γραμμές, η καταλληλότητα των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ως βιότοποι για τα πτηνά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ηλικία και τη δομή των φυτειών ιτιάς/λεύκης και τα διάφορα είδη πτηνών που συνδέονται με διαφορετικές ηλικιακές κλάσεις των φυτειών.
- Καθώς η ηλικίες και το ύψος ανάπτυξης των φυτειών αυξάνονται, η σύνθεση των πτηνών μετατοπίζεται από είδη που απαιτούν ανοιχτά πεδία προς είδη που φωλιάζουν σε θαμνώδεις περιοχές και στη συνέχεια, προς είδη που βασικά διαβιούν σε δασικούς βιότοπους.
- Ο υψηλότερος πλούτος και αφθονία ειδών βρέθηκε σε παλιές πρεμνοφυείς φυτείες ηλικίας 2-5 ετών.
- Η ποικιλότητα και η αφθονία των πτηνών συνδέεται επίσης με την πυκνότητα φύτευσης των πρεμνοβλαστημάτων και την αύξηση του αριθμού των ζιζανίων.
- Οι διαφορετικοί αριθμοί των ειδών των πτηνών οφείλονται σε πολλούς επιπλέον παράγοντες, όπως η ποικιλότητα του μεγέθους των πεδίων, η ένταση της διαχείρισης, το πλαίσιο του τοπίου και η δεξαμενή των τοπικών ειδών. Το πλαίσιο του τοπίου είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τις επιπτώσεις των φυτειών στην ποικιλότητα των πτηνών σε γεωργικές περιοχές.
- Η συνολική επίδραση στη ζωο-ποικιλότητα θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τη γη όπου θα εγκατασταθούν οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, τη χρήση της και το γύρω από αυτές τοπίο.





**Εικόνα 72: Πύργος παρατήρησης για πουλιά τοποθετημένος στα άκρα και στο διάκενο αγρών με ιτιές. Αρκετά είδη πουλιών προσελκύονται πολλές φορές στα άκρα μιας Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου. (Πηγή: Ι. Δημητρίου)**

Αν σε ένα σημαντικό ποσοστό ενός ομοιογενούς και εντατικά διαχειριζόμενου τοπίου (π.χ. 20%) εγκατασταθούν Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, τότε θα υπάρξουν περισσότερα:

- είδη πτηνών, γιατί οι φυτείες παρέχουν δομές νέων βιοτόπων.
- είδη πτηνών που διαβιούν σε δάση, όταν κάποιες φυτείες αναπτυχθούν μέχρι το στάδιο των δέντρων (ύψος λεύκης/ιτιάς > περίπου 8 μέτρα).
- είδη πτηνών που διαβιούν σε θαμνώνες, όταν κάποιες φυτείες φτάσουν το στάδιο των θάμνων με μεγάλη αύξηση στο ύψος και την πυκνότητα της βλάστησης (ύψος λεύκης/ιτιές > περίπου 1 μέτρο).
- καμιά ποιοτική διαφορά σε καλλιεργούμενες εκτάσεις για τα πουλιά που απαιτούν οικοτόπους ανοικτού πεδίου για φώλιασμα και αναζήτηση τροφής.
- είδη πτηνών που χρειάζονται μεταβατικές περιοχές και ωφελούνται από την επίδραση που έχουν τα όρια των φυτειών (από δέντρα ή θάμνους σε ανοιχτό πεδίο), που αυξάνονται με μικρές και επιμήκεις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου.
- περισσότερα είδη πτηνών που επωφελούνται από μικρές περιοχές μη διαχειριζόμενων λειμώνων, περιοχές στα όρια των φυτειών με υψηλή χόρτα και αγρωστώδη που δεν θερίζονται.
- λίγο περισσότερα απειλούμενα είδη, λόγω κάποιων δομών σχετικών με τις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (π.χ. ψηλή βλάστηση με χόρτα, μεταβατικές περιοχές) ή μάλλον ένα μεγαλύτερο ποσό διαρθρωτικής αφθονίας.



Μια άλλη θετική επίδραση των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι η ποικιλομορφία των **ασπόνδυλων**, όπως οι γαιοσκώληκες, οι αράχνες, τα σκαθάρια και οι πεταλούδες, που έχουν βρεθεί τόσο στην υπέργεια βιομάζα όσο και στο έδαφος. Σε φυτείες εγκατεστημένες για αρκετά χρόνια καταγράφεται αύξηση των γαιοσκωλήκων (σε σύγκριση με τις αροτραίες καλλιέργειες). Ωστόσο, παρά την αύξηση του αριθμού των ατόμων σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, οι εντατικά διαχειριζόμενες φυτείες είναι μάλλον απίθανο να παρέχουν βοτανικά πλούσια πεδία και κατά συνέπεια, είναι μάλλον απίθανο να έχουν μεγάλη αξία ως οικότοποι για τα απειλούμενα ασπόνδυλα που διαβιούν στο έδαφος. Η εμφάνιση των ασπόνδυλων υποστηρίζεται από καλλιεργητικές πρακτικές χαμηλών γενικά εισροών (φυτοφάρμακα).



**Εικόνα 73:** Η επικονίαση είναι μια σημαντική υπηρεσία οικοσυστήματος που παρέχεται από τα λουλούδια της ιτιάς. (Πηγή: Nordh N-E., (αριστερά) Rutz D. (δεξιά))

Η **μελισσοκομία** πρέπει να επισημανθεί ως ειδική υπηρεσία οικοσυστήματος, καθώς οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου παρέχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα τόσο για τις μέλισσες μελισσοκομίας όσο και για άγριες μέλισσες (μοναχικές και κοινωνικές):

- Ως καλλιέργεια χαμηλών εισροών, σε σύγκριση με τις ετήσιες καλλιέργειες, οι μέλισσες, που είναι ευαίσθητες σε αγρο-χημικά, θα ωφεληθούν από μικρότερες εισροές φυτοφαρμάκων.
- Ειδικά οι ιτιές παρέχουν στις μέλισσες τη γύρη στις αρχές της άνοιξης, που είναι σημαντική μετά τη χειμερινή διακοπή της δραστηριότητάς τους.
- Οι ρητίνες από τα άνθη της λεύκης και της κλήθρας αποτελούν σημαντική πηγή πρόπολης. Η πρόπολη είναι ένα ρητινώδες μίγμα που οι μέλισσες συλλέγουν από άνθη δέντρων, εκροές χυμών των δέντρων ή άλλες φυτικές πηγές. Χρησιμοποιείται από τις μέλισσες ως αντισηπτικό υλικό για να κρατήσει την υγιεινή στην κυψέλη και ως σφραγιστικό για τα ανεπιθύμητα ανοίγματα στην κυψέλη.
- Η συνοδευτική βλάστηση στο έδαφος της φυτείας παρέχει σημαντικές πηγές νέκταρ.
- Τα άνθη της ψευδακακίας παράγουν μεγάλες ποσότητες νέκταρ, παρέχοντας έτσι μια πολύτιμη πηγή τροφής για τις μέλισσες.
- Στις περισσότερες φυτείες απαιτούνται, για τα μηχανήματα συγκομιδής, τμήματα που δεν έχουν φυτευτεί (κεφαλάρια), αλλά θα μπορούσαν να φυτευτούν με ιθαγενή αγριολούλουδα που παρέχουν τροφή στις μέλισσες.



**Εικόνα 74: Ευρεία κενά μεταξύ των αγρών με ιπιές επιτρέπουν άλλα είδη φυτών να αναπτυχθούν και ταυτόχρονα δημιουργούν ένα διάδρομο για την άγρια ζωή (Πηγή: Nordh N-E.)**

Για να αποφευχθούν οι αρνητικές και να αυξηθούν οι θετικές επιπτώσεις στη ζωο-ποικιλότητα μπορούν να δοθούν οι παρακάτω συστάσεις κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε μια ορισμένη περιοχή:

- Όπου είναι δυνατόν, οι φυτείες πρέπει να σχεδιαστούν με μεγάλα όρια ως προς την εσωτερική αναλογία
- Πρέπει να χρησιμοποιείται μίξη ποικιλιών και κλώνων.
- Θα πρέπει να προτιμάται η περιοδική συγκομιδή μικτών τμημάτων κλάσης ηλικίας.
- Τα μεγάλα τμήματα των φυτειών πρέπει να διαχωρίζονται από διαδρόμους και φυσικούς φράχτες.
- Όπου είναι δυνατόν και στην περίπτωση της καλλιέργειας ιτιάς, θα πρέπει να προτιμάται η φύτευση υβριδίων (*Salix* sp.) με διαφορετικούς χρόνους άνθησης.
- Η χρήση φυτοφαρμάκων θα πρέπει γενικά να αποφεύγεται. Βιολογικά μέτρα μπορούν να συμβάλουν στην άμβλυση των κινδύνων από παράσιτα.
- Ένα ποσοστό της έκτασης των φυτειών πρέπει να διατίθεται ως μικρός βιότοπος, όπως οι λωρίδες με χόρτο και τα κλιμακωτά τα όρια των συστάδων.
- Οι νέες φυτείες, δεν πρέπει να εγκαθίστανται σε βιότοπους υψηλής αξίας, όπως οι υγρότοποι, οι υδροχαρείς λειμώνες, οι αγραναπαύσεις, τα ξηρά χέρσα εδάφη, οι ημι-φυσικοί βοσκότοποι.

### 9.3 Έδαφος

Οι θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα του εδάφους, όταν καλλιεργούνται Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου αντί των γεωργικών καλλιεργειών, έχουν αναφερθεί ως ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματά τους, όταν αυτές εγκαθίστανται σε γεωργικές περιοχές. Ένας λεπτομερής κατάλογος ποσοτικοποίησης των πλεονεκτημάτων παρουσιάζεται παρακάτω, λαμβάνοντας υπόψη περιπτώσεις φυτειών που είναι εγκατεστημένες για πολλά χρόνια σε μια αγροτική περιοχή (π.χ. πάνω από 15 έτη):



**Εικόνα 75:** Κορμός του κλώνου Max3 τριετούς λεύκης το Μάρτιο, στη Γερμανία: τα φύλα της προηγούμενης περιόδου καλύπτουν ακόμη το έδαφος (Πηγή: Rutz D.)

- Η αποθήκευση άνθρακα (C) στην οργανική ουσία του εδάφους είναι υψηλότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε σχέση με τις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες, όπως τα σιτηρά ή οι βοσκότοποι εντατικής διαχείρισης.
- Η σταθερότητα της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι υψηλότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες και υποστηρίζει τη συγκέντρωση C στο έδαφος.
- Η διάβρωση του εδάφους είναι μικρότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.
- Η συνολική περιεκτικότητα του εδάφους σε άζωτο (N) είναι υψηλότερη και η ανάλογη διαθεσιμότητά του για την ανάπτυξη των φυτών είναι χαμηλότερη και προκαλείται από την αυξημένη αναλογία C/N της οργανικής ουσίας του εδάφους στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε σχέση συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.



- Η διαθεσιμότητα φωσφόρου (P) για τα φυτά είναι χαμηλότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.
- Η φαινόμενη πυκνότητα είναι ελαφρώς υψηλότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.
- Το pH του εδάφους μπορεί να είναι ελαφρώς μικρότερο στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.
- Η δραστηριότητα των μικροοργανισμών είναι ελαφρώς μικρότερη όταν δημιουργείται νέα βιομάζα (φύλλα, ρίζες). Αυτό συμβάλλει στη συσσώρευση της οργανικής ουσίας σε σχέση με το έδαφος σε συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.
- Οι συγκεντρώσεις καδμίου (Cd) στο έδαφος των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι μικρότερες από ότι στις συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες.

Σε γενικές γραμμές, η συμπίεση του εδάφους μπορεί να είναι μικρότερη στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε σχέση με άλλες καλλιέργειες, δεδομένου η συγκομιδή συμβαίνει πολύ πιο συχνά στις τελευταίες. Επιπλέον, η συμπίεση του εδάφους μπορεί να αποφευχθεί αν η συγκομιδή πραγματοποιείται το χειμώνα, όταν το έδαφος είναι παγωμένο και οι απαιτήσεις για ξύλο για την παραγωγή ενέργειας είναι υψηλότερες. Επίσης, η αύξηση της μυκόρριζας (συνήθως μεταξύ του μύκητα και των ριζών των φυτών – εκτότροφη μυκόρριζα) σε φυτείες λεύκης, ιτιάς, σημύδας και ευκαλύπτου, σε σύγκριση με τις γειτονικές αροτραίες καλλιέργειες, είναι ευεργετική για την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων.

Τέλος, οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φυτοαποκατάσταση της γης. Φυτοαποκατάσταση είναι η θεραπεία της μολυσμένης γης (π.χ. με βαρέα μέταλλα, φυτοφάρμακα, διαλύτες) με τη χρήση φυτών χωρίς την ανάγκη εκσκαφής του μολυσματικού υλικού και της απόρριψης του αλλού. Ειδικά, κάποια είδη ιτιάς έχουν την ικανότητα να απορροφούν βαρέα μέταλλα.



**Εικόνα 76:** Φυτεία ιτιάς (στο φόντο) δίπλα σε οργωμένο αγρό (φωτογραφία που τραβήχτηκε το φθινόπωρο). Τα εδάφη δεν επιβαρύνονται όπως σε άλλες αροτραίες καλλιέργειες όταν εγκαθίστανται σε αυτά Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου και η συγκέντρωση άνθρακα στο έδαφος είναι υψηλότερη σε σχέση με άλλες συμβατικές γεωργικές καλλιέργειες. (Πηγή: Nordh N-E.).

Κατά το σχεδιασμό Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορούν να δοθούν οι ακόλουθες συστάσεις, προκειμένου να αποφευχθούν οι αρνητικές και να αυξηθούν θετικές επιπτώσεις στο έδαφος:

- Οι φυτείες θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν σε εδάφη με χαμηλή, αρχικά, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία με σκοπό να αυξηθεί και με αυτόν τον τρόπο να αυξηθούν η γονιμότητα και η αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα στο έδαφος.
- Οι φυτείες πρέπει να καλλιεργούνται κυρίως σε περιοχές με υψηλό κίνδυνο διάβρωσης (από τον άνεμο ή το νερό), π.χ. λόγω του ανάγλυφου, για να μειωθεί η απώλεια γόνιμου επιφανειακού εδάφους και θρεπτικών στοιχείων από το νερό και τον άνεμο.
- Η χρήση των δημοτικών υπολειμμάτων, όπως η ιλύς καθαρισμού λυμάτων, για την ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών στις φυτείες μπορεί να ενθαρρυνθεί, δεδομένου ότι οι φυτείες μπορούν να συμβάλουν στην πρόληψη απώλειας θρεπτικών στοιχείων και την αποτελεσματική απομάκρυνση βαρέων μετάλλων.
- Οι φυτείες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την αποκατάσταση των εδαφών με αυξημένες συγκεντρώσεις Cd, που προκαλούνται για παράδειγμα, από την μακροχρόνια χρήση φωσφορικών λιπασμάτων που περιέχουν Cd ή άλλες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Οι φυτείες θα πρέπει να είναι εγκατεστημένες στην ίδια θέση για τουλάχιστον τρεις χρόνους περιφοράς, για να επιτευχθεί βελτίωση της ποιότητας του εδάφους, σχετικά με την αποθήκευση C και την πρόσληψη Cd.
- Οι φυτείες πρέπει να συγκομίζονται το χειμώνα σε χώρες στο ψυχρό κλίμα, όταν το έδαφος είναι παγωμένο, για να αποφευχθεί η συμπίεση του εδάφους.

#### 9.4 Νερό

Για τη διερεύνηση των επιπτώσεων των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στο νερό, η έρευνα επικεντρώθηκε σε θέματα ποιότητας, όπως η έκπλυση θρεπτικών στοιχείων στα υπόγεια ύδατα. Συνεπώς, οι επιπτώσεις αναμένεται να είναι συνήθως θετικές. Ωστόσο, πρέπει να εξεταστούν και οι επιπτώσεις στο νερό που διηθείται στα υπόγεια ύδατα, στον ίδιο τον υπόγειο ορίζοντα και στις σχετικά κοντινές υδάτινες επιφάνειες. Εδώ, η επίδραση αναμένεται να είναι συνήθως αρνητική, ειδικά σε περιοχές όπου το νερό σπανίζει το καλοκαίρι. Παρακάτω παρουσιάζονται λεπτομερή συμπεράσματα από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, σε σύγκριση με άλλες γεωργικές χρήσεις, όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα του νερού:

- Η έκπλυση νιτρικών ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) στα υπόγεια ύδατα είναι σημαντικά χαμηλότερη στις φυτείες από εκείνη παραδοσιακών γεωργικών καλλιεργειών.
- Η έκπλυση φωσφορικών ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) στα υπόγεια ύδατα είναι σχεδόν ίση ή σε μερικές περιπτώσεις ελαφρώς υψηλότερη στις φυτείες σε σχέση με τις γεωργικές καλλιέργειες.
- Η ελαφρώς αυξημένη έκπλυση φωσφορικών ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) στα υπόγεια ύδατα δεν συσχετίζεται με τη χρήση ιλύος καθαρισμού λυμάτων στις φυτείες.
- Οι φυτείες ως ζώνες προστασίας δείχνουν να μειώνουν τη διάχυση της ρύπανσης από φυτοφάρμακα.
- Ουσιαστικά, λιγότερα υπόγεια ύδατα αποστραγγίζονται από φυτείες ιτιάς σε σύγκριση με τις χορτολιβαδικές εκτάσεις. Μεταφράζοντας αυτό το αποτέλεσμα σε μια

υδρολογική λεκάνη με 20% Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, οι αρνητικές επιπτώσεις στον υδροφόρο ορίζοντα είναι μέτριες.

- Η συγκομιδή μιας φυτείας ιτιάς οδηγεί σε υψηλότερη αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων κατά το πρώτο έτος της αναβλάστησης, επειδή λιγότερο νερό χάνεται μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής.

Κατά την επιλογή της τοποθεσίας και το σχεδιασμό της διάταξης των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου μπορεί να δοθούν οι ακόλουθες συστάσεις για να αποφευχθούν οι αρνητικές και να αυξηθούν οι θετικές επιπτώσεις στο νερό:

- Οι φυτείες θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν σε αγρούς που βρίσκονται κοντά σε πηγές N (π.χ. κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, ζώνες ευπρόσβλητες σε N, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων κλπ.) για να μειωθεί η ροή N προς γειτονικές υδάτινες επιφάνειες.
- Οι φυτείες θα πρέπει να καλλιεργούνται σε περιοχές όπου η στάθμη των υπόγειων υδάτων αναμένεται σε μικρό βάθος (περιοχές με υψηλή πιθανότητα πλημμυρών και περιοχές κοντά σε υδάτινα συστήματα οι οποίες μπορούν δυνητικά να κατακλυστούν).
- Η χρήση στερεών αστικών υπολειμμάτων, όπως η ιλύς καθαρισμού λυμάτων για την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, δεν επηρεάζει την ποιότητα των υδάτων και συνεπώς πρέπει να ενθαρρυνθεί.
- Πιο συχνή συγκομιδή οδηγεί σε υψηλότερο μέσο εμπλουτισμό των υπόγειων υδάτων και γι' αυτό θα πρέπει να ενθαρρύνεται η βελτίωση των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων από τη μείωση αναπλήρωσης των υπογείων υδάτων.

### **9.5 Χρήση της τέφρας και της ιλύος καθαρισμού λυμάτων ως λίπασμα**

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου είναι ένα είδος καλλιέργειας σε γεωργικά εδάφη που δεν αποσκοπούν στη παραγωγή τροφής ή τη χορτονομή. Για το λόγο αυτό, θα μπορούσαν να είναι μια αποδεκτή λύση για χρήση της επεξεργασμένης ιλύος καθαρισμού λυμάτων, από σταθμούς επεξεργασίας, σε γεωργικές εκτάσεις, δεδομένου ότι ο κίνδυνος της άμεσης μόλυνσης της τροφικής αλυσίδας είναι ελάχιστος. Η μέθοδος αυτή είναι σύμφωνη με τις πολιτικές αποφάσεις στην Ευρώπη που ενθαρρύνουν την ανακύκλωση του φωσφόρου (που είναι μια πεπερασμένη πηγή) και του αζώτου στη γεωργία. Επιπλέον, συμβάλλει στην αύξηση του άνθρακα στα γεωργικά εδάφη. Ωστόσο, η ιλύς καθαρισμού λυμάτων μπορεί να περιέχει, εκτός από τα θρεπτικά στοιχεία, και βαρέα μέταλλα. Έτσι, το επίπεδο των βαρέων μετάλλων στο έδαφος μετά τη χρήση της ιλύος πρέπει να ελέγχεται. Επιπλέον, θα πρέπει να ρυθμίζεται η μεταφορά τους στο σύστημα έδαφος-φυτό, για να αποφευχθεί η συμβολή τους στη συσσώρευση μετάλλων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα μιας μεταγενέστερης καλλιέργειας τροφίμων σε βαρέα μέταλλα. Υπάρχουν κανονισμοί σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες όσον αφορά τη συνολική ποσότητα της ιλύος που πρέπει να χρησιμοποιείται και τις επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο έδαφος μετά την χρήσης της. Οι κανονισμοί διαφέρουν από χώρα σε χώρα και συνεπώς απαιτείται διαβούλευση με τους τοπικούς φορείς προστασίας του περιβάλλοντος για τέτοιες εφαρμογές.

Η ιλύς καθαρισμού λυμάτων δεν είναι ένα ισορροπημένο λίπασμα από την άποψη των θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά, δεδομένου ότι περιέχει κάποιο αζώτο (κυρίως οργανικά δεσμευμένο) και υψηλές ποσότητες φωσφόρου, αλλά πολύ λίγο κάλιο. Συνεπώς, τα μείγματα ιλύος και τέφρας ξύλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου όταν η τέφρα από ξύλο είναι διαθέσιμη. Η τέφρα του ξύλο περιέχει υψηλές ποσότητες καλίου και πολύ λίγο φώσφορο, δεν έχει όμως άζωτο. Αυτό το πιο ισορροπημένο λίπασμα αντικαθιστά τη συμβατική ανόργανη λίπανση, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον άζωτο για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις



λίπανσης σε άζωτο. Η συσσώρευση επικίνδυνων βαρέων μετάλλων και φωσφόρου σε μίγματα ιλύος-τέφρας πρέπει να ελαχιστοποιηθεί από την πρόσληψη των φυτών. Κατά τη συγκομιδή, τα τμήματα του βλαστού που περιέχουν βαρέα μέταλλα απομακρύνονται από το σύστημα και καίγονται. Η τέφρα από την καύση περιλαμβάνει την επικαθήμενη τέφρα, με χαμηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και την ιπτάμενη τέφρα, με υψηλές συγκεντρώσεις. Μόνο η επικαθήμενη τέφρα χρησιμοποιείται πάλι στις φυτείες. Η ιπτάμενη τέφρα με συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων αποτίθεται με ασφάλεια σε χώρους υγειονομικής ταφής και, συνεπώς, αφαιρείται από τον κύκλο.

Τα μίγματα ιλύος-τέφρας χρησιμοποιούνται στις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου κατά τη φάση εγκατάστασης και μετά από κάθε συγκομιδή - με άλλα λόγια, κάθε τρία ως πέντε χρόνια - προκειμένου να αντισταθμίσει την απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών από τη συγκομιδή. Στην πράξη, οι ποσότητες των μειγμάτων που χρησιμοποιούνται προσαρμόζονται στις μέγιστες επιτρεπόμενες ποσότητες φωσφόρου (είναι συνήθως περιοριστικές, π.χ. για τη Σουηδία είναι ισοδύναμες με περίπου 22 έως 35 kg φωσφόρου ανά εκτάριο και έτος).



**Εικόνα 77:** Η διανομή ιλύος καθαρισμού λυμάτων (εδώ σε μίγμα με τέφρα ξύλου) είναι μια κοινή πρακτική στη Σουηδία (Πηγή: Ι. Δημητρίου)

Το κάδμιο θεωρείται ως ένα από τα πιο επικίνδυνα μέταλλα για την υγεία του ανθρώπου. Οι ιτιές, κατά κύριο λόγο, είναι σε θέση να απορροφούν μεγάλες ποσότητες καδμίου στους βλαστούς τους. Συλλέγονται κάθε τρία με τέσσερα χρόνια για αρκετές φορές λόγω της διάρκειας ζωής της φυτείας. Όταν η βιομάζα καίγεται, το κάδμιο και άλλα βαρέα μέταλλα θα παραμείνουν σε διαφορετικά κλάσματα της τέφρας. Αυτό επιτρέπει το διαχωρισμό τους από την τέφρα που χρησιμοποιείται για τη λίπανση. Καθώς η περιβαλλοντική αυτή υπηρεσία συνήθως δεν πληρώνεται, συχνά το σύνολο της τέφρας με όλα τα θρεπτικά συστατικά αποτίθεται σε χώρους υγειονομικής ταφής.

## 9.6 Συστήματα αγρο-δασοπονίας

Η Αγρο-δασοπονία είναι ένα σύστημα διαχείρισης των χρήσεων γης στο οποίο τα δέντρα, σε αυτή την περίπτωση τα είδη των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, αναπτύσσονται γύρω ή μεταξύ των καλλιεργειών ή των βοσκοτόπων. Συνδυάζει γεωργικές και δασικές τεχνικές για τη δημιουργία πιο ποικιλόμορφων, παραγωγικών, κερδοφόρων, υγιών και βιώσιμων συστημάτων χρήσης γης.

Ευκαιρίες για συστήματα αγρο-δασοπονίας με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου υπάρχουν, ειδικά σε πολύ μεγάλες εκτάσεις με υψηλό κίνδυνο διάβρωσης του εδάφους. Μελέτες έχουν δείξει ότι η μια τέτοια φυτεία έχει θετική επίδραση στο μικροκλίμα. Ακόμη και η αυξημένη σκιά το καλοκαίρι έχει θετική επίδραση στις αποδόσεις του σιταριού και την παραγωγή της ελαιοκράμβης (Σχήμα 72).

Επιπλέον, υπάρχουν παραδείγματα στα οποία τα συστήματα αγρο-δασοπονίας με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου περιλαμβάνουν και την εκτροφή ζώων, όπως τα κοτόπουλα. Ειδικότερα στις τροπικές περιοχές, έχει αποδειχθεί ότι η αγρο-δασοπονία βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους και συνεπώς, τα τρόφιμα και την ασφάλεια διατροφής για τους μικροκαλλιεργητές (Kaufmann et al. n.d.).



Εικόνα 78: Σύστημα αγρο-δασοπονίας σε αγροτική έκταση 40 εκταρίων στο Dornburg της Γερμανίας: Οι ζώνες με φυτείες λεύκης ενεργούν ως ανεμοφράκτες και επιδρούν θετικά στο μικροκλίμα αυτής της μεγάλης έκτασης. Παλαιότερα, τα 40 εκτάρια καλύπτονταν απλά από ετήσιες μονοκαλλιέργειες. (Πηγή: Rutz D.)

## 10 Η οικονομία των φυτειών

Οι υπολογισμοί σχετικά με την οικονομία των φυτειών διαφέρουν σημαντικά και έχουν υπάρξει πολλές περιπτώσεις όπου οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου αποδείχθηκαν μια καλή επιχείρηση για τον αγρότη, αλλά και περιπτώσεις όπου η οικονομία των φυτειών δεν αποδείχθηκε τόσο κερδοφόρα όσο είχε προϋπολογιστεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η οικονομία των φυτειών, όταν καλλιεργούνται σε γεωργικά εδάφη, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που εξαρτώνται από τοπικές συνθήκες. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν τόσο τις δαπάνες διαχείρισης, η οποία μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα ή

μεταξύ περιοχών στην ίδια χώρα ή ακόμη και μεταξύ των αγροκτημάτων στην ίδια χώρα (αν, για παράδειγμα, υπάρχουν ήδη ή όχι μηχανήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις εργασίες), αλλά και τα κέρδη, δεδομένου ότι οι τιμές για την πώληση της ξυλώδους βιομάζας μπορεί να διαφέρουν από τόπο σε τόπο και φυσικά από χώρα σε χώρα.

Ειδικά η τιμή πώλησης του ξύλου σε μια χώρα ή περιοχή εξαρτάται από τις τιμές άλλων πηγών ενέργειας και μπορεί, επίσης, να ποικίλει χρονικά ανάλογα με την περίοδο του έτους. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν δύσκολη και επικίνδυνη τη γενίκευση, όταν μιλάμε για την οικονομία των φυτειών. Για το λόγο αυτό, σε αυτό το μέρος του Εγχειριδίου παρατίθεται, αντί των γενικών υπολογισμών, μια σειρά από συγκεκριμένα παραδείγματα με οικονομικές λεπτομέρειες καλλιεργητικών πρακτικών σε διάφορα μέρη της Ευρώπης με ποικίλους τρόπους διαχείρισης (Dimitriou et al. 2014b). Συνεπώς, είναι πιο εύκολο να γίνουν συγκρίσεις και μπορεί να συγκριθούν πραγματικά γεγονότα. Για να καταστεί δυνατή μια πιο συνολική άποψη, δίνονται βασικές πληροφορίες σχετικά με τις πρακτικές, τη διαχείριση, και άλλες σχετικές πληροφορίες πριν παρατεθούν τα έξοδα και τα κέρδη από τους γενικούς οικονομικούς υπολογισμούς.

### **10.1 Παράδειγμα 1: Φυτεία Ιτιάς στο Grästorp, Σουηδία**

Αυτό το παράδειγμα παρουσιάζει την καλλιέργεια μιας φυτείας ιτιάς σε γεωργική γη. Το θρυμματισμένο ξύλο από την ιτιά, αλλά και άλλες πηγές ξύλου, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας σε μια τοπική μονάδα τηλεθέρμανσης. Στο αγρόκτημα Puckgården (συνολικού μέγεθους 50 εκταρίων), 21 εκτάρια καλλιεργούνται με φυτεία ιτιάς για την παραγωγή βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς. Το υπόλοιπο καλλιεργείται με βρώμη, σιτάρι, αρακά και ελαιοκράμβη. Το αγρόκτημα Puckgården είναι μέλος ενός τοπικού συνεταιρισμού 12 αγρωτών που καλλιεργούν ιτιές σε μια έκταση περίπου 100 εκταρίων. Συνεργάζονται σε όλες τις φάσεις της διαχείρισης της ιτιάς: ο συνεταιρισμός παραγγέλλει τη συγκομιδή από επαγγελματίες (οι οποίοι πληρώνονται από κάθε μέλος ξεχωριστά με βάση το κόστος του χρόνου εργασίας) και μεταφέρει και πουλάει το θρυμματισμένο ξύλο στην τοπική μονάδα τηλεθέρμανσης. Ο γεωργός θρυμματίζει και άλλα είδη βιομάζας στο Puckgården και τα πουλάει στη μονάδα τηλεθέρμανσης που αποζημιώνει τους αγρότες σε ευρώ ανά κυβικό μέτρο θρυμματισμένου ξύλου, το οποίο είναι επωφελές για τους αγρότες καθώς οι διαφορές στην ποιότητα των καυσίμων δεν λαμβάνονται υπόψη.

Οι διάφορες φυτείες ιτιάς στο Puckgården εγκαταστάθηκαν το 1991, το 1992 και το 1993, όταν η επιδότηση φύτευσης ήταν 10.000 κορώνες Σουηδίας (περίπου 1.110 ευρώ, 1 ευρώ = 9 κορώνες Σουηδίας) και κάλυπτε εκείνη τη στιγμή όλα τα έξοδα φύτευσης. Ο αγρότης έχει χρησιμοποιήσει περίπου 100 kg αζώτου ανά εκτάριο κάθε δεύτερο έτος μετά τη συγκομιδή. Η φυτεία λαμβάνει επίσης κάποια ποσότητα νερού επεξεργασίας λυμάτων από τα τοπικά αγροκτήματα, αλλά το ποσό των θρεπτικών στοιχείων ανά εκτάριο είναι χαμηλό και χρησιμοποιείται περισσότερο ως αντιστάθμισμα του νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Οι ιτιές συγκομίζονται κάθε 4<sup>ο</sup> έτος, στις αρχές της άνοιξης (Μάρτιος), όταν εξακολουθούν να υπάρχουν στο έδαφος συνθήκες παγετού. Η συγκομιδή γίνεται από έναν τοπικό επαγγελματία με μηχανήμα άμεσου θρυμματισμού Jaguar της Claas. Η παραγωγή βιομάζας κυμαίνεται μεταξύ 8 και 10,7 ξηρών τόνων/εκτάριο ετησίως. Το θρυμματισμένο ξύλο της ιτιάς αποθηκεύεται σε σωρούς για περίπου 1 μήνα στην άκρη του αγρού, πριν μεταφερθεί και πουληθεί στην τοπική μονάδα τηλεθέρμανσης στο Grästorp. Η μονάδα έχει εγκατεστημένη ισχύ 3,5 MW και ανήκει κατά 40% στο δήμο και κατά 60% στο Lantmännen (αγροτικός συνεταιρισμός που ανήκει στη πλειονότητα των ενεργών αγρωτών της Σουηδίας). Η τηλεθέρμανση παρέχει θερμότητα σε δημοτικά κτίρια του Δήμου Grästorp (περίπου 5.641 κάτοικοι) και σε ιδιωτικά διαμερίσματα της περιοχής. Κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 6 μηνών ο λέβητας της μονάδας λειτουργεί μόνο με θρυμματισμένο ξύλο από φυτείες ιτιάς (το υπόλοιπο έτος με θρυμματισμένο ξύλο από δάση), που πρέπει όμως να αποθηκεύεται για διάστημα ενός μήνα στο Puckgården, στα άκρα των αγρών για να γίνει πιο ξηρό, ώστε να γίνει αποδεκτό στη μονάδα τηλεθέρμανσης.



Παρακάτω παρουσιάζονται οι υπολογισμοί για το κόστος παραγωγής και το έσοδα σε €/ha και έτος σε επίπεδα τιμών του 2011. Οι ενιαίες ενισχύσεις ανά εκμετάλλευση δεν περιλαμβάνονται. Τα έξοδα που σχετίζονται με τη φύτευση (δηλαδή εξοπλισμός φύτευσης, μοσχεύματα και κόστος εργασίας) ήταν περίπου 1.110 ευρώ/εκτάριο και περιλαμβάνονται στον Πίνακα 16. Η επιδότηση φύτευσης ήταν 1.110 ευρώ/εκτάριο και περιλαμβάνεται επίσης στον Πίνακα 16.

**Πίνακας 17: Δαπάνες παραγωγής, έσοδα και κέρδη σε €/ha και έτος για φυτεία ιτιάς στο Puckgården.**

<b>Δαπάνες (€/ha/έτος)</b>	
Λίπανση	38
Εποπτεία/συντήρηση	22
Συγκομιδή	139
Μεταφορά	105
Γενικές δαπάνες	55
Τόκοι	11
<b>Σύνολο</b>	<b>370</b>
<b>Έσοδα (€/ha/έτος)</b>	
Θρυμματισμένο ξύλο	864
<b>Σύνολο</b>	<b>864</b>
<b>Κέρδη (€/ha/έτος)</b>	<b>494</b>

\* Οι υπολογισμοί έγιναν για τον 5<sup>ο</sup> περίτροπο χρόνο χρησιμοποιώντας την ισοτιμία 1€=9SEK (κορώνες Σουηδίας), για φυτεία ιτιάς με 4ετή περίτροπο χρόνο.

\*\* Συμπεριλαμβάνονται όλες οι δαπάνες εκτός από το κόστος της γης

\*\*\* Οι δαπάνες για διοίκηση, τηλέφωνα και οδήγηση συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία "Γενικές δαπάνες"

Αν συμπεριληφθούν η μείωση της παραγωγής και η αύξηση του κόστους συγκομιδής, λόγω των αρχικών περίτροπων χρόνων, οι υπολογισμοί για τη φυτεία ιτιάς παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

**Πίνακας 18:** Υπολογισμός του κέρδους της φυτείας ιτιάς στο Puckgården κατά τη διάρκεια του 5<sup>ου</sup> χρόνου περιφοράς, λαμβάνοντας επίσης υπόψη όλους τους χρόνους περιφοράς (συμπεριλαμβάνοντας τους λιγότερο παραγωγικούς πρώτους χρόνους περιφοράς).

	Παραγωγή βιομάζας (t/ha/έτος)	Τιμή θρυμματισμένου ξύλου (€/t ξ.β.)	Κόστος παραγωγής (€/t ξ.β.)	Επιδότηση φύτευσης (t/ha/έτος)	Κέρδη (t/ha/έτος)
5 <sup>ος</sup> χρόνος περιφοράς	9,5	91	38,5		494
Όλοι οι χρόνοι περιφοράς	8,8	91	52	50,5	392

\* Οι υπολογισμοί έγιναν για τον 5<sup>ο</sup> περίτροπο χρόνο χρησιμοποιώντας την ισοτιμία 1€=9SEK (κορώνες Σουηδίας), για φυτεία ιτιάς με 4ετή περίτροπο χρόνο.

\*\* Συμπεριλαμβάνονται όλες οι δαπάνες εκτός από το κόστος της γης

## 10.2 Παράδειγμα 2: Φυτεία Ιτιάς της 'SIA Ecomark', Λετονία

Αυτό το παράδειγμα περιγράφει την παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου από φυτεία ιτιάς, που εγκαταστάθηκε σε εγκαταλειμμένη γη και από άλλες διαθέσιμες πηγές ξύλου στη Λετονία. Η ζήτηση, για ποιοτικό θρυμματισμένο ξύλο ή μπριγκέτες και pellets για την παραγωγή θερμότητας ή/και ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και για ξυλεία κατασκευών, είναι εξαιρετικά σημαντική στη Λετονία. Αυτοί είναι οι κύριοι λόγοι πίσω από την εκκίνηση επιχειρήσεων που καλλιεργούν ιτιές σε γεωργικά εδάφη. Ο κύριος στόχος αυτών των εταιρειών είναι η παραγωγή ανανεώσιμων πηγών και η πώληση πρώτων υλών για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας καλλιεργώντας ταχυσυαυξή είδη σε εγκαταλελειμμένα γεωργικά εδάφη μετατρέποντας τα σε παραγωγικούς αγρούς. Η εταιρεία 'SIA Ecomark' έχει συνάψει συμφωνία με τη σουηδική εταιρεία 'Salixenergy AB' για την παραγωγή και πώληση φυτευτικού υλικού στη Λετονία από νέες συστάδες. Βλαστοί ενός έτους έχουν χρησιμοποιηθεί ως πολλαπλασιαστικό υλικό για την παραγωγή μοσχευμάτων για τις νεοσύστατες φυτείες. Από το 2012, η εταιρεία διαθέτει δύο μηχανήματα για φύτευση σε διπλή σειρά και τη δημιουργία νέων φυτειών και έτσι είναι πιο ανεξάρτητη από φορείς παροχής υπηρεσιών.

Αυτή η επιχείρηση έχει την προέλευσή της σε μια φυτεία ιτιάς μικρής κλίμακας που φυτεύτηκε για επίδειξη και εκπαίδευση στην καλλιέργεια της ιτιάς σε γεωργικά εδάφη. Η αρχική φυτεία ήταν εγκατεστημένη με τους βέλτιστους, την εποχή εκείνη, διαθέσιμους κλώνους ιτιάς δηλαδή τους κλώνους Tora και Torhild που παράγονται στη Σουηδία, αλλά και με φυτευτικό υλικό από τη Λιθουανία και την Ουγγαρία. Οι συγγικοί κλώνοι της *Salix alba* θα μπορούσαν να επιβιώσουν στις συνθήκες της Λετονίας, αλλά οι βλαστοί τους παρουσιάζουν βλάβες από προσβολές παγετού το χειμώνα, για όλα τα έτη από το 2008. Η αρχική ιδέα για την ανάπτυξη δέντρων ως γεωργική καλλιέργεια με τη μορφή των πρεμνοφυών φυτειών για την παραγωγή ξύλου για ενέργεια, προέρχεται ως έμπνευση από τη Σουηδία. Σε αυτές τις πρώτες προσπάθειες η αγροτική γη ήταν ένας μάλλον φθηνός και οικονομικά συμφέρον πόρος (500-700 ευρώ/εκτάριο). Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών η γη έχει γίνει πιο ακριβή και σήμερα, ακόμη και οι εγκαταλελειμμένες περιοχές είναι διαθέσιμες για ως και 1.000 ευρώ. Η εταιρεία ασχολείται, επίσης, με τη βελτίωση της γης με την απομάκρυνση φυσικά εγκατεστημένων μικτών συστάδων δάσους φυλλοβόλων ειδών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου. Κατά τη διάρκεια του τελευταίου τριμήνου του 2012, η 'SIA Ecomark' άρχισε την παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου.

Η 'SIA Ecomark' σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει βιομηχανικό θρυμματιστή και να παράγει περίπου 7.000 κυβικά μέτρα το μήνα. Το θρυμματισμένο ξύλο παράγεται από διαφορετικά υλικά που διατίθενται στην αγορά: γεωργικά και δασικά υπολείμματα, πριστήρια, καυσόξυλα,

θάμνους και δέντρα μικρού μεγέθους από εγκαταλειμμένες γεωργικές εκτάσεις. Οι πελάτες μπορούν επίσης να αγοράζουν από την εταιρεία υπηρεσίες θρυμματισμού. Οι φυτείες ιτιάς που εγκαταστάθηκαν την άνοιξη του 2012 σχεδιάστηκε να συγκομιστούν το χειμώνα 2014-2015.

Παρακάτω παρουσιάζονται σχετικά πραγματικές δαπάνες (για το 2013), για τα διάφορα στάδια διαχείρισης από τη μελάτη εφαρμογής. Σημειώνεται ότι η εταιρεία δεν έχει ακόμη αξιολογήσει τα στοιχεία συγκομιδής της φυτείας και γι' αυτό, δεν υπάρχουν δεδομένα για αυτή τη δραστηριότητα:

- τιμή για την άδεια χρήσης του φυτευτικού υλικού: 0,065 ευρώ/μόσχευμα ή 0,325 €/μέτρο (το κόστος ανά εκτάριο ισούται με 780 έως 975 ευρώ)
- προετοιμασία εδάφους: 230-360 ευρώ/εκτάριο (συμπεριλαμβάνει ψεκασμού χημικών ουσιών, όργωμα, αφαίρεση ριζών δέντρων και πετρών, σβάρνισμα πριν από τη φύτευση)
- φύτευση: 215 ευρώ/εκτάριο
- μηχανικό έλεγχος ζιζανίων (σβάρνισμα των λωρίδων μεταξύ των διπλών σειρών): 55 ευρώ/ εκτάριο (πραγματοποιείται μία φορά)
- έλεγχος ζιζανίων με ζιζανιοκτόνα (Stomp CS): 80 ευρώ/εκτάριο.

### 10.3 Παράδειγμα 3: Φυτεία Λεύκης στο Göttingen, Γερμανία

Η γερμανική εταιρεία κατασκευής λεβήτων και συστημάτων θέρμανσης 'Viessmann' ξεκίνησε πριν από μερικά χρόνια το πρόγραμμα "Efficiency plus". Ένας κύριος στόχος αυτού του προγράμματος είναι η προμήθεια, σε βιομηχανικά κτίρια, θερμότητας που παράγεται από ξυλώδη βιομάζα και κυρίως από φυτείες λεύκης. Ο λέβητας βιομάζας τροφοδοτείται με θρυμματισμένο ξύλο των φυτειών, που αναπτύσσονται σε 180 εκτάρια γεωργικής γης.

Για την τροφοδοσία του λέβητα βιομάζας με θρυμματισμένο ξύλο, η 'Viessmann' δημιούργησε μια εταιρεία δοκιμών/πilotική μονάδα για τη μίσθωση ή την αγορά τοπικών γεωργικών εκτάσεων και την εγκατάσταση Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου σε αυτές. Ο ιδιόκτητος χώρος φύτευσης καταχωρημένης προέλευσης συγκομίστηκε το 2007 και τον Μάιο του 2008 η πρώτη ύλη χρησιμοποιήθηκε για τη φύτευση των πρώτων 130 εκταρίων με λεύκη. Επιπλέον, άλλα ταχουαυξή είδη όπως η παουλώνια, η ιτιά και άλλα (π.χ. *Fallopia sachalinensis*), έχουν φυτευτεί σε άλλες μικρές περιοχές.

Οι φυτείες συγκομίστηκαν για πρώτη φορά το 2009/10 και το παραγόμενο θρυμματισμένο ξύλο χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση του εργοστασίου της 'Viessmann'.

Αυτή η φυτεία της τεχνικής εταιρείας θέρμανσης 'Viessmann' είναι ένα από τα παραδείγματα βέλτιστης πρακτικής στη Γερμανία, για τους παρακάτω λόγους:

- Από τα αρχικά στάδια του έργου, έχουν εμπλακεί όλοι οι παρακάτω εταίροι: η αρχή διατήρησης της φύσης, το γραφείο διαχείρισης υδάτων, οι τοπικές αρχές και οι δήμοι, η διοίκηση του αγροτικού τομέα, η τοπική ένωση αγροτών και ο τοπικός κυνηγητικός σύλλογος.
- Στις περιοχές του Allendorf και της φυτείας, αντίστοιχα, έχουν πραγματοποιηθεί διάφορα ερευνητικά προγράμματα, με μερικά να είναι ακόμη σε εξέλιξη, όπως τα "ELKE", "ProLoc II" και "Naturschutzfachliche Anforderungen an KUP". Αυτά διασφαλίζουν τα θέματα αειφορίας που εμπλέκονται με τις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στη Γερμανία.
- Στο έργο απονεμήθηκαν πολλά βραβεία, όπως το 'Γερμανικό Βραβείο Αειφορίας' (2009, 2011), το 'Βραβείο Ενεργειακής Απόδοσης 2010' και το παγκόσμιο 'Βραβείο Ενεργειακός Πλανήτης 2012'.

Τα πρώτα δενδρύλλια φυτεύτηκαν το 2008, αλλά δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία όσον αφορά την πυκνότητα (π.χ. δενδρύλλια ανά εκτάριο) και την ποσότητα των δενδρυλλίων.



Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι σε κάθε φυτεία, αναπτύχθηκε ξεχωριστό σχέδιο για τα δενδρύλλια. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα κλιματικά δεδομένα για το Allendorf:

- Υψόμετρο: 250–708 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας
- Έδαφος: ανώτερες αποθέσεις ψαμμίτη
- Μέση ετήσια θερμοκρασία: 6,5–8,5 °C

Ορισμένα τμήματα του σχεδίου του Allendorf ταιριάζουν απόλυτα και άμεσα στην υπάρχουσα αλυσίδα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, ενώ άλλα τμήματα του έργου έπρεπε να ελεγχθούν ή να βελτιωθούν για να ταιριάζουν καλύτερα στην υπάρχουσα αλυσίδα. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η 'Viessmann' παράγει συστήματα θέρμανσης, όπως λέβητες ξύλου και καυστήρες βιομάζας, η Φυτεία Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου ταιριάζει απόλυτα στην αλυσίδα βιοενέργειας του Allendorf. Επιπλέον, η χρήση της βιομάζας από τις φυτείες στην υπάρχουσα αλυσίδα βιοενέργειας φαίνεται ιδανική και μειώνει την πίεση για αύξηση της χρήσης ξυλώδους βιομάζας από τα δάση, τα οποία είναι περισσότερο για αναψυχή στην περιοχή και άλλες χρήσεις. Ωστόσο, ορισμένες νέες τεχνικές, που αφορούν κυρίως τη συγκομιδή και την ποιότητα του θρυμματισμένου ξύλου που παράγεται, πρέπει να βελτιωθούν.

Πίνακας 19: Επισκόπηση δαπανών και εσόδων (σε €) Φυτείας Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στο Allendorf (Πηγή: von Harling and Viessmann, 2009)

Κατηγορίες δαπανών/εσόδων	Δαπάνες	Έσοδα*	Σχόλια
Μοσχεύματα	1.650		11.000 μοσχεύματα/εκτάριο
Μοσχεύματα (ίδια παραγωγή)	0		Τιμή/μόσχευμα 0,08-0,23 €/τεμ. (0,15 €/τεμ.)
Ζιζανιοκτόνο το φθινόπωρο (χημική προστασία)	20		
Εφαρμογή χημικής προστασίας	22		Εφαρμογή χημικής προστασίας (φθιν.): 5 λίτρα/εκτάριο
Άρωση, φθινόπωρο	94		
Ζιζανιοκτόνο, άνοιξη (χημική προστασία)	12		Εφαρμογή χημικής προστασίας (άνοιξ.): 3 λίτρα/εκτάριο
Εφαρμογή χημικής προστασίας	22		
Σβάρνισμα, άνοιξη	47		
Κόστος φύτευσης και εγκατάστασης	1.100		
Οργανική λίπανση, νωρίς το καλοκαίρι	33		
Κόστος συγκομιδής	7.500		Θρυμματιστής 15 €/τόνο Μεταφορά-εφοδιασμός 10 €/τόνο
Οικονομικές δηλώσεις και φόροι	2.071		
Εισφορές κοινωνικής ασφάλισης	1.036		
Συμβουλευτικές υπηρεσίες	31		
Εργατικές δαπάνες της Viessmann	3.000		
Επαναδιατήρηση (1,000 ευρώ/εκτάριο)	1.000		
Πώληση θρυμματισμένου ξύλου στη Viessmann		19.500	Τιμή πώλησης: 65 €/τόνο απόλυτα ξηρής ουσίας
Επιδότησεις		571	
Έσοδα διακατοχής (μίσθωση λειμώνων και βοσκοτόπων)		166	
Επιδόματα (ενεργειακές καλλιέργειες)		300	
Αποδείξεις από την πώληση των μοσχευμάτων της ίδιας παραγωγής		0	
<b>Ισοζύγιο</b>	<b>-4.000</b>	<b>6.899</b>	<b>2.899</b>

\*Παραδοχή: 30ετής χρήση (συγκομιδή κάθε τρίτο χρόνο)

#### 10.4 Παράδειγμα 4: Φυτεία Ιτιάς στη Βρετάνη, Γαλλία

Από το 2004 ως το 2007 φυτεύτηκαν στη Βρετάνη 100 εκτάρια με ιτιά, για την παραγωγή θερμότητας σε τοπική κλίμακα, ως τμήμα ενός ερευνητικού έργου του προγράμματος “Life-Περιβάλλον” της ΕΕ. Ο στόχος του έργου ήταν να φυτευτούν στην περιοχή Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου και να αποδειχθεί η χρησιμότητά τους για την επεξεργασία λυμάτων. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην οικονομική βιωσιμότητα του έργου που είχε υλοποιηθεί, στην εξεύρεση των καλύτερων καλλιεργητικών πρακτικών για την περιοχή και στους τρόπους για την ανάπτυξη της τοπικής αλυσίδας παραγωγής θερμότητας. Πραγματοποιήθηκαν διάφορες μελέτες για να καθοριστούν τα κριτήρια και να αναλυθούν τα αποτελέσματα της έρευνας ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά της ιδέας σε άλλες ενδιαφερόμενες περιοχές. Τα αποτελέσματα του έργου ‘Wilwater’ παρουσιάζονται, σύμφωνα με τρία διαφορετικά μοντέλα, ανάλογα με τον κύριο στόχο του έργου:

- Αντικείμενο 1: να παραχθεί ξύλο για την παραγωγή θερμότητας
- Αντικείμενο 2: η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, η άρδευση με νερό επεξεργασμένων λυμάτων ή η προστασία των λεκανών απορροής πόσιμου νερού
- Αντικείμενο 3: η διασπορά ιλύος από μονάδες επεξεργασίας νερού

Το έργο ‘Wilwater’ ξεκίνησε για να βρεθεί μια προσέγγιση πολλαπλών κριτηρίων για τις Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, προκειμένου να ξεπεραστούν τα οικονομικά προβλήματα που συνδέονται με την παραγωγή τους στη Γαλλία. Πράγματι, οι φυτείες για την παραγωγή θερμότητας είναι σχετικά μικρής κλίμακας στη χώρα και η πολιτική στήριξη είναι οριακή και ήταν σημαντικό να βρεθούν νέοι τρόποι για να εγκατασταθούν. Όλοι οι φορείς που εμπλέκονται στα έργα αυτά επιμένουν ότι είχαν κάτι περισσότερο από οικονομικά κίνητρα:

- κίνητρα για να γίνουν πιο αυτόνομοι (παράγοντας την δική τους ενέργεια, κάνοντας ανθεκτικά τα δικά τους συστήματα διασπορά ιλύος, δημιουργώντας τοπικές αλυσίδες εφοδιασμού)
- κίνητρα για τη δημιουργία νέων περιφερειακών και τοπικών εταιρικών σχέσεων (ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών)
- κίνητρα από την άποψη της δημόσιας εικόνας (επικοινωνία για καινοτόμες δράσεις)

Ξεκίνησαν σχέσεις συνεργασίας μεταξύ των τοπικών δήμων, οι οποίοι λειτουργούν τοπικές μονάδες παραγωγής θερμότητας, των τοπικών μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, των αγροτών και των τοπικών επιχειρήσεων ενέργειας. Κατά τη διάρκεια του έργου δημιουργήθηκαν αρκετές πιλοτικές περιοχές, με συγκεκριμένες επιχειρηματικές στρατηγικές για κάθε μία από αυτές. Παρακάτω παρουσιάζεται η επιχειρηματική στρατηγική σε μια από τις περιοχές που δημιουργήθηκαν, κατά τη διάρκεια του έργου ‘Wilwater’, στο χωριό Pleyber-Christ:

Το Pleyber-Christ είναι ένα χωριό 2.800 κατοίκων. Τα νερά από τα λύματα διοχετεύονται σε φυτείες ιτιάς (100 κυβικά μέτρα/εκτάριο, για μια περίοδο 3 ετών), που στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θρυμματισμένου ξύλου και θερμότητας για τα δημοτικά κτίρια (150 kW εγκατεστημένη ισχύς). Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας εκτιμάται σε 217 MWh, που ισοδυναμεί με 110 τόνους θρυμματισμένου ξύλου με 25% υγρασία. Οι φυτείες εγκαταστάθηκαν σε δημόσια γη από μια γεωργική επιχείρηση, χρησιμοποιώντας ένα μηχάνημα φύτευσης (κόστος 2.800 €/εκτάριο, συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας του εδάφους). Η διασπορά της ιλύος γίνεται το πρώτο και το δεύτερο έτος από τους αγρότες του χωριού που οργανώθηκαν σε ένα συνεταιρισμό (CUMA de Pleyber-Christ). Το τρίτο έτος της φυτείας ιτιάς είναι πολύ υψηλή για τον τύπο του μηχανήματος. Η συγκομιδή ξεκινά το τρίτο έτος και στη συνέχεια πραγματοποιείται κάθε τρία χρόνια, από έναν περιφερειακό συνεταιρισμό που παρέχει υπηρεσίες μηχανημάτων (CUMA Breizh Energie) που επένδυσε



σε ένα μηχάνημα συγκομιδής 'STEMSTER'. Ο συνεταιρισμός των αγροτών του χωριού είναι υπεύθυνος για τη μεταφορά του θρυμματισμένου ξύλου σε μια μονάδα ζήρασης, η οποία διοικείται από μια συνεταιριστική επιχείρηση κοινοτικού προσανατολισμού (Société Cooperative d'Intérêt Collectif) που δημιουργήθηκε για αυτήν τη δράση. Το έργο έλαβε επιδοτήσεις σε διάφορα επίπεδα (για παράδειγμα, 50% για το σύστημα παραγωγής θερμότητας σε περιφερειακό επίπεδο). Εκτιμάται ότι ο δήμος θα εξοικονομήσει 20.000€, ετησίως, κατά την αντικατάσταση της χρήσης ενέργειας από ορυκτά καύσιμα με βιομάζα.

Από το 1998 ως το 2001, φυτεύτηκαν 13 εκτάρια με Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου στην περιοχή της Βρετάνης σε 10 διαφορετικές ζώνες για να ελεγχθεί η οικονομική και τεχνική σκοπιμότητα των φυτειών.

Από το 2002 ως το 2006, φυτεύτηκαν 5 εκτάρια σε ένα χωριό για να ελεγχθεί η διασπορά ιλύος σε φυτείες, που συνδέονται με την κατασκευή ενός εργοστασίου θερμότητας για το χωριό.

Η 'Τοπική Ένωση Πρωτοβουλιών για την Ενέργεια και το Περιβάλλον' (AILE) ήταν εταίρος σε αυτά τα σχέδια και ξεκίνησε το έργο 'Wilwater' για να καταστεί δυνατή η παρακολούθηση αυτών των πειραμάτων.

Η εστίαση στην επεξεργασία/διασπορά των λυμάτων συστήθηκε μετά από μια αλλαγή στο νόμο: οι γεωργοί δεν θα μπορούσαν να διασπύρουν την ιλύ στα χωράφια τους (καλλιέργειες τροφίμων) και έπρεπε να βρουν άλλα εδάφη. Οι Δήμοι ξεκίνησαν συνεργασίες με τους αγρότες και τις τοπικές βιομηχανίες για να βρουν καινοτόμους τρόπους για να ξεπεραστεί αυτή η αλλαγή.

Οι Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου εγκαταστάθηκαν χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη μηχανή φύτευσης και 4 διαφορετικές ποικιλίες ιτιάς, που επιλέχθηκαν για την παραγωγικότητά τους και την αντοχή τους στη σκωρίαση (Björn, Tora, Torhild και Olof). Η πυκνότητα των φυτών ήταν 16.000 ανά εκτάριο. Χρησιμοποιήθηκαν προϊόντα καταπολέμησης των ζιζανίων, καθώς και βιο-διασπώμενα πλαστικά καλύμματα. Κατασκευάστηκαν γεωργικά μηχανήματα κατάλληλα για μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων μεταξύ των σειρών. Φτιάχτηκαν, επίσης, ειδικά μηχανήματα κατάλληλα για τη διασπορά της ιλύος σε ιτιές 2 και 3 ετών.

Προκειμένου να υπάρξει προσαρμογή στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής της Βρετάνης, επιλέχθηκε η συγκομιδή σε δύο στάδια: συγκομιδή και στη συνέχεια παραγωγή του θρυμματισμένου ξύλου ιτιάς, όταν το ξύλο είναι ξηρό και όλα τα φύλλα έχουν πέσει. Η μηχανή συγκομιδής 'STEMSTER', η οποία ανήκει σε περιφερειακό συνεταιρισμό παροχής υπηρεσιών μηχανημάτων (CUMA Breizh Energie) μπορεί να συγκομίζει μέχρι 250 εκτάρια φυτειών κάθε χειμώνα και συνεπώς, μπορεί να καλύψει όλες τις φυτείες στην περιοχή.

Η χρήση θρυμματισμένου ξύλου, από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, σε ένα τοπικό σύστημα παραγωγής θερμότητας είναι απαραίτητη για το έργο ώστε να επιτευχθεί οικονομική ισορροπία. Φαίνεται να είναι προαπαιτούμενη συνθήκη για την επιτυχία αυτού του έργου, όπου το θρυμματισμένο ξύλο χρησιμοποιείται σε πολύ μικρή απόσταση σε ένα τοπικό συλλογικό σύστημα θέρμανσης ή απευθείας από τον αγρότη για προσωπική χρήση. Οι Δήμοι στη Βρετάνη είχαν ήδη τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή βρίσκονταν στη διαδικασία της επένδυσης για νέες εγκαταστάσεις. Οι φυτείες ήταν, επομένως, μέρος της τοπικής αντίδρασης για την ανάπτυξη μιας τοπικής αλυσίδας βιοενέργειας. Παραδείγματα τοπικής χρήσης θρυμματισμένου ξύλου:

- ντόπιος αγρότης παράγει θερμότητα για 3 κατοικίες
- παραγωγή θερμότητας για το σχολείο ενός χωριού
- παραγωγή θερμότητας για διοικητικά κτίρια σε ένα χωριό

Παρακάτω παρουσιάζονται υπολογισμοί για τις δαπάνες και τα έσοδα σε €/ha/έτος σε επίπεδα τιμών του 2007 (Πίνακας 20 ως Πίνακας 22).

**Πίνακας 20: Κόστος παραγωγής, έτος φύτευσης €/εκτάριο και έτος**

Κόστος (€/εκτάριο και έτος)	
Προετοιμασία εδάφους	250
Λίπανση	100
Αντι-παρασιτική αγωγή	90
Αντι-φυτρωτική αγωγή	305
Φύτευση	1.800
Συντήρηση (μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων)	85
Καταπολέμηση ζιζανίων (άλλη)	210
Διαχείριση πρεμνοβλάστησης	60
<b>Σύνολο</b>	<b>2.900</b>

\* Δεν περιλαμβάνεται το κόστος ιδιοκτησίας της γης

**Πίνακας 21: Κόστος παραγωγής, συγκομιδή €/εκτάριο και έτος**

Κόστος (€/εκτάριο και έτος)	συντηρητικός υπολογισμός	υψηλός υπολογισμός
<b>Φύτευση (βλέπε λεπτομέρειες παραπάνω Πίνακας 20)</b>	2,300 €/εκτάριο	2,800 €/εκτάριο
<b>Λίπανση (διασπορά) - 1 ή 2 φορές σε ένα κύκλο 3 ετών</b>	180 €	480 €
<b>Περιλαμβάνοντας συγκομιδή κάθε 3 έτη, χρήση εξοπλισμού 'STEMSTER', θρυμματισμό και μεταφορά</b>	850 €/εκτάριο	1,800 €/εκτάριο
<b>Ετήσιο κόστος σε μια περίοδο 20 ετών</b>		
Με διασπορά	424 €/εκτάριο/έτος	824€/εκτάριο/ έτος
Χωρίς διασπορά	370 €/εκτάριο/έτος	680 €/εκτάριο/έτος
<b>Αποθήκευση θρυμματισμένου ξύλου (25% υγρασία)</b>	6 €/τόνο	36 €/τόνο
<b>Απόδοση (εκτίμηση) (25% υγρασία)</b>	10,7 τόνοι/εκτάριο/έτος	13,3 τόνοι/εκτάριο/έτος

Η επένδυση του μηχανήματος συγκομιδής 'STEMSTER' μπορεί να βελτιωθεί σε ετήσια συγκομιδή έκτασης 200 εκταρίων.

**Πίνακας 22: Κέρδη των Φυτειών Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (το κόστος φύτευσης και συγκομιδής μειώνονται γιατί δεν ανατίθονται αλλά εκτελούνται από τον αγρότη)**

Κέρδη (€/εκτάριο/έτος)	Μεγιστοποιημένη συγκομιδή (200 εκτάρια)	σήμερα
Χωρίς διασπορά, πώληση χωρίς ξήρανση	38	-250
Χωρίς διασπορά, χρήση στο αγρόκτημα	406	118
Με διασπορά, πώληση χωρίς ξήρανση	-43	-331
Με διασπορά, χρήση στο αγρόκτημα	325	37

### 10.5 Παράδειγμα 5: Φυτεία Ιτιάς στο Enköping, Σουηδία

Σε αυτό το παράδειγμα, περιγράφονται τα οικονομικά μιας φυτείας ιτιάς 76 εκταρίων που αρδεύεται με νερό από τη δημοτική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Η βιομάζα που παράγεται χρησιμοποιείται στην τοπική μονάδα θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

Η 'Nynäs Gård', που είναι το όνομα του αγροκτήματος, συνεργάζεται με την 'ENA-Energi', η οποία είναι μια μονάδα συμπαραγωγής και την τοπική δημοτική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Η φυτεία ιτιάς αρδεύεται με περίπου 200.000 κυβικά μέτρα νερού από επεξεργασμένα και ανεπεξέργαστα λύματα (20.000 κυβικά μέτρα ανεπεξέργαστων πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά λυμάτων). Υπάρχει μια 15ετής σύμβαση μεταξύ του γεωργού και της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων που δεσμεύει τους αγρότες να λάβουν λύματα για τις φυτείες ιτιάς. Επιπλέον, η συμφωνία αναφέρει ότι η 'ENA-Energi' θα παραλάβει θρυμματισμένο ξύλο ιτιάς από τη Nynäs Gård λαμβάνοντας την τιμή αγοράς. Η συγκομιδή οργανώθηκε στην αρχή από την 'Ene Energi' αλλά τον τελευταίο καιρό ο αγρότης αναθέτει μόνος του τη συγκομιδή σε επιχειρηματίες της περιοχής.

Η 76 εκταρίων φυτεία ιτιάς είχε φυτευθεί το 1998 και το 2000. Η έκταση χωρίζεται σε διάφορους τομείς, με το μεγαλύτερο στα περίπου 30 εκτάρια και σε άλλα μέρη είναι μεταξύ 6 και 15 εκταρίων. Η επιδότηση φύτευσης που ίσχυε κατά τα έτη φύτευσης ήταν 5.000 κορώνες Σουηδίας (περίπου 550 ευρώ) ανά εκτάριο και κάλυπτε περίπου το μισό των δαπανών εγκατάστασης. Το έδαφος υπέστη κατεργασία πριν από τη φύτευση με κατάλληλο ζιζανιοκτόνο για την αντιμετώπιση των αγριόχορτων και πραγματοποιήθηκαν άροση και σβάρνισμα για μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων ακριβώς πριν από τη φύτευση. Η μηχανική καταπολέμηση πραγματοποιήθηκε ακόμη και το έτος μετά τη φύτευση. Η επιφάνεια των 76 εκταρίων είναι φυτεμένη με έναν αριθμό διαφορετικών κλώνων ιτιάς σε λωρίδες των 15 διπλών σειρών (0,75 και 1,25 μέτρα εντός και μεταξύ των σειρών ιτιάς, αντίστοιχα, απόσταση περίπου 0,5 μέτρα μεταξύ των φυτών ιτιάς στην ίδια σειρά). Τα φυτά ποτίζονται με το νερό των λυμάτων κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, εντός περίπου 100 ημερών.

Η φυτεία ιτιάς συγκομίζεται κάθε τρία χρόνια με μια ειδικά σχεδιασμένη μηχανή συγκομιδής που παράγει θρυμματισμένο ξύλο ιτιάς. Το θρυμματισμένο ξύλο δεν πρέπει να αποθηκεύεται για τη μείωση της περιεκτικότητας σε νερό, αλλά μπορεί να μεταφερθεί απευθείας στη μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, που βρίσκεται περίπου 2 χιλιόμετρα μακριά από τη φυτεία. Ο λέβητας έχει θερμική ισχύ 55 MW και ηλεκτρική ισχύ 24 MW. Το θρυμματισμένο ξύλο ιτιάς χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού αναμειγμένο με άλλες πηγές ξυλωδούς βιομάζας.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι υπολογισμοί για το κόστος παραγωγής και το έσοδα σε €/ha και έτος σε επίπεδα των τιμών του 2011. Η ενιαία ενίσχυση γεωργικών εκμεταλλεύσεων δεν περιλαμβάνεται. Τα έσοδα που σχετίζονται με τη φύτευση (δηλαδή εξοπλισμός φύτευσης,



μοσχεύματα και κόστος εργασίας) ήταν περίπου 1.222 €/εκτάριο και περιλαμβάνονται στον Πίνακα 23. Η επιδότηση φύτευσης ήταν 555 € το εκτάριο.

**Πίνακας 23:** Κόστος παραγωγής, έσοδα και κέρδη σε in Eur/ha και έτος για φυτεία ιτιάς της Nynäs Gård

<i>Κόστος (€/εκτάριο/έτος)</i>	
<b>Επίβλεψη/συντήρηση</b>	22
<b>Συγκομιδή</b>	238
<b>Μεταφορά</b>	148
<b>Γενικά έξοδα</b>	55
<b>Επιτόκιο</b>	15
<b>Σύνολο</b>	<b>478</b>
<i>Έσοδα (€/εκτάριο/έτος)</i>	
<b>Θρυμματισμένο ξύλο</b>	896
<b>Αποζημίωση υγρών αποβλήτων</b>	219
<b>Σύνολο</b>	<b>1.115</b>
<b>Κέρδη (€/εκτάριο/έτος)</b>	<b>637</b>

\* Οι υπολογισμοί έγιναν χρησιμοποιώντας την ισοτιμία 1 € = 9 SEK (κορώνες Σουηδίας), για φυτεία ιτιάς με 4ετή περίτροπο χρόνο και αφορούν τον 3<sup>ο</sup> περίτροπο χρόνο.

\*\* Συμπεριλαμβάνονται όλες οι δαπάνες εκτός από το κόστος της γης.

\*\*\* Οι δαπάνες για διοίκηση, τηλέφωνα και οδήγηση συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία “Γενικές δαπάνες”.

Αν συμπεριλαμβάνεται μικρότερη παραγωγή και υψηλότερο κόστος, λόγω των αρχικών περίτροπων χρόνων, οι υπολογισμοί για τη φυτεία ιτιάς της Nynäs Gård είναι αυτοί στον Πίνακα 24.

**Πίνακας 24:** Υπολογισμοί για τα κέρδη φυτείας ιτιάς της Nynäs Gård που αρδεύεται με νρό επεξεργασίας λυμάτων, κατά τη διάρκεια του τρίτου 4ετούς περίτροπου χρόνου και επίσης όταν λαμβάνονται υπόψη όλοι οι περίτροποι χρόνοι (συμπεριλαμβανομένου του λιγότερου παραγωγικού πρώτου περίτροπου χρόνου).

	<b>Παραγωγή βιομάζας (t/ha/έτος)</b>	<b>Τιμή θρυμματισμένου ξύλου (€/t ξ.β.)</b>	<b>Κόστος παραγωγής (€/t ξ.β)</b>	<b>Επιδότηση φύτευσης (€/ha/έτος)</b>	<b>Αποζημίωση υγρών αποβλήτων</b>	<b>Κέρδη (€/ha/έτος)</b>
<b>3<sup>ος</sup> χρόνος περιφοράς</b>	9	99,5	53		219	637
<b>Όλοι οι χρόνοι περιφοράς</b>	8,3	99,5	65	227	219	529

\* Οι υπολογισμοί έγιναν χρησιμοποιώντας την ισοτιμία 1 € = 9 SEK (κορώνες Σουηδίας), για φυτεία ιτιάς με 4ετή περίτροπο χρόνο και αφορούν τον 3<sup>ο</sup> περίτροπο χρόνο.

\*\* Συμπεριλαμβάνονται όλες οι δαπάνες εκτός από το κόστος της γης

## Γλωσσάρι και Συντομογραφίες

**Σημείωση:** Ο κατάλογος με το Γλωσσάρι και τις Συντομογραφίες περιγράφει και ορίζει διάφορες ειδικές ή κοινές εκφράσεις, όρων και λέξεων, που χρησιμοποιούνται σε αυτό το εγχειρίδιο. Ένας από τους βασικούς στόχους αυτής της λίστας είναι να διευκολύνει μεταφράσεις του εγχειριδίου στις εθνικές γλώσσες. Πολλές εκφράσεις λήφθηκαν από το Wikipedia.

**Βαρέλι ισοδύναμου πετρελαίου (boe):** Η ποσότητα της ενέργειας που περιέχεται σε ένα βαρέλι αργού πετρελαίου, π.χ. 6,1 GJ ισοδυναμούν με 1.700 kWh κατά προσέγγιση. Ένα “βαρέλι πετρελαίου” είναι η ποσότητα ενός υγρού που ισούται με 42 γαλόνια Αμερικής (35 γαλόνια Αγγλίας ή 159 λίτρα). 7,2 βαρέλια ισοδυναμούν, περίπου, με ένα τόνο (μετρικό) πετρελαίου.

**Ξυλοτεμάχια:** τεμαχισμένες βέργες, από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, μήκους 5-15 cm

**Δέματα:** βέργες από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, σε δέματα

**Δυναμικότητα:** Η μέγιστη ισχύς που μια μηχανή ή ένα σύστημα μπορεί να παράγει ή να μεταφέρει με ασφάλεια (η μέγιστη στιγμιαία παραγωγή ενός πόρου υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις). Η δυναμικότητα ενός εξοπλισμού παραγωγής εκφράζεται γενικά σε κιλοβάτ ή μεγαβάτ.

**Διοξείδιο του Άνθρακα:** Το CO<sub>2</sub> είναι μια φυσική χημική ένωση που αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου ομοιοπολικά συνδεδεμένα με ένα μόνο άτομο άνθρακα. Είναι ένα αέριο υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και υπάρχει στην ατμόσφαιρα της γης σε αυτήν την κατάσταση, ως αέριο ιχνοστοιχείο με συγκέντρωση 0,039% κατ'όγκο.

**Θρύμματα:** τεμαχισμένες βέργες, από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, σε κομμάτια μεγέθους 5 x 5 x 5 cm

**CHP:** Συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (συν. συμπαραγωγή): Η διαδοχική παραγωγή ηλεκτρικής και χρήσιμης θερμικής ενέργειας από μια κοινή πηγή καυσίμου. Η θερμότητα που απορρίπτεται από βιομηχανικές διεργασίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει μια ηλεκτρική γεννήτρια (bottoming κύκλος). Αντίθετα, το πλεόνασμα της θερμότητας από μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής παραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βιομηχανικές διεργασίες, ή διεργασίες θέρμανση χώρου και νερού (συμπλήρωση του κύκλου).

**CO<sub>2</sub>:** βλέπε Διοξείδιο του Άνθρακα

**Συμπαραγωγή:** βλέπε Συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP)

**Λέβητας συμπύκνωσης:** Οι λέβητες συμπύκνωσης είναι θερμαντήρες νερού με υψηλές αποδόσεις (συνήθως μεγαλύτερες από 90%), οι οποίες επιτυγχάνονται με τη χρήση της θερμότητας που απορρίπτεται με τα καυσαέρια για την προθέρμανση του κρύου νερού που εισέρχεται στο λέβητα. Μπορούν να τροφοδοτούνται με φυσικό αέριο ή πετρέλαιο και ονομάζονται λέβητες συμπύκνωσης επειδή ο ατμός του νερού που παράγεται κατά την καύση συμπυκνώνεται σε νερό, το οποίο φεύγει από το σύστημα μέσω αποστράγγισης.

**Πλεμνοβλάστηση:** Πρεμνοβλάστηση είναι η ικανότητα συγκεκριμένων ειδών δέντρων να αναδημιουργούν νέους βλαστούς από το πρέμνο μετά την κοπή τους.

**Μοσχεύματα:** Τα μοσχεύματα είναι τεμάχια βλαστών μήκους 25 εκατοστών που χρησιμοποιούνται για φύτευση και προέρχονται από βέργες πρεμνοφυών ειδών.

**DH:** Τηλεθέρμανση

**Τηλεψύξη:** Η τηλεψύξη είναι ένα σύστημα για τη διανομή κρύου νερού ή μειγμάτων νερού/πάγου από μια κεντρική θέση, για την ψύξη οικιακής και εμπορικής κλίμακας, όπως ο κλιματισμός.

**Τηλεθέρμανση:** Η τηλεθέρμανση είναι ένα σύστημα για τη διανομή της θερμότητας (από ζεστό νερό ή ατμό) που παράγεται σε μια κεντρική θέση για οικιακές και εμπορικές απαιτήσεις θέρμανσης, όπως θέρμανση χώρων και νερού.

**Απόθεμα πρώτης ύλης:** Η οποιοδήποτε πρώτη ύλη που εισέρχεται σε μια διαδικασία η οποία μετατρέπεται σε μια άλλη μορφή ή προϊόν.

**Ορυκτό καύσιμο:** Τα ορυκτά καύσιμα σχηματίστηκαν σε εκατομμύρια χρόνια από φυσικές διεργασίες, όπως η αναερόβια αποσύνθεση των νεκρών οργανισμών.

**Γάμμα ποικιλότητα:** Ο όρος γάμμα ποικιλότητα (γ-ποικιλότητα) εισήχθη από τον R. H. Whittaker, μαζί με τους όρους άλφα ποικιλότητα (α-ποικιλότητα) και βήτα ποικιλότητα (β-ποικιλότητα). Η ιδέα του Whittaker ήταν ότι το σύνολο της ποικιλότητας των ειδών σε ένα τοπίο (γ) καθορίζεται από δύο διαφορετικά πράγματα, τη μέση ποικιλότητα των ειδών σε περιοχές ή οικοτόπους σε πιο τοπική κλίμακα (α) και τη διαφοροποίηση μεταξύ αυτών των οικοτόπων (β). Σύμφωνα με αυτό το σκεπτικό, η άλφα και η βήτα ποικιλότητα αποτελούν ανεξάρτητες συνιστώσες της γάμμα ποικιλότητας:  $\gamma = \alpha * \beta$

**Παγκόσμιο δυναμικό υπερθέρμανσης:** Το παγκόσμιο δυναμικό υπερθέρμανσης είναι ένα σχετικό μέτρο του ποσού της θερμότητας που παγιδεύει ένα αέριο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Συγκρίνει την ποσότητα της θερμότητας που παγιδεύεται από μια ορισμένη μάζα του εν λόγω αερίου προς την ποσότητα της θερμότητας που παγιδεύεται από παρόμοια μάζα του διοξειδίου του άνθρακα. Το παγκόσμιο δυναμικό υπερθέρμανσης υπολογίζεται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, συνήθως πάνω από 20, 100 ή 500 χρόνια. Εκφράζεται ως συντελεστής του διοξειδίου του άνθρακα του οποίου το δυναμικό είναι καθορισμένο στο 1. Για παράδειγμα, το 20ετές παγκόσμιο δυναμικό υπερθέρμανσης του μεθανίου είναι 72, πράγμα που σημαίνει ότι, αν η ίδια μάζα του μεθανίου και του διοξειδίου του άνθρακα εισαχθούν στην ατμόσφαιρα, το μεθάνιο θα παγιδεύσει 72 φορές περισσότερη θερμότητα από ότι το διοξείδιο του άνθρακα για τα επόμενα 20 χρόνια.

**Αέριο του θερμοκηπίου (GHG):** Τα αέρια που παγιδεύουν τη θερμότητα του ήλιου στην ατμόσφαιρα της γης, δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αέρια του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το όζον, οι χλωροφθοράνθρακες, το υποξείδιο του αζώτου και οι υδρατμοί.

**GWP:** βλέπε Παγκόσμιο δυναμικό υπερθέρμανσης

**H<sub>2</sub>:** βλέπε Υδρογόνο

**H<sub>2</sub>O:** βλέπε Νερό

**H<sub>2</sub>S:** βλέπε Υδρόθειο

**Κεφαλάρι:** Χώρος στο τέλος και την αρχή μιας φυτείας που χρησιμοποιείται για να στρίβουν τα μηχανήματα, για την απόθεση της συγκομιδής, κ.λπ. Κατά την περίοδο που δεν εκτελούνται εργασίες διαχείρισης, τα κεφαλάρια μπορούν να φυτευτούν με ετήσιες καλλιέργειες, χόρτο ή ιθαγενή ανθοφόρα φυτά.

**Θερμότητα:** Η θερμότητα είναι ενέργεια που μεταφέρεται από το ένα σύστημα στο άλλο από θερμική αλληλεπίδραση. Σε αντίθεση με το έργο, η θερμότητα πάντα συνοδεύεται από μεταβίβαση εντροπίας. Η ροή θερμότητας από ένα σώμα με υψηλή θερμοκρασία σε ένα άλλο με χαμηλή συμβαίνει αυθόρμητα. Αυτή η ροή της ενέργειας μπορεί να αξιοποιηθεί και να μετατραπεί μερικώς σε χρήσιμο έργο με τη βοήθεια μιας μηχανής θερμότητας. Ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής απαγορεύει τη ροή της θερμότητας από ένα σώμα με



χαμηλή θερμοκρασία σε ένα άλλο με υψηλή, αλλά με τη βοήθεια μιας αντλίας θερμότητας το εξωτερικό έργο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά ενέργειας από χαμηλή σε υψηλή θερμοκρασία. Σε απλή γλώσσα, η θερμότητα έχει μια ποικιλία από έννοιες, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας. Στη φυσική, η "θερμότητα" είναι εξ ορισμού μια μεταφορά ενέργειας και συνδέεται πάντα με μια κάποιου είδους διεργασία. Η "θερμότητα" χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τη "ροή θερμότητας" και τη "μεταφορά θερμότητας". Η μεταφορά θερμότητας μπορεί να συμβεί με διάφορους τρόπους: αγωγιμότητα, ακτινοβολία, διάδοση, καθαρή μεταφορά μάζας, τριβή ή ιξώδες και με χημική διάχυση.

**Θερμογόνος δύναμη:** Η ποσότητα της θερμότητας που απελευθερώνεται κατά την καύση μιας συγκεκριμένης ποσότητας καυσίμου (βιοαέριο, βιομεθάνιο).

**Εγκατεστημένη ισχύς:** Η εγκατεστημένη ισχύς είναι η συνολική ηλεκτρική ή θερμική δυναμικότητα των συσκευών παραγωγής ενέργειας.

**Ασπόνδυλα:** Τα ζώα που δεν έχουν, ούτε αναπτύσσουν σπονδυλική στήλη, που προέρχεται από την νωτιαία χορδή. Αυτό περιλαμβάνει όλα τα ζώα εκτός του υποφύλου Vertebrata. Γνωστά παραδείγματα ασπόνδυλων περιλαμβάνουν τα έντομα, τα καβούρια, τους αστακούς και τους συγγενείς τους, τα σαλιγκάρια, τα μύδια, τα χταπόδια και την οικογένεια τους, τους αστερίες, τους αχινούς και τους συγγενείς τους και τα σκουλήκια.

**Joule (J):** Μονάδα μέτρησης της ενέργειας, που ισοδυναμεί με το έργο που παράγει η δύναμη ενός Newton που ασκείται για απόσταση ενός μέτρου. 1 joule (J) = 0,239 θερμίδες, 1 θερμίδα (cal) = 4,187 J.

**Κιλοβάτ (kW):** Μια μονάδα ηλεκτρικής ή θερμικής ισχύος ίση με 1.000 βατ.

**Κιλοβατώρα (kWh):** Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μονάδα ενέργειας. Δηλώνει την ενέργεια που παρέχεται σε μία ώρα από ένα κιλοβάτ ηλεκτρικής ή θερμικής ισχύος.

**kW<sub>el</sub>:** Ηλεκτρική ισχύς

**kWh:** βλέπε Κιλοβατώρα

**kW<sub>th</sub>:** Θερμική ισχύς

**m<sup>3</sup>:** Το κυβικό μέτρο δηλώνει τον όγκο με διαστάσεις 1x1x1 m. Ένα κυβικό μέτρο καταλαμβάνει περίπου 1 τόνο νερού.

**Υγρασία:** Η αναλογία της μάζας του περιεχόμενου νερού του υλικού (βιομάζα) και της μάζας του ίδιου υλικού σε ξηρή κατάσταση.

**O<sub>2</sub>:** βλέπε Οξυγόνο.

**Ισοδύναμο πετρελαίου:** Ο τόνος ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) είναι μια μονάδα ενέργειας που δηλώνει την ποσότητα της ενέργειας που απελευθερώνεται από την καύση ενός τόνου αργού πετρελαίου, που είναι περίπου 42 GJ.

**ORC:** Οργανικός Κύκλος Rankine

**Οργανικός Κύκλος Rankine:** Η διεργασία ORC παίρνει το όνομα της από τη χρήση ενός οργανικού, υψηλής μοριακής μάζας ρευστού στο στάδιο μετατροπής υγρού-ατμού ή το σημείο βρασμού που συμβαίνει σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το στάδιο μετατροπής νερού-ατμού. Το ρευστό επιτρέπει την ανάκτηση θερμότητας του κύκλου Rankine από πηγές χαμηλότερης θερμοκρασίας όπως οι μονάδες βιοαερίου.

**pH:** Τιμή που δείχνει την οξύτητα ή την αλκαλικότητα των διαλυμάτων (ή του εδάφους). Εδάφη με pH μικρότερο του 7 είναι όξινα και διαλύματα με pH μεγαλύτερο από 7 είναι βασικά ή αλκαλικά. Το καθαρό νερό έχει pH ίσο με 7.

**Βέργες:** Συγκομισμένα στελέχη από Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου με μήκος ως 8 m.

**Βλαστός:** Στη βοτανική, οι βλαστοί αποτελούνται από στελέχη συμπεριλαμβανομένων των αποφύσεων, των φύλλων και των πλευρικών ματιών, των ανθοφόρων βλαστών και

ματιών. Η νέα αύξηση από τη βλάστηση του σπόρου που αναπτύσσεται προς τα πάνω είναι ένας βλαστός που θα αναπτύξει φύλλα. Την άνοιξη, οι βλαστοί των πολυετών φυτών, είναι η νέα αύξηση που αναπτύσσεται από το έδαφος σε ποώδη φυτά ή το νέο στέλεχος ή ένα άνθος που αναπτύσσεται σε ξυλώδη φυτά.

**SI:** Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων Μέτρησης (η συντομογραφία SI προέρχεται από το γαλλικό 'Système International d'unités') είναι η σύγχρονη μορφή του μετρικού συστήματος και είναι γενικά ένα σύστημα μονάδων μέτρησης που σχεδιάστηκε γύρω από επτά μονάδες βάσης και την ευκολία του αριθμού δέκα.

**SRC:** Πρεμνοφυείς φυτείες μικρού περιόδου χρόνου, Φυτείες ξυλωδών ειδών μικρού περιόδου χρόνου

**SRF:** Δασοπονία μικρού περιόδου χρόνου

**SRP:** Φυτείες μικρού περιόδου χρόνου

**SRWC:** Ξυλώδης καλλιέργειες μικρού περιόδου χρόνου

**Νερό:** Το  $H_2O$  περιέχει ένα άτομο οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου και είναι ένα υγρό σε συνθήκες περιβάλλοντος, αλλά συχνά συνυπάρχει στη Γη σε στερεή κατάσταση, ως πάγος και σε αέρια κατάσταση (εξατμισμένο νερό ή ατμός). Το νερό καλύπτει το 70,9% της επιφάνειας της Γης, και είναι ζωτικής σημασίας για όλες τις γνωστές μορφές ζωής.

**Περιεχόμενο νερό:** Η αναλογία της μάζας του περιεχόμενου νερού του υλικού (βιομάζα) και της μάζας του ίδιου του υλικού σε υγρή κατάσταση.

**Βατ (W):** Μια τυπική μονάδα μέτρησης (Διεθνές Σύστημα) του ρυθμού με τον οποίο καταναλώνεται η ενέργεια από τον εξοπλισμό ή του ρυθμού με τον οποίο η ενέργεια κινείται από τη μία θέση στην άλλη. Επίσης, είναι η τυπική μονάδα μέτρησης για την ηλεκτρική ενέργεια. Ο όρος "kW" σημαίνει "κιλοβάτ" ή 1.000 βατ. Ο όρος "MW" σημαίνει "μεγαβάτ" ή 1.000.000 βατ.

**yr:** Έτος

## Επιστημονική (διεθνής) και κοινή ονομασία των φυτών

**Σημείωση:** Σε γενικές γραμμές, αυτά είναι τα είδη που χρησιμοποιούνται είτε απευθείας σε Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου, είτε σε διασταυρώσεις κλώνων είτε αναφέρονται ως κατάλληλα για τις φυτείες αυτές. Για ορισμένα είδη, οι εμπειρίες για την καταλληλότητά τους είναι περιορισμένες. Η κοινή ονομασία χρησιμοποιείται ευρέως, αλλά μερικές φορές δεν είναι ακριβής.

Τα ονόματα των κλώνων περιγράφονται στο κεφάλαιο 3.

### Επιστημονική ονομασία Κοινή ονομασία

<i>Alnus spp.</i>	Κλήθρα
<i>Alnus glutinosa</i>	Κλήθρα, κολλώδης
<i>Alnus incana</i>	Κλήθρα, βαφική
<i>Amorpha fruticosa</i>	Άμορφος, θαμνώδης
<i>Acacia melanoxydon</i>	Ακακία, μελανόξυλη
<i>Acacia saligna</i>	Ακακία
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Σφενδάμι, ψευδοπλάτανος
<i>Betula spp.</i>	Σημύδα
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Paper mulberry
<i>Corylus avellana</i>	Λεπτοκαρυά
<i>Cynara cardunculus</i>	Αγριαγκινάρα
<i>Eucalyptus spp.</i>	Ευκάλυπτος
<i>Eucalyptus globulus</i>	Ευκάλυπτος, σφαιροειδής
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Ευκάλυπτος, ρυγχωτή
<i>Eucalyptus gunnii</i>	Ευκάλυπτος, γκούννι
<i>Eucalyptus nitens</i>	Ευκάλυπτος
<i>Fraxinus excelsior</i>	Φράξος, ψηλός
<i>Morus papyrifera</i>	Paper mulberry
<i>Nothofagus</i>	Οξυά (νοτίου ημισφαιρίου)
<i>Paulownia</i>	Παουλώνια
<i>Platanus occidentalis</i>	Πλάτανος
<i>Populus spp.</i>	Λεύκη
<i>Populus deltoides</i>	Λεύκη, δελτοειδής
<i>Populus koreana</i>	Λεύκη poplar
<i>Populus maximowiczii</i>	Λεύκη



---

<i>Populus nigra</i>	Λεύκη, μαύρη
<i>Populus tremula</i>	Λεύκη, τρέμουσα
<i>Populus tremuloides</i>	Λεύκη, τρεμουλοειδής
<i>Populus trichocarpa</i>	Λεύκη
<i>Robinia pseudoaccacia</i>	Ψευδακακία, ακακία
<i>Salix spp.</i>	Ιτιά
<i>Salix aegyptiaca</i>	Ιτιά, αιγυπτιακή
<i>Salix caprea</i>	Ιτιά, κάπρεα
<i>Salix dasyclados</i>	Ιτιά, δασύκομη
<i>Salix discolor</i>	Ιτιά
<i>Salix rehderiana</i>	Ιτιά
<i>Salix schwerinii</i>	Ιτιά
<i>Salix triandra</i>	Ιτιά, αμυγδαλόφυλλη
<i>Salix udensis</i>	Ιτιά
<i>Salix viminalis</i>	Ιτιά, πλόκιμη
<i>Ulmus spp.</i>	Φτελιά

## Γενικές μονάδες μετατροπής

Πίνακας 25: Προθέματα για τις μονάδες ενέργειας

Πρόθεμα	Συντομογραφία	Συντελεστής	Ποσότητα
<b>Deco</b>	Da	10	Δεκάδες
<b>Hecto</b>	H	10 <sup>2</sup>	Εκατοντάδες
<b>Kilo</b>	K	10 <sup>3</sup>	Χιλιάδες
<b>Mega</b>	M	10 <sup>6</sup>	Εκατομμύρια
<b>Giga</b>	G	10 <sup>9</sup>	Δισεκατομμύρια
<b>Tera</b>	T	10 <sup>12</sup>	Τρισεκατομμύρια
<b>Peta</b>	P	10 <sup>15</sup>	Τετράκις εκατομμύρια
<b>Exa</b>	E	10 <sup>18</sup>	Πεντάκις εκατομμύρια

Πίνακας 26: Ορολογία όγκου για διαφορετικούς τύπους ξυλώδους βιομάζας στις γλώσσες διαφόρων χωρών

Χώρα	Ορολογία		
Αγγλία	Solid cubic meter <b>Solid m<sup>3</sup></b>	Bulk cubic meter <b>Bulk m<sup>3</sup></b>	Stacked cubic meter <b>Stacked m<sup>3</sup></b>
Κροατία	Puni kubni metar <b>m<sup>3</sup></b>	Nasipni metar <b>Nasipni m<sup>3</sup></b>	Prostorni metar <b>Prostorni m<sup>3</sup></b>
Τσεχία	Plnometr-pevný metr <b>(plm) [m<sup>3</sup>]</b>	Syphný metr <b>(prms) [m<sup>3</sup>]</b>	Prostorový metr- rovnaný <b>(prm) [m<sup>3</sup>]</b>
Γαλλία	Mètre cube de bois plein <b>m<sup>3</sup></b>	Mètre cube apparent plaquette <b>MAP</b>	Stère <b>stère</b>
Γερμανία	Festmeter <b>Fm</b>	Schüttraummeter <b>Srm</b>	Schichtraum. (ster) <b>rm</b>
Ελλάδα	Συμπαγές κυβικό μέτρο <b>κ.μ. ή m<sup>3</sup></b>	Χωρικό κυβικό μέτρο χύδην <b>χ.κ.μ. χύδην</b>	Χωρικό κυβικό μέτρο στοιβαχτού <b>χ.κ.μ. στοιβαχτού</b>
Ιταλία	Metro cubo <b>m<sup>3</sup></b>	Metro stero riversato <b>msr</b>	Metro stero accastato <b>msa</b>
Λετονία	Kubikmetrs (cieškubikmetrs) <b>m<sup>3</sup></b>	Berkubikmetrs <b>m<sup>3</sup><sub>ber</sub></b>	Kraujmetrs vai sters <b>m<sup>3</sup><sub>kr</sub></b>
ΠΓΔΜ	poln kuben metar	nasipen kuben metar	prostoren kuben metar
Πολωνία	metr sześcienny <b>m<sup>3</sup></b>	metr nasytowy <b>mn</b>	metr przestrzenny <b>mp</b>
Σλοβενία	Kubični meter <b>m<sup>3</sup></b>	Prostrni meter <b>prm</b>	Nasut kubični meter <b>Nm<sup>3</sup></b>



**Πίνακας 27: Μετατροπή μονάδων ενέργειας (kilo joule (kJ), χιλιοθερμίδες (kcal), κιλοβατώρες (kWh), τόνοι ισοδύναμου άνθρακα (TCE), κυβικά μέτρα φυσικού αερίου (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>), τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (toe), βαρέλι (barrel), Βρετανική Θερμική Μονάδα(BTU))**

	<b>kJ</b>	<b>kcal</b>	<b>kWh</b>	<b>TCE</b>	<b>m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	<b>toe</b>	<b>barrel</b>
<b>1 kJ</b>	1	0,2388	0,000278	3,4 10 <sup>-8</sup>	0,000032	2,4 10 <sup>-8</sup>	1,76·10 <sup>-7</sup>
<b>1 kcal</b>	4,1868	1	0,001163	14,3 10 <sup>-8</sup>	0,00013	1 10 <sup>-7</sup>	7,35·10 <sup>-7</sup>
<b>1 kWh</b>	3,600	860	1	0,000123	0,113	0,000086	0,000063
<b>1 TCE</b>	29.308.000	7.000.000	8.140	1	924	0,70	52
<b>1 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub></b>	31.736	7.580	8.816	0,001082	1	0,000758	0,0056
<b>1 toe</b>	41.868.000	10.000.000	11.630	1,428	1.319	1	7,4
<b>1 barrel</b>	5.694,048	1.360,000	1.582	0,19421	179,42	0,136	1
<b>1 BTU</b>	1,055						

**Πίνακας 28: Μετατροπή μονάδων ισχύος (χιλιοθερμίδες ανά δευτερόλεπτο (kcal/s), κιλοβάτ (kW), ίπποι (hp), Pferdestärke = ιπποδύναμη (PS))**

	<b>kcal/s</b>	<b>kW</b>	<b>hp</b>	<b>PS</b>
<b>1 kcal/s</b>	1	4,1868	5,614	5,692
<b>1 kW</b>	0,238846	1	1,34102	1,35962
<b>1 hp</b>	0,17811	0,745700	1	1,01387
<b>1 PS</b>	0,1757	0,735499	0,98632	1

**Πίνακας 29: Μετατροπή μονάδων θερμοκρασίας**

	<b>Μονάδα</b>	<b>Celsius</b>	<b>Kelvin</b>	<b>Fahrenheit</b>
<b>Celsius</b>	°C	-	°C = K - 273,15	°C = (°F - 32) × 1,8
<b>Kelvin</b>	K	K = °C + 273,15	-	K = (°F + 459,67) × 1,8
<b>Fahrenheit</b>	°F	°F = °C × 1,8 + 32	°F = K × 1,8 - 459.67	-

**Πίνακας 30: Μετατροπή μονάδων πίεσης (Pascal, bar, τεχνική ατμόσφαιρα (at), τυπική ατμόσφαιρα (atm), torr, λίβρα ανά τετραγωνική ίντσα(psi))**

	<b>Pa</b>	<b>bar</b>	<b>at</b>	<b>atm</b>	<b>Torr</b>	<b>psi</b>
<b>1 Pa</b>		0,00001	0,000010197	$9,8692 \times 10^{-6}$	0,0075006	0,0001450377
<b>1 bar</b>	100.000		1,0197	0,98692	750,06	14,50377
<b>1 at</b>	98.066,5	0,980665		0,9678411	735,5592	14,22334
<b>1 atm</b>	101.325	1,01325	1,0332		760	14,69595
<b>1 Torr</b>	133,3224	0,001333224	0,001359551	0,001315789		0,01933678
<b>1 psi</b>	6.894,8	0,068948	0,0703069	0,068046	51,71493	

## **Αναφορές - Βιβλιογραφία**

- Alakangas (2009) Fuel specification and classes, multipart standard. - [http://p29596.typo3server.info/fileadmin/Files/Documents/05\\_Workshops\\_Training\\_Events/Taining\\_materials/english/D19\\_2\\_EN\\_Fuel\\_specification.pdf](http://p29596.typo3server.info/fileadmin/Files/Documents/05_Workshops_Training_Events/Taining_materials/english/D19_2_EN_Fuel_specification.pdf) [accessed: 29.08.2014]
- Bärwolff M., Hansen H., Hofmann M., Setzer F. (2012) Energieholz aus der landwirtschaft. – FNR, Gülzow-Prüzen, Germany
- Biomasseverband OÖ (no date) >Masse und Energiegehalt von Hackgut in Abhängigkeit vom Wassergehalt. - Biomasseverband OÖ, Austria, [http://www.biomasseverband-ooe.at/uploads/media/Downloads/Publikationen/Umrechnungstabellen\\_Brennstoff\\_Holz-BMV-OÖe.pdf](http://www.biomasseverband-ooe.at/uploads/media/Downloads/Publikationen/Umrechnungstabellen_Brennstoff_Holz-BMV-OÖe.pdf) [accessed: 09.09.2014]
- ISO (2014): ISO 17225-4:2014(en) Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 4: Graded wood chips <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17225:-4:ed-1:v1:en> [accessed: 29.08.2014]
- CARMEN (2014) Heizwert , Wassergehalt und Gewicht. <http://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/brennstoffe/hackschnitzel/579-heizwert-wassergehalt-und-gewicht> [accessed: 09.09.2014]
- Caslin B., J. Finnan, Mc Cracken A. (eds.) (2010) Short Rotation Coppice; Willow Best Practice Guidelines. - [http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow\\_Best\\_Practice\\_Guide\\_2010.pdf](http://www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/Willow_Best_Practice_Guide_2010.pdf) [accessed: 21.07.2014]
- Dallemand J. F., Petersen J.E., Karp A. (eds.) (2007) Short Rotation Forestry, Short Rotation Coppice and perennial grasses in the European Union: Agro-environmental aspects, present use and perspectives. - JRC; Proceedings of the Expert Consultation; 17 and 18 October 2007, Harpenden, United Kingdom
- DEFRA (2004) Growing Short Rotation Coppice; Best Practice Guidelines For Applicants to Defra's Energy Crops Scheme. - [http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice\\_tcm6-4262.pdf](http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice_tcm6-4262.pdf) [accessed: 21.07.2014]
- Dimitriou I., Fištrek Z., Mergner R., Rutz D., Scrimgeour L., Eleftheriadis I., Dzebne I., Perutka T., Lazdina D., Toskovska G., Hinterreiter S. (2014) Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy. – Proceedings Natural Resources, Green Technology & Sustainable Development; 26-28 November 2014, Zagreb, Croatia; Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Croatia; ISBN 978 953 6893 04 1; pp. 117-123
- Dimitriou I., Rutz D. (2014) Sustainability criteria and recommendations for short rotation woody crops. – WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Report elaborated in the framework of the IEE project SRCplus (Contract No. IEE/13/574)
- Ehlert, D.; Pecenka, R.; Wiehe, J.(2012): Harvesters for Short Rotation Coppices: Current Status and New Solutions. In: Proceedings. International Conference of Agricultural Engineering CIGR-Ageng 2012. Valencia, p. 1-6. Online: [http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla\\_137\\_C0365.pdf](http://cigr.ageng2012.org/images/fotosg/tabla_137_C0365.pdf)
- ETA Heiztechnik GmbH n.d.Brennstoffdaten – Scheitholz, Hackgut, Pellets. - [http://www.bad-klein.de/pdf/Broschuere\\_Brennstoffdaten\\_dt\\_01.pdf](http://www.bad-klein.de/pdf/Broschuere_Brennstoffdaten_dt_01.pdf) [accessed: 09.09.2014]
- FNR (2012) Bioenergy in Germany: Facts and Figures. – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR); Gülzow, Germany; [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_484-basisdaten\\_engl\\_web\\_neu.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_484-basisdaten_engl_web_neu.pdf) [10.07.2012]
- Grosse W., Landgraf D., Scholz V., Brummack J. (2008) Ernte und Aufbereitung von Plantagenholz. - Schweiz Z Forstwes 159 (2008) 6: 114–119

- Hiegl W., Rutz D., Janssen R. (2011) Information Material Module Biomass. - Training material of the Install+RES Project, Updated Version 2011; WIP Renewable Energies; <http://www.resinstaller.eu/en/training-material>
- Kofman P.D. (2012) Harvesting short rotation coppice willow. – CONFORD; Harvesting / Transport No. 2; Dublin, Ireland; [http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/HAR29\\_LR.PDF](http://www.woodenergy.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/HAR29_LR.PDF) [accessed: 21.07.2014]
- Kaufmann F., Lamond G., Lange M., Schaub J., Siebert C., Sprenger T. (no date) Benwood – Short Rotation Forestry in CDM Countries and Europe. -
- Landgraf D., Setzer F. (2012) Kurzumtriebsplantagen: Holz vom Acker - So geht's. – DLG Verlag, Frankfurt am Main, Germany
- Liebhard P. (2007) Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. - Leopold Stocker Verlag, Graz, Austria
- Lindegaard K. (2013) 10 ways to maximise yield from your short rotation coppice (SRC) crop
- LWF (2012) Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. – Merkblatt 10 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011a) Anbau von Energiewäldern. – Merkblatt 19 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- LWF (2011b) Der Energieinhalt von Holz. – Merkblatt 12 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising, Germany
- Rutz D., Janssen R., Letsch H. (2006) Installateurs-Handbuch Biomasseheizanlagen. - EU-IEE EARTH Project; 241p; WIP Renewable Energies, Munich, Germany; [http://www.wip-munich.de/images/stories/6\\_publications/books/installateurs\\_handbuch.pdf](http://www.wip-munich.de/images/stories/6_publications/books/installateurs_handbuch.pdf)
- Rutz D., Mergner R., Janssen R. (2012) Sustainable Heat Use of Biogas Plants – A Handbook. WIP Renewable Energies, Munich, Germany; Handbook elaborated in the framework of the BiogasHeat Project; ISBN 978-3-936338-29-4; translated in 9 languages; [www.biogasheat.org](http://www.biogasheat.org)
- Rutz D., Janssen R., Hofer A., Helm P., Rogat J., Hodes G., Borch K., Mittelbach M., Schober S., Vos J., Frederiks B., Ballesteros M., Manzanares P., St James C., Coelho S.T., Guardabassi P., Aroca G., Riegelhaupt E., Maser O., Junquera M., Nadal G., Bouille D. (2008) Biofuels Assessment on Technical Opportunities and Research Needs for Latin America. - Proceedings of the 16th European Biomass Conference and Exhibition; pp. 2661-2669; ISBN 978-88-89407-58-1
- SLL (no date) Anbauempfehlungen für schnellwachsende Baumarten. – Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft; [http://www.schnepf-pro-lignum.de/uploads/pdf/Anbauempfehlungen\\_f%C3%BCr\\_schnellwachsende\\_Baumarten.pdf](http://www.schnepf-pro-lignum.de/uploads/pdf/Anbauempfehlungen_f%C3%BCr_schnellwachsende_Baumarten.pdf) [accessed: 09.09.2014]
- Wald21 (2015) <http://www.wald21.com/energiewald/anbaupraxis.html> [accessed: 30.03.2015]
- Wickham J., Rice B., Finnan J., McConnon R. (2010) A review of past and current research on short rotation coppice in Ireland and abroad. - COFORD, National Council for Forest Research and Development; <http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/SRC.pdf> [accessed: 21.07.2014]
- Verscheure (1998) Energiegehalt von Hackschnitzeln – Überblick und Anleitung zur Bestimmung. - FVA, <http://192.168.0.121:9091/servlet/com.trend.iwss.user.servlet.sendfile?downloadfile=IRES-648385774-E63F29C8-4677-4647-7> [accessed: 09.09.2014]



