



**ΚΑΠΕ
CRES**

Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα και προοπτικές

Μυρσίνη Χρήστου

**Υπεύθυνη Τμήματος Βιομάζας
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας**

Περιεχόμενα

- ❖ Εκτιμήσεις δυναμικού βιομάζας στην Ευρώπη
- ❖ Πηγές βιομάζας
- ❖ Εκτιμήσεις δυναμικού βιομάζας στην Ελλάδα
- ❖ Προοπτικές
- ❖ Συμπεράσματα



Ορισμός βιομάζας

Σύμφωνα με την ΟΔΗΓΙΑ 2009/28/ΕΚ:

«βιομάζα»: το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων



Πηγές βιομάζας

Γεωργικά/δασικά υπολείμματα



Υπολείμματα γεωργικών/
δασικών βιομηχανιών



Ζωικά/αστικά λύματα



Ενεργειακές καλλιέργειες



Εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας

- ❖ **Θεωρητικό δυναμικό βιομάζας**, το οποίο αποτελεί το μέγιστο ποσό της βιομάζας που μπορεί να παραχθεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή.
- ❖ **Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας**, το οποίο αποτελεί το ποσοστό του θεωρητικού δυναμικού που μπορεί να αποληφθεί με βάση τοπικούς (π.χ. μορφολογία εδάφους) και άλλους περιορισμούς (π.χ. ανταγωνιστικές χρήσεις).
- ❖ **Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας**, το οποίο είναι το ποσοστό του διαθέσιμου δυναμικού, που μπορεί να αξιοποιηθεί με τα υφιστάμενα τεχνικά μέσα.
- ❖ **Οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας**, το οποίο είναι το ποσοστό του τεχνικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού, που είναι και οικονομικά εκμεταλλεύσιμο.

Ορίζεται σε μονάδες βάρους ή όγκου, και υπολογίζεται με βάση την περιεχόμενη % υγρασία του υλικού κ.β., και το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Το ενεργειακό δυναμικό βιομάζας εκφράζεται σε GWh, MJ, ή kcal ανά τόνο ξηράς ουσίας.



Εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας

Η εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας είναι μια δυσχερής διαδικασία:

- ❖ εξάρτηση από βιολογικούς, τεχνο-οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, και απρόβλεπτες φυσικές μεταβολές
- ❖ δυσκολία ακριβούς εκτίμησης και καταγραφής των στοιχείων της πρώτης ύλης (ποσότητα, διαθεσιμότητα), λόγω:
 - ποικιλομορφίας των γεωργικών καλλιεργειών και πολυκερματισμού του κλήρου
 - αδυναμίας παροχής επαρκούς και διαρκούς πληροφόρησης από τους αρμόδιους φορείς
 - πολυδιάσπασης των υπηρεσιών
 - πολλαπλών χρήσεων της και την εξάρτηση από τις διάφορες βιομηχανίες/βιοτεχνίες του δευτερογενούς τομέα
 - στην έλλειψη συγκεκριμένης μεθοδολογίας και προτύπων για τον υπολογισμό των ποσοτήτων πρώτης ύλης.



Ευρωπαϊκά έργα για την εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας στην Ευρώπη

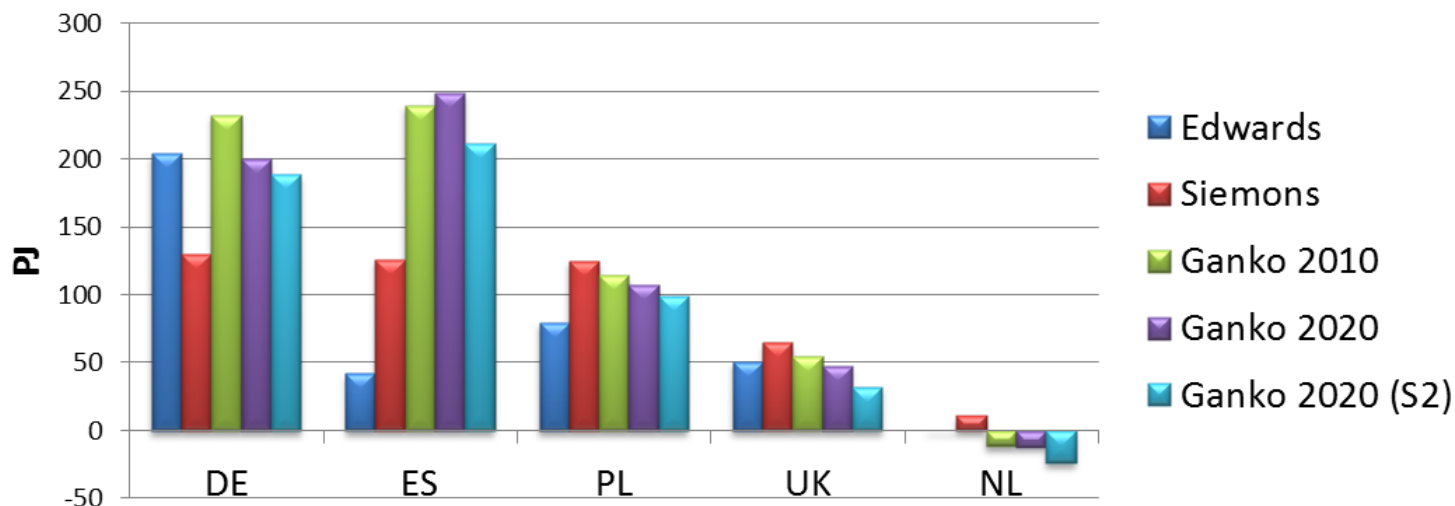
- AFB-network, Phases I, II and III (1995-1997)
- NTB-network- Liquid Biofuels (1995 – 1996)
- Exploitation of biomass from agricultural/forestral residues and energy crops for district heating, greenhouse heating as well as electricity generation (1995-1996)
- Options for achieving the target of 45 Mtoe from energy cropping in the EU in 2010.
- ALTENER Cluster 4.1030/C/OO-022: Biomass in the Mediterranean (2000-2001)
- LOT5 BIOENERGY/ DG TREN. Bioenergy's role in the EU energy market (2004)
- ELVA - Establishing local value chains for renewable heat (2005-2007)
- EUBIONET I, II and III (2006-2010) 
- RENEW. SE56-CT2003-502705 (2003-2007) 
- BIOSYNERGY: Biomass for biofuels & bio-materials through the biorefinery approach (2007-2010) 
- BEE - Harmonization of biomass resource assessments (2008-2010) 
Biomass Energy Europe
- BIOMASS FUTURES - Biomass role in achieving the Climate Change & Renewables EU policy targets Demand and Supply dynamics under the perspective of stakeholders (2009-2011) 
- BIOMASS POLICIES (2013-2016) 

Μελέτες για την εκτίμηση του δυναμικού βιομάζας στην Ευρώπη

Study	Feedstocks covered
Siemons et al., 2004	Cereals straw, other agricultural residues, forest biomass, wastes
Kim & Dale, 2004	Straw from corn, barley, oat, rice, wheat, sorghum, and sugar cane
Edwards et al., 2005	Cereal straw
Hoogwijk et al., 2005	Energy crops on surplus cropland and degraded land, agricultural/ forest residues
Eriksson & Nilsson, 2006	Forest biomass, straw from wheat, barley, rye and oats, plus maize residues.
EEA, 2006	Forest biomass
Smeets et al., 2006	Energy crops, agricultural and forestry residues and waste
Alakangas et al., 2007	Forest biomass
Ganko et al., 2008	Agricultural residues, forest biomass, energy crops
De Wit & Faaij (REFUEL), 2008	Agricultural residues, forest biomass, energy crops



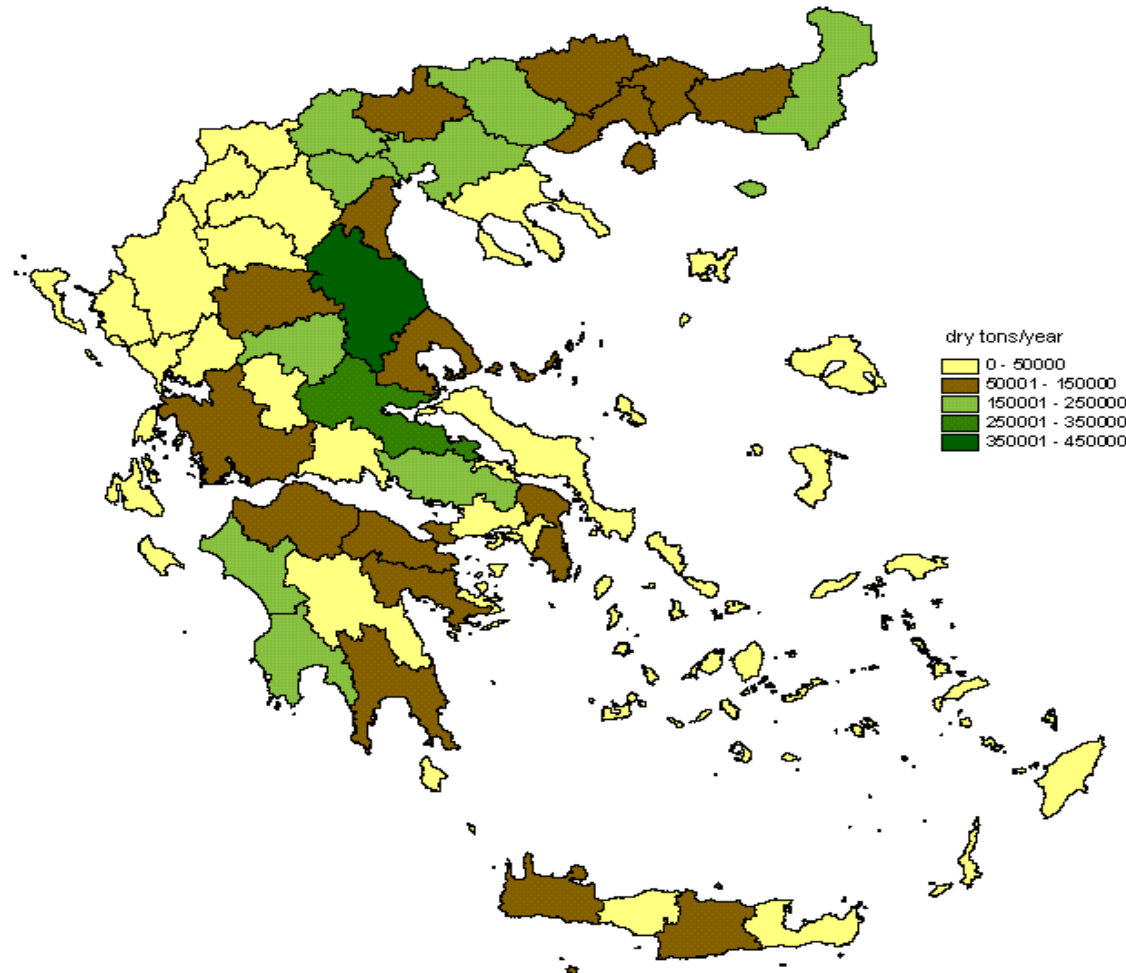
Straw potential in selected European countries



- Μεγάλες αποκλίσεις στοιχείων που οφείλονται στις διαφορετικές παραδοχές της κάθε μελέτης, σχετικά με:
 - δείκτες καρπού/υπόλειμμα
 - Ποιότητα και καταλληλότητα της γεωργικής γης
 - Αποδόσεις (3 t/ha- 5.5 t/ha)
 - Καλλιεργητικές πρακτικές (~20% απώλειες στη συγκομιδή, ~10% κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, κλπ)
 - Διαθεσιμότητα βιομάζας - Εναλλακτικές αγορές



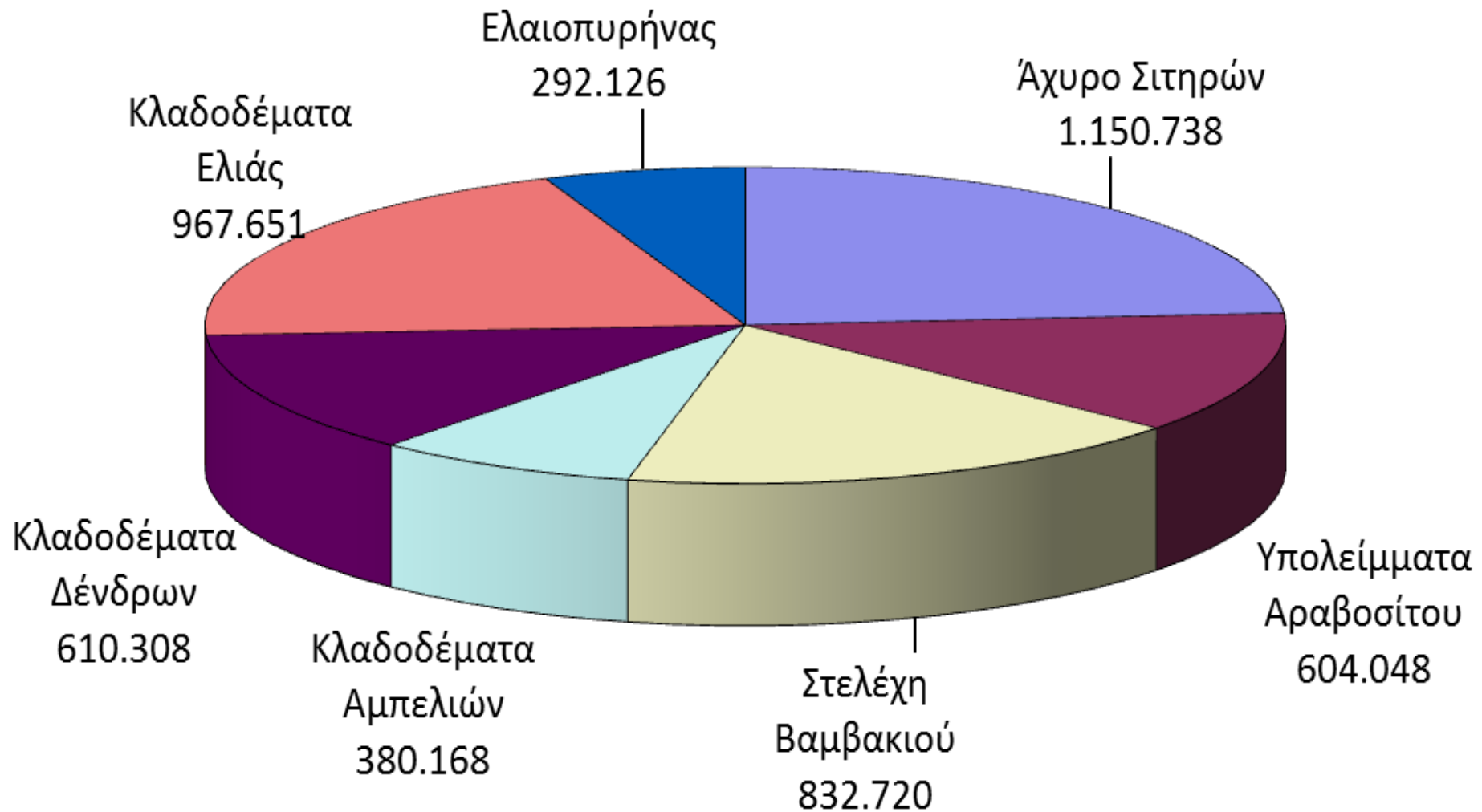
Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό των γεωργικών υπολειμμάτων

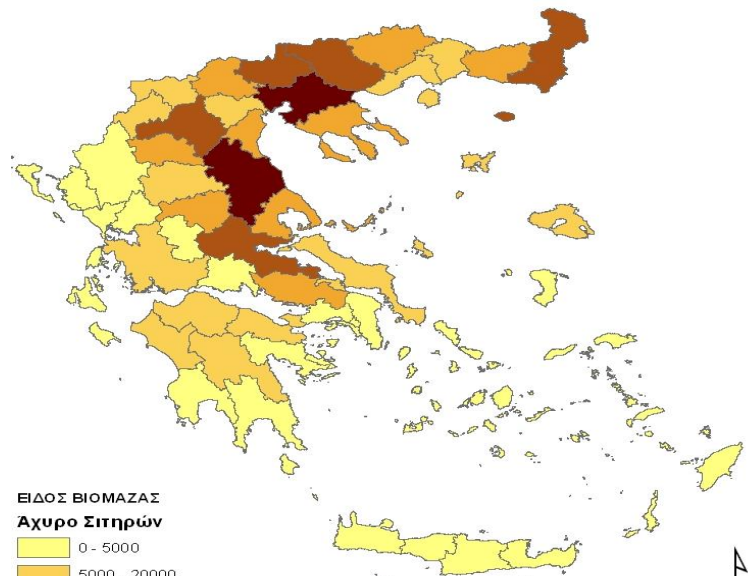


- ✓ Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό : ~4.9 MT ξηρής ουσίας/έτος
- ✓ Ενεργειακό δυναμικό: ~99 PJ/έτος (~ 27.7 TWh)



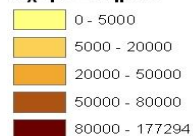
Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό των γεωργικών υπολειμμάτων (τόνοι ξηρής ουσίας)





ΕΙΔΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

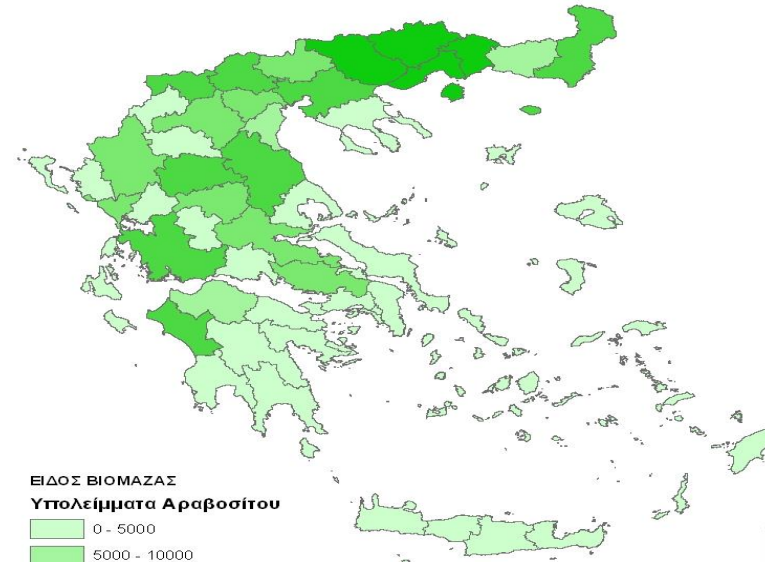
Αχυρο Σιτηρών



(ΠΗΓΗ: ΕΛΣΤΑΤ, ποσότητες σε ξηρούς τόνους)

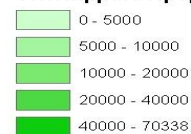
KAPE CRES | ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΒΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΓΣΑ 87
1:4,000,000



ΕΙΔΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

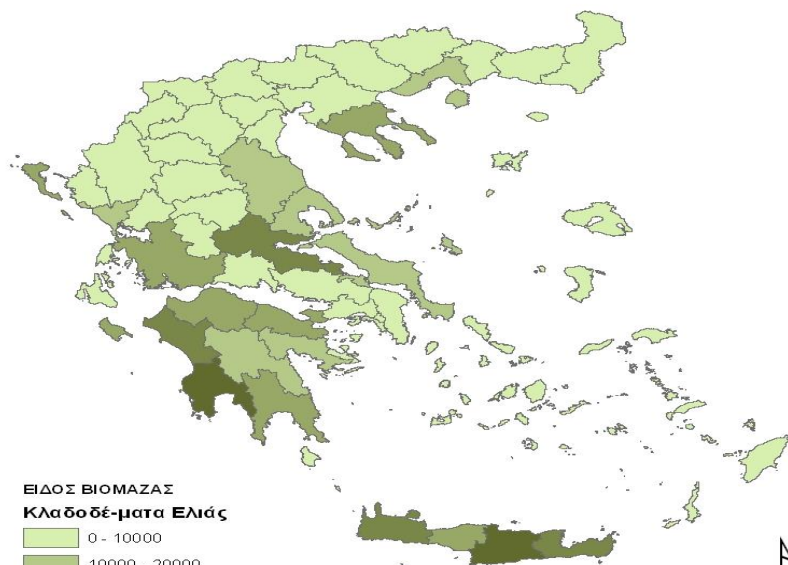
Υπολείμματα Αραβοσίτου



(ΠΗΓΗ: ΕΛΣΤΑΤ, ποσότητες σε ξηρούς τόνους)

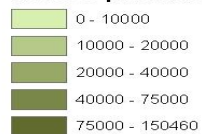
KAPE CRES | ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΒΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΓΣΑ 87
1:4,000,000



ΕΙΔΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

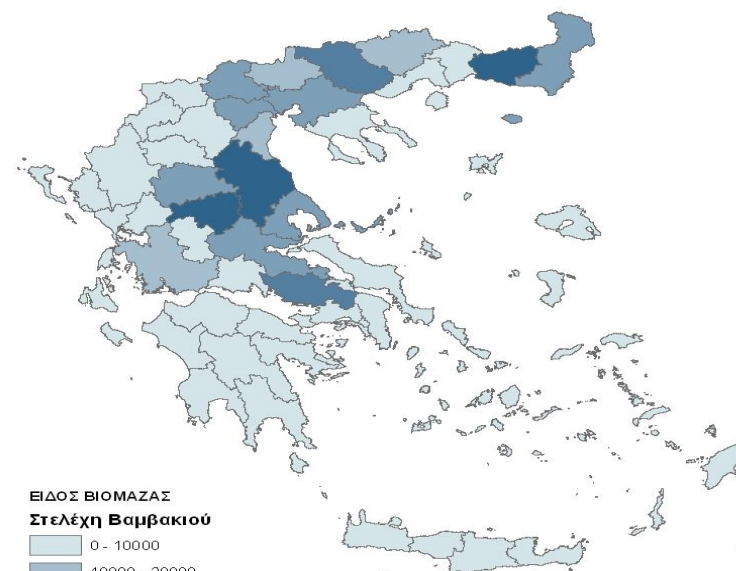
Κλαδοδέ-ματα Ελιάς



(ΠΗΓΗ: ΕΛΣΤΑΤ, ποσότητες σε ξηρούς τόνους)

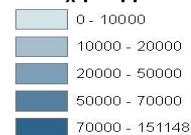
KAPE CRES | ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΒΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΓΣΑ 87
1:4,000,000



ΕΙΔΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Στελέχη Βαρβακιού



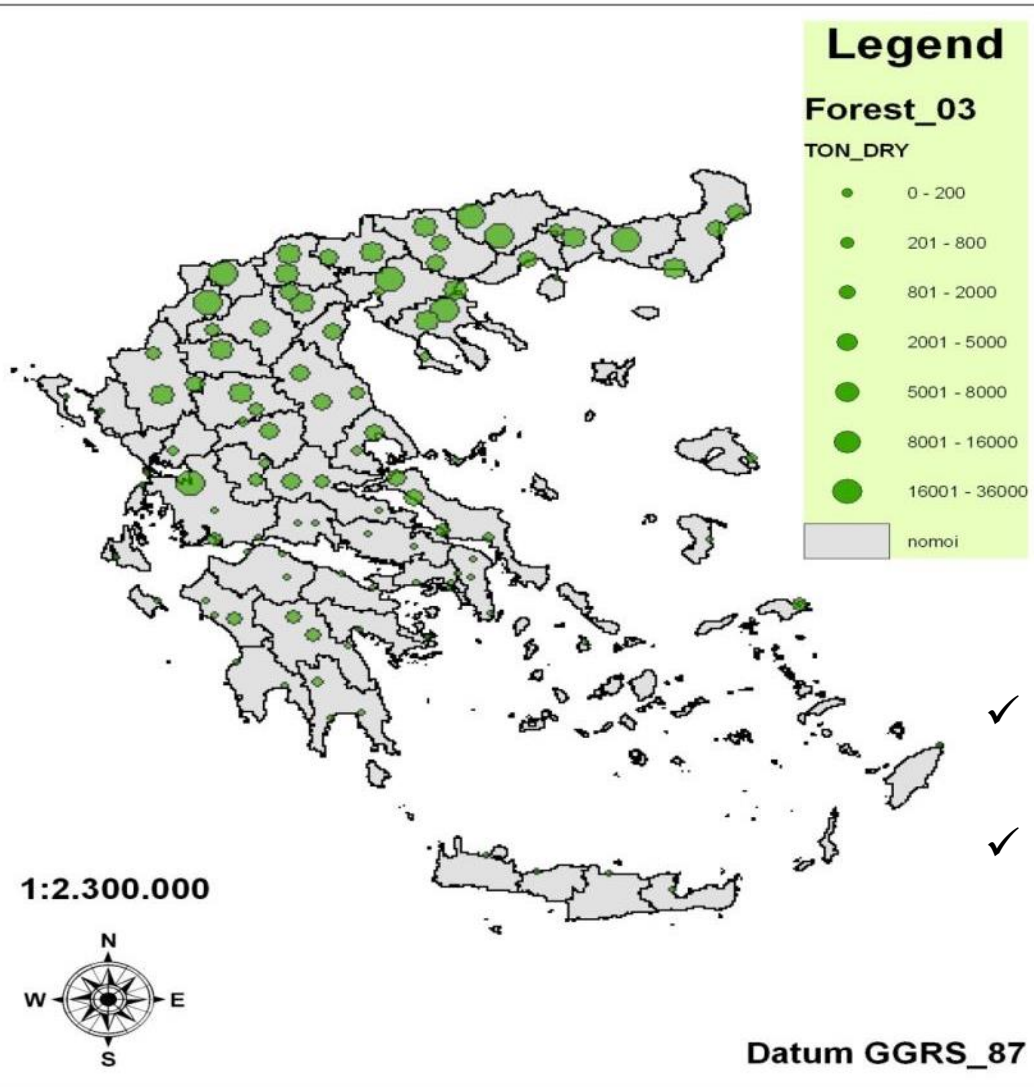
(ΠΗΓΗ: ΕΛΣΤΑΤ, ποσότητες σε ξηρούς τόνους)

KAPE CRES | ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΒΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

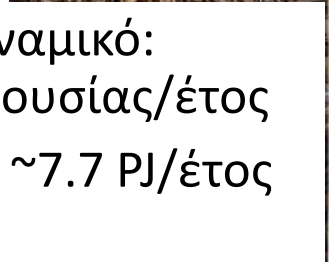
ΕΓΣΑ 87
1:4,000,000

Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό καυσόξυλων

FUELWOOD PRODUCTION YEAR 2003 (Dry tones)



- ✓ Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό: ~410,000 τόνοι ξηρής ουσίας/έτος
- ✓ Ενεργειακό δυναμικό: ~7.7 PJ/έτος (~ 2.1 TWh)



Είδη καυσίμων από ξύλο

➤ Καυσόξυλα (Οικιακός τομέας)

Οικονομικό καύσιμο, εμπορικό

Απαιτείται μείωση της υγρασίας, διαχείριση και αποθήκευση

➤ Θρυμματισμένο ξύλο (Οικιακός, βιομηχανικός τομέας)

Οικονομικό καύσιμο, δεν χρησιμοποιείται στη χώρα

Απαιτείται μείωση της υγρασίας, διαχείριση, αποθήκευση,

➤ Συσσωματώματα ξύλου (pellets) (Οικιακός, βιοτεχνικός, βιομηχανικός τομέας)

Εξευγενισμένο καύσιμο, εύχρηστο, συμπαγές, διαθέσιμο

➤ Μπριγκέτες ξύλου (Οικιακός τομέας)

Εξευγενισμένο καύσιμο,
εύχρηστο, συμπαγές,
διαθέσιμο



Πρότυπα καυσίμου

Κωδικός προτύπου	Τίτλος προτύπου
ΕΛΟΤ EN ISO 17225-1:2014	Στερεά βιοκαύσιμα – Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου – Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις
ΕΛΟΤ EN ISO 17225-2:2014	Στερεά βιοκαύσιμα – Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου – Μέρος 2: Πελλέτες ξύλου
ΕΛΟΤ EN ISO 17225-3:2014	Στερεά βιοκαύσιμα – Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου – Μέρος 3: Μπρικέττες ξύλου
ΕΛΟΤ EN ISO 17225-4:2014	Στερεά βιοκαύσιμα – Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου – Μέρος 4: Ροκανίδια ξύλου
ΕΛΟΤ EN ISO 17225-5:2014	Στερεά βιοκαύσιμα – Προδιαγραφές και κλάσεις καυσίμου – Μέρος 5: Καυσόξυλα



Γενικές απαιτήσεις - Ιδιότητες

	Προέλευση	
	Εμπορεύσιμη μορφή	
Υ	Διαστάσεις (mm)	Διάμετρος Dx, Μήκος Lx ή Κύριο/λεπτόκοκκο/χοντρό κλάσμα
Υ	Υγρασία (ar, w% υ.β)	Mx
Υ	Τέφρα (w%, ξ.β.)	Ax
Υ/Π	Πυκνότητα	DE ή ΒΔ
	Πρόσθετα	Τύπος & περιεκτικότητα δηλώνονται
Υ	ΚΘΙ (ar, MJ/kg kWh/kg)	Q
	Μηχανική αντοχή	DU
Υ/Π	N (w%, ξ.β.)	Υ: Για χημικά επεξεργασμένη βιομάζα
Υ/Π	Cl (w%, ξ.β.)	Υ: Για χημικά επεξεργασμένη βιομάζα
Υ/Π	S (w%, ξ.β.)	Υ: Για χημικά επεξεργασμένη βιομάζα
Π	Θερμ. τήξης τέφρας	DT, δηλώνεται
	Τεμαχισμός (για φλοιό), Είδος/ μέθοδος παραγωγής/ δέσιμο (για αγροστώδη), Όγκος ή Βάρος/ Αναλογία σχιστού/Μούχλα-σήψη	

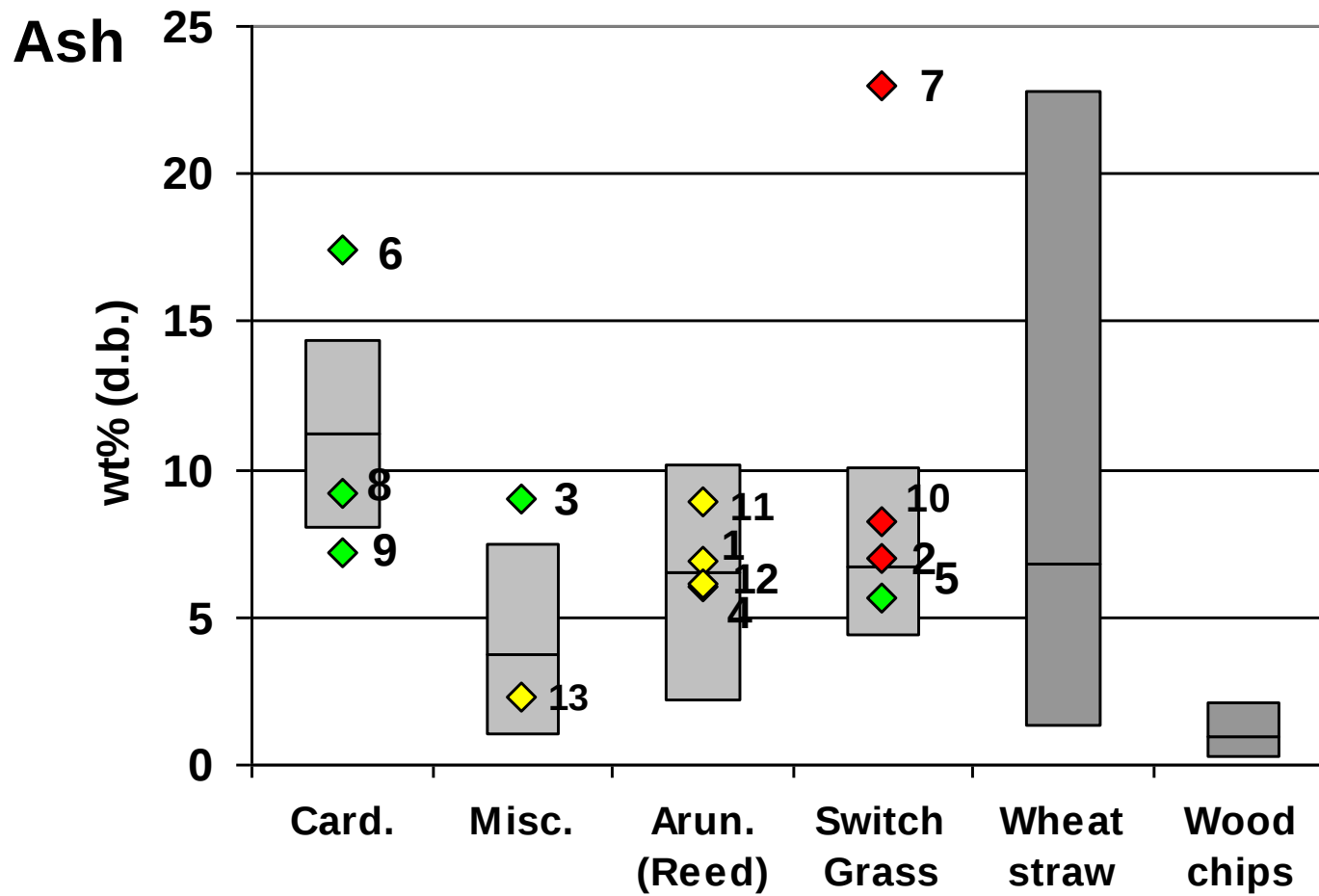


Θερμιδική αξία, τέφρα

	NCV ₀ MJ/kg	Τέφρα (% κ.β σε ξ.β.)
Τυπικές τιμές για πρωτογενή υλικά ξύλου κωνοφόρων	19,2 (18,8-19,8)	0,3 (0,2-0,5)
Τυπικές τιμές για πρωτογενή υλικά ξύλου πλατυφύλλων	19 (18,5-19,2)	0,3 (0,2-0,5)
Τυπικές τιμές για πρωτογενή υλικά φλοιού	20 (19-21)	4-5 (2-10)
Τυπικές τιμές για πρωτογενή υλικά ξύλου, υπολείμματα υλοτομίας	19-20	1,5-2
Τυπικές τιμές για πρωτογενή υλικά ξύλου Φυτείες μικρού περίτροπου χρόνου (Ιτιά και λεύκη)	18,6-19,2	2
Ξύλο αμπέλου (θρυμματισμένο)	19,8	3,4
Μίσχανθος	17,6	3,9
Άχυρο σίτου	17,2	5,7

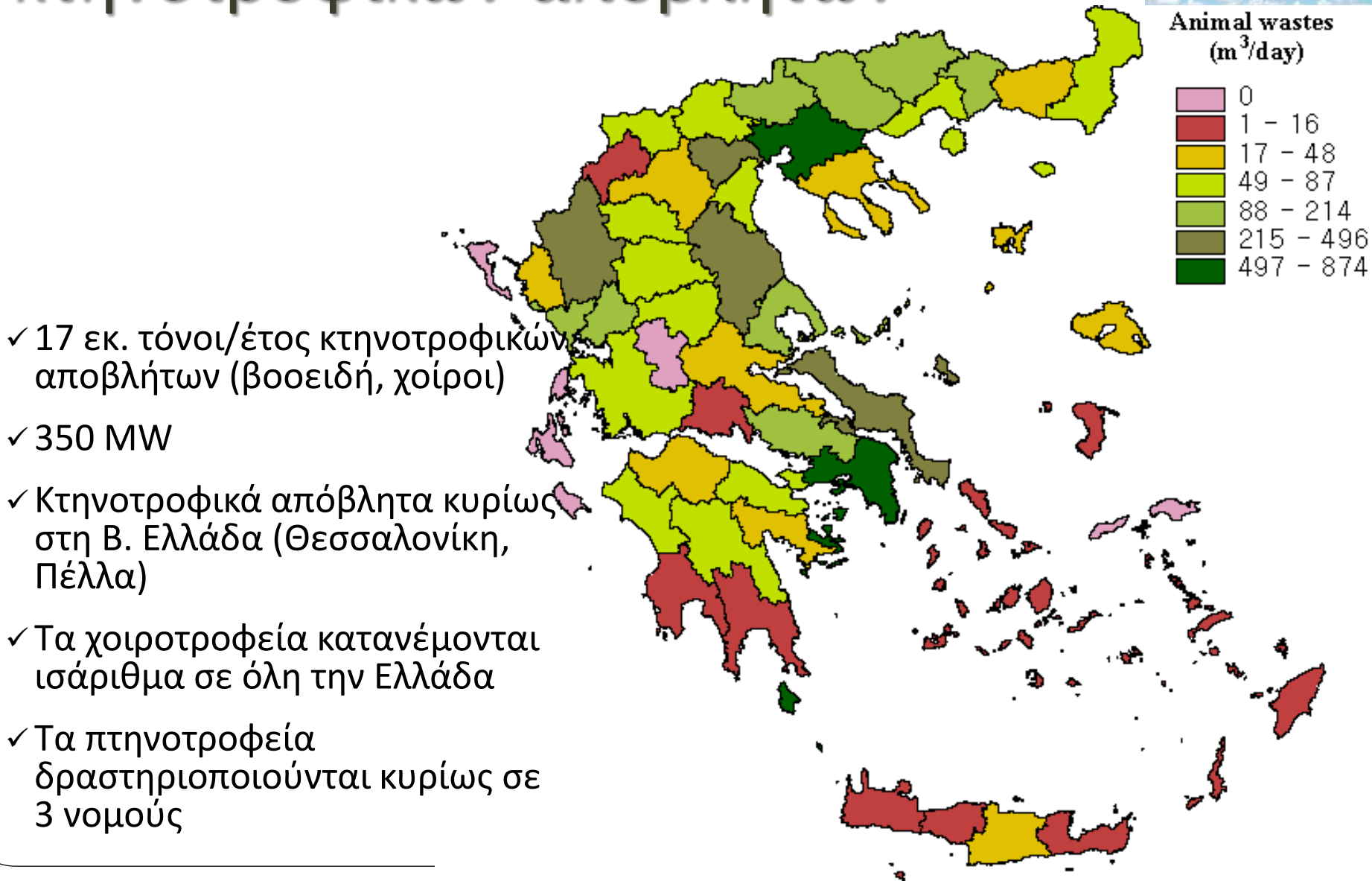


Τέφρα

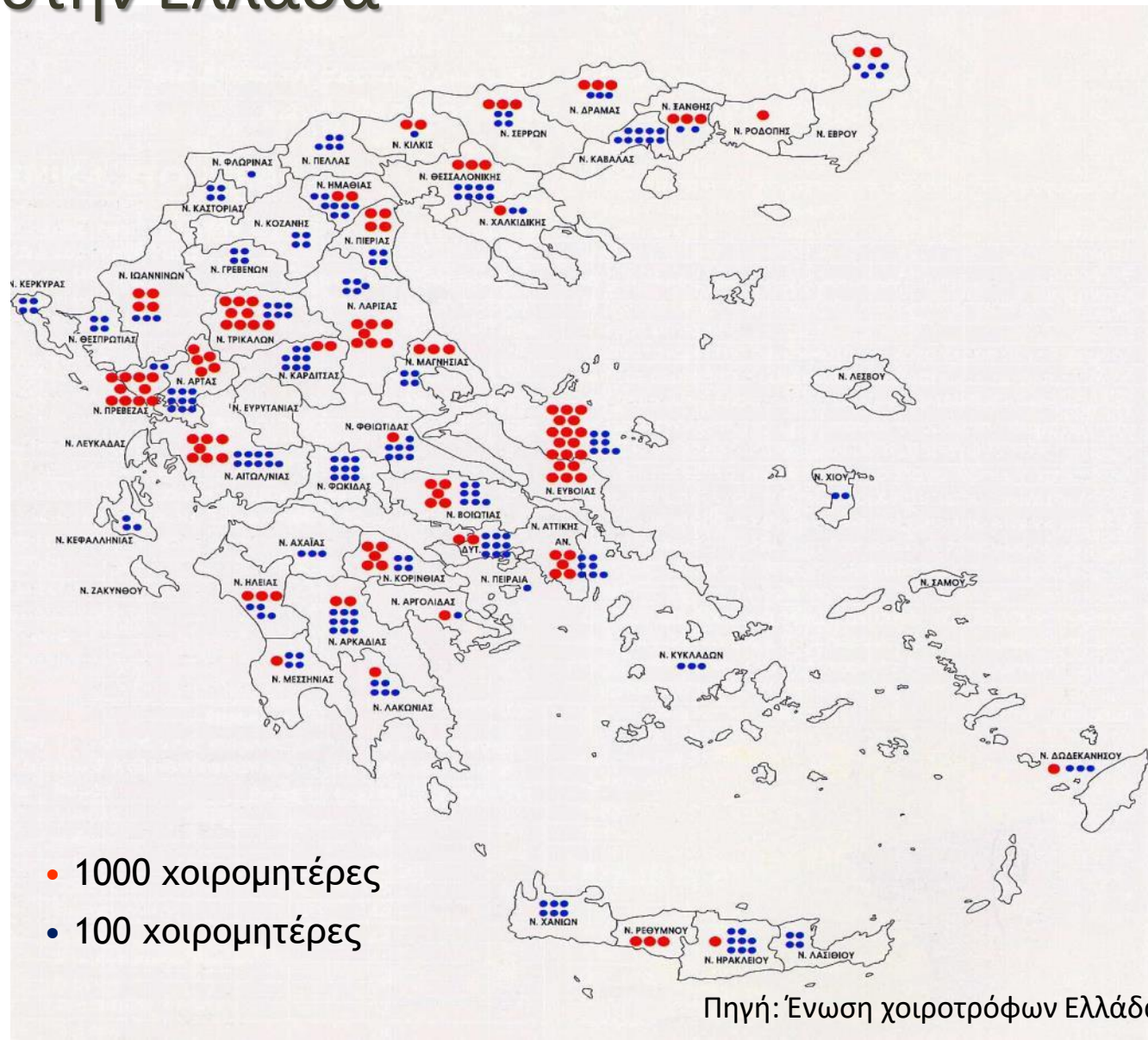


11/4/2017

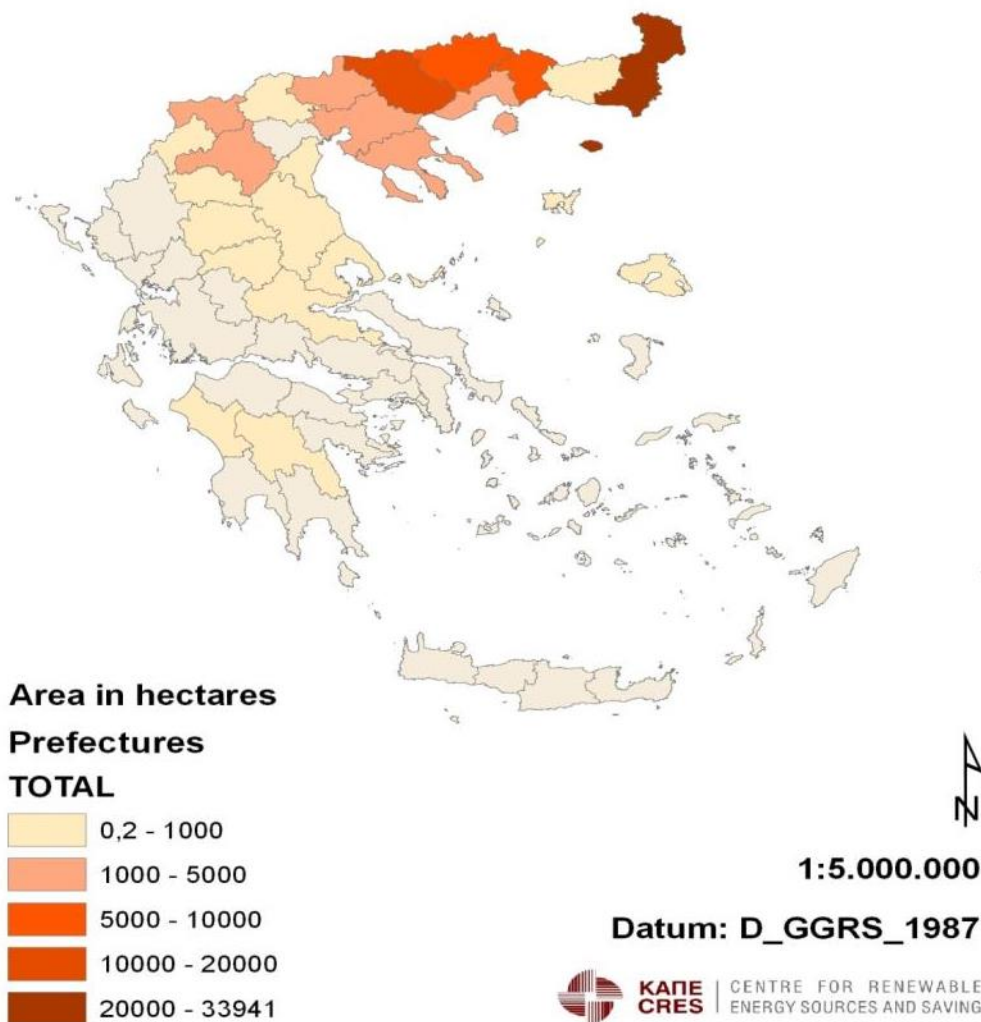
Τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό των κτηνοτροφικών αποβλήτων



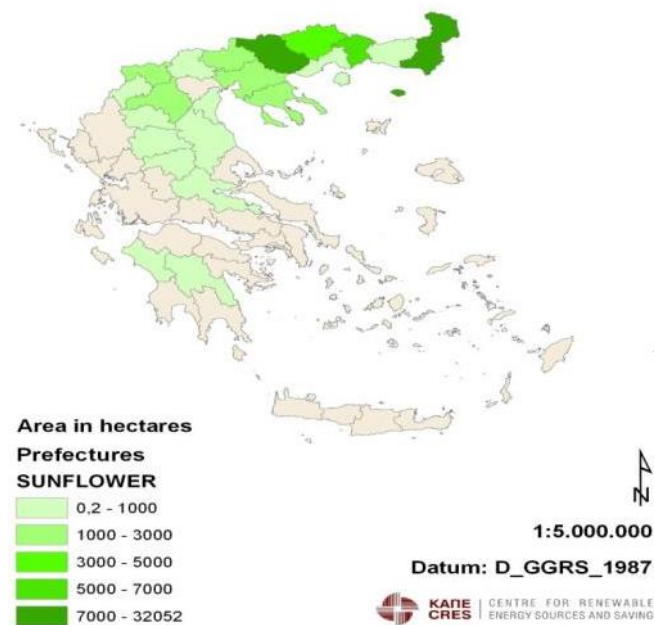
Γεωγραφική κατανομή των χοιροτροφείων στην Ελλάδα



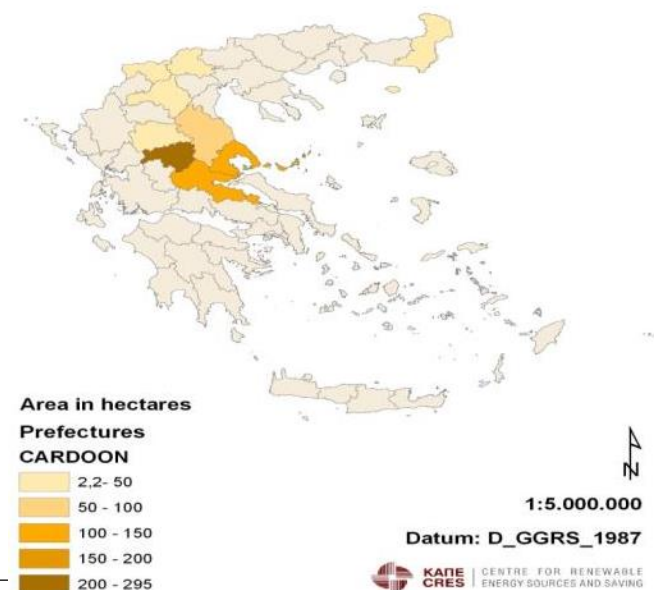
Γεωγραφική κατανομή των ενεργειακών φυτών στην Ελλάδα (2011)



**Sunflower allocation in Greece
(Year 2011)**



**Cardoon allocation in Greece
(Year 2011)**



Σημαντικότερα έργα ενεργειακών φυτών

1. **Cynara cardunculus** productivity network. 1990-1992.
 2. **Miscanthus** productivity network. 1990-1995
 3. **Sweet sorghum** productivity network. 1990-1995.
 4. STRIDE HELLAS 0289. "An integrated and innovative R&D approach exploring the potential of biofuel production in Greece from renewable biomass resources. 1992-1994
 5. ECHAIINE - Energy Wood Production Chains in Europe. 2002-2004
 6. ***Giant reed (Arundo donax L.) network. 1997-2000**
 7. ***Bioenergy chains from perennial crops in South Europe. 2001-2005**
 8. ***Biokenaf –Biomass production chain and growth simulation model for kenaf (2003-2007)**
 9. ***Future crops for food, feed, fibre and fuel. 2008-2009**
 10. ***Crops2Industry- Non-food Crops-to-Industry schemes in EU27. 2009-2012**
 11. EUROpean multilevel BIOREFinery design for sustainable biomass processing. 2010-2013
 12. Gasbioref - GASification of BIOfuels and REcovered Fuels 2011-2013
 13. OPTIMA- Optimisation of **perennial grasses** for biomass production in the Mediterranean area
 14. LIGNOFOS - Sustainable Production Of Biofuels And High Added Value Biochemical Products From Lignocellulosic Biomass
 15. ***FIBRA - Fibre Crops as a sustainable source of biobased material for industrial products in Europe and China**
- * **Coordination**



Τρέχοντα έργα

- **LIFE-STYMFALIA** - Sustainable management and financing of wetland biodiversity – The case of Lake Stymfalia, 2013-2017 (www.lifestymfalia.gr).

Total budget: €2,013,290 / CRES: €53,180

- **COSMOS** – Camelina & crambe Oil crops as Sources for Medium-chain Oils for Specialty oleochemicals (Horizon2020) 2015-2019.

Total budget: €10,811,197 / CRES: €564,750

Νέα έργα

- **BECOOL** - Brazil-EU Cooperation for Development of Advanced Lignocellulosic Biofuels.

Total budget: €4,999,955/ CRES: €400,162

- **MAGIC** - Marginal lands for Growing Industrial Crops: Turning a burden into an opportunity.

Total budget: €5,999,987/ CRES: €485,000



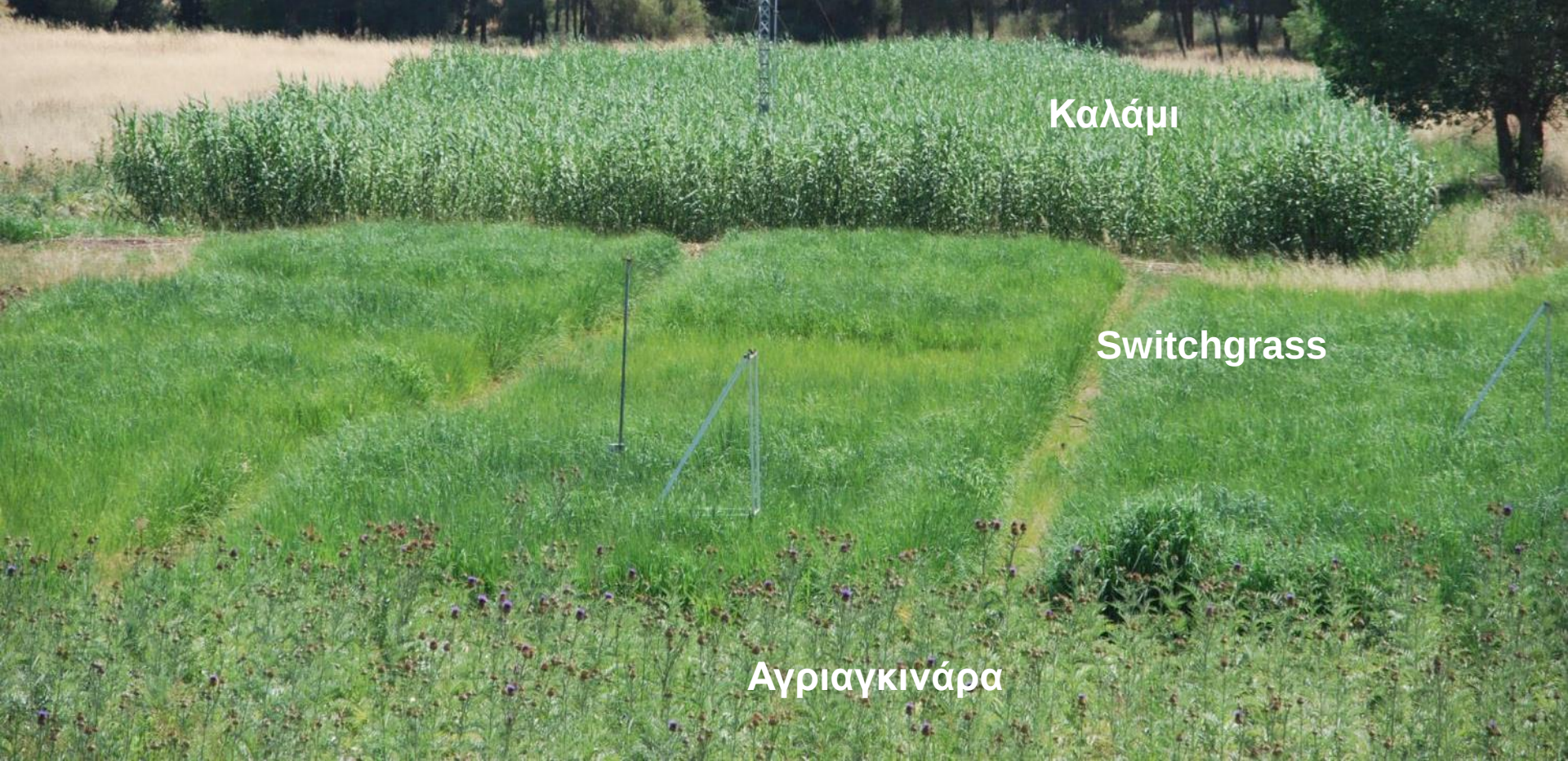


Ηλίανθος

Ατραχτυλίδα

Ελαιοκράμβη

Κράμβη



Καλάμι

Switchgrass

Αγριαγκινάρα

Φυτείες Ξυλωδών Ειδών Μικρού Περίτροπου Χρόνου (SRC)



Γιατί Φυτείες Δασικών Ειδών;

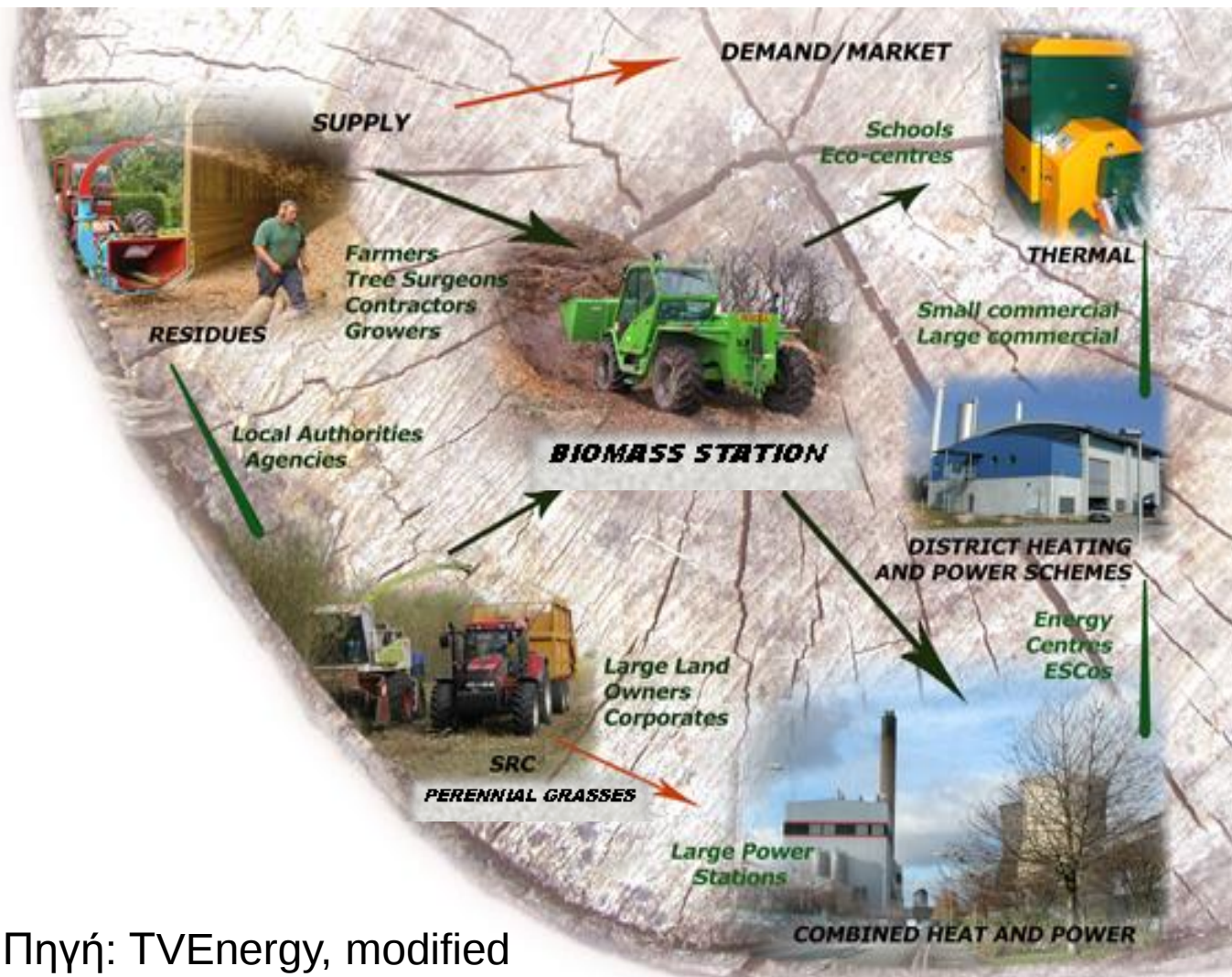
- ✓ Αναμένεται **αύξηση της ζήτησης** για ξύλο
 - ✓ Ως καύσιμο για θέρμανση και ηλεκτρισμό
 - ✓ Ως πρώτη ύλη κατασκευών και βιο-υλικών
- ✓ Υποστηρίζονται από τους στόχους της Εθνικής και Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής
- ✓ Είναι δασο-γεωργική πρακτική **χαμηλών εισροών**
- ✓ Έχει **περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη** για τους αγρότες

Βασικά πλεονεκτήματα αυτών των δασικών ειδών

- ✓ Διαθεσιμότητα κλώνων με υψηλή ανάπτυξη, ικανότητα πρεμνο-βλάστησης και ανθεκτικότητα σε αντίξοες συνθήκες
- ✓ Μεγάλες ποσότητες πρώτης ύλης ανά διετία/τριετία
- ✓ Ευκολία στη διαχείριση της ξυλώδους βιομάζας, καλή ποιότητα ξύλου



Εφοδιαστικές αλυσίδες βιομάζας



Πηγή: TVEnergy, modified



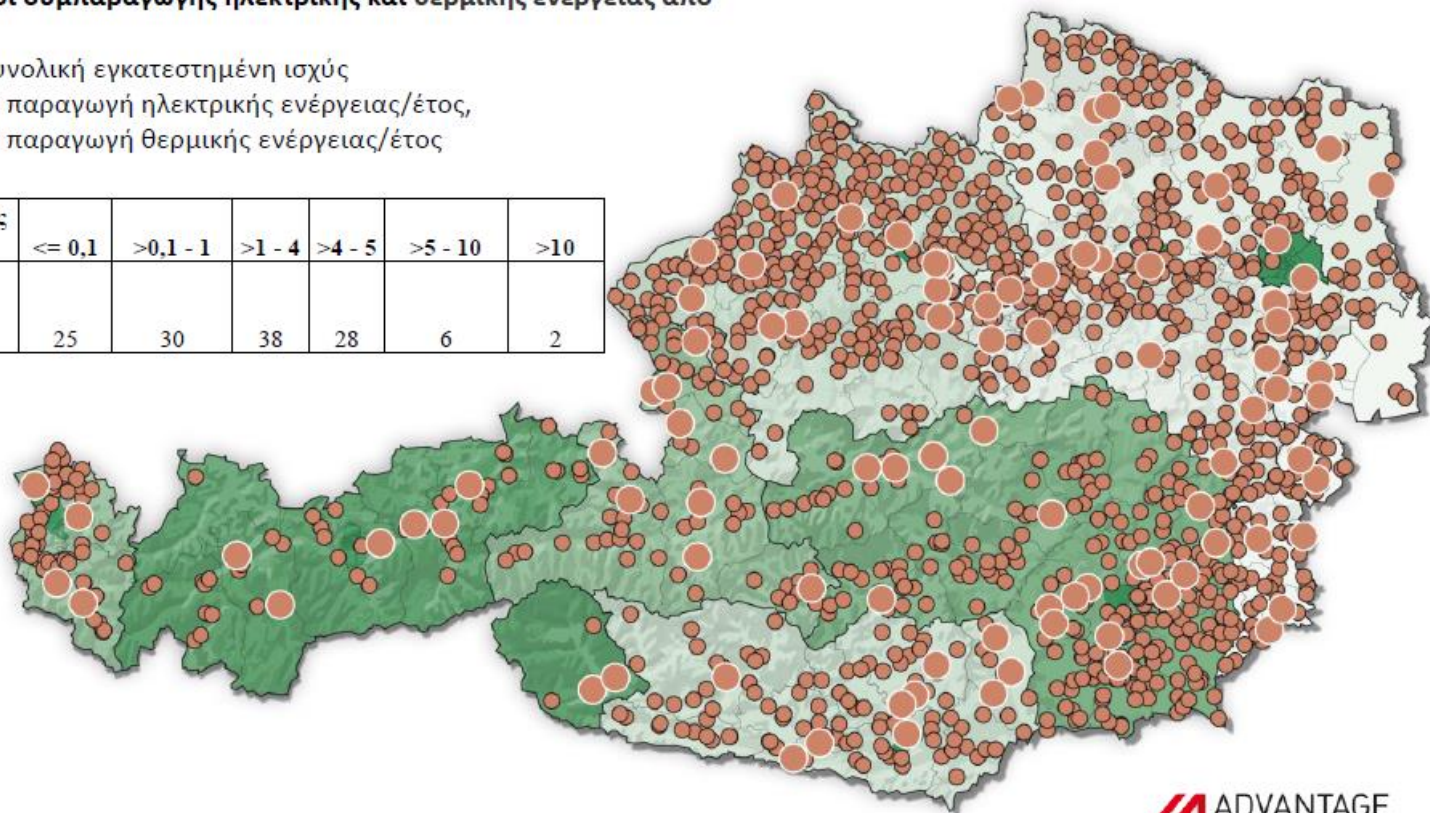
Το παράδειγμα της Αυστρίας

Παραγωγή θερμικής ενέργειας από βιομάζα
εγκατεστημένες μονάδες



- **2.108 Σταθμοί Βιομάζας παραγωγής θερμικής ενέργειας**
1.860 MW συνολική εγκατεστημένη ισχύς
4.650 GWh παραγωγή θερμικής ενέργειας/έτος
- **129 Σταθμοί συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα**
318 MW συνολική εγκατεστημένη ισχύς
1.980 GWh παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας/έτος,
4.520 GWh παραγωγή θερμικής ενέργειας/έτος

Εγκατεστημένη ισχύς σε MWel	<= 0,1	>0,1 - 1	>1 - 4	>4 - 5	>5 - 10	>10
Αριθμός εγκατεστημένων μονάδων	25	30	38	28	6	2



Συμπεράσματα

- ❖ Συστηματικές καταμετρήσεις του ενεργειακού δυναμικού της διαθέσιμης βιομάζας δεν πραγματοποιούνται στην Ελλάδα
- ❖ Διάφορες γενικές και εξειδικευμένες μελέτες (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΕΜΠ, ΚΑΠΕ, επενδυτές, κ.α)
- ❖ Χαρακτηριστικό των διαφόρων εκτιμήσεων αυτών όμως είναι οι τεράστιες αποκλίσεις στοιχείων
- ❖ Οι ξηροθερμικές και άγονες συνθήκες καθώς και το ευαίσθητο περιβάλλον του γεωργικού τομέα στην Ελλάδα καθιστά δύσκολη την αξιοποίηση της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο το δυναμικό της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι αρκετά ενθαρρυντικό.

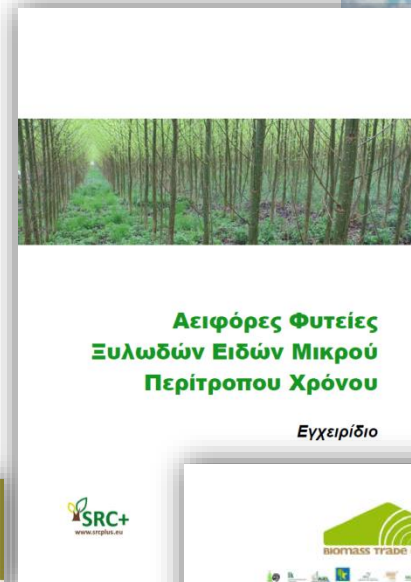
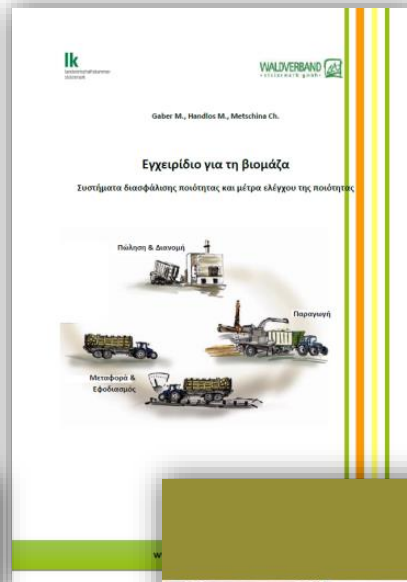
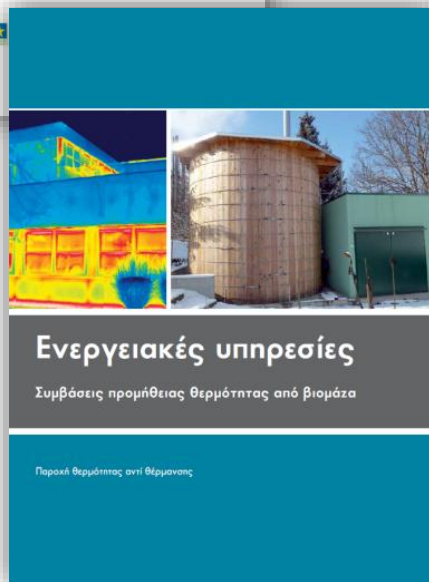


Προτάσεις

- Ανάπτυξη **εφοδιαστικής αλυσίδας** βιομάζας σε τοπικό επίπεδο
- Συνδυασμένη χρήση υπολειμμάτων και ενεργειακών φυτών
- Δημιουργία **νομοθετικού πλαισίου** σχετικά με την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας στην Ελλάδα (τιμή πώλησης θερμικής ενέργειας, χωροταξία έργων βιομάζας, ενιαία τιμή αγοράς πρώτης ύλης, κλπ)
- **Εκπαίδευση** των εμπλεκόμενων φορέων στην ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας των δασών και σε τεχνικές παραγωγής βιομάζας υψηλής ποιότητας



Διάφορες εκδόσεις





www.eu-bee.info/



www.eurobioref.org



www.biomasstradecentre2.eu

Ευχαριστώ πολύ!

Για πληροφορίες:

ΚΑΠΕ / Τμήμα Βιομάζας

19ο χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνα, Πικέρμι

Τηλ: 210 6603300

Fax: 210 6603301

E-mail: mchrist@cres.gr