



Προμήθεια βιομάζας για παραγωγή ενέργειας

Training material for B4B seminars
Prepared by: Danish Technological Institute
2016

Επισκόπηση

- Στερεά βιοκαύσιμα
 - Πρώτη ύλη
 - Ξύλο
 - Αγροτικά υπολείμματα
 - Ενεργειακές καλλιέργειες
- Εφοδιασμός και προμήθεια βιομάζας (συγκομιδή, διαχείριση, αποθήκευση)
 - Ξυλώδης βιομάζα
 - Αγροτική βιομάζα
 - Ασφάλεια προμήθειας
 - Ζητήματα ασφάλειας
 - Έλεγχος ποιότητας και πρότυπα
 - Μοντελοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας
- Παραδείγματα βέλτιστης πρακτικής

Στερεά βιοκαύσιμα

- Διάφορα είδη
 - Ξυλώδη
 - Αγρωστώδη
 - Ενεργειακά φυτά
- Διαφορετικές μορφές
 - Pellets
 - Μπριγκέτες
 - Θρυμματισμένο υλικό
 - δέματα
 - Χύμα
 - Κονιορτοποιημένο υλικό



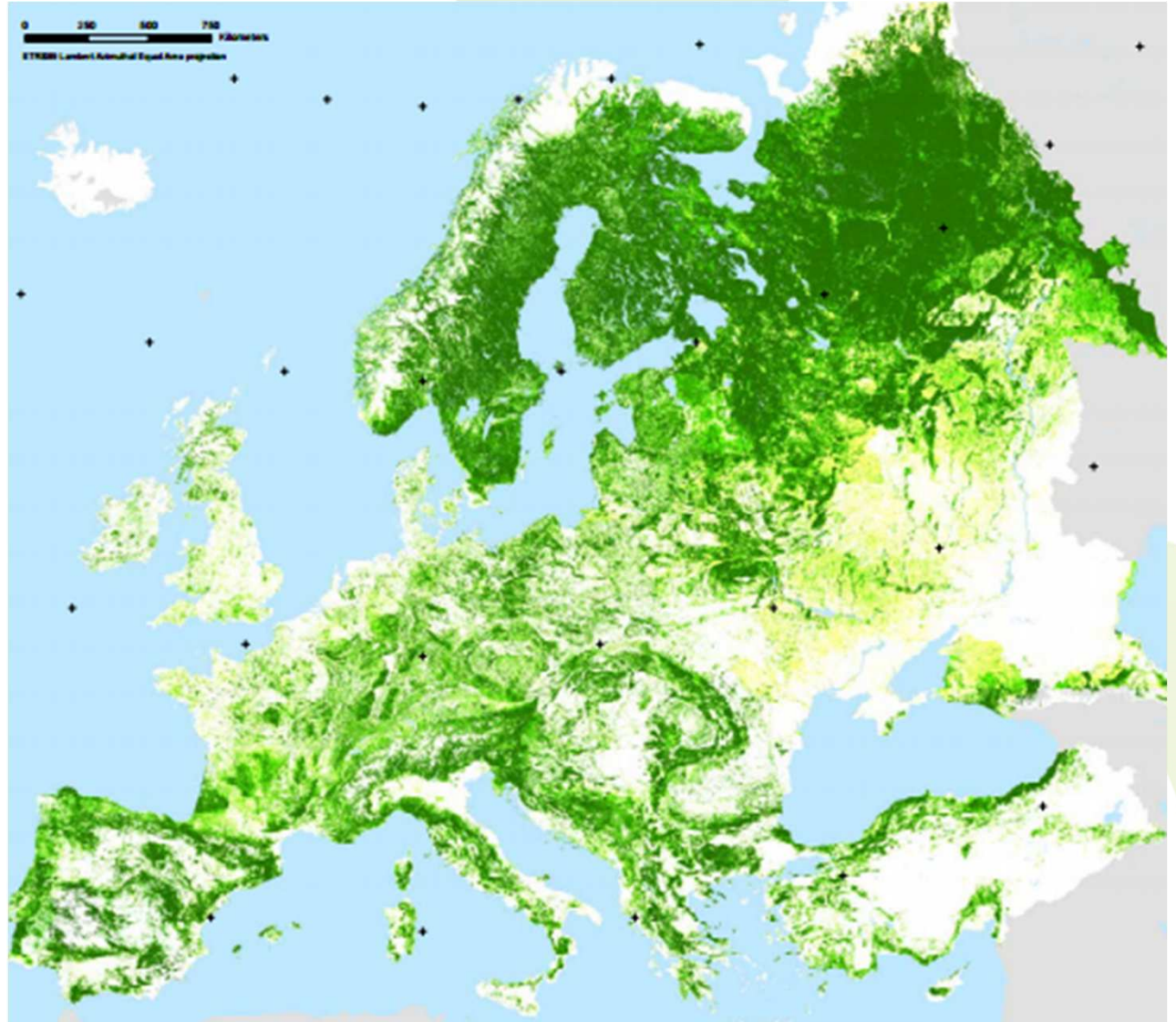
Ξυλώδη βιοκαύσιμα

- Ξυλώδης βιομάζα
 - Ξύλο δασών/ φυτειών
 - Ολόκληρα δέντρα
 - Κορμόξυλο
 - Υπολλείμματα υλοτομιών
 - Πρέμνα / ρίζες
 - Φλοιός
 - Υποπροϊόντα επεξεργασίας ξύλου
 - Πριονίδι / εξακρίδια
 - Επεξεργασμένο κα μη επεξεργασμένο
 - Χρησιμοποιημένο ξύλο
 - Κτίρια / κατασκευές

Πρώτη ύλη για ξυλώδη βιοκαύσιμα

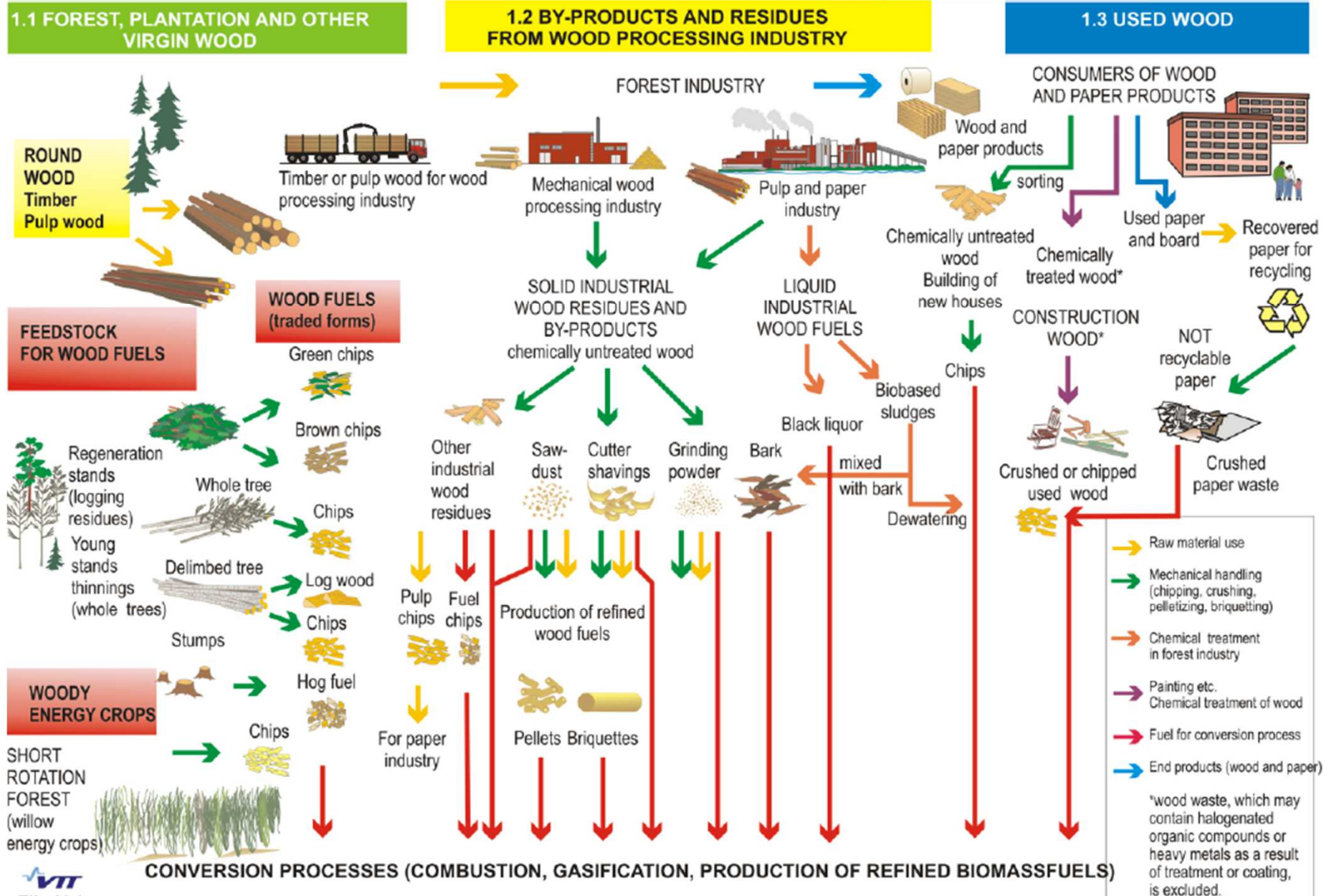
Δασικός χάρτης της Ευρώπης

- Υψηλή πυκνότητα βορειοανατολικά
- Μικρότερη αύξηση στη μέση νότια Ευρώπη
- Πυκνότητα του δάσους δεν σημαίνει και διαθεσιμότητα
- Διάφορες εφαρμογές
 - Κατασκευές
 - Επίπλα
 - Χαρτί
 - Ενέργεια



Forest map of Europe - Source: European Forest Institute, 2011

Πρώτη ύλη για ξυλώδη βιοκαύσιμα



Πρώτη ύλη για ξυλώδη βιοκαύσιμα

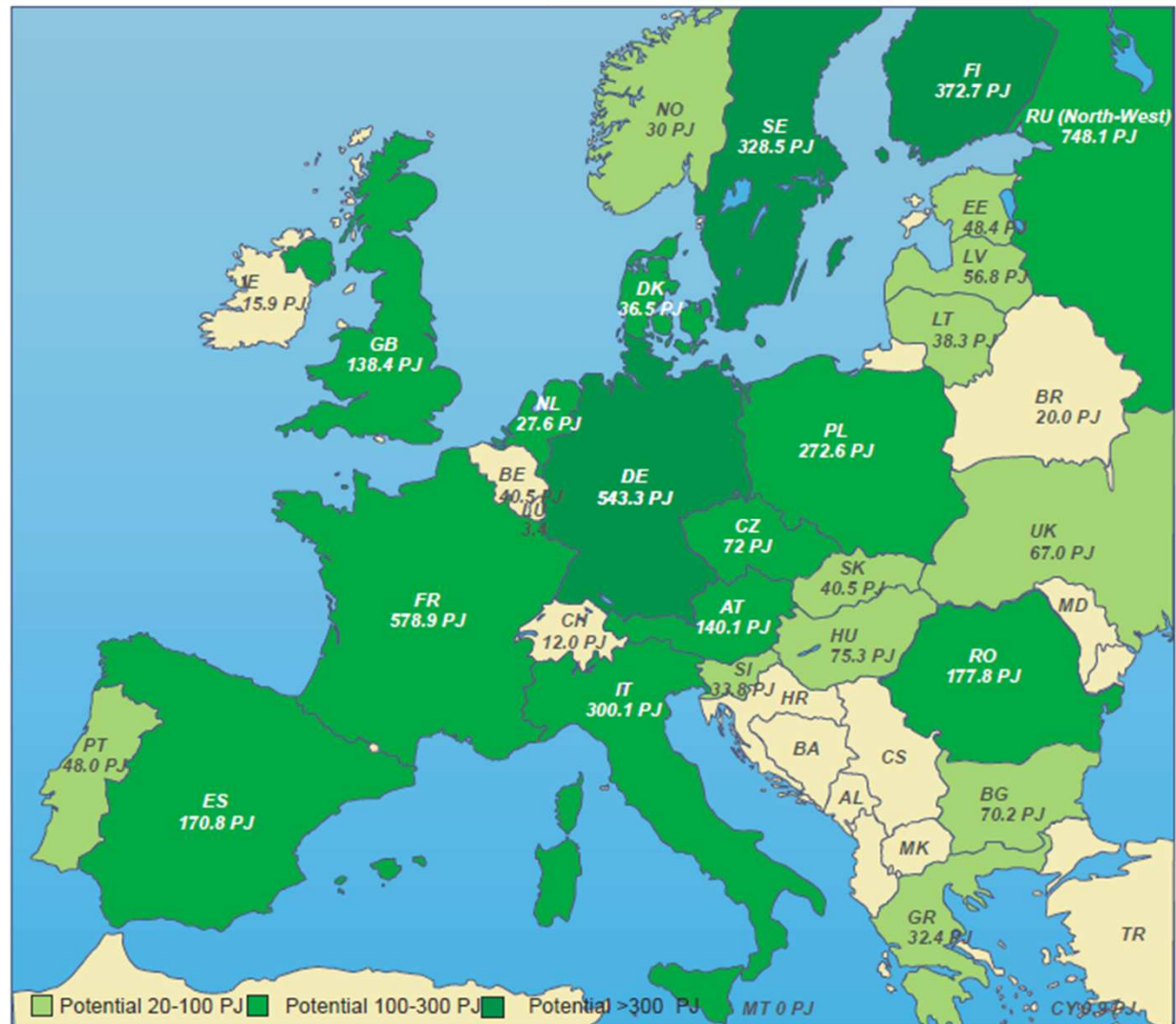
Δυναμικό ξύλου στην Ευρώπη

Μεγαλύτερο δυναμικό για παραγωγή ενέργειας:

- Γερμανία
- Γαλλία
- Φινλανδία
- Σουηδία
- Πολωνία

Εκτός ΕΕ

- Ρωσία
- Καναδάς
- ΗΠΑ



Technical wood potential in EU-27. Those marked by beige color are less than 20 PJ. (Source: VTT, Finland)

Πρώτη ύλη για ξυλώδη βιοκαύσιμα

Το συνολικό δυναμικό είναι το σύνολο του διαθέσιμου:

- Κορμόξυλο
- Πρωτογενή υπολείμματα
- Υποπροϊόντα
- Χρησιμοποιημένο ξύλο

Country	1,000 m ³				
	Stem wood	Primary forest residues	By-products from forest industries	Used wood	Total
Austria	8 104	5 735	5 525	1 100	20 464
Belgium	668	1 012	1 638	2 100	5 418
Bulgaria	4 262	4 072	785	100	9 219
Cyprus	19	9	2	100	130
Czech Republic	1 272	4 351	3 445	700	9 768
Denmark	2 407	1 038	295	1 300	5 040
Estonia	3 538	2 140	908	200	6 786
Finland	19 320	23 434	14 207	1 200	58 161
France	40 311	21 050	6 725	6 300	74 386
Germany	27 749	25 903	12 942	8 700	75 294
Greece	2 012	1 076	280	900	4 268
Hungary	5 908	2 407	505	500	9 320
Ireland	34	883	607	600	2 124
Italy	23 833	5 982	1 712	6 200	37 727
Latvia	2 106	3 409	1 987	300	7 802
Lithuania	2 117	1 971	886	300	5 274
Luxembourg	213	124	121	0	458
Malta	0	0	0	0	0
Netherlands	704	419	156	2 500	3 779
Poland	13 394	14 477	7 912	3 500	39 283
Portugal	577	2 810	2 334	700	6 421
Romania	11 683	6 658	2 650	1 700	22 691
Slovakia	608	2 850	1 728	200	5 386
Slovenia	2 699	1 370	459	100	4 628
Spain	6 763	7 222	3 995	4 200	22 180
Sweden	10 089	21 506	18 382	1 000	50 977
United Kingdom	5 264	4 528	1 984	7 500	19 276
EU-27	195 656	166 438	92 164	52 000	506 258

Wood potential in Europe.
 Technical potential in 1000m³
 Source: VTT, Finland

m³ is solid cubic meter.

Πρώτη ύλη για στερεά βιοκαύσιμα

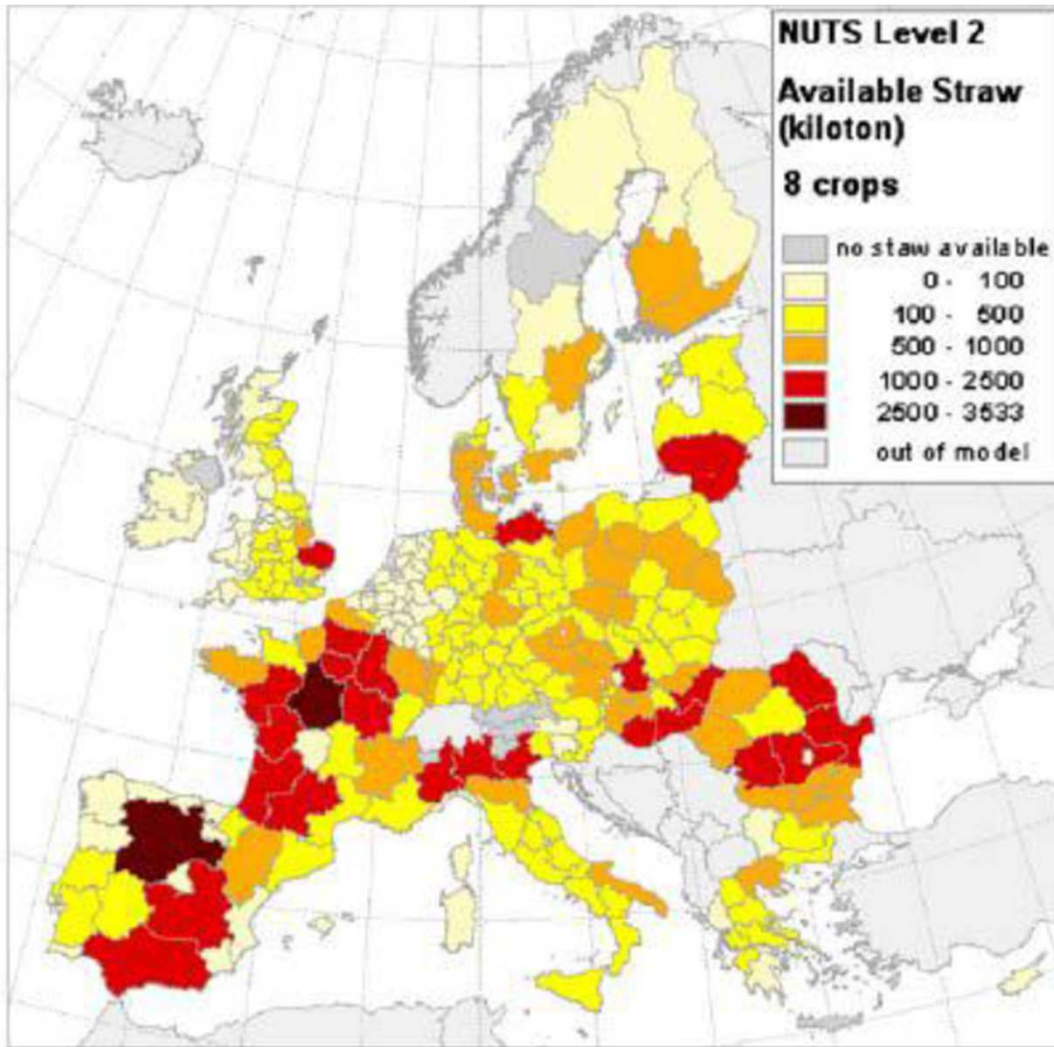
Πρώτη ύλη	Μέση υγρασία	Πηγή	Χρήση
Υπολείμματα πριστηρίου	15 – 50%	πριστήρια	Θρυμματισμένο ξύλο, pellets
Στρογγύλη ξυλεία	20 – 50%	Δάση, πριστήρια	Θρυμματισμένο ξύλο
Δασικά υπολείμματα	45 – 55%	δάση	Θρυμματισμένο ξύλο
Διαμόρφωση χώρων πρασίνου	45 – 60%	Φορείς διαχείρισης	ΙΘρυμματισμένο ξύλο
SRC	45 – 55%	Φυτείες	Θρυμματισμένο ξύλο
Στελέχη	10 – 20%	Αγροτικά υποπροϊόντα	Μονάδες αχύρου
Άλλες μορφές	10-60%	Αγροτικά υποπροϊόντα	Μονάδες θέρμανσης

Βιοκαύσιμα από αγροτικά υπολείμματα

- Αγροτικά υπολείμματα
 - Καλλιέργειες με σιτηρά και αγρωστώδη
 - Όλο το φυτό
 - Άχυρο
 - Σπόροι
 - Κελύφη
 - Κουκούτσια



Άχυρο ως πρώτη ύλη για παραγωγή ενέργειας



Available straw potential in Europe in 1,000 tons. Monforti et al. (2013)

Country	Available potential PJ/a
Austria	6.4
Belgium	5.2
Bulgaria	12.1
Cyprus	0
Czech Republic	15.8
Denmark	19.3
Estonia	1.8
Finland	8.9
France	111.5
Germany	92.9
Greece	8.7
Hungary	15.7
Ireland	5.1
Italy	40.3
Latvia	3.5
Lithuania	6.6
Luxemburg	0.4
Malta	0
Netherlands	3.6
Poland	39
Portugal	1.5
Romania	18.7
Slovakia	6
Slovenia	0.5
Spain	74.4
Sweden	10.5
United Kingdom	52
EU-27 TOTAL	560.4

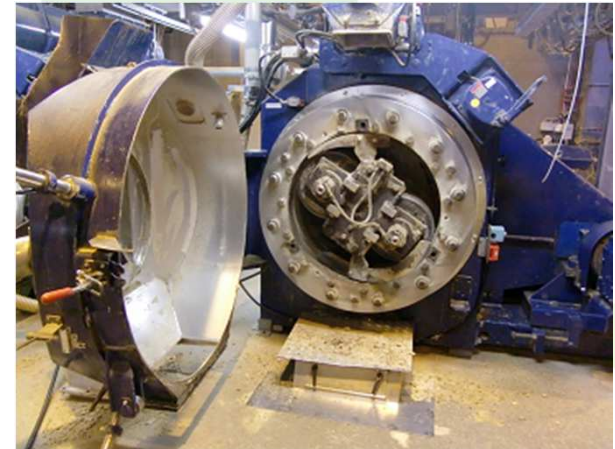
Ενεργειακές καλλιέργειες ως πρώτη ύλη

- Φυτά για παραγωγή ενέργειας
 - Φαλαρίδα
 - Μίσχανθος
 - Καλάμι
 - Ξυλώδη (SRC)
 - Λεύκη
 - Ιτιά
 - Ευκάλυπτος



Πελετοποίηση

- Μετατροπή ενός υλικού χαμηλής πυκνότητας
 - Αύξηση πυκνότητας (άχυρο: 40 kg/m³ → 750 kg/m³)
 - Μείωση δαπανών μεταφοράς, αποθήκευσης, διαχείρισης
 - Συγκεκριμένο μέγεθος → διεθνή πρότυπα
 - Ομοιογενές υλικό → αυτόματη διαδικασία



Προμήθεια και εφοδιασμός βιομάζας

- Είναι σημαντική για:
 - Σταθερή προμήθεια όλο το χρόνο
 - Πρόβλεψη τιμών
 - Σταθερή ποιότητα
 - Εμπόριο και συμβάσεις
 - Σχεδιασμό και συντήρηση του συστήματος θέρμανσης

Ζήτηση βιομάζας για ενέργεια

Τυπικά μεγέθη λειτουργίας για διάφορα μεγέθη και είδη μονάδων

Type of plant	Heat _(th) or power _(e) capacity ranges, and annual hours of operation.	Biomass fuel required (oven dry tonnes/year)	Vehicle movements for biomass delivery to the plant	Land area required to produce the biomass (% of total within a given radius).
Small heat	100 - 250 kW _{th} 2 000 hr	40 - 60	3 - 5 / yr	1 - 3% within 1 km radius
Large heat	250kW _{th} - 1 MW _{th} 3 000 hr	100 - 1200	10 - 140 / yr	5 - 10% within 2 km radius
Small CHP	500 kW _e - 2 MW _e 4 000 hr	1 000 - 5 000	150 - 500 / yr	1 - 3% within 5 km radius
Medium CHP	5 - 10 MW _e 5 000 hr	30 000 - 60 000	5 - 10 / day	5 - 10% within 10 km radius
Large power plant	20 - 30 MW _e 7 000 hr	90 000 - 150 000	25 - 50 / day and night	2 - 5% within 50 km radius

Source: International Energy Agency – Best practice guideline: Bioenergy Project Development Biomass Supply

Εφοδιαστικές αλυσίδες στερεών βιοκαυσίμων με βάση την τελική χρήση

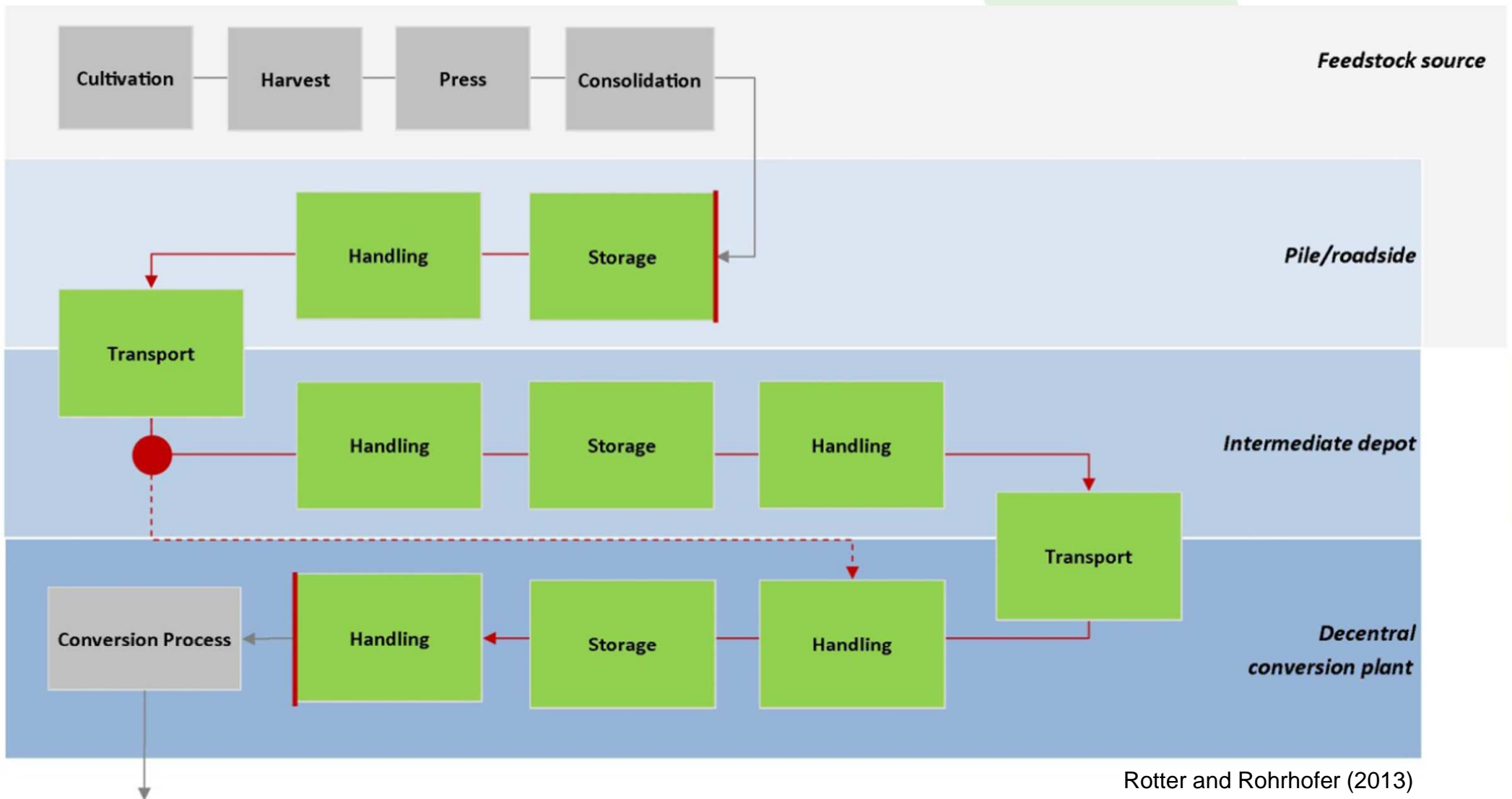
End-user and average annual fuel consumption	Biomass fuel	Quality requirements	Technology for energy conversion
Households (<50 kWh) Annual fuel consumption <30 MWh	Wood pellets	Good mechanical durability Low ash content	Pellet boilers Pellet stoves
	Wood briquettes	Low ash content, packaged	Stoves and fireplaces
	Wood chips	Low moisture content, < 35w-%	Stoker boiler
	Log wood	Low moisture content, 15-20 w-%	Stoves and fireplaces, boilers
Farms, large buildings (<1 MWh) Annual fuel consumption < 3 GWh)	Wood chips from whole trees or delimbed trees	Low moisture content, less than 35 w-%	Stoker burners Grate firing
	Straw bales	High quality bales, low moisture content (< 18 w-%)	Grate combustion, also whole bales
	Wood pellets	Good mechanical durability Low ash content	Pellet boilers Stoker boilers
District heating plants (<5 MW _{th}) or power plants (<5 MW _e) Annual fuel consumption <35 GWh (DH, CHP) or 85 GWh (power only)	Wood chips from forest residues or whole trees	Moisture content usually less than 40 w-%	Grate combustion Fluidised bed combustion Gasification
	Straw or energy grass bales	Moisture content, less 20 w-%	Cigar combustion Crate combustion, also whole bales
CHP and power plants (>5 MW _e) Annual fuel consumption from 85 GWh to several TWh	Wood fuels from forest residues, stumps	Boiler and handling equipment based requirements	Usually cofiring with coal or peat Fluidised bed combustion Gasification
	Wood or straw pellets	Boiler and handling equipment based requirements	Cofiring with coal Pulverised combustion
	Herbaceous biomass (straw or energy grasses, like miscanthus and reed canary grass)	Big bales, moisture content less than 20 w-%	Cigar combustion Grate combustion Fluidised bed combustion Cofiring with coal
	Olive residues	Boiler and handling equipment based requirements	Grate firing Cofiring with coal in fluidised bed boiler

Source: E. Alakangas, VTT, Finland - EUBIONET II project

Εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας

- Καλλιέργεια
- Συγκομιδή
- Ξήρανση
- Προεπεξεργασία
- Φόρτωση, εκφόρτωση
- Μεταφορά
 - Μικρών αποστάσεων
 - Μεγάλων αποστάσεων
- αποθήκευση
 - Ενδιάμεση
 - Μακράς διάρκειας

Εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας

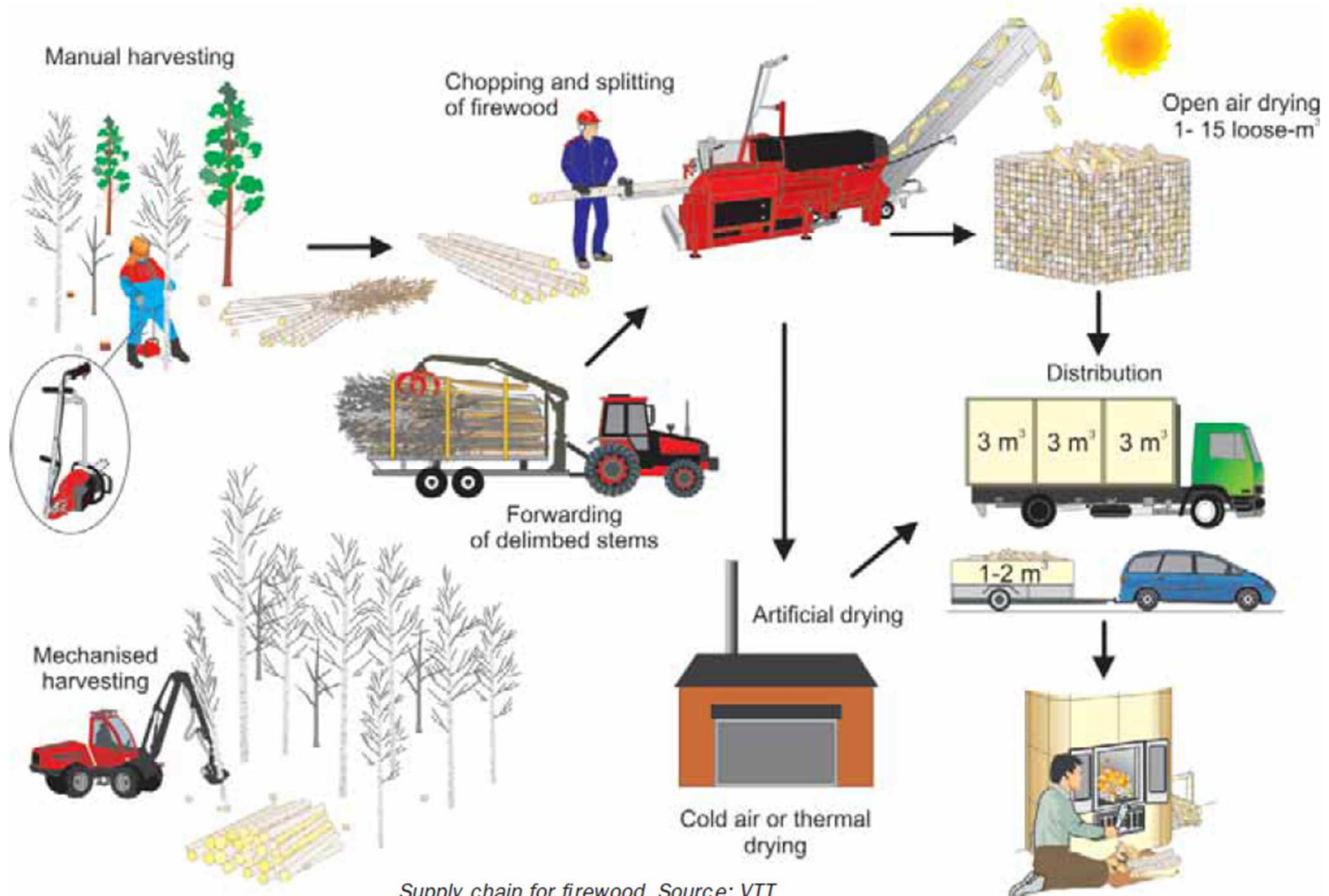


Rotter and Rohrhofer (2013)

Παράγοντες κόστους της προμήθειας βιομάζας

Index for		Labour costs				Fuel costs		Vehicle investment costs	
Country Code		Gross hourly wage (EUR/h)	Social security contribution ratio (% of gross hourly wage)	Total hourly wage (EUR/h)	Labor costs index	Diesel fuel gross price (EUR/l)	Fuel cost index	Index by sales expert (100 = Mean in Europe)	Investment cost index
BE	Belgium	39.3	47%	57.8	1.44	1.42	1.00	103	1.00
SE	Sweden	39.1	52%	59.4	1.49	1.67	1.19	108	1.05
DK	Denmark	38.9	15%	44.7	1.12	1.48	1.05	106	1.03
FR	France	34.2	50%	51.3	1.28	1.37	0.97	97	0.94
LU	Luxembourg	33.7	15%	38.8	0.97	1.26	0.89	103	1.00
NL	Netherlands	31.1	30%	40.4	1.01	1.47	1.04	106	1.03
DE	Germany	30.1	28%	38.5	0.96	1.50	1.07	99	0.96
FI	Finland	29.7	28%	38.0	0.95	1.55	1.10	108	1.05
AT	Austria	29.2	37%	40.0	1.00	1.41	1.00	103	1.00
IE	Ireland	27.4	18%	32.3	0.81	1.58	1.12	105	1.02
IT	Italy	26.7	41%	37.6	0.94	1.71	1.21	107	1.04
ES	Spain	20.6	37%	28.2	0.71	1.36	0.96	89	0.86
UK	Great Britain	20.1	16%	23.3	0.58	1.73	1.23	100	0.97
CY	Cyprus	16.5	21%	20.0	0.50	1.34	0.95	86	0.83
GR	Greece	16.4	29%	21.2	0.53	1.44	1.02	89	0.86
SI	Slovenia	14.4	17%	16.8	0.42	1.40	0.99	105	1.02
PT	Portugal	12.1	26%	15.2	0.38	1.45	1.03	105	1.02
MT	Malta	11.9	10%	13.1	0.33	1.40	0.99	89	0.86
CZ	Czech Rep.	10.5	37%	14.4	0.36	1.43	1.01	109	1.06
SK	Slovakia	8.4	36%	11.4	0.29	1.44	1.02	109	1.06
EE	Estonia	8.1	37%	11.1	0.28	1.40	0.99	91	0.88
HU	Hungary	7.6	34%	10.2	0.25	1.52	1.08	109	1.06
PL	Poland	7.1	20%	8.5	0.21	1.36	0.96	91	0.88
LV	Latvia	5.9	27%	7.5	0.19	1.38	0.98	91	0.88
LT	Lithuania	5.5	40%	7.7	0.19	1.32	0.94	91	0.88
RO	Romania	4.5	31%	5.9	0.15	1.33	0.94	109	1.06
BG	Bulgaria	3.5	19%	4.2	0.10	1.31	0.93	109	1.06
CH	Switzerland	41.9	20%	50.3	1.26	1.62	1.15	109	1.06

Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας



Supply chain for firewood. Source: VTT

Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας - εξοπλισμός

Chainsaw

purchase cost: 500-900 €

productivity in high forest:

1-1.2 solid m³/h (thinning)

2-2.5 solid m³/h (main felling)

productivity in coppice:

0.4-0.7 stacked m³/h (average cond.)

0.8-1.8 stacked m³/h (good cond.)

fuel consumption per hour:

0.6-1 l (petrol and oil mixture)

hourly cost: ≈ 18-20 €



Tractor and winch

tractor purchase cost: 45,000-60,000 €

winch purchase cost: 3000-4200 €

productivity in high forest: 2.5-6 solid m³/h

productivity in coppice: 3-7 stacked m³/h

fuel consumption per hour: 4-9 l

hourly cost: ≈ 45-50 € (2 operators)



Tractor and trailer

tractor purchase cost: 45,000-60,000 €

trailer purchase cost: 8,000-25,000 €

loading capacity: 5-15 t

productivity: 5-12 solid m³/h

(depending on hauling distance)

fuel consumption per hour: 5-10 l

hourly cost: ≈ 40-50 €



Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας - εξοπλισμός

Cable crane with mobile tower yarder *light*

purchase cost: 40000-120,000 €

max traction power: 2,000 daN

productivity: 3-6 solid m³/h

fuel hourly consumption: 5-6 l

hourly cost: ≈ 25-40 €

medium

purchase cost: 100,000-220,000 €

max traction power: 5000 daN

productivity: 3-12 solid m³/h

fuel consumption per hour: 6-10 l

hourly cost: ≈ 40-80 €



Harvester

purchase cost: 300,000-370,000 €

max cutting diameter: 65-70 cm

max delimiting diameter: 45-60 cm

max negotiable slope: 35% (wheels)

60% (tracks)

(with optimal soil bearing capacity)

productivity in high forest: 8-20 solid m³/h

fuel consumption per hour: 11-16 l

hourly cost: ≈ 90-120 €



Forwarder

purchase cost: 180,000 – 270,000 €

loading capacity: 10 - 14 t

max negotiable slope: 30 - 35%

logs length: up to 6 m

productivity: 12-20 solid m³/h

(depending on hauling distance)

fuel consumption per hour: 7-11 l

hourly cost: ≈ 65 - 80 €



Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας - εξοπλισμός

Hybrid harvester

purchase cost: 240,000 €

max cutting diameter: 55 cm

max delimiting diameter: 50 cm

max negotiable slope: 45-50%

productivity: 10-15 solid m³/h

fuel consumption per hour: 10-12 l

hourly cost: ≈ 80 €



Skidder

purchase cost: 120,000 – 150,000 €

skidding capacity: up to 3 t

max negotiable slope: 20%

productivity: 8 - 12 solid m³/h

(depending on hauling distance)

fuel consumption per hour: 6-10 l

hourly cost: ≈ 55 - 65 €



Tractor-mounted processor

tractor purchase cost: 30,000 €

processor purchase cost: 45,000 €

max cutting diameter: 48 cm

max delimiting diameter: 40 cm

productivity: 10-15 solid m³/h

fuel consumption per hour: 4-5 l

hourly cost: ≈ 35 €



Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας - εξοπλισμός

Excavator-based processor

excavator purchase cost: 170,000 €
processor purchase cost: 60,000 €
max cutting diameter: 65 cm
max delimiting diameter: 60 cm
productivity: 15-40 solid m³/h
fuel consumption per hour: 15 - 17 l
hourly cost: ≈ 85 €



Chipper

small power

purchase cost: 3,500-35,000 €
working diameter: max 20 cm
productivity: 2-3 t/h
fuel consumption per hour: 5-8 l

medium power

purchase cost: 15,000-75,000 €
working diameter: max 30 cm
productivity: 4-7 t/h
fuel consumption per hour: 10-14 l

high power

purchase cost: 31,000-250,000 €
working diameter: > 30 cm
productivity: 13-20 t/h
fuel consumption per hour: 34-38 l
hourly cost: ≈ 150-190 €



Εφοδιαστική αλυσίδα ξυλώδους βιομάζας - εξοπλισμός

Saw wood

*purchase cost: 600-2,000 €
working diameter: 14-25 cm*

Split wood

*purchase cost: 1,500-14,000 €
working log length: 0.3-4 m*

Combined (saw-split wood)

*purchase cost: 7,000-70,000 €
working diameter: 25-60 cm
working log length: 2-6 m
hourly cost: ≈ 70-150 €*

Truck and trailer (log transport)

*truck purchase cost: 110,000-150,000 €
trailer purchase cost: 20,000-30,000 €
loading capacity: 18-20 t
fuel consumption: 2.5-3.5 km/l
hourly cost: ≈ 60-75 €*

Truck and trailer (wood chips transport)

*truck purchase cost: 100,000-115,000 €
trailer purchase cost: 45,000 €
loading capacity: 20-22 t (85-90 bulk m³)
fuel consumption: 2.5-3.5 km/l
hourly cost: ≈ 65-70 €*

with clamshell bucket loader

*purchase cost: 205,000 €
loading capacity: 81 bulk m³
hourly cost: ≈ 70-75 €*



Εφοδιαστική αλυσίδα άχυρου



Harvesting of wheat, rye, barley, triticale and oats



Drying/raking/turning of swaths.



Loading in the field.



Transport to the farm/plant



Unloading at the farm

Storing at the farm (outside/inside)



Transport to the plant



Unloading at the district heating plant

Storing at the district heating plant



Crane transport to the boiler

Εφοδιαστική αλυσίδα άχυρου



Συγκομιδή



Διαχείριση



Δεματοποίηση

Εφοδιαστική αλυσίδα άχυρου



Φόρτωση / εκφόρτωση



Μεταφορά για αποθήκευση



Αποθήκευση / καλυψη

Εφοδιαστική αλυσίδα άχυρου



Τελική μεταφορά







Εκφόρτωση / αποθήκευση

Danish Technological Institute







Μεταφορά

Vehicle-trailer combination		Feedstock type	Max. cargo space / payload
Farm tractor and (two) tippers		Wheat straw and wood chips	70 m ³ / 21.4 t
Farm tractor and platform trailer		Wheat straw	89 m ³ / 18 t
Farm tractor and hook lift trailer for roll-off containers		Wood chips	40 m ³ / 23 t
Truck and drawbar trailer		Wheat straw and wood chips	115 m ³ / 25 t
Truck and drawbar/hook lift trailer for roll-off containers		Wood chips	60 m ³ / 26 t

Φόρτωση / εκφόρτωση

Handling equipment	
Front-end loaders (farm tractor)	
Telescopic handler	
Forklift truck	
Gantry crane	

Αποθήκευση

Storage locations (biomass logistics)		Square bales	Wood chips
1	Piles/roadside landing		
2	Intermediate depot		
3	Decentral conversion plant		

Ασφάλεια προμήθειας

- Συμβολαιοποίηση
 - Συμβάσεις προμήθειας διασφαλίζουν
 - Έγκαιρη προμήθεια
 - Ποιότητα
 - Σταθερότητα τιμών
 - Επιστροφή σε περίπτωση παραβίασης της σύμβασης
- Χώρος αποθήκευσης
 - Εξισορρόπηση μεταξύ της ασφάλειας εφοδιασμού και του κόστους επένδυσης
 - Η αποθήκευση θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον τον εφοδιασμό με καύσιμα μία εβδομάδα
 - Σε πολλές περιπτώσεις συνιστάται μεγαλύτερος χώρος αποθήκευσης για να περιοριστεί ο αριθμός των μεταφορών και να γεφυρώσει περιόδους χωρίς δυνατότητα εφοδιασμού

Έλεγχος ποιότητας

- Πρότυπα στερεών βιοκαυσίμων
 - EN 14961: Technical specifications →
 - → EN ISO 17225
 - EN 15234: Quality assurance
- Ετικέτα EN-plus, EN

Μοντελοποίηση



Εφοδιαστική αλυσίδα - προκλήσεις

- Διαφορετικοί τύποι
- Εποχικές μεταβολές (ποσότητες & ποιότητα)
- Χρόνος αποθήκευσης
- Χαμηλή πυκνότητα



Διαχείριση για να εξασφαλιστεί...

- Διαθεσιμότητα την κατάλληλη στιγμή
- Στις σωστές ποσότητες
- Στην κατάλληλη ποιότητα



→ Σταθερή, ασφαλής προμήθεια με προβλέψιμο (χαμηλό) κόστος

Αναφορές

- Rotter S., Rohrhofer C. (2013) Report on logistics processes for transport, handling and storage of biomass residues from feedstock sources to decentral conversion plants. Biomass based energy intermediates boosting biofuel production. FH Steyer, Steyer, Austria.
- Francescato V. et al (2008). Wood fuel handbook. Aebiom – AIEL Italian Agroforestry Energy Association.
- Serup H. et al. (2002). Wood for Energy production. Center for Biomass Technology, Denmark
- Sims R.E.H. (2007) Bioenergy Project Development Biomass Supply. International Energy Agency – IEA.
- Nikolaisen L. et al. (1998) Straw for Energy Production – Center for Biomass Technology. Danish Technological Institute
- Skot T. et al. (2011) Straw to Energy Status, Technologies and Innovation in Denmark. Agro Business Park A/S.
- Alakangas E. et al. (2007) Biomass Fuel Supply Chains for Solid Biofuels. VTT Research Center, Finland
- Monforti, F., Bódis, K., Scarlat, N., & Dallemand, J. F. (2013). The possible contribution of agricultural crop residues to renewable energy targets in Europe: A spatially explicit study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 666-677.
- Böttcher H, Dees M, Fritz SM, Goltsev V, Gunia K, Huck I, Lindner M, Paappanen T, Pekkanen JM, Ramos CIS, et al.: Biomass Energy Europe: Illustration Case for Europe. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria; 2010.
- Eldrup A. et al. (2007) Bioenergy for electricity and heat. Vattenfall and DONG Energy, Denmark.