

BIOMASA

Rodzaje biomasy

Roślinna:

- drewno i odpady drzewne (leśne i inne),
- odpady z produkcji i przetwarzania roślin (agro: słoma, siano, łuski, skorupy ...),
- rośliny hodowane do celów energetycznych,
- oleje roślinne i alkohole.

Zwierzęca

- obornik i gnojowica,
- tłuszcze i mączka kostna.

Odpady:

- osady ściekowe, frakcja degradowalna odpady komunalne

Pochodzenie biomasy roślinnej

Biomasa pochodzenia roślinnego powstaje w procesie fotosyntezy:

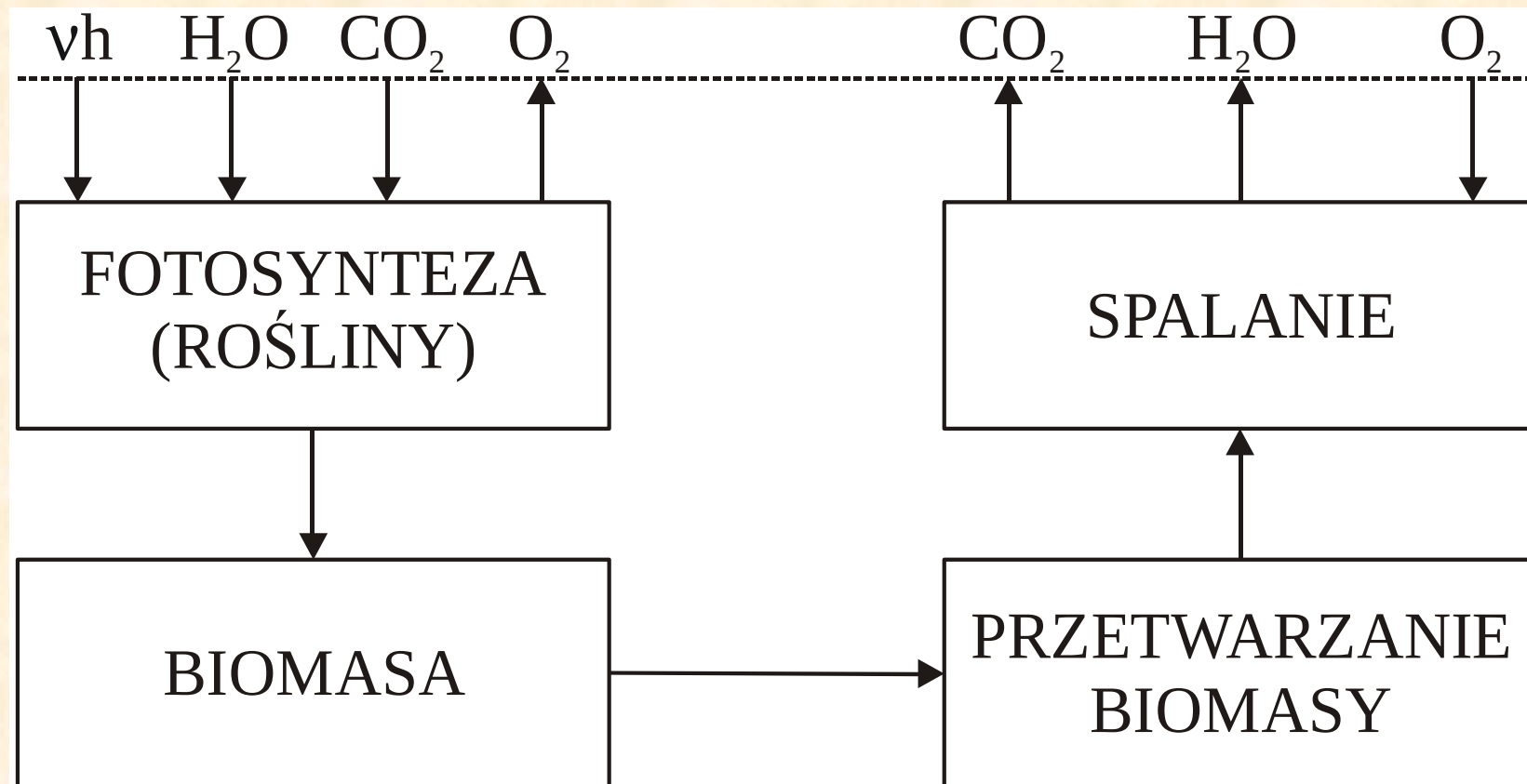


Sprawność energetyczna fotosyntezy to: $< 1\%$
co daje wydajność upraw ok. 10-50 Mg/ha

Przemiany węgla podczas spalania biomasy roślinnej



Przemiany węgla podczas spalania biomasy roślinnej



ZASOBY BIOMASY



Znaczenie biomasy jako nośnika energii: Świat

POTENCJAŁ TECHNICZNY ODNAWIALNYCH ZASOBÓB ENERGII ZIEMI (w TWa)

BIOMASA	6
EN. WODNA	3
EN. WIATRU	3
EN. GEOTERMALNA	2
EN. CIEPLNA OCEANÓW	1
EN. KINETYCZNA MÓRZ I OCEANÓW	0,045
MAŁA ENERGETYKA SŁONECZNA	2,2
RAZEM:	17,245

Znaczenie biomasy jako nośnika energii: Polska

Tabela nr 2. Wielkość potencjału technicznego energii możliwa do pozyskania z odnawialnych źródeł energii w ciągu roku w Polsce

Źródło energii	wg ekspertyzy EC BREC „Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania....” (EC BREC, 2000) [PJ]	wg Strategii redukcji emisji gazów cieplarnianych [PJ]	wg raportu przygotowanego na potrzeby Banku Światowego (Hauff, 1996) [PJ]
Biomasa	895	128	810
Energia wodna	43	50	30
Zasoby geotermalne	200	100	ok. 200
Energia wiatru	38	4	4 – 5
Promieniowanie słoneczne	1340	55	370
Ogółem	2514	337	ok. 1414
Całkowite zużycie energii pierwotnej w Polsce w 1998r.	4089,6		

Zasoby biomasy w Polsce (300 PJ)

Źródło biomasy	Rodzaj biomasy	Zasoby, PJ
Produkcja rolna	siano, słoma	150
Przemysł drzewny i leśnictwo	odpady drzewne	73
Przemysł papier.	lignina, odpady drzewne	11
Gospodarka kom.	odpady komunalne	60
Oczyszcz. ścieków	zagęszczane odpady	1-1,5 _{ms} mln t
Uprawa rzepaku	olej rzepakowy, ester m	24

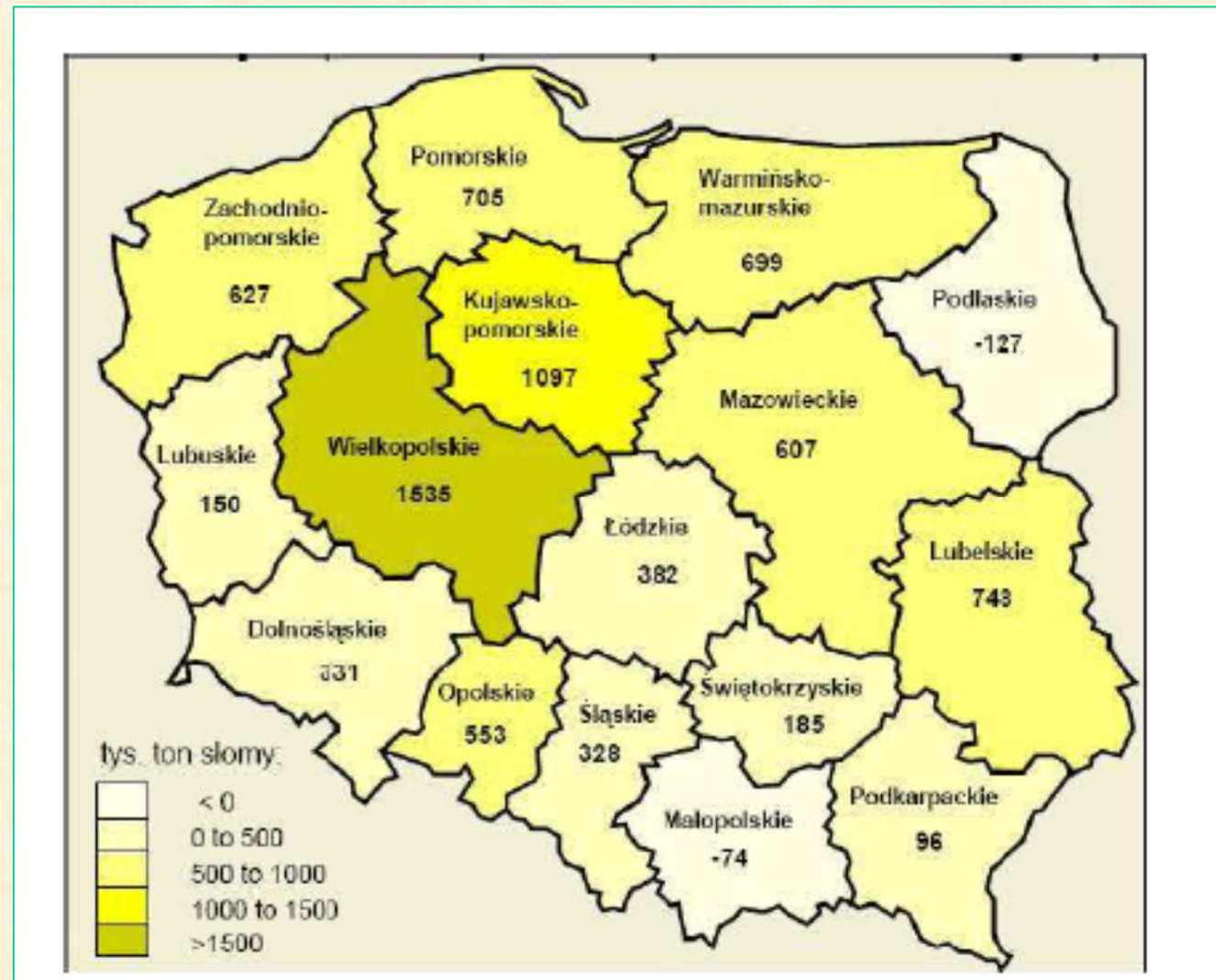
Zasoby biomasy –słoma

Stosunek masy produktu głównego s do produktu ubocznego dla zbóż

Zboże	Produkt główny	Produkt uboczny	S
Pszenica	ziarno	słoma	1,3
Żyto	ziarno	słoma	1,16
Jęczmień	ziarno	słoma	1,2
Owies	ziarno	słoma	1,3
Kukurydza	ziarno	słoma	1,0

Na podstawie produkcji zbóż zasoby słomy ocenia się na 30 mln Mg, czyli 450 PJ, ale dla energetyki tylko 10%.

Zasoby słomy w Polsce



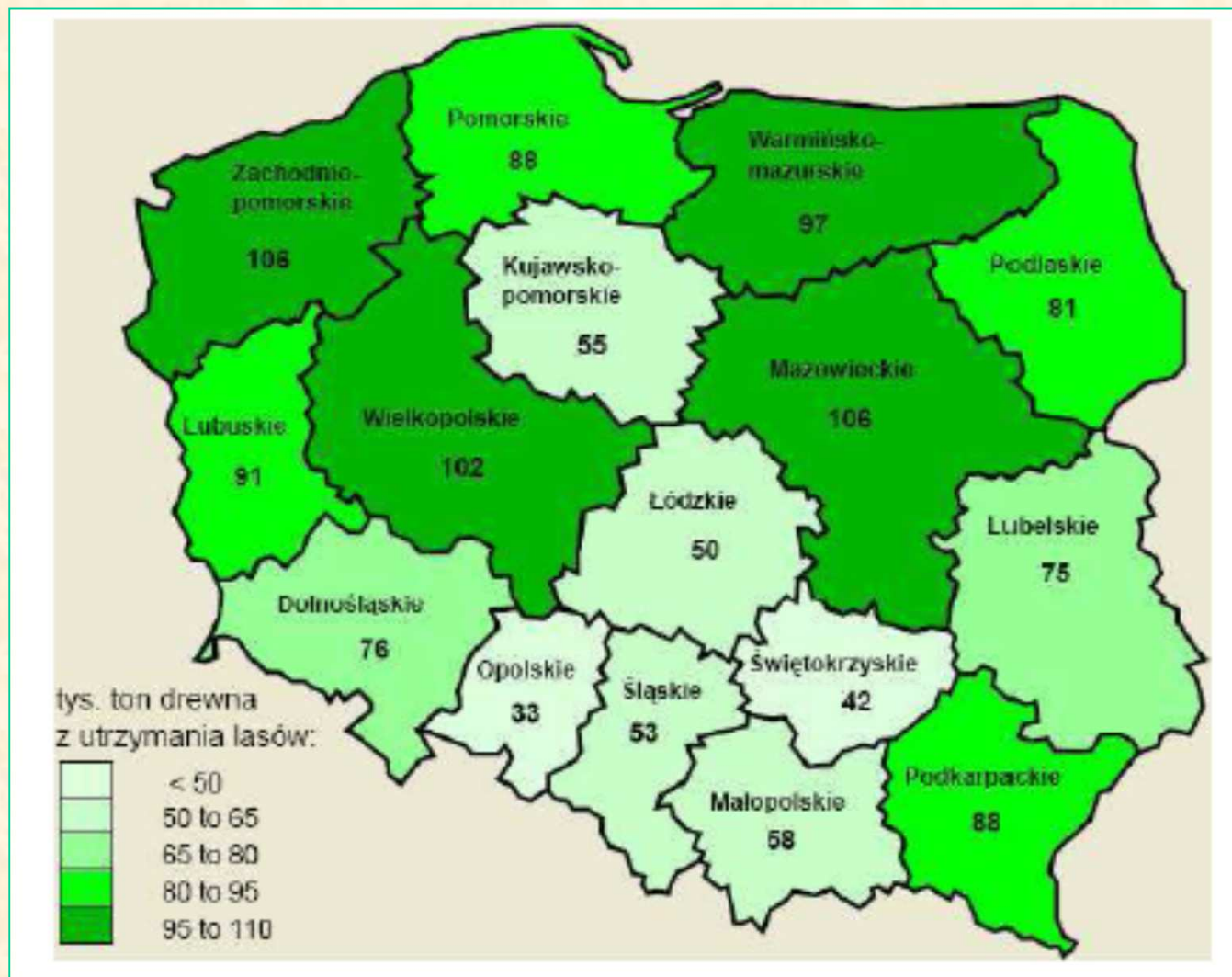
Zasoby biomasy - drewno

- lasy (5900 dam³),
- przemysł drzewny (1110 dam³),
- zadrzewienie (265 dam³),
- sady (1000 dam³),

dam³ = 1000 m³.

Roczną produkcję drewna, które można wykorzystać do celów energetycznych, ocenia się zatem na 8265 dam³, co odpowiada energii 68,3 PJ (**bez upraw energetycznych**).

Zasoby biomasy leśnej w Polsce



Zasoby biomasy – olej rzepakowy

Roczna produkcja rzepaku w Polsce 1,6 mln Mg

Z 1 Mg rzepaku uzyskuje się ok. 400 kg oleju

Możliwość produkcji oleju rzepakowego do celów energetycznych ocenia się na 1 mln Mg, co odpowiada ok. **30 PJ**.

Zasoby biomasy – etanol i metanol

Etanol otrzymuje się przez fermentację alkoholową zboża i ziemniaków.

Możliwość produkcji etanolu do celów energetycznych ocenia się na 1 mln Mg co odpowiada ok. **22 PJ**.

Zasoby biomasy – paliwa gazowe (biogaz)

Rodzaje paliw gazowych (biogazu):

- produkt fermentacji metanowej: gnojowicy, obornika i odpadów roślinnych,
- „metan” z wysypisk śmieci.
- zgazowanie biomasy (drewna).

Potencjał: 16 PJ

WŁAŚCIWOŚCI BIOMASY

Budowa chemiczna biomasy roślinnej

Związki chemiczne tworzące biomasę to przede wszystkim węglowodany



Największe znaczenie energetyczne ma biomasa typu ligninoceluloza, składająca się głównie z:

- hemicelulozy
- celulozy
- ligniny

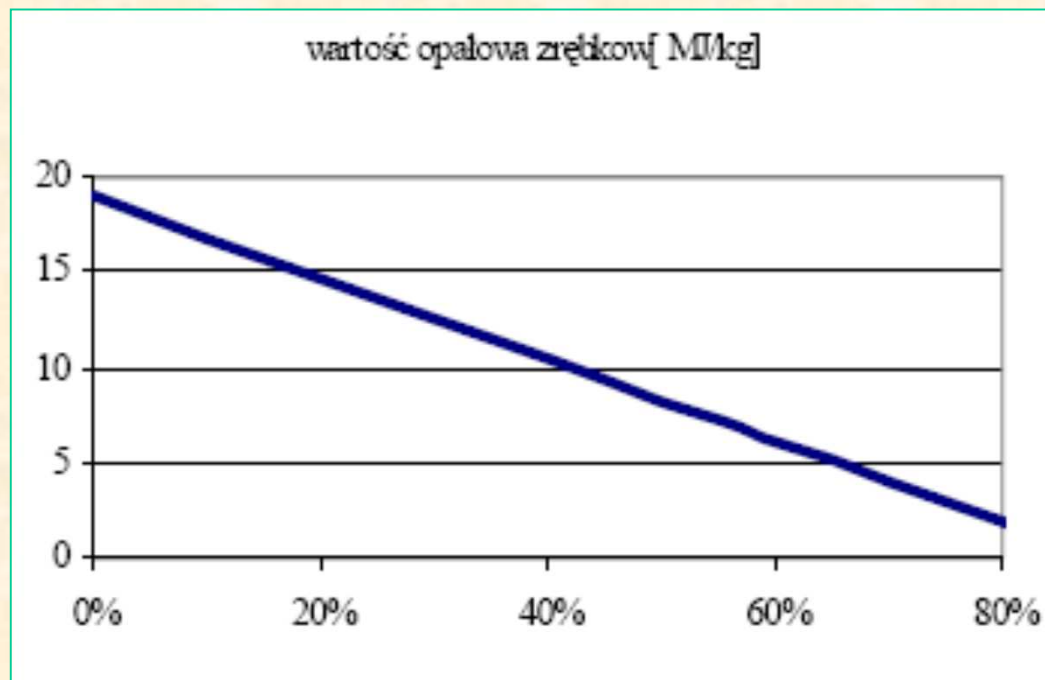
Wilgoć w biomase roślinnej

1. Udział wilgoci w świeżej biomase sięga 60%, w takim stanie biomasa nie powinna być spalana.
2. Pozyskiwanie biomasy z roślin jednorocznych do celów energetycznych powinno odbywać się pod koniec okresu wegetacyjnego (np. słoma $W^r = 15\%$, $Q_i^r = 14-15 \text{ MJ/kg}$)
3. Świeże drewno nie nadaje się do spalania ($Q_i^r = 10 \text{ MJ/kg}$),
4. Należy je podsuszyć do stanu powietrzno-suchego ($W^a = 12-15\%$, $Q_i^a = 15-16 \text{ MJ/kg}$).
5. Naturalny sposób osuszania drewna, to sezonowanie (2 lata)

Wpływ wilgoci na wartość opałową

Wilgoć jest balastem w biomase roślinnej powodujący zmniejszenie jej kaloryczności:

$$Q^r_i = Q^d_i \cdot (100 - W^r) / 100, \text{ kJ/kg}$$



Wybrane właściwości biomasy

Składnik biomasy	Wartość opałowa MJ/kg	Gęstość g/cm	Zawartość wody %	Zawartość popiołu %
Słoma zbożowa	14,4	1,3–1,36	6,2	4,8
Słoma sojowa	14,6	1,3–1,35	8,7	6
Łuski słoneczn.	15,2	1,01–1,3	6,1	6,5
Kaczany kukur.	14,6	0,1–0,5	30–50	
Odpady drzewn.	15,9	0,1–0,5	16–58	1,4
Siano	8–9	0,1–0,3	8–35	
Trociny	16,8	0,92–1,1	6,1	10–12
Drewno dębu	14,3		13	3,6
Drewno sosny	16,7	0,61	12	0,2
Drewno brzozy	15,9		12	
Susz. osad ściek	10–12		3,1	30–40

Analiza wybranych gatunków biomasy roślinnej

Rodzaj biomasy	FC ^d	VM ^d	W ^a	A ^d	Q _i ^d , MJ/kg
Drewno wierzby	12,8	46,7	40,0	0,5	19,6
Słoma pszenna	17,7	75,3	3,1	7,0	17,9
Łuski słonecznika	19,9	69,1	9,1	1,9	16,8
Łuski bawełny	16,9	73,0	6,9	3,2	17,3
Soja	19,0	69,6	6,3	5,1	15,8
Osady ściekowe	7,0	44,6	6,9	41,5	16,3
Torf	17,7	41,0	37,0	4,3	18,4

Porównanie właściwości biomasy i paliw kopalnych

Paliwo	C %	H %	O %	N + S %	Wartość opałowa MJ/kg	Części lotne %
Drewno	50	6	43	0,3	14,5	75
Węgiel brun.	70	5	24	0,8	21	50
Węgiel kam.	82	5	12	0,8	30	35
Ropa naft.	89	8,4	2	0,6	47	-
Gaz ziemny	86	6,5	0,1	0,1	48	-

1,5t drewna – 1 t węgla

Słoma

Analiza techniczna i elementarna wybranych gatunków słomy

Analiza techniczna i elementarna wybranych gatunków słomy

Rodzaj słomy	Wilgoć w świeżej słomie, %	Popiół %	W_u suchej słomy MJ/kg	W_u świeżej słomy MJ/kg	C	H	O	N	S
Pszenica	12–22	6,5	17,3	12,9–15	49	5	39	0,3	0,1
Jęczmień	12–22	4,3	16,1	12,0–14	46	6	38	0,4	0,1
Kukurydza	50–70	5,7	16,8	3,3–7,2	47	6	40	0,8	0,1
Rzepak	60–70	4,6	–	–	47	5	40	0,8	0,1

Wpływ postaci słomy na gęstość i wartość opałową

Postać słomy	Masa usypowa, kg/m ³	Wartość opałowa, MWh/m ³
Luźna	20–50	0,07–0,16
Pocięta	40–60	0,13–0,19
Bele okrągłe	60–90	0,19–0,29
Bele wys. zgniotu	50–110	0,16–0,36
Brykiety	300–450	0,99–1,48

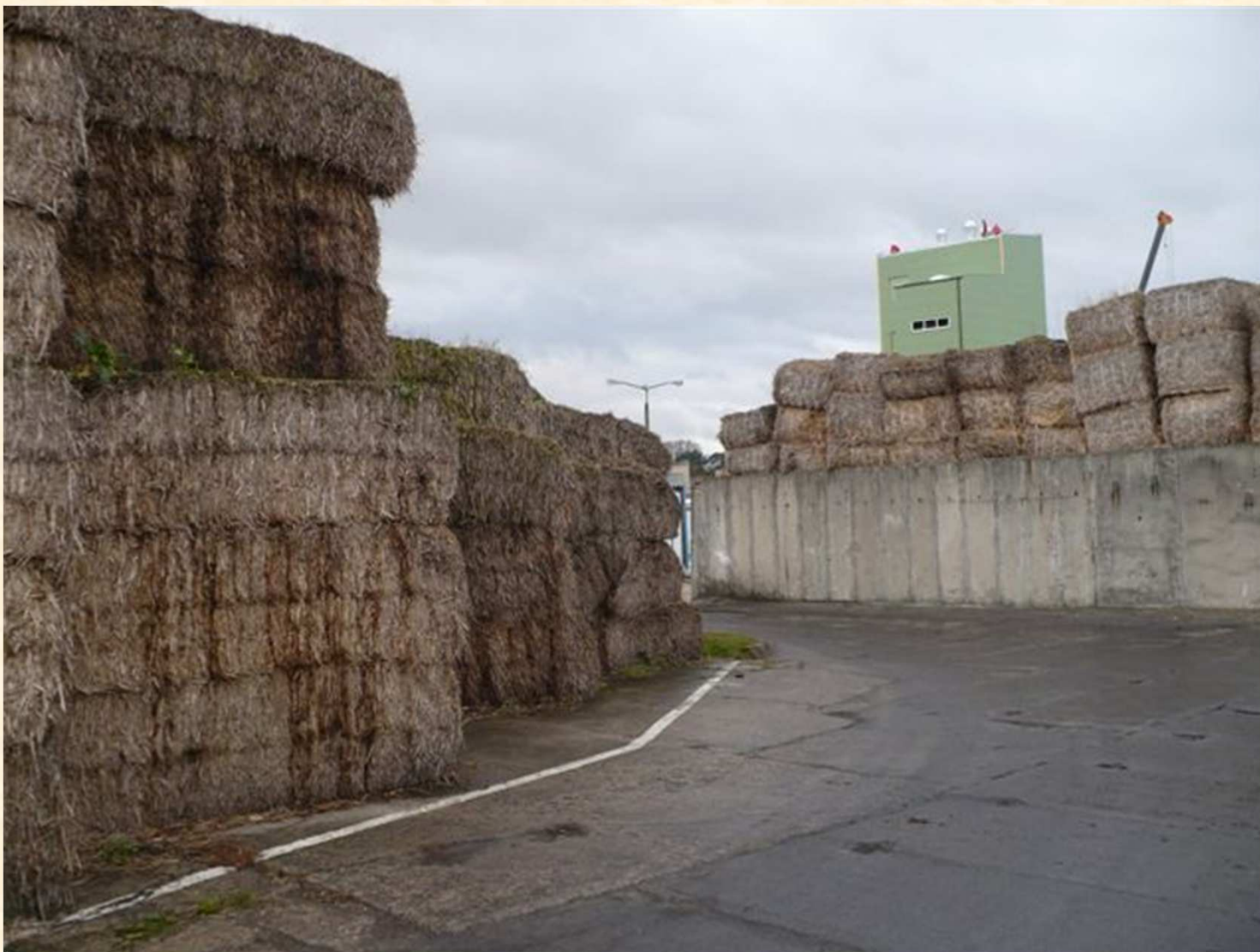
Balotowanie słomy



Słoma rzepakowa po sprasowaniu w baloty



Składowisko słomy rzepakowej



Zalety i wady słomy

Główny składnik słomy: celuloza $(C_6H_{10}O_5)_n$

Zalety słomy:

- znaczna wartość opałowa i mała zawartość siarki

Wady słomy:

- znaczny udział chloru i potasu, mała gęstość, rozproszenie i zawilgocenie.

Drewno

Pochodzenie drewna – jako paliwa

- Z obszarów leśnych.
- Odpady z produkcji (tartaki, przemysł celulozowy, meblowy...).
- Z porządkowania obszarów zielonych.
- Z upraw energetycznych.

Postać drewna – jako paliwa

Postać:

- z rębaków: zrębki
- odpady: kora, ścinki, plastry, trociny, pył,
- z terenów zielonych i lasów: dłużyzna,
- po scaleniu: granulki i brykiety.

Magazynowanie drewna: pod zadaszeniem (wilgoć - 12-14%)

Postać drewna – jako paliwa

- Pozostałości pozrębowe
- Opał stosowy S4
- Drobnica M1



Postać drewna – jako paliwa

- Odpady zrębowe M2
- Odpady zrębowe belowane
- Pasy przydrożne



Postać drewna – jako paliwa

- Zrębki leśne
- Kora
- Trociny



Chemiczne składniki drewna

Składniki drewna:

- holoceluloza (celuloza i hemiceluloza)
- lignina

ponadto: wilgoć

(w stanie powietrzno-suchym: 13-22% wody)

Zalety drewna jako paliwa:

- mały udział popiołu i praktyczny brak siarki.

Analiza techniczna i elementarna wybranych gatunków drewna

Gat. drew na	Analiza techniczna				Analiza elementarna, %				
	części lotne %	koks %	popiół %	wartość opałowa MJ/kg Q_i^d	C	H	O	N	S
Dąb	85,6	13,0	1,4	18,7	49	6,0	44	0,2	0,02
Sosna	82,2	15,0	2,8	24,3	59	7,2	33	–	–
Świerk	87,0	12,7	0,3	22,0	50	5,8	41	0,1	0,1
Olcha	87,1	12,5	0,4	19,3	51	6,3	42	–	–
Topola			0,7	19,1	52	6,3	42	–	–

Charakterystyka kory

Gatunek drewna	Popiół, %	Wartość opał., MJ/kg
Dąb	5,3	19,5
Sosna	2,9	21,0
Świerk	0,8	20,3
Sekwoja	0,4	19,4

Charakterystyka odpadów tartacznych

Wyszczególnienie	Odpad z cięcia piłą	Pył z cięcia piłą	Zrębki z tarcicy	Pył z tarcicy	Odpady ze sklejk	Tarcica
Zaw. wilgoci (świeża masa), %	45 - 60	45 - 60	5 - 15	5 - 15	5 - 15	15 - 30
Wartość opałowa, MJ/kg s.m.	18,5 - 20	19 - 19,2	19 - 19,2	19 - 19,2	19 - 19,2	18 - 19
Wartość opałowa świeża masa, MJ/kg	6 - 10	6 - 10	13 - 16	15 - 17	15 - 17	12 - 15
Gęstość usypowa, kg/ m ³	250 - 350	250 - 350	80 - 120	100 - 150	200 - 300	150 - 250
Ilość uzysku energii z jedn. objętości, GJ/ m ³	1,8 - 2,88	1,62 - 2,52	1,62 - 1,98	1,8 - 2,34	3,24 - 3,96	2,34 - 2,88
Zaw. popiołu % s.m.	0,5 - 2	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8	1 - 5
Zaw. wodoru % s.m.	6,2 - 6,4	6,2 - 6,4	6,2 - 6,4	6,2 - 6,4	6 - 6,4	
Zaw. siarki % s.m.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
Zaw. azotu % s.m.	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5

Wiktor Kozłowski

www.elsamprojekt.com.pl

Charakterystyka zrębków

Wyszczególnienie	Zrębki z gałęzi	Zrębki z całego drzewa	Zrębki z pnia	Zrębki z karp	Kora	Zrębki z odpadów tarcicy
Zaw. wilgoci (świeża masa), %	50 - 60	45 - 55	40 - 55	30 - 50	50 - 65	10 - 50
Wartość opałowa, MJ/kg s.m.	18,5 - 20	18,5 - 20	18,5 - 20	18,5 - 20	18,5 - 20	18,5 - 20
Wartość opałowa świeża masa, MJ/kg	6 - 9	6 - 9	6 - 10	6 - 11	6 - 9	6 - 15
Gęstość usypowa, kg/ m ³	250 - 400	250 - 350	250 - 350	200 - 300	250 - 350	150 - 300
Ilość uzysku energii z jedn. objętości, GJ/ m ³	2,52 - 3,24	2,52 - 3,24	2,52 - 3,24	2,88 - 3,6	1,8 - 2,52	2,52 - 3,24
Zaw. popiołu % s.m.	1 - 3	1 - 2	0,5 - 2	1 - 3	1 - 3	0,4 - 1
Zaw. wodoru % s.m.	6 - 6,2	5,4 - 6	5,4 - 6	5,4 - 6	5,7 - 5,9	5,4 - 6,4
Zaw. siarki % s.m.	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05
Zaw. azotu % s.m.	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,1 - 0,5

Wiktor Kozłowski

www.elsamprojekt.com.pl

UPRAWY ENERGETYCZNE

Fotografia 1.
Plantacja wikliny
należąca do firmy WENA
w Jeleniej Górze
(fot. J. Dubas)



Charakterystyka upraw energetycznych

Ogólna charakterystyka upraw energetycznych :

- rośliny szybkorosnące
- długoterminowa wydajność plantacji
- odporność na szkodniki i choroby
- ekonomiczność uprawy

Przykłady roślin energetycznych

Drzewa:

- wierzba wiciowa
- malwa pensylwańska
- słonecznik bulwiasty
- róża wielokwiatowa
- rdest sachaliński

Trawy wieloletnie:

- miskant olbrzymi
- miskant cukrowy
- spartina preriowa

Przykłady roślin energetycznych

- **Wierzba energetyczna.**
Paliwo podobne do drewna pochodzenia leśnego. Wyższa zawartość chloru i alkaliów. Plantacje na gruntach rolniczych, 3 - 4 letni cykl zbioru, koszt produkcji 14-18PLN/GJ. Przyszłość OZE ???



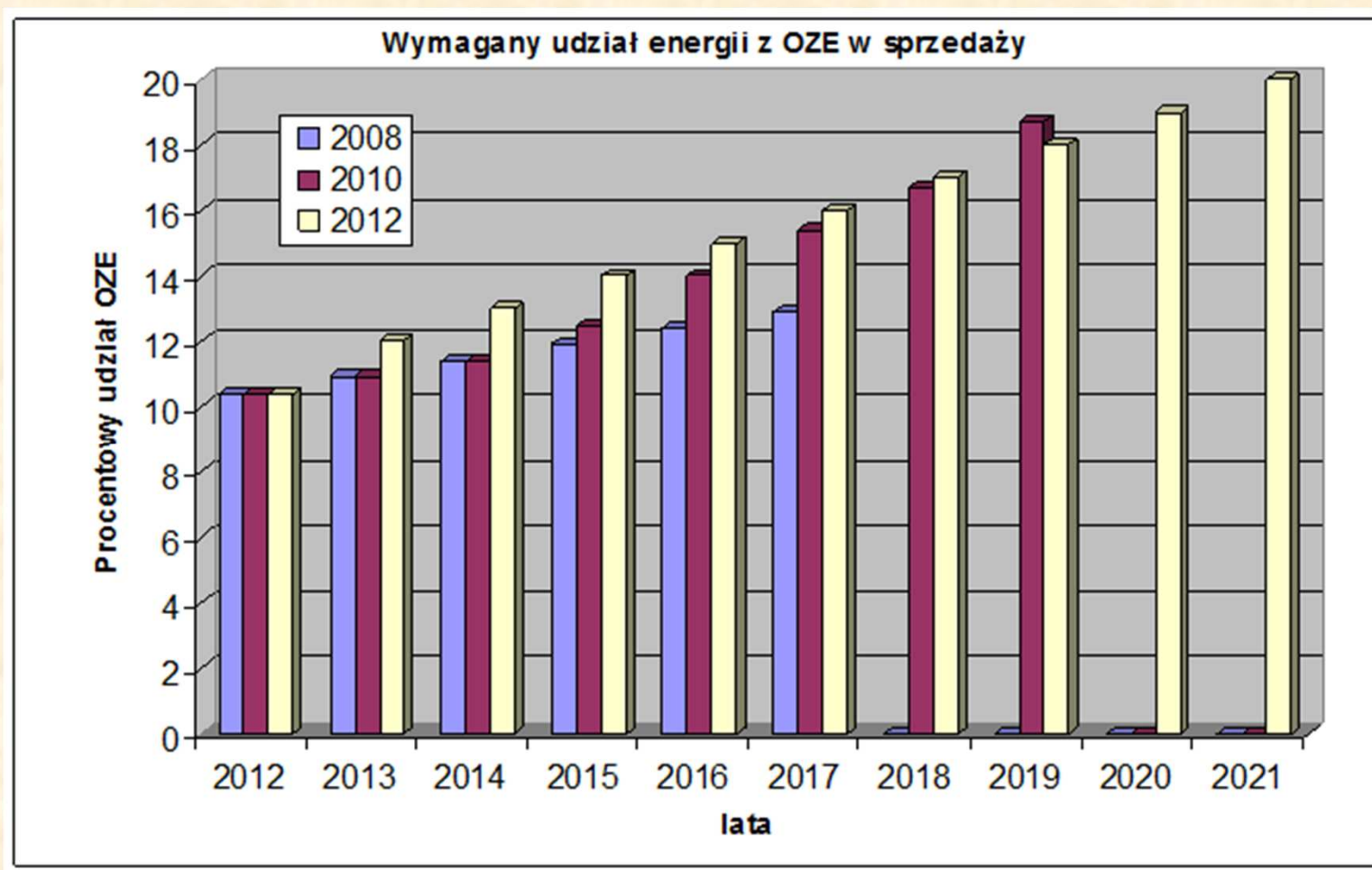
Wiktor Kozłowski
www.elsamprojekt.com.pl

ODPADOWA BIOMASA TYPU ROLNICZEGO

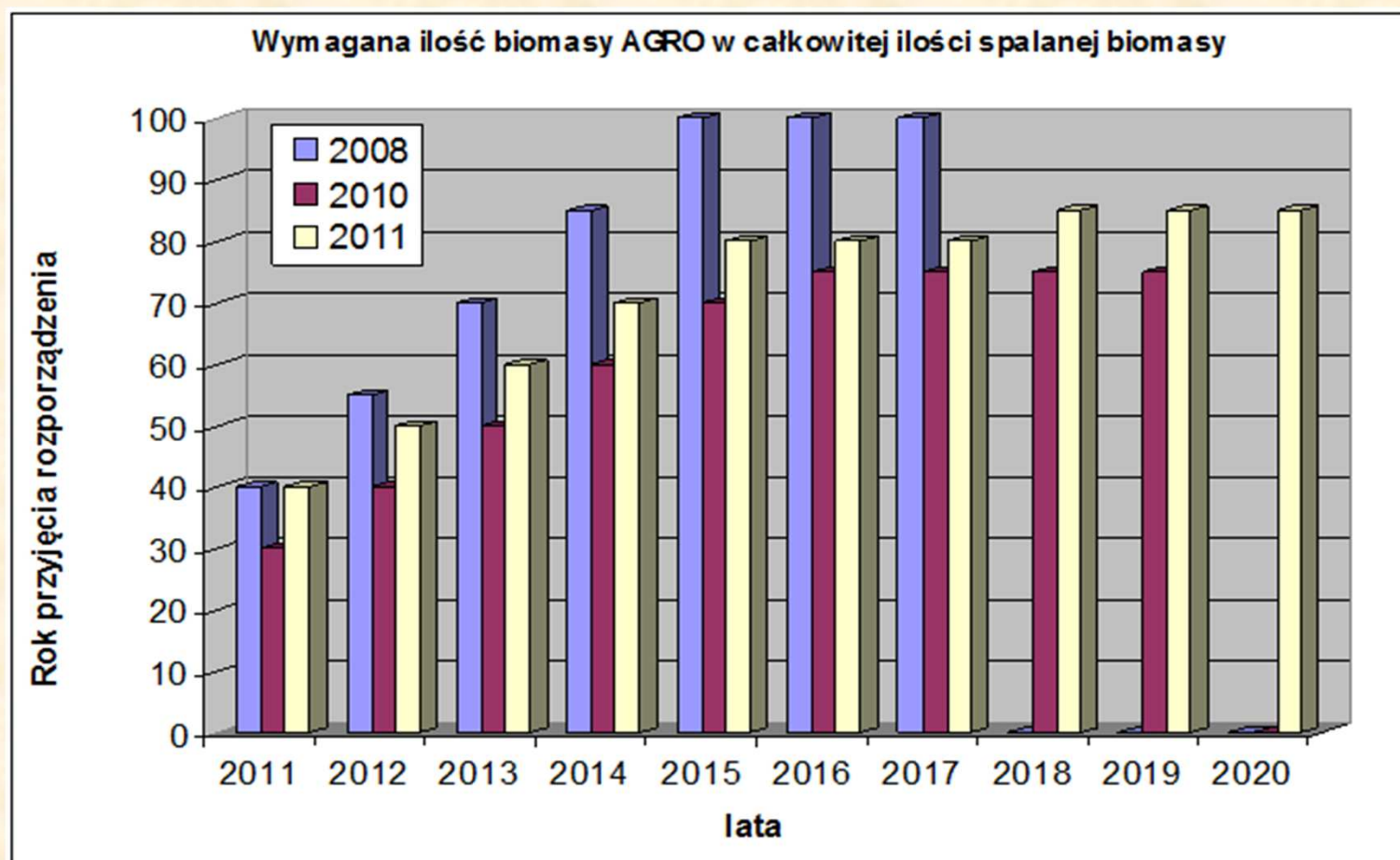
Przykłady odpadowej biomasy rolniczej

- łuski słonecznika
- łuski orzechów
- kaczany kukurydzy
- śruta rzepakowa
- pestki owoców (np. malin)
- pestki oliwek
- wytłoki po jabłkach

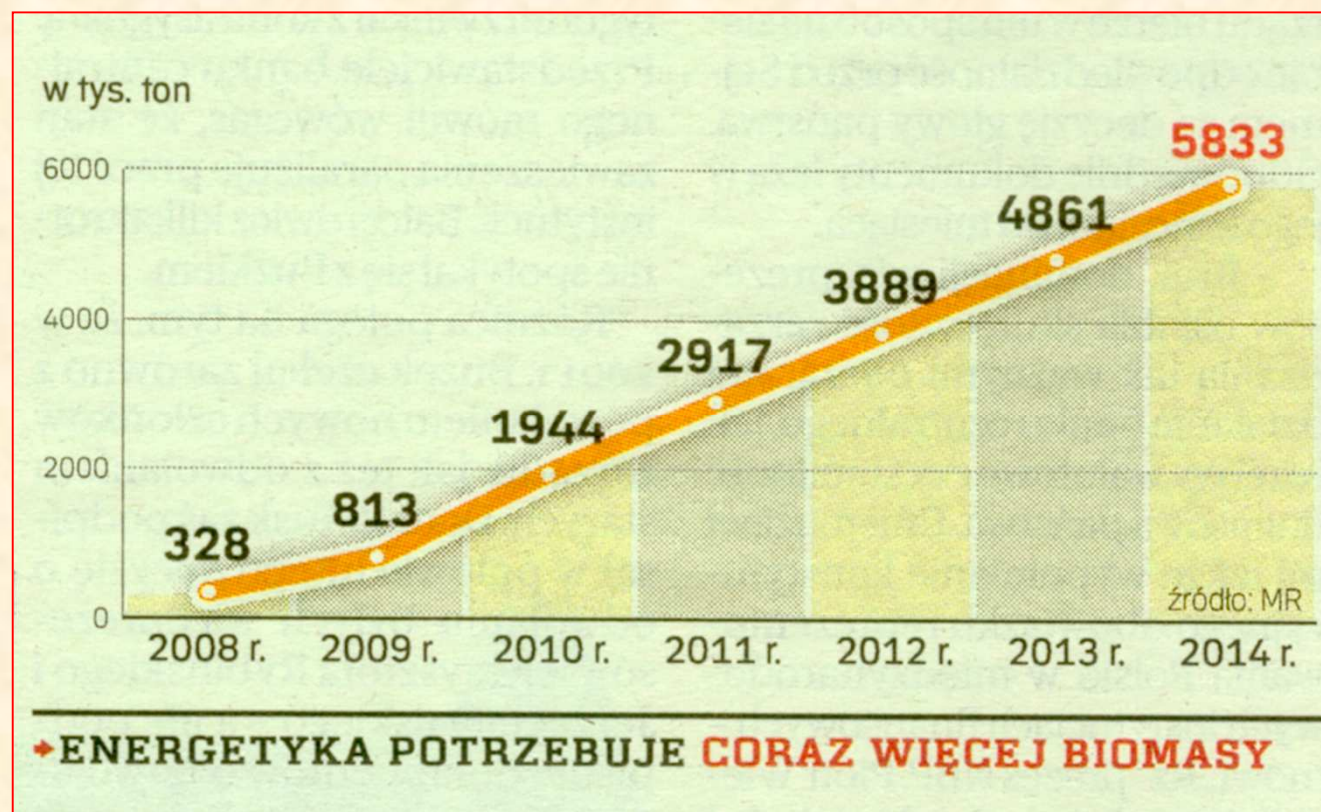
Planowane zużycie OZE w energetyce polskiej



Planowany udział biomasy AGRO w energetyce polskiej



Planowane zużycie biomasy w energetyce polskiej



Przewiduje się, że w 2012 zużycie energetyczne biomasy będzie 6 mln t.