

A photograph of a man in a red jacket standing in a field of tall, thin trees, looking up. The trees are densely packed and reach towards the sky. The man is positioned in the lower center of the frame, with his arms slightly raised. The background is a bright, overcast sky.

*Potencjał wykorzystania biomasy
dla potrzeb energetycznych*

oraz

*Uwarunkowania techniczno-ekonomiczne i
infrastrukturalne wykorzystania biomasy dla
potrzeb energetycznych*

dr inż. Jan Wiesław Dubas

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Wydział Inżynierii Produkcji
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji

*Studia Podyplomowe Planowanie i
Zarządzanie Energetyką Lokalną*

Potencjał wykorzystania biomasy dla potrzeb energetycznych

- 1. Biomasa i zapotrzebowanie na nią*
- 2. Możliwości produkcji biomasy w kraju.*
- 3. Możliwości pozyskania biomasy z zagranicy.*
- 4. Rośliny energetyczne.*
- 5. Techniczne możliwości przetwarzania biomasy na ciepło i energię elektryczną w kraju.*



Biomasa

i zapotrzebowanie na nią

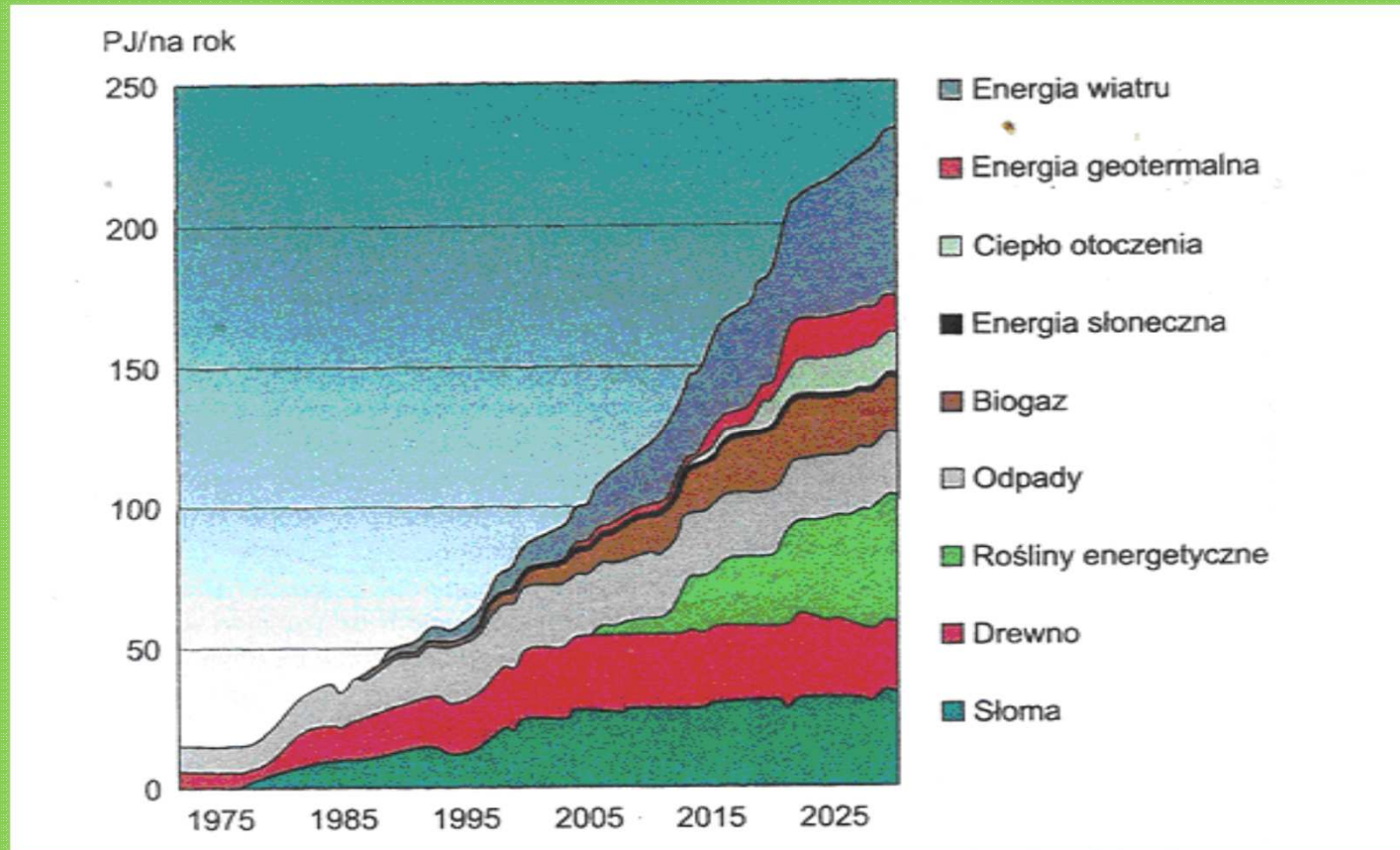
WG ROZPORZĄDZENIA MINISTRA GOSPODARKI,

z dnia 19 grudnia 2005 r.

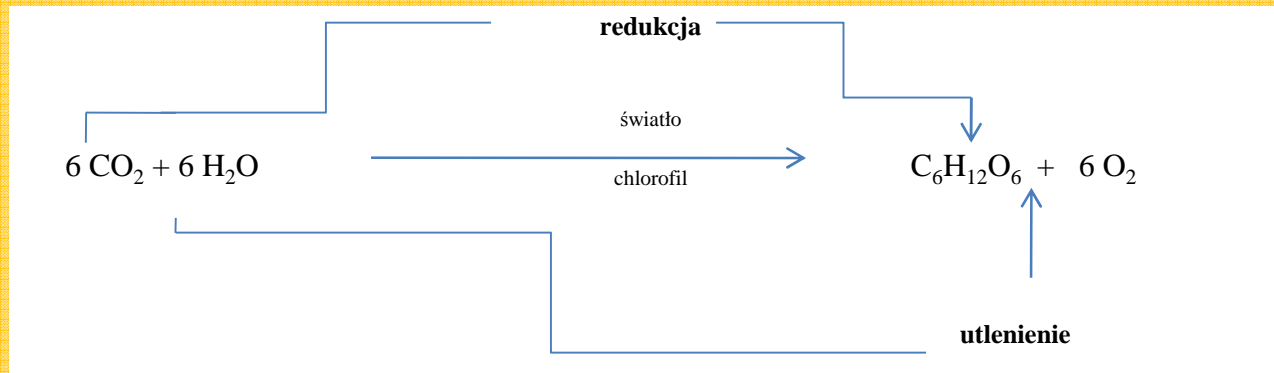
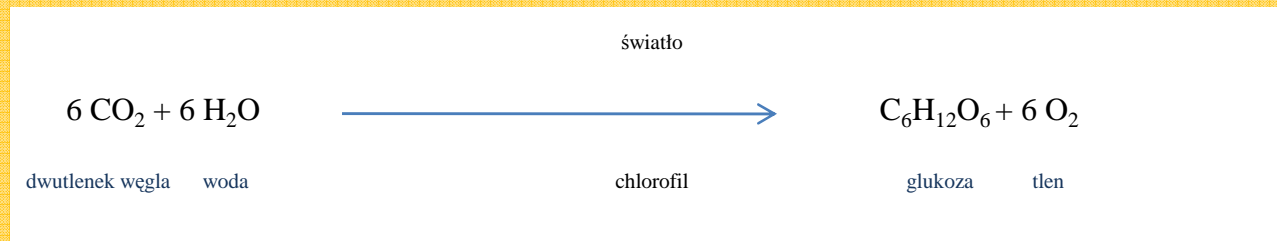
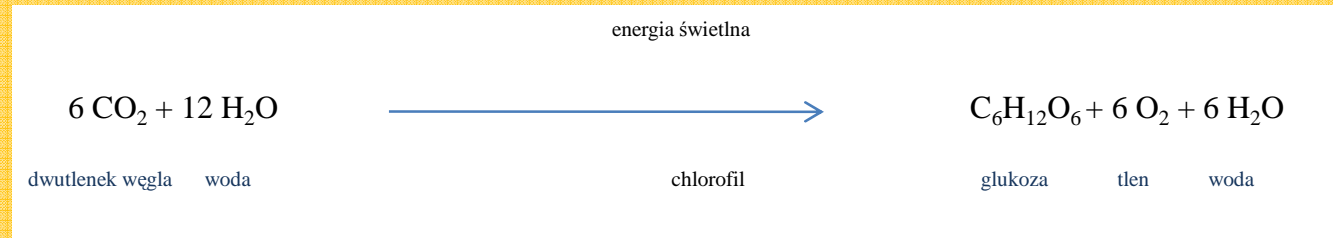
[\(Dz.U. z 2005 r. Nr 261 Poz. 2187\)](#)

- **"biomasa"** – to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji;
- **"biogaz"** – to gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalni ścieków i składowisk odpadów;

Prognoza rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii do 2030 roku.
Źródło: Energia 21 (Energi 21) (2002).



Ogólna reakcja fotosyntezy



Podział biomasy

- ❑ **Pochodzenie:** leśna (zrębki), rolna (słoma, rośliny energetyczne) i odpadowa (drewno użytkowe, odpady z gorzelni, cukrowni)
- ❑ **Stopień przetworzenia:** surowce energetyczne pierwotne (drewno, słoma, plantacje roślin energetycznych), wtórne (gnojowica, osady ściekowe), surowce energetyczne przetworzone (biogaz, bioetanol, biometanol, estry olejów roślinnych- biodiesel, biooleje, wodór, pelety i brykiety),
- ❑ **Sposób wykorzystania:** produkcja energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych,
- ❑ **Stan skupienia:** paliwa stałe, ciekłe i gazowe.

Rodzaje biomasy

- słoma (UR) użytki rolne
 - zbóż
 - rzepakowa

 - drewno (UL) użytki leśne
 - drewno (UR) użytki rolne
 - inne tzw. rośliny energetyczne
- biomasa odpadowa
 - pozyskana z przetwórstwa rolno-spożywczego (w tym mięsnego) i paszowego
 - pozyskana z rekultywacji i odnowień
 - inne pozyskane np. wycinka przydrożnych zadrzewień i zakrzewień

 - pozostała biomasa.

Znaczenie biomasy

- Szacuje się, że biomasa dostarcza 1250 mln ton organicznej, co stanowi 14% światowego zużycia energii.
- Wg założeń Komisji Europejskiej udział biomasy do 2020 roku praktycznie ulegnie potrojeniu z 72 Mtoe w roku 2004 do 220 Mtoe, w czym największy udział będzie miał sektor ciepłowniczy.
- Biomasa ma zatem dostarczać w przyszłości w Europie 2/3 energii odnawialnej.

Uwarunkowania dotyczące wykorzystania biomasy do celów energetycznych w UE

- Kończące się zasoby paliw kopalnych,
- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych,
- Nadprodukcja żywności w krajach wysokorozwiniętych i powiększająca się rezerwa gruntów rolnych, która można wykorzystać pod uprawy nie związane z produkcją żywności np. dla celów energetycznych,
- Dostępność technologii użytkowania biomasy w celach energetycznych,
- Atrakcyjność cen produktów energetycznych z biomasy,
- Możliwość stworzenia nowych/ utrzymania istniejących miejsc pracy w rolnictwie i przemyśle związanym z OZE,
- Możliwość zagospodarowania na cele nieżywnościowe strukturalnych nadwyżek występujących na rynkach zbóż roślin oleistych i okopowych,
- Możliwość poprawy opłacalności produkcji rolnej w UE.

Wykorzystanie biomasy

Aby przekształcić biomasę w:

- energię cieplną,
- energię elektryczną,
- paliwa (I i II generacji),

mamy do dyspozycji ogromną ilość technologii jak np. spalanie, zgazowanie, fermentacja, estryfikacja, piroliza, reakcja Fischera-Tropscha etc.

Efektywność wykorzystania biomasy

W przypadku nowoczesnych technik spalania biomasy wykorzystywanych jest aż do 92% energii, podczas gdy przy wytwarzaniu prądu bez wykorzystywania ciepła jedynie 25-35% włożonej energii dociera do odbiorcy.

Według Europejskiego Związku Biomasy do 2020 roku biomasa, którą dysponujemy powinna być wykorzystywana:

- 18% na produkcję paliw
- 55% na zaopatrzenie w energię ciepłą
- 27% na produkcję energii elektrycznej (w tym w przeważającej ilości w kogeneracji)

Biomasa aspekty ekologiczne 1

Wszelkie formy biomasy opierają się na roślinach zielonych.

Dzięki fotosyntezie roślina pobiera z powietrza CO_2 , z wody – tlen i wodór i wytwarza z tych elementów przy udziale energii słonecznej związki organiczne takie jak:
skrobia, cukier, oleje, białka, celuloza, lignina.

Pierwotnym źródłem energii zgromadzonej w biomacie są węglowodany powstające w procesie fotosyntezy z wody i dwutlenku węgla zawartego w atmosferze i w obecności promieniowania słonecznego, przy czym w wyniku tego procesu do atmosfery uwalnia się tlen. Sprawność przetwarzania promieniowania słonecznego jest bardzo niska.

Rośliny absorbują około 2% energii z czego tylko połowa jest wykorzystywana w procesach fotosyntezy.

Biomasa aspekty ekologiczne 2

Jeżeli wykorzystujemy biomasę, CO₂ które zostało pobrane przy jej tworzeniu, oddawane jest z powrotem do atmosfery. W procesie ciągłego wykorzystania biomasy węgiel znajduje się w nieustannym obiegu. Ta różnica w stosunku do kopalnych nośników energii sprawia, że biomasę w polityce klimatycznej traktuje się jak „zero-emisyjne” źródło energii.

Las i drewno magazynują CO₂ i powinny być wykorzystywane w aktywnej sekwestracji.

- W 1 ha gleby leśnej znajduje się 140 ton węgla
- 1 ha ściółki leśnej zawiera 25 ton węgla
- Roślinność na 1 ha lasu zawiera 160 ton węgla

Zagrożenia wynikające z wykorzystania biomasy w Polsce

- Uprawa roślin nierodzimych, inwazyjnych i GMO
- Nadmierne przesuszenie poprzez uprawy wierzby
- Wyjaławianie gleb poprzez spalanie biomasy
- Skażenie gleb i wód podziemnych w wyniku intensywnego nawożenia i stosowania pestycydów
- Nieodwracalne ograniczenie arealów do produkcji roślin na cele żywnościowe
- Wzrost cen żywności ...

Uchwała Rady UE 3x20% +10%

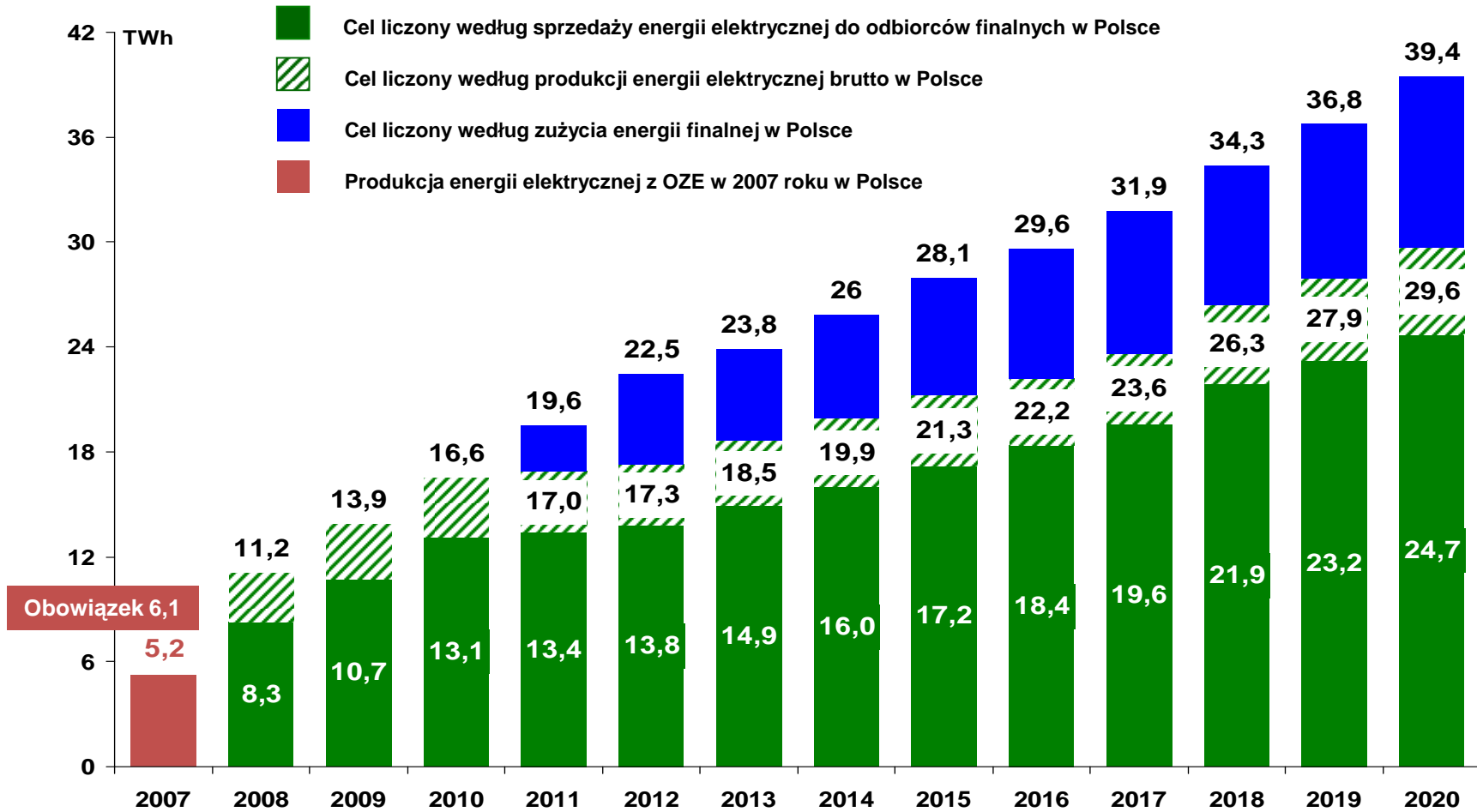
- Do 2020 r. redukcja emisji CO₂ o 20 % w stosunku do emisji w 1990 r.,
- Racjonalizacja wykorzystania energii i w rezultacie ograniczenie jej zużycia o 20 % porównaniu z prognozami na 2020 r. głównie przez zwiększenie efektywności jej wykorzystania,
- Do 2020 r. zwiększenie udziału energii odnawialnej z ok. 7 % obecnie do 20 %,
- Zwiększenie udziału biopaliw w paliwach transportowych z planowanego 5,75 % w 2010 i do 10 % 2020 r.

Energia odnawialna w Europie [Mtoe]

	1995	Cele do 2010 roku
energia wiatru	0,35	6,90
hydroenergia	26,40	30,55
fotowoltaika	bd	0,26
biomasa	44,80	135,00
geotermia	2,50	5,20
kolektory słoneczne	0,26	4,00
suma	74,31	181,91

Źródło.: Biała Księga Odnawialnych Źródeł Energii, Bruksela, Komisja Europejska 1997
Uwaga: 1Mtoe=1 mln ton jednostek oleju = 41,868 PJ = 11,63 TWh = 5,8 mln m³ drewna =
248.500 ha lasu (wydajność 9 atro/ha).

Prognoza zapotrzebowania na energię odnawialna w Polsce



Prognoza zapotrzebowania na biomasę pochodzenia rolniczego dla celów elektroenergetycznych

Zapotrzebowanie na biomasę pochodzenia rolniczego dla wytwórców energii elektrycznej

Rok	Zużycie energii ze spalania węgla [GJ]	Udział OZE	Udział biomasy rolniczej	Zapotrzebowanie na energię z biomasy [GJ]	Zapotrzebowanie na biomasę [tys ton]	Szacowana powierzchnia upraw przy założeniu plonu biomasy 10 t/ha [tys ha]
2008	1 402 218 000	7,0%	5%	4 907 763,0	327,2	32,7
2009	1 402 218 000	8,7%	10%	12 199 296,6	813,3	81,3
2010	1 402 218 000	10,4%	20%	29 166 134,4	1 944,4	194,4
2011	1 402 218 000	10,4%	30%	43 749 201,6	2 916,6	291,7
2012	1 402 218 000	10,4%	40%	58 332 268,8	3 888,8	388,9
2013	1 402 218 000	10,4%	50%	72 915 336,0	4 861,0	486,1
2014	1 402 218 000	10,4%	60%	8 749 843,2	5 833,2	583,3

Założenia:

wartość opalowa biomasy - 15 GJ/tonę

zużycie energii z węgla przez wytwórców en. Elektrycznej wg GUS dla 2004 r.

z węgla kamiennego - 888 026 000 GJ

z węgla brunatnego - 514 192 000 GJ

zakładane plony biomasy z 1 ha - 10 ton (plon roślin energetycznych może być zdecydowanie wyższy, ale zakłada się, że pod W obliczeniach przyjęto, że zapotrzebowanie na energię ze spalania nie będzie ulegać zmianie w całym okresie objętym oceną.

Źródło: obliczenia własne MRiRW

Tabela 2.15. Oszacowania wartości potencjału energetycznego OZE w Polsce

Źródło energii	Potencjał energetyczny OZE (PJ/rok)					
	Według:					
	<i>Strategie redukcji energii gazów cieplarnianych 1996</i>	Hauf (1996)	<i>Energia odnawialna. Stan obecny i perspektywy (ARE, 1998)</i>	EC BREC, 2000	Zimny J. (2001)	Wiśniewski G. (2007)
Biomasa	128	810	268	895	407	755
Energia wodna	50	30	48	43	43	49
Zasoby geotermalne	100	ok. 200	201	200	625 000	220
Energia wiatru	4	45	63	36	140	281
Promieniowanie słoneczne	55	370	197	1340	280	445
<i>Ogółem</i>	337	1414	777	2514	625 870	1750
<i>Całkowite zużycie energii pierwotnej w 2006 roku wg GUS</i>	4050 PJ					

Źródło: Opracowanie KAPE S.A.

UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

Perspektywy

W Polsce szacuje się potencjalną podaż biomasy lignino-celulozowej z plantacji roślin energetycznych na około 50 mln ton o wartości energetycznej około 400 mln GJ (8 GJ/t).

Równoważne jest to pod względem energetycznym 20% węgla zużywanego aktualnie w krajowej energetyce ($1\ 900\ \text{mln GJ} \times 0,2 = 380\ \text{mln GJ}$).

Projekt ten wiązałby się z przeznaczeniem na ten cel 1,3 -1,5 mln ha użytków rolnych.

(Zawistowski 2003)

Koszty jednostkowe ciepła

Rodzaj paliwa	Ciepło spalania	Koszt jednostkowy ciepła w zakupionym paliwie	Koszt jednostkowy wytworzonego ciepła przy uwzględnieniu sprawności
Olej opałowy	43 GJ/tonę	69,8 zł/GJ (~3 000 zł/tonę)	77,6 zł/GJ ($\eta=0,9$)
Gaz ziemny	34,6 GJ/1000 m ³	34,7 zł/GJ (~1 200 zł /1000m ³)	38,6 zł/GJ ($\eta=0,9$)
Węgiel kamienny	25 GJ/ tonę	20,0 zł/GJ (~500 zł/tonę)	34,5 zł/GJ ($\eta=0,58$)
Miał węglowy	20 GJ/ tonę	16,0 zł/GJ (~320,0 zł/tonę)	21,3 zł/GJ ($\eta=0,75$)
Wierzba krzewiasta	20 GJ/ tonę	16,0 zł/GJ (~320,0 zł/tonę)	18,4 zł/GJ ($\eta=0,87$)
Słoma	15 GJ/ tonę	10,0 zł/GJ (~ 150,0 zł/ tonę)	11,8 zł/GJ ($\eta=0,85$)

dane: listopad 2006r.

Rodzaj paliwa	Ciepło spalania	Koszt jednostkowy ciepła w zakupionym paliwie	Koszt jednostkowy wytworzonego ciepła przy uwzględnieniu sprawności
Olej opałowy	43 GJ/tonę	81,40 zł/GJ (~3 500 zł/tonę)	90,43 zł/GJ ($\eta=0,9$)
Gaz ziemny	34,6 GJ/1000 m ³	75,14 zł/GJ (~2 600 zł /1000m ³)	83,49 zł/GJ ($\eta=0,9$)
Węgiel kamienny	25 GJ/ tonę	25,20 zł/GJ (~630 zł/tonę)	43,45 zł/GJ ($\eta=0,58$)
Miał węglowy	22-23 GJ/ tonę	21,82 zł/GJ (~480,0 zł/tonę)	29,10 zł/GJ ($\eta=0,75$)
Wierzba krzewiasta	18 GJ/ tonę	20 zł/GJ (~360,0 zł/tonę)	22,99 zł/GJ ($\eta=0,87$)
Słoma	15 GJ/ tonę	11,33 zł/GJ (~ 170,0 zł/ tonę)	13,33 zł/GJ ($\eta=0,85$)

dane: październik 2008r.

Możliwości produkcji biomasy w Polsce

Wielkość	2008	2020
Ludność [mln]	38	36,5
Powierzchnia [tyś. km ²]	314	
Użytki rolne [mln ha]	18,6	17,9
Roczne zapotrzebowanie na żywność (na zboże) [mln]	26	26
Wydajność zbóż [ton/ha]	3,5	7,0
Użytki rolne niezbędne do pokrycia potrzeb żywnościowych [mln ha]	7,4	3,7
Dostępne zasoby rolnictwa energetycznego [mln ha]	11,2	14,2
Zapotrzebowanie na energię końcową	480	640
Zapotrzebowanie energii końcowej z rolnictwa energetycznego do pokrycia polskiego celu z Pakietu 3x20 [TWh]	-	65

Rolnicza przestrzeń produkcyjna Jakim potencjałem dysponujemy ?

	[tys. ha]
Użytki rolne ogółem	- 16 177
Grunty orne	- 11 869
• pod zasiewami	- 11 456
• ugorowane	- 413
Trwałe użytki zielone	- 3 271
• łąki	- 2 497
• pastwiska	- 774
Sady	- 337
Pozostałe użytki rolne	- 700

Źródło – dane GUS za 2007 r.

K. Żmuda - MRiRW- 2008-10-30

Struktura wykorzystania gruntów w Polsce

Powierzchnia Polski	31,2 mln ha	100 %
Gleby uprawne	18 mln ha	58 %
<i>w tym :</i>	6 mln ha	19 %
Gleby słabe i nieużytki	1,4 mln ha	4,5 %
Gleby odłogowane		
Lasy	9 mln ha	29 %
Sady	0,31 mln ha	1 %

Czynniki limitujące areał upraw energetycznych w Polsce

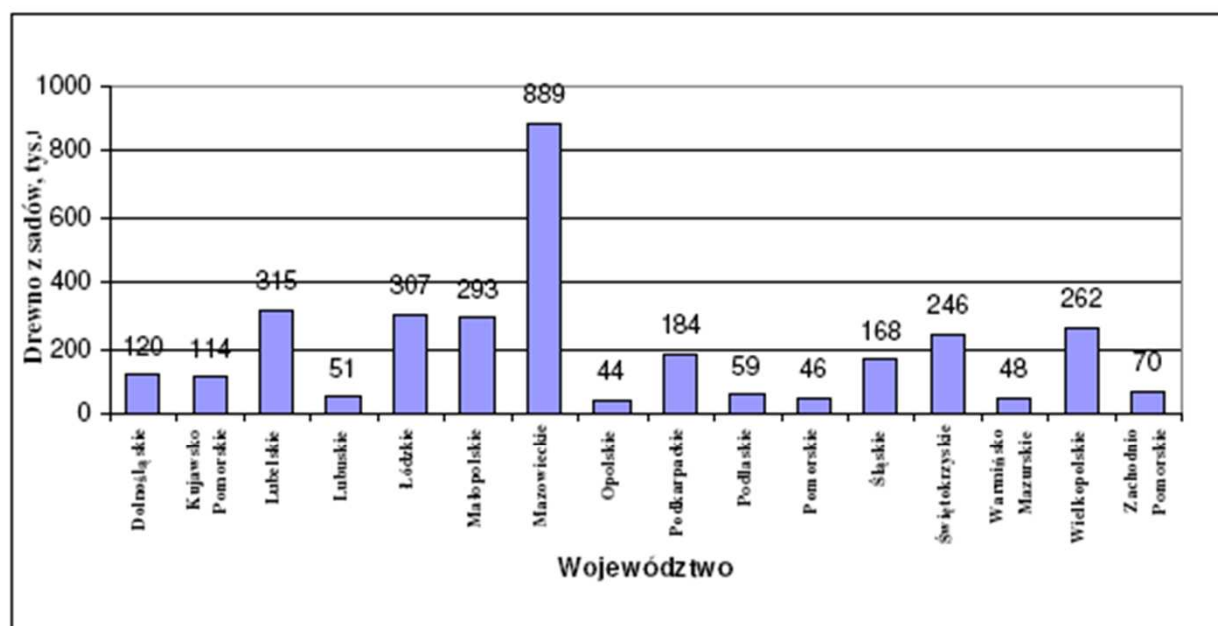
przydatność gleb

Gleby	Kompleks glebowy	Powierzchnia		Plon potencjalny (t/ha)
		mln ha	%	
B. dobre	1, 2, 10	3,39	24	3,6 - 4,0
Dobre	3, 4, 8, 11	3,63	26	3,0 - 3,6
Średnie	5	2,24	16	3,0
Słabe	6, 9, 12	3,19	23	2,5 - 3,0
B. słabe	7, 13	1,64	12	1,5

Podaż drewna na cele energetyczne w poszczególnych województwach w 2020 roku

Województwo	Drewno						Realna podaż drewna na cele energetyczne
	średniowmiarowe w lasach pozostałych	małowymi arowe w LP	małowymi arowe w lasach pozostałych	opałowe w LP	opałowe w lasach pozostałych	odpady zrębowe w LP	
	[tys. m ³]						
Dolnośląskie	8,25	316,82	3,26	220,00	5,75	26,60	580,68
Kujawsko-pomorskie	25,43	160,63	11,57	130,00	8,31	14,90	350,84
Lubelskie	44,95	181,17	61,13	110,00	47,87	13,00	458,12
Lubuskie	6,63	230,01	2,04	220,00	3,73	26,80	489,21
Łódzkie	29,28	110,87	25,97	80,00	19,50	9,50	275,12
Małopolskie	29,26	105,08	78,27	70,00	72,36	8,50	363,47
Mazowieckie	47,51	249,53	35,65	140,00	33,88	17,50	524,07
Opolskie	7,38	122,01	5,31	80,00	4,26	10,30	229,26
Podkarpackie	30,44	252,63	40,68	160,00	36,25	19,10	539,10
Podlaskie	30,94	231,83	22,76	130,00	21,42	15,20	452,15
Pomorskie	48,38	254,32	25,39	210,00	20,00	24,60	582,69
Śląskie	27,21	177,12	34,84	110,00	26,14	13,20	388,51
Świętokrzyskie	11,44	114,90	18,52	70,00	14,31	8,60	237,77
Warmińsko-mazurskie	19,31	553,29	15,44	330,00	11,09	38,50	967,63
Wielkopolskie	34,61	291,50	22,08	230,00	17,86	28,40	624,45
Zachodniopomorskie	5,51	336,61	1,38	290,00	3,94	34,50	671,94
Razem	406,53	3688,32	404,29	2580,00	346,67	309,20	7735,01

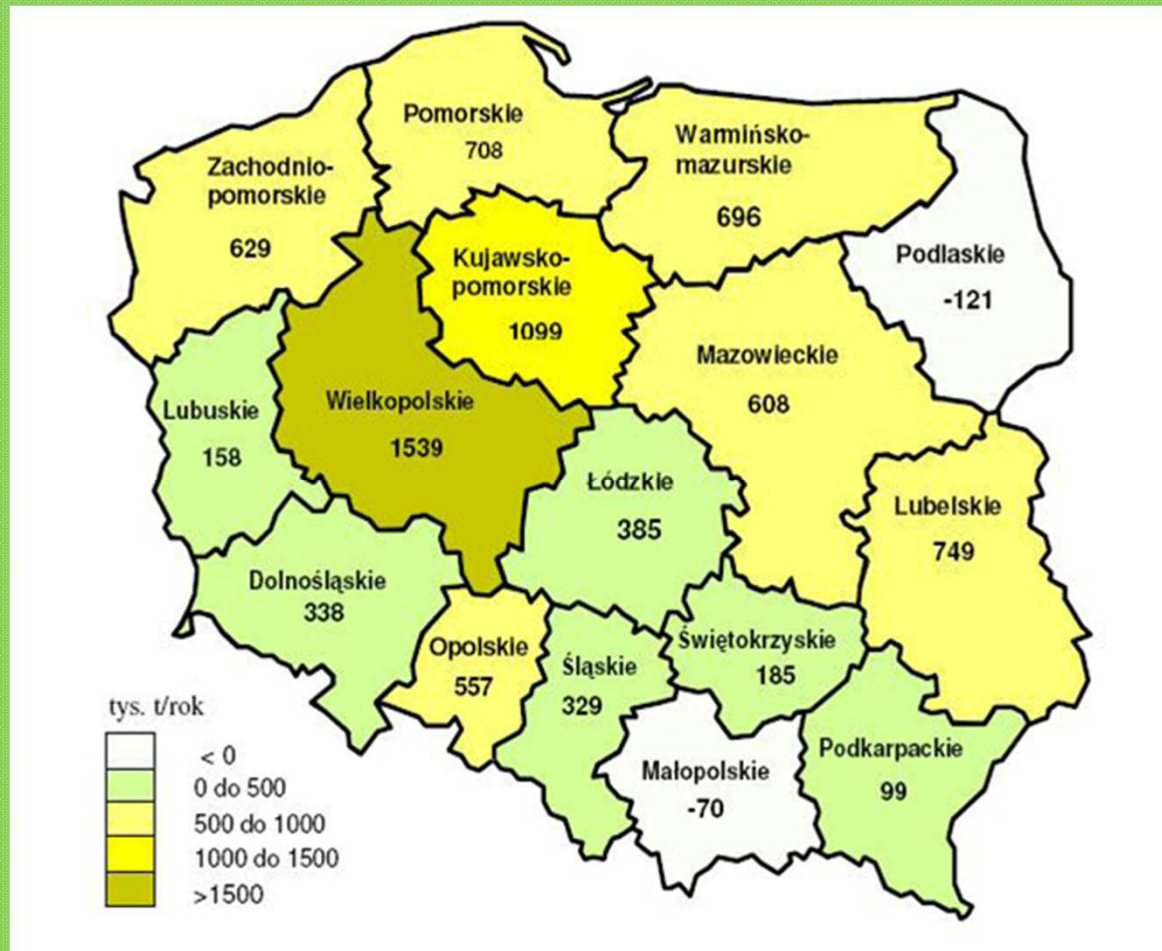
Źródło: Dr inż. Jan Głaz, Ocena Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy leśnej wraz z propozycją działań, sierpień 2005 rok



Rysunek 2.2. Możliwości uzyskania drewna z sadów w układzie województw, [tys. t.]

Przy założeniu stałej powierzchni sadów w Polsce w kolejnych latach można szacować ilość biomasy do wykorzystania energetycznego z tego źródła w wysokości **ok. 15 PJ/rok**. Przy wzroście pozyskania do 2010 r. zgodnie z prognozami zawartymi w pracy [Głaz J. 2005 b] potencjał energetyczny biomasy z sadów może kształtować się na poziomie **ok. 22 PJ/rok**.

Przestrzenne rozmieszczenie zasobów słomy na cele energetyczne



Źródło: Gaj H.: 2004 „Potencjały i koszty redukcji emisji CO₂ w technologiach produkcyjnych”, Konferencja „Handel emisjami od strony prawnej, organizacyjnej i technicznej”

1,6 – 1,8 mln hektarów



około 1 miliona hektarów

można przeznaczyć pod uprawę
roślin energetycznych w Polsce



Produktywność z 1 ha rocznie

to 220-350 GJ,

czyli

przeciętnie 285 GJ x 1,0 mln

ha

= 285 000 000 GJ,

czyli 285 PJ

Możliwości pozyskania biomasy z zagranicy

- Ukraina
- kraje III - ego świata
- Kanada
- Brazylia

Certyfikat zrównoważonego pochodzenia

Produkcja biopaliw w krajach tropikalnych jest bardziej efektywna niż w Europie, ale może powodować zagrożenia środowiska. Stąd **konceptja** wprowadzenia certyfikacji importowanych biopaliw i biomasy w oparciu o kryteria zrównoważonego rozwoju takie jak np.:

1. Korzystny bilans przynajmniej o 30% mniejsza emisja w porównaniu z emisją z paliw kopalnych przy uwzględnieniu w obu przypadkach rachunku ciągnionego (uprawa/ wydobywanie, przetwórstwo, transport, dystrybucja).
2. Produkcja biomasy energetycznej nie może zagrażać zaopatrzeniu w żywność lub zaopatrzeniu w biomasę do celów medycznych.
3. Produkcja biomasy energetycznej nie może niekorzystnie wpływać na tereny chronione i cenne przyrodniczo ekosystemy (zachowanie bioróżnorodności).
4. Produkcja biomasy energetycznej nie może pogarszać jakości gleby, wody i powietrza.
5. Produkcja biomasy energetycznej powinna mieć korzystny wpływ na status robotników i lokalnej społeczności.