

*Krzysztof Stańczyk, Magdalena Ludwik*

## UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH – MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA NIEUŻYTKÓW I UŻYTKÓW ROLNYCH, NA KTÓRYCH PRODUKCJA ROLNICZA JEST NIEOPLACALNA

### Streszczenie

Coraz bardziej popularna idea pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, przede wszystkim tam, gdzie konwencjonalna energetyka węglowa i górnictwo doprowadziło do degradacji środowiska naturalnego zyskuje ostatnio wielu zwolenników. Jednym ze sposobów pozyskiwania energii i ciepła jest wykorzystanie biomasy.

W niniejszym artykule opisano możliwości wykorzystania trzech gatunków roślin energetycznych: wierzby krzewiastej, miskanta olbrzymiego i ślázowca pensylwańskiego wytwarzania energii i ciepła. Scharakteryzowano warunki glebowe, jakich wymagają te rośliny oraz przedstawiono klasyfikację bonitacyjną i typy gleb rolniczych występujących w Polsce. Stwierdzono, że rośliny te mogą być uprawiane na terenach rolniczych zdegradowanych i zdewastowanych przez przemysł oraz w miejscach, gdzie tradycyjne rolnictwo jest nieopłacalne. Określono wymagania finansowe, jakie należałoby spełnić w celu założenia komercyjnej plantacji energetycznej, jak również możliwości dofinansowania przez WFOŚiGW oraz rynek zbytu roślin energetycznych w Polsce.

Szczególną uwagę zwrócono na możliwości zagospodarowania gruntów odłogowanych i wyłączonych spod działalności rolniczej ze względu na zanieczyszczenie w woj. śląskim. Sporządzono zestawienie finansowe zysków ze sprzedaży roślin energetycznych zebranych z 1 ha upraw w stosunku do innych roślin sponżywczyczych oraz omówiono zyski ekologiczne, jakie można osiągnąć, zastępując paliwa konwencjonalne na biomasą.

XVXV

### Abstract

In this article it was characterised energetic plants suitable for Middle- East Europe countries climate like: shrubby willow, gigantic miscanthus, pennsylvanian mallow.

The energetic value and costs of heat production for different fuels in comparison with energetic plants were presented.

The main principles of energetic plant cultivation were described. More attention was paid to the description of ground utilisation and the types of soils in Poland. The soils have been classified according the soil valuation class to show the potential of energetic plants cultivation. According such classification the area of soils and grounds in Poland was presented. Also the total area of the country was presented divided into agricultural uses, forests grounds, demoted and devastated grounds in Poland. The soil valuation for all provinces was also presented.

After the conclusion that the most suitable terrains to energetic plants' tillage are the areas of industrial activity concentration as well as agricultural demoted terrains and agricultural wastes and terrains where traditional agricultural production is unprofitable. The most of them are situated at Silesian province. Next part of the article was concentrated on characterisation of Silesian province grounds.

The area of Silesian province agricultural lands and forest divided into administrative districts was shown. Also area utilisation in Silesia province and some data of agricultural production in Silesia province was presented. Then the already existing energetic plants' tillage in Poland and the perspective

of their development was discussed. Analysis of the composition of energetic tillage costs was presented. Also the profit from agricultural crops to compare with the profit of energy plants' plantation was presented and discussed. Finally the ecological profit of future energetic plants' plantations in Silesia province was predicted.

## 1. WSTĘP

Zasoby konwencjonalnych – nieodnawialnych – nośników energii na świecie za kilkadziesiąt lat ulegną wyczerpaniu. Obecnie szacuje się, że światowe zasoby ropy naftowej wystarczą na 45 lat, gazu ziemnego na 55 lat, węgla na 200 lat, a uranu na 70 lat. Szybki rozwój przemysłu i postęp cywilizacji wymaga ciągłych poszukiwań alternatywnych rozwiązań pozyskiwania energii, przede wszystkim ze źródeł odnawialnych.

Jedno z największych źródeł energii odnawialnych stanowi biomasa. Jest ona substancją organiczną o uproszczonym wzorze chemicznym  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , która powstaje w wyniku procesu fotosyntezy.

Światowe zasoby biomasy w globalnym bilansie energii są bardzo trudne do określenia, ponieważ istnieją bardzo duże rozbieżności, co do ich oceny. Głównym powodem tych rozbieżności są między innymi różnorodne opinie na temat przyszłej produkcji rolniczej na świecie i niejednorodny sposób szacowania plonów różnego rodzaju roślin [1]. Całkowity potencjał energii, jaki można byłoby otrzymać z biomasy został określony w 1990 roku na 225 EJ, czyli 5,4 Gtoe (tons of oil equivalent). Dla porównania rzeczywiste zużycie biomasy do produkcji energii w roku 1990 wynosiło 46 EJ, czyli 1,1 Gtoe. Szacuje się, że udział biomasy w globalnej produkcji energii wzrośnie w roku 2050 do 370–450 EJ (8,8–10,8 Gtoe). Gdyby brano pod uwagę całkowity potencjał roślin zielonych, wtedy ilość energii możliwej do uzyskania z biomasy wzrosłaby do 4000 EJ [3].

Wykorzystanie roślin energetycznych jako źródła pozyskania biomasy zyskuje coraz więcej zwolenników. Za ich wykorzystaniem na cele energetyczne przemawia wiele czynników, takich jak: wysoka wartość opałowa, możliwość zagospodarowania nieużytków rolnych, rekultywacja terenów zdegradowanych przez przemysł, redukcja emisji gazów cieplarnianych.

## 2. CHARAKTERYSTYKA ROŚLIN ENERGETYCZNYCH ORAZ PODSTAWOWE ZASADY ICH UPRAWY

Cechą charakterystyczną roślin energetycznych jest szybki wzrost i wysoka wartość opałowa. Najbardziej popularnymi gatunkami roślin energetycznych są [7, 10]:

- wierzba krzewiasta – *Salix viminalis*,
- miskant olbrzymi – *Miscanthus giganteus*,
- ślazowiec pensylwański, zwany też malwą pensylwańską – *Sida hermaphrodita*.

Również należy do nich zaliczyć topolę i różę bezkolcową.

Zaletami wynikającymi ze stosowania roślin energetycznych są przede wszystkim niskie koszty pozyskania biomasy, wartość opałowa wynosząca około 10–12 GJ/t i mała emisja zanieczyszczeń gazowych, powstających w procesie ich spalania. Rośliny energetyczne, tak jak inne rośliny zielone, w procesie fotosyntezy pochłaniają dwutlenek węgla z atmosfery, a podczas procesu ich spalania tworzy się taka sama ilość dwutlenku węgla, jaką pochłonęły w okresie wegetacji.

Rośliny energetyczne wymagają odpowiednich warunków glebowych, dlatego planując założenie plantacji tych roślin należy przede wszystkim odpowiednio przygotować grunt pod uprawę. Najważniejsze to: sprawdzenie odczynu gleby, który powinien zawierać się w przedziale 5,5–7,5 oraz odpowiednie nawodnienie. Rośliny energetyczne wymagają wysokiego poziomu wód gruntowych, ponieważ mają bardzo rozbudowany system korzeniowy, a w przypadku gleb suchych i piaszczystych wymagają odpowiedniej irygacji [10]. Uprawa na glebach lekkich, bez systemów nawadniania, daje niestabilne plony, a system korzeniowy może blokować warstwę filtracyjną gleby. Te dwa czynniki: nawodnienie i odczyn gleby decydują o jakości i wydajności plantacji. Istotną zaletą roślin energetycznych jest ich łatwa zdolność adaptacyjna, przede wszystkim na terenach zanieczyszczonych i zdewastowanych przemysłowo. Z tego powodu mogą być uprawiane na glebach niższych klas bonitacyjnych: III a i b, IV a i b, V oraz wszystkich glebach rolniczych, na których ze względu na dużą ilość zanieczyszczeń zakazana jest uprawa roślin spożywczych [3, 5]. Najlepszymi glebami pod uprawy tych roślin są gleby aluwialne napływowe, inaczej zwane madami, które występują w dolinach rzek. Na terenach zniszczonych przez przemysł, rośliny energetyczne mogą spełniać podwójną rolę: energetyczną i rekultywacyjną. Zdolność rekultywacyjna polega na szczególnej predyspozycji do akumulowania w swoim systemie korzeniowym zanieczyszczeń z gleby, dzięki czemu mogą być uprawiane na glebach rolniczych wyłączonych spod użytkowania rolniczego. Rośliny te w okresie 15 lat są w stanie zupełnie oczyścić glebę, na której rosną, zwłaszcza z metali ciężkich, takich jak: As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Hg i Zn [12]. Zanieczyszczenia gromadzone są tylko w korzeniach i nie występują w części zielonej roślin, z tego powodu nie przedostają się do produktów spalania.

Ujemną cechą niektórych roślin energetycznych, np. miskanta, jest bardzo mała odporność na niską temperaturę. Niekorzystnie na proces wegetacji wpływają także chwasty, dlatego przed obsadzeniem plantacji należy grunt pod uprawę wstępnie odchwacić herbicydami, a w czasie upraw stosować herbicydy selektywne. Należy także pamiętać o odpowiednio głębokiej orce, ze względu na rozbudowany system korzeniowy roślin i o odpowiednim nawożeniu. Sposób nawożenia może być dowolny, a analiza możliwości zasilania roślin energetycznych wykazała, że wykorzystanie ścieków, na przykład z przydomowych mechaniczno-biologicznych oczyszczalni, czy wykorzystanie gnojowicy jest dobrym rozwiązaniem.

Rośliny energetyczne mogą być uprawiane na tym samym areale przez 15–20 lat. Najczęściej na 1 m<sup>2</sup> są sadzone 3–4 sadzonki. W przypadku wierzby energetycznej pierwszy plon otrzymuje się po trzech latach, ponieważ dwa pierwsze lata, to przygotowanie plantacji oraz przycinanie i rozsadzanie sadzonek. W przypadku miskanta najwyższy plon otrzymuje się dopiero w 8–9 roku istnienia plantacji, za to

ślazowiec pensylwański może być zbierany corocznie. Plony, jakie daje paroletnia plantacja, to na ogół około 30 ton roślin energetycznych zebranych z 1 hektara upraw. Rośliny zbiera się z pola po zakończeniu okresu wegetacji, ale najlepiej kiedy wilgotność powietrza jest bardzo mała. Dlatego najczęściej zbiór odbywa się wczesną wiosną, wtedy kiedy rośliny są wysuszone po zimie. Zebrane rośliny są przerabiane w zależności od dalszego zastosowania. Wierzbę energetyczną, można zrębkować na małe kawałki i brykietować. Rośliny energetyczne mogą być także wykorzystywane w ochronie środowiska między innymi do sporządzania mat, które ulegają biodegradacji i mogą być stosowane do tworzenia profilu glebowego na hałdach. Można je także wykorzystywać do ochrony dróg i otwartych terenów przed erozją i nawiewaniem.

Plantacje roślin energetycznych można zlikwidować po 15–20 latach. Należy wtedy wyorać karpy z ziemi i zebrać je z pola.

W tablicy 1 [9, 12] zostały porównane wartości energetyczne paliw kopalnych i koszty wytwarzania ciepła. Z danych wynika, że koszt wytwarzania ciepła z roślin energetycznych jest najniższy w porównaniu do innych paliw.

**Tablica 1.** Wartość energetyczna paliw kopalnych i roślin energetycznych oraz koszty wytwarzania z nich ciepła

Paliwo	Wartość energetyczna GJ/t lub GJ/1000 m <sup>3</sup>	Ilość paliwa równoważna zbiorom ze 100 ha plantacji wierzby	Koszt jednostki ciepła, zł/GJ
Olej opałowy	43	726 t	33,7
Gaz ziemny	35	891m <sup>3</sup>	20,8
Węgiel kamienny	25	1248 t	14,4
Miał węglowy	21	1486 t	9,5
Zrębki wierzby	10,4	3000 t	7,7–8,5
Miscanthus	12	2600 t	

W związku z tym można prognozować, że popularność roślin energetycznych w najbliższym czasie gwałtownie wzrośnie [7].

W ostatnich latach można zauważyć coraz większe zainteresowanie wykorzystaniem roślin energetycznych jako surowca energetycznego. Plantacje roślin energetycznych w Polsce stają się coraz bardziej popularne, zwłaszcza na terenach, na których tradycyjne uprawy polowe przestały być opłacalne ze względu na zbyt małe plony i niskie ceny skupu zbiorów. Najbardziej rozpowszechnioną rośliną energetyczną w Polsce jest wierzba – *Salix viminalis* [3, 5, 6, 7, 11]. Plantacje wierzby znajdują się: w Markusach w woj. warmińsko-mazurskim, w Zatoniu pod Zieloną Górą, w Marzęcinie w Lubuskiem, w Żukowicach koło Głogowa.

Rynek opału drzewnego, na bazie biomasy pochodzącej z roślin energetycznych jest dopiero w fazie organizacji i w związku z tym nie ma podstaw instytucjonalnych oraz gwarancji zbytu wyprodukowanego surowca. W Europie Zachodniej ważnym czynnikiem stymulującym rozwój plantacji energetycznych jest nadprodukcja żywności i wynikająca stąd mała opłacalność upraw spożywczych. Dlatego rośliny energetyczne stanowią alternatywę wobec naturalnych płodozmianów. W przypadku

zdegradowanych gruntów o przeznaczeniu rolniczym, uprawy roślin energetycznych mogą być sposobem na ich wykorzystanie i rekultywację.

### 3. CHARAKTERYSTYKA GLEB WYSTĘPUJĄCYCH W POLSCE

Gleby występujące w Polsce można podzielić na: gleby początkowego stadium rozwoju, bielcowe, brunatne, płowe, czarnoziemy, czarne ziemie, gleby bagienne, mady, rędziny. Największą powierzchnię zajmują gleby bielcowe, brunatne i płowe. Gleby wykorzystywane rolniczo zajmują około 58% powierzchni Polski, pozostałą część kraju zajmują lasy (29%) oraz tereny zurbanizowane. Podstawę produkcji rolniczej stanowią gleby płowe, czyli odmiana gleb brunatnych; stanowią one około 60% gleb rolniczych. Najbardziej urodzajne są czarnoziemy (1%) i czarne ziemie (2%). Reszta to gleby bagienne – około 9%, mady w dolinach rzek – 5% i rędziny – 1%, występujące głównie na wyżynach. W celu oceny gospodarczej przydatności użytkowej gruntów opracowano klasyfikację bonitacyjną, zgodnie z którą wyróżnia się cztery grupy gruntów:

- grunty orne – obejmujące 9 klas bonitacyjnych (od I do VI Rz) o zróżnicowanych właściwościach gleb pod różne uprawy,
- użytki zielone,
- grunty pod lasami,
- grunty pod wodami.

Podział powierzchni Polski pod względem użytkowania gruntów oraz podział użyteczności gruntów w poszczególnych województwach przedstawiono w tablicach 2 i 3.

**Tablica 2.** Podział powierzchni Polski pod względem użytkowania gruntów

Wyszczególnienie	Tys. ha	%
Polska	31 269	100
użytki rolne	18 329	58,6
lasy i zadrzewienia	9 088,9	29,1
wody	825	2,6
użytki kopalniane	37	0,1
tereny komunikacyjne	1142	3,7
tereny osiedlowe	748	2,4
nieużytki	497	1,6

Polska jest krajem, w którym istnieją odpowiednie gleby i klimat do uprawiania roślin energetycznych. Dotyczy to zwłaszcza gleb słabszych klas bonitacyjnych – III, IV, V oraz terenów zdewastowanych i zdegradowanych, wymagających rekultywacji. Jest to jedna z alternatyw na zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w ogólnej produkcji energii oraz sposób na zagospodarowanie gruntów o bardzo słabej przydatności rolniczej do produkcji żywności, jak i jeden z lepszych sposobów na rekultywację terenów poprzemysłowych.

W tablicach 4 i 5 przedstawiono użytki rolne według klas bonitacyjnych w województwach oraz w poszczególnych grupach użyteczności.

**Tablica 3.** Podział użyteczności gruntów w poszczególnych województwach w Polsce w 2002 r (8)

Wyszczególnienie	Powierzchnia ogólna	Użytki rolne		Grunty leśne		Grunty zdegradowane i zdewastowane	
	tys. ha	tys. ha	W tym orne %	tys. ha	w tym lesistość %	tys. ha	%
Polska	31 269	18329,4	78	9088,5	28,4	68,483	0,21
Województwa							
zachodnio-pomorskie	2290,2	1104,2	78,8	810,3	34,4	3,075	0,13
dolnośląskie	1994,8	1149,5	77,3	579,6	28,3	5,735	0,28
kujawsko-pomorskie	1797	1165,2	87,9	416,5	22,6	4,505	0,25
lubelskie	2511,4	1707	78,9	565,5	22,2	3,702	0,12
lubuskie	1398,4	553,2	74,9	693,6	48,2	1,319	0,094
łódzkie	1821,9	1243	81	380,8	20,5	4,516	0,25
małopolskie	1514,4	881,7	67,9	434,2	28,4	3,038	0,26
mazowieckie	3557,9	2416	73	793,6	22	5,244	0,14
opolskie	9412	576,6	86,1	253,0	26,2	3,569	0,37
podkarpackie	1792,6	934	68,4	661,3	36,3	3,771	0,21
podlaskie	2018	1189,4	67,4	605,6	29,6	2,850	0,14
pomorskie	1829,3	918	79,9	667,4	35,6	2,804	0,153
śląskie	1229,4	615,1	73,6	397,8	31,7	5,863	0,470
świętokrzyskie	1169,1	730,8	77	320,7	26,9	2,900	0,25
warmińsko-mazurskie	2429,3	1259,6	70,3	736	29,6	4,857	0,193
wielkopolskie	2982,6	1902	89,3	772,4	28,2	10,735	0,35

**Tablica 4.** Użytki rolne wg klas bonitacyjnych w województwach w 2002 r. [8]

Wyszczególnienie	Powierzchnia gruntów rolnych, tys. ha	Klasy bonitacyjne tys. ha							Grunty nieobjęte klasyfikacją gleboznawczą, tys. ha
		I	II	III	IV	V	VI	Viz	
Polska	18 329,4	67,782	536,41	4201,9	7402,9	4197,3	2114,9	154,4	15,7
Województwa									
dolnośląskie	1161,5	6,2	76,93	390,3	435,5	191,8	60,03	2,12	0,65
kujawsko-pomorskie	1157,9	2,1	29,23	367,8	469,7	182,1	103,05	12,02	3,7
lubelskie	1728,5	14,96	121,8	549,9	643,8	287,4	110	6,68	0,38
lubuskie	551,9	0,004	2,057	89,2	224,3	152,8	83,07	2,4	0,29
łódzkie	1271,9	0,097	11,5	228,3	444,8	382,4	204,6	15,7	0
małopolskie	896,2	12,85	46,91	237,6	326,2	195,1	77,2	6	0,073
mazowieckie	2405,6	1,715	16,36	409,9	892,4	683,3	39,4	31,4	2,057
opolskie	585,7	2,9	43,599	199,1	212,4	91,54	35,9	0,251	0,064
podkarpackie	948,3	4,5	46,255	230,3	406,3	190,8	69,7	5,6	0,214
podlaskie	1206,1	0,001	0,053	82,7	554,8	355,5	212,6	17,2	0,198
pomorskie	910,1	2,041	42,8	209,5	340,4	193,8	121,3	10,67	0,19
śląskie	639,4	1,189	8,715	119,0	279,3	165,6	64,1	7,2	1,2
świętokrzyskie	742,7	18,906	60,1	155,2	241,3	163,4	100,9	10,3	2,57
warmińsko-mazurskie	1312,5	0,106	5,79	292,1	676,2	246,3	88,5	2,07	3,3
wielkopolskie	1899,2	0,054	14,4	407,8	682,06	485,3	309,2	18,2	0,252
zachodnio-pomorskie	1119,7	0,001	9,739	232,9	572,7	229,2	74,5	6,13	0,57

**Tablica 5.** Użytki rolne według klas bonitacyjnych w 2000 r. (8)

Wyszczególnienie	Ogółem tys. ha	Klasy bonitacyjne, tys. ha						VIZ nie objęte klasyfikacją gleboznawczą
		I	II	III	IV	V	VI	
Grunty rolne	18 536,9	67,8	536,4	4 201,6	7 402,9	4 197,2	2 114,9	154,3
	100%	0,4	2,9	22,7	39,9	22,6	11,4	0,8
Grunty orne i sady	14 451,1	65	479,6	3 664,6	5 640,2	2 908,3	1 682,6	114,1
	100%	0,5	3,3	25,4	39	20,1	11,6	0,8
Użytki zielone	4 085,8	2,8	56,8	537,3	1 762,7	1 288,9	432,3	40,2
	100%	0,1	1,4	13,2	43,1	31,5	10,6	1,0

Planując założenie plantacji roślin energetycznych należałoby brać pod uwagę tereny, których przydatność dla upraw roślin spożywczych jest niewielka ze względu na zbyt duże zanieczyszczenie gleb, na przykład metalami ciężkimi, czyli tereny zdewastowane przez działalność przemysłową, eksploatowane górnictwo, zanieczyszczone przez rozwinięty transport. Interesujące są również grunty, na których ze względu na rynek zbytu uprawa zbóż jest już nieopłacalna. Powyższe kryteria spełniają, niektóre tereny woj. śląskiego.

#### 4. MOŻLIWOŚCI ENERGETYCZNEGO WYKORZYSTANIA BIOMASY ROŚLINNEJ W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

Województwo śląskie zajmuje powierzchnię 1229,4 tys. ha, położone jest na Wyżynie Śląskiej. Jest to najbardziej uprzemysłowiony region Polski, w którym jest skupione górnictwo węgla kamiennego, hutnictwo i energetyka. Dużą powierzchnię woj. śląskiego, bo aż 50%, zajmują użytki rolne, a największą ich część stanowią gleby III i IV klasy bonitacyjnej. W południowej części województwa znajdują się tereny góryste o dużej powierzchni gruntów leśnych. Przemysł i górnictwo są skupione w środkowej części województwa, a większość terenów rolniczych znajduje się w północnej i południowo-zachodniej jego części. Grunty przeznaczone do użytkowania rolniczego w dużej części są zanieczyszczone, w związku z tym areal gruntów wyłączanych spod użytkowania rolniczego z roku na rok powiększa się.

Najwięcej użytków rolnych znajduje się w powiatach: będzińskim, bielskim, cieszyńskim, częstochowskim, gliwickim, kłobudzkiem, mikołowskim, myszkowskim, raciborskim, tyskim, wodzisławskim i zawierciarskim [8]. Powiaty te znajdują się zarówno w północnej, jak i południowej części województwa. Na gruntach zagospodarowanych rolniczo są uprawiane przede wszystkim podstawowe mieszanki zbożowe i ziemniaki. Najwięcej gruntów rolniczych, które ze względu na zanieczyszczenia nie nadają się do produkcji upraw spożywczych znajduje się w powiatach: będzińskim, częstochowskim, gliwickim, mikołowskim, myszkowskim, tarnogórskim, tyskim i częściowo w zawierciańskim. W związku z tym, że rośliny energetyczne przynoszą wysokie plony nawet na glebach słabszych klas bonitacyjnych, a zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi nie wpływa na ich wegetację, to właśnie w tych powiatach rośliny te mogłyby być uprawiane. Rozwiązanie takie jest

interesujące w świetle przyjętej przez Sejm Rzeczypospolitej „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce” z dnia 23 sierpnia 2000 roku oraz Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 15 grudnia 2000 roku narzucającego zakładom energetycznym zakup energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w ilości 2,5% w roku 2001 aż do 7,5% w roku 2010 (Dz.U. z dnia 31.12.2001). Energia elektryczna wyprodukowana ze źródeł odnawialnych nie jest obciążona akcyzą. Na obszarze woj. śląskiego nie ma dogodnych warunków do wprowadzenia energetyki wiatrowej czy słonecznej, nie ma również naturalnych spiętrzeń wodnych, które byłoby można wykorzystać do celów energetycznych. Dlatego najbardziej optymalnym rozwiązaniem wydaje się wykorzystanie biomasy do produkcji energii. Uprawy wierzby energetycznej na terenie Śląska byłyby optymalnym rozwiązaniem, ponieważ roślina ta ma szczególne predyspozycje do akumulowania zanieczyszczeń w systemie korzeniowym [2, 3, 5, 11] oraz jest przydatna w tworzeniu profilu glebowego.

Ustawa o samorządzie terytorialnym i Prawo energetyczne (art. 18 pkt 1) wskazuje gminę, jako jednostkę odpowiedzialną za planowanie i organizację zaopatrzenia jej obszaru w ciepło. Gminny system zaopatrzenia w ciepło w znacznym stopniu rzutuje na stan zanieczyszczenia powietrza. Gmina, w ramach swoich uprawnień może podjąć decyzję o kierunku rozwoju bądź modernizacji sposobu zaopatrzenia w ciepło. Podstawę do podjęcia decyzji stanowią gminne plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Tego rodzaju plany powinny zawierać analizę możliwości wykorzystania lokalnych zasobów energii. Uprawy roślin energetycznych są dobrym rozwiązaniem dla gmin, które mogłyby wdrażać programy ochrony powietrza, promując zamianę z tradycyjnych kotłów opalanych węglem kamiennym na kotły opalane biomasą. Tym samym motywując rolników do zamiany upraw na gruntach nieprzydatnych rolniczo na dające doskonałe plony uprawy biomasy.

W tablicach 6 i 7 przedstawiono powierzchnię woj. śląskiego według kierunków wykorzystania oraz wybrane wyniki ekonomiczno-produkcyjne w rolnictwie na tym terenie.

**Tablica 6.** Powierzchnia województwa Śląskiego według kierunków wykorzystania w 2001 r.

Wyszczególnienie	w tys. ha	%
ogółem	1229,4	100
użytki rolne	641,9	52,2
lasy i zadrzewienia, zakrzewienia	396,3	32,2
wody	27,4	2,2
grunty zabudowane i zurbanizowane:	138,8	11,3
- tereny osiedlowe	86,2	7,0
- tereny komunikacyjne	49,7	4,0
- użytki kopalne	2,8	0,2
użytki ekologiczne	0,197	0,0
tereny różne	8,4	0,7
nieużytki	15,8	1,3

**Tablica 7.** Wybrane wyniki ekonomiczno-produkcyjne w rolnictwie w woj. śląskim

Wyszczególnienie	Ogółem	W tym gospodarstwa indywidualne
powierzchnia użytków rolnych	619,5 tys. ha 100,0 %	494,8 tys. ha 79,9 %
udział w ogólnej powierzchni zasiewów:		
- zbóż	63,9 %	64,1 %
- ziemniaków	12,8 %	14,1 %
plony z 1 ha w dt zbóż podstawowych z mieszankami zbożowymi	30,8	30,0

Zakładanie plantacji roślin energetycznych jest uzależnione od lokalizacji ciepłowni. Odległość między ciepłownią i plantacją powinna być na tyle mała, aby koszty transportu surowca były jak najmniejsze. Drugą istotną sprawą jest powierzchnia upraw, która w danym rejonie powinna zaspokoić zapotrzebowanie energetyczne na surowiec lokalnych ciepłowni. Aby zasilić kocioł o mocy 1 MW należy spalić około 0,4 tony biomasy z roślin energetycznych w ciągu godziny (przyjmując, że wartość opałowa surowca energetycznego wynosi 10–12 GJ/t). Jeżeli z jednego hektara upraw roślin energetycznych otrzymuje się około 30 ton surowca, to aby zasilić 1 MW kocioł w surowiec energetyczny należałoby uprawiać rośliny energetyczne na powierzchni 100 ha.

Istotną kwestią decydującą o opłacalności upraw roślin energetycznych jest rozmieszczenie gruntów rolnych na terenie województwa. W woj. śląskim produkcja rolnicza w 80% skupia się w małych gospodarstwach rolnych. Według wstępnych obliczeń, plantacje komercyjne przyniosą zysk, jeżeli areal upraw będzie większy niż 40 ha. Łączny koszt posadzenia wierzby energetycznej na powierzchni 1 hektara wynosi 8240 zł, a w przypadku założenia plantacji z własnych sadzonek koszt ten zmniejsza się do 2440 zł [5, 6]. Właściwe plony z plantacji można uzyskać po trzech latach, wynoszą one wtedy około 30 ton surowca z hektara. Zatem inwestycja zwraca się po upływie około czterech lat.

W tablicy 8 zostały podane przychody z uprawy podstawowych roślin spożywczych w Polsce i założone przychody z upraw roślin energetycznych. Uprawy spożywcze w woj. śląskim to przede wszystkim uprawy zbóż: pszenicy, pszenżyta, żyta oraz ziemniaków.

**Tablica 8.** Uprawy w województwie śląskim

Uprawy	Plony z 1 ha	Cena za 1 dt w zł	Przychód ze sprzedaży z 1 ha
pszenica	32,9	50,4	1658,6
żyto	23,2	36,46	845,8
pszenżyto	28,6	40,28	1166,8
ziemniaki	197	22,88	4194,6
wierzba energetyczna	300	10	3000

Porównując założone przychody ze sprzedaży roślin energetycznych z 1 ha upraw (z plantacji czteroletniej), które wynoszą 3000 zł do średnich przychodów ze sprzedaży zbóż lub ziemniaków, można zauważyć korzyści wynikające z upraw

roślin energetycznych. Nakłady związane z przygotowaniem gruntu pod uprawę są podobne i wzrastają wraz ze stopniem zaniedbania gruntu ornego. Jeżeli zostanie stworzony rynek zbytu roślin energetycznych w Polsce, to uprawy roślin spożywczych będzie można w przyszłości zastępować uprawami roślin energetycznych tam, gdzie przestanie być opłacalna tradycyjna produkcja rolnicza.

Głównym rynkiem zbytu surowców energetycznych do produkcji ciepła i energii na Śląsku mogłyby stać się zarówno małe jednostki lokalne, jak również elektrownie systemowe zainteresowane możliwością spalania roślin energetycznych, w celu zwiększenia produkcji energii ze źródeł odnawialnych zgodnie ze stawianymi wymaganiami. Gospodarstwa indywidualne o małych powierzchniach gruntów odłogowych i nieużytków mogłyby wykorzystywać rośliny energetyczne do ogrzewania domu i gospodarstwa; 1 hektar upraw wystarczy do ogrzania domu jednorodzinne. Możliwość wykorzystania roślin energetycznych w celu rekultywacji terenów przemysłowych jest dodatkowym atutem przemawiającym za uprawianiem roślin energetycznych w woj. śląskim. Ważnym elementem jest także możliwość dofinansowania zakupu roślin energetycznych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska [6], co może zachęcić rolników do tego rodzaju upraw, a producentów energii i ciepła do zakupu surowców energetycznych o konkurencyjnej cenie w stosunku do innych nośników energii.

Na Śląsku powstają już pierwsze inwestycje, głównie wykorzystujące biomasę. Duża inwestycja została podjęta w Elektrociepłowni Tychy S.A., w której zbudowany kocioł fluidalny może być częściowo zasilany biomasą. W Elektrociepłowni Tychy zamierza się zastąpić 20% paliwa węglowego wierzwą energetyczną. Duże zainteresowanie uprawą roślin energetycznych wykazują też kopalnie węgla kamiennego, które są właścicielem większości gruntów wymagających rekultywacji. W woj. śląskim powiaty o najbardziej zanieczyszczonych glebach rolniczych są skupione wokół centralnej – przemysłowej części województwa. Powierzchnia gruntów rolnych w tych powiatach wynosi około 250 tys. ha i w znacznej części gleby te są nieprzydatne do upraw spożywczych ze względu na duże zanieczyszczenie.

## **5. ZYSKI EKOLOGICZNE BĘDĄCE WYNIKIEM UPRAW ROŚLIN ENERGETYCZNYCH**

Zysk ekologiczny, jaki zostanie osiągnięty przez zastąpienie węgla roślinami energetycznymi można oceniać na podstawie redukcji emisji dwutlenku węgla i dwutlenku siarki. Każda plantacja roślin energetycznych o areale 100 ha może zastąpić około 1,5 tysiąca ton węgla energetycznego. W procesie spalania takiej ilości węgla powstaje rocznie 3480 ton CO<sub>2</sub> i 30 ton SO<sub>2</sub>. Zastępując powyższą ilość węgla biomasą z roślin energetycznych, o tyle zmniejszyłaby się emisja do atmosfery tych dwóch gazów.

Istotną zaletą upraw roślin energetycznych są ich właściwości rekultywacyjne, zdolność pochłaniania zanieczyszczeń metali ciężkich z gleby oraz możliwość nawadniania ich ściekami.

Rośliny energetyczne służą również do ochrony terenów narażonych na erozję. Uprawy roślin energetycznych na gruntach wyłączonych spod użytkowania rolniczego na okres wiele lat, ze względu na zanieczyszczenie, są w stanie w ciągu 15-20 lat, oczyścić grunt z zanieczyszczeń.

Na podstawie prognoz zużycia energii odnawialnych w przyszłości można przewidywać, że zainteresowanie uprawami roślin energetycznych wzrośnie, a uprawa ich stanie się źródłem dochodu dla wielu osób. Perspektywy otwierają się przed rolnikami, których nieopłacalność tradycyjnych upraw zmusi do poszukiwania nowego źródła dochodu.

#### Literatura

1. Berneder G., Hoogvijk M., R. van der Broek: *The Contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies*. Biomass&Bioenergy 2003 Vol. 25.
2. Brylińska E.: *Wielkie sprawy małej gminy*. Czysta energia 2003 nr 3.
3. Dubas J.: *Uprawy wierzby na cele energetyki cieplnej*. Czysta energia 2003 nr 1.
4. Fischer G., Scharettlenolzer L.: *Global bioenergy potential trough 2050*. Biomass&Bioenergy 2001 Vol. 20.
5. <http://biomasa.republika.pl/>
6. <http://wfosigw.katowice.pl/>
7. Olejniczak J.: *Możliwości i perspektywy energetycznego wykorzystania biomasy w produkcji rolniczej*. Przegląd komunalny 2000 nr 4 (103).
8. Rocznik statystyczny. Warszawa GUS 2000, 2001, 2002.
9. Ruskowski J.: *Biomasa-źródłem energii odnawialnej*. Czystsza Produkcja w Polsce 1999 nr 5.
10. Stolarski M.: *Instrukcja zakładania i prowadzenia polowych plantacji energetycznych wierzb krzewiastych*. Materiały szkoleniowe, Sosnowiec, marzec 2003.
11. Szwalek K.: *Energetycy krzewią wierzbę, aby palić nią w piecach*. Świat energii 2003 nr 3.
12. Weber H.: *Odpady roślinne źródłem energii*. Gospodarka Paliwami i Energią 2000 nr 5.

**Recenzent:** dr Leszek Trząski