

Wiesław Denisiuk  
„EKOLOG” Zakład Energetyki Ciepłej i Usług Bytowych w Zielonkach

## PRODUKCJA ROŚLINNA JAKO ŹRÓDŁO SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH

### Streszczenie

W pracy, na przykładach rozwiązań stosowanych w Austrii, omówiono regionalne struktury energetyczne bazujące na odnawialnych źródłach energii i przedstawiono rodzaje upraw o wysokim potencjale energetycznym.

**Słowa kluczowe:** biomasa, rośliny energetyczne

### Wstęp

Obecnie, 52% surowców energetycznych wykorzystywanych w Europie pochodzi z poza tego kontynentu, a w tym tempie konsumpcji energii, do 2015 r., aż 72% surowców trzeba będzie sprowadzać. Idea przeznaczania części obszarów rolniczych na inne cele niż żywnościowe pozwoli zwiększyć zaangażowanie społeczeństwa w produkcję rolniczą i zmniejszy lokalną nadprodukcję żywności. Produkcja rolnicza nieżywnościowa wymaga innej wiedzy i działań:

- opanowania technologii uprawy i szeroko pojętej inżynierii produkcji roślinnej i zwierzęcej pod potrzeby energetyki.
- tworzenia układów cywilnoprawnych pomiędzy wytwórcą surowców nieżywnościowych (energetycznych) a przetwórcą tych surowców na energię elektryczną czy energię ciepłą.
- przyjęcia w otoczenie wsi ludności miejskiej z obszaru rzemiosła, usług, przedsiębiorców zdolnych lokalnie zagospodarować wytworzone surowce energetyczne.
- zdolności organizowania się lokalnej społeczności wsi i miast celem samozaopatrzenia energetycznego.

Konieczność tworzenia lokalnych struktur energetycznych wynika z prognoz Komisji Europejskiej UE [Dyrektywa, 2001/77/EC], która wskazuje, że szczyt wydobycia ropy naftowej zostanie osiągnięty w latach 2015-2020 [Schleicher 2005].

Stale rosnący poziom konsumpcji energii wymaga podwojenia wydobycia ropy naftowej. W tej sytuacji istnieją co najmniej trzy bardzo ważne przyczyny podjęcia intensywnych działań wdrożenia Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) w Unii Europejskiej i w Polsce [Denisiuk 2004]:

1. Ekologia i globalne zmiany klimatu,
2. Bezpieczeństwo energetyczne,
3. Ekonomia i zrównoważony rozwój rolnictwa.

W celu uchronienia środowiska naturalnego przed katastrofą i ustanowienia bezpieczeństwa energetycznego opracowano trzy podstawowe dokumenty (tj: „White Paper”, Protokół „Kioto”, „Green Paper”), w których zawarte są podstawowe cechy odnawialnych źródeł energii:

- zerowy (per saldo) udział emisji spalin ze spalania biomasy w tworzeniu gazów cieplarnianych CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (spalanie słomy, gałęzi drzew, upraw energetycznych),
- możliwość zapewnienia zaspokajania potrzeb energetycznych rozwiniętej gospodarki przez wykorzystanie potencjału odnawialnych źródeł energii,
- występowanie tych zasobów w rozproszeniu, co umożliwia ich wykorzystanie w lokalnych systemach energetycznych, a zwłaszcza na terenach wiejskich i małych miasteczek.

### **Przykłady regionalnych struktur energetycznych z wykorzystaniem OZE**

W ocenie Seitinger [2005] ceny energii z OZE mogą tylko spadać także dlatego, że w przeciwieństwie do kopalnych źródeł energii mają niewyczerpalny potencjał. OZE a zwłaszcza biomasa to niewyczerpalne, ekologiczne i lokalne źródła energii, które są wszędzie. Tworzenie autonomicznych, regionalnych struktur energetycznych poprawia niezależność i bezpieczeństwo energetyczne. Przykładem takiego pojmowania problemu i organizowania się lokalnej społeczności wsi i małych miasteczek jest Styria w Austrii, a w szczególności gmina Mureck i Gesing. Ciepłownia na biomasę (zrębki), produkcja biodiesla, produkcja energii elektrycznej z biogazu i mała ciepłownia na zrębki dla szkoły i budynku zarządu gminy Gesing, to duży jak na warunki lokalne obiekt energetyczny. Pozyskanie biomasy odbywa się z wycinki zakrzaczeń i pielęgnacji lasów, przy pomocy zorganizowanych brygad maszynowych. Jedni ścinają odrosty krzaków, drudzy przy pomocy przyczepianych do ciągników rębaków zrębkują wcześniej ścięte i ułożone na kupach gałęzie. Zrębkowane gałęzie następnie przyczepami dostarczane są do ciepłowni. Inny system pozyskania biomasy to plantacje kukurydzy, traw, rzepaku i roślin energetycznych, z których pierwsze stanowią surowiec dla biogazowni i biorafinerii a drugie dla ciepłowni i elektrociepłowni.

W Mureck reprezentatywnym przykładem są trzy niezależne firmy działające na „jednym podwórku”, bez płotów, bramkarzy między sobą [Denisiuk 2005a]. Mureck-biorafineria to firma produkująca estry –olej napędowy z olejów jadalnych. Firma prowadzi następującą działalność:

- skup od rolników z promienia 30km nasion rzepaku. Uzyskuje się w ten sposób ok. 15 tys ton rocznie biodiesla. Firma posiada dwie prasy do wyłaczania oleju z nasion dostarczonych przez miejscowych rolników, wirówki, bioreaktory i inne urządzenia. Odpad gliceryny i wyłoków rzepakowych wykorzystuje sąsiednia firma zajmująca się produkcją biogazu. Dostawcy nasion otrzymują zapłatę za dostarczony rzepak oraz paliwo – biodiesel.
- skup surowego oleju rzepakowego, od firm które posiadają tylko prasy do wyłaczania oleju, a nie posiadają linii uzdatniania surówki.
- skup od osób fizycznych, obiektów gastronomicznych, frytkowni, zakładów przetwórstwa spożywczego przepalonego oleju jadalnego. W tym celu firma posiada zorganizowany system zbieractwa, który sięga swym zakresem do sąsiedniej Słowenii i na Węgry.

Tak zorganizowana baza surowcowa umożliwia produkcję 75 tys ton rocznie biodiesla, w który zaopatruje się 34 stacje paliwowe. Spalanie biodiesla w kotłach olejowych w celu produkcji ciepła okazało się w warunkach Austrii mniej intratnym przedsięwzięciem.

Mureck –biogazownia [Denisiuk 2005a] funkcjonuje w oparciu o produkty i odpady rolnicze. Reaktory biogazowni pracują w systemie intensywnym z bakteriami mezofilnymi w temperaturze 54°C. Wsad do reaktorów biogazowni stanowią gliceryna i makuch z wytwórni biodiesla, nasiona kukurydzy, kiszonka różnych roślin, gnojowica i gnojówka z obiektów chowu zwierząt, a także odpady przetwórstwa mięsnego. Wytworzony biogaz po obróbce trafia przede wszystkim do silników iskrowych napędzających generatory prądu. Moc generatorów to 2x2MW energii elektrycznej. Powstające ciepło odpadowe biogazownia zużywa do podgrzania bioreaktorów i własnych obiektów produkcyjno biurowych. Na wypadek awarii generatorów firma posiada parowy kocioł gazowy o mocy 4,25MW, z którego para może być podana do turbiny gazowej. Ta z kolei poda napęd na generator prądu. Odpad po przerobieniu w reaktorach biogazowni, wolny od biogenów trafia jako nawóz atestowany na pola rolników. Dostawcy surowców- rolnicy są kapitałowo powiązani z biogazownią i są odbiorcami jej produktu finalnego jakim jest prąd elektryczny. W ten sposób np. za ziarna kukurydzy uzyskują więcej niż by sprzedawali je na potrzeby przemysłu paszowego.

Mureck-ciepłownia [Denisiuk 2005] to obiekt składający się z dwóch kotłów opalanych zrębkami drewna, tymi które systemem brygad maszynowych pozyskano z pielęgnacji lasów i zakrzaczeń. Ciepłownia posiada pod zadaszeniem magazyn składowy zrębków o powierzchni ok.  $300\text{m}^2$ . Konstrukcja nośna zadaszenia wykonana z drewna klejonego. Do załadunku zrębków służy samobieżny ładowacz o pojemności łyżki  $4.5\text{m}^3$ . Przed dwoma kotłami o sumarycznej mocy 4 MW znajduje się przedzasobnik, do którego ładowaczem samobieżnym wsypywane są zrębki. Na dnie przedzasobnika znajduje się sterowana siłownikiem hydraulicznym szuflada, która zgodnie z zadanym reżimem temperaturowym podaje paliwo (zrębki) do każdego z kotłów.

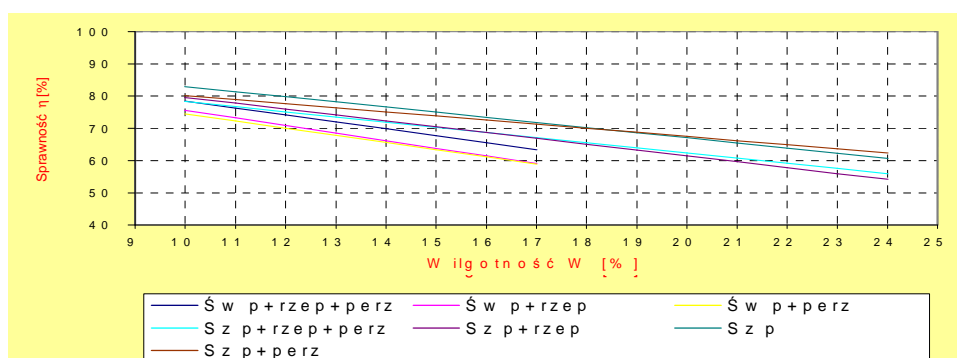
W centrum Mureck „Pergola energetyczna” [Denisiuk 2005a] okazała się być miejscem usytuowania małej 200 kW ciepłowni opalanej zrębkami. Ciekawostką tego rozwiązania był fakt estetycznego wkomponowania ciepłowni w krajobraz. Ciepłownia bowiem znajduje się, razem z magazynem podręcznym zrębków o pojemności  $46\text{m}^3$  trzy metry pod ziemią. Na dnie tego magazynu zrębków zamontowano przegarniak i przenośnik ślimakowy, którym dostarczane jest paliwo do kotła. Tylko niewysoki komin o średnicy 200 mm, wykonany z nierdzewnej blachy i ulatniający się biały dym wskazuje, że jest to obiekt energetyczny. Kocioł rusztowy, z rusztem schodkowym, systemem pompowym podaje ciepło do zasobnika. Kocioł pracuje w układzie zamkniętym. Z zasobnika ciepło podawane jest na płytowy wymiennik ciepła, z którego czynnik grzewczy posyłany jest do odbiorców. Z ciepła tej kotłowni korzystają urząd gminy, szkoła i pięć budynków prywatnych.

Elektrociepłownia w Gesing [Denisiuk 2005a], to dwa kotły parowe o łącznej mocy 6 MW energii cieplnej i 2MW mocy energii elektrycznej. Na placu przy dwóch betonowych silosach stoi rębak ogromnej konstrukcji. Rębak wyposażony w łańcuchowy stół podawczy o szerokości 1200mm, który poprzez perforowane powierzchniowo bębny podające ma ujście do czeluści bębna tnącego rębaka o średnicy 1500mm. Rębak ten wyposażony jest w silnik spalinowy, stanowiący jednostkę napędową o mocy 300KM.

Para wytworzona w kotłach parowych skierowana do turbiny napędza generator prądu. Awaryjnie, elektrociepłownia posiada linie pirolitycznego zgazowania zrębków drewna. Powstały „holtzgas” spalany jest w palniku awaryjnego kotła parowego o mocy 4 MW energii cieplnej. Ciepło kondensatu i ciepło odpadowe ogrzewa miasto Gesing a prąd elektryczny sprzedawany jest do regionalnej sieci energetycznej.

## Biomasa – szansa dla rolnictwa i energetyki

Biomasa mimo, że w skali kraju stanowi znaczny potencjał energetyczny, występuje w rozproszeniu. Do produkcji biopaliw ciekłych, tj etanolu i estrów metylowych zużywa się na świecie 6% biomasy. Obejmuje ona odpady poprodukcyjne produkcji roślinnej (słoma) i produkcji zwierzęcej (obornik, gnojowica – biogaz) sektora rolniczego, jak i odpady leśne oraz przemysłu drzewnego. Biomasa to także organiczne części odpadów komunalnych, tj. osady ściekowe i komunalne odpady stałe – śmieci. Słoma stanowi cenny i znany surowiec, a od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku także surowiec energetyczny- przykład stanowi Dania. W Polsce na terenie Powiśla Sztumskiego w latach 1997-2001 przeprowadzono badania parametrów energetycznych wybranych grup jakościowych słomy pszennej i rzepakowej. Stwierdzono zależność sprawności układu ciepłowni o wilgotności słomy, jej rodzaju i fazy zbioru. Zanieczyszczenie słomy opałowej trawą powoduje obniżenie produkcji ciepła jednostkowego, a dodatek 10% słomy rzepakowej do słomy pszennej powoduje utrzymanie produkcji ciepła jednostkowego przy spadku zużycia jednostkowego słomy. Na rysunku nr 1 podano sprawność układu ciepłowni w funkcji wilgotności słomy dla badanych rodzajów słomy [Denisiuk 2003].



Rys. 1. Sprawność układu ciepłowni w funkcji wilgotności wybranych grup słomy

Fig. 1. Efficiency of heat plant layout as function of humidity of the selected groups of straw

Dużą grupę w biomacie stanowią energetyczne uprawy rolnicze tj.:

- jednoroczne i wieloletnie uprawy, do których zaliczamy: topolę, wierzbę, olszynę, konopie, sida, trawę słoniową, topinambur, ślazieriec pensylwański,

- konopie, a także uprawy energetyczne trawy kupkówki, żyta i pszenżyta [Denisiuk 2005a; Styk, Borkowska 1997],
- nasiona roślin oleistych (rzepak) z przeznaczeniem do produkcji biodiesla. Ziemiaki, nasiona żyta i odpady roślinne z przeznaczeniem na alkohol etylowy.

Tak definiowana biomasa to stosunkowo łatwy w pozyskaniu surowiec powstały w wyniku upraw rolniczych zbóż i rzepaku, a także fito i arbo upraw energetycznych. Wśród tych upraw na uwagę zasługują np. rdest ostrokończysty, słonecznik bulwiasty, miscanthus olbrzymi, ślázowiec pensylwański.

Rdest ostrokończysty rozmnaża się przez podział kłaczy, plantacje można eksploatować około 15 lat. Zbiór roślin do celów energetycznych należy wykonywać dwuetapowo. Etap I to ścięcie kosiarką rotacyjno – bijakową, po kilku dniach, w drugim etapie, zbiór prasą w formie balotów. Rdest można także zbierać w formie zrębek maszynami do zbioru kukurydzy.

Słonecznik bulwiasty (topinambur) może być uprawiany na jednym stanowisku przez 15 – 20 lat. Rozmnażanie odbywa się przez sadzenie bulw. Zbiór dokonuje się pod koniec zimy kiedy roślina zasycha do poziomu około 50 % wilgotności. Zbiór odbywa się dwuetapowo. Wartość opałowa zbieranej masy przy wilgotności 20% wynosi około 15 MJ / kg.

Okres życia miscanthusa olbrzymiego wynosi ponad 15 lat. Aktualnie stosowane są dwie metody rozmnażania: przez podział kłaczy i laboratoryjnie. Ważne jest duże zagęszczenie roślin na polu. Na terenach o wyższej wilgotności należy przeprowadzić żniwa dwuetapowo. Wydajność kilkuletniej plantacji kształtuje się na poziomie około 20 ton z 1 ha, przy wilgotności 20%. Wartość opałowa takiego paliwa wynosi od 14 do 17 MJ / kg.

Ślázowiec pensylwański jest rośliną długowieczną, efektywna eksploatacja plantacji jest możliwa przez 15 do 20 lat [Antonowicz 2005]. Ślázowiec rozmnaża się z sadzonek korzeniowych, rzadziej z nasion, uprawia się w postaci plantacji o zagęszczeniu 10 do 20 tys. sadzonek na hektar. W okresie jesieni i zimy następuje naturalne zasychanie łodyg. Zbiór biomasy dokonuje się zależnie od regionu w miesiącach: luty, marzec i kwiecień. Plony biomasy o wilgotności 20–25% wynoszą od 20 do 25 ton / ha. Przy teoretycznie założonej 100% sile kiełkowania i wysiewie 64 tys nasion na hektar plon tej biomasy może osiągnąć 120t/ha [Denisiuk 2005b]. Łodygi ślázowca, przy odpowiednim zagęszczeniu plantacji łatwo dają się zgniatać i prasować, ich wartość energetyczna wynosi około 15 MJ / kg.

Na terenie Żuław poddano badaniom wielkoobszarowe uprawy dwuletnie i trzyletnie tej rośliny w zakresie potencjału masy i energii [Denisiuk 2005b]. W tabeli 1 podano wyniki badań ciepła spalania i wartości opałowej różnych części tej rośliny [Denisiuk 2005].

*Tabela 1. Średnie wartości parametrów energetycznych karpki ślázowca ponsylwańskiego*

*Table 1. Average energetic parameter values of Virginia fanpetals (Sida hermaphrodita Rusby) rootstock*

Części rośliny	Zawartość wody %	Ciepło spalania MJ kg <sup>-1</sup>	Wartość opałowa MJ kg <sup>-1</sup>
Część łodygowa	19,10	17,85	13,55
Część kwiatowa	14,10	17,77	14,72
Cała roślina	18,30	18,00	14,04

Stwierdzono, że drobna w swej budowie martwa część kwiatowa ślázowca stanowiła 30% masy całkowitej nadziemnej części karpki. Opóźniając termin zbioru masę części kwiatowej, możemy do celów energetycznych bezpowrotnie utracić.

Oddzielnym problemem jest kontrowersyjny potencjał energetyczny lasów. Na Węgrzech stworzono warunki finansowe i prawne zakładania fitoenergetycznych i arboenergetycznych plantacji. Jak powiedział Gogos [2005], nie należy powodować karczowania lasów na Ukrainie, by drewno z nich pozyskane było spalane w węgierskich ciepłowniach.

## Podsumowanie

Austriacy udowodnili, że OZE jako niewyczerpalne, ekologiczne dając podstawy regionalizacji energii poprzez tworzenie autonomicznych, samodzielnych, regionalnych struktur. Dotyczy to energii paliw ciekłych, energii elektrycznej i energii cieplnej. Po Szwecji, Danii, Austria zajmuje trzecią pozycję ze swoimi 34% wykorzystania OZE w ogólnym bilansie energetycznym kraju. W/g Scheer'a [2005] to resorty rolnictwa krajów UE będą odpowiedzialne za wdrożenie biomasy w energetyce. Rolnictwo nieżywnościowe, tj produkcja surowców przemysłowych, surowców energetycznych i w końcu energii jest początkiem epoki nowego rolnictwa, które przejmie tradycyjne żywnościowe rolnictwo. Jest to także szansa zwłaszcza dla regionów naszego kraju, które nie posiadają kopalnych zasobów energii. Jest to szansa dla rolnictwa. Poprzez rolnictwo można uchronić las przed nadmierną eksploatacją. Profesjonalna energetyka, wykorzystująca drewno,

powinna wzorem projektu „Kwidzyn” [Szcukowski,2000], współuczestniczyć w organizowaniu plantacji szybko rosnącej wierzby lub innej rośliny energetycznej.

### **Bibliografia**

Antonowicz J. 2005. Potencjał energetyczny ślazuwca pensylwańskiego. AURA nr 3, s. 7-9.

Denisiuk W. 2003. Techniczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele grzewcze. Rozprawa doktorska.

Denisiuk W. 2004. Dyrektywa Unii Europejskiej a polskie Uwarunkowania prawne i gospodarcze wykorzystania OZE na przykładzie biomasy. Międzynarodowa konferencja nt Stan polskiej energetyki odnawialnej- Biomasa, Poświętne 2004.

Denisiuk W. 2005a. Energetyczne wykorzystanie biomasy w Austrii. Aura nr 3 s. 11-10.

Denisiuk W. 2005b. Ślazuwiec pensylwański w energetyce. XII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Postęp Naukowo-Techniczny i Organizacyjny w Rolnictwie” KTR-PAN. Zakopane 21-25.02.2005.

Deklaracja Gratz. 2005. Central European Biomass Conference, GRATZ-Austria.

Gogos Z. 2005. Strategies and measures for promoting bioenergy in Europe-Hungary. Central European Biomass Conference, GRATZ-Austria.

Dyrektywa 2001/77/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z 27.09.2001 w sprawie promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii elektrycznej.

Schleicher St. 2005. The renewables in the future energy mix. Central European Biomass Conference, GRATZ-Austria.

Seitinger J. 2005. Initiatives by the Province of Styria to promote bioenergy. Central European Biomass Conference, GRATZ-Austria.

Scheer H. 2005. Full solar energy supplies by 2005- relentless advance of renewable energies. Central European Biomass Conference, GRATZ-Austria.



Styk B., Borkowska H. 1997. Ślázowiec pensylwański- uprawa i wykorzystanie. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie.

Szczukowski S. 2000. Wiklina źródłem odnawialnych i ekologicznych surowców. Seminarium nt „WIKLINA źródłem dochodu ludności regionu kwidzyńskiego”, Kwidzyn, s. 6-16.

## **PLANT PRODUCTION AS THE SOURCE OF ENERGY RAW MATERIAL**

### **Summary**

The study, using the examples of solutions applied in Austria, discusses regional energetic structures based on renewable sources of energy and presents the types of crops with high energy potential.

**Key words:** biomass, energetic plants