



## **UPRAWA ROŚLIN ENERGETYCZNYCH EKOLOGICZNYM KIERUNKIEM ROZWOJU WSI**

***Stanisław Włodek<sup>1</sup>, Katarzyna Pawęska<sup>2</sup>, Andrzej Biskupski<sup>1</sup>, Jakub Sikora<sup>3</sup>***

*<sup>1</sup>Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa we Wrocławiu, <sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
<sup>3</sup>Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

## **CULTIVATION OF ENERGY PLANTS AS ECOLOGICAL WAY FOR DEVELOPMENT OF VILLAGE**

### ***Streszczenie***

W pracy przedstawiono możliwości uprawy roślin energetycznych oraz przewidywane efekty ekologiczne oraz ekonomiczne. Podkreślono potencjał tkwiący w infrastrukturze wsi polskiej – niewykorzystane budynki gospodarcze, wyłączone z produkcji rolnej tereny, niezagospodarowane plony uboczne oraz niewykorzystana siła robocza. Wymieniono rośliny które mogą być przeznaczone na cele energetyczne oraz kierunki ich wykorzystania. Zasygnalizowane zostały potencjalne korzyści wynikające z wykorzystania ścieków w nawadnianiu upraw roślin energetycznych oraz istniejące utrudnienia. Opisywane kierunki rozwoju wsi wymagają zaangażowania społeczności lokalnych, organizacji samorządowych oraz środków finansowych.

**Słowa kluczowe:** Rośliny energetyczne, produkcja biomasy, oczyszczanie ścieków, energia odnawialna

### ***Summary***

*The paper presents the possibilities of growing energetic plants and its ecological and economic effects anticipated. Emphasized is the potential contained in infrastructure of Polish countryside, i.e. unutilized farm buildings, areas out of agricultural*

*production, unmanaged side-crops and free manpower. Listed are plants to be designed for energetic purposes and ways of their utilization. Potential advantages of using liquid wastes for irrigation of the energetic plants, as well as impediments involved, have been pointed to. The ways of the countryside development described call for engagement of local self-government communities and adequate financial means.*

**Key words:** *Energetic plants, biomass production, sewage purification, revivable energy.*

## WSTĘP

Zmiany systemowe w Polsce przyczyniły się do spadku opłacalności produkcji rolnej, zarówno roślinnej jak i zwierzęcej. Następstwem tej sytuacji było odłogowanie około 1,8 mln. ha gruntów (Rocznik Statystyczny 2004), zmniejszenie hodowli zwierząt oraz wyłączenie z użytkowania budynków gospodarczych: stodół, obór i chlewni. Nie uprawiane pola stały się w krótkim czasie zbiorowiskiem chwastów oraz siedliskiem gryzoni (Nowicki, Marks 2001). Duże obszary pokryte suchą, nieczynną fizjologicznie roślinnością oraz powierzchnie bez okrywy roślinnej mogą powodować silne, konwekcyjne ruchy powietrza (Leśny i in. 2002), powodujące nieproduktywne ubytki wody z gleby.

Nie zrównoważony rozwój infrastruktury sanitarnej, dotyczył głównie dynamicznej rozbudowy sieci wodociągowej oraz nie nadążającej za nią budowy sieci kanalizacyjnych (Szczygielski 1996). Opisane zjawiska niekorzystnie wpłynęły na środowisko. Łatwiejszy dostęp do wody spowodował wzrost jej zużycia i przyczynił się do zwiększenia ilości ścieków, które w wielu przypadkach odprowadzane są do kanalizacji burzowych i rowów melioracyjnych. Brak sieci kanalizacyjnych oraz oczyszczalni przyczynił się do degradacji wód powierzchniowych i gruntowych (Ostrowska i Płodzik, 1997).

Przedstawiona sytuacja wymaga podjęcia działań mających na celu poprawienie warunków środowiskowych i przeciwdziałania jego degradacji.

## METODYKA BADAŃ

Zapotrzebowanie na energię pozyskiwaną z odnawialnych źródeł, wynikające z postanowień protokołu z Kioto... (1997) oraz „Polityki energetycznej... (2009), otwiera wręcz nieograniczone rynki zbytu na produkty rolne. Wymienione dokumenty nakładają obowiązek systematycznego wzrostu udziału ilości energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych. Jednym z nich jest biomasa roślin. Pozyskiwana z biomasy energia nie powoduje wzrostu zawartości w atmosferze dwutlenku węgla, głównego sprawcy efektu cieplarnianego. Wytwarzany

podczas spalania biomasy dwutlenek węgla zostaje wiązany w okresie wegetacji roślin w procesie fotosyntezy, w związku z tym w cyklu rocznym bilans gazów cieplarnianych wynosi zero.

Istnieje wiele metod oraz rozwiązań technicznych pozwalających na pozyskiwanie energii z biomasy (Włodek i in. 2004). Poczynając od spalania podczas którego pozyskiwane jest ciepło, przez przetwarzanie roślin w procesie fermentacji na alkohol etylowy, który po odwodnieniu stanowi dodatek paliwa aż do uzyskiwania biogazu. Duże możliwości wykorzystania biomasy otwierają się w związku z wysoko zaawansowanymi pracami nad ogniwami paliwowymi (Włodarczyk i Włodarczyk, 2004). Jednym z rodzajów paliwa może być metanol pozyskiwany z biomasy.

Do przetwarzania na nośniki energii nadaje się większość roślin uprawianych w naszych warunkach, poczynając od zbóż i okopowych, które mogą być przetwarzane na etanol, poprzez oleiste, jak rzepak czy słonecznik które mogą być przerabiane na estry. Cenną rośliną energetyczną jest również kukurydza (Kaszковиak i Kaszковиak, 2011). Do celów energetycznych z powodzeniem mogą być wykorzystane trawy. Duże potrzeby pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł przyczyniają się do poszukiwań roślin charakteryzujących się wysoką wydajnością biomasy z jednostki powierzchni. Z doświadczeń wynika, że w naszych warunkach klimatycznych z powodzeniem można uprawiać takie wysoko wydajne gatunki jak wierzba krzewiasta, trawa miskant, ślazier pen-sylwański, konopie, topinambur. Zróżnicowane wymagania glebowo klimatyczne wymienionych gatunków pozwalają na ich uprawę w różnych rejonach kraju.

Ekologiczne znaczenie upraw roślin energetycznych polega nie tylko na ograniczeniu ilości gazów cieplarnianych w atmosferze przez zmniejszenie ilości spalonego węgla, ropy i gazu. Plantacje roślin przeznaczonych na cele energetyczne mogą być z powodzeniem miejscem wykorzystania ścieków bytowo gospodarczych po wstępnym ich oczyszczeniu. Istnieje realna możliwość wykorzystania wieloletniego, bogatego dorobku naukowego dotyczącego rolniczego wykorzystania ścieków (Boćko 1970, Kutera 1988, Paluch 1984). Wymienione badania wychodzą naprzeciw palącej potrzebie rozwiązania problemu oczyszczania ścieków, dotyczącego w głównej mierze środowisk wiejskich oraz stwarzają realną szansę racjonalnego rozwiązania problemów: produkcji biomasy na cele energetyczne, wykorzystania ścieków oraz zagospodarowania odłogów (Włodek i in. 2011).

## **WYNIKI BADAŃ**

Oczyszczanie ścieków na terenach wiejskich stanowi istotnie problem niezwykle poważny, który powinien zostać rozwiązany w niedalekiej przyszłości. Z danych zestawionych przez Najwyższą Izbę Kontroli (Gospodarka ściekowa

gmin na obszarach nieobjętych systemem kanalizacji zbiorczej w latach 2009 – 2011) wynika, że obszary nieobjęte systemem kanalizacji zbiorczej nie posiadają pełnej ewidencji dotyczącej sposobu zagospodarowania ścieków powstających na terenie gmin. W 2010 r. systemami kanalizacji zbiorczej do centralnej oczyszczalni ścieków trafiało zaledwie 8,4% ścieków. NIK raportuje, że na terenie kraju funkcjonowały gminy, które nie potrafiły udokumentować sposobu utylizacji ponad 90% ścieków wytworzonych na ich terenie.

Lansowane obecnie i dofinansowywane z funduszy unijnych duże, zbiorcze oczyszczalnie ścieków nie mają uzasadnienia ekonomicznego ani ekologicznego na terenach o rozproszonym zasiedleniu (Topiński, 2003). Konieczność budowy rozległych systemów kanalizacyjnych bardzo mocno podnosi koszty inwestycji a w przyszłości przyczyni się do wysokich kosztów eksploatacji. System oczyszczania oparty na dużych, zbiorczych oczyszczalniach obsługujących rozległe obszary będzie przyczyniał się do osuszania terenów i pogarszał nie najlepsze stosunki wodne w naszym kraju. W takim przypadku istnieje realne zagrożenie obniżania się poziomu wód gruntowych i pogorszenia bilansu wodnego. W chwili obecnej Polska staje przed problemem wywiązania się z realizacją Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków Komunalnych. Rozbieżności pomiędzy założeniami KPOSK, a rzeczywistą realizacją wynikają przede wszystkim z nieprawidłowo wyznaczonego obszaru aglomeracji. NIK szacuje, że w takich przypadkach będzie następowało ograniczenie obszarów aglomeracji przed kolejną aktualizacją KPOSK (Terek, 2013, Katarzyńska, 2013). Stwarza to realne szanse na wykorzystanie alternatywnych sposobów oczyszczania ścieków w środowisku naturalnym.

Na przeszkodzie w stosowaniu na szeroką skalę uzasadnionego ekologicznie i ekonomicznie wykorzystania i ścieków w rolnictwie stoją przepisy prawne (Kutera i Kostrzewa, 1996). Wymagania sanitarne jakie stawia ustawa są wygórowane i nie znajdują potwierdzenia w badaniach. Gleba umożliwia osiągnięcie najwyższego stopnia oczyszczania, którego nie zapewnia żadna oczyszczalnia (Boćko, 1970). Według licznych badań i opracowań ścieki, zwłaszcza bytowo gospodarcze oraz pochodzące z przemysłu rolno spożywczego, nie zawierające substancji toksycznych i metali ciężkich mogą być stosowane do nawodnień roślin uprawnych. Nawet nawadnianie ściekami warzyw, zwłaszcza w okresie przed wegetacyjnym, jest nieszkodliwe dla zdrowia konsumentów (Kutera, 1978). Tym bardziej możliwe jest stosowanie ich do nawodnień roślin energetycznych. Prezentowany kierunek postępowania ma wiele zalet. Wprowadzane do gleby ścieki wnoszą substancje organiczne stanowiące składniki odżywcze dla roślin, dostarczają wodę przez co powodują wzrost plonów (Włodek i in. 2011, Włodek i in. 2013), a także korzystnie wpływają na mikroklimat środowiska.

Jednym z przykładów wprowadzania ścieków do gleby w celu poddania ich procesom biologicznego oczyszczania są obiekty roślinno-glebowe –

oczyszczalnie pracujące w środowisku naturalnym (rysunek 1). Zasada pracy takich obiektów polega na zamykaniu obiegu materii. Odpowiednie sterowanie procesami pozwala na bezosadową gospodarkę na ww. obiektach, natomiast nawozowy potencjał ścieków przyczynia się do intensywnego wzrostu roślin wykorzystanych do nasadzeń (Paweska, Kuczewski, 2008).



**Rysunek 1.** Oczyszczalnia roślinno-glebowa w Brzeźnie  
**Figure 1.** Sewage treatment plant and soil in Brzeźno

Oprócz korzyści związanych z wyższą produkcją biomasy obiekt oczyszcza ścieki powstające w przyległej wiosce wpisując się w ten sposób w działania gmin mające polegać na ograniczeniu zanieczyszczeń wprowadzanych wraz ze ściekami do środowiska naturalnego.

Obiekt przyjmuje ścieki nieprzerwanie przez cały rok utrzymując wysoką skuteczność remediacji zarówno zanieczyszczeń organicznych jak i biogenów.

**Tabela 1.** Średnie roczne efekty redukcji zanieczyszczeń dla oczyszczalni roślinno-glebowej w Brzeźnie w latach 2003-2008

**Table 1.** The average annual pollution reduction effects for the sewage plant and soil in Brzeźno in 2003-2008

Rok pracy	Sprawność oczyszczania [%]			
	BZT5	ChZTcr	Azot ogólny	Fosfor ogólny
2003	99,27	97,39	98,05	98,05
2004	97,87	91,34	82,99	99,43
2005	99,11	82,58	81,77	98,89
2006	99,47	75,92	67,80	92,91
2007	99,90	99,90	99,90	99,90
2008	83,11	78,25	77,00	93,98

Wymagane zwiększenie produkcji energii z odnawialnych źródeł nie powinno koncentrować się tylko na przetwarzaniu biomasy na prąd w elektrowniach i dużych ciepłowniach. W proces pozyskiwania energii z odnawialnych

źródeł winny się włączyć małe jednostki. Oprócz wielkoobszarowych plantacji produkujących na potrzeby dużych odbiorców materiał o ujednoczonych parametrach powinny być zakładane niewielkie przydomowe plantacje pełniące rolę oczyszczalni oraz miejsca pozyskiwania opału. Produkowana biomasa może być spalana w pierwszym etapie w tradycyjnych piecach jako dodatek do paliw konwencjonalnych. Istnieją ku temu sprzyjające warunki. Niezagospodarowane budynki gospodarcze, po modernizacji mogą pełnić rolę suszarni i magazynów biomasy. Wyłączone z produkcji rolnej grunty, najczęściej o wadliwych stosunkach powietrzno-wodnych, spełniają warunki potrzebne do rolniczego wykorzystania ścieków. Szerokie spektrum potrzeb wodnych roślin energetycznych pozwala dobrać gatunki do uprawy zarówno w środowisku o wysokim poziomie wód gruntowych a nawet okresowo zatapiających, jak również na glebach niskiej klasy bonitacyjnej, charakteryzujących się niedoborami wodnymi.

Odpowiednio usytuowane w terenie oraz dobrane gatunki roślin energetycznych mogą spełniać wielorakie funkcje. Zwarta ściana wysokich roślin usytuowanych w odpowiedniej odległości wzdłuż drogi może stanowić ekran dźwiękochłonny oraz barierę skażeń chemicznych. W okresie zimowym dodatkowo będzie spełniać rolę zasłony przeciwsłonecznej zabezpieczającej drogi przed nawiewaniem śniegu z pól na jezdnię.

Energetyka odnawialna oparta na biomase roślin pozwala zagospodarować plony nie nadające się do produkcji żywności i paszy, porażone przez grzyby i choroby oraz skażone substancjami toksycznymi. Również możliwe jest zakładanie plantacji roślin energetycznych na terenach skażonych, położonych w bliskim sąsiedztwie uciążliwych dla środowiska zakładów przemysłowych, a także tras szybkiego ruchu o dużym zanieczyszczeniu powietrza spalinami, zawierającymi wiele substancji toksycznych oraz metali ciężkich.

## **WNIOSKI**

Uprawa roślin energetycznych stwarza wiele możliwości oddziaływania na środowisko. Rośliny, zwłaszcza wieloletnie stabilizują glebę, ograniczają erozję wietrzną i wodną, stanowią ostoję dla zwierząt i ptaków. Odpowiednio usytuowane w terenie stanowią cenny akcent krajobrazowy. Szczególnie korzystne dla środowiska może być połączenie uprawy roślin energetycznych z wykorzystaniem ścieków oraz gnojowicy do nawadniania. Produkcja biomasy na cele energetyczne w małych miejscowościach stwarza wiele możliwości aktywizacji lokalnych społeczności i może pozytywnie wpływać na środowisko, oraz poprawę bytu mieszkańców wsi. Realizacja tych zadań wymaga nakładów finansowych a także modyfikacji przepisów prawnych.



## LITERATURA

- Boćko J. (1970), *Pola nawadniane jako oczyszczalnie ścieków*. Gosp. Wod. Nr 8/9, 312-314. *Gospodarka ściekowa gmin na obszarach nieobjętych systemem kanalizacji w latach 2009-2011 (I półrocze)*. NIK 2012.
- Kaszkwiać E., Kaszkwiak J. (2011), *Wykorzystanie ziarna kukurydzy na cele energetyczne*. Inż. Ap. Chem. 50, 3: 35-36.
- Katarzyńska T. (2003), *Raport Najwyższej Izby Kontroli, Czas wyrwać się z letargu!* 10/2013. 68-76.
- Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa
- Kutera J. (1978). *Wykorzystanie ścieków w rolnictwie*. PWRiL Warszawa. ss. 492.
- Kutera J., Kostrzewa S. (1996), *Słowo wstępne*. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Konferencje XIII (tom 1), nr 293, 7-13.
- Leśny J., Chojnicki B., Olejnik J. (2002). *Ocena bilansu cieplnego wybranych powierzchni czynnych metodą Bowena*. Roczniki AR Poznań CCCXLII, Melioracje i inżynieria środowiska 23: 249-254.
- Nowicki J., Marks M. (2001), *Odłogowanie i ugorowanie gruntów jako problem rolnictwa u progu XXI wieku*. „Agrarna oświata i nauka na początku trzietio-wo-tisjaczolittia”, Lwiskij Dierżawnnyj Agrarnyj Uniwersitet, Lviv, 2001: t. I, s. 298-304.
- Ostrowska E. B., Płodzik M. A. (1997), *Wpływ otoczenia zagrody wiejskiej na jakość wody*. Konferencja Nauk. Techn. Woda jako czynnik warunkujący wielofunkcyjny i zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa. Falenty 19-21 listopada 1997, s.153-154.
- Paluch J. (1984), *Oczyszczanie ścieków miejskich w środowisku glebowym*. Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy 41, ss 151.
- Pawęska K., Kuczewski K. (2008), *Skuteczność oczyszczania ścieków bytowych w oczyszczalniach roślinno-glebowych o różnej eksploatacji*. Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska, monografie LX, ss.156.
- Polityka energetyczna polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa 2009. Załącznik do uchwały nr 202/2009 RM z dnia 10 listopada 2009r.
- Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r. Dz.U. 2005 nr 203 poz. 1684
- Rocznik Statystyczny GUS. (2004), *Infrastruktura komunalna*. Rolnictwo.
- Szczygielski L. (1996), *Stan i perspektywy rozwoju gospodarki wodnościekowej i odpadowej na wsi polskiej*. Zesz. Nauk. A R we Wrocławiu. Nr 293, Konferencje XIII (tom 1), s. 107-116.
- Terek K. (2013), *Gminna Recydywa?* 10/2013. Raport Najwyższej Izby Kontroli. Przegląd Komunalny. 66-67.
- Topiński P. (2003) *Wysuszona wyobraźnia. Rzeczpospolita 18 listopada 2003*. Nasza ziemia – magazyn poświęcony ochronie środowiska naturalnego. s.6 .
- Włodarczyk P., Włodarczyk B. (2004), *Perspektywy zastosowania i rozwoju ogniw paliwowych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Opolskiego. Nauki Techniczne 21:207-212.

- Włodek S., Pabin J., Biskupski A. (2004), *Techniczne możliwości pozyskiwania energii z biomasy. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Opolskiego. Nauki Techniczne* 21: 213-217.
- Włodek S., Biskupski A., Pawęska K. (2011), *Wpływ nawadniania ściekami na plonowanie kukurydzy i buraków pastewnych w przekroprnym roku 2009. Acta Agroph.*, 2011, 18(1): 187-194.
- Włodek S., Pawęska K., Biskupski A., Jabłoński W. (2011), *Ocena możliwości wykorzystania ścieków do nawodnień roślin energetycznych w wybranych miejscowościach gminy Namysłów. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* Nr 2/2011, PAN, Oddział w Krakowie. Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi. 111–119
- Włodek S., Biskupski A., Sekutowski T., Owsiak Z., Pawęska K. (2013), *Wykorzystanie ścieków w produkcji biomasy na gruntach odłogowanych. Inżynieria procesowa w ochronie środowiska. Monografia pod red. Gawdzika.* 109-114.

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6  
w programie wieloletnim IUNG-PIB*

Dr inż. Stanisław Włodek, Dr Andrzej Biskupski  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB,  
Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia  
ul. Orzechowa 61. 50-540 Wrocław  
Tel. (071) 318 15 78 w.13 fax: (071) 318 15 40  
e-mail: s.wlodek@iung.wroclaw.pl

Dr inż. Katarzyna Pawęska  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
Instytut Inżynierii Środowiska,  
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław.

Dr inż. Jakub Sikora,  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki  
Ul. Balicka 116 b, 30-149 Kraków  
tel: +48 12 662 46 60  
e-mail: Jakub.Sikora@ur.krakow.pl

Wpłynęło: 28.12.2014

Akceptowano do druku: 26.02.2015