



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”.
Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 - Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Instytucja odpowiedzialna za treść informacji – Fundacja Rozwoju Podhala

Ekspertyza zrealizowana w ramach operacji pt. *Ogólnopolska kampania na rzecz Krótkich Łańcuchów dostaw Żywności. Realizacja: Fundacja Rozwoju Podhala w ramach umowy nr KSOW/2/2018/038.*

Eko-technologie dla systemów Krótkich Łańcuchów dostaw Żywności (KŁŻ) dla potrzeb Kampanii (wyzwania i rozwiązania w zakresie wykorzystania eko-technologii w systemach KŁŻ w Polsce, w świetle doświadczeń i praktyki zagranicą).

Spis treści

Streszczenie	3
a) Ekotechnologie w procesie produkcyjnym KŁŻ.....	4
b) Ekotechnologie w energetyce na potrzeby KŁŻ	6
c) Zastosowanie ekotechnologii w świetle doświadczeń międzynarodowych - Słowacja	29
d) Wnioski i zalecenia dla systemów KŁŻ dotyczące zastosowań ekotechnologii.....	33

Streszczenie

Problematyka ekotechnologii dla KŁŻ wymaga zdefiniowania samego pojęcia. Brakuje jednoznacznej definicji ekotechnologii, jednak wydaje się, że najbliższe prawdzie jest podejście wywodzące się z ekologii społecznej (social ecology), która z jednej strony wychodzi z założenia ograniczenia nierówności w samym społeczeństwie, z drugiej zaś postuluje harmonię społeczeństwa z przyrodą¹. Na chwilę obecną przedstawiana wizja jest może zbyt futurystyczna, zakłada bowiem, że eko-technologia wykorzystywałaby odnawialne zasoby przyrody – energię słoneczną i wiatr, pływy i ciekły wodne, różnice temperatur powierzchni Ziemi oraz obfitujące wokół nas zasoby wodoru jako paliwo – ażeby zaopatrzyć eko-społeczność w surowce nie powodujące zanieczyszczenia czy też odpady nadające się do ponownego wykorzystania.

W niniejszym opracowaniu nie chcemy zbyt wybiegać w przyszłość, lecz skupimy się na już dostępnych lub rozwijanych rozwiązaniach, które są lub mogą być powszechnie dostępne. Rozwój systemów KŁŻ z założenia dotyczy wielu rozproszonych środowisk. Wielką szansą dla nich jest obserwowany obecnie rozwój ekonomii współdzielenia, która umożliwia dostęp do technologii niedostępnych dotychczas dla małych „graczy”. Pozwala ona na wspólne korzystanie z najnowszych rozwiązań techniki, na które nie byłoby stać każdego pojedynczego uczestnika systemu. To w pewien sposób niweluje przewagę wielkich, bogatych korporacji, które z racji swojej wielkości i dostępności do zasobów zdobywały przewagę stanowiącą barierę nie do pokonania dla pozostałych uczestników rynku. Problematyka ekotechnologii ściśle wiąże się z zaopatrzeniem w energię, w szczególności z wykorzystaniem energii odnawialnej.

Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju zakłada w tym zakresie szeroko zakrojone działania. Zgodnie z SOR nowoczesny sektor energetyczny stanowi warunek dla zapewnienia Polsce bezpieczeństwa energetycznego oraz konkurencyjnej i efektywnej gospodarki. Do osiągnięcia tak postawionego celu niezbędne jest również tworzenie rozwiązań na rzecz modernizacji i rozbudowy sieci wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii, a także produkcji energii na poziomie gospodarstw. Efektem działań inwestycyjnych, modernizacyjnych oraz poszukiwań nowych źródeł energii, także odnawialnych będzie stabilność, dywersyfikacja i niezawodność dostaw energii oraz większa niezależność energetyczna kraju. Strategia zakłada także wspieranie odnawialnych źródeł energii, ze szczególnym uwzględnieniem rodzimych zasobów, takich jak geotermia i biomasa.

Podsumowując, ekotechnologie stanowią swego rodzaju nowe podejście do wytwarzania, zapewnienia równowagi w relacji produktywność, efektywność produkcji – środowisko naturalne. Z punktu widzenia KŁŻ należy popatrzeć dwutorowo. Z jednej strony do ekotechnologii można zaliczyć sam system KŁŻ. Pozwala on z założenia skrócić łańcuchy dostaw do odbiorcy końcowego, przez co są wspierane naturalne, ekstensywne sposoby wytwarzania żywności. Dzięki odpowiedniej organizacji tego systemu, w szczególności wykorzystaniu odpowiednich narzędzi logistycznych i finansowych może zostać stworzona efektywna struktura spełniająca kryteria najnowszych ekotechnologii. W ramach samego systemu można i należy wykorzystywać najnowsze zdobycze techniki, poprawiające efektywność wytwarzania, pozwalające na opłacalne przetwórstwo rolno – spożywcze, bez utraty wszelkich walorów smakowych oraz związanych z naturalnym charakterem wytwarzanych produktów.

¹ Murray Bookchin, „*What Is Social Ecology?*”, *Environmental Philosophy: From Animal Rights to Radical Ecology*, edited by M.E. Zimmerman, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.

a) Ekotechnologie w procesie produkcyjnym KŁŻ

Dla wielu producentów, ich umiejętności i pasja to produkcja i tworzenie nowych produktów, ale istnieje niewiele badań związanych ze wsparciem technologicznym wymaganym do tego, aby KŁŻ opracowywały nowe produkty oraz rozwijały się w odpowiednim tempie. Podczas, gdy KŁŻ mogą zajmować się całą gamą produktów, od stosunkowo prostej żywności nieprzetworzonej do bardziej skomplikowanej żywności przetworzonej, potrzeby techniczne będą się znacznie różnić. Wiele KŁŻ ma charakter eksperymentalny i zapewnia nowe, innowacyjne produkty. Inne związane są z „tradycyjnymi” produktami żywnościowymi i rodzajami „dziedzictwa”, a producenci dążą do zachowania jakości „ręcznie robionych” produktów jako części unikalnej tożsamości produktu. W takich przypadkach, rozwiązania techniczne związane z tworzeniem produktów muszą być starannie zarządzane tak, aby zachować integralność i „postrzeganą autentyczność” produktu. Nie oznacza to, że wsparcie technologiczne dla rozwoju produktu nie jest ważne. Istnieje wiele technicznych rozwiązań, które mogą mieć znaczenie dla małych producentów żywności zaangażowanych w KŁŻ, w sferze „miękkiej technologii”, są to np. ograniczanie ilości sprzętu, identyfikowalność, bezpieczeństwo żywności, uproszczone systemy zarządzania ryzykiem, kontrola jakości, pakowania i analiza wartości odżywczej. Jedną z największych przeszkód dla przyjęcia technologii przez KŁŻ jest względny koszt i niska dostępność rzemieślników oraz elastycznych urządzeń. Wiele badań technologicznych skoncentrowano na sprzęcie rolno-przemysłowym, którego ograniczenie nie zawsze jest możliwe lub proste. Na przykład, mali i tradycyjni producenci żywności zaangażowani w KŁŻ mogą stosować skomplikowane metody, które mogą reagować na różnorodność i specyfikę lokalnych surowców, natomiast narzędzia rolno-przemysłowe przeznaczają do przetwarzania standardyzowanych surowców i produktów oraz dużych ilości.

Przykład rozwiązania

Projekt TRADEIT (www.tradeitnetwork.eu), finansowany przez Unię Europejską jest wynikiem współpracy między badaczami, sieciami spożywczymi, MŚP produkującymi żywność tradycyjną, instytucjami akademickimi, klastrami MŚP, dostawcami technologii, stowarzyszeniami spożywczymi i sieciami przedsiębiorstw. Głównym celem projektu TRADEIT jest wzmocnienie gospodarek regionalnych i konkurencyjności MŚP. Sieć zapewnia bezpłatne szkolenia w ośmiu krajach, dla tradycyjnych producentów żywności pracujących w sektorach mięsny, mleczarski i piekarniczy. Tematy obejmują między innymi przedsiębiorczości, inteligentne wykorzystanie IT dla tradycyjnych producentów żywności, marki żywności lokalnej, marketing i budowanie relacji, zasady higieny, zrównoważoną technologię produkcji żywności tradycyjnej i wiele więcej.

Co więcej, zastosowanie IT może pomóc KŁŻ w bardziej efektywnej organizacji pracy w zakresie zarządzania bazami danych, logistyki i ścisłej komunikacji z klientami. Odpowiednie systemy IT mogą zarówno generować informacje lub umożliwiać zarządzanie informacjami, które służą pomocą w bardziej efektywnym funkcjonowaniu łańcucha dostaw. Na przykład, towary łatwo psujące się wymagają czasowo efektywnego łańcucha dostaw. Wykorzystanie technologii w celu poprawy monitorowania produktu i skrócenia czasu dostawy zmniejsza koszty towarów przeterminowujących się w magazynach; systemy IT mogą być również używane do tworzenia tras dostaw ekonomicznych pod względem zużycia paliwa. Systemy informatyczne w KŁŻ, zgodne z elastycznymi łańcuchami, mogą również obejmować gromadzenie danych przez skanowanie i karty lojalnościowe, które mogą

pomóc zrozumieć zachowania zakupowe. Informacje te mogą również pomóc w wyborze nowych produktów dla KŁŻ.

Badania i wybranie najwłaściwszego kompatybilnego sprzętu i oprogramowania związane jest z problemami finansowymi, a także kosztami konserwacji i rozwiązywania problemów. *Whitmuir Organics* w Szkocji zapewnia wgląd w problemy „prawdziwego życia”, jakie małe firmy napotykać próbując rozpocząć sprzedaż przez Internet oraz, w oparciu o doświadczenia, przedstawia przewodnik krok po kroku, jak skonfigurować sklep internetowy. Problemem jest to, że małe firmy, które nie posiadają umiejętności IT są narażone na problemy z systemem IT, a ich rozwiązywanie uzależnia je od wiedzy zewnętrznej.

CZYNNIKI SUKCESU	BARIERY SUKCESU
Czynniki produktowe	
<p>Innowacyjność produktu: Nowe i ulepszone produkty mogą być rozwijane poprzez zastosowanie technologii; lub procesy produkcyjne mogą być bardziej efektywne. Nowe produkty mogą być również opracowane w oparciu o bardzo tradycyjne (lokalne) produkty – swego rodzaju przebudzenie i walidacja starych wartości w KŁŻ.</p>	<p>KŁŻ muszą być ostrożne, aby nie stracić autentycznych cech swoich produktów, które w niektórych przypadkach są „tradycyjne” lub „ręcznie wykonane”. Bariery może być koszt zastosowania technologii.</p>
<p>Kolektywne etykietowanie: stworzenie silnej historii i tożsamości grupy produktów / producentów</p>	<p>Brak wiedzy z zakresu etykietowania; Czas potrzebny na opracowanie wspólnej wizji i trudności w osiągnięciu porozumienia; koszt.</p>
<p>Skuteczne etykietowanie, zwłaszcza jeśli poparte przyjęciem kodeksów postępowania: informowanie konsumentów o pochodzeniu produktu i jego właściwościach; przejrzystość i kontrola są kluczem do KŁŻ. Uczestniczące gwarancje mogą być wykorzystywane jako sposób na zmniejszenie kosztów etykietowania i budowy znaczenia i zaufania w określonym miejscu lub łańcuchu.</p>	<p>Brak wiedzy ze strony producentów; brak wiedzy konsumentów w zakresie interpretacji etykiet; koszt; brak „normy” etykietowania.</p>
Czynniki procesowe	
<p>Innowacje technologiczne oraz odpowiednie umiejętności: na przykład logistyka, wykorzystanie systemów informatycznych do zarządzania finansowego.</p>	<p>Brak specjalistycznej wiedzy, takiej jak z zakresu IT i umiejętności rachunkowych.</p>
<p>Dostępność sprzętu spożywczego odpowiedniego dla działalności na mniejszą skalę. Wspólne przestrzenie społeczne i fizyczne mogą być ważnym elementem wspierania wymiany wiedzy i wspierania innowacji (wspólne kuchnie, itp.)</p>	<p>Trudność w ograniczaniu używania urządzeń przetwórstwa spożywczego.</p>
Czynniki finansowe	
<p>Tworzenie produktów wymaga inwestycji czasu i pieniędzy.</p>	<p>Rolnicy zaangażowani w KŁŻ są często biedni, więc nie są w stanie rozpocząć tworzenia produktu. Banki i instytucje często niechętnie inwestują we współpracę z KŁŻ ze względu na wysoki poziom ryzyka. Rolnicy potrzebują czasem wsparcia w celu opracowania planów biznesowych.</p>

b) Ekotechnologie w energetyce na potrzeby KLŹ

Zgodnie z definicją ekotechnologie odnoszą się w głównej mierze do zagadnień związanych z energetyką, zapewnieniem odpowiedniej ilości energii na potrzeby wytwarzania. Można to rozumieć w węższym sensie jako zapewnienie zaopatrzenia w energię gospodarstwa, zapewnienie możliwości pracy maszyn i urządzeń. W szerszym ujęciu energia może być istotnym elementem procesu produkcyjnego. Przykładowo para technologiczna może być niezbędna w procesie przetwórczym lub np. energia konieczna w procesie suszenia owoców, warzyw, produktów żywnościowych itp. W tym ujęciu przewagę uzyskują duże organizacje, zakłady przemysłowe, przetwórstwo spożywcze dużej skali itp. Dlatego ważne jest poszukiwanie takich rozwiązań, które mogą być efektywne w mniejszej skali, które pozwolą na zapewnienie, przynajmniej częściowej niezależności energetycznej pojedynczych gospodarstw lub niewielkiej grupy gospodarstw.

Technologia wytwarzania energii z biomasy w ostatnim dziesięcioleciu nabrała ogromnego znaczenia w Polsce. Stało się to za sprawą przepisów narzuconych przez Komisję Europejską o konieczności zwiększania udziału paliw odnawialnych w całkowitej produkcji energii elektrycznej. Potrzeba rozwoju technologii opartych na odnawialnych źródłach energii jest kluczowa w świetle obowiązujących przepisów.

Wraz z przyjęciem przez Polskę zobowiązań do redukcji emisji dwutlenku węgla oraz stopniowego zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitym wolumenie produkcji energii, prawodawstwo krajowe ewoluowało w kierunku wypełnienia przyjętych zobowiązań. I tak począwszy od roku 2004, w którym Polska przystąpiła do Unii Europejskiej, znowelizowane wówczas Prawo energetyczne wprowadziło Świadczenia Pochodzenia za wyprodukowaną energię z OZE i nałożyło obowiązek ich umarzania przez sprzedawców energii odbiorcom końcowym lub uiszczenia opłaty zastępczej – czyli pewnego rodzaju kary – za brak odpowiedniego minimalnego udziału energii z OZE w całkowitym wolumenie sprzedaży.

Wytyczenie horyzontów polityki państwa w zakresie energetyki, w tym m. in. OZE, uzewnętrzniło się w roku 2005 w dokumencie „Polityka Energetyczna Polski do 2025 roku”, a następnie w 2009 w dokumencie „Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku”. Wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej polityka musi uwzględniać zobowiązania wynikające z ustanawianych regulacji. Jedną z najistotniejszych rzutujących na politykę energetyczną kraju, w kontekście dostosowania do wymagań ekologicznych, jest Dyrektywa 2009/28/WE – z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, gdzie m. in. określono jeden z celów, którym jest osiągnięcie przez Unię 20-procentowego udziału energii z OZE w całkowitym zużyciu energii do roku 2020. Dla naszego kraju celem obligatoryjnym jest osiągnięcie minimum 15%, przy czym dla elektroenergetyki cel wyznaczono na poziomie 19,13%. Konsekwencją tych zobowiązań ekologicznych w energetyce jest przyjęcie przez Radę Ministrów w 2010 roku „Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” oraz w 2011 roku dokumentu pt.: „Uzupełnienie do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”. Obecnie oczekuje się przyjęcia od dłuższego czasu przygotowywanego tzw. trójpacku – trzech ustaw regulujących zagadnienia energetyki: nowego Prawa Energetycznego, Ustawy o OZE oraz Prawa Gazowego.

Biorąc pod uwagę obecną strukturę i warunki klimatyczno - geograficzne kraju to tylko przy wykorzystaniu energii z biomasy Polska jest w stanie spełnić limit 20% produkcji energii odnawialnej do roku 2020 narzucony przez UE

W chwili obecnej wykorzystanie biomasy do produkcji energii elektrycznej/ ciepła opiera się głównie o spalanie dobrego gatunkowo, wartościowego drewna, które mogłoby być wykorzystywane w inny sposób. Wśród producentów energii elektrycznej/decydentów brak jest wystarczającej wiedzy na temat możliwości wykorzystania innych paliw, np. odpadowych, w tym słomy będącej produktem ubocznym produkcji roślinnej w gospodarstwach. Tymczasem roczna produkcja słomy w Polsce dochodzi do ponad 29.3 mln ton, a nadwyżka 11.5 mln ton, co jest równoważne energetycznie z ilością 7.7 mln ton węgla średniego. W tej chwili słoma nie zużyta w gospodarstwach jest palona na łąkach i polach przez rolników, którzy nie mają świadomości ekologicznej i ekonomicznej wykorzystania tego surowca w inny sposób.

Potencjał energetyczny słomy (mowa tu zwłaszcza o słomie szarej charakteryzującej się wysokim stopniem uwiędnienia) jest znaczący. Energia chemiczna 1 kg słomy zawierającej 15% wilgoci wynosi około 14.3 MJ, co jest równoważne z energią chemiczną 0.81 kg drewna kominkowego lub 0.41m³ wysokometanowego gazu ziemnego. Energia chemiczna 1.5kg słomy równa się energii chemicznej 1kg węgla średniego.

Biomasa pochodzenia rolnego to surowce uboczne z produkcji roślinnej, pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego przewidywane na biopaliwa stałe i rośliny energetyczne. Jednym z nośników energii w polskich warunkach jest słoma - pozostałości z upraw zbóż i rzepaku. Słoma jako produkt uboczny produkcji roślinnej jest cennym surowcem energetycznym. Po zagospodarowaniu niezbędnych jej ilości w rolnictwie (produkcja zwierzęca, wykorzystanie nawozowe lub inna produkcja rolnicza, np. uprawa pieczarek) nadwyżki słomy mogą zostać wykorzystane do produkcji energii w systemach energetycznych bądź ciepłowniczych, zarówno w dużej jak i małej skali. Na cele energetyczne może być wykorzystana słoma wszystkich gatunków roślin zbożowych oraz rzepaku i gryki.

Do oszacowania zasobów słomy przyjęto różnicę między jej produkcją pochodną produkcji zbóż, a ilościami koniecznymi dla prowadzenia gospodarki rolnej. Przyjęto założenie, że słoma w pierwszej kolejności ma pokryć zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej (ściółka i pasza) oraz cele nawozowe (przyoranie), aby utrzymać zrównoważony bilans glebowej substancji organicznej. Obliczeń dokonano wg następującej formuły [GRZYBEK i in. 2001]:

$$N = P - (Z_s + Z_{pp} + Z_{np}),$$

gdzie:

N – nadwyżka słomy do energetycznego wykorzystania t·rok⁻¹,

P – produkcja słomy ze zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku t·rok⁻¹,

Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściółkę t·rok⁻¹,

Z_{pp} – zapotrzebowanie słomy na pasze t·rok⁻¹,

Z_{np} – zapotrzebowanie słomy na przyoranie t·rok⁻¹.

W piśmiennictwie brak jest aktualnych danych dotyczących rozdysponowania słomy, stąd konieczne było ich oszacowanie.

Zapotrzebowanie słomy na paszę i ściółkę obliczono na podstawie pogłowia zwierząt gospodarskich i rocznych normatywów dla poszczególnych gatunków wg poniższych wzorów:

$$Z_s = \sum_{i=1}^n q_i s_i \quad i \quad Z_p = \sum_{i=1}^n q_i p_i,$$

gdzie:

q_i – pogłowie i -tego gatunku i grupy użytkowej zwierząt gospodarskich,

s_i – normatyw zapotrzebowania słomy na ściólkę i -tego gatunku i grupy użytkowej zwierząt,

p_i – normatyw zapotrzebowania słomy na paszę i -tego gatunku i grupy użytkowej zwierząt

Wytyczne do obliczeń rocznego zapotrzebowania słomy na paszę i ściólkę oraz do produkcji obornika podano w tabeli 1.

Tabela 1.

Normatywy rocznego zapotrzebowania słomy na paszę i ściólkę oraz produkcji obornika

Wyszczególnienie	Pasze (p_i)	Ściółka (s_i)	Obornik (o_i) sucha masa
	t·rok ⁻¹		
Bydło:			
w tym: krowy	1,2	1,0	2,5
pozostałe	0,8	0,5	1,5
Trzoda chlewna:			
lochy	–	0,5	0,625
pozostałe	–	0,2	0,4

Źródło: na podstawie MAJEWSKI i in. [1983].

Z uwagi na bezściołowe systemy chowu i uwarunkowania produkcji zwierzęcej do dalszych obliczeń przyjęto:

- zapotrzebowanie słomy zbożowej na paszę dla bydła – 0,6 t·rok⁻¹;
- zapotrzebowanie słomy na ściólkę dla bydła – 0,5 t·rok⁻¹;
- zapotrzebowanie słomy na ściólkę dla trzody chlewnej – 0,3 t·rok⁻¹.

Potencjał słomy został oszacowany dla województw na podstawie danych z Głównego Urzędu Statystycznego, które zostały opublikowane w latach 2009–2013. Ilość pozyskiwanej słomy uzależniona jest od areału uprawy, uzyskanych plonów oraz gatunku rośliny. Plony słomy roślin zbożowych i rzepaku można oszacować na podstawie informacji o powierzchni zasiewów i plonie ziarna. Na podstawie tych danych i konsultacji z firmami zbierającymi słomę zbożową na cele energetyczne przyjęto do obliczeń, że stosunek ziarna do słomy wynosi jak 1:0,67, a dla słomy rzepakowej 1:0,4.

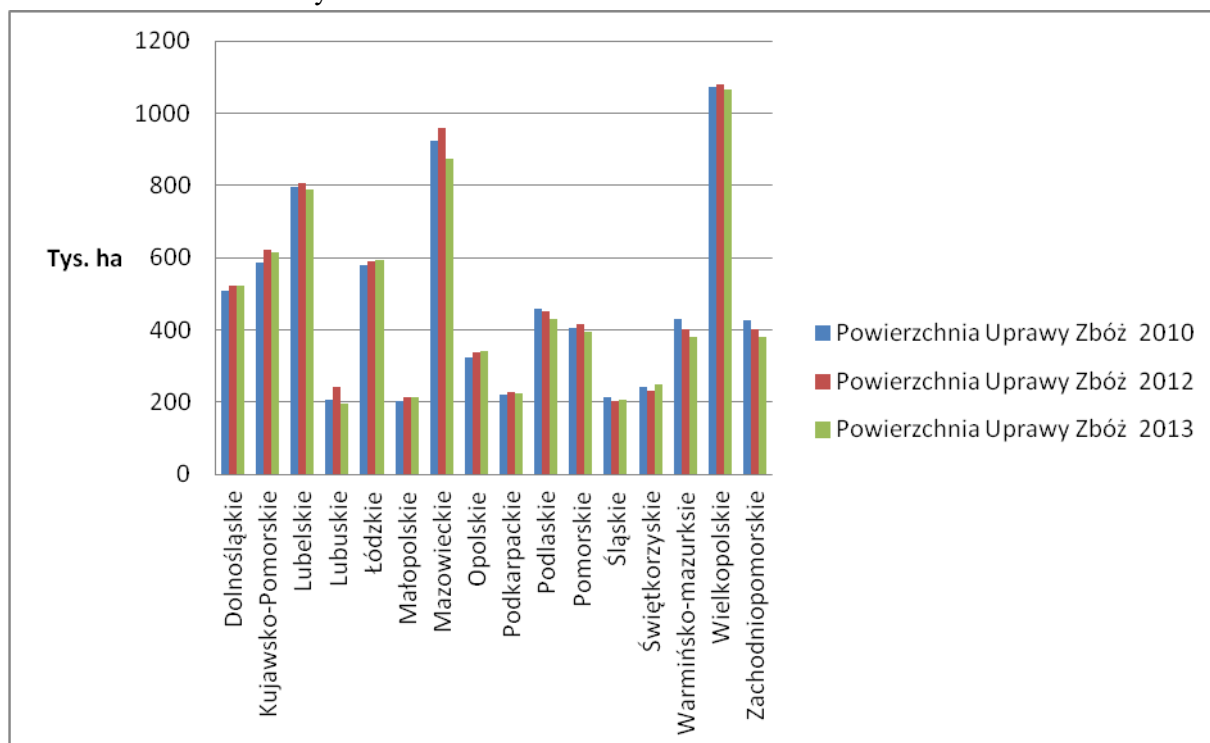
Część rolników zostawia słomę na polu jako nawóz, po uprzednim rozdrobnieniu. Do obliczeń przyjęto, że 20% pozyskanej słomy z corocznych zbiorów pozostanie na polu. Słoma jest też surowcem wykorzystywanym na inne cele w rolnictwie (np. produkcja pieczarek, materiał izolacyjny). Przyjęto, że 10% pozyskiwanej słomy wykorzystane zostanie w ten sposób, łącznie będzie to 30%.

Aby ocenić możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne należy ilość zebranej biomasy pomniejszyć o jej wykorzystanie w rolnictwie. Informacje na temat pogłowia zwierząt gospodarskich, wg województw, w latach 2009–2013 (bydło, trzoda chlewna) zestawione będzie na podstawie danych GUS [2010; 2014].

Zasoby słomy będą oszacowane na poziomie województw (regionów).

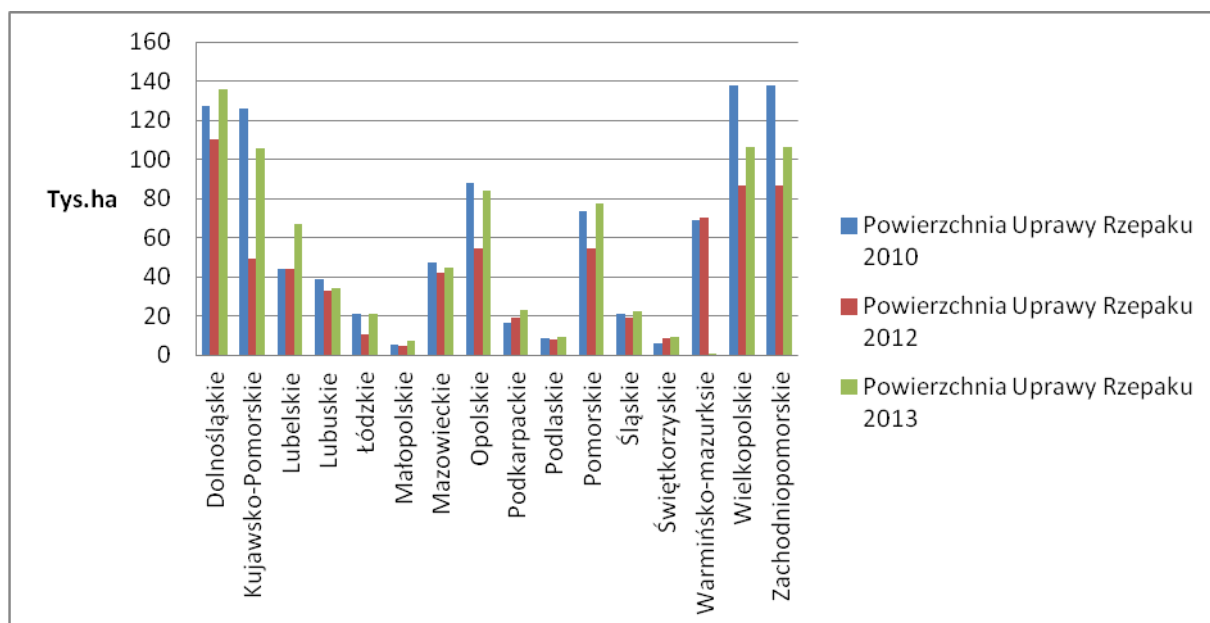
Wyniki obliczeń potencjału biomasy rolnej

Wykorzystując dane GUS() podano powierzchnię uprawy zbóż i rzepaku w latach 2010-2013, wyniki obliczeń zilustrowano na rys. 1.



Rys.1. Powierzchnia uprawy zbóż w latach 2010-2013

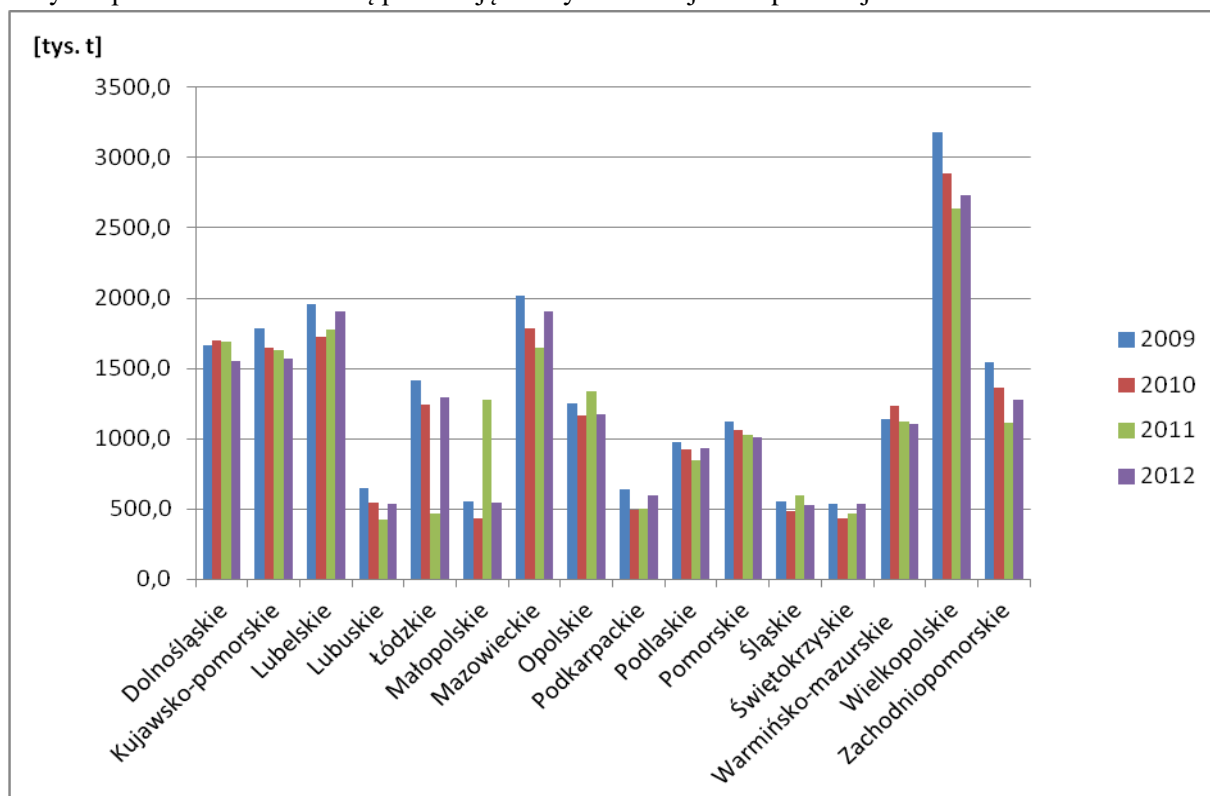
Źródło: obliczenia ITP



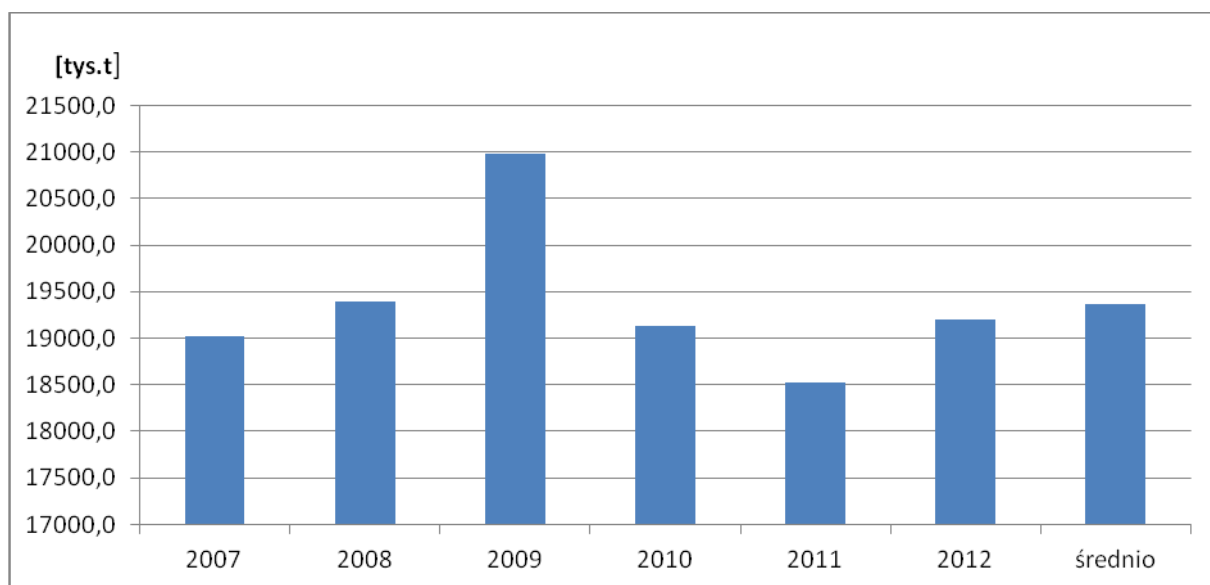
Rys.2 Powierzchnia uprawy rzepaku w latach 2010-2013 Źródło: obliczenia ITP

Przedstawione ilustracje wskazują na stabilność w powierzchni uprawy zbóż, a znaczące różnice występujące przy uprawie rzepaku.

Na podstawie danych o plonach ziarna zbóż oraz rzepaku i rzepiku obliczono potencjalną produkcję słomy w układzie województw w latach 2009–2012. Średnią z tych obliczeń zilustrowano na rys. 3, a na rys. 4 przedstawiono średnią produkcję słomy zbożowej i rzepakowej w latach 2010-2012.

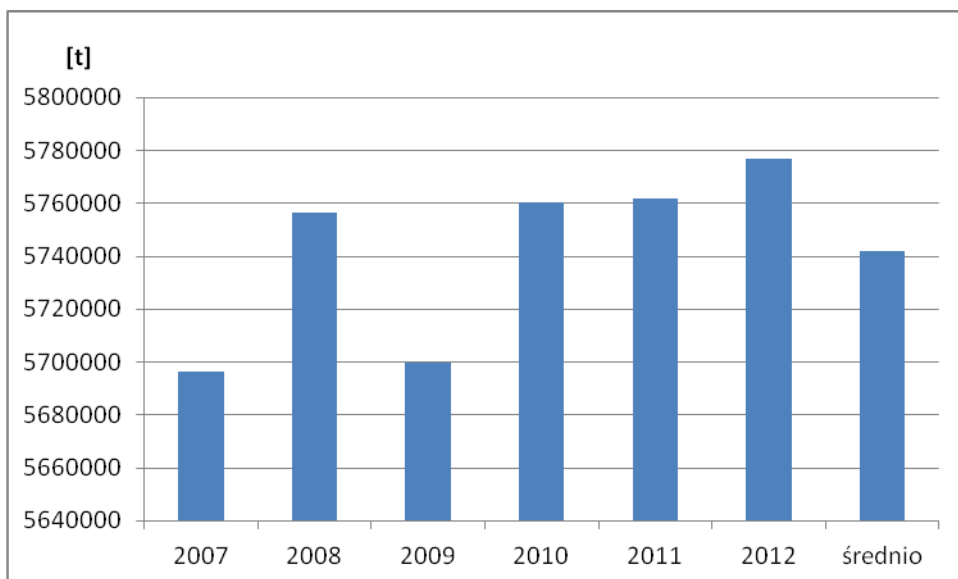


Rys.3. Średnia produkcja słomy zbożowej i rzepakowej wg województw w latach 2009 – 2012
Źródło: obliczenia ITP



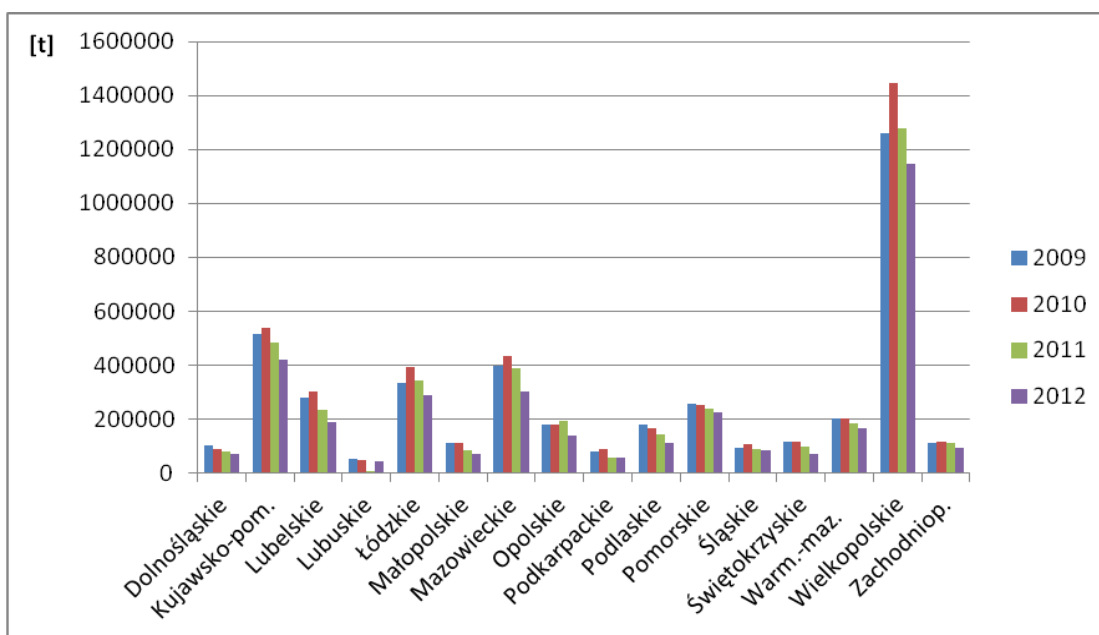
Rys. 4. Średnia produkcja słomy zbożowej i rzepakowej w latach 2007-2012 w Polsce
Źródło: obliczenia ITP

Aby ocenić możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne ilość zebranej słomy pomniejszono o jej wykorzystanie w rolnictwie. Słoma jest przeznaczana głównie na cele produkcji zwierzęcej, na przyoranie jako nawóz, pod uprawy pieczarek.



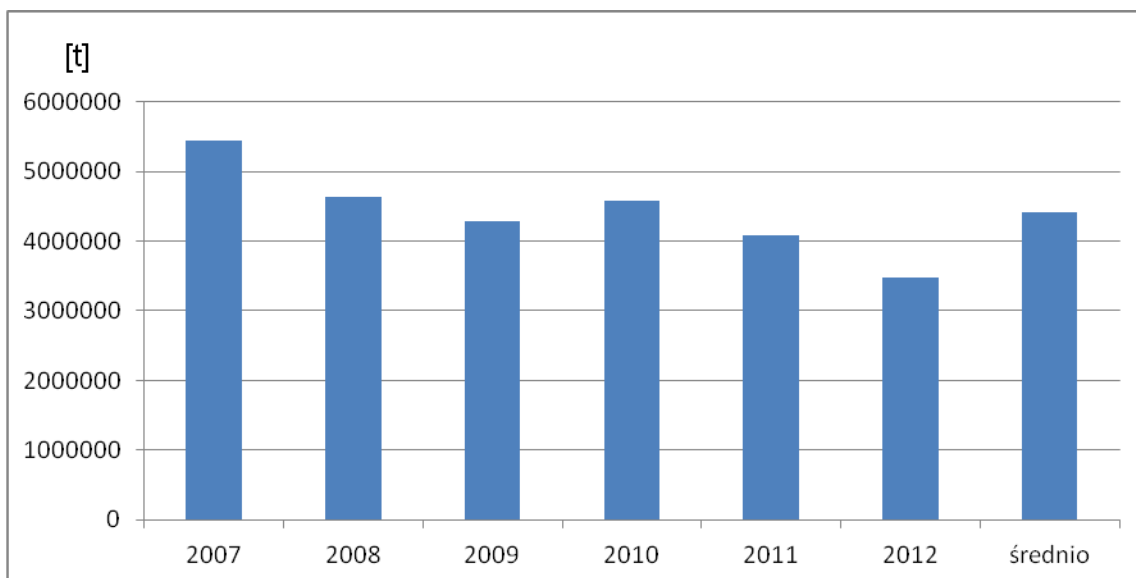
Rys.5. Zużycie słomy na ściółkę i paszę dla bydła w latach 2009-2012

Zużycie słomy na ściółkę dla trzody chlewnej w poszczególnych województwach przedstawiono na rysunku 5, a w latach 2007 – 2012 w Polsce na rysunku 6.



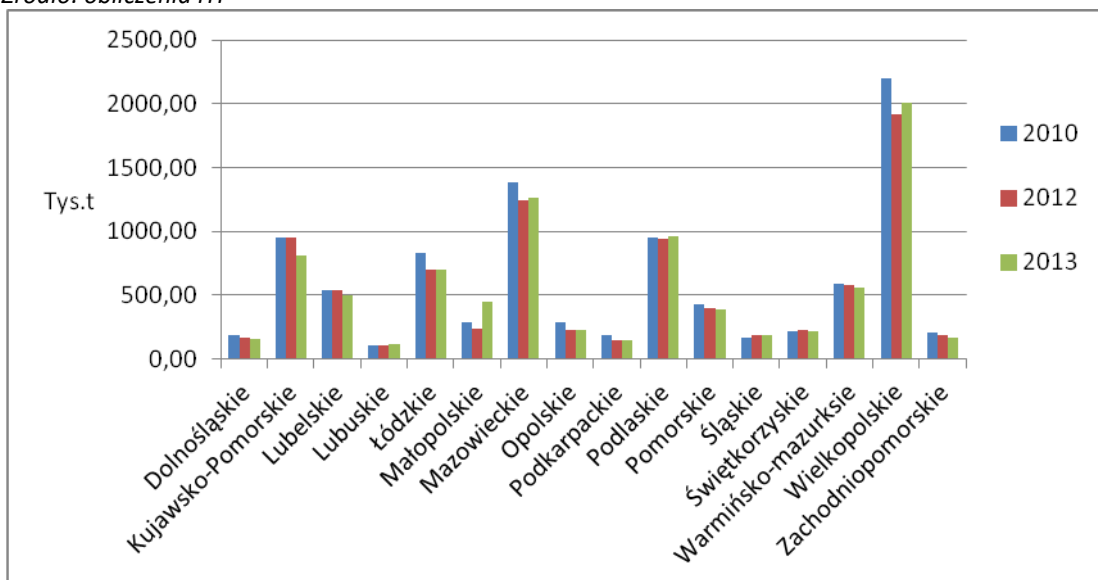
Rys.6. Zużycie słomy na ściółkę dla trzody chlewnej w latach 2009 – 2012

Źródło: obliczenia ITP



Rys. 7. Zużycie słomy na ściótkę dla trzody chlewnej w latach 2007 – 2012

Źródło: obliczenia ITP



Rys. 8. Zużycie słomy na paszę i ściótkę dla bydła i na ściótkę dla trzody chlewnej w latach 2010-2013

Źródło: obliczenia ITP

Potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2009 – 2012 oraz obliczone wartości średnie przedstawiono w tabeli 2. Przyjmując wartość słomy na poziomie 12GJ obliczono potencjał w jednostkach energetycznych.

Tabela 2. Potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2009 – 2012, tys.t

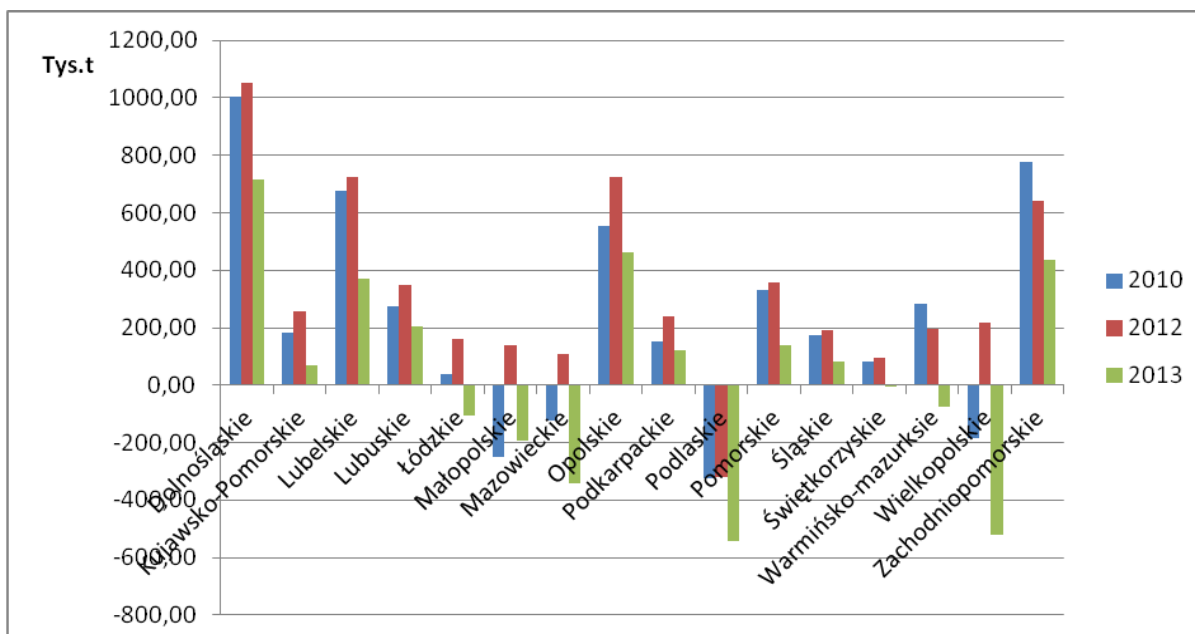
Województwo	2010	2012	2013	Średnio	Średnio ²	Średnio, ³ TJ
Dolnośląskie	1005,31	1051,35	715,67	924,11	936,6	11089,33
Kujawsko-pomorskie	181,29	256,33	68,16	168,59	168,2	2023,08
Lubelskie	674,73	722,70	202,36	588,70	644,5	7064,43
Lubuskie	272,84	348,44	-105,47	274,54	252,0	3294,54
Łódzkie	40,0	162,81	-195,16	32,45	-0,9	389,36
Małopolskie	-249,89	138,99	-342,89	-102,02	150,9	-1224,22
Mazowieckie	-122,24	108,82	462,33	-118,77	-153,4	-1425,21
Opolskie	555,52	725,47	462,33	581,10	564,3	6973,26
Podkarpackie	153,90	238,42	120,11	170,81	191,6	2049,70
Podlaskie	-324,88	-319,67	-542,48	-395,67	-404,4	-4748,11
Pomorskie	329,25	359,2	140,59	276,34	269,7	3316,16
Śląskie	171,95	189,94	80,64	147,51	153,3	1770,12
Świętokrzyskie	83,10	94,31	-0,32	59,03	75,1	708,37
Warmińsko-mazurskie	283,24	195,69	-75,75	134,39	127,2	1612,72
Wielkopolskie	-184,04	216,07	-521,37	-163,11	-235,8	-1957,38
Zachodniopomorskie	776,48	640,49	435,98	617,65	677,3	7411,82
Polska	3082,84	4790,99	41,39	2638,40	3404,5	31660,85

Źródło: obliczenia ITP

Na rys. 9 zilustrowano dane z powyższej tabeli (tab.2).

² Średnia (na podstawie danych GUS) z 6 lat,

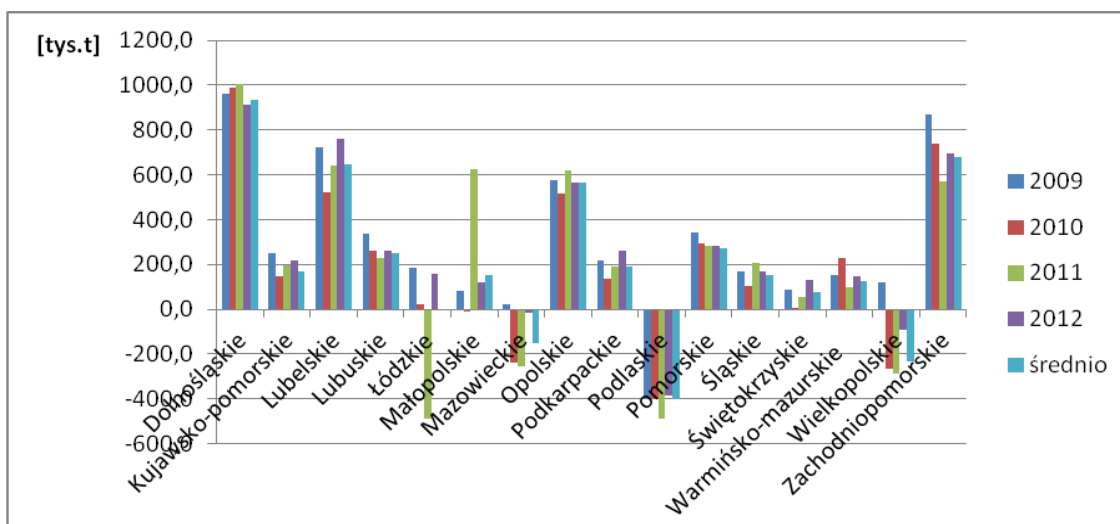
³ Średnia z lat 2010-2013



Rys. 9. Potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2010 – 2013

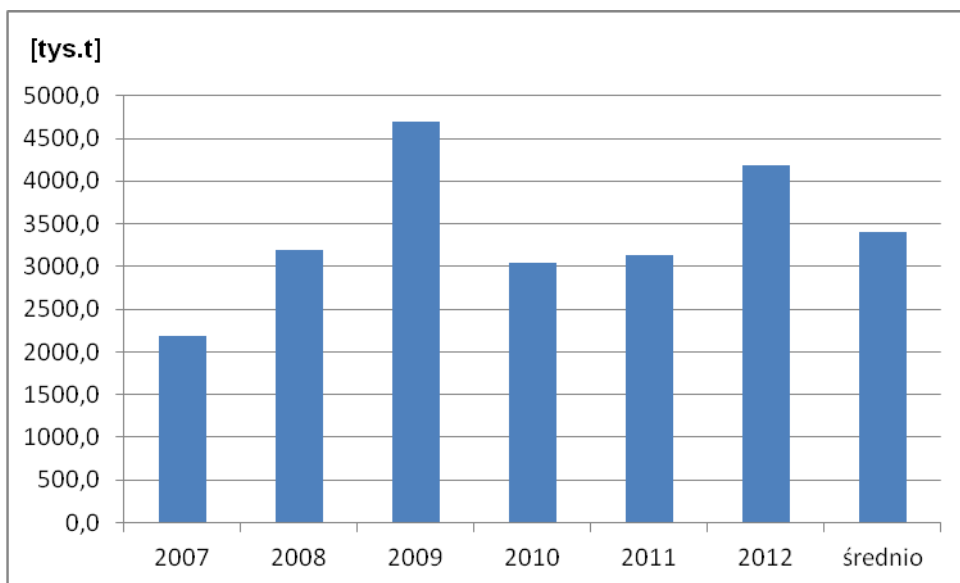
Źródło: obliczenia ITP

Uwzględniając wykorzystanie słomy jako nawóz organiczny, oraz na inne cele w rolnictwie (np. produkcja pieczarek, materiał izolacyjny) obliczono potencjalną ilość możliwą do wykorzystania w energetyce. Wyniki obliczeń z lat 2009 -2012 zilustrowano na rys.10, a na rys. 11 podano potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2007 – 2012 w Polsce.



Rys.10. Potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2009 – 2012

Źródło: obliczenia ITP

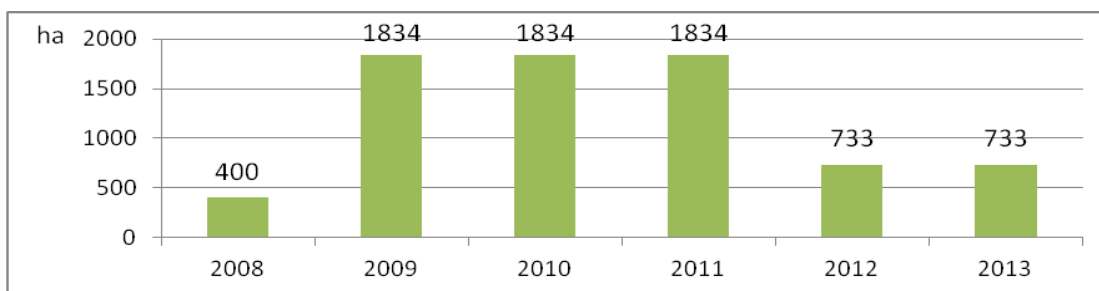


Rys.11. Potencjalne zasoby słomy do celów energetycznych w latach 2007 – 2012 w Polsce
 Źródło: obliczenia ITP

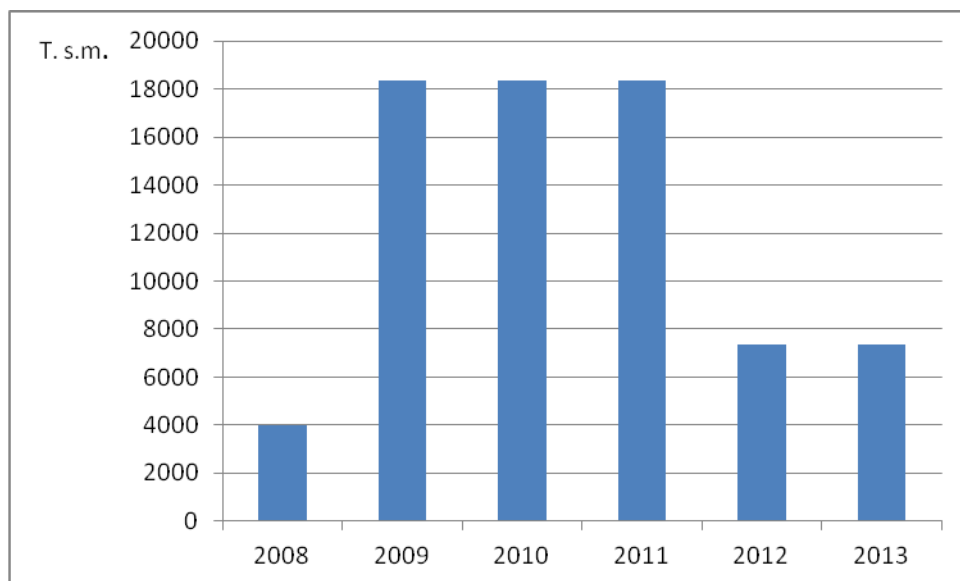
Z rysunku 9 i 10 wynika, że nie we wszystkich województwach istnieją nadwyżki słomy, które mogą być wykorzystane na cele energetyczne. Liczące się nadwyżki słomy możliwej do energetycznego wykorzystania znajdują się w województwach: dolnośląskim, lubelskim, opolskim i zachodniopomorskim. Braki słomy mogą wystąpić w województwie mazowieckim, podlaskim, wielkopolskim, a okresowo łódzkim, świętokrzyskim i małopolskim. Potencjalne zasoby słomy, które mogą być przeznaczone na cele energetyczne wynoszą średnio około 3400 tys.t.

Rośliny energetyczne

Rośliną energetyczną źdźbłową jest miskant. Powierzchnię uprawy i plon s.m. miskanta przedstawiono na rys. 12 i 13. Plon s.m. obliczono przyjmując, że z 1ha otrzyma się 10 ts.m.



Rys.12. Powierzchnia uprawy miskanta
 Źródło: obliczenia ITP



Rys.13. Plon s. m. miskanta

Źródło: obliczenia ITP

Jak przedstawiono na rysunku 12 w przypadku miskanta następuje w kolejnych latach zmniejszenie powierzchni uprawy, a co za tym idzie i plonów s.m.

Biomasa z upraw roślin włóknistych nadaje się bezpośrednio po zbiorze do spalania. Byliny oraz trawy wieloletnie są przydatne do celów energetycznych ze względu na stosunkowo duże plony. Ich biomasa jest paliwem gorszym niż np. drewno, jednak ich zaletą jest to, że mogą dawać opłacalny ekonomicznie plon już od drugiego roku uprawy.

Pomimo znacznego zapotrzebowania na biomasę rolną ze strony energetyki, plantacje roślin energetycznych na biopaliwa stałe rozwijają się bardzo powoli. Istotną przyczyną zbyt wolnego rozwoju plantacji TRE był i jest także stosunek rolników i producentów do nowego typu roślin, brak klarownych, długoterminowych perspektyw na odbiór surowca po zadowalających rolnika cenach. Dlatego, po dość znacznym zwiększeniu powierzchni tych plantacji w 2012 r., kolejny rok przyniósł wyraźny spadek powierzchni uprawy (rys.12). Wynikło to z destabilizacji rynku biomasy. Niepokojący jest niewielki wzrost dedykowanych plantacji wieloletnich roślin energetycznych, których rozwój wydaje się być jednym z najbardziej obiecujących kierunków zrównoważonego rozwoju energetycznego przy zadowalającym poziomie dochodów rolników.

Zapotrzebowanie na biomasę w Polsce

Zapotrzebowanie na biomasę związane jest z następującymi rodzajami przemysłów:

- energetyką zawodową,
- ciepłownictwem,
- zakładami przetwórczymi – brykociarniami i peleciami oraz kompostowniami.

W energetyce zawodowej zidentyfikowano następujące podmioty wykorzystujące biomasę:

- Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o.,
- EDF obejmujące Kogenerację Wrocław, Elektrownię Rybnik, EC Wybrzeże, EC Kraków
- ZE PAK w skład, którego wchodzi El. Patnów – Adamów – Konin,

- PGNiG Termika Warszawa (dawniej Vattenfall),
- GdF Suez Elektrownia Połaniec,
- Grupa Tauron oddziały Elektrownia Jaworzno II, Elektrownia Jaworzno III, Elektrownia Siersza, Elektrownia Łaziska, Zespół Elektrociepłowni Bielsko Biała, Elektrownia Salowa Wola, Tychy CHP Plant
- Grupa ENEA S.A. do której należą: EC Białystok i elektrownia Kozienice,
- ENERGA to Elektrownie Ostrołęka i Energa - Kogeneracja w Elblągu,
- Grupa PGE a tym w elektrownie w Bełchatowie, ZE Dolna Odra i EC Szczecin, EL Turów, EL Opole, EC Bydgoszcz, EC Gorzów Wielkopolski, EC Kielce i EC Boruta w Zgierzu,
- Elektrociepłownie Grupy Dalia Polska w Łodzi i w Poznaniu.
- Grupa CEZ, a tym w elektrownie w Skawinie i Chorzowie EC ELCHO.

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki, na koniec grudnia 2012 r. moc koncesjonowanych elektrowni na biomasę wyniosła blisko 410 MW, a kolejnych około 33 MW objętych było promesą.

Poniżej scharakteryzowano najważniejsze podmioty wykorzystujące biomasę.

- Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o. Aktualnie spółka wykorzystuje biomasę w elektrociepłowni w Częstochowie. W 2013 roku wykorzystwała około 120 tys. ton biomasy, z czego 60 proc. to zrębki drzewne (72tys.t), a pozostała część - biomasa rolnicza, w tym wierzba energetyczna.
- Grupa EDF obejmująca ZEW Kogenerację we Wrocławiu, EL Rybnik, EC Wybrzeże, EC Kraków spaliła w 2013 roku 1 200 000 t biomasy w różnej postaci i różnego pochodzenia. W poszczególnych jednostkach spalono następujące ilości: Kogeneracja Wrocław: około 365 tys. t , Elektrownia Rybnik : 537 tys. t, EC Wybrzeże : 93 tys. t, Elektrociepłownia Kraków: 165 tys. t. Firmy grupy EDF są zaopatrywane w biomasę przez firmę EnergoKrak.
- Elektrociepłownie Grupy Dalia Polska w Łodzi i w Poznaniu. Instalacja z kotłem na biomasę w Łodzi została wybudowana w 2012 r. Kocioł biomasowy o mocy 2x12,5 MW spala rocznie 18 000 t biomasy. W 2012 r. Dalia Polska w Łodzi wykorzystwała 289 tys. t biomasy leśnej, a biomasy rolnej 67tys.t., a w tym z miskantusa 14 tys.t.. Dalkia w Poznaniu zużyła 185 t biomasy leśnej, a biomasy rolnej 46tys.t., a w tym z miskantusa 23 tys.t.
- ZE PAK, w skład którego wchodzi El. Patnów – Adamów – Konin. ZE PAK zbudował kocioł fluidalny opalany biomasą w elektrociepłowni Konin (EC Konin). Głównym paliwem stosowanym w zakładzie EC Konin o mocy 154 MW jest biomasa składająca się z mieszanki biomasy drzewnej i pochodzenia rolniczego ok. 20%. Podstawowe paliwo będzie stanowiła biomasa drzewna w postaci wiórów i trocin z drzew iglastych i liściastych, pelet i kory. W 2012 roku w elektrowniach grupy zużyto 572,9 tys. ton biomasy, w tym leśnej 309,7 tys. ton i rolnej 263,2 tys. ton. W lipcu 2012 roku grupa ZE PAK oddała do eksploatacji w Elektrowni Konin jednostkę przystosowaną do spalania 100% biomasy o mocy 55 MWe. Kocioł spala 80 proc.

biomasy drzewnej i 20 proc. biomasy rolnej. Po uruchomieniu kotła opalanego biomasą w EC Konin zużycie biomasy wzrosło o kolejne 350 tys. ton rocznie. Obecnie w 2015r. biomasa jest spalana jedynie w specjalnym kotle dedykowanym do spalania biomasy w Elektrowni Konin w ilości około 500 tys.t.

- PGNiG Termika Warszawa (dawniej Vattenfall). W EC Żerań zużywane około 100 tys. t zrębków drzewnych i peletów . Od 2010 r. biomasa współspalana jest w 4 kotłach EC Siekierki. W 2013 r. w kotłach EC Żerań i EC Siekierki spalono 169 tys. t biomasy. Od 2016r. PGNiG TERMIKA. chce spalać w swoim zakładzie na Siekierkach w kotle dedykowanym 350 tys. t. biomasy.
- GdF Suez w EC Połaniec w bloku dedykowanym na biomasę o mocy 205 MW, spala biomasę, poziom zapotrzebowania na biomasę w 2013 roku wyniósł 1 mln t.
- Do grupy ENEA S.A. należą: EC Białystok i EL Kozienice. W Elektrowni Kozienice w 2014r. spalono 301 442,8 t biomasy. Ponad 20% wykorzystywanej biomasy w elektrowni jest pochodzenia rolniczego w postaci brykietu i peletu z wierzby energetycznej, słomy, łusek słonecznika, otrąb a także wyłoków owocowych. W EC Białystok w 2014 roku w kotle na biomasę o mocy 78,503 MWe spalono 423 tys. ton biomasy.
- Grupa Tauron skupia następujące jednostki: EC Bielsko – Biała, elektrownie Stalowa Wola , Siersza, Łaziska, Jaworzno (elektrownia II i III). W elektrowni Stalowa Wola w 2012 r. ruszył kocioł o mocy 35 MW na biomasę. Zużycie biomasy wyniosło około 220 tys. t. W Elektrowni Jaworzno (elektrownia II i III) łączne zużycie biomasy w 2013r. wyniosło 470 tys. t/rok w tym biomasy leśnej - 288 tys. t/rok. Jednostka spala biomasę leśną (zrębki drzewne, pelety z drewna) oraz pochodzenia rolniczego. Zapotrzebowania na biomasę w 2012r. wyniosło 700 tys.t.
- ENERGA to Elektrownie Ostrołęka Spółka Akcyjna i Energa - Kogeneracja w Elblągu. W skład ENERGA Elektrownie Ostrołęka S.A. wchodzi Elektrociepłownia Ostrołęka A i Elektrownia Ostrołęka B. Kocioł fluidalny w elektrociepłowni o mocy 35 MW, przystosowany jest do spalania biomasy (kory i zrębków pochodzenia leśnego) spalił około 200 tys. t/rok. Zapotrzebowanie na biomasę ogółem w 2014 roku wyniosło 444 100t, w tym na biomasę pochodzenia rolnego 393 70t. W 2012 roku uruchomiony został w Kogeneracji Elbląg kocioł na biomasę o mocy 25 MWe i 30 MWt . Roczne zużycie biomasy wynosi około 135 tysięcy ton.
- Grupa PGE w elektrowni w Bełchatowie, ZE Dolna Odra i EC Szczecin, EL Turów, EL Opole, EC Bydgoszcz, EC Gorzów Wielkopolski, EC Kielce i EC Boruta w Zgierzu. W 2012 na cele energetyczne wykorzystywała 783 tys. ton biomasy, w tym około 110 tys. ton zrębki leśnej oraz 380 tys. ton biomasy leśnej przetworzonej. W EC Szczecin, wchodzącej w skład Polskiej Grupy Energetycznej, w 2012 roku oddano kocioł parowy, fluidalny opalany w 100% biomasą. Moc kotła wynosi 183 MWt, zużywa on ok. 700 tys. ton biomasy. W elektrowni Opole (2013 r.) zużyto 160tys.t biomasy. Stosowane paliwo to zrębka leśna (80%) i biomasa rolna (20%),

W tabeli 3 przedstawiono szacunkowe zapotrzebowanie na biomasę rolną w roku 2013. Przy obliczeniach przyjęto, że wartość opałowa biomasy rolnej wynosi $14 \text{ GJ} \cdot \text{t}^{-1}$.

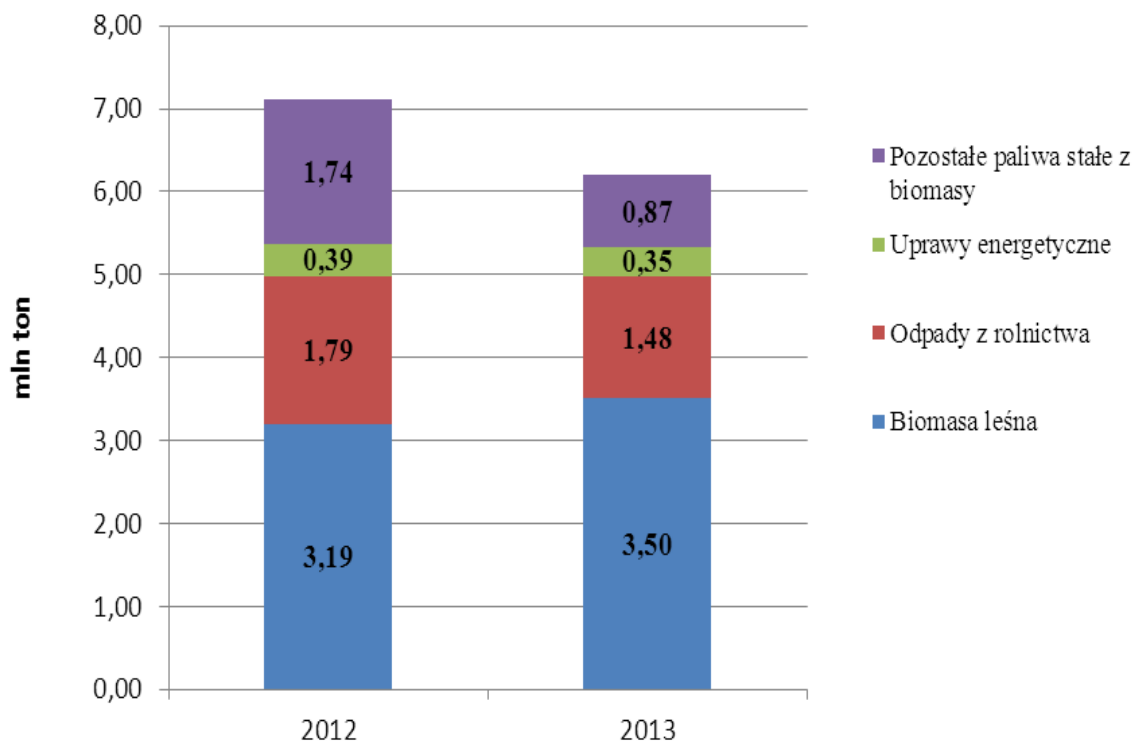
Tabela 3. Szacunkowe zapotrzebowanie na biomasę rolną w roku 2013

Lp.	Nazwa i lokalizacja	Zapotrzebowanie na biomasę rolną	
		Tys. t	TJ
1.	Fortum Power and Heat Polska, Częstochowa	48	672
2.	Grupa EDF	480	6720
3.	ZE PAK: Patnów, Adamów, Konin	263	3685
4.	PGN i G Termika Warszawa	69	966
5.	GdF Suez	200	2800
6.	Grupa Tauron	226	3164
7.	Grupa ENEA S.A.	145	2030
8.	ENERGA	393	5502
9.	Grupa PGE	400	5600
10.	Dalkia Łódź	46	644
	Dalkia Poznań	67	938
16.	Ciepłownictwo lokalne	20	280
17.	GRUPA PEP Zamość Biomasa Energetyczna Wschód Sp. z o.o.	60	840
27.	Razem	2442	34191

Źródło: Opracowanie własne (ITP)

Ponadto biomasa jest zużywana w takich firmach jak Karol Kania i Synowie Sp. z o.o. Wytwórnia podłoża pod uprawę pieczarek (Dębowa Kłoda) w ilości 25 tys. t co odpowiada 350 TJ.

Zużycie poszczególnych rodzajów biomasy w energetyce zawodowej przedstawiono na rys. 14.



Rys.14. Zużycie poszczególnych rodzajów biomasy w energetyce zawodowej

Źródło: Gajewski R., za ARE

Na cele energetyczne z rolnictwa jest wykorzystywane około 1,5 mln t.

Analiza przypadku

Projekt „Od pola do energii” jako inspiracja dla rozwiązań stosowanych w systemach KŁŻ

Poniżej przedstawiamy ciekawy przykład koncepcji wykorzystania naturalnych zasobów polskiej wsi dla wzmocnienia systemu niezależności energetycznej jak i poszukiwania nowatorskich rozwiązań, które spełniają kryteria ekotechnologii.

Koncepcja powstała na przełomie 2013 i 2014 roku w wyniku współpracy norweskiej firmy Serigstad Agri (<http://serigstad.no/no/forsidei>) oraz Polskiej Akademii Nauk - Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (IGSMiE PAN) <https://min-pan.krakow.pl/> wraz z Instytutem Zootechniki (Zakład w Rudawie).

Pierwsze założenia nowopowstałej koncepcji zostały zaprezentowane na międzynarodowej konferencji organizowanej przez Fundację Rozwoju Podhala w grudniu 2013 roku. Wśród inicjatorów przedsięwzięcia należy wyróżnić: dr Tomasza Mirowskiego, p. Arilda Skaalanda, p. Radosława Rusińskiego.

Opracowana koncepcja zakładała takie rozwiązania technologiczne, które zapewnią przetwarzanie produktów rolnych, odpadów z produkcji rolnej na paliwo a dalej pozwolą na wytwarzanie energii (początkowo ciepłej, a w dalszej kolejności również elektrycznej).

Z czasem do projektu zaczęły dołączać gminy np. Łapsze Niżne, Czarny Dunajec, Kalwaria i inne <http://naszakalwaria.pl/gmina-zrealizowala-nowatorski-projekt-ekologiczny/>.

Firma Serigstaad Agri jako jeden z inicjatorów przedsięwzięcia posiadała ogromne, ponad 100 letnie doświadczenie w produkcji maszyn rolniczych. Pierwsze produkty tej firmy są datowane na 1864 rok.



Szczególne doświadczenia tej firmy i personalnie p. Skaalanda wiązały się z technologią zbioru oraz przygotowania słomy, siana itp. Dodatkową inspiracją do działania był fakt, że energetyka biomasowa w Norwegii ma ograniczone możliwości rozwoju, głównie z powodu wysokiego udziału hydroelektrowni w strukturze systemu energetycznego. Nie można również zapominać, że to jeden z większych światowych eksporterów ropy naftowej i gazu ziemnego, co powoduje, że kraj ten nie wykorzystywał posiadanej wiedzy i technologii przetwarzania biomasy na własne potrzeby.

W Polsce sytuacja wygląda inaczej. Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju wyraźnie wskazuje niezależność energetyczną jako jeden z priorytetów na kolejne lata. Wobec ograniczonego zasobu własnych surowców energetycznych konieczne staje się poszukiwanie nowych technologii i nowych zastosowań już istniejących rozwiązań.

Koncepcja „Od pola do energii” zakłada wyposażenie gospodarstwa lub kilku gospodarstw działających w kooperacji w zestaw maszyn, urządzeń pozwalających na maksymalizację ich niezależności energetycznej. Koncepcja ta świetnie wpisuje się w założenia KŁŻ, gdzie musimy działać w oparciu o ograniczone zasoby. Gospodarstwa tego typu są małe i rozproszone. W ich przypadku należy stawiać na samowystarczalność. Co więcej proponowane rozwiązania muszą być tanie inwestycyjnie.

W prezentowanej koncepcji założono kilka etapów:

- a) zbiór zboża, w wyniku którego powstaje odpad (np. balot słomy), stanowiący surowiec do produkcji paliwa biomasowego.
- b) przetwarzanie biomasy w pelet lub brykiet w oparciu o niedrogie i efektywne instalacje
- c) spalanie peletu/brykietu – piec V klasy spełniający kryteria Ecodesign
- d) Wytwarzanie energii elektrycznej, zgazowywanie biomasy w małej instalacji

Ad a) Problem samego zbioru surowca jest technologicznie rozwiązany w stopniu wystarczającym. Zmechanizowanie zbioru zbóż polegające na wprowadzeniu kombajnów zbierających ziarno, a pozostawiających na polu słomę wymusiło potrzebę rozwiązania jej sprzątnięcia. Do zbioru i

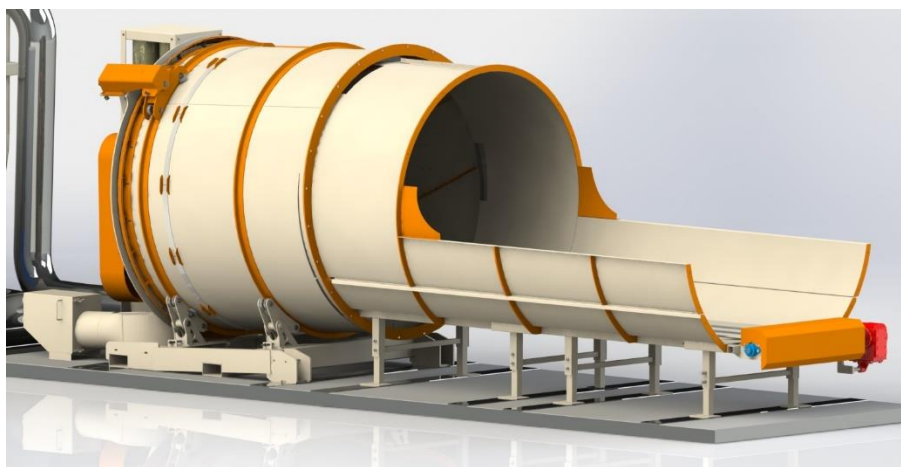
transportu słomy (także siana) w formie luźnej wykorzystywane były najczęściej przyczepy zbierające (zbieracze pokosów), a do odbioru i dalszego jej składowania niezbędne były stertniki, dmuchawy, zasobniki dozujące lub ładowarki. Metoda ta, pomimo możliwości zmechanizowania kolejnych zabiegów i niewielkich nakładów pracy ręcznej, była pracochłonna i kłopotliwa przy zadawaniu paszy. Dlatego też obecnie w Polsce dominuje zbiór słomy i siana w formie sprasowanej. Może być realizowany z wykorzystaniem pras wysokiego stopnia prasowania do "małej i dużej" kostki oraz pras zwijających. Zbiór słomy klasycznymi prasami dominuje w małych gospodarstwach. Zasadniczą wadą tej technologii jest konieczność poniesienia dużych nakładów pracy ręcznej na zebranie i zmagazynowanie balotów. Z kolei zbiór prasami wielkogabarytowymi (do "dużej kostki") zapewnia dużą wydajność, ale wymaga zastosowania wielu środków technicznych (ciągniki z ładowaczami czołowymi lub ładowarki teleskopowe, środki transportowe czy też drogie przyczepy specjalistyczne).

Ad b) W ramach programu postanowiono stworzyć linię pilotażową, która rozwiąże problem przetworzenia biomasy w produkt – paliwo energetyczne, w formie peletu lub brykietu, który może być dalej wykorzystany. Zakładano na tym etapie spalanie peletu celem uzyskania ciepła. Przyjęto następujące założenia projektowanej instalacji:

- mobilność – rozumiana jako możliwość umieszczenia jej na naczepie ciągnika siodłowego i przewożenie z miejsca na miejsce (możliwość wykorzystania w systemie rozproszonym);
- wydajność – 1T/h.
- możliwość pracy w systemie ciągłym.
- maksymalne zautomatyzowanie produkcji celem ograniczenia liczby osób przewidzianych do obsługi;
- niska energochłonność;

W oparciu o powyższe założenia powstała linia eksperymentalna składająca się z następujących modułów.

1.Moduł rozdrabniania wraz ze stołem podawczym (przenośnik zgrzeblowy), w którym następuje przygotowanie surowca, poprzez jego rozdrobnienie do frakcji około 10 cm.





2. **Moduł mieszania i granulowania**, w którym w wyniku dokładnego mieszania następuje homogenizacja surowca, zagęszczanego następnie do postaci pelletu o średnicy 18 mm.



Obydwa moduły zabudowane na osobnych platformach kontenerowych lub naczepach samochodowych połączone są ze sobą elastycznymi przewodami transportu pneumatycznego. Daje to możliwość dowolnego ich wzajemnego ustawienia .

Układ sterowania



Możliwe tryby pracy przy wytwarzaniu peletu biomasowego:

1. tryb pracy ręcznej
2. tryb pracy automatycznej

W trybie pracy ręcznej jest możliwość indywidualnego włączenia i wyłączenia każdego odbiornika w dwóch kierunkach z możliwością sterowania prędkością silników zaopatrzonych w przemienniki częstotliwości (falowniki).

W trybie pracy automatycznej regulacji podlegają dwa układy.

1. Układ związany z rozdrabnianiem biomasy

Na podstawie wartości prądu silnika głównego rozdrabniacza dostosowywana jest prędkość obrotu bębna rozdrabniacza oraz prędkość przesuwu stołu podawczego. Wartość prądu silnika głównego rozdrabniacza powinna oscylować wokół wartości prądu znamionowego.

Układ zapewnia wyłączenie wszystkich odbiorników sekcji w przypadku długotrwałego przeciążenia silnika głównego rozdrabniacza

2. Układ związany z granulowaniem biomasy

Na podstawie wartości prądu obciążenia granulatora dostosowywana jest prędkość podawania surowca przez dozownik. W przypadku długotrwałego przeciążenia silnika granulatora wyłączany jest

napęd dozownika i granulatora. Przeciążenie silników mieszalnika wyłączy te silniki oraz cały moduł rozdrabniacza wraz z wentylatorem.

Układ sterowania w trybie automatycznym zapewnia również możliwość wyłączenia sekcji rozdrabniacza w sytuacji przepełnienia mieszalnika.

Wyłączniki awaryjne (grzybkowe) umieszczone na szafie sterującej, w okolicach granulatorów oraz w okolicy rozdrabniacza pozwalają obsłudze wyłączyć wszystkie urządzenia jednocześnie w sytuacji awaryjnej.

Kolejność włączania odbiorników w cyklu automatycznym

1. Mieszalnik
2. Napęd główny rozdrabniacza
3. Napęd obrotu bębna rozdrabniacza
4. Napęd stołu podawczego
5. Napędy chłodnic pelletu
6. Napędy granulatorów (po kolei)
7. Napędy dozowników



Przebieg procesu produkcji pelletów biomasowych:

Słoma w kostkach lub balotach podawana jest ładowarką czołową na łańcuchowy podajnik zgrzeblowy, który transportuje ją do rozdrabniacza bębnowego. Tu cięta jest na siewkę o długości 5-10 cm. Rozdrabniacz jest nową, autorską konstrukcją w której bezpośrednio po sobie odbywa się rozwijanie balotów oraz szarpanie słomy i cięcie na siewkę.

Z rozdrabniacza wstępnego wentylatorem zintegrowanym z wałem rozdrabniacza przenoszona jest do mieszalnika, pełniącego funkcję homogenizatora oraz zbiornika buforowego. Objętość mieszalnika jest tak dobrana aby zapewnić pracę granulatorów przez około 2 godziny, nawet w sytuacji gdy rozdrabniacz słomy nie pracuje. Dzięki zastosowaniu mieszalnika wyeliminowaliśmy konieczność dosuszania surowca, ograniczając w ten sposób energochłonność układu. Podajniki ślimakowe, specjalnej konstrukcji zamontowane nad zespołem granulatorów w sposób ciągły podają rozdrobniony surowiec do przestrzeni roboczej granulatorów. Gotowy produkt po procesie granulowania podawany jest na chłodnicę pelletów, gdzie zostaje schłodzony i odparowany. Wilgotność pelletu po schłodzeniu wynosi 10-14%.

Układ sterowania zapewnia stabilne podawanie surowca, tak aby silniki napędowe granulatorów pracowały w obszarze obciążeń znamionowych. Zespół granulatorów nowej konstrukcji skutecznie pracuje przy wilgotności surowca do 25%. Optymalna wilgotność słomy dla której uzyskuje się produkt najwyższej jakości to 14-18%.

Mobilna wytwórnia pelletów może być zasilana z sieci energetycznej lub za pomocą generatora prądu o mocy około 180 kVA.



Zdjęcie granulatora przystosowanego do produkcji pelletu biomasowego:



Zastosowanie stempli zagęszczających materiał prasowany znacząco poprawia sprawność procesu, ograniczając przy tym jego energochłonność. Elementy konstrukcyjne narażone na szybkie zużycie (stemple prasujące i tuleje formujące) wykonane są w taki sposób aby można je było łatwo wymienić. Nowy typ granuladora skutecznie prasuje surowiec wstępnie rozdrobniony do frakcji 10 -15 cm, oraz wilgotności do 25%. Konstrukcje tradycyjne wymagają surowca rozdrobnionego do frakcji 1-3 mm i wilgotności nie wyższej niż 18%.

-zastosowanie mieszalnika- homogenizatora



Mieszalnik pełni jednocześnie rolę zbiornika buforowego, zapewniając stałą i stabilną pracę układu .

Mieszalnik wyposażony jest w króćce zasilające , które umożliwiają dodawanie do podstawowego surowca innych składników np. pyłów węglowych, wapna lub lepiszczy.

Na etapie mieszania można skutecznie dodawać odpowiednio przygotowane odpady organiczne.

Można zastosować w szczególności od 20 do 60%, korzystnie 30% odpowiednio przygotowanych i wysuszonych odpadów pochodzenia organicznego, przy czym jako kosztne przyjmuje się wilgotność 30 – 40% (najlepiej 35%). Jako odpady organiczne można zastosować w szczególności: wyłoczki z przerobu buraka cukrowego, kawy, otręby zbożowe, drożdże piekarskie, odpady przemysłu mleczarskiego lub odpowiednio wysuszone osady z biologicznych oczyszczalni ścieków. Powinny zostać one przebrane. Dodawanie może następować do mieszalnika lub bezpośrednio na granulador. Dodawania na etapie mieszalnika zapewnia lepszą jakość i homogeniczność peletu.

- -mobilność linii –w sytuacji braku surowca wytwórnia może przemieszczać się do źródła surowca. Zasilanie za pomocą generatora prądu powoduje, że może pracować w każdych warunkach, niezależnie od sieci energetycznej.
- - równoległa praca dwóch granulatorów, pozwala na prowadzenie ewentualnych prac serwisowych bez wyłączenia całej wytwórni.
- -wyeliminowanie konieczności suszenia surowca i zastąpienie go dokładnym wymieszaniem, znacząco wpłynęło na zmniejszenie energochłonności procesu peletowania.

- -w nowym sposobie granulowania biomasy, surowiec nie musi być dokładnie rozdrobniony (wymagają tego wszystkie technologie tradycyjne). Powoduje to istotne obniżenie kosztów wytwarzania.
- -niska energochłonność- około 80kWh na tonę produktu. Tradycyjne technologie produkcji pelletu w których konieczne jest domielenie surowca i jego suszenie, wymagają ponad 200 kWh/tonę produktu.
- -bardzo niskie koszty eksploatacji .Zastosowanie wymiennych stempli prasujących i tulei formujących obniża koszty wymiany elementów podlegających naturalnemu zużyciu.
- - możliwość zasilania z sieci energetycznej lub generatora prądu.
- -pełna automatyzacja procesu produkcji pozwala na ograniczenie czynności obsługowych do załadunku surowca na stół podawczy i odbioru gotowego produktu.
- -mała wrażliwość na zanieczyszczenia surowca.
- -skuteczna separacja zanieczyszczeń (kamieni i elementów metalowych).

Zastosowanie chwytacza kamieni, separatora magnetycznego oraz transportu pneumatycznego skutecznie zabezpiecza przed uszkodzeniem granulatorów.

- -możliwość granulowania wielu surowców, oraz różnego rodzaju mieszanek.
- -nie ma konieczności uzyskiwania pozwoleń na budowę i innych dokumentów wymaganych przy inwestycjach związanych z budową fabryki stacjonarnej.
- - połączenie dwóch głównych modułów za pomocą elastycznych przewodów transportu pneumatycznego pozwala na dowolne ich wzajemne ustawienie .Umożliwia to na maksymalne dopasowanie się do istniejących warunków terenowych.
- -modułowa budowa pozwala na łatwą i taną rozbudowę Wytwórni w celu zwiększenia zdolności produkcyjnych

Ad c) W ramach programu stworzono model kotła pozwalający na spalanie wyprodukowanego przez gospodarstwo biopaliwa.

Piec został wpisany na listę produktów przeznaczonych do ekologicznego spalania, które spełniają także kryteria ogłoszonego przez Rząd programu „Czyste Powietrze”

<https://powietrze.malopolska.pl/ekoprojekt/>

Ad d) Ostatni etap stanowi zagadnienie badawcze, którego rozwiązaniem domknęłoby cały koncept „Od pola do energii”. Zakłada on stworzenie mini generatora, który miałby możliwość zgazowania peletu biomasowego na niewielką skalę celem uzyskania energii elektrycznej. Na dzień dzisiejszy ten element systemu znajduje się w sferze badawczej. Została stworzona koncepcja technologiczna, powstał prototyp. Wymaga dalszych prac badawczych i testów.



c) Zastosowanie ekotechnologii w świetle doświadczeń międzynarodowych - Słowacja

Lasy pokrywają ponad 41% obszaru Słowacji. Jedną z możliwości zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii – paliw kopalnych wykorzystywanych w systemach grzewczych (wysoki odsetek jest opalanych węglem, inne olejem opałowym lub gazem ziemnym) jest zastosowanie biomasy.

Kotły opalane biomasa oferują atrakcyjną alternatywę. Słowacja ma niewiele miast o dużej liczbie mieszkańców, za to bardzo dużo miejscowości o liczbie mieszkańców mieszczącej się w przedziale od 3 do 10 tysięcy. Znacząca większość tych miejscowości jest ogrzewana przez lokalne sieci ciepłownicze. Z tego większość wykorzystuje węgiel lub gaz ziemny. Kotły w większości są wyremontowane ale stare i wymagają importowanego paliwa. Ilość możliwej do wykorzystania na te cele biomasy występującej na terenie Słowacji, do celów produkcji prądu elektrycznego i ogrzewania, jest niewyobrażalna.

Najbardziej obiecującym źródłem odnawialnym do produkcji ciepła jest biomasa, rocznie nadaje się do wykorzystania w celu produkcji energii około 75,6 PJ. Energia z biomasy daje możliwość połączenia korzyści ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Obecna produkcja energii elektrycznej wynosi 30 GWh z biomasy i 2 GWh z biogazu:

- Wykorzystanie biomasy poprzez grupę BIOMASA – lidera na Słowacji;
- 16 producentów brykietów, 6 pelletów o wydajności 40 000 t brykietów i 28 000 t pelletów;
- Kotłownia biomasowa Liptovský Ondrej, Prašice, Turňa nad Bodvou, Tlmače;
- Z całego obszaru Słowacji (4,903,423 hektarów) tereny rolnicze pokrywają 49.7 % a lasy 40.84 %. W ostatnich latach nie zanotowano znaczących ubytków w obszarach wykorzystywanych rolniczo, jednak zaobserwowano przesunięcie z gruntów ornych na łąki i pastwiska.

W krótkim terminie najbardziej obiecujące działania w zakresie energii biomasowej są następujące:

- Zastąpienie małych i średnich systemów ogrzewania węglem poprzez systemy biopaliwowe.
- Współspalanie zrębków drewna w funkcjonujących węglowych systemach grzewczych.
- Wprowadzenie niskokosztowych systemów przerobu beztlenowego z generacją CHP.

Następujące koncepcje są bardziej atrakcyjne w średnim lub długim terminie:

- Wprowadzenie instalacji CHP małej i średniej skali lub systemów gazyfikacji co nie powinno wpłynąć znacząco na wzrost cen energii.
- Uprawa i wykorzystanie roślin energetycznych (ECs) szczególnie tam, gdzie nie jest możliwe pozyskanie zrębków drewna. Z rolniczego punktu widzenia rośliny energetyczne stają się atrakcyjną alternatywą wobec upraw nastawionych na produkcję żywnościową .

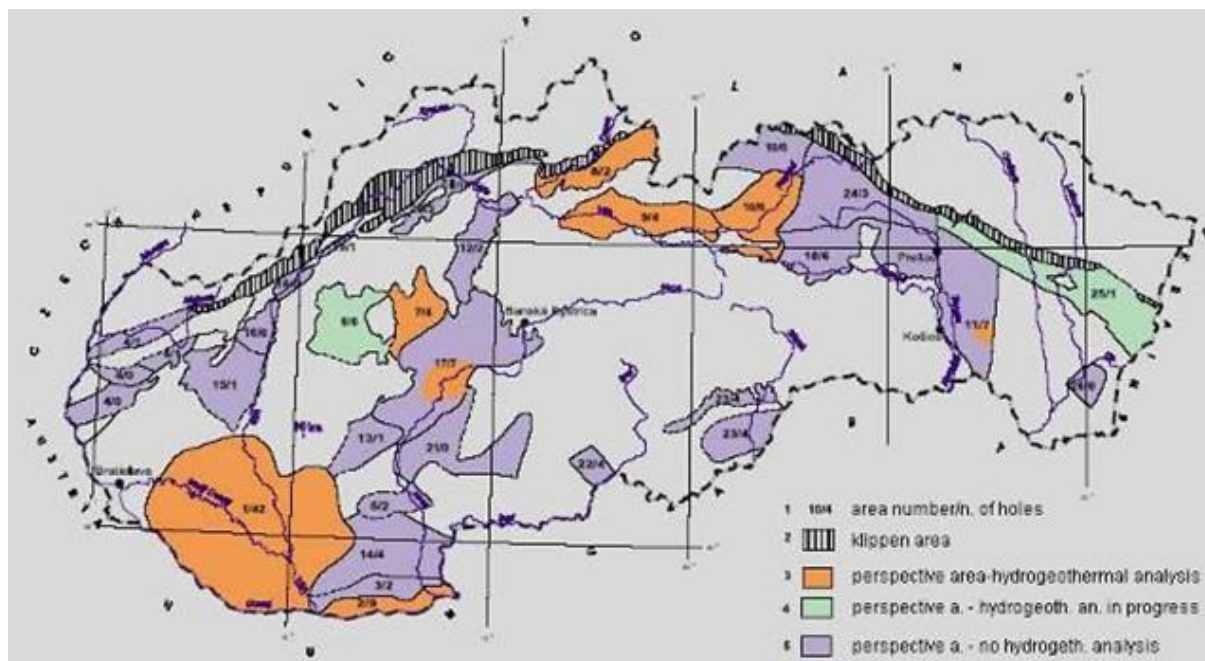
Największy udział w wykorzystaniu użytków rolnych (2,255,000 ha) przypada na grunty orne (61.7%), które stanowią bazę dla intensywnej produkcji roślinnej, w szczególności w produkcyjnych obszarach Słowacji. Na gruntach ornym uprawiane są głównie zboża (58%), rośliny pastwne (19%) i przemysłowe (15,8%).

Biomasa posiada największy technicznie potencjał do wykorzystania spośród wszystkich rodzajów OZE (48%), dalej w kolejności energia geotermalna (26%) i solarna (21%). Możliwy do technicznego wykorzystania potencjał energii wiatru i małych elektrowni wodnych ma udział odpowiednio poniżej 3% i poniżej 5%. Całkowite roczne zdolności produkcyjne biomasy leśnej na Słowacji dla celów energetycznych osiągają około 1.080 tysięcy ton dla roku 2010 (16.9 PJ). Po 2010 roku następuje wzrost dostępności biomasy leśnej spowodowany zintensyfikowaniem wycinki drzew oraz wzrostem upraw roślin energetycznych na obszarze 45,400 ha. Rośliny energetyczne stanowią obiecujące źródło paliwa biomasowego, która może być uprawiana na obszarach nie nadających się do tradycyjnych upraw ani dla produkcji leśnej, na obszarach oddalonych od tradycyjnych miejsc upraw, jak również nie nadających się do produkcji żywnościowej lub ziemi skażonej, w obszarach uprzemysłowionych.

Przemysł przetwórstwa drewna produkuje rocznie 1,410 tysięcy ton odpadów (18.1 PJ), z czego 2/3 pochodzi z mechanicznej obróbki drewna a 1/3 z ługu czarnego. Największymi producentami odpadów są największe spółki przetwórstwa drewna, które częstokroć wykorzystują te odpady na własne cele energetyczne. Innym możliwym źródłem produkcji biomasy rolniczej jest słoma zbóż, kukurydzy, słonecznika, rzepak ozimy, odpady z sadów i winnic. Produkcja biodiesla z odchodów bydła może osiągnąć 277 milionów m³ rocznie, co odpowiada 6,9 PJ ciepła. Istotnym źródłem biogazu są instalacje oczyszczalni ścieków. Obecnie funkcjonuje 24 jednostek działających w kogeneracji, wykorzystujących swój własny biogaz, dlatego oczekuje się, że także w przyszłości biogazownie będą powstawały przy oczyszczalniach większych miast. Teoretycznie bioenergia o wartości równoważnej 46,5 PJ może być produkowana przez rolnictwo bez negatywnego wpływu na produkcję rolniczą.

Słowacja dysponuje ok. 26 możliwymi lokalizacjami dla energii geotermalnej o potencjale 60 GWh rocznej produkcji energii. Posiada także 116 zweryfikowanych odwiertów z temperaturą w przedziale 18-129 °C i mocą termalną 314,3 MWt. Woda geotermalna jest używana w 36 obszarach z łączną

mocą 131MWt (co stanowi 42,7%, 2,3% całkowitej mocy). W 12 lokalizacjach jest wykorzystywana do ogrzewania domów a w 2 jest wykorzystywana w hodowli ryb. 32 lokalizacje wykorzystują wody geotermalne do celów rekreacyjnych Do ogrzewania domów służą instalacje w 10 lokalizacjach.



Rysunek: Obszary perspektywiczne dla geotermii na Słowacji.

Możliwości wykorzystania biogazu

Wykorzystanie biogazu na Słowacji na chwilę obecną jest znikome. Mimo, że w wielu regionach nie ma wciąż biogazowni, możemy mówić o dużym potencjale rozwoju w tym obszarze na Słowacji. Ciekawe rozwiązania stanowią centra badawczo – rozwojowe Słowackiego Uniwersytetu Rolniczego w Nitrze, kolejne stanowi instalacja biogazowa na kiszonkę w Hurbanovie, która wykorzystuje w 100% czystą biomasę. Te instalacje biomasowe pracują komercyjnie, są one podpięte do lokalnej sieci energetycznej i dystrybucyjnej.

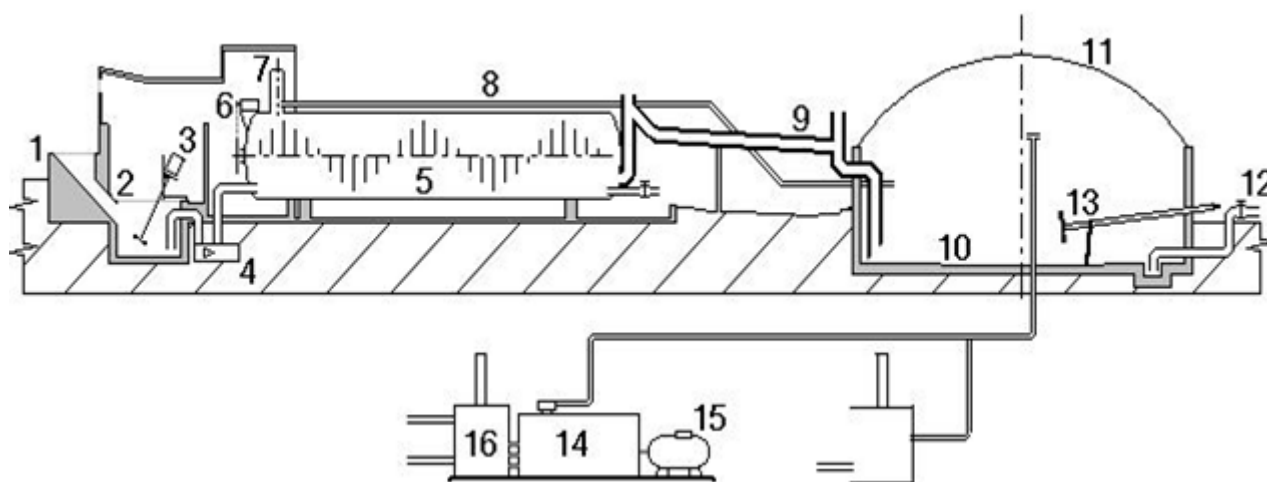
Z uwagi na fakt, że sektor rolniczy na Słowacji praktycznie wcale nie wykorzystuje swojego potencjału do produkcji energii z biomasy, Uniwersytet Rolniczy w Nitrze podjął działania służące rozwojowi tego odnawialnego źródła energii na Słowacji. Wydział Mechaniki i Inżynierii z Instytutu Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu przystąpił do przygotowania nowego międzynarodowego programu badawczego: Technologie Biogazowe dla Wzmocnienia Potencjału Energetycznego (Bułgaria, Słowacja, Ukraina), który został przyjęty i zaaprobowany przez unijny program INCO-COPERNICUS pod numerem: „EU Joint Research Project – Inco-Copernicus No. PL 962023”. Głównym koordynatorem projektu był austriacki partner Centrum Badawcze Seidersdorf, GmbH., pozostali partnerzy pochodzili z Bułgarii, Niemiec, Szwecji i Ukrainy. Głównym efektem projektu było powstanie biogazowni zlokalizowanej na Uniwersytecie Rolniczym w Nitrze w jego Farmie Rolniczej w Kolinanach. Biogazownie w Kolinanach i Brezov funkcjonują w 100% na bazie odchodów bydła (w Kolinanach - 80 jednostek produkcyjnych, Brezov – 180 jednostek produkcyjnych) a biogazownia w Batce wykorzystuje połączenie odchodów trzody chlewnej i drobiu (zaprojektowana do przetwarzania

13 200 jednostek odchodów trzody i 220 000 drobiu). Farma Rolnicza jest niezależną jednostką Rolniczego Uniwersytetu w Nitrze i jest zlokalizowana w Kolinanach, które są oddalone 10 km od Nitry. Główne zadania realizowane przez farmę są następujące:

- stworzenie warunków dla edukacji praktycznej studentów uniwersytetu oraz dla praktycznej weryfikacji wyników prac badawczych prowadzonych przez pracowników naukowych,
- możliwość przeprowadzania prezentacji, działań promocyjnych oraz konsultacji dla profesjonalistów i szerokiej publiczności,
- stworzenie połączenia pomiędzy produkcją rolniczą i produkcją żywności a innymi usługami, z uwzględnieniem działalności badawczej oraz edukacyjnej.

Farma wykorzystuje w swojej działalności 2,305 hektarów pól uprawnych. Organizacyjnie jest podzielona na dwa centra – jedno zlokalizowane w Kolinanach i drugie w Oponicach. Centrum w Kolinanach wykorzystuje około 60% posiadanych gruntów. Produkcja rolna jest zorientowana głównie na zboża (50%), rośliny pszwne (37%), buraka cukrowego (9%). W zakresie produkcji zwierzęcej dominuje produkcja mleka (640 jednostek) oraz mięsa (150 jednostek).

Biogazownia w Kolinanach została zaprojektowana do przetwarzania odchodów z 80 jednostek trzody i do produkcji w skojarzeniu (45 kWt) ciepła i energii elektrycznej (22 kWe) z biogazu. Główne elementy instalacji zostały zaprezentowane na rysunku.



Rysunek 1. Schemat głównych części biogazowni w Kolinanach

Głównym elementem instalacji jest bioreaktor (5), który jest fermentatorem z przepływem poziomym o wartości 100m³. Zaprojektowana dzienna wydajność produkcyjna instalacji wynosi 150 m³. Proces produkcji biogazu w fermentatorze następuje bez udziału powietrza. Do procesu fermentacji wykorzystuje się bakterie mezofilne a proces przebiega w temperaturze od 32 do 38 0C. Biomasa pozostaje w fermentatorze przez 20 dni. Biogaz wytworzony w fermentatorze trafia do zbiornika buforowego (7), z którego jest przesyłany rurociągiem do suchego zbiornika niskociśnieniowego (11). Zbiornik jest zbudowany ze specjalnego tworzywa gumowego, które jest gazoszczelne i jest oddzielone od zbiornika z substratem (10).

Pozostały biogaz z substratu, który został uwolniony z fermentatora jest także tutaj wylapywany. Jest on wykorzystywany do spalania w jednostce kogeneracyjnej (silnik (14), generator (15)), zob. rys. oraz zbiornik gazu (17). Niewykorzystane ciepło i przekazywane do wymiennika (16) do dalszego wykorzystania.

d) Wnioski i zalecenia dla systemów KŁŻ dotyczące zastosowań ekotechnologii

KŁŻ stanowią nowatorskie podejście w budowaniu relacji producent – konsument na rynku produktów żywnościowych. Celem niniejszej analizy jest przedstawienie potencjału zastosowania ekotechnologii w tej grupie produkcyjnej. Są to z definicji niewielkie gospodarstwa pracujące w dużym rozproszeniu, o bardzo ograniczonym dostępie do kapitału na inwestycje, jak i do zaawansowanych technologii.

Co można zrobić w kontekście przytoczonych przykładów stosowania ekotechnologii w praktyce:

1. rozwijać własne, krajowe technologie i rozwiązania, które są mobilne, przenośne, mogą być wykorzystywane w ramach współdzielenia (przytoczony przykład mobilnej linii produkcji peletów);
2. zacieśniać współpracę z jednostkami naukowymi, uczelniami technicznymi, celem tworzenia rozwiązań dedykowanych dla tej grupy producentów;
3. wprowadzać rozwiązania finansowe pozwalające na finansowanie zakupu nietypowych instalacji, urządzeń służących zastosowaniom ekotechnologii. Można stworzyć założenia oraz przeprowadzić analizy produktów finansowych, w których stroną może być kilka gospodarstw, których zdolność finansowa (kredytowa) jest rozpatrywana łącznie.
4. prowadzić szkolenia, działania promocyjne i edukacyjne informujące o nowych rozwiązaniach, ich działaniu i możliwym praktycznym wykorzystaniu. Warto rozważyć wdrożenie instalacji pilotażowych, które obrazują jak ekotechnologie pracują w praktyce, gdzie można naocznie przekonać się jakie korzyści przynoszą (przykład instalacji demonstracyjnej w Instytucie Zootechniki w Rudawie, która prezentowała praktyczne aspekty funkcjonowania rozwiązania „od pola do energii”)
5. można rozważyć wdrożenie programu centralnego pozwalającego na zakup pierwszej partii produktów, urządzeń służących wdrażaniu ekotechnologii w KŁŻ. Przykładowo zostaje uruchomiony pilotaż poprzez zakup 10 nowatorskich instalacji, które mogą być wynajmowane (za niewielką odpłatnością lub nawet bezkosztowo) przez gospodarstwa celem ich przetestowania. W przypadku zainteresowania jest możliwy zakup komercyjny w ramach wsparcia finansowego, kredytu preferencyjnego itp.
6. należy rozważyć przygotowanie programu pilotażowego, w ramach którego może zostać stworzony praktycznie funkcjonujący system zastosowania ekotechnologii w KŁŻ. Aktualnie takie narzędzia nie występują. Grupa niewielkich producentów rolnych jest całkowicie odcięta od dotacji przeznaczonych na innowacje. Warto pomyśleć nad stworzeniem pilotażu, który wypełni istniejącą lukę. Wdrażane aktualnie programy dotacyjne trafiają do wąskiej grupy podmiotów. Nie ma w nich miejsca dla systemów KŁŻ. Pierwszą realną szansą jest wdrażany aktualnie program Współpraca. Niemniej

warto pomyśleć o kolejnych narzędziach, programach, ukierunkowanych w szczególności na problematykę innowacji oraz ekotechnologii dla KŁŻ.

Bibliografia

1. Bratuszewska E. (1999): Lepiej spalać słomę. Zdr. Żyw. Zdr. Styl Życia. 4(46): 31-32
2. Brereton C. (1997): Combustion performance. Circulating Fluidized Bed (edited by Grace J., Avidan A., Knowlton T): 369-416
3. Buchoski J. (2004): Bioenergetyka polska – blaski i cienie. Ryn. Energ. 4:18-21
4. Chruściel S., Nowicki M. (1977): Problemy obliczeniowe w ochronie atmosfery. Część I, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa
5. Gradziuk B., Gradziuk P. (1995): Biomasa jako materiał energetyczny. Tytuł Polski 9/18: 14-15
6. Guzenda R., Świegoń J. (1994): Technologiczne i ekologiczne aspekty spalania masy drzewnej. Gospod. Paliw. Energ. 3:10-20
7. Helmer W.A., Stokke D.D., Carbondale I.L. (1998): A case study of fluidised-bed combustion of wood/coal mixtures, Part A, The effect of wood particle size. Forest Prod. J. 48(3): 46-49.86
8. IPCC/OECD, (1995): Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 1.2 and 3 Bracknell, UK
9. Skoczylas N.: „Wybrane właściwości mechaniczne i gazowe brykietów węglowych”, Przegląd Górniczy nr 7-8, rok 2009, str. 91-95
10. Dubiński J., Pyka I., Wierzchowski K.: „Stan aktualny i niektóre aspekty poprawy jakości węgla użytkowanego w energetyce zawodowej” Przegląd Górniczy 2011 nr 7-8 str. 46-52;
11. Błaszczyński S., Szpyrka J.: „Weryfikacja przemysłowa wzbogacania drobnouziarnionych węgla metodą wibrofluidalną”, Przegląd Górniczy 2011 nr 7-8 str.59-64;
12. Osoba M.: „Technologie wzbogacania grawitacyjnego węgla kamiennych w Polsce”, Przegląd Górniczy 2011 nr 7-8 str.53-58
13. Temat Badawczy nr 2.1.2: pt. „Badania wzbogacania węgla na drodze przeróbki mechanicznej” 2011r. AGH – projekt NCBR pt. "Zaawansowane technologie pozyskiwania energii" Opracowanie niepublikowane nr 23.23.100.8498/R34.
14. „Biomasa szansą dla kraju jak ją wykorzystać?” Artykuł opublikowany na portalu <http://www.cire.pl/pliki/2/weponiedzialek.pdf>

-
15. „Czy jesteśmy skazani na biomasę” artykuł opublikowany na stronie <http://www.biomasa.org.pl/upload/Czy%20jesteśmy%20skazani%20na%20...%20PG%20CzE%20Mar08.jpg>
 16. <http://www.certyfikat-energetyczny.pl/index.php/przegld-prasy/533.html>
 17. http://www.widokenergia.pl/produkty_i_uslugi/pelety.html
 18. Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych.
 19. M. Rogulska, Rynek biomasy stałej w Polsce i perspektywy rozwoju, „Czysta Energia”, Nr 6, 2010,
 20. *Materiały Agencji Rynku Energii SA*
 21. *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*
 22. Raport CIRE: Wzrost zużycia biomasy, <http://www.cire.pl/zielonaenergia/publikacje>.
 23. *Rynek Biomasy w Polsce – mocne i słabe strony – artykuł opublikowany na portalu www.bioenergiadlaregionu.eu/pl*
 24. W. M. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007
 25. W. M. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007 r.
 26. Walory ekologiczne spalania biomasy z odpadów owoco wo-warzywnych; Dr hab. inż. Bożena Borycka - Katedra Nauk o Jakości Politechnika Radomska („Energetyka” – nr 12/2009)



Odwiedź portal KSOW - www.ksow.pl

Zostań Partnerem Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich