

ANALIZA MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI BIOMASY I BIOGAZU W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM



GRUDZIEŃ 2011 R.



Biuro
Planowania Przestrzennego
Województwa Łódzkiego
w Łodzi
ul. Sienkiewicza 3, 90-113 Łódź
tel./fax 042 630 57 69 do 72

„Analiza możliwości produkcji biomasy i biogazu w województwie łódzkim”

Łódź, Grudzień 2011



DYREKTOR BIURA

Ewa Paturalska-Nowak

KIEROWNIK PRACOWNI

Marta Pabich-Makoska

ZESPÓŁ AUTORSKI

Michał Grzelak
Alina Ditberner
Aleksandra Strzelczyk
Małgorzata Chrobak

WSPÓŁPRACA

Radosław Ślęzak (Politechnika Łódzka, Bioenergia dla Regionu, rozdział 9.1. Gaz
składowiskowy)

Spis treści

1. Wprowadzenie	3
2. Energia biomasy	5
3. Podział i rodzaje odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę	7
4. Uwarunkowania formalno-prawne rozwoju wykorzystania źródeł energii opartych o biomasę	11
4.1. Analiza wybranych dokumentów na poziomie krajowym	14
4.2. Analiza wybranych dokumentów na poziomie regionalnym	23
5. Możliwości finansowania inwestycji służących pozyskiwaniu energii z biomasy	24
6. Metodyka obliczania potencjału technicznego odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę	40
6.1. Słoma	40
6.2. Odpady leśne	42
6.3. Odpady z sadów, ogrodów	43
6.4. Odpady z przycinki drzew rosnących wzdłuż dróg	43
6.5. Uprawy energetyczne	44
6.6. Biogaz z oczyszczalni ścieków	45
6.7. Biogaz z składowisk odpadów	46
6.8. Biogaz rolniczy	47
6.9. Rzepak i rzepik	48
6.10. Zboża i buraki cukrowe	49
7. Uwarunkowania przestrzenne pozyskiwania biomasy na cele energetyczne w województwie łódzkim	50
8. Biopaliwa stałe	53
8.1. Uprawy energetyczne	53
8.1.1. Opis źródła	53
8.1.2. Technologie wykorzystujące produkty upraw energetycznych	55
8.1.3. Wpływ na środowisko	61
8.1.4. Obecny poziom zastosowania	62
8.1.5. Potencjał techniczny upraw roślin energetycznych dla gmin województwa łódzkiego	68
8.1.6. Prognoza wykorzystania	76
8.2. Słoma	78
8.2.1. Opis źródła	78
8.2.2. Technologie wykorzystujące słomę	80
8.2.3. Wpływ na środowisko	84
8.2.4. Obecny poziom zastosowania	85
8.2.5. Potencjał techniczny słomy dla gmin województwa łódzkiego	86
8.2.6. Prognoza wykorzystania	94
8.3. Odpady z przycinki drzew	94
8.3.1. Opis źródła	94
8.3.2. Technologie wykorzystujące odpady z przycinki drzew	94
8.3.3. Wpływ na środowisko	96
8.3.4. Obecny poziom zastosowania	97
8.3.5. Potencjał techniczny odpadów z przycinki drzew dla gmin województwa łódzkiego	97
8.3.6. Prognoza wykorzystania	101
8.4. Odpady leśne	102
8.4.1. Opis źródła	102
8.4.2. Technologie wykorzystujące odpady leśne	103
8.4.3. Wpływ na środowisko	104
8.4.4. Obecny poziom zastosowania	107

8.4.5. Potencjał techniczny odpadów leśnych dla gmin województwa łódzkiego ..	108
8.4.6. Prognoza wykorzystania	112
8.5. Odpady z sadów, ogrodów	112
8.5.1. Opis źródła	112
8.5.2. Technologie wykorzystujące odpady z sadów i ogrodów	113
8.5.3. Wpływ na środowisko	114
8.5.4. Obecny poziom zastosowania	115
8.5.5. Potencjał techniczny odpadów z sadów i ogrodów dla gmin województwa łódzkiego	116
8.5.6. Prognoza wykorzystania	120
9. Biopaliwa gazowe	120
9.1. Gaz składowiskowy	120
9.1.1. Opis źródła	120
9.1.2. Technologie wykorzystujące gaz składowiskowy	121
9.1.3. Wpływ na środowisko	123
9.1.4. Obecny poziom zastosowania	123
9.1.5. Potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów w województwie łódzkim	124
9.1.6. Prognoza wykorzystania	127
9.2. Biogaz z oczyszczalni ścieków	128
9.2.1. Opis źródła	128
9.2.2. Technologie wykorzystujące biogaz z oczyszczalni ścieków	128
9.2.3. Wpływ na środowisko	129
9.2.4. Obecny poziom zastosowania	129
9.2.5. Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków w województwie łódzkim	130
9.2.6. Prognoza wykorzystania	132
9.3. Biogaz rolniczy	133
9.3.1. Opis źródła	133
9.3.2. Technologie wykorzystujące biogaz rolniczy	133
9.3.3. Wpływ na środowisko	135
9.3.4. Obecny poziom zastosowania	136
9.3.5. Potencjał techniczny biogazu rolniczego z hodowli w gminach województwa łódzkiego	138
9.3.6. Prognoza wykorzystania	145
10. Biopaliwa płynne	146
10.1. Rzepak i rzepik	146
10.1.1. Opis źródła	146
10.1.2. Technologie wykorzystujące rzepak i rzepik	146
10.1.3. Wpływ na środowisko	148
10.1.4. Obecny poziom zastosowania	150
10.1.5. Potencjał techniczny upraw rzepaku i rzepiku dla gmin województwa łódzkiego	151
10.1.6. Prognoza wykorzystania	159
10.2. Zboża i buraki cukrowe	160
10.2.1. Opis źródła	160
10.2.2. Technologie wykorzystujące zboża i buraki cukrowe	162
10.2.3. Wpływ na środowisko	163
10.2.4. Obecny poziom zastosowania	163
10.2.5. Potencjał techniczny dla upraw zbóż i buraków cukrowych w gminach województwa łódzkiego	165
10.2.6. Prognoza wykorzystania	181
11. Podsumowanie	181
12. Wnioski końcowe	186
13. Bibliografia	187

1. Wprowadzenie.

Pod pojęciem biomasy należy rozumieć każdy materiał organiczny zawierający węgiel ale nie ulegający znacznym przemianom fizykochemicznym prowadzącym do wykształcenia specyficznych właściwości swoistych dla ropy naftowej lub innych kopalnych zasobów energetycznych. Energia skumulowana w biomase jest najmniej kapitałochłonnym źródłem energii odnawialnej. Wykorzystanie biomasy w postaci biopaliw zarówno stałych, płynnych jak i gazowych jest alternatywą dla produkcji energii przy użyciu paliw konwencjonalnych. Na rynku światowym rozwija się coraz więcej firm oferujących urządzenia służące do wstępnej obróbki biomasy jak i jej przemiany na ciepło bądź energię elektryczną. Obecnie energia pozyskiwana z biomasy stanowi 15% światowego jej zużycia. Główną zaletą biopaliw jest ich powszechna dostępność w warunkach lokalnych, niezależność od scentralizowanej infrastruktury technicznej i dowolność wyboru technologii.

Obecnie największymi potencjalnymi dostawcami biomasy są przedsiębiorstwa związane z leśnictwem i gospodarstwami rolnymi. Zagospodarowanie odpadów pochodzących z gospodarki leśnej i rolnej może następować na drodze ich użytkowania do generacji energii. W sektorach tych istnieje znaczny potencjał, który nadal nie jest wykorzystywany. Do substratów energetycznych zalicza się między innymi drewno z plantacji drzew szybko rosnących, drewno odpadowe w leśnictwie oraz drzewnictwie. W biogazowniach rolniczych wykorzystuje się gnojownicę i obornik z hodowli zwierząt. Słoma pochodząca z produkcji zbożowej, a także odpady organiczne w przemyśle rolno – spożywczym, jak również substancje organiczne z osadów ściekowych stanowią materiał opałowy utylizowany w specjalnych kotłach. Dodatkowo dochodzą estry oleju rzepakowego do produkcji biopaliw, alkohol jako biokomponent paliw ciekłych, makulatura, biogaz z wysypisk lub oczyszczalni ścieków oraz odpady przemysłu celulozowo – papierniczego, tekstylnego i spożywczego. Paliwa pochodzące z biomasy charakteryzują się bardzo dużą różnorodnością.

W warunkach polskich produkuje się 25 mln ton słomy, co odpowiada 12,5 mln tonom węgla. Dla porównania w Danii wykorzystuje się w energetyce około 16% powstającej słomy a w niektórych latach nawet do 50%. Ze względu na istniejące tak duże zasoby tego surowca zaczynają powoli pojawiać się kotłownie opalane słomą. W Polsce funkcjonuje kilkadziesiąt kotłowni na słomę o mocy powyżej 500 kW i około kilkuset kotłowni mniejszych. Całkowita ich moc jest szacowana na około kilkadziesiąt MW. Zarówno słoma jak i inne biopaliwa z roślin niezdrewniałych wykorzystywane są w postaci sprasowanych kostek, balotów i brykietów. Słoma może być użyta jako biopaliwo jedynie wtedy gdy spełnia określone wymagania. Wilgotność słomy na wykorzystanie energetyczne zawiera się w granicach 10 do 20% (maksymalnie 22%). Słoma po ścięciu bywa poddawana zabiegom polepszającym jej właściwości paliwowe.

W Polsce co roku powstaje 19 mln m³ drewna. W tym 3,5 mln m³ drewna opałowego pochodzi z lasów. Drewno odpadowe to 4/5 tarcicy a 1/5 to końcowe produkty trafiające na rynek. W lasach pozyskuje się obecnie grubiznę opałową i drewno małowymiarowe co stanowi razem 3,5 mln m³ drewna. Do tej liczby dochodzi 2,5 mln m³ odpadów leśnych. Drewno opałowe jest odbierane przez małą energetykę ciepłą i fabryki płyt wiórowych. Aktualnie biorąc pod uwagę gęstość opału równą 450 kg na 1 m³ to otrzymujemy 7,2 mln ton drewna na cele energetyczne rocznie. Jest to równowartość 4 mln ton węgla kamiennego. Drewno może być wykorzystywane do celów energetycznych w postaci:

- rozdrobnionej – zrębki, ścinki, wióry, pył drzewny;
- skompaktowanej – brykiety, pelety.

Rozwój technologii automatycznego załadunku paliwa do paleniska zwiększa znaczenie biomasy rozdrobnionej. Im materiał jest bardziej miękki tym łatwiejszy sposób jego dozowania i transportu. Należy zauważyć, że paliwa pochodzące z odpadów drzewnych posiadają podobne parametry.

Obecnie pokłada się duże nadzieje w wykorzystaniu gruntów wyłączanych z użytkowania rolniczego pod produkcję „odnawialnych surowców nieżywnościowych”. Plantacje roślin

energetycznych pozwalają na zagospodarowanie mało urodzajnych lub skażonych gleb. Wśród wielu upraw tego rodzaju najpopularniejsze są:

- wierzba wiciowa – *Salix viminalis*,
- trawy wieloletnie – (miskant olbrzymi – *Miscanthus sinensis giganteus*, miskant cukrowy – *Miscanthus sacchaliniflorus*, spartina preriowa – *Spartina pectinata*, palczatka Gerarda – *Andropogon Gerardi*),
- Ślaziołek pensylwański – *Sida hermaphrodita* Rusby,
- Topinambur – *Helianthus tuberosus* L.

Coraz częściej wykorzystuje się do celów energetycznych biogaz pochodzący z wysypisk odpadów komunalnych bądź oczyszczalni ścieków. Głównym składnikiem biogazu jest metan a resztę stanowi CO₂. Biogaz można pozyskiwać z trzech podstawowych źródeł:

- fermentacja osadu czynnego (oczyszczalnia ścieków),
- fermentacja odpadów (wysypisko),
- fermentacja obornika (gospodarstwa rolne).

Gaz wysypiskowy powstaje na skutek biochemicznego procesu wywołującego podwyższoną temperaturę i ciśnienie. Ruchy konwekcyjne i nadciśnienie powodują ulatnianie gazu ze złoża do powietrza atmosferycznego. Aby prowadzić eksploatację zasobów metanu ze składowiska powinny być spełnione następujące warunki:

- jeżeli jest to technicznie możliwe składowisko powinno być uszczelnione,
- w odpadach komunalnych powinny znajdować się substancje organiczne ulegające rozkładowi biologicznemu,
- deponowane odpady powinny być odpowiednio zagęszczane,
- złoża musi mieć właściwą temperaturę i wilgotność.

Zachowanie powyższych warunków pozwala na uzyskanie z jednej tony odpadów komunalnych od 50 do 150 Nm³ gazu. Należy pamiętać, że 1 Nm³ gazu wysypiskowego odpowiada 0,5 litra oleju opałowego. Według parametrów gazu energetycznego powinien on zawierać od 30 do 60% metanu.

W Polsce w porównaniu z innymi krajami rozwój produkcji biopaliw płynnych jest zaawansowany. Taki stan rzeczy wynika między innymi z wprowadzania pewnych rozwiązań ekonomicznych jak również ustaleniu wielu kwestii dotyczących biopaliw mających podstawę prawną. Bariere na każdym rynku biopaliw stanowi ilość dostępnych nasion rzepaku po cenie zapewniającej opłacalność produkcji. Obecnie możliwe są dwa kierunki rozwoju produkcji biopaliw. Pierwszy zakłada rozbudowę sieci małych zakładów wytwarzających przykładowo 800 l biopaliw na dobę. Drugi bierze pod uwagę zakłady o wydajności rzędu ok. 30 000 ton na rok.

Należy zauważyć, że spalanie biopaliw jest uzasadnione z ekologicznego punktu widzenia głównie ze względu na korzystny bilans dwutlenku węgla. Jednak zagospodarowanie biomasy do celów energetycznych wiąże ze sobą także inne określone skutki. W wielu krajach bardzo popularne stały się plantacje roślin energetycznych. Ich nieumiejętne wprowadzanie w postaci monokultur grozi ryzykiem zmniejszenia bioróżnorodności. Poza tym podczas spalania biopaliw powstają związki NO_x a koszty ich usuwania są wysokie. Poważny problem stanowi materiał bioenergetyczny zanieczyszczony pestycydami, tworzywami sztucznymi lub chloropochodnymi. W procesie spalania takiej biomasy wydzielają się rakotwórcze i toksyczne związki takie jak dioksyny i furany. Produktem ubocznym wydobycia zasobu energii skumulowanego w biomasie są popioły i pyły. Te drugie są eliminowane przez zastosowanie wszelkiego rodzaju filtrów. Natomiast popioły wymagają innych sposobów zagospodarowania.

Biomasa stanowi obok elektrowni wiatrowych źródło energii, którego wykorzystanie staje się coraz bardziej powszechne. W Stanach Zjednoczonych moc całkowita kilkuset elektrowni na biomasę wynosi kilka tysięcy MW. W Szwecji i Austrii udział energii wyprodukowanej z biomasy wynosi ok. 10 do 14%. Poza tym w wielu krajach powstają plantacje roślin energetycznych. Brazylia może pochwalić się uprawami o łącznej powierzchni 6,5 mln ha. Główną rośliną hodowaną w tym kraju jest eukaliptus. W USA plantacje topoli, na których produkuje się biomasę do zasilania wspomnianych

elektrowni zajmują 24 000 ha powierzchni. Podobne przedsięwzięcia sprawdzają się w Portugalii, Hiszpanii i Szwecji.

Według ekspertów z zakresu OZE najbardziej obiecująca przyszłość rysuje się przed instalacjami na biomasę. Jako źródło powszechnie dostępne i tanie staje się bardzo konkurencyjne w stosunku do energetyki konwencjonalnej. W ostatnich latach w Europie zasadniczemu zwiększeniu uległa moc instalacji na biomasę stałą. Wzrasta także ilość instalacji z eksploatacją biogazu.

2. Energia biomasy.

Biomasa jest najstarszym i najbardziej rozpowszechnionym obecnie wykorzystywanym źródłem energii odnawialnej. Inaczej opisując jest to masa materii zawarta w organizmach. Biomasę podaje się w odniesieniu do powierzchni często w przeliczeniu na metr lub kilometr kwadratowy lub w ujęciu objętościowym np. na metr sześcienny. Z ekologicznego punktu widzenia wyróżnia się fitomasę czyli biomasę roślin oraz zoomasę czyli biomasę zwierząt. Oprócz tego istnieje również pojęcie biomasy mikroorganizmów. Według innego typu podziału rozróżnia się w ekosystemach biomasę producentów oraz biomasę konsumentów¹. Składają się one na całość biomasy biocenozy. Biomasa producentów powstaje w procesie fotosyntezy. Wspomniani konsumenci i reducenty tworzą swoją biomasę kosztem producentów. Biomasę wyraża się najczęściej w postaci świeżej masy (organizmów żywych lub naturalnej masy organizmów żywych). W innym podejściu biomasę podaje się w postaci suchej masy (masy organizmów żywych po całkowitym wysuszeniu lub odparowaniu wody). Najczęściej biomasę wyraża się w jednostkach wagowych gramach lub kilogramach, czasem także w przeliczeniu na węgiel organiczny lub na jednostki energii kalorie lub dżule. Wykonanie pomiaru biomasy umożliwia obliczyć produkcję poszczególnych poziomów organizacji biologicznej poczynając od takich jak: osobnik, populacja, biocenoza, ekosystem a kończąc na biomie, biosferze.

W procesie fotosyntezy w biomasie organizmów roślinnych akumuluje się energia słoneczna. Następnie energia ta jest również akumulowana w organizmach zwierzęcych. Energię zmagazynowaną w biomasie można przetworzyć w inne jej formy poprzez spalanie materii organicznej lub produktów jej rozkładu. W wyniku spalania powstaje ciepło, które można przetworzyć np. na energię elektryczną. Ogólnie spalanie biomasy uznaje się za proces lepszy z punktu widzenia jego wpływu na środowisko niż spalanie paliw tradycyjnych. Fakt ten wynika między innymi z dużo mniejszej zawartości w biomasie substancji szkodliwych, takich jak siarka a generowany dwutlenek węgla jest kompensowany jego pochłanianiem przez rośliny. W odróżnieniu spalanie węgla powoduje wprowadzenie do atmosfery dodatkowej ilości dwutlenku węgla. Pomniejszą wadą procesu wykorzystania na cele energetyczne biomasy jest wydzielanie szkodliwych substancji przy spalaniu białek i tłuszczów. Oprócz spalania energię zgromadzoną w biomasie można otrzymać po przeprowadzaniu procesów:

- zgazowania i spalania w generatorach;
- fermentacji i otrzymania paliw w postaci biogazu, metanolu, etanolu, butanolu itp.;
- estryfikacji i uzyskania biodiesla.

Biomasę definiuje się również jako całą istniejącą na Ziemi materię organiczną, wszystkie substancje pochodzenia organicznego ulegające biodegradacji. Biomasą są także resztki z produkcji rolnej, odpady z leśnictwa, odpady przemysłowe i komunalne.

Biomasa stanowi trzecie co do wielkości na świecie źródło energii. Według definicji sprecyzowanej przez Unię Europejską biomasa to podatne na rozkład biologiczny frakcje produktów, odpady i pozostałości przemysłu rolnego (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim gałęzi gospodarki, jak również podatne na

¹ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Biomasa>

Łabno G., 2006. „Ekologia – Słownik encyklopedyczny”. Wyd. Europa, Wrocław.

„Słownik hydrobiologiczny – terminy, pojęcia, interpretacje” Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2002.

Hłuszyk H., Stankiewicz A., Szkolny słownik – Ekologia”. WSiP, Warszawa 1996.

rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich (Dyrektywa 2001/77/WE). Według polskiego ustawodawstwa zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 9 grudnia 2004 roku biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji (Dz. U. Nr 267, poz. 2656).

Biomasa wykorzystywana energetycznie to najczęściej różnego rodzaju pozostałości i odpady. Pewna część jest jednak celowym efektem prowadzonej produkcji. Dla produkcji biomasy o wykorzystaniu energetycznym specjalnie sadi się i zbiera rośliny przemysłowe charakteryzujące się zazwyczaj dużym przyrostem rocznym i małymi wymaganiami glebowymi.

Aktualnie jako biomasę do celów energetycznych przeważnie wykorzystuje się:

- drewno o niskiej jakości technologicznej oraz odpadowe,
- odchody zwierząt,
- osady ściekowe,
- słomę, makuchy i inne odpady produkcji rolniczej,
- wodorosty uprawiane specjalnie w celach energetycznych,
- odpady organiczne np. wysłodki buraczane, łodygi kukurydzy, trawy, lucerny oleje roślinne i tłuszcze zwierzęce².

W Polsce na potrzeby produkcji biomasy można uprawiać rośliny szybko rosnące:

- wierzbę wiciową (*Salix viminalis*),
- ślazier pensylwański lub inaczej malwa pensylwańska (*Sida hermaphrodita*),
- topinambur czyli słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*),
- róża wielokwiatowa znana też jako róża bezkolcowa (*Rosa multiflora*),
- rdest sachaliński (*Polygonum sachalinense*),
- trawy wieloletnie, jak np.:
 - miskant olbrzymi czyli trawa słoniowa (*Miscanthus sinensis gigantea*),
 - miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*),
 - spartina periowa (*Spartina pectinata*),
 - palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi*),
 - proso różgowe (*Panicum virgatum*).

Należy zauważyć, że różne typy biomasy charakteryzują się zróżnicowanymi właściwościami. Im bardziej sucha i zagęszczona jest biomasa tym lepsze stanowi paliwo. Z tego powodu bardzo wartościowym paliwem jest produkowany z drobnych frakcji drewna brykiet. Paliwo to lub pelety uzyskuje się poprzez suszenie, mielenie i prasowanie biomasy. Jest ono bardziej ekonomiczne niż wykorzystywany powszechnie olej opałowy. Przy oczyszczalniach ścieków i składowiskach odpadów komunalnych występuje biogaz. Rozkładające się odpady organiczne emitują biogaz, który jest mieszaniną metanu i dwutlenku węgla. Tworzy się on podczas beztlenowej fermentacji materii organicznej. Biogaz można wykorzystywać na różne sposoby, głównie do produkcji:

- energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach,
- energii cieplnej w przystosowanych kotłach,
- energii elektrycznej i cieplnej w układach skojarzonych.

Pozytywną stroną wykorzystania metanu jako paliwa jest ograniczenie jego emisji do atmosfery jako kolejnego czynnika pogarszającego jej stan.

Poza biomasą w formie stałej i gazowej w celach energetycznych wykorzystuje się również jej ciekłą postać. Są to głównie różne alkohole produkowane z roślin o dużej zawartości cukrów a także biodiesel z roślin oleistych. Przy wykorzystaniu procesów

² <http://pl.wikipedia.org/wiki/Biomasa>

Łabno G., 2006. „Ekologia – Słownik encyklopedyczny”. Wyd. Europa, Wrocław.

„Słownik hydrobiologiczny – terminy, pojęcia, interpretacje” Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2002.

Hłuszyk H., Stankiewicz A., Szkolny słownik – Ekologia”. WSiP, Warszawa 1996.

fermentacji, hydrolizy lub pirolizy, i produktów w postaci kukurydzy lub trzciny cukrowej można otrzymać paliwa takie jak etanol i metanol. Są one później używane jako biokomponent do paliw tradycyjnych lub bezpośrednio jako paliwo do odpowiednio zbudowanych silników. Biodiesel również jest stosowany na dwa sposoby. Może stanowić alternatywę dla oleju napędowego lub być dodatkiem do niego dolewany w różnych ilościach.

Analizując biomasę jako odnawialne źródło energii należy zauważyć pewne wady i zalety tego surowca jako paliwa.

Do głównych zalet zaliczyć można:

- zerowy bilans emisji dwutlenku węgla (CO_2), uwalnianego podczas spalania biomasy³;
- niższa niż w przypadku paliw kopalnych emisja dwutlenku siarki (SO_2), tlenków azotu (NO_x) i tlenku węgla (CO);
- pozyskując energię z biomasy zapobiegamy marnotrawstwu nadwyżek żywności, zagospodarowujemy odpady produkcyjne przemysłu leśnego i rolnego, utylizujemy odpady komunalne;
- zasoby biomasy są dostępne na całym świecie;
- biomasa może stanowić źródło energii elektrycznej - jest mniej zawodna niż na przykład energia wiatru czy energia Słońca;
- zasoby mogą być magazynowane i wykorzystywane w zależności od potrzeb, a ich transport i magazynowanie nie pociąga za sobą takich zagrożeń dla środowiska, jak transport czy magazynowanie ropy naftowej bądź gazu ziemnego;
- wykorzystanie biomasy z terenów leśnych i z pastwisk zmniejsza ryzyko pożaru, zaś uprawy na cele energetyczne pozwalają też zagospodarować nieużytki rolne i rekultywować tereny poprzemysłowe;
- wykorzystanie biomasy wspomaga zrównoważony rozwój rolnictwa, ma także pozytywne skutki społeczne, gdyż wzrastający popyt na produkty rolne przyczynia się do powstawania koniunktury i do tworzenia nowych miejsc stałej pracy, zwłaszcza na wsi;
- wykorzystywanie biomasy otwiera także nowe perspektywy przed eksportem. Zapotrzebowanie na technologie konwersji i utylizacji biomasy, które wzrasta zarówno w krajach uprzemysłowionych, jak i rozwijających się, stwarza nowe możliwości dla eksportu europejskich technologii i usług, zwłaszcza tych przydatnych w instalacjach o małych i średnich mocach.

Do zasadniczych wad należy zaliczyć:

- stosunkowo małą gęstość surowca, która utrudnia transport, magazynowanie i dozowanie;
- szeroki przedział wilgotności biomasy, który utrudnia jej przygotowanie do wykorzystania w celach energetycznych;
- mniejszą niż w przypadku paliw kopalnych wartość energetyczną samego surowca. Przykładowo do produkcji takiej samej ilości energii jaką można otrzymać z tony węgla kamiennego potrzeba około dwie tony drewna lub słomy;
- dostępność surowca, która w większości przypadków jest okresowa.

3. Podział i rodzaje odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę.

Przetwarzanie biomasy na nośniki energii może odbywać się metodami fizycznymi, chemicznymi i biochemicznymi, w zależności od składu chemicznego surowca, opłacalności energetycznej i ekonomicznej. Biomasa może być używana na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania biopaliw stałych (np. drewno, słoma, osady ściekowe), przetwarzana na paliwa ciekłe (np. estry oleju rzepakowego, alkohol) bądź gazowe (np. biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków, gaz wysypiskowy, gaz drzewny). W tym przypadku gaz może być spalony w turbinie gazowej

³ www.biomasa.org

J. W. Dubas, A. Grzybek, W. Kotowski, A. Tomczyk, Wierzbą energetyczną – uprawa i technologie przetwarzania, 2004
A. Grzybek, P. Gradziuk, K. Kowalczyk, Słoma – energetyczne paliwo, 2001

lub silniku tłokowym lub wykorzystany jako paliwo dodatkowe w kotłowniach energetycznych.

Pomimo korzystnych efektów ekologicznych, ekonomicznych i społecznych, wykorzystanie biomasy na cele energetyczne stwarza jednak wiele problemów technicznych, spowodowanych następującymi czynnikami:

- szerokim przedziałem wilgotności (od kilku do 60%), powodującym trudności z przygotowaniem biomasy do energetycznego wykorzystania,
- stosunkowo niskim ciepłem spalania na jednostkę masy lub objętości, będącym przyczyną trudności w dystrybucji biopaliw (w postaci naturalnej),
- małą gęstością biopaliw jako pochodnych biomasy w postaciach nieprzetworzonych, utrudniającą transport, magazynowanie i dozowanie,
- bardzo dużą różnorodnością technologii przetwarzania na nośniki energii.

Biopaliwa stałe są najpowszechniej spotykanym odnawialnym źródłem energii, które jest coraz mocniej eksploatowane ze względu na duży potencjał jak i dostępność. Najbardziej dynamicznie rozwijają się kierunki związane z wykorzystaniem biopaliw stałych na cele bytowe⁴. Tworzenie lokalnych rynków biomasy wymaga identyfikacji potencjalnych odbiorców. Należą do nich:

- instalacje w indywidualnych obiektach wyposażonych w nowoczesne kotłownie na biomasę o sprawności ok. 80%,
- małe instalacje sieciowe do ok. 1 MW, w tym lokalne kotłownie na biomasę różnego rodzaju: siano słoma, drewno,
- małe i średnie (np. 3-6 MW) instalacje przemysłowe, utylizujące również frakcję odpadów komunalnych lub osadów ściekowych,
- duże (powyżej 10 MW) instalacje CHP, wykorzystujące biomasę w postaci naturalnej i kompaktowej w procesach współspalania z paliwami tradycyjnymi.

O przydatności biopaliw stałych decyduje m.in. ich wartość opałowa, związana z kosztem uzyskania 1 GJ energii, ale także cena rynkowa, często zależna od koniunktury na rynkach zachodnich.

Podstawowym wskaźnikiem ceny jest wartość opałowa, związana z wilgotnością biomasy, która jest kluczową sprawą dla oceny jej potencjału energetycznego. Zawierać może ona do ok. 50% wilgoci. Ważne staje się stworzenie systemu pozyskania biomasy jej przygotowania do energetycznego wykorzystania. Gdy wilgotność np. drewna wynosi 60%, jego wartość opałowa spada ok. 5,5 MJ/kg, a gdy wilgotność spada do 20%, wartość opałowa wzrasta do 12,5 MJ/kg. Wilgotność szczap i wałków porąbanych na ćwiartki i suszonych w naturalny sposób spada do 15%.

W niektórych rejonach Polski w gospodarstwach indywidualnych drewno opałowe jest układane w charakterystyczne stosy i w ten sposób przygotowane do spalania. Tylko przy podanej wyżej wilgotności sprawność nowoczesnych pieców wolno stojących i kominków z wkładami wynosi powyżej 70 – 80% i jest porównywalna ze sprawnością nowoczesnych kotłów na biomasę. W zależności od rodzaju biomasy (różna wilgotność), stosowane są różne technologie jej przetwarzania. W zakresie stosowanych w praktyce technologii energetycznego wykorzystania biomasy można wyróżnić następujące grupy rozwiązań techniczno – technologicznych:

- bezpośrednie spalanie biopaliw (słomy, drewna, osadów ściekowych odwodnionych, frakcji organicznej odpadów komunalnych,
- termiczną utylizację biomasy, połączoną z jej pirolizą i zgazowaniem z ukierunkowaniem na produkcję ciepła albo na produkcję ciepła i elektryczności,
- współspalanie węgla z biopaliwami, przy wykorzystaniu konwencjonalnych kotłów, do których wprowadza się węgiel oraz biomasę wstępnie zmieszane.

Do problemów spalania biopaliw o dużej wilgotności w małych kotłach (do 1 MW) z paleniskiem rusztowym należą:

⁴ Grzybek A., 2003. Kierunki rozwoju i możliwości przetwarzania biomasy na cele energetyczne. Czysta Energia, Abrys, Poznań październik 2003 r.

- niepełne spalanie, powodujące zmniejszenie sprawności paleniska,
- zakłócenia procesu spalania: niestabilność pracy paleniska związana z obniżeniem sprawności, prowadząca nawet do przerwania spalania,
- straty energii na ogrzanie i wyparowanie wody zawartej w biopaliwach,
- zwiększona emisja spalin.

Sprawność paleniska (zwana też sprawnością energetyczną procesu spalania albo sprawnością spalania) zależy głównie od konstrukcji paleniska, od rodzaju i stanu paliwa oraz od strat przez niedopalenie. Elementem, który ogranicza możliwości korzystania z oferty zakupu różnych rodzajów biomasy jest jej cena. Zasadniczymi kosztami wiążącymi się z pozyskaniem biomasy są:

- zakup biomasy na cele energetyczne,
- zakup maszyn i urządzeń do obróbki biomasy (np. zrębkowanie drewna, prasowanie słomy) i transportu,
- koszty związane ze zużyciem paliwa podczas obróbki transportu biomasy do magazynów,
- koszty dodatkowych materiałów potrzebnych przy obróbce biomasy.

Biopaliwa gazowe są odnawialnym źródłem energii, które posiada duży potencjał jednak jego wykorzystanie wymaga stosunkowo wysokich nakładów finansowych. Terminem zgazowania substancji zawierającej atomy węgla w swoim składzie nazywamy cykl przemian z udziałem tlenu, dwutlenku węgla oraz pary wodnej, prowadzący do wytworzenia gazu syntezowego, składającego się głównie z tlenku węgla oraz wodoru i metanu. Zgazowanie drewna, słomy i odpadów można przeprowadzić w różnorodnych generatorach produkcji polskiej lub firm światowych⁵.

Biogaz powstaje w procesie przemian biochemicznych, określanymi jako fermentacja metanowa lub mezofilna, przebiegających w zbiornikach zwanych reaktorami – komorami fermentacyjnymi. Warunkiem właściwego przebiegu fermentacji jest przygotowanie odpowiednich składników, utrzymanie potrzebnej temperatury, oraz czasu reakcji od 20 do 25 dni. Czas ten zależy od wysokości temperatury. Optymalną temperaturą dla przebiegu procesu, utrzymywaną w komorach fermentacyjnych, jest 33 – 38 stopni C. Również w niższych temperaturach zachodzi proces fermentacji, jednak w dłuższym okresie. Aktualnie produkowane w krajach zachodnich reaktory to kompaktowe, niewielkie a jednocześnie sprawne i stosunkowo tanie urządzenia. Podstawowym elementem ich budowy jest stalowy lub wykonany z tworzyw sztucznych fermentator, gwarantujący stabilne utrzymanie procesu przemian biochemicznych, zachodzących w fermentowanej biomase. Biogaz może być stosowany jako paliwo w kotłowniach, do wytwarzania energii cieplnej. Może też być wykorzystywany jako nośnik energii w blokach ciepło – elektrycznych. Biogaz składa się w 67-75% z metanu (CH_4), z ok. 25-35% dwutlenku węgla (CO_2), z niewielkich ilości wodoru (H_2) oraz siarkowodoru (H_2S).

Biopaliwa płynne można otrzymać poprzez konwersję w procesach hydrolizy, fermentacji, estryfikacji i pirolizy. Etanol powstaje w wyniku fermentacji alkoholowej cukrów pochodzących ze zbóż, ziemniaków, kukurydzy, a następnie procesów destylacji i rektyfikacji. Można go również otrzymać syntetycznie, np. z etylenu. Etanol techniczny wytwarzany jest w wyniku fermentacji cukrów z hydrolizy drewna lub ługów posulfitowych. Fermentacja etanolowa jest jedną z najstarszych technik biotechnologicznych, stosowanych przez człowieka. Surowce wykorzystywane do otrzymywania etanolu w wyniku fermentacji można podzielić na dwie główne grupy:

- zawierające cukry proste: melasa, serwatka, syrop z trzciny cukrowej, ług posiarzynowy – surowce z tej grupy nadają się do bezpośredniego wykorzystania w fermentacji etanolowej;

⁵ Grzybek A., 2003. Kierunki rozwoju i możliwości przetwarzania biomasy na cele energetyczne. Czysta Energia, Abrys, Poznań październik 2003 r.

- zawierające wielocukry – skrobię bądź celulozę – surowce te wymagają obróbki wstępnej, np. hydrolizy, prowadzącej do scukrzenia surowca, tj. jego przekształcenia w cukry proste. Zastosowanie alkoholu jako materiału pędnego dla silników spalinowych jest przedmiotem badań już od kilkudziesięciu lat. W Szwecji używa się silników zasilanych wyłącznie etanolem.

Oleje roślinne stanowią grupę surowców roślinnych do wytwarzania paliw płynnych w tym biopaliwa rzepakowego. Obecnie silniki Diesla budowane są do zasilania olejem napędowym a nie olejami roślinnymi. Zastosowanie nieprzetworzonego oleju rzepakowego w silnikach o zapłonie samoczynnym z wtryskiem bezpośrednim powoduje zazwyczaj tworzenie się nadmiernych ilości osadów w komorze spalania. Problem ten dotyczy głównie otworów wtryskowych rozpylaczy, co zmienia ich charakterystykę. Wobec niemożności efektywnego wykorzystania oleju wprost w istniejących silnikach, należałoby zmodyfikować paliwo w postaci oleju rzepakowego bądź silniki. Aktualnie oba te rozwiązania są praktykowane. Nieliczne wytwórnie podjęły produkcję silników dostosowanych do napędu nieprzetworzonym olejem rzepakowym. Silniki takie, pomimo, że uzyskują bardzo dobre wyniki, nie rozpowszechniły się z uwagi na relatywnie wysoki koszt produkcji. Tłoczony surowy olej rzepakowy zawiera m. in. szereg niepożądanych dla paliwa silnikowego związków chemicznych.

Biopaliwo rzepakowe otrzymuje się na drodze syntezy oleju rzepakowego i metanolu lub etanolu. Z chemicznego punktu widzenia, biopaliwa są mieszaniną estrów metylowych wyższych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego⁶. Aby biopaliwo rzepakowe spełniało określone wymagania, podane w normie europejskiej czy innych, powinny być spełnione określone warunki na etapie przygotowania surowców do tego procesu. Na temat technologii produkcji biopaliwa wśród specjalistów funkcjonują dwa poglądy. Jedni twierdzą, że najważniejsze jest, aby obydwa składniki używane do procesu estryfikacji: olej i alkohol miały najwyższe parametry. Główną wagę przywiązuje się do procesu tłoczenia i rafinacji oleju oraz jego ewentualnego transportu do miejsca gdzie zostanie zrealizowana estryfikacja. Inni uważają, że najpoważniejszym ogniwem technologicznym jest proces oczyszczania produktu finalnego w postaci estru, w celu doprowadzenia go do czystości odpowiadającej normie i nie stawiają specjalnych wymogów jakościowych dla poszczególnych składników uczestniczących w procesie. Rozwiązanie drugie wydaje się znacznie prostsze technologicznie, może jednak okazać się droższe, zarówno w eksploatacji, jak i pod względem nakładów inwestycyjnych. Instalacja do oczyszczania eteru jest skomplikowana technicznie i stanowi poważny nakład inwestycyjny. Ponadto znacznie trudniej zagospodarować odpady po filtracji produktu finalnego niż po rafinacji oleju. Zwiększenie plonów rzepaku poprzez zastosowanie nawożenia siarką wiąże się ze zwiększonym udziałem wolnych kwasów tłuszczowych w oleju, a to może wpływać z jednej strony na pogorszenie oddzielania biopaliwa od pozostałych produktów ubocznych, z drugiej – na zwiększony udział mydeł w produktach ubocznych.

Metanol jest alkoholem metylowym, znanym jako alkohol drzewny, produkowany dawniej w procesie suchej destylacji drewna w temperaturze 500 stopni C. Proces wytwarzania biometanolu z biomasy roślinnej składa się z następujących operacji:

- wysuszenia surowca,
- rozdrobnienia surowca,
- zgazowania w reaktorze w obecności tlenu do mieszaniny tlenku węgla, wodoru, dwutlenku węgla i pary wodnej,
- usunięcia pary wodnej, dwutlenku węgla i gazów siarkawych.

Suszenie odbywa się w temperaturze ok. 200 stopni C. Piroliza jest realizowana w obszarze temperaturowym 200 – 600 stopni C. Makrocząsteczki biomasy drewna ulegają termicznej degradacji do gazu wytłewnego, smoły, węglowodorów, dwutlenku węgla, metanolu, kwasów organicznych, a nawet węgla. Strefa utleniania obejmuje obszar temperaturowy 700 – 2000 stopni C. W tych warunkach część węgla i wodoru z surowca

⁶ Grzybek A., 2003. Kierunki rozwoju i możliwości przetwarzania biomasy na cele energetyczne. Czysta Energia, Abrys, Poznań październik 2003 r.

utlenia się do CO₂ i H₂O, dostarczając ciepła m. in. dla reakcji pirolizy biomasy. Zgazowanie drewna, słomy i odpadów można przeprowadzić w różnorodnych generatorach wielu czołowych firm światowych. Na drodze syntezy otrzymuje się syntetyczne benzyny, syntetyczne olej dieslowskie i metanol. Ten ostatni jest używany jako paliwo silnikowe w czystej postaci lub jako komponent tlenowy. Metanol uważa się za paliwo przyszłościowe, wykorzystywane w nowych typach ogniw paliwowych, wewnątrz których metanol jest przekształcany do wodoru.

Innym spotykanym rodzajem biopaliwa jest bioolej. Stanowi on gęstą ciecz o ciemnobrązowej barwie. Gęstość biooleju wynosi ok. 1,2 kg/dm³, wartość opałowa stanowi ok. 50 – 55% wartości opałowej oleju napędowego. Wartość opałowa biooleju wynosi 16 – 18 MJ/kg. Jako surowce do wytwarzania biooleju można wykorzystać różne rodzaje biomasy. Bioolej jest mniej powszechnie stosowanym typem biopaliwa.

4. Uwarunkowania formalno-prawne rozwoju wykorzystania źródeł energii opartych o biomasę.

Aktualnie energetyka odnawialna, jej funkcjonowanie i rozwój są unormowane szeregiem dokumentów strategicznych, programowych a także różnego rodzaju aktami prawnymi. Są one sporządzane zarówno na poziomie międzynarodowym, krajowym i regionalnym. Do najważniejszych dokumentów dotyczących między innymi, odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę należą:

- europejskie dokumenty o charakterze planistycznym i strategicznym:

- ✓ Biała Księga „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” z 1997 roku;
- ✓ Zielona Księga „Ku europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego” z 2000 roku;

- akty prawne UE:

- ✓ Dyrektywa 2003/17/WE w sprawie jakości benzyny i paliw do silników Diesla;
- ✓ Dyrektywa 2001/77/EC w sprawie promocji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii;
- ✓ Dyrektywa 2001/80/EC w sprawie ograniczania emisji niektórych zanieczyszczeń do atmosfery;
- ✓ Dyrektywa 2002/90/EC o efektywności energetycznej budynków;
- ✓ Dyrektywa 2003/30/EC w sprawie promocji użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych;
- ✓ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE;
- ✓ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do specyfikacji benzyny i olejów napędowych oraz wprowadzającą mechanizm monitorowania i ograniczania emisji gazów cieplarnianych oraz zmieniającą dyrektywę Rady 1999/32/WE odnoszącą się do specyfikacji paliw wykorzystywanych przez statki żeglugi śródlądowej oraz uchylającą dyrektywę 93/12/EWG;

- krajowe dokumenty o charakterze planistycznym i strategicznym:

- ✓ Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej, Ministerstwo Środowiska, (realizacja obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych) Warszawa, wrzesień 2000 r.;

- ✓ Ocena Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej oraz Kierunki Rozwoju Energetycznego Wykorzystania Biomasy Rolniczej wraz z Propozycją Działań, Praca sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie na zamówienie Ministra Środowiska, Warszawa, sierpień 2005;
- ✓ Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010 r.;
- ✓ Wieloletni Program Promocji Biopaliw lub Innych Paliw Odnawialnych na lata 2008 – 2014 Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 24 lipca 2007 r.;
- ✓ Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku i dokumenty powiązane:
 - Ocena Realizacji Polityki Energetycznej od 2005 roku, Załącznik 1. do „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”, Warszawa, 10 listopada 2009 r.;
 - Prognoza Zapotrzebowania Na Paliwa i Energię do 2030 roku, Załącznik 2. do „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”, Warszawa, 10 listopada 2009 r.;
 - Program Działań Wykonawczych na lata 2009 – 2012, Załącznik 3. do „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”, Warszawa, 10 listopada 2009 r.;
 - Wnioski ze Strategicznej Oceny Oddziaływania Polityki Energetycznej na Środowisko Załącznik 4. do „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”, Warszawa, 10 listopada 2009 r.;
 - Prognoza Oddziaływania na Środowisko dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.” (Raport końcowy), Warszawa, czerwiec 2009 r.;

- akty prawne krajowe:

- ✓ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 roku – Prawo energetyczne (Dz.U. z 2003 r. Nr 153, poz.1504 – tekst jednolity, z późn. zmian.);
- ✓ Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U. z 2006 r. nr 169, poz. 1199);
- ✓ Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz. U. z 2006 r. nr 169, poz. 1200);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2007 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych stosowanych w wybranych flotach oraz wytwarzanych przez rolników na własny użytek (Dz.U. z 2007 r. nr 24, poz. 149);
- ✓ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 czerwca 2007 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008-2013 (Dz. U. z 2007 r. Nr 110, poz. 757);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 6 lipca 2007 r. w sprawie sposobu oznakowania dystrybutorów zaopatrujących wybrane floty w biopaliwo ciekłe oraz zbiorników, w których magazynowane są biopaliwa ciekłe przeznaczone dla wybranych flot (Dz. U. z 2007 r. Nr 128, poz. 896);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie wartości opałowej poszczególnych biokomponentów i paliw ciekłych (Dz. U. z 2008 r. Nr 3, poz. 12);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2008 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych (Dz. U. z 2008 r. Nr 221, poz. 1441);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2009 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz. U. z 2009 r. Nr 18, poz. 98);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 marca 2010 r. w sprawie trybu wydawania certyfikatów jakości biokomponentów przez akredytowane jednostki certyfikujące (Dz. U. z 2010 r. Nr 61, poz. 379);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 grudnia 2010 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biokomponentów, metod badań jakości biokomponentów oraz sposobu pobierania próbek biokomponentów (Dz. U. z 2010 r. Nr 249, poz. 1668);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 czerwca 2010 r. w sprawie sposobu oznakowania dystrybutorów używanych na stacjach paliwowych i stacjach zakładowych do biopaliw ciekłych (Dz. U. z 2010 r. Nr 122, poz. 830);

- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 października 2009 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na inwestycje w zakresie budowy lub rozbudowy przedsiębiorstw produkujących maszyny i urządzenia służące do wytwarzania energii z odnawialnych źródeł energii oraz biokomponentów i biopaliw ciekłych (Dz. U. z 2009 r. Nr 183, poz. 1431);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 października 2009 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na budowę instalacji do wytwarzania biokomponentów i biopaliw ciekłych (Dz. U. z 2009 r. Nr 183, poz. 1429);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 grudnia 2010 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na inwestycje w zakresie budowy lub przebudowy sieci elektroenergetycznych oraz przyłączy umożliwiających przyłączanie jednostek wytwórczych energii z odnawialnych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego oraz przesył energii z odnawialnych źródeł energii (Dz. U. z 2010 r. Nr 239, poz. 1596);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3 lutego 2009 r. w sprawie udzielania pomocy publicznej na inwestycje w zakresie budowy lub rozbudowy jednostek wytwarzających energię elektryczną lub ciepło z odnawialnych źródeł energii (Dz. U. z 2009 r. Nr 21, poz. 112);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 lutego 2009 r. w sprawie planów reprezentatywnych roślin energetycznych w 2009 r. (Dz. U. z 2009 r. Nr 36, poz. 283);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 marca 2008 r. w sprawie rodzajów roślin, innych niż wymienione w art. 33 ust. 1 lit. a rozporządzenia nr 1973/2004, do których przysługują płatności do roślin energetycznych (Dz. U. z 2008 r. Nr 44, poz. 268);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii (Dz. U. z 2008 r. Nr 156 poz. 969);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 stycznia 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków udzielania pomocy publicznej na przedsięwzięcia będące inwestycjami związanymi z odnawialnymi źródłami energii (Dz. U. z 2008 r. Nr 14, poz. 89);
- ✓ Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 11 marca 2010 r. w sprawie zwrotu pomocy do plantacji trwałych (Dz. U. z 2010 r. Nr 39, poz. 216);
- ✓ Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 19 marca 2010 r. w sprawie wykazu akredytowanych jednostek certyfikujących uprawnionych do wydawania certyfikatów jakości biokomponentów (M. P. z 2010 r. Nr 17, poz. 183) ;
- ✓ Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 16 grudnia 2009 r. w sprawie raportu zawierającego analizę realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii (M. P. z 2010 r. Nr 7, poz. 64) ;
- ✓ Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 31 sierpnia 2005 r. w sprawie ogłoszenia raportu określającego cele w zakresie udziału energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w krajowym zużyciu energii elektrycznej w latach 2005-2014 (M. P. z 2005 r. Nr 53, poz. 731);
- ✓ Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 5 lipca 2010 r. w sprawie wartości opałowych oraz średnich cen biokomponentów i paliw ciekłych w 2010 r. (M. P. z 2010 r. Nr 49, poz. 663);

- regionalne dokumenty o charakterze planistycznym i strategicznym

- ✓ Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego;
- ✓ Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2020;

4.1. Analiza wybranych dokumentów na poziomie krajowym.

Obecnie jednym z najważniejszych dokumentów określających kierunki działań w zakresie rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce jest **Krajowy Plan Działania W Zakresie Energii Ze Źródeł Odnawialnych**. Jest on realizacją zobowiązania wynikającego z art. 4 ust. 1 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniającej i w następstwie uchylającej dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych został sporządzony na podstawie schematu przygotowanego przez Komisję Europejską (decyzja Komisji 2009/548/WE z dnia 30 czerwca 2009 r. ustanawiająca schemat krajowych planów działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych na mocy dyrektywy 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady).

W dokumencie tym analizowano różne ścieżki dojścia do nakreślonych przez Unię Europejską celów. Wybrane z nich uwzględniają obecnie stosowane technologie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, jak również i te które mogą być z powodzeniem rozwijane w polskich warunkach. W ramach poczynionych analiz brano pod uwagę zadania na lata 2010 - 2020 uwzględniające najbardziej ekonomiczne rozwiązania, także w zakresie kosztów ich wprowadzania, charakteryzujące się największą efektywnością wykorzystania zasobów odnawialnych, rozwojem technologii, najkorzystniejszymi efektami środowiskowymi.

Przy określaniu odpowiedniego kursu dla biopaliw i biopłynów brano pod uwagę zakres wytwarzania i stosowania płynów w sektorze rolnictwa, przemyśle wytwórczym biokomponentów i biopaliw oraz w przemyśle paliwowym. Patrząc z tego punktu widzenia celem sektora rolnictwa jest zapewnienie wzrostu wytwarzania surowców energetycznych w ilościach, które maksymalnie pokrywają zapotrzebowanie przemysłu biopaliwowego i paliwowego. Dodatkowo celem tego sektora jest spełnienie kryteriów zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do całej puli surowców, które są dostarczane do produkcji biokomponentów i biopaliw. Celem jaki jest postawiony przed sektorem przemysłu wytwórczego biokomponentów i biopaliw jest wygenerowanie takiej ilości biokomponentów, która dopowiada Narodowym Celom Wskaźnikowym. Dodatkowo przewiduje się podjęcie inicjatyw inwestycyjnych w zakresie wdrożenia technologii biopaliw II generacji. Jednocześnie będą prowadzone działania, mające na celu modernizację istniejących technologii głównie by obniżyć emisję gazów cieplarnianych w łańcuchu produkcyjnym i wykorzystanie biopaliw. Sektor przemysłu wytwórczego biokomponentów i biopaliw powinien dostarczyć na rynek odpowiednią ilość biopłynów, która wynika z celu ogólnego czyli do 15% wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Generalnym celem sektora przemysłu paliwowego jest realizacja narodowych celów wskaźnikowych głównie poprzez wprowadzenie paliw ciekłych z dopuszczalną, wcześniej określoną, ilością biokomponentów oraz biopaliw ciekłych.

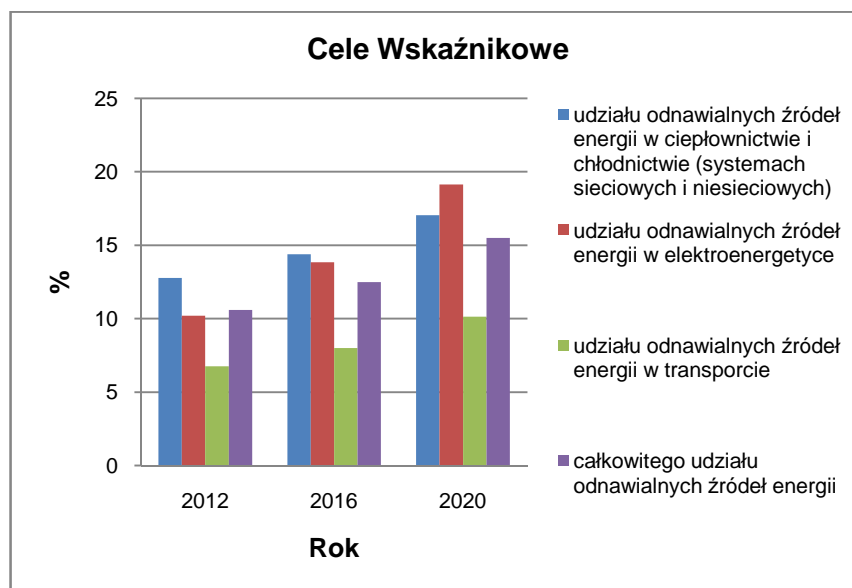
Poszczególne cele przedstawiają się następująco⁷:

- ✓ 12,78% w 2012 r., 14,39% w 2016 r. i docelowo 17,05% w 2020 r. udziału odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie i chłodnictwie (systemach sieciowych i niesieciowych);
- ✓ 10,19% w 2012 r., 13,85% w 2016 r. i docelowo 19,13% w 2020 r. udziału odnawialnych źródeł energii w elektroenergetyce;
- ✓ 6,76% w 2012 r., 7,99% w 2016 r. i docelowo 10,14% w 2020 r. udziału odnawialnych źródeł energii w transporcie;

⁷ Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010 r.

- ✓ **10,60% w 2012 r., 12,49% w 2016 r. i docelowo 15,50% w 2020 r. całkowitego udziału odnawialnych źródeł energii.**

Wykres 1: Cele wskaźnikowe.



Źródło: Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych.

Cele te według niniejszego dokumentu będą osiągnane dzięki określoneu szeregowi polityk i środków z zakresu promocji wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Środki te mają charakter regulacyjny, finansowy i ogólny (kierunkowy). Są to⁸:

1. Obowiązek uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia lub uiszczenia opłaty zastępczej, nałożony na sprzedawców energii odbiorcom końcowym.
2. Obowiązek zakupu energii produkowanej z odnawialnych źródeł nałożony na sprzedawców z urzędu.
3. Obowiązek operatorów sieci elektroenergetycznych do zapewnienia wszystkim podmiotom pierwszeństwa w świadczeniu usług przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii.
4. Obniżenie do połowy opłaty za przyłączenie do sieci, ustalonej na podstawie rzeczywistych kosztów poniesionych na realizację przyłączenia dla odnawialnych źródeł energii o mocy zainstalowanej nie wyższej niż 5 MW.
5. Zwolnienie energii wyprodukowanej w źródłach odnawialnych z podatku akcyzowego przy jej sprzedaży odbiorcom końcowym.
6. Specjalne zasady bilansowania handlowego dla farm wiatrowych.
7. Zwolnienie z wnoszenia opłaty skarbowej za wydanie koncesji (przy mocy elektrycznej < 5 MW).
8. Zwolnienie z wnoszenia opłaty skarbowej za wydanie świadectwa pochodzenia, (przy mocy elektrycznej < 5 MW)
9. Zwolnienie z obowiązku wnoszenia do budżetu państwa corocznej opłaty za uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii (przy mocy elektrycznej wytwórcy < 5 MW)
10. Zwolnienie z wnoszenia opłat za wpis do Rejestru świadectw pochodzenia w TGE (przy mocy elektrycznej wytwórcy < 5 MW).
11. Zwolnienie z wnoszenia opłat za dokonywanie zmian w Rejestrze świadectw wyniku sprzedaży praw majątkowych (przy mocy elektrycznej wytwórcy < 5 MW)

⁸ Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010 r.

12. Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej kogeneracji NFOŚiGW – Część 1.
13. Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej kogeneracji NFOŚiGW – Część 2.
14. Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej kogeneracji NFOŚiGW – Część 3.
15. Działanie 9.1 Wysokosprawne wytwarzanie energii Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
16. Działanie 9.2 Efektywna dystrybucja energii Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
17. Działanie 9.4 Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
18. Działanie 9.5 Wytwarzanie biopaliw ze źródeł odnawialnych, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
19. Działanie 9.6 Sieci ułatwiające odbiór energii ze źródeł odnawialnych Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
20. Działanie 10.3 Rozwój przemysłu OZE Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
21. Lista przedsięwzięć priorytetowych Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu planowanych do dofinansowania w 2010 r.
22. Środki Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi.
23. Lista przedsięwzięć priorytetowych Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie na rok 2010.
24. Udzielanie i umarzanie pożyczek, udzielanie dotacji oraz dopłat do oprocentowania preferencyjnych kredytów i pożyczek ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu.
25. Pomoc finansowa ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Białymstoku.
26. Lista przedsięwzięć priorytetowych Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku na rok 2010.
27. Pożyczka lub dotacja ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Kielcach.
28. Pomoc ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Olsztynie.
29. Lista przedsięwzięć priorytetowych Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu na rok 2010.
30. Pomoc ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej Górze.
31. Polska Szwajcarii, Program Współpracy.
32. Program NFOŚiGW Energetyczne wykorzystanie zasobów geotermalnych.

W dniu 10 listopada 2009 roku Rada Ministrów przyjęła dokument zatytułowany **Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku**. Dokument ten powstał głównie ze względu na wyzwania stojące obecnie przed sektorem energetycznym w Polsce. Jako zasadnicze problemy jakie wymagają rozwiązania wskazano⁹:

- wysokie zapotrzebowanie na energię;
- nieadekwatny poziom rozwoju infrastruktury wytwórczej i transportowej paliw i energii,
- znaczne uzależnienie od zewnętrznych dostaw gazu ziemnego i niemal pełne od zewnętrznych dostaw ropy naftowej;

⁹ Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009 r.

- zobowiązania w zakresie ochrony środowiska, w tym dotyczące klimatu, powodujące konieczność podjęcia zdecydowanych działań zapobiegających pogorszeniu się sytuacji odbiorców paliw i energii.

Dodatkowo mają miejsce dość niekorzystne dla tego sektora zjawiska:

- istotne wahania cen surowców energetycznych;
- rosnące zapotrzebowanie na energię ze strony krajów rozwijających się;
- poważne awarie systemów energetycznych;
- wzrastające zanieczyszczenie środowiska wymagające nowego podejścia do prowadzenia polityki energetycznej.

Biorąc pod uwagę zobowiązania ekologiczne Unia Europejska wyznaczyła ważne cele ilościowe tzw. 3x20%:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990,
- zmniejszenie zużycia energii o 20% w porównaniu z prognozami dla UE na 2020 r.,
- zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 20% całkowitego zużycia energii w UE, w tym zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii w transporcie do 10%.

Dokument Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku został sporządzony na podstawie zapisów ustawy Prawo energetyczne i miał odpowiedzieć na najważniejsze wyzwania stojące przed polską energetyką. Według niego podstawowymi kierunkami polskiej polityki energetycznej są:

- poprawa efektywności energetycznej,
- wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii,
- dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej,
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw,
- rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii,
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko.

Opisane powyżej kierunki polityki energetycznej państwa są ze sobą współzależne. Należy zauważyć, że poprawa efektywności energetycznej ogranicza wzrost zapotrzebowania na paliwa i energię. Prowadzi to do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, uniezależnienia od importu, ograniczenia wpływu na środowisko. Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii z zastosowaniem biopaliw, czyste technologie węglowe i energetyka jądrowa przynoszą podobne efekty. Przy tych założonych kierunkach polityka energetyczna dąży do powiększania bezpieczeństwa energetycznego kraju przy równoczesnej zgodzie z zasadą zrównoważonego rozwoju.

W polityce energetycznej wskazuje się główne narzędzia jej realizacji¹⁰. Są to:

- ✓ regulacje prawne określające zasady działania sektora paliwowo-energetycznego oraz ustanawiające standardy techniczne,
- ✓ efektywne wykorzystanie przez Skarb Państwa, w ramach posiadanych kompetencji, nadzoru właścicielskiego do realizacji celów polityki energetycznej,
- ✓ bieżące działania regulacyjne Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, polegające na weryfikacji i zatwierdzaniu wysokości taryf oraz zastosowanie analizy typu benchmarking w zakresie energetycznych rynków regulowanych,
- ✓ systemowe mechanizmy wsparcia realizacji działań zmierzających do osiągnięcia podstawowych celów polityki energetycznej, które w chwili obecnej nie są komercyjnie opłacalne (np. rynek „certyfikatów”, ulgi i zwolnienia podatkowe),
- ✓ bieżące monitorowanie sytuacji na rynkach paliw i energii przez Prezesa Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów i Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki oraz podejmowanie działań interwencyjnych zgodnie z posiadanymi kompetencjami,
- ✓ działania na forum Unii Europejskiej, w szczególności prowadzące do tworzenia polityki energetycznej UE oraz wspólnotowych wymogów w zakresie ochrony

¹⁰ Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009 r.

środowiska, tak aby uwzględniały one uwarunkowania polskiej energetyki i prowadziły do wzrostu bezpieczeństwa energetycznego Polski,

- ✓ aktywne członkostwo Polski w organizacjach międzynarodowych, takich jak Międzynarodowa Agencja Energetyczna,
- ✓ ustawowe działania jednostek samorządu terytorialnego, uwzględniające priorytety polityki energetycznej państwa, w tym poprzez zastosowanie partnerstwa publiczno – prywatnego (PPP),
- ✓ zhierarchizowane planowanie przestrzenne, zapewniające realizację priorytetów polityki energetycznej, planów zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepło i paliwa gazowe gmin oraz planów rozwoju przedsiębiorstw energetycznych,
- ✓ działania informacyjne, prowadzone poprzez organy rządowe i współpracujące instytucje badawczo-rozwojowe,
- ✓ wsparcie ze środków publicznych, w tym funduszy europejskich, realizacji istotnych dla kraju projektów w zakresie energetyki (np. projekty inwestycyjne, prace badawczo-rozwojowe).

Według tych zapisów, interwencjonizm państwa w sektorze energetycznym należy rozumieć jako zmierzanie do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz wypełnienie międzynarodowych zobowiązań Polski, szczególnie w zakresie ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa jądrowego.

W polityce energetycznej szczególny nacisk położono na rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Ma on znaczenie dla realizacji podstawowych jej celów. W zwiększeniu wykorzystania OZE upatruje się większego uniezależnienia od dostaw energii z importu. Promocja OZE prowadzi do dywersyfikacji źródeł dostaw energii i rozwoju energetyki o charakterze rozproszonym opartej o lokalne zasoby. Dodatkowym efektem jest zwiększenie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego. Wytwarzanie energii z odnawialnych źródeł jest pożądane, ze względów ekologicznych z uwagi na małą emisję zanieczyszczeń. W rozwoju energetyki odnawialnej upatruje się również szansy dla słabiej rozwiniętych regionów bogatych w zasoby OZE. W polityce energetycznej przewiduje się w zakresie użycia biomasy położenie nacisku na rozwiązania najbardziej efektywne energetycznie. Głównie mają to być techniki zgazowywania i przetwarzania na paliwa ciekłe a w szczególności na biopaliwa II generacji. Z punktu widzenia polityki energetycznej równie istotne będzie wykorzystanie biogazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i innych odpadów. Ogólnie będzie się dążyć do wykorzystania biomasy przez generację rozproszoną.

Polityka energetyczna określa następujące główne cele w zakresie rozwoju wykorzystania OZE obejmujące¹¹:

- ✓ wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w latach następnych,
- ✓ osiągnięcie w 2020 roku 10% udziału biopaliw w rynku paliw transportowych, oraz zwiększenie wykorzystania biopaliw II generacji,
- ✓ ochronę lasów przed nadmiernym eksploatowaniem, w celu pozyskiwania biomasy oraz zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak aby nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem oraz zachować różnorodność biologiczną,
- ✓ wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej istniejących urządzeń piętrzących stanowiących własność Skarbu Państwa,
- ✓ zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie optymalnych warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach.

Cele te mają być realizowane przez szereg działań:

¹¹ Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009 r.

- ✓ wypracowanie ścieżki dochodzenia do osiągnięcia 15% udziału OZE w zużyciu energii finalnej w sposób zrównoważony, w podziale na poszczególne rodzaje energii: energię elektryczną, ciepło i chłód oraz energię odnawialną w transporcie,
- ✓ utrzymanie mechanizmów wsparcia dla producentów energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, np. poprzez system świadectw pochodzenia,
- ✓ utrzymanie obowiązku stopniowego zwiększania udziału biokomponentów w paliwach transportowych, tak aby osiągnąć zamierzone cele,
- ✓ wprowadzenie dodatkowych instrumentów wsparcia zachęcających do szerszego wytwarzania ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii,
- ✓ wdrożenie kierunków budowy biogazowni rolniczych, przy założeniu powstania do roku 2020 średnio jednej biogazowni w każdej gminie,
- ✓ stworzenie warunków ułatwiających podejmowanie decyzji inwestycyjnych dotyczących budowy farm wiatrowych na morzu,
- ✓ utrzymanie zasady zwolnienia z akcyzy energii pochodzącej z OZE,
- ✓ bezpośrednie wsparcie budowy nowych jednostek OZE i sieci elektroenergetycznych, umożliwiających ich przyłączenie z wykorzystaniem funduszy europejskich oraz środków funduszy ochrony środowiska, w tym środków pochodzących z opłaty zastępczej i z kar,
- ✓ stymulowanie rozwoju potencjału polskiego przemysłu, produkującego urządzenia dla energetyki odnawialnej, w tym przy wykorzystaniu funduszy europejskich,
- ✓ wsparcie rozwoju technologii oraz budowy instalacji do pozyskiwania energii odnawialnej z odpadów zawierających materiały ulegające biodegradacji (np. odpadów komunalnych zawierających frakcje ulegające biodegradacji),
- ✓ ocena możliwości energetycznego wykorzystania istniejących urządzeń piętrzących, stanowiących własność Skarbu Państwa, poprzez ich inwentaryzację, ramowe określenie wpływu na środowisko oraz wypracowanie zasad ich udostępniania.

Planowane działania według założeń Polityki energetycznej mają pozwolić na osiągnięcie celów dotyczących udziału OZE w tym również i biopaliw w całkowitym zużyciu energii. Wspomniane działania mają skutkować zrównoważonym rozwojem OZE bez generowania negatywnych oddziaływań na komponenty środowiska.

Innym dokumentem w zakresie kształtowania polityki państwa w zakresie odnawialnych źródeł energii jest **Wieloletni Program Promocji Biopaliw lub Innych Paliw Odnawialnych Na Lata 2008 - 2014**. Dokument ten został przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 24 lipca 2007 roku. Program ten obejmujący okres od 2008 do 2014 roku stanowi wykonanie art. 37 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych. Jest on niezbędnym dokumentem, który ma służyć wypełnieniu przez Polskę wynikającego z dyrektywy 2003/30/WE z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych - 5,75 % udziału biokomponentów w rynku paliw transportowych w 2010 r. oraz 10 % udziału w 2020 r., zgodnie z ustaleniami posiedzenia Rady Europejskiej w dniach 8 - 9 marca 2007 r.

W programie tym w sposób kompleksowy opisano i omówiono mechanizmy wsparcia jak i działania mające na celu promocję i upowszechnienie wykorzystania biopaliw.

W dokumencie przewidziano między innymi¹²:

- wsparcie dla produkcji biokomponentów w zakresie systemu podatkowego i opłaty paliwowej – jest to jeden ze skuteczniejszych instrumentów wsparcia rynku biopaliw, stabilny i przewidywalny. Opiera się on na założeniu, że wyższe opodatkowanie produktów ropopochodnych zwiększy popyt na droższe w produkcji paliwa z biokomponentami. Instrument ten będzie silniejszy w oddziaływaniu gdy cena biopaliwa jest niższa od ceny paliwa ropopochodnego. Wsparcie obejmuje:

¹² Wieloletni Program Promocji Biopaliw lub Innych Paliw Odnawialnych na lata 2008 – 2014, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007 r.

- a) rozwiązania w zakresie podatku akcyzowego;
 - b) rozwiązania w zakresie podatku dochodowego od osób prawnych;
 - c) rozwiązania w zakresie opłaty paliwowej;
 - wsparcie dla upraw roślin energetycznych stanowiących surowiec do produkcji biokomponentów - służy obniżeniu kosztów pozyskania surowca do produkcji biopaliw. Osiągnięciu tego celu ma sprzyjać wykorzystanie środków z funduszy europejskich oraz krajowych środków publicznych przeznaczonych na wsparcie produkcji rolniczej.
 - wsparcie finansowe inwestycji w zakresie wytwarzania biokomponentów i biopaliw ciekłych z funduszy Unii Europejskiej oraz krajowych środków publicznych – zawiera w sobie wykorzystanie środków finansowych różnego pochodzenia na zapewnienia dostaw na rynek wewnętrzny odpowiednich ilości biokomponentów, poprzez dotowanie rozbudowy istniejących mocy w zakresie produkcji biokomponentów. Instrument obejmuje:
 - a) wsparcie dla inwestycji w zakresie produkcji biokomponentów w ramach Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko”;
 - b) wsparcie dla inwestycji w zakresie produkcji biokomponentów w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007 – 2013;
 - c) wsparcie dla inwestycji w zakresie produkcji biokomponentów i biopaliw w ramach Programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka”;
 - działania mające na celu zwiększenie popytu na biopaliwa ciekłe - zwiększenie zużycia wymaga wzrostu popytu na dany surowiec stąd w programie proponuje się szereg działań mających na celu podniesienie poziomu zapotrzebowania na biopaliwa¹³.
- Działania obejmują:
- a) strefy dla ekologicznego transportu publicznego;
 - b) zwolnienia z opłat za parkowanie;
 - c) zwolnienia z opłat za korzystanie ze środowiska;
 - d) preferencje w zakupie pojazdów i maszyn wyposażonych w silniki przystosowane do spalania biopaliw ciekłych w ramach zamówień publicznych;
 - e) obowiązki dla administracji rządowej w zakresie stosowania biopaliw ciekłych
 - działalność naukowo-badawczą w zakresie biopaliw ciekłych – ma ona szczególnie istotną rolę do spełnienia zwłaszcza w opracowywaniu nowych technologii, które doprowadziłyby do obniżenia kosztów produkcji biokomponentów oraz wypracowania nowych rodzajów biopaliw drugiej generacji
 - działalność informacyjno-edukacyjną w zakresie biopaliw ciekłych – jest istotnym elementem działań na rzecz promocji biopaliw. Podwyższenia poziomu świadomości w zakresie wykorzystania biopaliw, uwarunkowań dotyczących stosowania może istotnie wpłynąć na wzrost popytu na biopaliwa. Wyróżnia się:
 - a) działania adresowane do społeczeństwa, w tym szczególnie do użytkowników pojazdów;
 - b) działania adresowane do producentów pojazdów;

Realizacja tego programu spoczywa obecnie na ministerstwach.

Obecnie podstawowym dokumentem z zakresu energetyki odnawialnej w Polsce jest **Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej**. Została ona przygotowana w 2000 roku jako realizacja obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Celem strategicznym zawartym w tym dokumencie jest zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 7,5% w 2010 roku i do 14% w 2020 roku w strukturze zużycia nośników pierwotnych. Postawiony w niniejszym dokumencie cel jest celem politycznym wymuszającym dalsze działania w zasadniczej kwestii dla zrównoważonego rozwoju jakim jest wzrost wykorzystania energii odnawialnej. Pierwszy okres realizacji strategii został wyznaczony do 2010 roku¹⁴. Ze

¹³ Wieloletni Program Promocji Biopaliw lub Innych Paliw Odnawialnych na lata 2008 – 2014, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2007 r.

¹⁴ Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2000 r.

względu na wieloletnie opóźnienia Polski w stosunku do Unii Europejskiej w zakresie systemowych rozwiązań wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii, okres ten należało maksymalnie wykorzystać na wdrożenie podobnych rozwiązań jakie istnieją w Unii od wielu lat. W tym czasie miało nastąpić sprawdzenie zaproponowanych w dokumencie rozwiązań, łącznie z ich weryfikacją, a także przedstawienie konkretnych programów rozwoju poszczególnych rodzajów energii odnawialnej. Na podstawie przedstawionych w dokumencie danych dotyczących zarówno wykorzystania jak i potencjału technicznego odnawialnych źródeł energii w Polsce można powiedzieć, że powinno było w początkowym okresie wzrastać przede wszystkim energetyczne wykorzystanie biomasy. Jednakże, aby fakt ten zaistniał, państwo musiało ponieść odpowiednie nakłady finansowe.

Na podstawie ekspertyzy „Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce” (EC BREC, 2000) oraz oszacowań eksperckich zostały przedstawione trzy scenariusze rozwoju zakładające stosowne przyrosty mocy zainstalowanej w poszczególnych grupach technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii. Poniżej zawarto opisy tych trzech scenariuszy:

Scenariusz 7,5% - zakładający udział energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych na poziomie 7,5% całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce w roku 2010. Przyjęty udział energii elektrycznej w tym scenariuszu odpowiadał założeniom projektu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie zakupu energii elektrycznej i ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych, w tym odnawialnych.

Scenariusz 9% - zakładający udział energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych na poziomie 9% całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce w roku 2010, pośredni pomiędzy założeniami projektu rozporządzenia Ministra Gospodarki, a projektem dyrektywy.

Scenariusz 12,5%, - zakładający udział energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych na poziomie 12,5% całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce w roku 2010. Przyjęty udział energii elektrycznej jest zgodny z wymogami Unii Europejskiej zawartymi w projekcie dyrektywy z dnia 30 czerwca 2000 r. o promocji wykorzystania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. W projekcie dyrektywy zakładało się obligatoryjny 12,5% udział energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w całkowitym bilansie produkcji energii elektrycznej UE w roku 2010.

W niniejszej Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej wskazano na szereg barier utrudniających wykorzystanie i popularyzowanie odnawialnych źródeł energii. Według tego dokumentu do podstawowych barier należą¹⁵:

1. Bariera prawna i finansowa

- brak stosownych unormowań prawnych określających w sposób jednoznaczny program i politykę w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii;
- niewystarczające mechanizmy ekonomiczne, w tym w szczególności fiskalne, które umożliwiałyby uzyskiwanie odpowiednich korzyści finansowych w stosunku do wysokości ponoszonych nakładów inwestycyjnych na obiekty, instalacje, urządzenia przeznaczone do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych;
- relatywnie wysokie koszty inwestycyjne technologii wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, jak również wysokie koszty prac (np. geologicznych) niezbędnych do uzyskania energii ze źródeł odnawialnych.

2. Bariera informacyjna

- brak powszechnego dostępu do informacji o rozmieszczeniu potencjału energetycznego poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii, możliwego do technicznego wykorzystania;
- brak informacji o firmach produkcyjnych i projektowych oraz o firmach konsultacyjnych zajmujących się tą tematyką;

¹⁵ Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2000 r.

- brak powszechnie dostępnych informacji o procedurach postępowania przy otwieraniu i realizacji tego typu inwestycji oraz standardowych kosztach cyklu inwestycyjnego oraz o korzyściach ekonomicznych, społecznych i ekologicznych związanych z realizacją inwestycji z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii;

- brak informacji o producentach, dostawcach i wykonawcach systemów wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych.

3. Bariera dostępności do urządzeń i nowych technologii

- niedostateczna ilość krajowych organizacji gospodarczych zajmujących się na skalę przemysłową produkcją urządzeń wykorzystujących odnawialne źródła energii;

- brak preferencji podatkowych w zakresie importu i eksportu urządzeń przeznaczonych do systemów wykorzystujących odnawialne źródła energii.

4. Bariera edukacyjna

- niedostateczny zakres programów nauczania, uwzględniających odnawialne źródła energii, w szkolnictwie podstawowym i ponadpodstawowym;

- brak programów edukacyjno-szkoleniowych dotyczących odnawialnych źródeł energii adresowanych do inżynierów, projektantów, architektów, przedstawicieli sektora energetycznego, bankowości i decydentów.

5. Bariera wynikająca z potrzeby ochrony krajobrazu

- brak wypracowanych metod uniknięcia konfliktów z ochroną przyrody i krajobrazu.

W celu realizacji Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej zaproponowano szereg różnych działań. Są to głównie:

- działania organizacyjne mające na celu wdrożenie strategii;
- działania formalno-prawne mające na celu ułatwienie dostępu do odnawialnych źródeł energii oraz zwiększenie ich konkurencyjności;

- instrumenty ekonomiczne zwiększające opłacalność odnawialnych źródeł energii;

- działania wspierające rozwój nowych technik i technologii odnawialnych źródeł energii;

- działania z zakresu edukacji i promowania odnawialnych źródeł energii;

- działania z zakresu współpracy międzynarodowej.

Podsumowując, w niniejszym dokumencie stwierdzono między innymi, że¹⁶:

- Krajowy potencjał techniczny odnawialnych źródeł energii jest porównywalny z potencjałem technicznym krajów Unii Europejskiej. Różnić mogą się potencjały techniczne poszczególnych rodzajów energii w naszym kraju i w państwach członkowskich.

- Rozwiązania systemowe wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii funkcjonują w Unii Europejskiej od piętnastu lat. W naszym kraju dopiero od niedawna zaczyna się prowadzić działania mające na celu wsparcie rozwoju energetyki odnawialnej dlatego trudno jest do 2010 roku osiągnąć cel postawiony przez Unię Europejską.

- W związku z dużym opóźnieniem we wprowadzaniu w kraju mechanizmów wspierających odnawialne źródła energii, pierwszy okres t.j. do roku 2010, realizacji strategii należy traktować jako czas wprowadzania zaproponowanych rozwiązań, oceny tych rozwiązań oraz ich weryfikacji.

- W pierwszym okresie realizacji strategii opracowane zostaną także programy rozwoju poszczególnych rodzajów energii odnawialnej. Wdrożenie tych programów jest ważnym elementem realizacji strategii rozwoju energetyki odnawialnej. W początkowym okresie wzrastać będzie, przede wszystkim wykorzystanie biomasy.

- Podjęte działania powinny doprowadzić co najmniej do udziału energii odnawialnej w bilansie paliwowo-energetycznym kraju w perspektywie roku 2020 na poziomie 14%.

Mając na uwadze przytoczone dokumenty o charakterze strategicznym, politycznym i planistycznym podjęto szereg działań mających na celu wspomoczenie i promowanie rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce. Do głównych

¹⁶ Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2000 r.

powziętych działań należy zaliczyć stworzony, wymieniony wcześniej szereg aktów prawnych w postaci ustaw i rozporządzeń. Regulacje te pozwoliły między innymi na utworzenie rynku biopaliw w Polsce a także na dotowanie i produkcję energii ze źródeł odnawialnych.

4.2. Analiza wybranych dokumentów na poziomie regionalnym.

Według **Strategii Rozwoju Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2020** uchwalonej w styczniu 2006 r. w obszarze priorytetowym ochrona środowiska, celu strategicznym dotyczącym poprawy jakości życia mieszkańców regionu poprzez poprawę jakości środowiska zawarto zapisy dotyczące odnawialnych źródeł energii. Jako jeden z celów szczegółowych zapisano: Zrównoważony rozwój gospodarki zasobami naturalnymi¹⁷. Główne działania mające służyć realizacji celów to między innymi wspieranie działań w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Dokumentem sporządzanym na szczeblu regionalnym, w którym uwzględniono tematykę odnawialnych źródeł energii jest **Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego** uchwalony we wrześniu 2010 r. W opracowaniu tym sprecyzowano kierunki dla zwiększenia dostępności województwa poprzez rozwój ponadlokalnych systemów infrastruktury. Założono wzrost bezpieczeństwa energetycznego województwa między innymi poprzez zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Działania ukierunkowano na¹⁸:

- produkcję energii z biomasy jako kierunek priorytetowy dla województwa. Największe predyspozycje do rozwoju komponentów do produkcji energii występują w powiatach: sieradzkim, radomszczańskim, tomaszowskim, opoczyńskim, piotrkowskim i wieluńskim; rozwój energetyki z biomasy powinien nastąpić z wykorzystaniem tzw. kogeneracji, np. wspólny udział energii otrzymywanej z wód geotermalnych, biomasy i oleju opałowego, jak to następuje w ciepłowni w Uniejowie. W Wieluniu planowany jest innowacyjny kompleks produkcyjno-energetyczny, który miałby wykorzystywać biomasę;
 - produkcję biogazu na oczyszczalniach ścieków, rozwój energetyki biogazowej z wykorzystaniem tzn. kogeneracji na oczyszczalniach.
- Inwestycje o tym znaczeniu zadeklarowały miasta: Kutno, Łowicz, Skierniewice, Zgierz, Tomaszów Mazowiecki, Piotrków Trybunalski, Bełchatów, Radomsko, Zduńska Wola;
- rozwój energetyki wiatrowej, z ograniczeniem na terenach o wysokich walorach krajobrazowych, objętych i proponowanych do objęcia ochroną prawną, uwarunkowany możliwością odbioru wytworzonej energii przez system energetyczny. Budowę farm wiatrowych planują gminy: Głuchów, Jeżów, Kutno, Kleszczów, Dąbrowice, Zadzim, Osjaków, Rusiec, Rząśnia, Pajęczno, Rokiciny, Rawa Mazowiecka, Łanięta, Mokrsko, Warta, Błaszki, Kowiesy, Biała, Wierzchlas, Ładzice, Rzgów, Wróblew, Wodzierady, Białaczów, Żelów, Czarnocin. Planowana jest także budowa dodatkowej farmy wiatraków na Górze Kamieńsk. Lokalizacje ww. są uzależnione od pozytywnych ocen oddziaływania na środowisko;
 - wykorzystywanie zasobów wód geotermalnych do ciepłownictwa w gospodarce komunalnej z preferencją dla rejonów o najlepszych uwarunkowaniach dla rozwoju tego rodzaju energetyki. Kontynuacja rozpoczętych prac badawczych w zakresie wykorzystania wód geotermalnych, m.in. w ciepłownictwie w: Łodzi, Rogoźnie, Poddębicach, Skierniewicach, Radomsku, Kleszczowie, Zduńskiej Woli, Ozorkowie, Uniejowie i Wieluniu, oraz podjęcie dalszych prac poszukiwawczych;
 - rozwój energetyki wodnej na Warcie, Skierniewce, Bzurze, Wolbórze i słonecznej, uzupełniającej pozostałe źródła energii odnawialnej.

Należy zauważyć, że wzrost wykorzystania biomasy i biogazu w województwie łódzkim jest mocno zaakcentowany w niniejszym dokumencie.

¹⁷ Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2020, Sejmik Województwa Łódzkiego, Łódź 2006 r.

¹⁸ Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego, Sejmik Województwa Łódzkiego, Łódź 2010 r.

5. Możliwości finansowania inwestycji służących pozyskiwaniu energii z biomasy.

Naprzeciw potrzebom rynku energii odnawialnej, w tym biomasy, biogazu, biopaliw wychodzą fundusze europejskie w perspektywie finansowej 2007-2013 w ramach unijnej Polityki Spójności (Fundusz Spójności oraz Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego) oraz Wspólnej Polityki Rolnej (Europejski Fundusz Rolny Rozwoju Obszarów Wiejskich). Środki na tę branżę przewidziane są także w Regionalnym Programie Operacyjnym, POLiŚ, PROW i pośrednio w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka. Odnawialne źródła energii mają możliwości uzyskania wsparcia także w ramach Europejskiej Współpracy Terytorialnej. Przedsiębiorcy z branży OZE mogą ubiegać się o dotacje na bieżące inwestycje oraz wdrażanie nowych technologii, a jednostki naukowe i badawczo-rozwojowe na prowadzenie badań w tym zakresie, w ramach osi priorytetowych skierowanych na rozwój przedsiębiorczości. Krajowa pomoc dla zielonej energii to programy prowadzone przez NFOŚiGW i WFOŚiGW. Wsparcia można szukać także w instytucjach bankowych. Środki finansowe na wsparcie przedsięwzięć OZE są przyznawane w różnych formach: dotacji, kredytu, pożyczki, dopłaty do oprocentowania lub kapitału kredytu.

Tabela 1: Wybrane programy i możliwości finansowania energii odnawialnej.

Rodzaj finansowania	Program	Oś priorytetowa – działanie	Główne źródło finansowania	Beneficjenci
UNIJNE	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 (PO i IŚ)	Oś priorytetowa IV: Przedsięwzięcia dostosowujące przedsiębiorstwa do wymogów ochrony środowiska Działanie 4.5. Wsparcie przedsiębiorstw w zakresie ochrony powietrza	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Małe, średnie i duże przedsiębiorstwa z wyłączeniem wymienionych w art. 35 ust.3 pkt.b rozporządzenia Rady (WE) Nr 1198/2006 (Europejski Fundusz Rybacki) i Rady WE Nr 1698/2005 (Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW))
		Oś priorytetowa IX Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność gospodarcza: Działanie 9.4. Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych	Fundusz Spójności	Przedsiębiorcy, JST oraz ich grupy – związki, stowarzyszenia i porozumienia JST, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego, kościoły, kościelne osoby prawne i ich stowarzyszenia oraz inne związki wyznaniowe
		Oś priorytetowa IX : Działanie 9.5. Wytwarzanie biopaliw ze źródeł odnawialnych	Fundusz Spójności	Przedsiębiorcy
		Oś priorytetowa IX: Działanie 9.1. Wysokosprawne wytwarzanie energii	Fundusz Spójności	Przedsiębiorcy, JST oraz ich grupy – związki, stowarzyszenia i porozumienia JST, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego

		Oś priorytetowa IX: Działanie 9.2. Efektywna dystrybucja energii	Fundusz Spójności	Przedsiębiorcy, JST oraz ich grupy – związki, stowarzyszenia i porozumienia JST, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego
		Oś priorytetowa IX: Działanie 9.6. Sieci ułatwiające odbiór energii ze źródeł odnawialnych	Fundusz Spójności	Przedsiębiorcy, JST oraz ich grupy – związki, stowarzyszenia i porozumienia JST, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego
		Oś priorytetowa X: Bezpieczeństwo energetyczne w tym dywersyfikacja źródeł energii Działanie 10.3. Rozwój przemysłu dla odnawialnych źródeł energii	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Przedsiębiorcy
	Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013 (RPO WŁ)	Oś priorytetowa II: Ochrona środowiska, zapobieganie zagrożeniom i energetyka Działanie 2.9 Odnawialne źródła energii	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	JST, jednostki organizacyjne JST posiadające osobowość prawną, administracja rządowa, jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną nie wymienione wyżej, szkoły wyższe, przedsiębiorcy, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS, jednostki naukowe, zakłady opieki zdrowotnej (oraz ich organy założycielskie)
		Oś priorytetowa II: Ochrona środowiska, zapobieganie zagrożeniom i energetyka Działanie 2.6. Ochrona powietrza	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia, jednostki organizacyjne JST posiadające osobowość prawną, administracja rządowa, jednostki organizacyjne administracji rządowej, zakłady opieki zdrowotnej działające w publicznym systemie ochrony zdrowia (oraz ich organy założycielskie), jednostki naukowe, Instytucje kultury, szkoły wyższe, osoby prawne i fizyczne będące organami prowadzącymi szkoły i placówki, jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną (nie wymienione wyżej), Państwowa Straż Pożarna, organizacje pozarządowe, Kościoły i związki wyznaniowe oraz osoby prawne kościołów i związków wyznaniowych
		Oś priorytetowa III: Gospodarka, Innowacyjność, przedsiębiorczość Działanie 3.1. Wsparcie jednostek B+R,	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Przedsiębiorcy z branży odnawialnych źródeł energii

		3.2. Podnoszenie innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw, 3.3 Rozwój B+R w przedsiębiorstwach, 3.4 Rozwój otoczenia biznesu,		
	Program Rozwoju Obszarów Wiejskich 2007 – 2013 (PROW)	Oś 3 Jakość życia na obszarach wiejskich i różnicowanie gospodarki wiejskiej (działanie 121. Modernizacja gospodarstw rolnych)	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Osoba fizyczna, osoba prawna, spółka osobowa prowadząca działalność rolniczą w zakresie produkcji roślinnej lub zwierzęcej (inwestycje – maszyny, urządzenia)
		Oś 3 Jakość życia na obszarach wiejskich i różnicowanie gospodarki wiejskiej (działanie 123. Zwiększenie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej)	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Osoba fizyczna, osoba prawna, jednostka organizacyjna nie posiadająca osobowości prawnej z zarejestrowaną działalnością w zakresie przetwórstwa lub wprowadzania do obrotu produktów rolnych, przedsiębiorcy (inwestycje do produkcji biopaliw - oleje, alkohol etylowy, służące wytwarzaniu biogazu)
		Oś 3 Jakość życia na obszarach wiejskich i różnicowanie gospodarki wiejskiej (działanie 311. Różnicowanie w kierunku działalności nierolniczej)	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Osoba fizyczna ubezpieczona na podstawie ustawy z 20.12.1990r. o ubezpieczeniu społecznym rolników - rolnik, domownik, małżonek rolnika, gmina wiejska, albo miejsko-wiejska z wyłączeniem miast liczących powyżej 5 tys. mieszkańców, albo gmina miejska z wyłączeniem miejscowości liczących powyżej 5 tys. mieszkańców
		Oś 3 Jakość życia na obszarach wiejskich i różnicowanie gospodarki wiejskiej (działanie 312. Tworzenie i rozwój mikroprzedsiębiorstw)	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Osoba fizyczna, osoba prawna, jednostka organizacyjna nie posiadająca osobowości prawnej, która prowadzi działalność jako mikroprzedsiębiorstwo wytwarzające produkty energetyczne z biomasy
		Oś 3 Jakość życia na obszarach wiejskich i różnicowanie gospodarki wiejskiej (działanie 321. Podstawowe usługi dla gospodarki i ludności wiejskiej)	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Gmina, jednoosobowa spółka gminy, gminny zakład budżetowy
		Oś 4 Leader (działanie 4.1 – Wdrażanie lokalnych strategii rozwoju) Działanie: Różnicowanie w kierunku działalności nierolniczej, Działanie: Tworzenie i rozwój mikroprzedsiębiorstw	Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich	Osoba fizyczna ubezpieczona na podstawie ustawy z 20 grudnia 1990r. o ubezpieczeniu społecznym rolników - rolnik, domownik, małżonek rolnika, Osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna nie posiadająca osobowości prawnej, która prowadzi mikroprzedsiębiorstwo na obszarze LGD

UNIJNE	Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka na lata 2007 - 2013	Priorytet I. Działanie 1.1. Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy Działanie 1.3. Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe, Działanie 1.4. Wsparcie projektów celowych Priorytet IV. Działanie 4.1 Wsparcie wdrożeń wyników prac B+R, Działanie 4.4 Nowe inwestycje o wysokim potencjale innowacyjnym, 4.5 Wsparcie inwestycji o dużym znaczeniu dla gospodarki, Priorytet V. Działanie 5.3 Wspieranie ośrodków innowacyjności	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Przedsiębiorcy, instytucje otoczenia biznesu, jednostki naukowe i badawcze, administracja publiczna
	Program Europejskiej Współpracy Terytorialnej 2007 - 2013 Program Współpracy Międzyregionalnej (INTERREG IVC) (projekty nieinwestycyjne)	Priorytet 2. Środowisko Rozsądne korzystanie oraz zarządzanie środowiskiem naturalnym m.in. wykorzystanie źródeł energii odnawialnej, wykorzystanie alternatywnych źródeł energii w transporcie	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Władze regionalne i lokalne, instytucje publiczne i jednostki organizacyjne powołane w celu świadczenia usług w zakresie ochrony środowiska, agencje rozwoju regionalnego, uczelnie wyższe, instytuty naukowo-badawcze, parki technologiczne, inkubatory przedsiębiorczości, centra innowacyjności, organizacje turystyczne, służby ratownicze, inne instytucje
	7 Program Ramowy w zakresie badań i rozwoju technologicznego	Program Współpraca, obszar tematyczny Energia	Europejski Fundusz w ramach Europejskiej Przestrzeni Badawczej (ERA)	MŚP, instytucje badawcze, uczelnie, organy publiczne o charakterze niezarobkowym, indywidualni naukowcy działający w ramach międzynarodowych konsorcjów
	Inteligentna Energia dla Europy część Programu Ramowego na rzecz Konkurencyjności i Innowacji (CIP)	Działanie ALTENER - odnawialne źródła energii Działanie STEER-energia w transporcie	Europejski Fundusz CIP	Prywatne i publiczne osoby prawne. Osoby fizyczne nie mogą być partnerem w projekcie
	LIFE +	Działanie: Polityka i zarządzanie w zakresie środowiska 2010 - 2014	Fundusz LIFE+	Prywatne i publiczne osoby prawne. Osoby fizyczne nie mogą być partnerem w projekcie
EUROPEJSKIE POZAUNIJNE	Szwajcarsko-Polski Program Współpracy	Blok tematyczny: Środowisko i Infrastruktura	Bezwrotna pomoc państwa Szwajcarii	Prywatne i publiczne osoby prawne. Osoby fizyczne nie mogą być partnerem w projekcie, Instytucje publiczne: władze gminne, regionalne, krajowe, organizacje pozarządowe, przedsiębiorstwa państwowe i prywatne
	Mechanizm Finansowy Europejskiego	Priorytet: Ochrona Środowiska 2004-2009	Państwa – darczyńcy: Norwegia,	Organy administracji rządowej i samorządowej wszystkich szczebli, instytucje naukowe i

	Obszaru Gospodarczego i Norweski Fundusz Finansowy (MF EOG i NMF)	Perspektywa 2009-2014 w trakcie uzgadniania przez stronę Polską	Islandia, Lichtenstein	badawcze, Instytucje branżowe i środowiskowe, organizacje społeczne, podmioty partnerstwa publiczno - prawnego
KRAJOWE	Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej kogeneracji	Część I: Dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej Kogeneracji 2009 - 2015	NFOŚ i GW	Beneficjenci: podmioty podejmujące realizację przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii i wysokosprawnej kogeneracji
	Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej Kogeneracji	Część II: Wdrażana przez wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej 2009 - 2014	WFOŚ i GW	Beneficjenci: podmioty podejmujące realizację przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii i wysokosprawnej kogeneracji
	System Zielonych Inwestycji (GIS)	Program priorytetowy Część II: Biogazownie rolnicze 2010 - 2013	NFOŚ i GW	Podmioty (osoby fizyczne, osoby prawne lub jednostki organizacyjne nieposiadające osobowości prawnej, którym ustawa przyznaje zdolność prawną) podejmujące realizację przedsięwzięć w zakresie wytwarzania energii elektrycznej lub cieplnej z wykorzystaniem biogazu powstałego w procesach rozkładu szczątków roślinnych i zwierzęcych oraz wytwarzania biogazu rolniczego celem wprowadzenia go do sieci gazowej dystrybucyjnej i bezpośredniej
	System Zielonych Inwestycji (GIS)	Program priorytetowy Część III: Elektrociepłownie i ciepłownie na biomasę 2010 - 2013	NFOŚ i GW	Podmioty (osoby fizyczne, osoby prawne lub jednostki organizacyjne nie posiadające osobowości prawnej, którym ustawa przyznaje zdolność prawną) podejmujące realizację przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów kogeneracji z zastosowaniem wyłącznie biomasy (źródła rozproszone o nominalnej mocy cieplnej poniżej 20 MWt)
	System Zielonych Inwestycji (GIS)	Program priorytetowy Część V: Zarządzanie energią w budynkach wybranych podmiotów sektora finansów publicznych 2010 - 2013	NFOŚ i GW	PAN oraz utworzone przez nią instytuty naukowe, Państwowe instytucje kultury, instytucje gospodarki budżetowej
	Krajowy Program Restrukturyzacji	Oś I Działanie: Modernizacja gospodarstw rolnych Działanie: Zwiększenie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej wdrażanie do 2012 r.	Tymczasowy Fundusz Restrukturyzacji	Plantatorzy buraków cukrowych gmin objętych Programem MŚP, przedsiębiorstwa zatrudniające mniej niż 750 pracowników lub posiadające obrót nieprzekraczający 200 mln euro w gminach objętych Programem

FUNDUSZE BANKOWE	Banki Komercyjne i Korporacje Finansowe działające w sektorze energetycznym i ochronie środowiska (Centralna Europa)	Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju (EBRD) Europejski Bank Inwestycyjny (EIB) Nordycka Korporacja Finansowa na rzecz Ochrony Środowiska (NEFCO) Nordycki Bank Inwestycyjny (NIB)	Środki Banków	Podmioty inwestujące w OZE
	Polskie Banki związane z kredytowaniem w OZE	Bank Ochrony Środowiska Bank Gospodarki Żywnościowej Bank Gospodarstwa Krajowego Kredyt Bank Bank Przemysłowo Handlowy (Grupa GE Capital)	Środki Banków	Osoby fizyczne, Przedsiębiorcy, jednostki ST Podmioty inwestujące w OZE

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007 - 2013

Celem Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko” na lata 2007 – 2013 jest poprawa atrakcyjności inwestycyjnej Polski i jej regionów poprzez rozwój infrastruktury technicznej przy równoczesnej ochronie i poprawie stanu środowiska, zdrowia, zachowania tożsamości kulturowej i rozwijaniu spójności terytorialnej. W ramach programu planuje się realizację inwestycji infrastrukturalnych o znaczeniu ogólnokrajowym i ponadregionalnym w zakresie ochrony środowiska, transportu, energetyki, kultury i dziedzictwa narodowego, ochrony zdrowia oraz szkolnictwa wyższego. Łączna wielkość środków finansowych zaangażowanych w realizację PO Infrastruktura i Środowisko na lata 2007- 2013 wyniesie 37,6 mld euro, z czego wkład unijny wynosi 27,9 mld euro (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego – 5,73 mld euro i Fundusz Spójności – 22,17 mld euro), zaś wkład krajowy 9,7 mld euro (budżet państwa, wkład beneficjentów - inwestorów publicznych i prywatnych). Przedsięwzięcia o charakterze ogólnokrajowym lub ponadregionalnym będą realizowane pozakonkursowo – jako kluczowe projekty indywidualne. Pozostałe przedsięwzięcia konkurują w rundach aplikacyjnych. Na liście projektów kluczowych nie znalazła się inwestycja z zakresu odnawialnych źródeł energii. W działaniach poświęconych bezpośrednio OZE w ramach priorytetów IX i X przewidziano tylko konkursy. W sumie alokacja unijna w programie na działania skierowane stricte dla OZE wynosi 500 mln euro, ale kiedy dodamy środki kierowane na wysokosprawną kogenerację oraz efektywną dystrybucję energii to kwota ta wzrasta do 720 mln euro.

Podział środków unijnych w POIiŚ na OZE wg kategorii interwencji (podział wg tabeli 5.3. POIiŚ Indykatorywny podział, wg kategorii zaprogramowanego wykorzystania wkładu funduszy, ma charakter szacunkowy i nie przesądza o udziale wsparcia na poszczególne kategorie):

- 39 energia odnawialna wiatrowa: 181 511 977 euro
- 40 energia odnawialna słoneczna: 11 943 873 euro
- 41 energia odnawialna z biomasy: 257 878 841 euro

- 42 energia odnawialna hydroelektryczna geotermiczna i pozostałe: 46 015 244 euro
- 43 efektywność energetyczna, produkcja skojarzona (kogeneracja), zarządzanie energią: 278 087 766 euro

W trybie konkursowym w ramach naboru dla działania 9.4 POIiŚ „Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych” dofinansowanie pozyskały dwa projekty z województwa łódzkiego. Jeden z nich dotyczył budowy czterech elektrowni wiatrowych w miejscowości Wójcice i Suliszewice w gminie Błaszki. Podpisana w dniu 19 października umowa o dofinansowanie zapewnia wsparcie w kwocie 33 744 300 PLN, całkowity koszt projektu to 59 266 380 PLN. Drugi projekt pn. „Budowa biogazowni w Konopnicy, gm. Rawa Mazowiecka” jest związany z wykorzystaniem biomasy. Przedmiotem umowy na dofinansowanie jest budowa biogazowni rolniczej o mocy 1,99 MW. Całkowity koszt projektu to 27 634 817, 51 PLN, w tym wartość dofinansowania z Funduszu Spójności wynosi 18 046 000, 00 PLN.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko - Priorytet IX „Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna”
Działanie 9.4 Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych



Nazwa projektu: Budowa biogazowni rolniczej w Konopnicy, gm. Rawa Mazowiecka.
Beneficjent: Bioenergy Projekt Sp. z o. o., ul. Rajska 4/23, 02 – 654 Warszawa.
Całkowita wartość projektu 27,6 mln zł, w tym z UE (Fundusz Spójności) 18,0 mln zł.

Przedmiotem projektu jest budowa biogazowni rolniczej w miejscowości Konopnica na terenie gminy Rawa Mazowiecka. Technologia biogazowni opiera się na kiszonce z kukurydzy i kiszonce z traw, ilość 112 ton na dobę, 41 000 ton na rok, magazynowana będzie u dostawców, na terenie instalacji w hali magazynowej przewidziano jej 2-3 dniowy zapas, proces fermentacji trwa 75 dni w temp. 36-38 °C, nie zaplanowano odpadów jako materiału wsadowego. Kiszonka do instalacji będzie dowożona zakrytymi samochodami. Wytworzony biogaz magazynowany jest w zbiornikach gazu a pozostałość pofermentacyjna w zbiornikach magazynowania końcowego, biogaz spalany jest w jednostkach kogeneracyjnych z silnikiem gazowym umiejscowionych w kontenerach. Masa pofermentacyjna jest substancją płynną, w pełni do wykorzystania rolniczego. Biogazownia zapewni gminie korzyści z tytułu dywersyfikacji zaopatrzenia w energię elektryczną i ciepłą, mieszkańcy będą mieli możliwość odbioru ciepła i energii elektrycznej po atrakcyjnych cenach, uzyskają dodatkowe miejsca pracy w samej biogazowni. Korzystając z OZE gmina i mieszkańcy przyczynią się do ochrony środowiska naturalnego i klimatu na ziemi – jednego z najważniejszych wyzwań naszych czasów.

W ramach inwestycji na rzecz poprawy bezpieczeństwa energetycznego, efektywności energetycznej oraz odnawialnych źródeł energii, dotychczas (kwiecień 2011) zostało ogłoszonych 11 naborów wniosków na łączną kwotę 2,9 mld zł (wartość złożonych wszystkich wniosków wyniosła ponad 10,6 mld zł). Podpisano 78 umów o dofinansowanie na kwotę 2,4 mld zł, co stanowi ok. 34% całej alokacji. Alokacja na działanie 9.4 „Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych” stanowi kwotę 379, 54 mln euro. Dotychczas zostały przeprowadzone dwa nabory konkursowe na

projekty w OZE, spośród których do dnia 05. 04. 2011 r. dofinansowanie publiczne otrzymało 23 beneficjentów.

Wartość przedsięwzięć - projektów z zakresu OZE, Działanie 9. 4. „Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych”, wg stanu na 5 kwietnia 2011 (projekty w trakcie realizacji) stanowiła kwotę 2 280, 92 mld zł. Wielkość dofinansowania publicznego to kwota ok. 554,21 mln zł. Najwięcej projektów dotyczyło budowy farm wiatrowych i tutaj też trafiła największa pula pieniędzy. Wartość dofinansowania na biogazownie to kwota 72, 48 mln zł. Umowy na dofinansowanie czterech biogazowni podpisano z beneficjentami z województw: warmińsko– mazurskiego, kujawsko–pomorskiego, zachodniopomorskiego i łódzkiego. Spośród ww. wymienionych największe dofinansowanie – 36,56 mln zł otrzymał projekt – Bioelektrownia Szarlej Sp. z o. o. beneficjanta w województwie kujawsko – pomorskim. Inwestycja z terenu województwa łódzkiego „Budowa biogazowni rolniczej w Konopnicy gm. Rawa Mazowiecka”, pod względem wartości przyznanego dofinansowania (18,04 mln zł) znalazła się na drugim miejscu.

W dniach 17-31.03 2011 r. można było składać wnioski projektowe w działaniu 9. 6. „Sieci ułatwiające odbiór ze źródeł odnawialnych”. Z terenu woj. łódzkiego do konkursu stawał projekt pn. „Budowa sieci elektroenergetycznej w Zgierzu umożliwiającej odbiór energii z OZE”, którego wnioskodawcą była firma „Polimax- Łódź sp. z o. o. Jednakże projekt nie przeszedł pomyślnie weryfikacji i został odrzucony ze względu niespełnienia kryteriów formalnych.

„Rozwój przemysłu dla odnawialnych źródeł energii” - działanie 10.3 dotuje przedsięwzięcia przemysłowe. Z województwa łódzkiego jeden projekt o nazwie „Uruchomienie zakładu w Łowiczu produkującego turbiny hybrydowe z pionową osią obrotu” otrzymał 30 000 000,00 zł dofinansowania i była to najwyższa kwota wśród trzynastu projektów z Polski spełniających kryteria formalno-prawne (łączna kwota dotacji w tym działaniu to 207 070 202 zł), znajdujących się na liście przedsiębiorstw zakwalifikowanych do pomocy unijnej w tym działaniu.

Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego 2007 - 2013

Każde województwo przewidziało wsparcie dla energetyki, w tym dla odnawialnych źródeł energii. W proporcji do swojej alokacji najwięcej na ten cel - energetykę przeznaczyły województwa: łódzkie, pomorskie i zachodniopomorskie, a najmniej śląskie, małopolskie i opolskie. Największą pulę przeznacza się w RPO województw na energię z wody i geotermalną. W sumie regionalne programy operacyjne oferują na OZE 410 mln euro. Najwięcej na inwestycje stricte w OZE zaplanowały: lubelskie 35,8 mln euro, łódzkie 27,4 mln euro, podkarpackie 27 mln euro, mazowieckie 26,8 mln euro, najmniej zaś: opolskie 5,5 mln euro, wielkopolskie 10 mln euro. (Źródło: „Fundusze Europejskie na Energetykę Odnawialną”, Centrum Prawa Bankowego i Informacji Sp. z o.o. w partnerstwie z Polska Izłą Gospodarczą Energii Odnawialnej).

Tabela 2: Wsparcie dla OZE w poszczególnych RPO (Euro).

Województwo	Energia odnawialna: wiatrowa	Energia odnawialna: słoneczna	Energia odnawialna: biomasa	Energia odnawialna: hydroelektryczna, geotermiczna i inne	Efektywność energetyczna, Kogeneracja, opanowanie energii
Kod interwencji	39	40	41	42	43
Dolnośląskie	0	0	2 574 604	14 193 795	4 003 381
Kujawsko- pomorskie	0	2 566 265	6 419 276	5 279 517	2 472 610
Lubelskie	4 334 445	4 334 455	15 893 000	11 269 582	9 709 178
Lubuskie	5 000 000	2 000 186	2 032 680	2 202 530	1 826 266
Łódzkie	9 751 831	3 763 865	4 790 373	9 067 492	3 421 695
Małopolskie	1 100 024	5 500 120	1 100 024	9 900 216	4 400 096
Mazowieckie	6 800 000	4 250 120	5 525 000	10 200 000	10 710 000
Opolskie	854 290	1 281 434	1 708 579	1 708 579	2 990 014
Podkarpackie	3 956 942	3 965 942	9 775 974	9 310 453	9 775 974

Podlaskie	3 000 000	3 000 000	3 000 000	3 000 000	3 000 000
Pomorskie	3 097 731	3 097 730	3 097 730	3 097 730	25 666 907
Śląskie	0	3 210 000	3 210 000	9 640 000	13 000 000
Świętokrzyskie	1 800 000	1 800 000	3 640 000	3 640 000	7 270 000
Warmińsko-mazurskie	0	3 109 626	6 219 252	6 400 000	0
Wielkopolskie	2 502 500	2 502 500	2 502 500	2 502 500	30 900 000
Zachodniopomorskie	4 000 000	3 000 000	10 000 000	2 000 000	2 000 000
Suma	46 197 773	47 373 123	81 461 992	103 412 394	131 141 121

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

W ramach naboru wniosków o dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego dla województwa łódzkiego na lata 2007 - 2013 do działania II.9 „Odnawialne źródła energii”, wpisującego się w oś priorytetową „Ochrona środowiska, zapobieganie zagrożeniom i energetyka” złożono prawie sto projektów, zaś kryteria oceny merytorycznej spełniło 19 beneficjentów i z nimi podpisano umowy o dofinansowanie. W województwie łódzkim przeznaczono na energię odnawialną prawie 100 mln zł z funduszy unijnych. Zdecydowano się wydać w jednym konkursie całą pulę pieniędzy, żeby nie stracić na wahaniach euro. Wnioski można było składać o dofinansowanie:

- inwestycji związanych z jednostkami wytwórczymi energii elektrycznej (w tym m.in. budowa, przebudowa lub zakup jednostki wytwórczej), wykorzystującymi biomasę, biogaz, energię słoneczną, wiatrową, z wody w małych elektrowniach wodnych),
- budowy, rozbudowy i modernizacji infrastruktury służącej do produkcji i przesyłu energii odnawialnej,
- inwestycji wykorzystujących nowoczesne technologie know-how w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- inwestycji związanych z jednostkami wytwórczymi ciepła (w tym m.in. budowa, przebudowa lub zakup jednostki wytwórczej) przy wykorzystaniu m.in. biomasy, energii słonecznej, energii geotermalnej.

Do grudnia 2010 roku wydatkowano na dofinansowanie projektów z zakresu OZE 92 672 51,88 zł, a całkowita wartość wszystkich projektów to kwota 153 301 871 91 zł. Dominowały projekty związane z wykorzystaniem energii słonecznej i wiatrowej. Dwa projekty dotyczyły wykorzystania energii odnawialnej pochodzącej z biomasy pn: „Zabezpieczenie energetyczne i ciepłe Gminy Daszyna na bazie energii odnawialnej”, oraz „Wykorzystanie źródeł energii odnawialnej poprzez powszechną instalację kolektorów słonecznych oraz budowę kompleksowej kotłowni na biomasę jako wsparcie działań dla ochrony środowiska w gminie Krośniewice”. W ramach dofinansowania projektów dla gmin Daszyna i Krośniewice (odpowiednio: 6 326 429,72 zł i 8 318 405,45 zł) wsparcie otrzymają inwestycje związane z budową kotłowni na biomasę w miejscowościach: Daszyna, Mazew i Krośniewice.

Wartość alokacji środków unijnych w RPO dla działania 3.2 Podnoszenie innowacyjności i konkurencyjności przedsiębiorstw stanowi kwotę 96 217 059 Euro a dotychczas, w ramach naborów konkursowych do tego działania, dofinansowano (marzec 2011) projekty na kwotę 563 223 476, 15 zł. Wśród szeregu przedsiębiorców, którzy otrzymali dotację na innowacyjne rozwiązania w swej działalności znaleźli się także przedsiębiorcy z branży odnawialnych źródeł energii. Firma ASCO sp. z o. o. z Główna (pow. zgierski) dzięki wsparciu środków unijnych realizuje projekt pn. „Wzrost konkurencyjności i zdolności eksportowej firmy ASCO przez wdrożenie innowacyjnych i wiodących technologii produkcji dla sektora energetyki odnawialnej oraz kolejowego”. Wartość przedsięwzięcia to 1 482 529,00 zł, a dofinansowanie z EFRR wyniesie 599 245,98 zł.

Firma „Wirex” sp. z o. o. ze Szczercowa (pow. bełchatowski) otrzymała dwuetapowe dofinansowanie z RPO na realizację inwestycji związanej z wdrożeniem do produkcji granulowanych biopaliw stałych z różnego rodzaju biomasy z zastosowaniem innowacyjnych rozwiązań technicznych. W I etapie projekt uzyskał wsparcie wysokości 1 474 794,28 zł, przy całkowitej wartości projektu na sumę 2 632 340,00 zł, zaś w II

etapie dofinansowanie wynosiło 1 273 332, 98 zł, podczas gdy projekt przedstawiał wartość 2 297 664,00 zł. Przedsiębiorstwo „Anpol” z Wróblewa (pow. sieradzki) otrzymało 2 438 524,00 zł dotacji na „Powiększenie parku maszynowego do produkcji biomasy i zakup kotła c. o. o. mocy 3,2 MW oraz zakup pojazdów i urządzeń zapewniających logistykę i kompatybilne funkcjonowanie przedsięwzięcia”, która wesprze inwestycję wartą 4 999 999,20 zł.

„Pomoc dla plantacji trwałych”. Mechanizm WPR realizowany przez Agencję Rynku Rolnego.

Rolnicy, którzy po 1 września 2007 roku założyli plantacje wieloletnich roślin energetycznych, zgodnie z ustawą z 26 stycznia 2007 roku o płatnościach w ramach systemów wsparcia bezpośredniego (Dz. U. nr 35, poz. 217 z późn. zm.) mogli ubiegać się w Agencji Rynku Rolnego o zwrot części poniesionych kosztów. Wysokość pomocy zależała od rodzaju plantacji (wierzba, topola, miskant oraz ślazier pensylwański) i wynosiła od 30% do 50% zryczałtowanych kosztów założenia 1 ha plantacji. W danym roku można było otrzymać jednorazową pomoc do 100 ha ww. upraw. Z uwagi na zmianę przepisów prawa wspólnotowego (rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009) rok 2009 był ostatnim, w którym rolnicy mogli ubiegać się o płatność do plantacji trwałych. W ciągu dwóch lat funkcjonowania mechanizmu ARR objęła pomocą finansową łącznie 1852,93 ha (640,84 ha w 2008r. i 1212,09 ha w 2009r.) plantacji trwałych roślin energetycznych w kraju, a oddziałami terenowymi, na terenie działania których odnotowano największą powierzchnię nowopowstałych upraw, a tym samym do których trafiła największa ilość pomocy finansowej były: Olsztyn, Szczecin, Wrocław, Poznań, Opole, Rzeszów, Gorzów Wielkopolski. Kwota przyznanej pomocy łącznie we wszystkich terenowych ARR wyniosła w 2008 roku 3 399 tys. zł, a w 2009 roku 5 529 tys. zł.

W latach 2008-2009 w województwie łódzkim powierzchnia plantacji trwałych do których składane były wnioski o pomoc wynosiła ogółem 58,69 ha i dotyczyły one tylko plantacji wierzby energetycznej. Powierzchnia plantacji wierzby do której składano wnioski wynosiła w powiatach: pajęczańskim (gm. Pajęczno) 51,33 ha, radomszczańskim (gm. Gomunice) 1,54 ha, piotrkowskim (gm. Aleksandrów) 1,05 ha, sieradzkim (gm. Sieradz) 4,59 ha. Decyzje o przyznaniu pomocy do plantacji trwałej uzyskali plantatorzy z gminy Pajęczno w pow. pajęczańskim na kwotę 100 233,0 zł, a z gminy Gomunice w pow. radomszczańskim na kwotę 6 622,0 zł, a łącznie dotyczyły one powierzchni 24,85 ha. Na tle kraju, na 16 Oddziałów Terenowych Agencji Rynku Rolnego, województwo łódzkie w czasie działania mechanizmu pomocowego 2008 - 2009, z dotacją przyznaną do założenia plantacji trwałej na powierzchni 24,85 ha zajęło 11 pozycję w kraju.

W konkluzji poziom zainteresowania beneficjentów, a tym samym oddziaływanie mechanizmu w każdym województwie były różne i uzależnione m.in. od struktury zasiewów, aktywności regionalnych plantatorów roślin energetycznych oraz specyfiki i charakteru danego regionu.

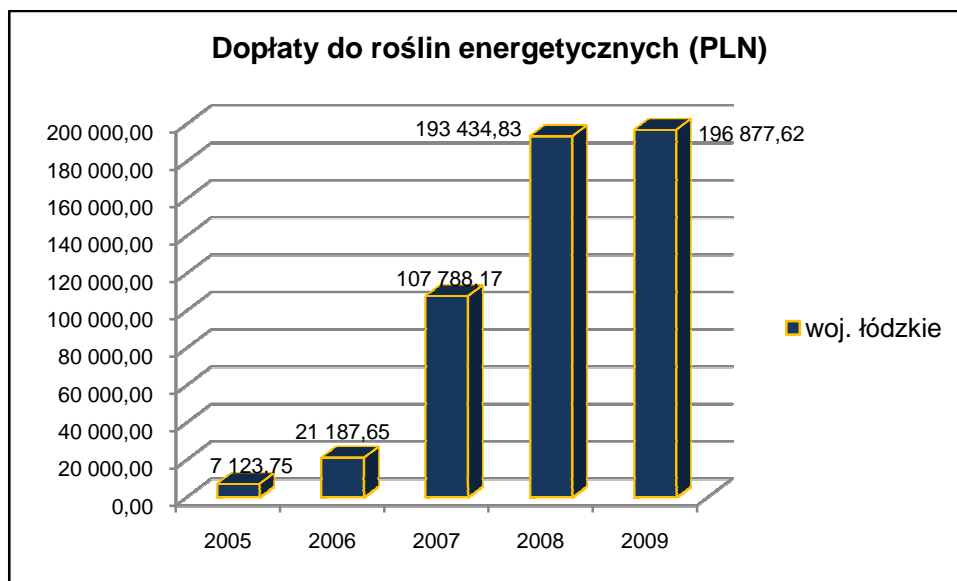
Dopłaty do upraw roślin energetycznych. Mechanizm WPR realizowany przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

W latach 2005-2006 polscy rolnicy otrzymywali dopłaty do uprawy roślin energetycznych z budżetu krajowego. Od 2007 roku została przyznana Polsce pomoc unijna, prawnie unormowana Rozporządzeniem Rady (WE) Nr 1212 z 19 grudnia 2006 r. oraz Komisji 270/2007 z 13 marca 2007 r. Od tego okresu roku rolnicy mogli ubiegać się o wsparcie z budżetu unijnego do powierzchni zajętej przez uprawy energetyczne w wysokości 45 euro/ha. Takie rozwiązanie miało zachęcić ich do uprawy roślin energetycznych będących źródłem energii odnawialnej i przeznaczonych do produkcji biopaliw. Rada Wspólnot Europejskich zwiększyła również z 1,5 mln do 2 mln ha

gwarantowaną powierzchnię upraw energetycznych, dla której taka pomoc mogła być przyznawana. W związku ze zmianą przepisów wspólnotowych, które są wynikiem przekroczenia w krajach UE uprawy roślin energetycznych znacznie ponad 2 mln ha, od roku 2010 płatności do upraw roślin energetycznych nie są już realizowane. Płatność przysługiwała rolnikom do zgłoszonej we wniosku do ARiMR powierzchni upraw roślin energetycznych (zadeklarowanych jako grupa upraw RE), jeżeli został spełniony cel – surowce przetwarzane będą w energię.

W województwie łódzkim rolnicy deklarujący we wnioskach do ARiMR powierzchnie roślin energetycznych, spełniający wymagania programu (rolnik dostarczy rośliny do podmiotu skupującego lub pierwszej jednostki przetwórczej i ilości roślin dostarczane odpowiadają co najmniej plonowi reprezentatywnemu lub przetworzy we własnym gospodarstwie na produkty energetyczne w ilości odpowiadającej co najmniej plonowi reprezentatywnemu, w przypadku roślin wieloletnich dla których nie jest ustalony plon reprezentatywny należy dostarczyć do podmiotu lub przetworzyć w gospodarstwie całą ilość zebranego surowca) mogli ubiegać się o płatność do tych upraw. W 2005 roku w ramach pomocy krajowej wypłaty dla roślin energetycznych stanowiły kwotę nieco ponad 7 tys. zł, w 2006 roku była to wartość 21 187 zł. Od momentu obowiązywania wspólnotowego systemu pomocy do uprawy roślin energetycznych zainteresowanie uprawami na cele energetyczne rzeczywiście było dość wysokie, tak w naszym województwie, jak i w całym kraju, co wymiennie przełożyło się na wypłacone środki dotacji. Kwota zrealizowanych płatności wynosiła w województwie łódzkim w 2007 r. 107 788,17 zł, w kampanii 2008 niemalże podwoiła się. Rolnicy z Łódzkiego w ramach dopłat pozyskali w 2008 roku 193 434,8 zł, a w 2009 roku – 196 877,6 zł.

Wykres 2: Kwota zrealizowanych płatności dla roślin energetycznych w ramach uzupełniających płatności obszarowych w województwie łódzkim.

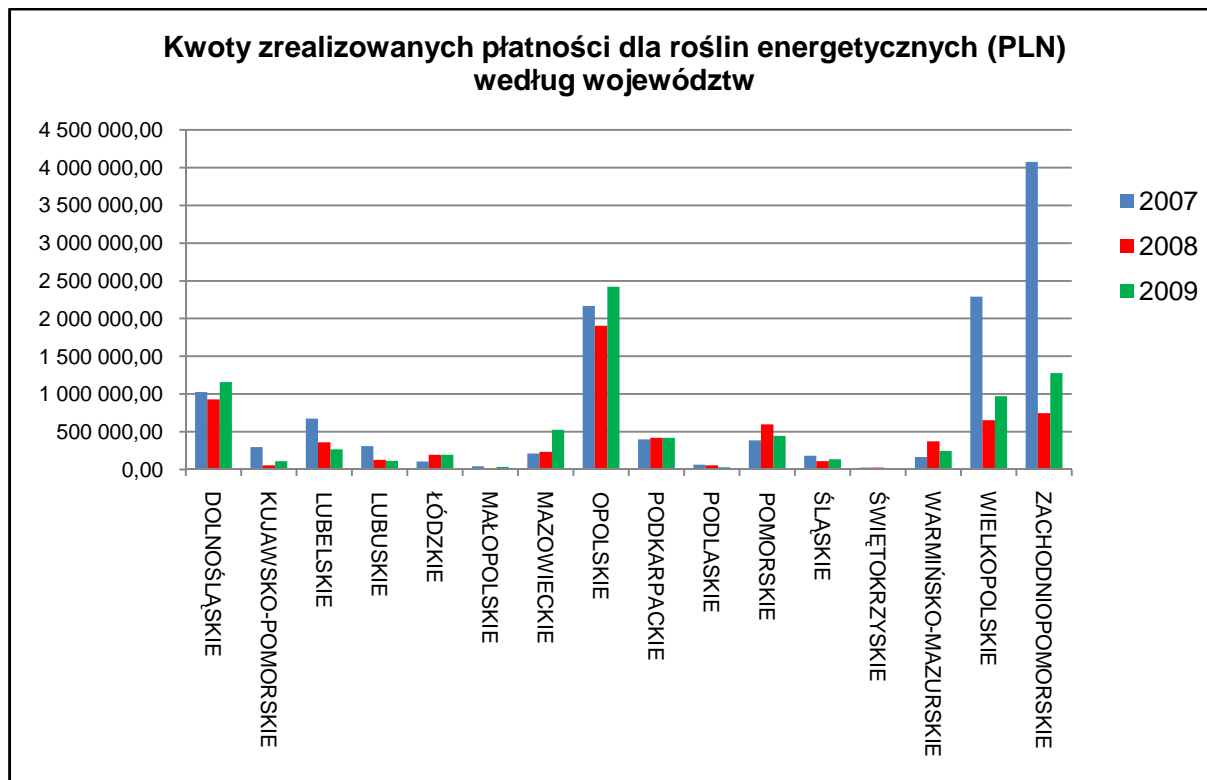


Źródło: System Informacji Zarządczej ARiMR

W skali kraju, patrząc przez pryzmat całościowych wypłat, w kolejnych kampaniach naboru wniosków (2007-2009) dla roślin energetycznych finansowanych z budżetu UE, największe dofinansowanie do upraw energetycznych spłynęło do województwa zachodniopomorskiego, opolskiego, dolnośląskiego, wielkopolskiego, pomorskiego. W tym porównaniu województwo łódzkie wypada dość przeciętnie, lokuje się w drugiej dziesiątce województw. Sumaryczna płatność dla wszystkich województw w kraju w 2007 roku stanowiła wartość 12 425 136,7 zł, w 2008 roku było to 6 802 801,9 zł, zaś w 2009 roku wypłacono do uprawy roślin energetycznych 8 376 951,2 zł. W całej puli pieniędzy wypłaconych w 2009 r. w Polsce na rośliny energetyczne województwo łódzkie (rolnicy

uprawiający rośliny energetyczne przeznaczone do przetworzenia na produkty energetyczne) otrzymało wsparcie na poziomie 2,3%, dla porównania najwięksi udziałowcy to: opolskie – 28,9%, zachodniopomorskie – 15,2%, dolnośląskie – 13,8%, wielkopolskie – 11,6%.

Wykres 3: Kwoty zrealizowanych płatności dla roślin energetycznych (PLN) w ramach uzupełniających płatności obszarowych według województw w kampaniach 2007, 2008, 2009.

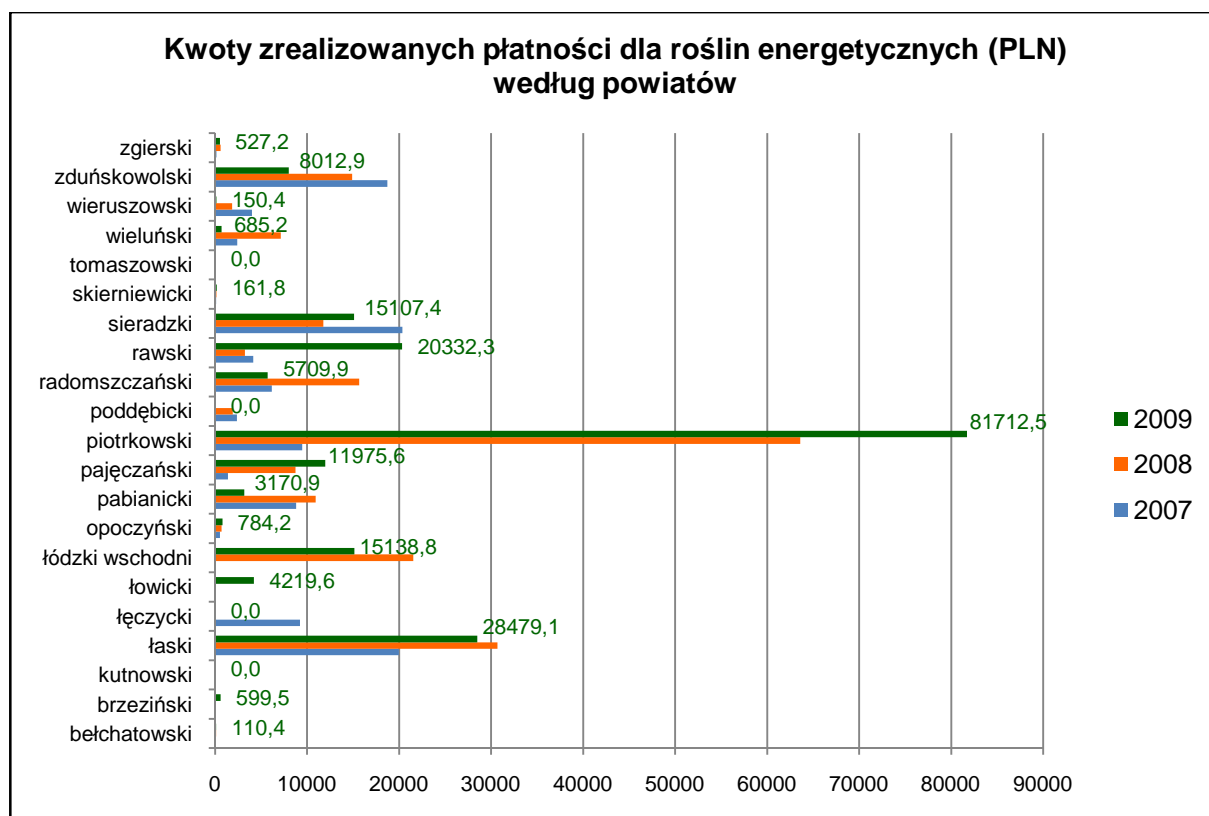


Źródło: System Informacji Zarządczej ARiMR

Wyniki z kampanii przeprowadzonej w roku 2007 pokazują iż największe dofinansowanie w ramach płatności do roślin energetycznych otrzymały powiaty: łaski, sieradzki i zduńskowski. Zbliżona wartość dofinansowania trafiła do powiatów: łęczycki, pabianicki, piotrkowski, jednakże były to pieniądze prawie o połowę mniejsze od tych w wyżej wymienionych powiatach.

Analizując w powiatach kwoty zrealizowanych płatności w kampanii 2008 i 2009 zauważa się, iż najkorzystniej pod tym względem wypada powiat piotrkowski. Tutaj w kampanii 2008 i 2009 trafiły największe pieniądze, odpowiednio 63,6 tys. zł. i 81,7 tys. zł. Kwoty, które wypłacone zostały odbiorcom w innych powiatach są zasadniczo niższe i wyraźnie zróżnicowane. Jednakże odnosząc się do wartości wypłaconych kwot (w tys. zł) w 2009 r. na wyróżnienie zasługują powiaty: łaski (28,4), rawski (20,3), łódzki wschodni (15,1), sieradzki (15,1), pajęczański (11,1). W kampanii 2009 były też powiaty, do których nie popłynęły żadne pieniądze, a są to: kutnowski, łęczycki, poddębicki i tomaszowski. Generalnie należy zauważyć iż z wyjątkiem powiatów: piotrkowskiego, pajęczańskiego, sieradzkiego i rawskiego kwoty zrealizowanych płatności w kampanii 2009 są niższe od kwot wypłaconych w kampanii 2008.

Wykres 4: Kwoty zrealizowanych płatności dla roślin energetycznych (PLN) w ramach uzupełniających płatności obszarowych według powiatów w kampaniach 2007, 2008, 2009.



Źródło: Departament Programowania i Sprawozdawczości, ARiMR

Krajowy Program Restrukturyzacji. Mechanizm WPR „Dywersyfikacja Przemysłu Cukrowniczego”

Agencja Rynku Rolnego opracowała w roku 2008 Krajowy Program Restrukturyzacji, którego głównym celem jest wsparcie alternatywnych rozwiązań w stosunku do uprawy buraka cukrowego i produkcji cukru w gminach objętych restrukturyzacją sektora cukrowniczego. Na realizację działań objętych Krajowym Programem Restrukturyzacji przeznaczona została kwota 34,4 mln euro. Ostatecznym terminem realizacji inwestycji w ramach działań objętych Programem jest 30 września 2011 r., zaś ostateczny termin wypłaty środków finansowych to 30 września 2012 r.

Beneficjenci, którzy prowadzą działalność na terenie gmin objętych procesem restrukturyzacji mogą uzyskać dodatkową pomoc na rzecz dywersyfikacji, przyznawaną w ramach tymczasowego systemu restrukturyzacji przemysłu cukrowniczego we Wspólnocie. Projekty mogą uzyskać wsparcie z działania „Zwiększanie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej” (alokacja środków – 10,7 mln euro) oraz „Modernizacja gospodarstw rolnych” (alokacja środków – 23,7 mln euro) jeśli mają na celu przetwarzanie produktów rolnych na cele energetyczne lub budowę albo modernizację przedsiębiorstw zorientowanych na rynki bioenergii, które przetwarzają produkty rolne na cele energetyczne.

W ramach działania „Zwiększenie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej” realizowane są w kraju 23 umowy o przyznanie i wypłatę pomocy na kwotę wynoszącą około 43,6 mln PLN, tj. około 10,7 mln euro, w tym 4 umowy obejmujące budowę biogazowni, a 19 umów obejmujących zakup maszyn i urządzeń m.in.: linie do produkcji pelletu i bryketu oraz przygotowanie produktów rolnych do dalszego przetwarzania na cele energetyczne. Łącznie od uruchomienia mechanizmu Agencja Rynku Rolnego wypłaciła wnioskodawcom około 1,2 mln PLN, tj. około 0,3 mln euro.

Do 30 maja 2011 na działanie „Modernizacja gospodarstw rolnych” przeznaczone zostało 20,0 mln euro, a OT ARR zawarły z producentami rolnymi 2365 umów o przyznanie i wypłatę pomocy, na kwotę wynoszącą około 78,7 mln PLN tj. około 19,6 mln euro.

Łącznie ARR wypłaciła 1425 wnioskodawcom w kraju około 49,0 mln PLN tj. 12,3 mln euro, co stanowi 61,5 % kwoty przeznaczonej na to działanie.

Z informacji telefonicznych udzielonych przez Agencję Rynku Rolnego w Warszawie wynika, iż w województwie łódzkim znajdują się beneficjenci, którzy otrzymali dofinansowanie do projektów (wniosków) związanych z biomasą w ramach Krajowego Programu Restrukturyzacji, aczkolwiek odnośnie przesłania bardziej szczegółowych danych dotyczących m.in. lokalizacji tych projektów Agencja Rynku Rolnego nie wyraziła zgody na upublicznienie.

PROW 2007 - 2013

W ramach naboru wniosków w latach 2008 - 2010 do działania „Różnicowanie w kierunku działalności nierolniczej” do ARiMR złożono 21 projektów których istotą było rozpoczęcie pozarolniczej działalności gospodarczej związanej z rynkiem odnawialnych źródeł energii. Spośród ww. projektów 10 z nich nie przeszło kwalifikacji i zostały odrzucone z przyczyn formalnych, 1 wnioskodawca zrezygnował w ogóle z uczestnictwa w dalszej procedurze. Dziewięć projektów otrzymało wsparcie dla swoich inwestycji na łączną sumę 664 840,5 zł, zaś zakres przyznanej pomocy dotyczył kwot od 19,8 tys. zł do 100,0 tys. zł. Najwyższe dofinansowanie na sumę 100,0 tys. zł otrzymało trzech wnioskodawców pochodzących z gmin: Drużbice, Żłoczew i Lututów. Inwestorzy których projekty otrzymały pomoc finansową zamieszkują gminy: Drużbice (pow. bełchatowski), Strzelce, Dąbrowice (pow. kutnowski), Sadkowice (pow. rawski), Błaszki, Żłoczew (pow. sieradzki), Lututów (pow. wieruszowski), Wieluń (pow. wieluński), Sędziejowice (pow. rawski). W wymienionych gminach beneficjenci przyznanej pomocy przeznaczali na operacje związane w sposób bezpośredni bądź pośredni z wytwarzaniem produktów energetycznych z biomasy (linia do produkcji brykietu, pelletu).

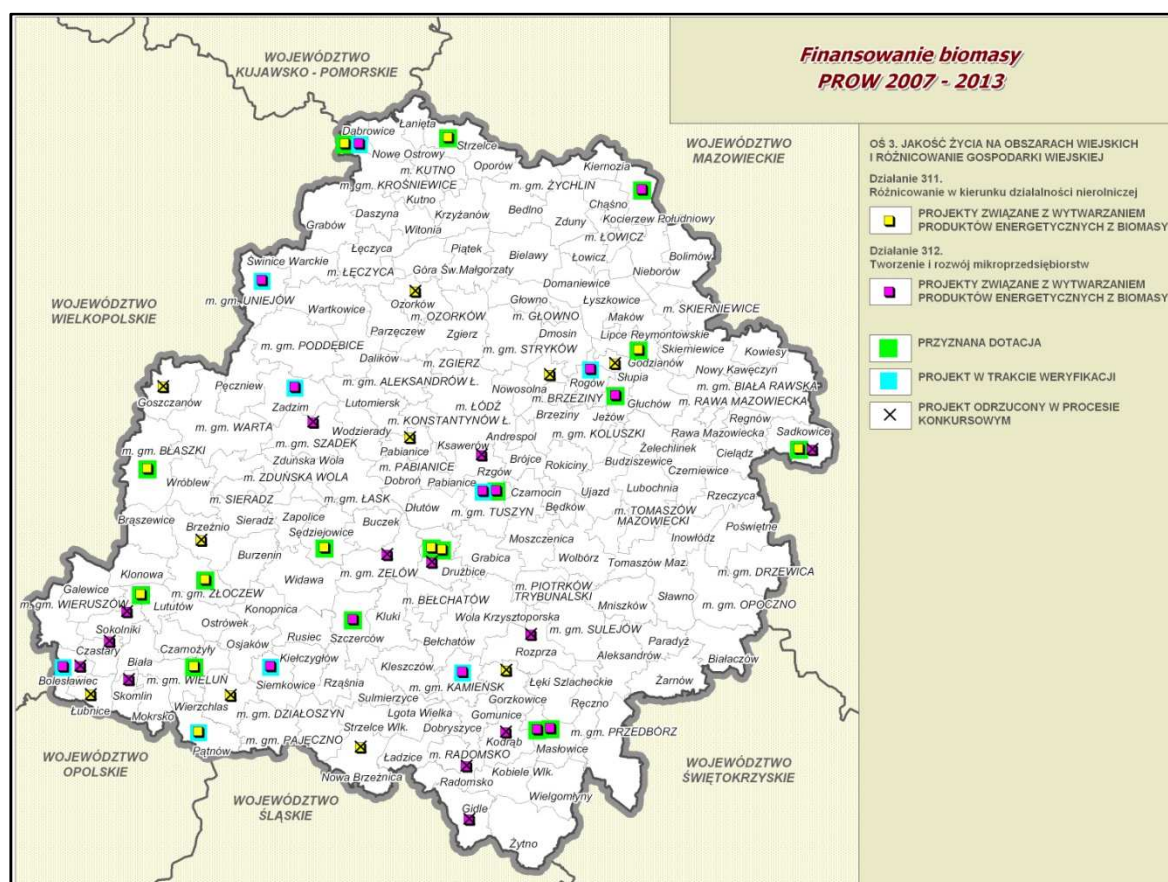
Możliwość inwestowania w działalności związane z wytwarzaniem produktów energetycznych z biomasy posiadają także beneficjenci działający na obszarze zawiązanej Lokalnej Grupy Działania. Dofinansowanie przyznawane jest na operacje, w których planowane inwestycje po spełnieniu ogólnych warunków obowiązujących w tych działaniach, są zgodne z kryteriami zapisanymi w „Lokalnej strategii rozwoju” (LSR) opracowanej przez daną LGD. W ramach działania „Wdrażanie lokalnych strategii rozwoju – różnicowanie w kierunku działalności nierolniczej” wsparcie otrzymały dwa projekty na terenie województwa. Lokalna Grupa Działania „Dolina rzeki Grabi” przedstawiła projekt, którego realizacja będzie miała miejsce na terenie gminy Drużbice (pow. bełchatowski) i otrzymała pomoc na poziomie 77 967 zł. Z kolei LGD „Gniazdo” realizuje projekt w gminie Godzianów (pow. skierniewicki) przy wsparciu dofinansowania z PROW w wysokości 100 tys. zł.

Działanie „Tworzenie i rozwój mikroprzedsiębiorstw” daje możliwość ubiegania się o wsparcie finansowe na swoją działalność mikroprzedsiębiorcom. Szansę otrzymania pomocy z tego działania mieli również przedsiębiorcy zaangażowani w rynek bioenergii, a konkretnie związani z produkcją materiałów opałowych pochodzących z biomasy. W okresie 2009 – 2010 podczas prowadzenia naborów do tego działania, przedsiębiorcy związani z wytwarzaniem produktów z biomasy roślinnej składali wnioski o dofinansowanie swoich inwestycji – projektów. Do ARiMR napłynęły z tej dziedziny 24 projekty, z których nie wszystkie spełniały wymagania proceduralne, 13 z powyższych zostało odrzuconych, tym samym nie została im przyznana żadna kwota pomocy. Wsparcie przekładające się na konkretne pieniądze otrzymało sześciu wnioskodawców, całkowita kwota przyznanych płatności to 1 395 793 zł. Najwyższe dofinansowanie w kwocie 300 tys. zł otrzymały projekty zlokalizowane w gminach: Kocierzew Południowy (pow. łowicki), Szczerców (pow. bełchatowski) i Tuszyń (pow. łódzki wschodni). Kolejno

Inwestor realizujący projekt w Masłowicach (pow. radomszczański) zainkasował 200 tys. zł pomocy finansowej, projekt zlokalizowany w gminie Jeżów otrzymał wsparcie w wysokości 196 176 zł. Druga inwestycja związana z produkcją brykietu w gminie Masłowice (pow. radomszczański) otrzymała pomoc od ARiMR w wysokości 99617 zł. Spośród 24 złożonych wniosków, 8 prawdopodobnie będzie mogło liczyć na pieniądze – dofinansowanie, po uzupełnieniu wskazanych przez ARiMR braków i nieścisłości. W trakcie weryfikacji są projekty z gmin: Rogów (pow. łódzki wschodni), Dąbrowice (pow. kutnowski), Tuszyn (łódzki wschodni), Zadzim (pow. poddębicki), Siemkowice (pow. pajęczański), Uniejów (pow. poddębicki), Kamieńsk (pow. radomszczański), Bolesławiec (pow. wieruszowski).

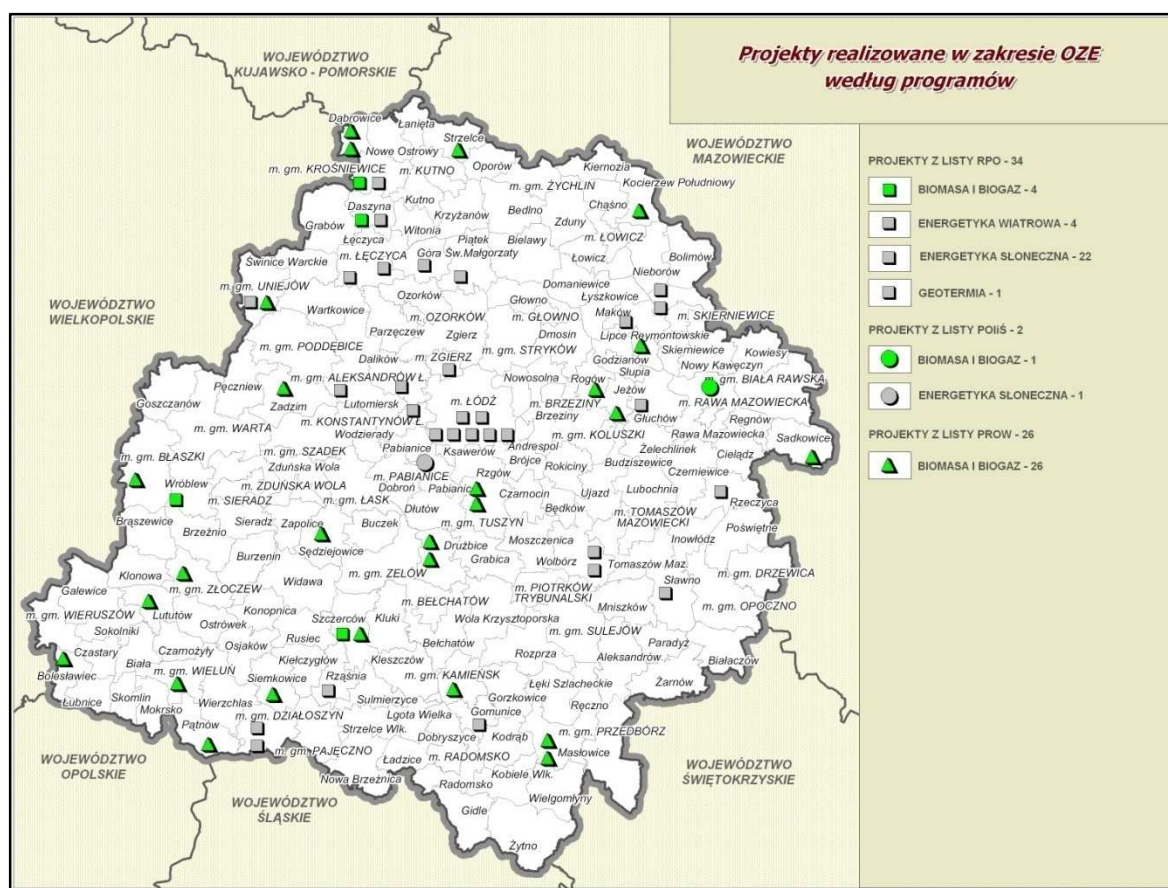
Podczas przyjmowania wniosków do działania „Tworzenie i rozwój mikroprzedsiębiorstw” wpłynęły do ARiMR cztery wnioski od Lokalnych Grup Działania. Jednakże nie zostały one rozpatrzone pozytywnie ponieważ, wnioskodawcy ze Stowarzyszenia LGD „Poddębice i Zadzim – „Kraina Bez Barier” oraz Fundacja Rozwoju Gmin „Prym” zrezygnowali w toku trwającego procesu oceny wniosków, zaś projekty LGD „Dolina rzeki Grabi” oraz Stowarzyszenia Rozwoju Gmin „Centrum” zostały odrzucone z przyczyn nie spełnienia wymaganych kryteriów. Poniżej na załączonej mapie przedstawiono finansowanie projektów związanych z wytwarzaniem produktów energetycznych z biomasy z PROW w latach 2007 - 2013. Oprócz tego zamieszczono mapę zawierającą projekty realizowane w zakresie OZE według programów z wyróżnieniem tych dotyczących biomasy i biogazu.

Mapa 1: Finansowanie projektów związanych z wytwarzaniem produktów energetycznych z biomasy z PROW 2007 – 2013.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Mapa 2: Projekty realizowane w zakresie OZE według programów.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

6. Metodyka obliczania potencjału technicznego odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę.

Aktualnie w Polsce największy potencjał wśród wszystkich odnawialnych źródeł energii jest zgromadzony w biomasie. Jej znaczenie w bilansie energetycznym musi rosnać głównie ze względu na wymagane dyrektywami Unii Europejskiej poziomy udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w całkowitej produkcji energii. Ze względu na istniejący potencjał, polska energetyka odnawialna w dużym stopniu już się opiera na biomasie i prawdopodobnie będzie to proces postępujący. Na rynku istnieje obecnie wiele metod oraz specyficznych technologii użycia biomasy na cele energetyczne. Poniżej przedstawiono metodykę obliczania potencjałów technicznych odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę. Została ona podzielona według źródeł pochodzenia danego surowca energetycznego. Niniejszą metodykę zaczerpnięto z opracowania pt. Metodyka planowania energetycznego, sporządzonego przez ekspertów z Europejskiego Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska. Dodatkowo na potrzeby tego opracowania poddano ją uzupełnieniu i pewnym modyfikacjom.

6.1. Słoma.

Ilość produkcji słomy na danym terenie jest uzależniona od areалу poszczególnych zbóż oraz od plonu ziarna. Korzystając z danych przedstawionych w tabeli można w przybliżeniu obliczyć ilość powstającej słomy na rozpatrywanym terenie¹⁹.

Tabela 3: Wskaźniki pozyskania słomy w zależności od plonu ziarna oraz areалу.

Wskaźnik	Zboża ozime				Zboża jare			Rzepak
	pszenica	pszenżyto	żyto	jęczmień	pszenica	jęczmień	owies	
$I_{s/z}$ Stosunek plonu słomy do plonu ziarna	0,88	1,104	1,37	0,78	0,92	0,74	1,05	1
$I_{s/a}$ Zbiór słomy w stosunku do areалу t/ha	2,2 - 6,2	2,95 - 6,1	2,6 - 6,8	2,25 - 3,9	2,8 - 4,4	1,95 - 5,0	3,6 - 5,5	1,8 - 4,0
	średnio 4,4	średnio 4,9	średnio 5,1	średnio 3,0	średnio 3,6	średnio 3,6	średnio 4,4	średnio 2,2

Źródło: Metodyka planowania energetycznego, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska, 2002.

Słoma jest wykorzystywana do różnych celów gospodarczych. Na cele energetyczne można wykorzystać jedynie powstające nadwyżki, których ilość jest zależna między innymi od:

- rodzaju gleb,
- wielkości gospodarstwa,
- rodzaju prowadzonej hodowli (ilość zwierząt, rodzaj ściółki itp.).

Poniżej w tabeli przedstawiono nadwyżki słomy, jakie powstają w poszczególnych województwach.

¹⁹ Strategia ekoenergetyczna powiatu lidzbarskiego - EC BREC, ESD i British Know-How Fund czerwiec 2002.

Tabela 4: Procentowe wartości nadwyżek słomy w poszczególnych województwach.

Województwo	I_{ns} Nadwyżka słomy w stosunku do jej produkcji po uwzględnieniu zapotrzebowania na paszę i ściółkę oraz na przeoranie
dolnośląskie	22%
kujawsko-pomorskie	55%
lubelskie	57%
lubuskie	32%
łódzkie	38%
małopolskie	8%
mazowieckie	31%
opolskie	62%
podkarpackie	24%
podlaskie	0%
pomorskie	63%
śląskie	54%
świętokrzyskie	34%
warmińsko-mazurskie	52%
wielkopolskie	48%
zachodniopomorskie	43%
POLSKA	42%

Źródło: Metodyka planowania energetycznego, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska, 2002.

Wspomniane nadwyżki mogą być z powodzeniem wykorzystane w energetyce. Biorąc pod uwagę właściwości, najbardziej odpowiednie do tego typu użycia są: słoma żytnia, pszena, rzepakowa, gryczana i kukurydziana. Niektóre rodzaje słomy nie są zalecane ze względu na problemy technologiczne. Wadą opisywanego paliwa w odróżnieniu od innych jest uciążliwość pod względem technologii zbioru, przechowywania i spalania. Na obszarze Polski do zużytkowania jest wiele milionów ton słomy. Najbardziej zasobnymi województwami są: wielkopolskie, lubelskie, kujawsko-pomorskie, pomorskie, opolskie, mazowieckie i warmińsko – mazurskie.

Aby oszacować wartość nadwyżki słomy na danym terenie należy:

- uzyskać dane na temat bezpośrednio istniejącej produkcji ziarna lub wielkości areálu,
- uzyskane dane na temat ilości ziarna przemnożyć przez średnie wartości stosunku plonu ziarna do słomy ($I_{s/z}$) oraz przemnożyć przez procentowe wartości nadwyżki słomy dla wybranego województwa (I_{ns}),
- uzyskane dane na temat areálu (A) przemnożyć przez średnie wartości stosunku zbioru słomy w stosunku do areálu oraz przemnożyć przez procentowe wartości nadwyżki słomy dla wybranego województwa.

$$Z_{st} [t/rok] = P_z [t] \times I_{s/z} \times I_{ns}$$

lub

$$Z_{st} [t/rok] = A_{zb} [ha] \times I_{s/a} [t/ha] \times I_{ns}$$

gdzie:

$Z_{st} [t/rok]$ - zasób słomy na cele energetyczne;

$P_z [t]$ - plon ziarna;

$I_{s/z}$ - stosunek plonu słomy do plonu ziarna;

I_{ns} - wskaźnik nadwyżki słomy w województwie;

A_{zb} [ha] – areal przeznaczony pod uprawę danego zboża;
 $I_{s/a}$ - zbiór słomy w stosunku do arealu.

Energię możliwą do pozyskania ze słomy można ustalić korzystając ze wzoru:

$$E_{st} [GWh/rok] = Z_{st} [t/rok] \times 13 [GJ/t] \times 80\% / 3600$$

gdzie:

E_{st} [GWh/rok] - energia możliwa do pozyskania ze słomy;
 Z_{st} [t/rok] - zasób słomy na cele energetyczne;
 13 GJ/t - wartość energetyczna słomy o wilgotności 18-22%;
 80% - sprawność urządzeń do spalania słomy.

6.2. Odpady leśne.

Obliczenie teoretycznych możliwości wykorzystania drewna odpadowego z lasu wymaga przyjęcia założeń, że na cele energetyczne używa się²⁰:

- drewno opałowe stanowiące 2,5% przyrostu rocznego,
- odpady zrębowe (materiał po przecince tj. grubsze gałęzie, wałki, żerdzie) stanowią 6% przyrostu rocznego,
- odpady z obróbki drewna stanowią 7,5% przyrostu rocznego.

Należy zauważyć, że jest to materiał stanowiący pewną część rocznego pozysku drewna, który przyjmuje się na poziomie 50% rocznego przyrostu.

$$\begin{aligned} Z_{drl} [m^3] &= A_l [ha] \times P [m^3/ha] \times P_{dr} \times \%Z_e = A_l [ha] \times P [m^3/ha] \times P_{dr} \times (2,5\% + 6\% + 7,5\%) \\ &= A_l [ha] \times P [m^3/ha] \times P_{dr} \times 0,16 \end{aligned}$$

gdzie:

Z_{drl} [m³] - zasób drewna z odpadów leśnych;
 A_l [ha] - areal lasów;
 P [m³/ha] - przyrost roczny;
 P_{dr} - 50% - pozysk drewna;
 $\%Z_e$ - procent przyrostu możliwy do przeznaczania na cele energetyczne.

Wartości przyrostu rocznego dla różnych rejonów Polski przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 5: Wielkość średniego przyrostu masy drewna w lasach dla różnych rejonów Polski.

Region	Przyrost [m ³ /ha]
Białystok (podlaskie)	3,91
Gdańsk (pomorskie)	3,58
Katowice (śląskie)	3,68
Kraków (małopolskie)	3,30
Krosno (podkarpackie)	3,68
Lublin (lubelskie)	3,72
Łódź (łódzkie)	3,47
Olsztyn (warmińsko - mazurskie)	3,87
Piła (wielkopolskie)	3,29

²⁰ Strategia ekoenergetyczna powiatu lidzbarskiego - EC BREC, ESD i British Know-How Fund czerwiec 2002.

Poznań (wielkopolskie)	3,44
Radom (mazowieckie)	3,57
Szczecin (zachodniopomorskie)	3,52
Szczecinek (zachodniopomorskie)	3,32
Toruń (kujawsko-pomorskie)	3,15
Warszawa (mazowieckie)	3,56
Wrocław (dolnośląskie)	3,94
Zielona Góra (lubuskie)	2,98

Źródło: *Metodyka planowania energetycznego, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska, 2002.*

Ilość energii możliwej do pozyskania z odpadów leśnych można policzyć na podstawie wzoru:

$$E_{drl} [GWh/rok] = Z_{drl} [m^3] \times 8 [GJ/m^3] / 3600 \times 60\%$$

gdzie:

$E_{drl} [GWh/rok]$ - ilość energii możliwa do pozyskania z odpadów leśnych;

$Z_{drl} [m^3]$ - zasób drewna z odpadów leśnych;

8 [GJ/m³] - wartość energetyczna drewna (50% wilgotności);

60% - sprawność urządzeń do spalania drewna.

6.3. Odpady z sadów, ogrodów.

Według szacunków można stwierdzić, że z 1 ha sadów powstaje średnio 0,35 m³/rok odpadów drzewnych.

$$Z_{og} [m^3] = 0,35 [m^3/ha] \times A_s [ha]$$

gdzie:

$Z_{og} [m^3]$ - zasób odpadów drzewnych z sadów i ogrodów;

0,35 [m³/ha] - ilość odpadów drzewnych powstających w sadach;

$A_s [ha]$ - powierzchnia sadów i ogrodów.

Ilość energii możliwej do pozyskania z odpadów z sadów i ogrodów można policzyć na podstawie wzoru:

$$E_{og} [GWh/rok] = Z_{og} [m^3] \times 8 [GJ/m^3] / 3600 \times 60\%$$

gdzie:

$E_{og} [GWh/rok]$ - ilość energii możliwa do pozyskania z odpadów z sadów i ogrodów;

$Z_{og} [m^3]$ - zasób odpadów drzewnych z sadów i ogrodów;

8 [GJ/m³] - wartość energetyczna drewna (50% wilgotności);

60% - sprawność urządzeń do spalania drewna.

6.4. Odpady z przycinki drzew rosnących wzdłuż dróg.

Ilość odpadów powstających przy drogach można w pewien sposób oszacować. Wykorzystuje się w tym celu dane wskaźnikowe. Przyjmuje się pewne założenia, między innymi, że każdy kilometr drogi stanowi odpowiednik 0,9 ha (3 m x 3 strony drogi x 1000

m). Dodatkowo należy zauważyć, że przyrost drewna wynosi 3,5 m³/ha oraz, że możliwość pozyskania drewna na cele opałowe wynosi 50%. W ten sposób otrzymujemy wartość wskaźnikową wynoszącą 1,5 m³/km drewna odpadowego z przycinki drzew na cele energetyczne. Oprócz tego w obliczeniach bierze się pod uwagę gęstość dróg gminnych i powiatowych na danym terenie. Przyjmuje się wskaźnik zadrzewienia dróg na poziomie 30%. Teoretyczną ilość drewna możliwą do pozyskania z dróg na cele energetyczne oblicza się na podstawie wzoru:

$$Z_{drogi} [m^3] = 1,5 [m^3/km] \times L [km] \times 30\%$$

gdzie:

$Z_{drogi} [m^3]$ - zasób drewna odpadowego na cele energetyczne z przycinki drzew przy drogach;

1,5 [m³/km] - ilość drewna odpadowego z przycinki drzew przy drogach;

L [km] - łączna długość dróg powiatowych i gminnych;

30% - wskaźnik zadrzewienia dróg powiatowych i gminnych.

Ilość energii do pozyskania z odpadów z przycinki drzew rosnących wzdłuż dróg oblicza się na podstawie wzoru:

$$E_{drogi} [GWh/rok] = Z_{drogi} [m^3] \times 8 [GJ/m^3] / 3600 \times 60\%$$

gdzie:

$E_{drogi} [GWh/rok]$ - ilość energii z drewna odpadowego z przycinki drzew przy drogach;

$Z_{drogi} [m^3]$ - zasób drewna odpadowego na cele energetyczne z przycinki drzew przy drogach;

8 [GJ/m³] - wartość energetyczna drewna (50% wilgotności);

60% - sprawność urządzeń do spalania drewna.

6.5. Uprawy energetyczne.

Uprawy energetyczne umownie dzieli się na dwie kategorie²¹:

- uprawy przeznaczone do produkcji biopaliw płynnych tj. biodiesel i bioetanol,
- uprawy przeznaczone do produkcji drewna w celu wykorzystania go do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej.

Najczęściej stosowaną rośliną szybko rosnącą wykorzystywaną na cele energetyczne jest wierzba *Salix*. Na przykładzie tej rośliny można przedstawić możliwości wykorzystania upraw energetycznych. Plantacje energetyczne zazwyczaj lokalizuje się w rejonach spełniających odpowiednie warunki klimatyczno – glebowe. Wykonując szacowania terenów potencjalnie dostępnych pod uprawę biomasy należy brać pod uwagę:

- poziom wód gruntowych;
- klasy gleby;
- opady roczne;
- charakter gleby;
- dostępność terenu dla maszyn rolniczych;
- bliskość terenów o wysokich walorach przyrodniczych.

Ogólnie twierdzi się, że plantacji nie planuje się na terenach zalewowych, bagnach ani terenach podmokłych głównie ze względu na późniejszą dostępność tych terenów w zimowej porze zbioru. Przyjmuje się, że uprawy energetyczne powinny być planowane na

²¹ Strategia ekoenergetyczna powiatu lidzbarskiego - EC BREC, ESD i British Know-How Fund czerwiec 2002.

łąkach i polach odłogowanych. W pewnym uproszczeniu zakłada się, że 50% terenów odłogowanych oraz nieużytków może być przeznaczone pod uprawy energetyczne. Na te cele wykorzystuje się rośliny 3-4 roczne. Należy uwzględnić również rotacyjność uprawy w obliczeniach. W celu wykonania poprawnych kalkulacji przyjmuje się wysokość plonu na następującym poziomie:

1-y zbiór: 25 t s.m./ha

2-gi zbiór 38 t s.m./ha

.....

7-y zbiór 38 t s.m./ha

Ogólnie w ciągu życia plantacji (28 lat) przewiduje się dokonanie 7 zbiorów. Pierwszy zbiór jest zazwyczaj mniejszy ze względu na potrzebę ukorzenienia plantacji. Po upływie 28 lat plantację zamyka się a teren pod nią przeznaczony wymaga rekultywacji. Kiedy upłynie okres rekultywacji i odnowi się struktura gleby można ponownie założyć nową uprawę. Szacunkowe plony do uzyskania w czasie 28 lat wynoszą $25+6 \times 38$ t s.m./ha = 253 t s.m./ha/28 lat. Przyjmując powyższe założenia należy się spodziewać się, że w odstępach co 3 lata plony wynoszą ok. 30 t s.m./ha/3 lata.

Ilość energii jaką można otrzymać z upraw energetycznych oblicza się według wzoru:

$$E_{up} [GWh/rok] = A_{ue} [ha] \times Z_{up} [t \text{ s.m./ha/3 lata}] \times 18 [GJ/t] / 3600 \times 80\% / 3 \text{ lata}$$

gdzie:

E_{up} [GWh/rok] - ilość energii możliwa do otrzymania z upraw energetycznych;

A_{ue} [ha] - dostępny areał pod uprawy energetyczne (50% areału nieużytków i terenów odłogowanych);

Z_{up} [t] - 30 t s.m./ha/3 lata - zasób biomasy możliwej do otrzymania z upraw energetycznych;

18 [GJ/t] – wartość energetyczna peletów uzyskanych z upraw energetycznych;

80% - sprawność urządzeń do spalania peletów lub brykietów.

6.6. Biogaz z oczyszczalni ścieków.

Możliwości pozyskania biogazu z oczyszczalni ścieków zależą od ilości wytwarzanego osadu ściekowego, który powstaje na skutek przyrostu biologicznego bakterii w biologicznej oczyszczalni ścieków. Natomiast przyrost osadu zależny jest od ilości oczyszczanych ścieków.

$$E_{bo} [kWh/rok] = Q [m^3/rok] \times 0,3 [kg \text{ s.m.o./m}^3] \times 0,3 [m^3 CH_4/kg \text{ s.m.o.}] \times 9,17 [kWh/m^3] \times 80\%$$

gdzie:

E_{bo} [kWh/rok] - ilość energii możliwa do pozyskania z biogazu z oczyszczalni ścieków;

Q [m³/rok] - roczny przepływ ścieków przez oczyszczalnię;

0,3 [kg s.m.o./m³] - przyrost suchej masy osadu nadmiernego zależny od zawartości substancji organicznej w ściekach wyrażonej w BZT₅²², od zawartości suchej masy w osadzie oraz od wieku osadu (średnio dla ścieków komunalnych możemy przyjąć, że przyrost osadu wyniesie: P_{os} : BZT₅=1 czyli 0,3 kg s.m.o./m³;

²² BZT₅ (Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu) – umowny wskaźnik określający biochemiczne zapotrzebowanie tlenu, czyli ilość tlenu wymaganą do utlenienia związków organicznych przez mikroorganizmy. Wartość tę uzyskuje się w wyniku pomiaru zużycia tlenu przez badaną próbkę wody lub ścieków w ciągu 5 dob. Pośrednio określa się w ten sposób stężenie substancji organicznej podatnej na biodegradację.

0,3 [m³ CH₄/kg s.m.o.] - produkcja metanu na kilogram suchej masy organicznej tj. produkcja biogazu wyniesie 0,09 m³ CH₄/m³ ścieków;
 9,17 [kWh/m³] - wartość kaloryczna metanu tj. 33 [MJ/m³];
 80% - sprawność pozyskiwania energii cieplnej.

Uproszczona wersja powyższego wzoru to:

$$E_{bo} [kWh/rok] = Q [m^3/rok] \times 0,66$$

gdzie:

E_{bo} [kWh/rok] - ilość energii możliwa do pozyskania z biogazu z oczyszczalni ścieków;
 Q [m³/rok] - roczny przepływ ścieków przez oczyszczalnię;
 0,66 - przemnożone wartości z poprzedniego wzoru.

Dodatkowo należy przyjąć założenie, że jedynie 40% energii technicznie możliwej do pozyskania będzie mogło być wykorzystane na cele energetyczne. Technologia wykorzystania biogazu jest bardzo wymagająca pod względem energetycznym. Generalnie w miesiącach zimowych aż 70% energii przeznaczanej jest na procesy technologiczne (np. ogrzewanie komory fermentacyjnej do temperatury 35 °C), w miesiącach letnich 40% i średnio 60% w ciągu roku.

6.7. Biogaz ze składowisk odpadów.

Proces fermentacji metanowej odpadów organicznych na składowisku odpadów w naturalny sposób prowadzi do powstawania biogazu²³. Technologia odzyskiwania biogazu z odpadów komunalnych jest obecnie szeroko stosowana. Należy zauważyć, że nie w każdym wypadku pozyskiwanie biogazu z odpadów jest ekonomiczne i opłacalne. Zakłada się, że ze składowiska zawierającego 1 mln ton odpadów w wieku do 10 lat możliwa jest produkcja 700 m³ biogazu w ciągu godziny (6,1 mln m³ gazu rocznie). Przy przemnożeniu tej liczby przez wartość kaloryczną biogazu, która wynosi 23 MJ/m³ otrzymuje się produkcję 39,2 GWh rocznie. W najlepszym przypadku możliwe jest pozyskanie jedynie 40% teoretycznego wydatku gazu ze składowiska, czyli produkcja energii wyniesie 15,6 GWh. Należy zauważyć, że po 10 latach ta ilość spada o połowę. Możliwości wykorzystania biogazu składowiskowego w danym roku oblicza się na podstawie wzoru:

$$P_{bw} [m^3/rok] = L_o \times R \times (1 - k \cdot e^{-kt})$$

gdzie:

P_{bw} [m³/rok] - ilość biogazu, jaka jest możliwa do uzyskania z danego składowiska;
 L_o [m³/kg] - ilość biogazu pozyskiwanego z kilograma odpadów miejskich (ok. 0,17);
 R [kg/rok] - szybkość napełniania składowiska [kg/rok];
 t - liczba lat, od kiedy otwarte jest składowisko;
 c - liczba lat od zamknięcia składowiska (w przypadku funkcjonującego składowiska równa 0);
 k - odwrotność liczby lat pozyskiwania biogazu (od momentu uruchomienia instalacji do 10 lat po zamknięciu składowiska);
 e - stała liczba logarytmiczna równa 2,718.

Ilość energii jaką można otrzymać z danego składowiska odpadów oblicza się według wzoru:

$$E_{gw} [GWh/rok] = P_{bw} [m^3/rok] \times 23 [MJ/m^3] \times 80\% / 3\,600\,000$$

²³ Strategia ekoenergetyczna powiatu lidzbarskiego - EC BREC, ESD i British Know-How Fund czerwiec 2002.

gdzie:

E_{gw} [GWh/rok] - ilość energii możliwa do wyprodukowania z biogazu danego składowiska;

P_{bw} [m³/rok] - ilość biogazu, jaka jest możliwa do uzyskania z danego składowiska;

23 [MJ/m³] - wartość kaloryczna biogazu składowiskowego;

80% - sprawność pozyskania energii elektrycznej.

6.8. Biogaz rolniczy.

Zasadniczym czynnikiem przy planowaniu przetwarzania odpadów rolniczych na biogaz jest wielkość samych gospodarstw rolniczych oraz pogłowie zwierząt hodowlanych. Zakłada się, że ekonomicznie opłacalna jest budowa biogazowni rolniczych w przypadku gospodarstw o pogłowie zwierząt hodowlanych powyżej 200 SD (sztuk dużych). Przeliczeniowo SD jest to waga zwierząt gospodarskich równoważna 500 kg żywej wagi. Każde zwierzę wytwarza inne ilości odpadów o różnych właściwościach fizykochemicznych. Orientacyjne wartości zawarte są w tabelach umieszczonych poniżej.

Tabela 6: Wskaźniki wielkości produkcji biogazu w przeliczeniu na sztuki duże oraz na tonę odpadów.

Bydło		Trzoda		Drób	
P _{bsd} Produkcja biogazu w przeliczeniu na sztuki duże m³/SD/d					
Obornik: 1,5 - 2,9		Gnojowica: 0,56 - 1,5		0,6 - 1,25	
średnio: 1,61		średnio: 0,93		średnio: 3,75	
P _{bod} Produkcja biogazu w przeliczeniu na tonę odpadów m³/t					
5,4 - 76,0		2,9 - 69,5		45,0 - 196,0	
średnio: 41		średnio: 36		średnio: 120	

Źródło: Metodyka planowania energetycznego, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska, 2002.

Tabela 7: Wskaźniki indeksowe przeliczania sztuk dużych I_{sd} .

Bydło			Trzoda			Drób		
Orientacyjna produkcja biogazu m ³ /d		SD	Orientacyjna produkcja biogazu m ³ /d		SD	Orientacyjna produkcja biogazu m ³ /d		SD
Krowy mleczne Krowy z cielakami	1,800	1,200	Wieprze	0,450	0,300	Kury nioski (1,3 - 1,7 kg)	0,0120	0,0032
Krowy powyżej 2 roku życia, 500 kg ciężarne młode krowy	1,500	1,000	Tuczniki	0,375	0,250	Kury nioski (1,7 - 2,2 kg)	0,0154	0,0041
1 - 2 letnie krowy, byki	1,050	0,700	Bekony	0,300	0,200	Brojlery do 1,3 kg	0,0075	0,0020
Jałówki 1/2 - 1 roku	0,450	0,300	Prosięta powyżej 1,5 roku	0,180	0,120	Koguty do 1,5 kg	0,0056	0,0015

Cielęta poniżej 1/2 roku	0,225	0,150	Prosięta 2 - 4 miesięczne	0,150	0,100	Kurczaki do 0,8 kg	0,0060	0,0016
			Prosięta do 2 miesięcy	0,030	0,020	Indyki	0,0187	0,0050
			Prosięta do 12 kg	0,015	0,010			

Źródło: *Metodyka planowania energetycznego, Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC Polska, 2002.*

Współczynniki przeliczeniowe sztuk zwierząt na duże sztuki można przyjąć również jako średnią arytmetyczną dla danej grupy zwierząt, zgodnie z załącznikiem do Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz 1397). Stąd odpowiednio obliczone wartości wynoszą:

- dla bydła – 0,77;
- dla trzody – 0,2;
- dla drobiu – 0,01.

Ilość energii możliwą do wyprodukowania z biogazu rolniczego oblicza się według wzoru:

$$E_{br} [GWh/rok] = L [SD] \times P_{bsd} [m^3/SD/d] \times 365 \times 23 [MJ/m^3] \times 80\% / 3\,600\,000$$

gdzie:

E_{br} [GWh/rok] - ilość energii możliwa do wyprodukowania z biogazu rolniczego;

L [SD] - liczba sztuk dużych;

P_{bsd} [m³/SD/d] - produkcja biogazu w przeliczeniu na sztuki duże w ciągu doby;

365 - liczba dni w roku;

23 [MJ/m³] - wartość kaloryczna biogazu rolniczego;

80% - sprawność pozyskania energii cieplnej i elektrycznej.

Sprawność układu na poziomie 80% zakłada, że instalacje te będą posiadały układy kogeneracyjne do równoczesnej produkcji ciepła i energii elektrycznej.

6.9. Rzepak i rzepik.

Przy obliczaniu zasobów w postaci biopaliw na danym terenie należy przede wszystkim wziąć pod uwagę obecnie istniejący areał ziemi przeznaczony pod uprawę rośliny dostarczającej głównego surowca. Drugą wartością jaka musi być ustalona jest w przypadku biodiesla plon ziarna rzepaku z hektara. Generalnie według prognoz i analiz przygotowanych w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi uznaje się, że biorąc pod uwagę powierzchnię upraw, plon, zbiór oraz zachowanie odpowiedniej ilości rzepaku na konsumpcję możliwości przeznaczenia na produkcję biodiesla wahają się od 43,6% do 53,8% całego zbioru. Obecnie dostępne technologie produkcji omawianego biopaliwa pozwalają na uzyskanie ok. 320 litrów biodiesla z 1 tony ziarna rzepaku. Przy tak opracowanych i przyjętych założeniach możliwą do uzyskania w danych warunkach objętość biodiesla można wyznaczyć korzystając ze wzoru:

$$V_{Biodiesel} [l] = A_{rz} [ha] \times P_{rz} \times 48,7\% \times B_{lrz} [l/t] = \\ A_{rz} [ha] \times 2,5 [t/ha] \times 48,7\% \times 320 [l/t]$$

gdzie:

$V_{\text{Biodiesel}}$ [l] - możliwa do uzyskania objętość biodiesela;
 A_{rz} [ha] - areal przeznaczony pod uprawy rzepaku;
 P_{rz} [t/ha] - 1,5 do 2,5 tony plonu ziarna rzepaku z ha (15 - 25 dt/ha);
 48,7% - część plonu ziarna możliwa do przeznaczenia na produkcję biodiesela (43,6% do 53,8% średnio 48,7%);
 B_{lrz} [l/t] – wydajność produkcji równa 320 litrów biopaliwa z 1 tony ziarna rzepaku.

W celu przeliczenia otrzymanej ilości litrów biodiesela na jednostki przedstawiające energię należy posłużyć się następującym wzorem:

$$E_{\text{Biodiesel}} [\text{GWh/rok}] = V_{\text{Biodiesel}} [\text{l}] \times 0,88 [\text{kg/dm}^3] \times 0,036 [\text{GJ/kg}] \times 80\% / 3600$$

gdzie:

$E_{\text{Biodiesel}}$ [GWh/rok] - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości biodiesela;
 $V_{\text{Biodiesel}}$ [l] - możliwa do uzyskania objętość biodiesela;
 0,88 [g/cm³] - gęstość biodiesela inaczej 0,88 [kg/dm³];
 37 - 39 [MJ/kg] - wartość opałowa biodiesela (średnio 36) inaczej 36 [GJ/t] lub 0,036 [GJ/kg];
 75 - 85% - sprawność spalania silnika diesla (średnio 80%).

6.10. Zboża i buraki cukrowe.

Oprócz biodiesla drugim najbardziej popularnym biopaliwem jest bioetanol. W tym przypadku obliczenie istniejącego potencjału wymaga również posiadania wiedzy na temat dwóch głównych surowców do wytwarzania tego paliwa. Należy ustalić wielkość areалу przeznaczonego pod uprawę zboża oraz buraka cukrowego. Są to dwa podstawowe surowce do produkcji etanolu w Polsce z udziałem odpowiednio 66,2% i 25,4%. Oprócz tego niezbędną daną jest plon z jednego hektara zbóż i buraków cukrowych. W celu nie zachwiania ilością tych surowców dostępnych do konsumpcji, procent wykorzystania na produkcję biopaliwa odpowiednio wynosi 20% i 27%. Produkcja etanolu ze zboża jest bardziej efektywna od pozyskiwania tego paliwa z buraków cukrowych. Poniżej podano również wzory pozwalające obliczyć ilość energii z oszacowanych objętości.

$$V_{\text{Bioetanol (zb)}} [\text{l}] = \frac{A_{\text{zb}} [\text{ha}] \times P_{\text{zb}} \times 20\% \times B_{\text{lzb}} [\text{l/t}]}{A_{\text{zb}} [\text{ha}] \times 3,48 [\text{t/ha}] \times 20\% \times 350 [\text{l/t}]}$$

gdzie:

$V_{\text{Bioetanol (zb)}}$ [l] - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu ze zbóż;
 A_{zb} [ha] - areal przeznaczony pod uprawy zbóż;
 P_{zb} [t/ha] - 3,48 - średni plon zbóż z jednego ha (34,8 dt/ha);
 20% - część plonu możliwa do przeznaczenia na produkcję bioetanolu;
 B_{lzb} [l/t] – wydajność produkcji równa 350 litrów bioetanolu na 1 tonę zboża.

W celu przedstawienia otrzymanej ilości litrów bioetanolu w jednostkach przedstawiających energię należy posłużyć się następującym wzorem:

$$E_{\text{Bioetanol (zb)}} [\text{GWh/rok}] = V_{\text{Bioetanol (zb)}} [\text{l}] \times 0,79 [\text{kg/dm}^3] \times 0,025 [\text{GJ/kg}] \times 90\% / 3600$$

gdzie:

$E_{\text{Bioetanol (zb)}}$ [GWh/rok] - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości bioetanolu;

$V_{\text{Bioetanol (zb)}} [l]$ - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu ze zbóż;
 $0,7893 [g/cm^3]$ - gęstość bioetanolu inaczej $0,79 [kg/dm^3]$;
 $25 [MJ/kg]$ - wartość opałowa bioetanolu (średnio) inaczej $25 [GJ/t]$ lub $0,025 [GJ/kg]$;
 90% - sprawność spalania silnika benzynowego.

$$V_{\text{Bioetanol (bc)}} [l] = A_{bc} [ha] \times P_{bc} \times 27\% \times B_{lbc} [l/t] = \\ A_{zb} [ha] \times 46,9 [t/ha] \times 27\% \times 100 [l/t]$$

gdzie:

$V_{\text{Bioetanol (bc)}} [l]$ - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu z buraków cukrowych;
 $A_{bc} [ha]$ - areał przeznaczony pod uprawy buraków cukrowych;
 $P_{bc} [t/ha]$ - $46,9$ - średni plon buraków cukrowych z jednego ha ($46,9 t/ha$);
 27% - część plonu możliwa do przeznaczenia na produkcję bioetanolu;
 $B_{lbc} [l/t]$ - wydajność produkcji równa 100 litrów bioetanolu na 1 tonę buraków cukrowych.

W celu przedstawienia otrzymanej ilości litrów bioetanolu w jednostkach przedstawiających energię należy posłużyć się następującym wzorem:

$$E_{\text{Bioetanol (bc)}} [GWh/rok] = V_{\text{Bioetanol (bc)}} [l] \times 0,79 [kg/dm^3] \times 0,025 [GJ/kg] \times 90\% / 3600$$

gdzie:

$E_{\text{Bioetanol (bc)}} [GWh/rok]$ - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości bioetanolu;
 $V_{\text{Bioetanol (bc)}} [l]$ - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu z buraków cukrowych;
 $0,7893 [g/cm^3]$ - gęstość bioetanolu inaczej $0,79 [kg/dm^3]$;
 $25 [MJ/kg]$ - wartość opałowa bioetanolu (średnio) inaczej $25 [GJ/t]$ lub $0,025 [GJ/kg]$;
 90% - sprawność spalania silnika benzynowego.

7. Uwarunkowania przestrzenne pozyskiwania biomasy na cele energetyczne w województwie łódzkim.

Uwarunkowania przestrzenne pozyskiwania biomasy na cele energetyczne w województwie łódzkim rozpatrywano pod kątem wprowadzania upraw wierzby energetycznej. Wszystkie czynniki i uwarunkowania jakie zostały wzięte pod uwagę odnoszono do możliwości wprowadzania upraw wierzby energetycznej, jako najpopularniejszej rośliny przemysłowej, której plony mogą być przetwarzane na ekologiczne paliwo. Do niniejszego opracowania załączono mapę tematyczną nazwaną „Mapą ograniczeń dla upraw na cele energetyczne w województwie łódzkim”. Przy sporządzaniu tej mapy kierowano się wytypowanymi trzema rodzajami kryteriów. Odpowiednio były to:

1. Kryteria formalne – zawierają w sobie uwarunkowania wynikające z funkcjonowania szeregu programów i planów dotyczących przestrzeni województwa łódzkiego sporządzanych na poziomie krajowym jak i wojewódzkim. Rozpatrywane dokumenty zawierały zapisy, bądź wskazania lokalizacyjne inwestycji lub terenów działań przeznaczonych pod zupełnie inne wykorzystanie niż produkcja roślinna na cele energetyczne o skali przemysłowej.
2. Kryteria prawne – zawierają w sobie uwarunkowania będące konsekwencją przyjętych i obecnie funkcjonujących aktów prawnych, których zapisy dotyczą terenów, obiektów, znajdujących się lub planowanych na terenie województwa łódzkiego. Teksty

wspomnianych dokumentów zawierają w sobie obligatoryjne ograniczania lub uznaniowe zakazy dotyczące wykorzystania przestrzeni. Limitują one przeznaczenie szeregu gruntów województwa łódzkiego pod uprawy energetyczne.

3. Kryteria analityczne – zawierają w sobie uwarunkowania wynikające z przeprowadzonych studiów i analiz na temat regionu oraz ich wyników ujętych w opracowaniach eksperckich dotyczących terenu województwa łódzkiego. Wspomniane uwarunkowania limitują wykorzystanie pewnej części województwa pod uprawy energetyczne ze względu na stwierdzone warunki lub cechy środowiska skutecznie ograniczające przeznaczenie danego terenu pod produkcję roślin przemysłowych z wykorzystaniem dla energetyki.

Wykorzystując opisane powyżej kryteria i korzystając z dużej bazy danych na temat przestrzeni województwa łódzkiego sprecyzowano sześć typów ograniczeń dla produkcji biomasy na cele energetyczne w województwie łódzkim. Wspomniane typy to ograniczenia wynikające z:

- istniejącego i planowanego zainwestowania;
- produkcji rolniczej;
- ochrony przyrody;
- eksploatacji kopalin;
- gospodarki wodnej i zagrożenia powodziowego;
- ochrony walorów kulturowych.

Ze względu na istniejące i planowane zainwestowanie ograniczenia terenów pod produkcję biomasy na cele energetyczne wynikają, z istnienia stref koncentracji zabudowy wyznaczonych na podstawie analizy Studiów Uwarunkowań i Kierunków zagospodarowania Przestrzennego miast i gmin. Tereny te ze względu na swoje istniejące lub planowane przeznaczenie automatycznie wykluczone są z obszarów wyznaczonych pod produkcję roślin przemysłowych takich jak wierzba energetyczna. Drugim rodzajem obszaru wyłączonym spod upraw są tereny zamknięte wraz ze strefami ochronnymi. Są to tereny o charakterze zastrzeżonym ze względu na obronność i bezpieczeństwo państwa, określone przez właściwych ministrów i kierowników urzędów centralnych. Ze względu na swoje przeznaczenie lub pełnioną funkcję nie mogą być wykorzystane jako tereny upraw energetycznych.

Biorąc pod uwagę istniejącą produkcję rolniczą jak również jej rozwój, spod upraw na cele energetyczne należy wyłączyć strategiczną strefę żywicielską województwa łódzkiego. Stanowi ona część regionu o charakterze typowo rolniczym, której zagospodarowanie powinno być typowo rolnicze z nakierowaniem na produkcję roślin na cele spożywcze a nie energetyczne. Jest to istotne ograniczenie, gdyż często w innych krajach produkcja roślin na cele energetyczne jest bardzo konkurencyjna w stosunku do upraw na cele spożywcze. Bywa to przyczyną różnego rodzaju konfliktów, a także zawyżania cen płodów rolnych ze względu na ich większą wartość dla przemysłu energetycznego niż spożywczego.

Kolejna grupa ograniczeń wynika z obowiązujących przepisów o ochronie przyrody. Istnieje szereg terenów, które bezwzględnie wyłączone są spod przeznaczania na uprawę roślin energetycznych ze względu na zakazy sprecyzowane w ustawie o ochronie przyrody. Są to:

- parki narodowe;
- obszary Natura 2000;
- rezerваты przyrody;
- parki krajobrazowe;
- obszary chronionego krajobrazu;
- zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
- użytki ekologiczne;
- obszary cenne przyrodniczo proponowane do objęcia ochroną;
- stanowiska dokumentacyjne;

ze względu na zapisy zawarte w ustawie o ochronie gruntów rolnych i leśnych:

- tereny lasów;
- tereny zalesień.

Ze względu na istniejącą i przyszłą eksploatację kopalin wytypowano kilka terenów w województwie łódzkim, które stanowią istotne ograniczenie w przeznaczeniu dość dużego obszaru pod produkcję roślin na cele energetyczne. Są to głównie tereny pod którymi kryją się złoża kopalin obecnie eksploatowanych lub takich które zostaną wykorzystane w przyszłości. Uprawy energetyczne, zwłaszcza wspomnianej wierzby nie mogą być prowadzone na terenach ubogich w wody powierzchniowe lub celowo odwadnianych. W województwie łódzkim takie ograniczenie przeznaczenia terenu pod uprawy wierzby istnieją w dwóch miejscach. Jednym z nich jest obszar objęty granicami zasięgu leja depresji od odkrywki węgla brunatnego Bełchatów. Drugim takim obszarem jest teren ograniczony zasięgiem leja depresji od projektowanej odkrywki Złoczew. Istniejące na tych dwóch terenach obecne lub przyszłe zaburzenie bilansu wodnego skutecznie ogranicza możliwość lokalizowania upraw energetycznych.

Innego rodzaju ograniczenia wynikają z prowadzonej w województwie łódzkim gospodarki wodnej i istniejącego zagrożenia powodziowego. Według Wojewódzkiego Programu Małej Retencji na obszarze województwa łódzkiego projektuje się szereg zbiorników wodnych przeznaczonych do wybudowania lub modernizacji. Część z tych zbiorników posiada stosunkowo dużą powierzchnię. Przeznaczanie terenu pod budowę danego zbiornika automatycznie wyklucza lokalizowanie w tym miejscu upraw na cele energetyczne. Dodatkowo w rejonie miasta Sieradz projektuje się dwa poldery, co wyklucza następne fragmenty przestrzeni z wykorzystania na uprawy energetyczne. Należy zauważyć, że na dużej części województwa łódzkiego istnieją bardzo niekorzystne warunki dla lokalizacji upraw wierzby energetycznej. Jest to głównie północno – zachodnia część województwa łódzkiego, która według opracowania Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce (1995 r.) IMGW Poznań oraz Mała retencja – potrzeby i możliwości realizacji (1996 r.) IMiUZ w Falentach oraz Wojewódzkiego Programu Małej Retencji, kwalifikuje się do strefy nr 1 - najpilniejszych potrzeb rozwoju małej retencji wynikających z niekorzystnych warunków klimatycznych (głównie niedobory opadowe) oraz dużych potrzebach poprawy stosunków wodnych. Kolejne ograniczenie dotyczy terenów zagrożenia powodziowego, które wytypowano na największych rzekach regionu łódzkiego i ich większych dopływach. Według obecnie obowiązującego prawa wodnego na terenach zagrożenia powodziowego zabrania się różnego rodzaju działalności, w tym również sadzenia drzew i krzewów. Związane jest to z niebezpieczeństwem dodatkowego piętrzenia wód powodziowych przez roślinność stanowiącą naturalną bądź sztuczną zabudowę doliny cieku lub rzeki.

Następne ograniczenia w lokalizowaniu upraw energetycznych wynikają z ochrony walorów kulturowych. Ustawa o ochronie zabytków w szczególności sposób chroni przed zniszczeniem takie formy ochrony jak:

- pomniki historii;
- parki kulturowe;
- stanowiska archeologiczne wpisane do rejestru zabytków.

Na mapie w skali 1:200 000 zamieszczono wszystkie wymienione powyżej ograniczenia dla upraw energetycznych w województwie łódzkim wraz z odpowiednim opisem oraz elementami projektowanymi i docelowymi.

8. Biopaliwa stałe.

8.1. Uprawy energetyczne.

8.1.1. Opis źródła.

Plantacje energetyczne zakładane na terenach rolniczych mogą być obsadzone gatunkami jednorocznymi i wieloletnimi. Gatunki wieloletnie charakteryzują się wyższymi kosztami założenia i likwidacji plantacji, jednak w okresie pełnego użytkowania nakłady są zazwyczaj niższe, a bilans energetyczny i wskaźniki efektywności energetycznej są korzystniejsze niż w przypadku uprawy roślin jednorocznych. Gatunki przeznaczone na plantacje energetyczne powinny najlepiej spełniać kryteria: wysoki plon biomasy, niskie nakłady na uprawę, prosta technologia zbioru, łatwość magazynowania, dostosowanie do lokalnych warunków siedliskowych (gleba, woda). Rośliny nadające się do upraw energetycznych wieloletnich to: rośliny drzewiaste szybkiej rotacji, a określenie odnosi się do drzewa twardego, szybko rosnącego w początkowej fazie wzrostu, mogącego rozmnażać się przez sadzonki i pędy, zbiór biomasy odbywa się w kilkuletnich cyklach: wierzba energetyczna, topola oraz trwałe rośliny dwuliścienne: ślazier, topinambur, róża wielokwiatowa, a także trawy wieloletnie.

Wierzba energetyczna – to obecnie najpopularniejsza roślina energetyczna, cena założenia 1 ha plantacji to nieco ponad 4 tys. zł, łatwość dostępu do materiału rozmnożeniowego, daje całkiem dobre efekty na glebach klasy IV i V, najlepiej plonuje na III klasie, średnia wydajność wynosi około 10-15 ton s. m./ha /rok, w sprzyjających warunkach nawet 26 t/ha. Eksploatacja plantacji prawidłowo założonej to 15-20 lat, z możliwością 5-8 krotnego pozyskania drewna, w warunkach polskich obsada na 1 ha wynosi 20-60 tys. sadzonek, zbiór za pomocą kombajnu Claas Jaguar, wartość energetyczna MJ/kg s. m. 18,56 – coroczny plon, 19,25 co dwa lata, 19,5 co trzy lata, zawartość popiołu odpowiednio: 1,89%, 1,37%, 1,28%, znaczna wilgotność świeżego drewna – 53-58%. Przeciw inwestowaniu przemawiają: zawodność, kłopotliwa likwidacja plantacji po zakończeniu eksploatacji, plonowanie zależne od warunków wilgotnościowych, powinna być zakładana na terenie o wysokim poziomie wód gruntowych.

Topola – cieszy się największym zainteresowaniem spośród drzew jako materiał na plantacje energetyczne, posiada zbliżone wartości użytkowe i środowiskowe jak wierzba. Plantacje zakładane są z gatunków szybko rosnących, odnawiających się z odrostu, wymaga gleb przewiewnych, dobrze napowietrzonych, wody gruntowej na głębokości 100-200 cm, plonuje lepiej niż wierzba, jej plon wynosi 6-12 t/ha, najczęściej biomasa pozyskiwana jest w cyklu 4-6 letnim, zawiera więcej celulozy, co z kolei decyduje o przydatności do przekształcenia na energię, wartość energetyczna to ok. 8 ton s. m./ ha.

Ślazier pensylwański – inaczej zwany też malwa lub sida. Nie ma specjalnych wymagań, co do gleby i klimatu, może być uprawiany na terenach piaszczystych, glebach zdegradowanych i terenach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Plantacje te można eksploatować do 20 lat, do prowadzenia uprawy nadają się rośliny tworzące mocne kępy i wytwarzające łodygi do 3 m wysokości. Zbiór następuje po zakończeniu wegetacji, w momencie naturalnego zaschnięcia łodyg. Plon biomasy o wilgotności 20-25% wynosi około 20-25 ton/ha, wartość energetyczna wynosi ok. 15 MJ/kg. Obsada roślin na 1ha wynosić powinna ok. 30 tys. roślin (na III-IV kl. bonitacyjnej), na słabych glebach 50- 60 tys. roślin. Formy łodygowe przydatne są do produkcji brykietów i peletów, formy liściaste do produkcji biogazu. Wady: niska siła kiełkowania nasion, niska gęstość usypowa oraz stosunkowo wysoka zawartość substancji mineralnych i tym samym popiołu. W zależności od sposobu konwersji na energię z łodyg ślazier można produkować zrębki, brykiety, pelety.

Ślonecznik bulwiasty – topinambur, pochodzi z Ameryki Północnej. W Polsce rozmnaża się wyłącznie wegetatywnie, gdyż nasiona nie dojrzewają przed nastaniem jesiennych przymrozków, rośliny wytwarzają podziemne rozłogi na końcu których tworzą się bulwy

o nieregularnych kształtach. Wysokość roślin waha się od 2 do 4 metrów. Topinambur uprawia się przez kilka lat na tym samym polu, konieczne jest więc tzw. odnawianie plantacji. Zalety: wysoki potencjał produkcyjny – plon łodyg 10-20 t s. m./ha oraz bulw do 40 t/ha, małe wymagania środowiskowe. Części naziemne (świeże lub zakwaszone) wykorzystuje się do produkcji biogazu, bezpośredniego spalania lub też do produkcji brykietów i pelet. Uwzględniając wieloletni charakter tej uprawy oraz jej zdolność do samo odnawiania się uważa się, że uprawa jest opłacalna ekonomicznie. Negatywy uprawy to konieczność przersedzania plantacji co kilka lat, aby zapobiec nadmiernemu zagęszczeniu, czasami trzeba stosować chemiczne środki ochrony roślin.

Miskant olbrzymi - jeden z najbardziej obiecujących gatunków traw wieloletnich pod względem uprawy na cele energetyczne, powinien stać się gatunkiem uzupełniającym do wierzby energetycznej. Badania polskie potwierdziły dużą zdolność plonowania i pozytywny wpływ na środowisko w warunkach klimatu umiarkowanego. Cechy przemawiające za podjęciem jej uprawy: dynamiczny wzrost, okazała trawa kępkowa, system korzeniowy 2,5 m w głąb ziemi, małe zapotrzebowanie na wodę, wydajność kilkuletniej plantacji to 20 ton biomasy z 1 ha, długi okres plonowania na względnie stałym poziomie przy wilgotności 20%, wartość opałowa 14-19 MJ/kg s.m., pełny rozwój rośliny to 3 sezon wegetacyjny, okres użytkowania plantacji wynosi ponad 15 lat. Zbiór w lutym lub marcu przy użyciu kombajnu do kukurydzy lub kosiarki z sieczkarnią lub kosiarki z prasą. Zbiór poprzez sprasowanie słomy pozwala znacznie obniżyć koszty transportu. Miskant posiada wysoką zawartość celulozy i ligniny, nie wytwarza nasion, rozmnaża się przez kłącza (tzw. rizomy), lub laboratoryjnie (metoda in vitro). Wady: wysoki koszt plantacji, koszt sadzonek na 1 ha to 10 tys. zł.

Mozga trzcinowata – wieloletnia trawa łąk wielokośnych na żyznych wilgotnych glebach organicznych, występuje na całym niżu Polskim, o wysokości 1-3 metry, z długimi rozłogami, jest podobna do trzciny pospolitej, daje plon 10-25 ton s. m./ha. Korzyści: niski koszt założenia plantacji, trwałość plantacji do 15 lat, zbiór przy użyciu tradycyjnych maszyn rolniczych.

Róża bezkolcowa - odmiana Jantar może być uprawiana na plantacjach energetycznych – samodzielnie lub razem z innymi roślinami energetycznymi, tworząc tzw. pola i pasy fitosanitarne, wpływające na poprawę zdrowotności plantacji i stwarzając podstawy do stabilności plonowania. Zaletą tej rośliny jest zbiór biomasy co roku poczynając od roku założenia plantacji, ma niewielkie wymagania glebowe (V i VI kl.), silnie rośnie na osadach pościekowych, znosi skrajne warunki suszy, jest odporna na niskie temperatury, szybko odrasta, plon – 15-20 t/ha. Biomasa może być brykietowana, spalana lub zgazowana.

Rzepak - o opłacalności produkcji biopaliwa z nasion rzepaku decydują czynniki: wielkość produkcji i poziom uzyskiwanych plonów z 1 ha, ceny na rynku krajowym oraz systemy organizacyjne produkcji tego biopaliwa. Średnie plony na poziomie 2,5 t/ha odpowiadają wydajności oleju na poziomie ok. 1 t oleju surowego, około 1,3 t wyłoków rzepakowych i dodatkowo 0,1 t gliceryny surowej oraz 0,05 t kwasów tłuszczowych. Zagospodarowanie pozostałych produktów, oprócz oleju pozwala na znaczne poprawienie ekonomiki przerobu nasion rzepaku na biopaliwo. Efektywność energetyczna uprawy rzepaku, w zależności od technologii produkcji i metody przetwarzania na paliwo lub olej szacowana jest na 1,3-2,7. Do produkcji nasion z przeznaczeniem na biopaliwo najbardziej przydatne są gospodarstwa rolne o powierzchni powyżej 30 ha.

Zboża – ziarno zbóż jest podstawowym surowcem do produkcji etanolu. Nowym rozwiązaniem w Polsce jest też spalanie ziarna w piecach zasilanych peletami. Ziarno zbóż jako paliwo służące do ogrzewania jest wygodnym i bezpiecznym surowcem ekologicznym. Charakteryzuje się znacznie mniejszą toksycznością spalin w porównaniu z innymi surowcami, a minimalne ilości popiołu mogą być używane jako nawóz. Ziarno zbożowe posiada wartość opałową rzędu 17,5 MJ/kg.

Owies – jest łatwy w spalaniu, wilgotność 10-13%, wartość energetyczna 18,5 MJ/kg, popiół 0,6%. Transport i magazynowanie owsa jest łatwiejsze niż innych rodzajów

biomasy, np. drewna czy słomy. Do wyprodukowania 10 tys. kW energii cieplnej potrzebne są 3 tony owsa, co odpowiada 1m³ (1000 l) oleju opałowego, w sezonie grzewczym do ogrzania jednego gospodarstwa zużywa się 6-7 ton ziarna, więc wystarczą zbiory owsa z 2 ha.

Spalane zboże emituje średnio około dwa razy mniej dwutlenku węgla niż węgiel. Niemniej istotna jest wydajność spalania. Dziś powszechnie uważa się, że kaloryczność owsa wynosi 92% kaloryczności węgla. W dodatku podczas spalania nie jest wytwarzana szkodliwa dla środowiska naturalnego siarka. Spalanie biomasy nie niesie za sobą także innych problemów w postaci powstawania sadzy i jej pochodnych.

Kukurydza – jest powszechnie uprawianą rośliną na ziarno na świecie, jako surowiec energetyczny charakteryzuje się wysoką wydajnością z hektara: ziarno 5-10 t/ha, biomasa 8- 20 t s.m./ha, słoma 3-6 t s.m./ha, rdzenie 1-2 t s.m./ha, a jednocześnie dobrą wydajnością jednostkową produktu energetycznego. Zbliżona wartość energetyczna do wartości zbóż ok. 17-18 MJ/kg s. m. Dobrze znosi uproszczenia uprawowe, można ją uprawiać w bardzo różnych stanowiskach, na lepszych i gorszych glebach, możliwość zmechanizowania całego procesu uprawy zarówno w mniejszych jak i na bardzo dużych uprawach. Można z niej produkować bioetanol, biogaz lub przeznaczyć do bezpośredniego spalania, wykorzystując ziarno, całą biomasę jak też produkty uboczne w postaci słomy, czy rdzeni kolbowych.

Proso i sorgo – obie rośliny mają duże wymagania termiczne i świetlne, a stosunkowo niewielkie wilgotnościowe. Uważane są za rośliny gleb lekkich i mało urodzajnych, chociaż na stanowiskach bardziej żyznych osiągają wyższe plony. W ostatnich latach wzrasta ich znaczenie w gospodarce proekologicznej. Kasza i inne produkty z gryki i prosa zaliczane są do tzw. zdrowej żywności, a słoma oraz odpady pozostające po obróbce nasion mogą być cennym surowcem energetycznym wykorzystywanym przy produkcji brykietów i peletów.

8.1.2. Technologie wykorzystujące produkty upraw energetycznych.

Istnieje szereg metod służących wstępnemu przetworzeniu biomasy typu lignino-celulozowego w celu jej spalania w energetycznym kotle przemysłowym bądź też w kotle małej mocy wykorzystywanym w jednorodzinnych gospodarstwach domowych. Do najczęściej stosowanych operacji przetwarzania roślin energetycznych i odpadów roślinnych na biopaliwa stałe zalicza się: suszenie, rozdrabnianie, brykietowanie, granulowanie (pelletowanie) oraz toryfikację i toryfikację sprzężoną z pelletyzacją.

Fotografia 1: Kombajn do wierzby firmy Class.



Źródło: http://www.zielonetechnologie.pl/html/pubonline/downloads/techniki_uprawy_i_produkcji_biomasy_z_wierzby_energetycznej.pdf.

Fotografia 2: Zrębkowanie pędów wierzby – zbiór dwuetapowy



Źródło: http://www.zielonetechnologie.pl/html/pubonline/downloads/techniki_uprawy_i_produkcji_biomasy_z_wierzby_energetycznej.pdf.

Suszenie biomasy ma na celu wyeliminowanie problemów związanych ze składowaniem zbyt wilgotnego materiału takich jak: pleśnienie, zagrzewanie (zagrożenie zapłonem), rozpad materiałowy (utrata masy suchej i energii), procesy mikrobiologiczne powodujące emisje toksycznych substancji, obniżenie wartości opałowej. Proces suszenia w specjalnych suszarniach wymaga wcześniejszego rozdrobnienia biomasy. Dzięki suszeniu znacząco obniża się użyteczna ilość energii jaką można pozyskać z suszonego paliwa. Obniżając zawartość wilgoci w biomacie z 50% do 20% możemy zwiększyć jej wartość opałową nawet do 60%.

Rozdrabnianie biomasy poprzez mielenie lub cięcie jest podstawowym i często stosowanym sposobem obróbki wstępnej. Rozdrabnianie stosuje się zazwyczaj przed transportem biomasy aby zwiększyć jej gęstość nasypową oraz aby obniżyć koszty transportu. Niestety magazynowanie rozdrobnionej biomasy może mieć negatywne skutki ze względu na podwyższoną aktywność mikrobiologiczną materiału, która skutkuje utratą suchej masy, emisjami gazów cieplarnianych (CH_4 , N_2O) i nagrzewaniem się hałdy, co w skrajnych wypadkach może prowadzić do samozapłonu. Dlatego optymalnym wyjściem, jest rozdrobnienie biomasy bezpośrednio przed jej transportem, a następnie jak najszybsze jej zużycie.

W wyniku pocięcia pędów wierzby energetycznej, czy też ślazu pensylwańskiego na małe kilkucentymetrowe kawałki można otrzymać zrębki. Do rozdrabniania ściętych pędów można wykorzystać rozdrabniarki do gałęzi, rębaki lub nawet tradycyjne sieczkarnie. Najwygodniej jest jednak dokonać rozdrobnienia pędów już w momencie zbioru rośliny wykorzystując specjalistyczny sprzęt (kombajn, przystawki do ciągnika). Zrębki wydają się być najlepszą (najtańszą i najwygodniejszą) formą do spalania w warunkach domowych, w piecach z podajnikiem tłokowym lub ślimakowym.

Korki to odpowiednik drogich do produkcji pelet. Ten rodzaj surowca to typowo polski patent. Korek powstaje w wyniku pocięcia na kawałki o długości 2-3 cm jednorocznych pędów wierzby energetycznej (ma ona wtedy grubość od kilku mm do ok. 2cm).

Polana to 3-letnie pędy wierzby energetycznej pocięte na odcinki 30-40 cm piłą spalinową lub stacjonarną piłą tarczową. Po krótkim sezonowaniu (podsuszeniu) można ich używać do spalania w domowym piecu, kominku.

Granulowanie (pelletowanie) i brykietowanie to najczęściej występujące w praktyce przemysłowej rodzaje ciśnieniowej aglomeracji materiałów pochodzenia roślinnego. Podczas granulowania i brykietowania rozdrobniony materiał roślinny pod działaniem sił zewnętrznych i wewnętrznych, ulega zagęszczeniu, a otrzymany produkt (aglomerat) uzyskuje określoną, stałą formę geometryczną, czasem dodawane są substancje wiążące w postaci lepiszcza. Zaletą tak powstałych paliw ekologicznych jest zwiększenie ich wartości opałowej, znaczne zwiększenie gęstości, brak emisji CO_2 , mniejsza emisja NO_x i SO_2 do atmosfery, przychylne ustawodawstwo w UE. Proces granulowania i brykietowania jest procesem wysoko energochłonnym (energochłonność

procesu w zależności od przetworzonego materiału może wynosić od ok. 10-15 do ok. 80 – 100 kWh/t produktu).

Brykietowaniu może być również poddana biomasa pochodząca z plantacji roślin energetycznych takich jak wierzba energetyczna, ślazier pensylwański lub miskant olbrzymi. Brykietowanie następuje w prasach mechanicznych lub hydraulicznych bez zastosowania żadnych substancji wiążących. Kształt otrzymanego brykietu zależy od rodzaju zastosowanej prasy brykietującej. Dostępny jest brykiet w kształcie walca o średnicy 50-33 mm i produkowany on jest w brykieciarce mechanicznej lub o średnicy 30-80 mm i produkowany on jest w brykieciarce hydraulicznej. Brykiet kominkowy, ośmiokątny z otworem w środku produkowany jest w brykieciarce ślimakowej, dostępny jest też brykiet typu kostka. Produkcja brykietu jest prostsza i tańsza pod produkcji pelet. Niewątpliwą zaletą brykietu jest: duża gęstość – łatwość przechowywania i dystrybucji, możliwość stosowania w kotłach z automatycznym podawaniem paliwa, wysoka wartość opałowa, nie zawiera szkodliwych substancji, niska emisja dwutlenku siarki, niska zawartość popiołu w procesie spalania, możliwość wykorzystania popiołu jako nawozu, szerokie spektrum zastosowania: w kotłowniach indywidualnych, kotłowniach zasilających sieci, niska cena w stosunku do rzeczywistej kaloryczności, dobre właściwości grzewcze 16-20 MJ/kg porównywalne z wartością opałową średniej jakości węgla.

Pelet (granulat) – jego sposób wytwarzania jest bardzo zbliżony do wytwarzania brykietu i ma na celu zagęszczenie paliwa do postaci tzw. biopaliwa i zbliżenia jego właściwości do właściwości węgla. Zagęszczeniu ulegają biomasy typu stałego takie jak: trociny, słoma, ziarna, łuski, wióry, zrębki. Ten rodzaj obróbki biomasy zwiększa jej gęstość energetyczną, powoduje ujednolicenie rozmiarów i kształtów, a także obniża zawartość wilgoci co sprawia iż tego typu przetworzone biomasa jest podstawowym biopaliwem dla energetyki zawodowej. Zwiększona gęstość energetyczna biomasy to obniżenie kosztów transportu, lepsze możliwości mieszania z pyłem węglowym w instalacjach ze zautomatyzowaną linią podawania paliwa, polepszone właściwości przemiałowe. Peletyzacja biomasy pozwala na zwiększenie stosunku biomasa/węgiel w jej współspalaniu co ma istotny wpływ przy ograniczeniach związanych z wielkością kotła²⁴.

Pelet spala się w kotłach retortowych z podajnikiem ślimakowym. Spośród wieloletnich roślin energetycznych w postaci pelet spalane są: wierzba energetyczna, ślazier pensylwański, miskant olbrzymi i inne. Granulat pochodzący z roślin energetycznych posiada wyższą zawartość popiołu oraz niższą wartość opałową aniżeli pelety z trocin drewna dębowego. Pellet należy przetrzymywać w czasie transportu w szczelnych workach, a ich składowanie wymaga odpowiedniej infrastruktury (silosów lub zadaszenia).

Zarówno biomasa odpadowa, jak i pozyskiwana z upraw wysokoenergetycznych w formie nieprzetworzonej może być paliwem tylko regionalnym, dostarczonym do kotłów z nieodległych miejsc. Ponadto duża różnorodność biomasy uniemożliwia prowadzenie ciągłego, sprawnego procesu technologicznego produkcji energii elektrycznej i ciepła. Te wszystkie problemy można ograniczyć przerabiając wszelką biomasę do postaci pelletu BO2, który w odróżnieniu od pelletów dotychczas produkowanych, jest produktem znacznie lepszym. Pellet BO2 otrzymuje się w procesie torfikacji. Torfikacja (ang. torrefaction) jest to proces polegający na termicznej obróbce biomasy w temperaturze od 250 do 290°C, pod ciśnieniem bliskim ciśnieniu atmosferycznemu, bez dostępu tlenu²⁵. W efekcie otrzymuje się proszek w kolorze ciemnobrązowym (wynik karmelizowania cukrów zawartych w podstawowych składnikach biomasy), który można łatwo pelletyzować lub brykietować. Do wytworzenia BO2 może być użyty każdy rodzaj biomasy, który składa się z ligniny, celulozy i hemicelulozy. W wyniku poddania biomasy

²⁴ Szufa Sz. Torfikacja biomasy drzewnej i jej współspalanie z węglem w elektrowniach i elektrociepłowniach, Politechnika Łódzka

²⁵ Dubas J.W., 2009. Planowanie i zarządzanie w energetyce, SGGW 2009.rozdział 5 Torfikacja – Proces bliskiej przyszłości.

krótkoterminowemu działaniu temperatury następuje rozkład hemicelulozy, natomiast lignina i celuloza pozostają niezmienione, jednak tworzące je łańcuchy polimeryzacyjne ulegają znacznemu skróceniu. W efekcie otrzymuje się masę, która oznacza się dużą kruchością. Biologiczna forma biomasy ulega mineralizacji. Jest to bardzo istotna właściwość z tego względu, że z jednej strony kruchy materiał łatwo jest spelletyzować lub zbrykietyzować, a drugiej jest hydrofobowy. Może być przez to przechowywany bez opakowań w warunkach takich samych lub zbliżonych do węgla kamiennego. Ta właściwość jest bardzo istotnym elementem całego procesu toryfikacji, ponieważ znacząco wpływa na ekonomikę dalszego wykorzystania biomasy. Produkt zmineralizowany nie poddaje się wpływom patogenów, przez co nie ma obawy o rozwój grzybów lub bakterii.

Cały proces technologiczny sprowadza się do trzech etapów: suszenie, toryfikacja, peletowanie lub brykietowanie.

Suszenie biomasy o wilgotności poniżej 20% jest konieczne, nie powinna ona być też grubsza niż 15 mm, a długość powinna zawierać się w przedziale 5-40 mm, w przypadku wierzby są to typowe zrębki, a w przypadku słomy sieczka. Wysuszona biomasa trafia do reaktora, w którym poddana jest procesowi toryfikacji. Trzeci etap to wykonanie brykietów lub peletów. Zalety produktu BO2: możliwość wytworzenia jednorodnego peletu z różnych rodzajów biomasy, które zawierają celulozę, hemicelulozę i ligninę, wysoka wartość opałowa, właściwości hydrofobowe, duży ciężar nasypowy, możliwość transportu na duże odległości, wysoka podatność przemiałowa, brak wrażliwości na działanie czynników biologicznych, możliwość współspalania z węglem kamiennym i brunatnym.

Proces toryfikacji może być kluczowy w wykorzystaniu biomasy do celów dużej energetyki, rozwiązuje problem pozornej sprzeczności „bioróżnorodności siedlisk rolniczych i jednorodności wsadu kotłowego”.

Wartość biomasy jako paliwa jest tym większa im biomasa jest bardziej sucha i zagęszczona. Może być wykorzystywana zarówno do produkcji energii cieplnej jak i elektrycznej. Odpady drzewne, uboczne produkty z rolnictwa czy też pochodzące z upraw energetycznych utylizowane są najczęściej w drodze procesów termochemicznych poprzez spalanie, gazyfikację lub pirolizę. Proces spalania różni się znacznie od procesu gazyfikacji: spalanie zachodzi w obecności poboru powietrza, natomiast gazyfikacja następuje w warunkach niedoboru tlenu. Instalacje do spalania biomasy mogą być wykorzystywane do utylizacji różnych jej rodzajów, w tym drewna, zrębek, trocin, słomy i innych postaci roślin energetycznych. Spalanie biomasy efektywne energetycznie, ekonomicznie i ekologicznie wymaga zastosowania odpowiednich technologii.

Kotły do spalania biomasy dostępne są w szerokim zakresie mocy od kilkunastu do kilkuset MW. Na typowe palenisko składa się komora spalania wyłożona zwykle odpornym na wysoką temperaturę materiałem ceramicznym oraz ruszt. Rozwiązania konstrukcyjne rusztów obejmują ruszty stałe, mechaniczne płaskie oraz schodkowe. Stosowanie odpowiedniego układu spalania – rusztu zależne jest od stosowania paliw o zróżnicowanej wilgotności.

Biomasa może być spalana samodzielnie, jak również w mieszaninie z innymi paliwami. W energetyce przemysłowej biomasa jest wykorzystywana głównie w dużych elektrowniach, przede wszystkim w procesie współspalania z węglem. Samodzielne spalanie biomasy jest technologicznie opanowanym procesem, jednak spalanie biomasy z węglem powoduje wiele kłopotów eksploatacyjnych. Wybór technologii spalania powinien być uzależniony od rodzaju paliwa, a konstrukcja kotła powinna spełniać warunki zapewniające prawidłowy przebieg procesu spalania.

Technologia współspalania rozdrobnionej biomasy z węglem może być stosowana zarówno w indywidualnych kotłach małej mocy, jak i w energetyce przemysłowej w kotłach rusztowych, fluidalnych i pyłowych. Warunkiem efektywnego pod względem energetycznym i ekologicznym przebiegu procesu spalania węgla jest zachowanie optymalnego dla danych warunków udziału biomasy.

Duża ilość przedsiębiorstw oferuje różnego rodzaju kotły służące do indywidualnego ogrzewania pomieszczeń mieszkalnych, biurowych, czy też przemysłowych. W elektroenergetyce zawodowej stosowane są praktycznie trzy możliwości spalania biomasy w dużych źródłach:

- współspalanie biomasy z węglem w istniejących kotłach energetycznych,
- budowa nowych kotłów najczęściej fluidalnych, projektowanych specjalnie do spalania biomasy,
- budowa przedpalenisk lub zgazowaczy, z których spaliny lub gaz są wykorzystywane w istniejących kotłach energetycznych.

Wykorzystanie biomasy w kotłowniach:

1. Kotłownie małe i średnie działające w trybie ręcznego załadowania wsadu.

Najpopularniejsze na obszarach wiejskich są małe kotłownie przydomowe o mocach od kilkunastu do kilkudziesięciu kW. Występują różne konstrukcje kotłów wsadowych przystosowanych do spalania małych kostek, okrągłych balotów, spalanych współprądowo lub przeciw prądowo. Kotły wsadowe są relatywnie tańsze inwestycyjnie od kotłów automatycznych, wymagają jednak budowy zasobników ciepła, a także mają wyższe koszty obsługi.

Nowa technologia zagospodarowania ziarna owsa stwarza nowe możliwości wykorzystania go do produkcji ekologicznego nośnika energii, który można wykorzystać w gospodarstwie do ogrzewania pomieszczeń. Wartość opałowa ziarna owsa wynosi około 17,1 MJ/kg, zaś węgla kamiennego średniej jakości 25,6 MJ/kg. Z tego wynika, że 1 tonę węgla kamiennego średniej jakości można zastąpić przez 1,5 tony ziarna owsa. Ziarno owsa spala się dobrze w tradycyjnych kotłach węglowych, wyposażonych dodatkowo w specjalny palnik i podajnik ziarna.

Na rynku krajowym funkcjonują firmy oferujące nowe kotły do spalania ziarna owsa. Kotły te są przeznaczone do ogrzewania gospodarstwa domowego, mogą być montowane też w kotłowniach budynków publicznych np. szkołach, jak również do ogrzewania hal produkcyjnych. Za wykorzystaniem owsa na cele grzewcze przemawia jego niska cena, dwukrotnie niższa niż pszenicy i węgla kamiennego. Zawartość łuski i tłuszczu powoduje dobre spalanie, owies jest łatwy do transportu, magazynowania i dozowania do kotła.

2. Kotłownie małe i średnie do ogrzewania zdalaczynnego (kotły automatyczne).

W systemach zdalaczynnego ogrzewania zasobów komunalnych czy przemysłowych najczęściej stosuje się kotły automatyczne, działające na zasadzie ciągłego podawania paliwa do kotła. Poszukiwanie nowych, alternatywnych rozwiązań w dziedzinie spalania zaowocowały przygotowaniem linii kotłów zapewniających komfort obsługi użytkownika, przystosowanych do wysokoefektywnego zautomatyzowanego spalania biomasy (automatyczna regulacja procesu spalania – mikroprocesorowy sterownik sterujący pracą dozownika paliwa, automatyka parametrów spalania, proces automatycznego rozpalania, samooczyszczanie się paleniska wyposażonego w panele ceramiczne itd.).

3. Kotły fluidalne.

Jednymi z najnowocześniejszych urządzeń do spalania biomasy są kotły ze złożem fluidalnym, które dzięki zastosowaniu dodatkowego materiału fluidyzującego charakteryzują się wysoką sprawnością i niezawodnością. Materiał fluidyzujący najczęściej w postaci różnego rodzaju krzemionek o odpowiednim rozdrobnieniu tworzy tzw. warstwę fluidyzującą, która pozwala na doskonałe rozprzodzenie ciepła po powierzchniach ogrzewalnych kotła (intensyfikacja wymiany ciepła) oraz znacznie

poprawia sprawność spalania nawet najbardziej wilgotnej biomasy. W obecnej chwili wzrasta zapotrzebowanie na energię, a z tym wiąże się wzrost poziomu zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery. Bardzo ważnym aspektem produkcji energii stają się technologie dążące do największej redukcji szkodliwych tlenków siarki (tzw. SO_x) oraz tlenków azotu (NO_x). Biorąc pod uwagę iż Polska energetyka opiera się głównie na produkcji energii z węgla, dzięki zastosowaniu kotłów fluidalnych jesteśmy w stanie „wychwycić” ponad 99% pyłów powstałych w procesie spalania oraz skutecznie zredukować poziom dwutlenku siarki i azotu.

Gazyfikacja – podobnie jak spalanie jest zachodzącym w wysokiej temperaturze procesem konwersji termochemicznej, z tą jednak różnicą, że jej produktem nie jest ciepło lecz gaz, który dopiero po spaleniu dostarcza energii cieplnej. Poza wytwarzaniem ciepła gaz ten może być wykorzystywany w kuchenkach gazowych lub w turbinach, służących do produkcji elektryczności i maszynach wykonujących pracę mechaniczną. Najbardziej zaawansowanym technologicznie sposobem wykorzystania biomasy są układy bazujące na procesach jej zgazowania. Podstawowymi zaletami zgazowania w stosunku do innych metod energetycznego wykorzystania biomasy są: możliwość wielokierunkowego zastosowania gazu, który może być wykorzystany do produkcji energii w postaci ciepła, energii elektrycznej lub jako surowiec do produkcji metanolu, obniżenie emisji substancji szkodliwych dla atmosfery, możliwość znacznego zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej, możliwość zastosowania biomasy w formie surowej, nieprzetworzonej o dużej zawartości wilgoci.

Klasyczna technologia zgazowania polega na zmianie składu paliwa przez podgrzanie oraz reagowanie chemiczne utleniaczami w warunkach ich ograniczonego dostępu, tzn. braku tlenu w stosunku do stechiometrycznego zapotrzebowania tlenu niezbędnego do całkowitego utlenienia paliwa, dzięki czemu straty są mniejsze, a spaliny nie zawierają cząstek stałych. Utleniacze stosowane w procesach zgazowania to: tlen, powietrze atmosferyczne.

Piroliza - inaczej sucha destylacja lub destylacja rozkładowa – to rozkład biomasy lub innego paliwa stałego (drewna) pod wpływem dostarczonego ciepła przy znacznym niedoborze powietrza (tlenu). W zależności od warunków przebiegu tego procesu wyróżniamy pirolizę konwencjonalną, szybką i błyskawiczną.

Przebieg procesu pirolizy:

- suszenie paliwa do wilgotności poniżej 10%,
- mielenie biomasy na bardzo małe cząsteczki, aby zapewnić szybki przebieg reakcji,
- reakcja pirolizy,
- wydzielenie produktów stałych,
- schładzanie i gromadzenie biooleju.

Piroliza zachodzi w temperaturze 200° - 600°C , a w przypadku szybkiej pirolizy – w temperaturze 450° - 550°C

Produktami pirolizy są:

- kondensaty wodne i oleiste 75%,
- gazy palne 13%,
- pozostałości stałe 12%, zawierające tzw. węgiel drzewny.

Prawie każdy rodzaj biomasy może być poddany procesowi szybkiej pirolizy. Nadają się: drewno, odpady rolnicze, osady ściekowe, ale także rośliny pochodzące z upraw energetycznych.

W procesie powstaje produkt ciekły – olej pirolityczny o wartości kalorycznej ok. 16–19 MJ/kg, którego zaletą jest łatwość przechowywania i transportowania. Olej powstający w procesie szybkiej pirolizy stanowi od 60 – 75 % masy paliwa. Może on być używany bezpośrednio jako paliwo lub też wykorzystywany do wytwarzania innych substancji. Przeprowadzenie pirolizy w temperaturze nie przekraczającej 550°C pozwala na zatrzymanie w koksie głównej części chloru i alkaliów. W ten sposób otrzymany gaz

pirolityczny może być zastosowany np. do podgrzewania pary, bez ryzyka związanego z korozją, erozją i tworzeniem się osadów.

8.1.3. Wpływ na środowisko.

Biomasa, w tym pochodząca z roślin energetycznych stanowi znaczący element dla zasady zrównoważonego rozwoju, sprzyja osiągnięciu celów założonych w polityce ekologicznej państwa w zakresie zmniejszenia emisji zanieczyszczeń wpływających na zmiany klimatyczne. Wykorzystywana może być z wielu powodów, a do największych zalet należy nieszkodliwość dla środowiska, tzw. zerowy bilans CO₂. Ilość dwutlenku węgla emitowana do atmosfery podczas jej spalania równoważna jest z ilością CO₂ pochłanianego przez rośliny w procesie fotosyntezy. Oprócz obniżenia emisji gazów cieplarnianych biomasa ogranicza również szkody w środowisku związane z wydobyciem paliw kopalnych.

Rośliny energetyczne (wierzba energetyczna, topola, miskantus, sorgo sudańskie, mozga trzcinowata, róża bezkońcowa, ślazier pensylwański, topinambur, itp.) odgrywają coraz ważniejszą rolę w energetyce. Wartość opałowa suchej masy tych roślin jest zbliżona do miazgu węglowego przy jednoczesnej mniejszej emisji zanieczyszczeń podczas spalania. Rośliny energetyczne posiadają duży przyrost masy w skali roku, uprawiane mogą być na gruntach wyłączonych z produkcji żywności, okresowo nadmiernie wilgotnych.

Bogate w związki celulozowe i ligninowe rośliny energetyczne mogą być uprawiane na glebach słabszej jakości, wyłączonych z produkcji żywności, okresowo nadmiernie wilgotnych. Umożliwiają zagospodarowanie nisko produktywnych lub zdegradowanych terenów rolniczych, co ma niemałe znaczenie w kraju, gdzie na ponad 20% terenu stężenie metali ciężkich w glebie przekracza dopuszczalne normy. Rośliny energetyczne mają szczególną zdolność akumulowania zanieczyszczeń w systemie korzeniowym. Ich plantacja może w ciągu 15 lat oczyścić glebę z takich metali ciężkich jak arsen, ołów, chrom, miedź, mangan, nikiel, rtęć, cynk. Dodatkowym plusem takiej rekultywacji jest fakt, że zanieczyszczenia gromadzą się wyłącznie w korzeniach, nie przenikają więc do produktów spalania. Mimo to plantacje roślin energetycznych mają również pewne wady: powstawanie wielkoobszarowych monokultur jest niekorzystne dla środowiska, poza tym uprawy energetyczne mogą prowadzić do ograniczenia lub eliminacji bioróżnorodności i powodować wyjałowienie gleby.

Wprowadzanie upraw roślin energetycznych niesie za sobą pewne ograniczenia natury środowiskowej, ale także przestrzennej. W przypadku wierzby energetycznej zakazane jest tworzenie plantacji na obszarach zmeliorowanych, ponieważ istnieje uzasadnione przypuszczenie, że rozrastające się systemy korzeniowe mogą uszkadzać infrastrukturę melioracyjną. Ograniczeniem, które eliminuje część przestrzeni województwa z możliwości upraw energetycznych (miskanta, ślazier) jest zakaz wprowadzania gatunków obcych na obszary prawnie chronione. Biomasa z miskanta olbrzymiego posiada jednakże bardzo uniwersalny charakter, stanowi cenny surowiec do produkcji doskonałych brykietów opałowych (duża wartość opałowa brykietu, biomasa nie zawiera związków siarki), a ponadto wykorzystywana jest w przemyśle produkcji opakowań i materiałów rolniczych (biodegradowalnych doniczek i palet dla sadzonek roślin).

Surowce roślinne – rośliny energetyczne mogą wykazywać się znaczącym zróżnicowaniem, dlatego znajomość ich charakterystyki ma duże znaczenie z punktu widzenia energetycznego. Ważnymi parametrami są nie tylko wielkość plonu i jego wartość energetyczna, ale też zawartość popiołu, który pozostaje jako odpad ze spalania każdego paliwa stałego. Popiół ze spalania biomasy może być wykorzystywany jako nawóz mineralny pod warunkiem, że spalono czystą biomasę. Naukowcy Niedziółka i Zuchniarz podają, że podczas spalania czystej biomasy powstaje niewielka ilość popiołu, oceniana na 0,5%-12,5%, zaś jego większy udział świadczy o zanieczyszczeniu surowca.

Skład chemiczny popiołu z biomasy roślin energetycznych również jest ważny dla jednostek energetycznych, gdyż duża zawartość alkaliów oraz agresywnego chemicznie chloru może powodować korozję urządzeń energetycznych oraz powstawanie osadów na powierzchniach grzewczych kotła. Proporcje pomiędzy składnikami alkalicznymi (Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O i P_2O_5) a kwaśnymi (SiO_2 , Al_2O_3 i TiO_2), zawartymi w popiele biomasy, stanowią wskaźnik charakteryzujący skłonność popiołu do tworzenia osadów.

Biomasa poszczególnych gatunków roślin energetycznych znacząco różni się zarówno zawartością popiołu, jak i jego składem pierwiastkowym. Prowadzone przez naukowców (Katedra Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie) badania dowodzą, że największą zawartością popiołu w stanie powietrzno-suchym charakteryzują się nadziemne części słonecznika bulwiastego – 5,1%, zaś dla innych gatunków charakterystyki te przedstawiają się: miskant-3,5% spartina-3,6%, ślazier-2,5%, róża bezkońcowa-2,6%. Dla zobrazowania zawartość popiołu w węglu kamiennym, wg badań Ściążko i współaut. wynosi 22,2%, w zrębkach sosnowych-0,3%, bukowych-0,8%, a biomasie wierzby 2,2%. Stwierdza się znaczne różnice w składzie pierwiastkowym popiołu poszczególnych gatunków roślin energetycznych, przy czym charakterystyczna jest zawartość tlenków alkalicznych, odpowiedzialnych za obniżenie temperatury topliwości popiołu. Biomasa wieloletnich traw miskanta i spartiny dzięki dużej zawartości składników kwaśnych, szczególnie krzemionki, oraz wysokim temperaturom topliwości popiołu $>1500\text{ }^\circ\text{C}$ jest surowcem o najbardziej korzystnych warunkach do wykorzystania energetycznego, zaś najmniej korzystnie cechuje się w tym względzie słonecznik bulwiasty. Największą zawartość chlorków, wpływających na korozję urządzeń grzewczych stwierdzono w popiele z biomasy słonecznika bulwiastego (4,74%), zaś w przypadku miskanta nie stwierdzono ich występowania.

Powody dla których należy szukać źródeł energii alternatywnej m. in. w spalaniu zbóż to niska emisja do powietrza związków szkodliwych oraz brak szkód geologicznych. Rolnicy mają długoletnie doświadczenie w uprawach zboża oraz posiadają w swoich gospodarstwach odpowiednie zaplecze maszynowe i magazynowe, a hodowla roślin wieloletnich energetycznych wymaga większego wysiłku od uprawiających. Po stronie trudności technologicznych w energetycznym wykorzystaniu ziarna są: bardzo niska temperatura topliwości popiołu ze spalania ziarna, korozja kotła i zanieczyszczenie komory kotła i elementów wymiennika.

Potencjalnie duże znaczenie energetyczne wśród upraw zbożowych na cele energetyczne posiada owies, jest on rośliną prostą w uprawie, posiada doskonałe warunki fitosanitarne (jest dobrym przedpojem dla innych roślin). Kolejna pozytywna cecha tej rośliny związana jest z możliwością jej uprawy na terenach skażonych co powoduje oczyszczenie gleby z zalegających metali ciężkich. Ziarno owsa spośród wszystkich zbóż wykazuje najlepsze cechy do spalania. W szczególności odznacza się niską wilgotnością oscylującą na poziomie 10-13%, niską zawartością popiołu na poziomie ok. 0,6% i mniejszą toksycznością emitowanych związków w procesie spalania w porównaniu do innych surowców energetycznych. Spalanie surowca o wyższej wilgotności powoduje pogorszenie sprawności kotłów z jednoczesnym podwyższeniem emisji spalin, w których wzrasta zawartość szkodliwych dla zdrowia i środowiska substancji, takich jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), chlorowodór oraz dioksyny.

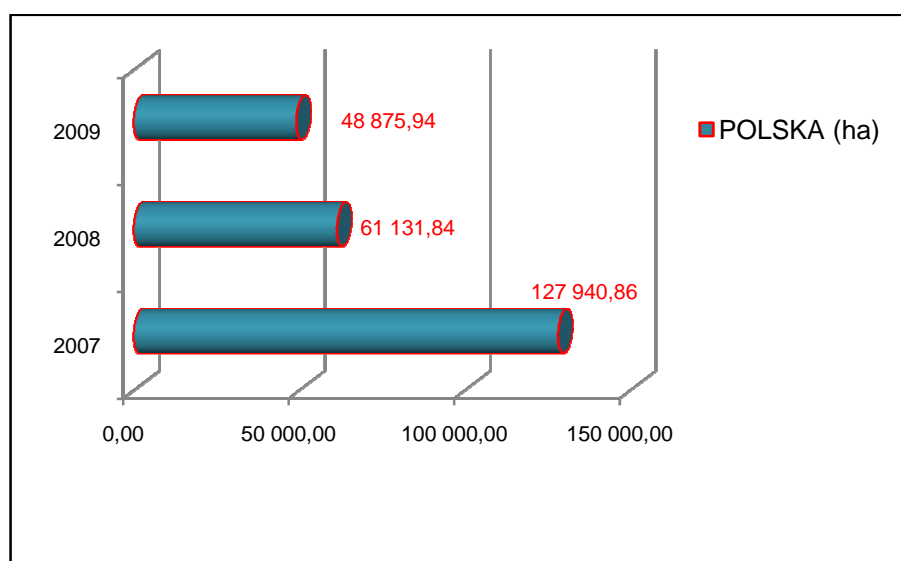
8.1.4. Obecny poziom zastosowania.

Zagadnienie zostało zaprezentowane w oparciu o pozyskane dane z ARiMR, które dotyczyły powierzchni upraw wszystkich roślin energetycznych, dla których rolnicy składali w kampaniach 2007, 2008, 2009 wnioski o dopłaty, przyznawane na zasadach określonych w przepisach wspólnotowych. Informacje te pozwoliły na scharakteryzowanie potencjału uprawowego roślin energetycznych w kraju i województwie łódzkim, przedstawiono także pozycję województwa łódzkiego na tle innych województw. Dokonano analizy powierzchni upraw energetycznych w

poszczególnych powiatach województwa łódzkiego, przedstawiono także charakterystykę gatunkową roślin energetycznych dla 2009 roku, w odniesieniu do uprawianej powierzchni i ich rozmieszczenia przestrzennego w województwie. Zobrazowano areal upraw wieloletnich roślin energetycznych w poszczególnych województwach w 2009 r.

Charakterystyki roślin energetycznych dokonano w oparciu o materiały pozyskane z ARiMR dotyczące systemów wsparcia bezpośredniego. Deklarowana przez rolników, we wnioskach składanych do ARiMR, powierzchnia uprawy roślin energetycznych w Polsce wykazywała w latach 2007-2009 tendencję malejącą. W 2007 roku zagospodarowano pod uprawami energetycznymi powierzchnię równą 127 940,8 ha, zaś w 2008 roku spadła ona do 61 131,8 ha, a w 2009 roku była ona ponad 2,5 krotnie mniejsza – 48 875,9 ha, stanowiąc zaledwie 0,3% powierzchni wszystkich użytków rolnych w Polsce.

Wykres 5: Powierzchnie deklarowane roślin energetycznych (ha) w Polsce w kampaniach 2007, 2008, 2009

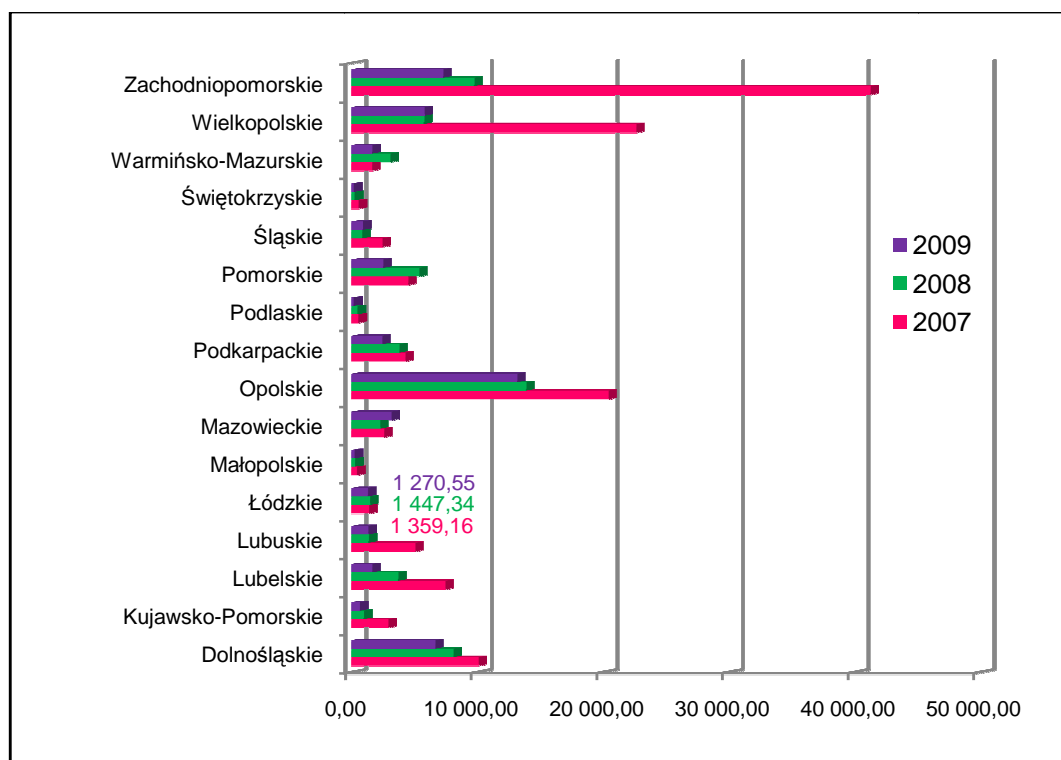


Źródło: Departament Programowania i Sprawozdawczości, ARiMR

Na terenie województwa łódzkiego w kampanii 2007 deklarowana powierzchnia uprawy roślin energetycznych wynosiła 1 359,16 ha, zaś w 2008 roku wzrosła do 1 444,34 ha, a w 2009 roku uległa zmniejszeniu do 1 270,55 ha i zajmowała zaledwie 0,11% całkowitej powierzchni użytków rolnych. We wszystkich latach obowiązywania wsparcia finansowego do uprawy roślin energetycznych pozycja województwa łódzkiego na tle kraju wypadła dość słabo i tak w 2007 roku zajmowaliśmy pod względem powierzchni upraw odległe 12 miejsce, w 2008 roku było to miejsce 9, zaś w, 2009 roku miejsce 11. Udział województwa łódzkiego w krajowej powierzchni upraw roślin energetycznych wynosił w kolejnych kampaniach 2007, 2008, 2009 odpowiednio: 1,06%, 2,36%, 2,6%.

W kolejnych analizowanych latach we wszystkich województwach w kraju deklarowana powierzchnia roślin energetycznych spadała dość wyraźnie. Największy skok in minus w odniesieniu do 2007 roku daje się zaobserwować w województwach: zachodniopomorskim i wielkopolskim. W 2007 roku woj. zachodniopomorskie deklarowało 41 261,5 ha upraw energetycznych, a w 2009 tylko 7 262,2 ha, z kolei wielkopolskie w 2007r. deklarowało 22 618,8 ha, a w 2009 r. już tylko 5 775,4 ha. W kraju najkorzystniej na tle pozostałych województw wypada opolskie, tutaj zawirowania powierzchni nie były tak drastyczne, a w 2008 i 2009 roku uprawiano tu najwięcej roślin energetycznych w kraju, odpowiednio: 13 863,2 ha i 13 118,0 ha.

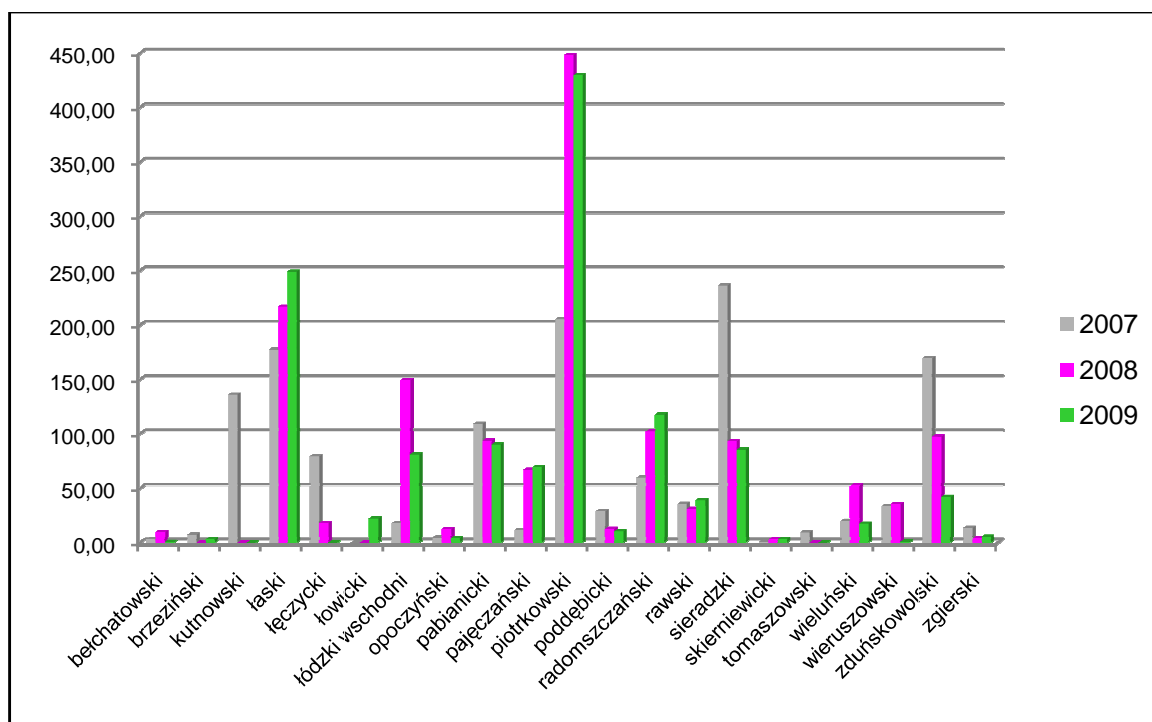
Wykres 6: Powierzchnie deklarowane roślin energetycznych (ha) w poszczególnych województwach w kampaniach naboru 2007, 2008, 2009.



Źródło: Departament Programowania i Sprawozdawczości, ARiMR

W województwie łódzkim w odniesieniu do trzyletnich obserwacji z kolejnych kampanii 2007, 2008, 2009 daje się zauważyć iż tylko w powiecie łaskim, radomszczańskim i pączęzańskim deklarowane powierzchnie upraw systematycznie wzrastały, a spośród tej trójki powiatów najwięcej roślin energetycznych uprawiano w powiecie łaskim. Powiat piotrkowski od 2008 roku przodował w województwie łódzkim pod względem powierzchni uprawianych roślin energetycznych, deklarowanej do otrzymania dopłat w ramach systemów wsparcia bezpośredniego. W piotrkowskim w 2008 roku powierzchnia roślin energetycznych wynosiła 448,27 ha, a w 2009 roku była na poziomie 429,57 ha. Dysproporcja w skali województwa jest duża, różnica w powierzchni w stosunku do drugiego w kolejności powiatu – łaskiego jest dwukrotna w odniesieniu do roku 2008 i niespełna dwukrotna do roku 2009. Na terenie powiatu łaskiego obsiano w 2008 roku powierzchnię równą 216,92 ha, a w 2009 roku było to 249,089 ha. W powiecie radomszczańskim zadeklarowano w 2008 roku powierzchnię 102,3 ha, a w 2009 roku powierzchnię 117,72 ha. Wyróżniającymi się powiatami pod względem obsiewanej powierzchni roślinami energetycznymi są ponadto: pabianicki, sieradzki, łódzki wschodni, pączęzański i zduńskowolski. Rozpiętość deklarowanej do ARiMR powierzchni roślin energetycznych w powiatach naszego regionu jest bardzo duża, progowe wielkości dla tych roślin w 2009 roku zawierają się w przedziale 0,58 - 429, 57 ha.

Wykres 7: Powierzchnie deklarowane roślin energetycznych (ha) w poszczególnych powiatach w kampaniach naboru 2007, 2008, 2009.



Źródło: Departament Programowania i Sprawozdawczości, ARiMR

W 2009 roku uprawiano w województwie na cele energetyczne kilka gatunków roślin, w tym rośliny jednoroczne (np. rzepak, kukurydza, pszenżyto), wieloletnie (np. miskant), zagajniki drzew leśnych o krótkim okresie rotacji (np. wierzba energetyczna). Według materiałów pozyskanych z ARiMR, z przeznaczeniem energetycznym uprawiano: rzepak ozimy, rzepak jary, kukurydzę, żyto ozime, żyto jare, pszenżyto ozime, pszenżyto jare, pszenicę ozimą, jęczmień ozimy, owies, miskant olbrzymi, brzozę, wierzbę energetyczną. W odniesieniu do roślin jednorocznych, w tym wypadku zbóż podstawowym surowcem energetycznym było ziarno.

Spośród ww. gatunków w 2009 roku największy areal zajmowały: rzepak ozimy (35,3%), kukurydza (23,5%), wierzba energetyczna (15,1%). Wymierne znaczenie energetyczne w skali województwa zajmowała też uprawa pszenżyta ozimego (9,5%), a także żyta ozimego (7,2%), pszenżyta jarego (3,9%) oraz żyta jarego (2,3%).

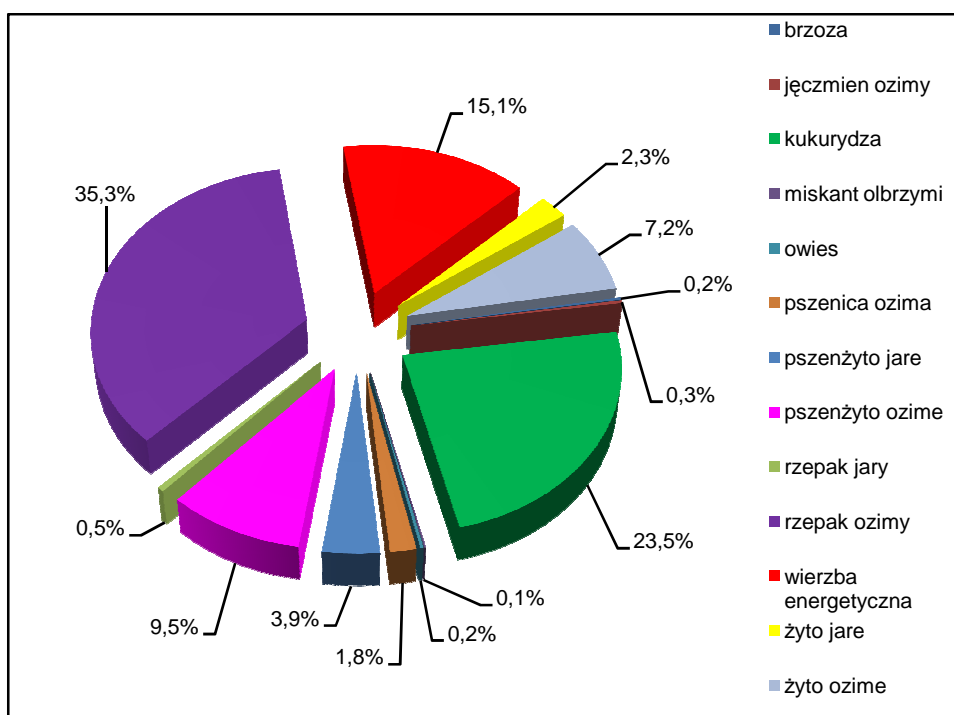
W skali regionalnej najwięcej gruntów obsiane zostało rzepakiem ozimym i tak w gminie: Buczek (93,1 ha), Tuszyń (80,9 ha), Masłowice (53,6 ha), Kodrąb (33,6 ha), Zduny (22,1 ha), Goszczanów (21,6 ha), Konopnica (15,4 ha). Na obszarze całego woj. łódzkiego uprawa rzepaku ozimego zajmowała ok. 490 ha. W gminie Buczek podjęto się uprawy jarej rzepaku na powierzchni 6,9 ha.

Drugie miejsce w województwie pod względem wielkości uprawy zajmowała kukurydza. Cały ówczesny (2009 r.) w województwie areal kukurydzy zadeklarowany we wnioskach do ARiMR jako roślina energetyczna znajdował się w gminie Wolbórz (320 ha) i gminie miejskiej Rawa Mazowiecka (7,7ha).

Trzecią rośliną o największej powierzchni uprawowej była roślina wieloletnia – wierzba energetyczna. W 2009 roku uprawa wierzby zajmowała w województwie powierzchnię ok. 210 ha i lokalizowała się w 18 gminach województwa z powiatów: bełchatowskiego, łaskiego, m. Łodzi, opoczyńskiego, pajęczańskiego, piotrkowskiego, radomszczańskiego, sieradzkiego, skierniewickiego, wieruszowskiego i zgierskiego. Trzeba powiedzieć iż znaczące obszarowo plantacje wierzby uprawiano w: gm. miejska Łódź (73,3 ha), gm. Działoszyn (62,9 ha), gm. Radomsko (30,0 ha), gm. miejska Sieradz (17,2 ha), gm. Sędziejowice (7,94 ha), gm. Opoczno (4,12 ha), gm. Łask (2,58 ha).

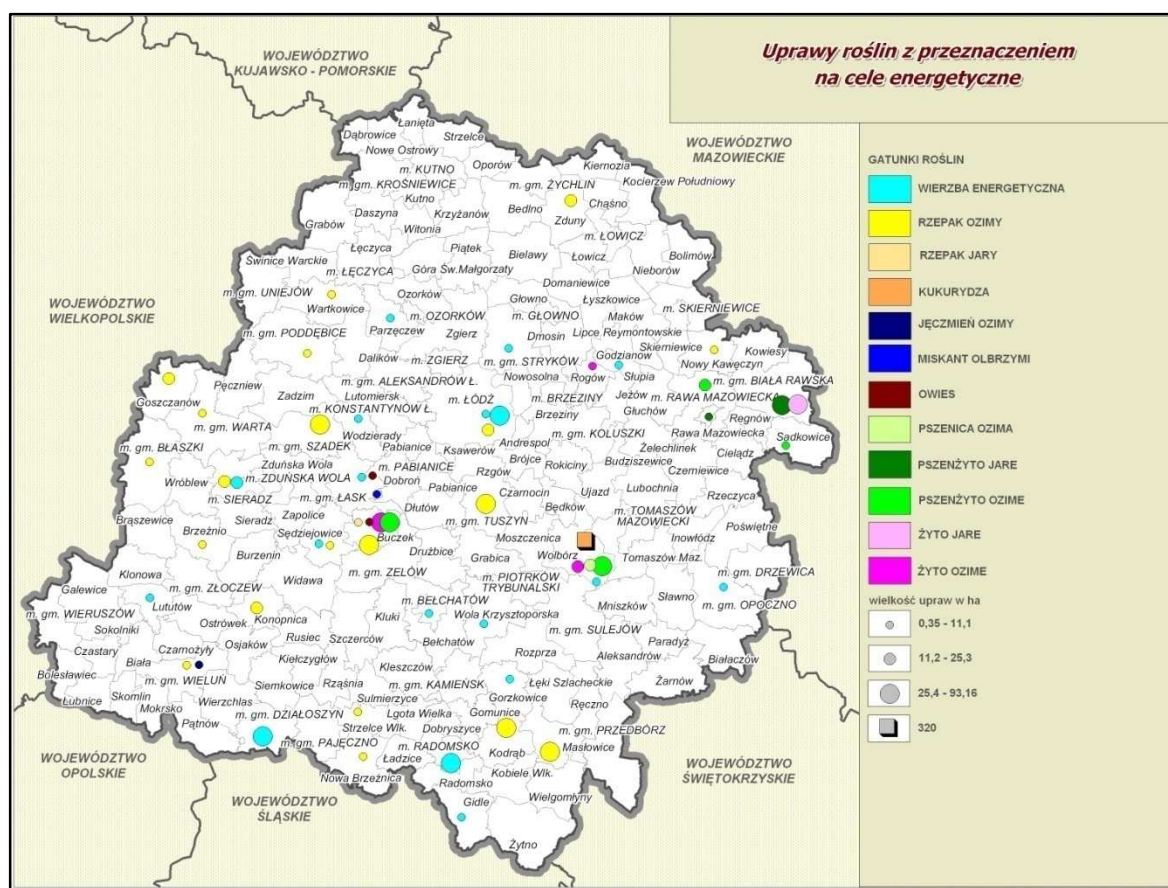
Dość istotne role odgrywają uprawy pszenżyta, jego odmiana ozima, ale także jara, które sumarycznie zajmowały 187 ha. W 2009 roku, dla wykorzystania energetycznego, prowadzono uprawę pszenżyta ozimego w gminach: Buczek (50 ha), Wolbórz (59 ha), Rawa Mazowiecka (19,8 ha), i Sadkowiec (2,6 ha). Produkcja pszenżyta jarego dla celów energetycznych lokalizowała się w gminie Biała Rawska (43,7 ha), i Rawa Mazowiecka (11,1 ha). Żyto ozime uprawiano w gminach: Buczek (80 ha), Wolbórz (21,0 ha), Rogów (3,15 ha), a żyto jare w Białej Rawskiej (33,0 ha). Tylko w gminie Wolbórz przeznaczono pszenicę ozimą na cele energetyczne z łącznej powierzchni 25,0 ha. Znaczenie takich roślin jak: owies, miskant olbrzymi, jęczmień ozimy, brzoza, dla których kryterium byłaby zajmowana powierzchnia uprawy w województwie należałoby określić jako marginalne, zajmowały one powierzchnie w granicach 1,59 – 5,0 ha.

Wykres 8: Gatunki roślin energetycznych (w %) uprawiane w województwie łódzkim w 2009 r.



Źródło: ARiMR

Mapa 3: Rozmieszczenie upraw roślin energetycznych w województwie łódzkim w 2009 roku



Źródło: ARiMR

W Polsce powierzchnia wieloletnich roślin energetycznych wynosiła w 2009 roku ok. 10 202 ha (Źródło: ARiMR, Opracowanie R. Gajewski). Największy udział w całkowitej powierzchni uprawy wieloletnich roślin energetycznych w kraju posiadało województwo mazowieckie (19,5%), kolejno dalej plasowały się zachodniopomorskie (16,45%), warmińsko – mazurskie (9,78%), pomorskie (8,6%), wielkopolskie (8,3%), podkarpackie (7,4%), dolnośląskie (6,0%). Udział województwa łódzkiego w krajowej powierzchni roślin wieloletnich jest niewielki, poziom 2,1% daje nam dopiero 13 pozycję. Wśród roślin o wieloletnim sposobie użytkowania najwięcej zajmują w Polsce uprawy wierzby energetycznej (6160,4 ha), drugą co do wielkości uprawą jest miskant (1832,8 ha), trzecią trawy wieloletnie (1364,1 ha), a kolejne miejsca zajmują gatunki: topola, ślazier, mozga trzcinowata, brzoza, olszyna.

Tabela 8: Powierzchnia wieloletnich roślin energetycznych w Polsce w hektarach.

Województwo	Wierzba	Miskant	Ślazier	Trawy wieloletnie	Mozga Trzcinowata	Topola	Brzoza	Olszyna	Razem
Dolnośląskie	599,97	11,03					0,30	0,43	611,73
Kujawsko-pomorskie	19,99		1,30	281,63		0,50			481,42
Lubelskie	305,656	10,75	3,42		14,69	5,01			339,52
Lubuskie	409,42			0,90				1,04	411,36
Łódzkie	210,92	1,59					3,29		215,8
Małopolskie	61,83	9,48						1,31	72,62
Mazowieckie	762,44	1200,04	30,13			0,23	0,30		1993,14
Opolskie	226,5	7,51	1,00	28,65	19,11	2,02	1,60		286,39
Podkarpackie	651,63	42,13	12,68			45,24			751,68

Podlaskie	156,52		3,83			4,01	1,70		166,06
Pomorskie	394,43	17,37	0,20			487,7	3,65		903,35
Śląskie	258,91	2,85	39,24	17,17		0,71			318,88
Świętokrzyskie	98,64		0,50	28,49			0,20	0,22	128,05
Warmińsko-mazurskie	571,03	382,09	26,70		8,31	5,61			993,74
Wielkopolskie	765,57	31,74		21,89	10,50	13,09	4,50	2,93	850,22
Zachodniopomorskie	488,97	116,22	2,60	985,42		83,79	1,27		1678,27
RAZEM	6 160,42	1 832,8	121,60	1 364,15	52,61	647,91	16,81	5,93	10 202,20

Źródło: ARiMR

8.1.5. Potencjał techniczny upraw roślin energetycznych dla gmin województwa łódzkiego.

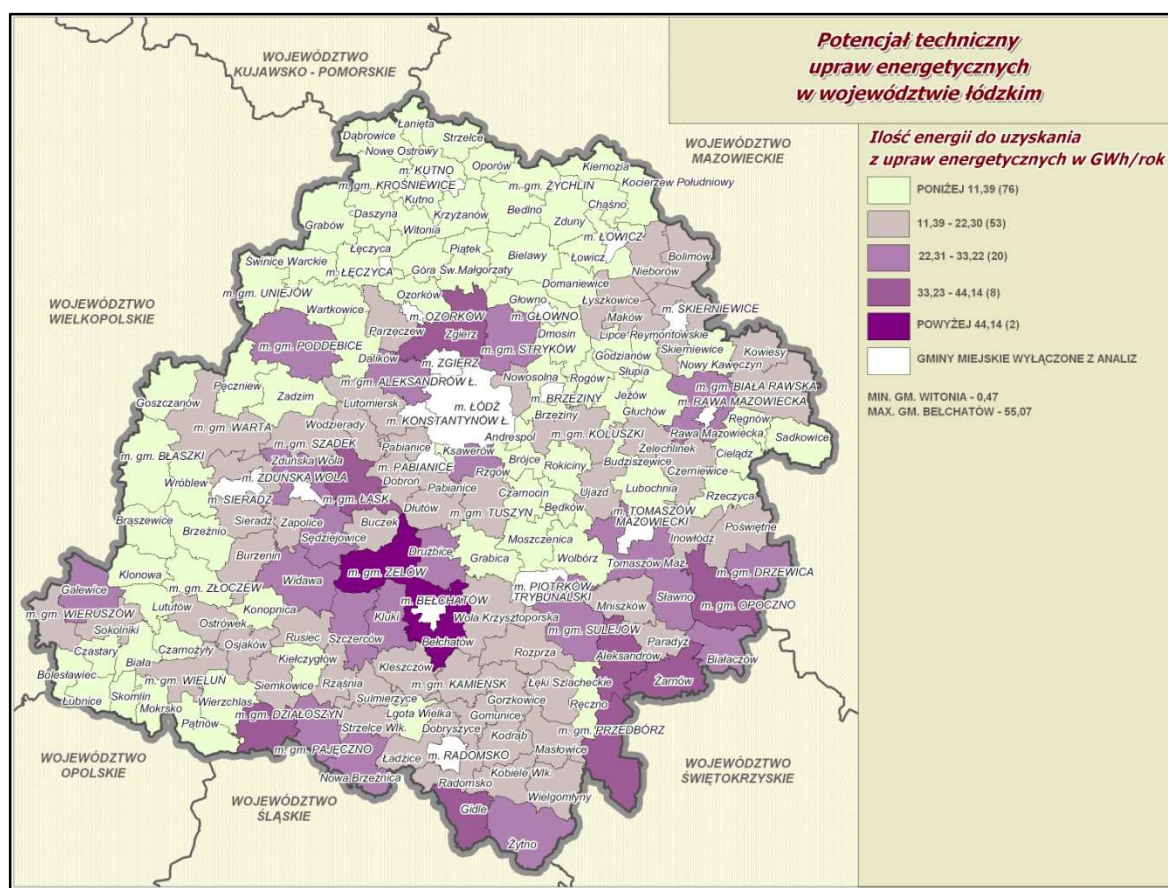
Potencjał techniczny został tu określony jako ilość energii w jednostce GWh/rok jaką można otrzymać z upraw roślin energetycznych i został wyliczony w oparciu o przyjętą metodykę jego obliczania przedstawioną w szóstym rozdziale opracowania.

Obliczeń dokonano dla wierzby energetycznej Salix, jako najbardziej popularnej rośliny energetycznej, przy założeniu, że 50% terenów odłogowanych oraz nieużytków (Dane PSR 2002) w gminie może być przeznaczone pod te uprawy, przy czym uwzględniono częstotliwość zbiorów wierzby co 3 lata na poziomie ok. 30 t s. m./ha oraz wartość energetyczną równą 18GJ/t dla peletów uzyskanych z upraw energetycznych, a sprawność urządzeń do ich spalania jest na poziomie 80%.

Ilość energii możliwa do uzyskania z upraw energetycznych w gminach województwa łódzkiego przybiera wartości z przedziału 0,47- 55,07 GWh/rok. Według przyjętych założeń metodologicznych gminami o największym potencjale technicznym są: gm. Bełchatów i mgm. Żelów. Ilość energii, którą można by pozyskać w ww. gminach mieści się w zakresie 44,15 – 55,07 GWh/rok. Duże możliwości pozyskania energii z upraw energetycznych na poziomie 33,23 - 44,14 GWh/rok występują w południowo-wschodniej części województwa w gminach: Aleksandrów, Żarnów, mgm. Opoczno i mgm. Przedbórz, a ponadto w mgm. Łask. Relatywnie wysoki potencjał techniczny o wartościach brzegowych 22,31 - 33,22 GWh/rok, a tym samym potencjalnie korzystne warunki dla upraw roślin energetycznych posiadają gminy w południowym pasie regionu i tak są nimi: Żytno, Gidle, Nowa Brzeźnica, mgm. Pajęczno i mgm. Działoszyn. Podobnymi możliwościami charakteryzują się gminy w powiecie bełchatowskim; Drużbice, Kluki, Szczerców oraz sąsiadujące z nimi od północnego-zachodu: Widawa, Sędziejowice i Zduńska Wola. Do grupy o tym samym potencjale zaliczają się także gminy zlokalizowane wokół Łodzi: mgm. Aleksandrów, mgm. Stryków i gm. Zgierz oraz równoleżnikowo położone mgm. Poddębice i gm. Rawa Mazowiecka, zaś na wschodzie województwa można tu mówić o mgm. Drzewica, gm. Sławno i gm. Tomaszów Mazowiecki.

W podsumowaniu, analizując mapę województwa daje się zauważyć zależność, iż w gminach gdzie jest dobrze rozwinięta produkcja rolnicza i z tym korelująca mała powierzchnia terenów odłogowanych i ugorów, tam najmniejszy do pozyskania potencjał techniczny z uprawy roślin energetycznych. Część środkowo-centralna regionu i południowe oraz południowo-wschodnie pogranicze województwa charakteryzuje się największym potencjałem technicznym upraw roślin energetycznych.

Mapa 4: Potencjał techniczny upraw energetycznych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 9: Potencjał techniczny upraw roślin energetycznych na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _n areal nieużytków, terenów odłogowanych i ugorów	A _{ue} dostępny areal pod uprawy energetyczne (50% arealu nieużytków, terenów odłogowanych i ugorów	Z _{up} [t] - 30 t s.m./ha/3 lata - zasób biomasy możliwej do otrzymania z upraw energetycznych	18 [GJ/t] – wartość energetyczna peletów uzyskanych z upraw energetycznych	80% - sprawność urządzeń do spalania peletów lub brykietów	Eup [GWh/3 lata] - ilość energii możliwa do otrzymania z upraw energetycznych	Zbiór plonów - raz na 3 lata	Eup [GWh/rok] - ilość energii możliwa do otrzymania z upraw energetycznych
		[ha]	[ha]	[t/ha]	[GJ/t]	[%]	[GWh/3 lata]	[lata]	[GWh/rok]
1	Aleksandrów	1939,55	969,78	30	18	0,8	116,373	3	38,79
2	Aleksandrów Łódzki	1384,56	692,28	30	18	0,8	83,0736	3	27,69
3	Andrespol	192,83	96,42	30	18	0,8	11,5698	3	3,86
4	Bedlno	189,45	94,73	30	18	0,8	11,367	3	3,79
5	Bełchatów	2753,69	1 376,85	30	18	0,8	165,2214	3	55,07
6	Będków	70,2	35,10	30	18	0,8	4,212	3	1,40
7	Biała	194,04	97,02	30	18	0,8	11,6424	3	3,88
8	Biała Rawska	1018,52	509,26	30	18	0,8	61,1112	3	20,37
9	Białaczów	1140,28	570,14	30	18	0,8	68,4168	3	22,81
10	Bielawy	303,3	151,65	30	18	0,8	18,198	3	6,07
11	Błaszki	489,2	244,60	30	18	0,8	29,352	3	9,78
12	Bolesławiec	287,81	143,91	30	18	0,8	17,2686	3	5,76
13	Bolimów	832,8	416,40	30	18	0,8	49,968	3	16,66
14	Brąszewice	449,34	224,67	30	18	0,8	26,9604	3	8,99
15	Brójce	356,13	178,07	30	18	0,8	21,3678	3	7,12
16	Brzeziny	437,55	218,78	30	18	0,8	26,253	3	8,75
17	Brzeźnio	293,78	146,89	30	18	0,8	17,6268	3	5,88
18	Buczek	1063,52	531,76	30	18	0,8	63,8112	3	21,27
19	Budziszewice	161,43	80,72	30	18	0,8	9,6858	3	3,23
20	Burzenin	582,65	291,33	30	18	0,8	34,959	3	11,65
21	Chąśno	54,27	27,14	30	18	0,8	3,2562	3	1,09
22	Cielądz	517,65	258,83	30	18	0,8	31,059	3	10,35
23	Czarnocin	242,4	121,20	30	18	0,8	14,544	3	4,85
24	Czarnożyły	163,93	81,97	30	18	0,8	9,8358	3	3,28
25	Czastary	319	159,50	30	18	0,8	19,14	3	6,38
26	Czerniewice	732,47	366,24	30	18	0,8	43,9482	3	14,65

27	Dalików	452,04	226,02	30	18	0,8	27,1224	3	9,04
28	Daszyna	114,19	57,10	30	18	0,8	6,8514	3	2,28
29	Dąbrowice	145,93	72,97	30	18	0,8	8,7558	3	2,92
30	Dłutów	899,92	449,96	30	18	0,8	53,9952	3	18,00
31	Dmosin	431,87	215,94	30	18	0,8	25,9122	3	8,64
32	Dobroń	911,00	455,50	30	18	0,8	54,66	3	18,22
33	Dobryszyce	776,54	388,27	30	18	0,8	46,5924	3	15,53
34	Domaniewice	296,14	148,07	30	18	0,8	17,7684	3	5,92
35	Drużbice	1333,43	666,72	30	18	0,8	80,0058	3	26,67
36	Drzewica	1621,11	810,56	30	18	0,8	97,2666	3	32,42
37	Działoszyn	1748,18	874,09	30	18	0,8	104,8908	3	34,96
38	Galewice	1344,15	672,08	30	18	0,8	80,649	3	26,88
39	Gidle	1715,93	857,97	30	18	0,8	102,9558	3	34,32
40	Głowno	503,53	251,77	30	18	0,8	30,2118	3	10,07
41	Głuchów	121,71	60,86	30	18	0,8	7,3026	3	2,43
42	Godzianów	105,02	52,51	30	18	0,8	6,3012	3	2,10
43	Gomunice	873,71	436,86	30	18	0,8	52,4226	3	17,47
44	Gorzkowice	1093,44	546,72	30	18	0,8	65,6064	3	21,87
45	Goszczanów	180,13	90,07	30	18	0,8	10,8078	3	3,60
46	Góra Świętej Małgorzaty	122,12	61,06	30	18	0,8	7,3272	3	2,44
47	Grabica	483,75	241,88	30	18	0,8	29,025	3	9,68
48	Grabów	396,66	198,33	30	18	0,8	23,7996	3	7,93
49	Inowódz	1083,22	541,61	30	18	0,8	64,9932	3	21,66
50	Jeżów	129,24	64,62	30	18	0,8	7,7544	3	2,58
51	Kamieńsk	839,66	419,83	30	18	0,8	50,3796	3	16,79
52	Kielczygłów	560,34	280,17	30	18	0,8	33,6204	3	11,21
53	Kiernoza	84,72	42,36	30	18	0,8	5,0832	3	1,69
54	Kleszczów	588,36	294,18	30	18	0,8	35,3016	3	11,77
55	Klonowa	214,38	107,19	30	18	0,8	12,8628	3	4,29
56	Kluki	1446	723,00	30	18	0,8	86,76	3	28,92
57	Kobiele Wielkie	577,74	288,87	30	18	0,8	34,6644	3	11,55
58	Kocierzew Południowy	88,68	44,34	30	18	0,8	5,3208	3	1,77

59	Kodrąb	697,11	348,56	30	18	0,8	41,8266	3	13,94
60	Koluszki	950,43	475,22	30	18	0,8	57,0258	3	19,01
61	Konopnica	503,46	251,73	30	18	0,8	30,2076	3	10,07
62	Kowiesy	1002,54	501,27	30	18	0,8	60,1524	3	20,05
63	Krośniewice	121,04	60,52	30	18	0,8	7,2624	3	2,42
64	Krzyżanów	85,28	42,64	30	18	0,8	5,1168	3	1,71
65	Ksawerów	294,37	147,19	30	18	0,8	17,6622	3	5,89
66	Kutno	496,41	248,21	30	18	0,8	29,7846	3	9,93
67	Lgota Wielka	537,47	268,74	30	18	0,8	32,2482	3	10,75
68	Lipce Reymontowskie	158,11	79,06	30	18	0,8	9,4866	3	3,16
69	Lubochnia	513,7	256,85	30	18	0,8	30,822	3	10,27
70	Lutomiersk	1 037,59	518,80	30	18	0,8	62,2554	3	20,75
71	Lututów	311,95	155,98	30	18	0,8	18,717	3	6,24
72	Ładzice	818,91	409,46	30	18	0,8	49,1346	3	16,38
73	Łanięta	52	26,00	30	18	0,8	3,12	3	1,04
74	Łask	1841,57	920,79	30	18	0,8	110,4942	3	36,83
75	Łęczycza	380,75	190,38	30	18	0,8	22,845	3	7,62
76	Łęki Szlacheckie	961,16	480,58	30	18	0,8	57,6696	3	19,22
77	Łowicz	475,47	237,74	30	18	0,8	28,5282	3	9,51
78	Łubnice	88,98	44,49	30	18	0,8	5,3388	3	1,78
79	Łyszkowice	777,05	388,53	30	18	0,8	46,623	3	15,54
80	Maków	805,31	402,66	30	18	0,8	48,3186	3	16,11
81	Masłowice	620,38	310,19	30	18	0,8	37,2228	3	12,41
82	Mniszków	1105,44	552,72	30	18	0,8	66,3264	3	22,11
83	Mokrsko	202,67	101,34	30	18	0,8	12,1602	3	4,05
84	Moszczenica	315,68	157,84	30	18	0,8	18,9408	3	6,31
85	Nieborów	1067,9	533,95	30	18	0,8	64,074	3	21,36
86	Nowa Brzeźnica	1261,86	630,93	30	18	0,8	75,7116	3	25,24
87	Nowe Ostrowy	212,57	106,29	30	18	0,8	12,7542	3	4,25
88	Nowosolna	612,89	306,45	30	18	0,8	36,7734	3	12,26
89	Nowy Kawęczyn	524,06	262,03	30	18	0,8	31,4436	3	10,48
90	Opoczno	1996,09	998,05	30	18	0,8	119,7654	3	39,92

91	Oporów	90,99	45,50	30	18	0,8	5,4594	3	1,82
92	Osjaków	836,2	418,10	30	18	0,8	50,172	3	16,72
93	Ostrówek	690,33	345,17	30	18	0,8	41,4198	3	13,81
94	Ozorków	320,23	160,12	30	18	0,8	19,2138	3	6,40
95	Pabianice	938,53	469,27	30	18	0,8	56,3118	3	18,77
96	Pajęczno	1660,27	830,14	30	18	0,8	99,6162	3	33,21
97	Paradyż	610,44	305,22	30	18	0,8	36,6264	3	12,21
98	Parzęczew	746,57	373,29	30	18	0,8	44,7942	3	14,93
99	Pątnów	329,51	164,76	30	18	0,8	19,7706	3	6,59
100	Pęczniew	401,7	200,85	30	18	0,8	24,102	3	8,03
101	Piątek	395,04	197,52	30	18	0,8	23,7024	3	7,90
102	Poddębice	1216,24	608,12	30	18	0,8	72,9744	3	24,32
103	Poświętne	877,64	438,82	30	18	0,8	52,6584	3	17,55
104	Przedbórz	1871,12	935,56	30	18	0,8	112,2672	3	37,42
105	Radomsko	1059,56	529,78	30	18	0,8	63,5736	3	21,19
106	Rawa Mazowiecka	1200,53	600,27	30	18	0,8	72,0318	3	24,01
107	Regnów	107,77	53,89	30	18	0,8	6,4662	3	2,16
108	Ręczno	483,71	241,86	30	18	0,8	29,0226	3	9,67
109	Rogów	278,42	139,21	30	18	0,8	16,7052	3	5,57
110	Rokiciny	490,77	245,39	30	18	0,8	29,4462	3	9,82
111	Rozprza	925,24	462,62	30	18	0,8	55,5144	3	18,50
112	Rusiec	884,13	442,07	30	18	0,8	53,0478	3	17,68
113	Rząśnia	763,98	381,99	30	18	0,8	45,8388	3	15,28
114	Rzeczycza	518,03	259,02	30	18	0,8	31,0818	3	10,36
115	Rzgów	1 287,44	643,72	30	18	0,8	77,2464	3	25,75
116	Sadkowice	503,66	251,83	30	18	0,8	30,2196	3	10,07
117	Sędziejowice	1228,18	614,09	30	18	0,8	73,6908	3	24,56
118	Siemkowice	795,31	397,66	30	18	0,8	47,7186	3	15,91
119	Sieradz	1034,51	517,26	30	18	0,8	62,0706	3	20,69
120	Skierniewice	1077,15	538,58	30	18	0,8	64,629	3	21,54
121	Skomlin	194,31	97,16	30	18	0,8	11,6586	3	3,89
122	Sławno	1360,1	680,05	30	18	0,8	81,606	3	27,20

123	Stupia	114,48	57,24	30	18	0,8	6,8688	3	2,29
124	Sokolniki	578,71	289,36	30	18	0,8	34,7226	3	11,57
125	Stryków	1359,39	679,70	30	18	0,8	81,5634	3	27,19
126	Strzelce	216,72	108,36	30	18	0,8	13,0032	3	4,33
127	Strzelce Wielkie	776,2	388,10	30	18	0,8	46,572	3	15,52
128	Sulejów	1214,67	607,34	30	18	0,8	72,8802	3	24,29
129	Sulmierzyce	812,36	406,18	30	18	0,8	48,7416	3	16,25
130	Szadek	648,13	324,07	30	18	0,8	38,8878	3	12,96
131	Szczerców	1464,19	732,10	30	18	0,8	87,8514	3	29,28
132	Świnice Warckie	210,17	105,09	30	18	0,8	12,6102	3	4,20
133	Tomaszów Mazowiecki	1222,11	611,06	30	18	0,8	73,3266	3	24,44
134	Tuszyn	1 072,41	536,21	30	18	0,8	64,3446	3	21,45
135	Ujazd	671,19	335,60	30	18	0,8	40,2714	3	13,42
136	Uniejów	567,82	283,91	30	18	0,8	34,0692	3	11,36
137	Warta	779,43	389,72	30	18	0,8	46,7658	3	15,59
138	Wartkowice	510,91	255,46	30	18	0,8	30,6546	3	10,22
139	Widawa	1603,8	801,90	30	18	0,8	96,228	3	32,08
140	Wielgomłyn	606,28	303,14	30	18	0,8	36,3768	3	12,13
141	Wieluń	834,48	417,24	30	18	0,8	50,0688	3	16,69
142	Wieruszów	977,94	488,97	30	18	0,8	58,6764	3	19,56
143	Wierzchlas	429,63	214,82	30	18	0,8	25,7778	3	8,59
144	Witonia	23,38	11,69	30	18	0,8	1,4028	3	0,47
145	Wodzierady	765,72	382,86	30	18	0,8	45,9432	3	15,31
146	Wola Krzysztoporska	1021,81	510,91	30	18	0,8	61,3086	3	20,44
147	Wolbórz	399,43	199,72	30	18	0,8	23,9658	3	7,99
148	Wróblew	264,51	132,26	30	18	0,8	15,8706	3	5,29
149	Zadzim	507,04	253,52	30	18	0,8	30,4224	3	10,14
150	Zapolice	931,01	465,51	30	18	0,8	55,8606	3	18,62
151	Zduny	89,28	44,64	30	18	0,8	5,3568	3	1,79
152	Zduńska Wola	1430,7	715,35	30	18	0,8	85,842	3	28,61
153	Zelów	2557,27	1 278,64	30	18	0,8	153,4362	3	51,15
154	Zgierz	1724,62	862,31	30	18	0,8	103,4772	3	34,49

155	Złoczew	181,42	90,71	30	18	0,8	10,8852	3	3,63
156	Żarnów	1935,86	967,93	30	18	0,8	116,1516	3	38,72
157	Żelechlinek	1042,32	521,16	30	18	0,8	62,5392	3	20,85
158	Żychlin	124,87	62,44	30	18	0,8	7,4922	3	2,50
159	Żytno	1400,16	700,08	30	18	0,8	84,0096	3	28,00

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

8.1.6. Prognoza wykorzystania.

W ciągu ostatnich lat można zaobserwować wzrost zainteresowania energetycznym wykorzystaniem biopaliw stałych. Dynamicznie rozwija się technologia współspalania zrębek drzewnych i roślin energetycznych w kotłach energetycznych razem z innymi paliwami, głównie z węglem, jako prosty i szybki sposób zwiększenia energii cieplnej i elektrycznej z paliw odnawialnych. Zieloną energię można także uzyskać ze spalania form zagregowanych w postaci: brykietu, pelletu, pelletu BO2, ale także w procesach zgazowania i pirolizy roślin energetycznych. Współspalanie roślin energetycznych jest najbardziej rozpowszechnione w energetyce w dużych jednostkach kotłowych. Elektrownie i elektrociepłownie są największymi odbiorcami biopaliw stałych. Dalkia Polska i należąca do niej Elektrociepłownia w Łodzi realizuje projekt spalania biomasy i rozpoczęła konwersję kotła węglowego w Elektrociepłowni EC-4 na kocioł przystosowany w 100% do spalania biomasy. Elektrociepłownia EC4 dzięki budowanemu kotłowi na biomasę już od 2012 roku osiągnie udział OZE w wysokości ok. 25%. Moc instalacji to ok. 46 tzw. zielonych MW elektrycznych i 48 MW termicznych. To największy projekt spalania biomasy w Grupie Dalkia, a także pierwsza tak duża modernizacja elektrociepłowni w Polsce. Około 360 tys. ton biomasy w 80% pochodzącej z odpadów przemysłu drzewnego będzie spalane na koniec 2011 roku. Projekt pozwoli na uniknięcie emisji 260 tys. ton CO₂ rocznie w EC4 i 120 tys. ton CO₂ w EC3, gdzie biomasa od 2009 roku współpalana jest z węglem. Dalkia już w roku 2012 przekroczy próg 15% wykorzystania OZE wyznaczony na rok 2020 w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku”. Większość paliwa dostarczana będzie przez dostawców zewnętrznych, a część z plantacji upraw roślin energetycznych spod Poznania i Elbląga, gdzie Dalkia prowadzi je już od kilku lat²⁶.

PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Elektrownia w Bełchatowie stawia na zieloną energię i rozpoczęła już wdrażanie projektów związanych z produkcją energii elektrycznej z zastosowaniem biomasy jako paliwa. Instalacja do współspalania biomasy zamontowana została już w bełchatowskiej elektrowni. Według najnowszych informacji poczynania elektrowni zmierzają w kierunku przebudowy przynajmniej jednego ze zużytych bloków na węgiel brunatny tak, aby spalał właśnie biomasę. Po 2015 r. spółka musi wyłączyć dwa najstarsze i zużyte bloki na węgiel brunatny, oba mają moc po 370 MW. Gdyby do tego doszło, PGE byłaby liderem pod względem wykorzystania biomasy w jednej elektrowni na całym kontynencie, ale potrzebowałaby jednocześnie około 2 mln t surowca rocznie.

Obecnie w województwie zlokalizowanych jest co najmniej 60 kotłowni o mocy 0,1 kW do 5 MW, spalających lub współpalających biopaliwa stałe.

W województwie łódzkim powstaje coraz więcej lokalnych kotłowni spalających rośliny energetyczne w procesie współspalania z węglem, ale także samodzielnych nowoczesnych kotłowni na zrębki, brykiety, Pelle i ziarno. W Przedborzu kotłownia na biomasę działa już od 2007 roku, a ciepło z niej wykorzystywane jest do ogrzania szkoły podstawowej, gimnazjum i przedszkola. Materiał energetyczny w postaci pelletu stanowi surowiec spalany w kotłowniach urzędów gmin m.in. w Jeżowie, Strzelcach Wielkich, Zapolicach, Kowiesach. Energia ze spalania brykietu wykorzystywana jest m.in. w gminie Warta, Sieradz, Ładzice.. Powiat sieradzki zajmuje 12 miejsce w rankingu powiatów polskich wykorzystujących energię biomasy (Ogólnopolski Samorządowy Serwis Energii Odnawialnej), zaś powiat bełchatowski lokuje się na 56 pozycji, a tomaszowski na pozycji 57. Należy się spodziewać iż wykorzystanie paliw w gospodarce województwa, pochodzących z roślin energetycznych będzie coraz większe w podmiotach użyteczności publicznej, ale również u prywatnych właścicieli gospodarstw domowych.

²⁶ Echo Miasta, Łódź, Nr 68 (606).

Według różnych źródeł, przewiduje się iż w porównaniu do wszystkich rodzajów OZE energia pochodząca z biomasy stanowić będzie około 90%, z czego aż 70% pochodzić będzie z upraw roślin energetycznych na gruntach rolniczych. Kotłownie spalające lub współpalające biopaliwa stałe na terenie województwa łódzkiego przedstawiono w poniższej tabeli i na mapie.

Tabela 10: Kotłownie w województwie łódzkim spalające lub współpalające biopaliwa stałe.

L.p.	POWIAT	GMINA	LOKALIZACJA I ZASIĘG
1	2	3	4
1	BRZEZIŃSKI	JEŻÓW	Urząd Gminy
2	KUTNOWSKI	KROŚNIEWICE	Sp. Mieszkaniowa Lokatorsko-Własnościowa w Krośniewicach
3		KRZYŻANÓW	Szkoła Podstawowa w Kaszewach Dwornych
4			Szkoła Podstawowa w Kterach
5		ŁANIĘTA	Gminny Ośrodek Zdrowia
6	ŁASKI	SĘDZIEJOWICE	Zespół Szkół Rolniczych w Sędziejowicach
7	ŁĘCZYCKI	DASZYNA	Budynki mieszkalne, OSP, UG w Daszynie
8			Budynki: mieszkalne, OSP, Ośrodek Zdrowia, Szkoła Podstawowa w Mazewie
9		ŁĘCZYCA	b.d.
10		ŚWINICE WARCKIE	Specjalny Ośrodek Szkolno-Wychowawczy w Stemplewie
11	ŁÓDZKI WSCHODNI	TUSZYN	b.d.
12	OPOCZYŃSKI	ŻARNÓW	Strażnica OSP w Chelstach
13			Biblioteka w Skórkowicach
14			Strażnica OSP w Skórkowicach
15			Strażnica OSP w Grębelicach
16			Strażnica OSP w Paszkowicach
17			Strażnica OSP w Zdyszewicach
18			Strażnica OSP w Straszowej Woli
19	PABIANICKI	KONSTANTYNÓW ŁÓDZKI	Przedsiębiorstwo Komunalne – Ciepłownia miejska
20	PAJĘCZAŃSKI	STRZELCE WIELKIE	Urząd Gminy
21	PIOTRKOWSKI	WOLBÓRZ	„Formaplan” w Wolborzu
22	PODDĘBICKI	PĘCZNIĘW	Szkoła Podstawowa
23			Przedszkole
24		UNIEJÓW	b.d.
25	RADOMSZCZAŃSKI	RADOMSKO	ZSG nr 6
26		ŁADZICE	Szkoła Podstawowa w Jedlinie I
27			Szkoła Podstawowa w Stobiecku Szlacheckim
28		PRZEDBÓRZ	Szkoła Podstawowa, Gimnazjum, Przedszkole
29	RAWSKI	BIAŁA RAWSKA	Przydomowe w gospodarstwach sadowniczych
30	SIERADZKI	M.SIERADZ	Urząd Miasta i Gminy
31			Zakład Robót Drogowych przy Zarządzie Dróg Powiatowych
32		SIERADZ	Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Męckiej Woli
33			ZSP- Internat w Męckiej Woli
34			Dom Pomocy Społecznej w Biskupicach
35		WARTA	Gimnazjum w Warcie
36			Budynki: mieszkalne w Warcie
37			Szkoła Podstawowa w Rossoszycy
38			Szkoła Podstawowa w Jeziorsku
39			Dom Pomocy Społecznej w Rożdżały
40			Dom Dziecka w Tomisławicach
41	SKIERNIEWICKI	GODZIANÓW	Szkoła Podstawowa w Lnisku
42			Hala Sportowa w Godzianowie
43			Przedszkole w Godzianowie
44		KOWIESY	Urząd Gminy
45	WIELUŃSKI	MOKRSKO	Szkoła Podstawowa w Turowej Woli
46			b.d.
47		OSTRÓWEK	b.d.
54	WIERUSZOWSKI	PĄTNÓW	7 kotłowni w budynkach należących do Gminy
55			b.d.
56		ŁUBNICE	b.d.
57		WIERUSZÓW	Sp. Mieszkaniowa „Bursztyn”
58	ZDUŃSKOWOLSKI	ZAPOLICE	Urząd Gminy
59	ZGIERSKI	PARZĘCZEW	Zakład Gospodarki Komunalnej w Parzęczewie
60		ZGIERZ	„NEKS” w Dąbrówce Wielkiej

Źródło: Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim-CITEC SA, 2008; informacje z BIP Urzędów Miast i Gmin.

Mapa 4: Lokalizacja kotłowni spalających lub współspalających biomasę w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie danych z tabeli 10.

8.2. Słoma.

8.2.1. Opis źródła.

Słoma – wg małej encyklopedii rolniczej to dojrzałe lub wysuszone żdźbła roślin zbożowych, określenia tego używa się także do wysuszonych roślin strączkowych, lnu, rzepaku. Podstawowy skład słomy to: włókno surowe, związki bezazotowe wyciągowe. Jej właściwości fizyczne, głównie wysoka zawartość suchej masy na poziomie 85% oraz zdolności sorpcyjne wody i gazów były i są nadal czynnikami decydującymi, które określają kierunki jej wykorzystania w gospodarstwach rolnych jako ściółki, paszy dla inwentarza oraz nawozu uzyskiwanego w procesie przyorywania bądź palenia. W ostatnich latach rosnące nadwyżki słomy wykorzystuje się coraz śmielej dla celów energetycznych. W energetyce znajduje zastosowanie słoma wszystkich rodzajów zbóż, a także rzepaku i gryki, przy czym za szczególnie cenną (ze względu na dobre właściwości energetyczne) uchodzi słoma żytnia, pszenna oraz rzepakowa i gryczana, a ponadto z roślin motylkowych (bobik, słonecznik), a w następnej kolejności słoma owsiana i osadki kukurydzy. Zachodzą także próby wykorzystania w energetyce słomy z roślin zielarskich, traw i roślin włóknistych (len, konopie).

Tabela 11: Skład chemiczny słomy wybranych roślin uprawnych

Rodzaj słomy	Popiół (% s. m.)	Węgiel (% wag.)	Wodór (% wag.)	Tlen (% wag.)	Azot (% wag.)	Siarka (% wag.)
Pszenna	6,53	48,53	5,30	39,08	0,28	0,05
Jęczmienna	4,30	45,67	6,50	38,26	0,43	0,11
Kukurydziana	5,77	47,09	5,40	39,79	0,81	0,12

Źródło: Purta J.

Słoma wykorzystywana do celów energetycznych musi spełniać określone wymagania technologiczne. Najczęściej oceny jakości dokonuje się na podstawie: wartości opałowej, wilgotności oraz stopnia zwiędnięcia. Stopień zwiędnięcia świadczy o tym jak długo pozostawała na polu i była poddawana działaniu zmiennych warunków atmosferycznych, a następnie została wykoszona. Charakterystyczną cechą takiej słomy jest szary kolor w porównaniu do słomy świeżej, która ma kolor żółty.

Najważniejszymi parametrami termo-chemicznymi są wartość opałowa określana jako ilość ciepła uzyskiwana podczas spalania jednostki masy paliwa stałego w atmosferze tlenu pomniejszona o ciepło parowania wody (uzyskanej w procesie spalania oraz wilgotności higroskopijnej) oraz ciepło spalania, nazywane też czasami dolną wartością opałową. (tabela 2). Parametry te zależą przede wszystkim od składu chemicznego i wilgotności materiału. Dla suchej słomy wartość opałowa zawiera się w przedziale od 15 do 18 MJ/kg i zależy przede wszystkim od gatunku rośliny, ale także od takich właściwości fizycznych jak: zawartość wody i gęstość. Dla porównania wartość opałowa węgla waha się w od 18,8 do 30,0 MJ/kg. Tak więc pod względem energetycznym 1,5 tony słomy równoważna jest podczas spalania z jedną toną węgla średniej jakości. Energia chemiczna 1 kg słomy o wilgotności 15% wynosi ok. 14,3 MJ, co odpowiada energii chemicznej zawartej w 0,81 kg drewna opałowego lub 0,41 m³ gazu ziemnego wysokometanowego.

Tabela 12: Wartość opałowa słomy wybranych roślin uprawnych

Rodzaj słomy	Wartość opałowa słomy suchej MJ/kg	Wilgotność słomy świeżej	Wartość opałowa słomy świeżej MJ/kg
Pszenna	17,3	12-22	12,9-14,9
Jęczmienna	16,1	12-22	12,0-13,9
Kukurydziana	16,8	50-70	3,3-7,2
Rzepakowa	15,0	30-40	10,3-12,5

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Wartość energetyczna słomy zależy w głównej mierze od wilgotności. Wilgotność świeżej słomy zawiera się w przedziale 12-22% i głównie uzależniona jest od rodzaju rośliny i warunków atmosferycznych, w jakich odbywa się zbiór. Zwiększona wilgotność wpływa, oprócz pogorszenia wartości uzyskiwanej energii, również na wzrost emisji zanieczyszczeń w spalinach. Dlatego ustala się normy, określające maksymalną dopuszczalną wilgotność słomy i choć normy te są różne to najczęściej przyjmuje się, że wilgotność słomy powinna utrzymywać się w granicach 18-25%. Słoma świeża zawiera w sobie dużo składników mineralnych-alkalicznych i chlorkowych oraz kolor zbliżony do żółtego, natomiast słoma, która poleży dłużej na polu, pod wpływem rosy, opadów deszczu i słońca, ulega „wiednięciu” i przybiera kolor szary. W takiej słomie następuje utrata składników w niej zawartych. Nie wolno dopuścić do gnicia słomy, czy też jej butwienia, bo taka słoma ma o wiele niższą wartość energetyczną, a wręcz gorzej się spala. Lepsze efekty energetyczne daje użycie słomy suchej (szarej, sezonowanej), która w porównaniu ze słomą świeżą (żółtą) zawiera mniejsze ilości siarki i chloru.

Tabela 13: Parametry słomy żółtej i szarej jako paliwa

Parametr	Słoma żółta	Słoma szara
Zawartość wody %	15,00	15,00
Zawartość popiołu%	4,00	3,00
Zawartość węgla %	42,00	43,00
Zawartość tlenu %	37,00	38,00
Zawartość wodoru %	5,00	5,20
Zawartość chloru %	0,75	0,20
Zawartość azotu %	0,35	0,41
Zawartość siarki %	0,16	0,13
Części lotne %	70,00	73,00

Rzeczywista wartość opałowa, MJ/kg	14,4	15,2
Ciepło spalania, MJ/kg s.m.	18,2	18,7
Wartość opałowa bez wody i popiołu, MJ/kg	18,2	18,7
Gęstość, kg·m ⁻³	90-165	90-165
Masa usypowa siewczki, kg/m ³	50÷80	50÷80

Źródło: L. Janowicz „Wykorzystanie słomy do celów grzewczych” i inni.

Słomę jako paliwo generalnie cechuje mała gęstość, jednocześnie duża zawartość frakcji lotnych, co sprawia, że przy jej spalaniu pojawiają się określone problemy. Popiół jako pozostałość z niepalnych substancji może być problemem dla kotłowni, zwłaszcza ze względu na niską temperaturę topnienia – ok. 95-105°C.

Jak wspomniano już wcześniej, do celów energetycznych może być użyta słoma praktycznie wszystkich rodzajów zbóż a także gryki i rzepaku. Stosunek masy ziarna do słomy prezentuje poniższa tabela.

Tabela 14: Stosunek masowy ziarno/słoma wybranych rodzajów zbóż

Rodzaj zboża	ziarno/słoma
Pszenica	1:1,3
Żyto	1:1,6
Jęczmień	1:1,2
Owies	1:1,3
Kukurydza	1:1

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

8.2.2. Technologie wykorzystujące słomę.

Słoma przeznaczona na cele energetyczne zbierana jest za pomocą pras. Podstawowym parametrem warunkującym zbiór jest wilgotność, która nie powinna przekraczać 15%. W gospodarstwach rolnych spotyka się trzy rodzaje pras:

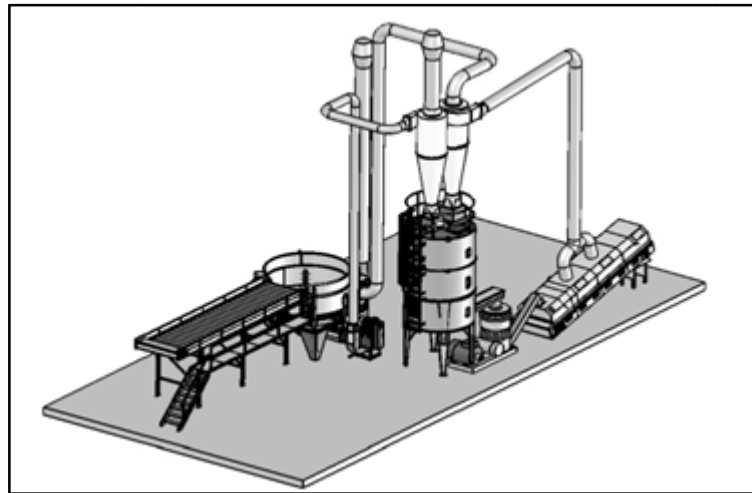
- prasy formujące małe bele prostopadłościenną o stopniu zagęszczenia 130 kg/m³
- prasy zwijające, formujące wielkowymiarowe bele cylindryczne o stopniu zagęszczenia do 150 kg/m³
- prasy formujące wielkogabarytowe bele prostopadłościenną o stopniu zagęszczenia do 180 kg/m³

Największą wydajnością charakteryzują się prasy formujące wielkowymiarowe bele prostopadłościenną o masie od 200-450 kg. Jest to najbardziej optymalna forma prasowania. Po sprasowaniu słoma powinna być natychmiast składowana, aby uniknąć wchłaniania wilgoci z powietrza i zamakania. Tylko składowanie w stanie suchym pozwala uzyskać dobry surowiec. Najlepszym miejscem składowania są stodoły lub wiaty. Słoma składowana w pryzmach na polu narażona jest na oddziaływanie środowiskowe i potrafi zwiększyć wilgotność zewnętrznej warstwy (~ 0,5 m) do 25-30%. Dziś już rzadziej stosowaną technologią w gospodarstwach rolnych jest zbiór luźnej słomy przyczepami samo zbierającymi.

W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii, słoma w postaci nieprzetworzonej jest dość uciążliwym materiałem energetycznym. Jest to spowodowane dużą niejednorodnością surowca, zróżnicowaną wartością energetyczną, szczególnie odniesioną do jednostki objętości, w porównaniu do konwencjonalnych nośników energii. Zebrana z pól słoma w postaci różnego rodzaju balotów, nie nadaje się do transportu na większe odległości ani do bezpośredniego brykietowania. Słomę w celu przygotowania do procesu brykietowania rozdrabnia się do postaci siewczki. Powstaje ona przez rozdrobnienie słomy w specjalnych maszynach rozdrabniających, siewczkarniach, młynach bijakowych. Przeciętna długość frakcji najczęściej waha się od kilku do kilkudziesięciu milimetrów i jest regulowana za pomocą różnej wielkości oczek na sitach w tychże urządzeniach. Na polskim rynku do rozdrabniania słomy dostępne są w dużym wyborze

sieczkarnie o wydajności od kilkudziesięciu kilogramów do kilku ton. Sieczkarnie te wykonane są w wersji z ręcznym podawaniem słomy oraz mogą być wyposażone w automatyczny podajnik kostek lub bel słomy. Firmy zajmujące się produkcją dla tego segmentu dostarczają również pełne automatyczne linie do rozdrabniania słomy do produkcji peletów i brykietów. Wydajność takich linii to ok. 500 kg/h do 5 t/h, a zabudowa takich linii ma najczęściej charakter modułowy, wobec tego można rozbudowywać wydajność linii poprzez dostawianie kolejnych modułów. Typowa instalacja rozdrabniania słomy składa się z: stołu podawczego, rozdrabniacza wstępnego, młyna, cyklonu z systemem oczyszczania powietrza, silosu magazynowanego rozdrobnionego materiału, układu sterowania PLC. Do zastosowań przemysłowych, wytwórczych i energetycznych świetnie nadaje się rozdrabniacz słomy TOMASSER, ze względu na uzyskiwane wysokie wydajności produkcji sieczki oraz dostęp do przyłączy energetycznych. Może być użytkowany przez producentów brykietów, peletów, elektrociepłownie, elektrownie. Wykorzystując całkowitą moc silnika 30 kW w ciągu jednej godziny można uzyskać ponad 2500 kg rozdrobnionej biomasy.

Rysunek 1: Instalacja do rozdrabniania słomy (Firma EST).



Źródło: www.est.net.pl/i_rozdrabnianie_slomy.html.

Fotografia 3: Przykład zastosowania linii rozdrabniania słomy.



Źródło: http://www.est.net.pl/i_rozdrabnianie_slomy.html.

Z technologicznego, ale również ekonomicznego punktu widzenia wskazane jest bezpośrednie przetworzenie słomy zbożowej w na brykiety lub granulat opałowyy tzw. pelety.

Przetworzenie to powinno się odbyć po uprzednim wysezonowaniu słomy i doprowadzeniu do jednolitej wilgotności materiału na poziomie około 10-12%. Takie paliwo w postaci brykiety lub peletu ułatwia w zasadniczy sposób zadawanie paliwa do pieca oraz sprawia, że staje się paliwem bardziej handlowym.

Podstawowe korzyści z przetworzenia biomasy to:

- ✓ obniżenie wilgotności, a tym samym podniesienie koncentracji energii
- ✓ kilkukrotne pomniejszenie kubatury pomieszczeń magazynowych
- ✓ standaryzacja paliwa umożliwiająca zautomatyzowanie procesu spalania
- ✓ możliwość spalania we wszystkich rodzajach pieców rusztowych
- ✓ niższe koszty transportu przewożonego surowca związane z większą gęstością w porównaniu z materiałem sypkim.

Brykiety – paliwo odnawialne w postaci walcowatych brył o rozmiarach 10-15 (30) cm długości i 5-10 (12) cm średnicy, przeciętna wartość opałowaa, przy wilgotności 5-10% wynosi od 15-17 MJ/kg, zawartość popiołu 3-5%, ciężar właściwy 1 kg/dm³. Słoma w postaci brykietów jest bardzo atrakcyjnym produktem wykorzystywanym do celów grzewczych, 1 kg brykietu stanowi równoważnik energetyczny dla: 0,33 kg oleju opałowego, 0,38 m³ gazu ziemnego, 0,62 kg węgla kamiennego.

Fotografia 4: Ekologiczny brykiet ze słomy



Źródło: <http://makowmazowiecki.olx.pl/>

Pelety (granulat opałowyy) – paliwo odnawialne w postaci granulatu o długości 10=25 mm i średnicy 6-10 mm. W wyniku koncentracji biomasy i gęstości właściwej na poziomie 1,2-1,4 t/m³ oraz wartości energetycznej ok. 16-18 MJ/kg, przekraczającej 70% wartości kalorycznej najlepszych gatunków węgla pelet jest najwygodniejszym rodzajem paliwa do programu współspalania (co-firing) w tradycyjnych zakładach ciepłowniczych. Inne zalety peletu: niewielka zawartość popiołu (poniżej 0,5%), niska wilgotność (poniżej 8%), która czyni go materiałem odpornym na procesy gnilne.

Tabela 15: Parametry słomy w zależności od jej przygotowania

Postać słomy	Masa usypowa kg/m ³	Wartość opałowaa	
		MW/m ³	GJ/m ³

Luźna	20-50	0,07-0,16	0,25-0,58
Pocięta	40-60	0,13-0,19	0,47-0,68
Bele sześciennie 46-36-80 cm	90-100	0,29-0,32	1,04-1,15
Bele cylindryczne o śr. 120-150 cm	110	0,35	1,26
Bele sześciennie 80-80-240	140	0,45	1,62
Bele sześciennie 120-120-140	>165	0,53	1,91
Brykiety	300-400	0,99-1,48	3,65-5,33
Pelety	550-750	2,22-2,78	8-10

Źródło: Agroenergetyka 1/2010, „Kompaktowanie się opłaca” dr Alina Kowalczyk-Jusko, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Spalanie słomy cechuje gwałtowność spalania tzw. słomiany zapal. Słoma spala się bardzo szybko i jest to niepożądane, gdyż podobnie jak przy niedoborze powietrza tak też przy gwałtownym spalaniu składników lotnych występują straty kominowe.

Proces spalania słomy przebiega w dwóch etapach. W pierwszym wydziela się duża ilość pary wodnej i substancji lotnych – powstają gazy. W drugim etapie następuje bezpłomieniowe spalanie związków węgla. Aby gazy uległy spaleniowi muszą mieszać się z powietrzem, którego musi być nadmiar w komorze spalania. Gdy powietrza jest mniej gazy nie ulegają całkowitemu spaleniowi i uchodzą do komina. Dlatego piece do spalania słomy muszą mieć większe komory spalania niż przy spalaniu węgla lub drewna.

Profesjonalne podejście do spalania słomy zaczęło się w niektórych krajach europejskich, a szczególnie w Danii w latach 70-tych, czyli w latach tzw. kryzysu energetycznego. Wówczas rozpoczął się szybki rozwój konstrukcji kotłów centralnego ogrzewania opalanych słomą. Słoma może być spalana w postaci siewki, mierzwy, balotów, brykietów, peletów.

Trzy podstawowe technologie spalania słomy wdrożone do praktyki:

- cykliczne spalanie całych balotów słomy - kotły wsadowe o mocy 40 – 700 kW – używane do okresowego spalania całych bel słomy, stosowane najczęściej w gospodarstwach rolnych, szklarniach, małych i średnich przedsiębiorstwach, niewielkich osiedlach.

Pierwsze kotły pracowały w latach 70-tych, obecnie to nowoczesne instalacje do zasilania paliwem 1-2 razy dziennie, wyposażone w automatykę regulującą proces spalania. Nowoczesne kotły, w zależności od mocy, przystosowane są do jednorazowego załadunku nawet 1000 kg słomy i pozwalają uzyskać średnią moc do 500 kW.

- spalanie słomy rozdrobnionej - kotły do spalania słomy rozdrobnionej o mocy 1 do kilku MW, są to kotły o ruchu ciągłym używane najczęściej obok kotłów wsadowych.

Zostały opracowane dla kotłowni o mocach powyżej 0,5 MW. Ogólna zasada pracy polega na podawaniu słomy ciętej, rozdzielanej lub w postaci granulatu. W kotłach tych zastosowano zasadę dwufazowego systemu spalania, tzn. w I fazie następuje zgazowanie słomy a uzyskany gaz dopala się w II fazie. Dzięki temu uzyskuje się wysoką sprawność cieplną i emisję spalin zawierających minimalne ilości szkodliwych składników. Technologia ta ma swój rodowód w Danii.

- cygarowa technologia spalania - kotły do cygarowego spalania całych bel słomy o mocy od 1 do kilku MW, są to kotły o ruchu ciągłym nie są tak rozpowszechnione, jak dwa poprzednie typy ze względu na małą odporność na zawilgocenie.

Bele podawane są do kotła niekończącym się szeregiem i spalane są w kierunku od przodu do tyłu. Zachodzi w nich konieczność stosowania dodatkowych zabezpieczeń, które uniemożliwiają wydostanie się płomienia poza obręb komory spalania, co podnosi koszty budowy tego typu kotłowni.

8.2.3. Wpływ na środowisko.

Zaletą słomy jako surowca energetycznego w porównaniu z węglem jest znaczne ograniczenie emisji CO₂ (wpływającego na pogłębienie się efektu cieplarnianego) do atmosfery, przy czym wydzielanie CO₂ podczas prawidłowego spalania słomy nie przekracza ilości pobranej przez zboże podczas jego wzrostu. Słoma w porównaniu do węgla zawiera jedynie śladowe ilości organicznej siarki i tlenków azotu, substancji szkodliwych dla środowiska. Jednakże Systemy spalania słomy zapewniają uzyskiwanie spalin o wysokiej czystości, tzn. bardzo niskiej zawartości takich składników, jak SO₂, CO, NO_x, dioksyne, związki węglowodorów aromatycznych, chlorowodor, pyły, a tym samym spełniają bardzo rygorystyczne wymagania przepisów ochrony powietrza atmosferycznego.

W mieszaninie węgla z biomasą pochodzącą ze słomy stężenie siarki ulega obniżeniu, podobnie jak i w spalinach. W efekcie współspalanie węgla i biomasy tzw. co-firing, jako nie obciążone kosztami desulfuryzacji (redukcja organicznych związków siarki i siarczanów) spalin, jest tańsze. Granulat opałowy ze słomy w postaci peletu jest najwygodniejszym rodzajem paliwa do współspalania, ze względu na niewielką zawartość popiołu (poniżej 5%) i niską wilgotność (poniżej 8%). Przy spalaniu słomy zdecydowanie korzystniejsze efekty energetyczne daje stosownie słomy suchej (szarej), która w zestawieniu ze słomą świeżą (żółtą) zawiera mniejsze ilości siarki i chloru. Zawartość popiołu w % s. m. jest też korzystniejsza w przypadku słomy szarej (3%), dla słomy żółtej wartość ta wynosi 4%.

Jednym z ważnych elementów jest temperatura topnienia popiołu i tak ze względu na niską wartość tego parametru słoma owsiana nie uchodzi za bardzo cenną i nie jest przez niektórych autorów – znawców tematu, zalecana jako paliwo. Popioły powstałe ze spalania słomy zawierają dużo potasu i wapnia oraz innych składników mineralnych, dlatego stanowią doskonały roślinny mineralny nawóz i mogą być wykorzystywane do nawożenia pól uprawnych.

Słoma odgrywa istotną rolę jako nawóz organiczny, pozostawiając ją na polu po zbiorze ziarna, a później przyorując w myśl Kodeksu tzw. Dobrej Praktyki Rolniczej wpływa na zachowanie odpowiedniego poziomu próchnicy w glebie. Przyzmy słomy źle zbudowane (wielkość sterty) i nieprawidłowo zlokalizowane względem wymagań bezpieczeństwa przeciwpożarowego mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla środowiska z racji powstawania pożarów. W celu zwiększenia bezpieczeństwa należy stosować zaorane pasy w odległości 3 m od sterty o szerokości 2 m.

Pozyskując energię ze słomy zapobiega się marnotrawstwu, spalaniu poźniwnemu słomy na polach, które jest bardzo szkodliwe dla środowiska przyrodniczego. Materia organiczna, którą stanowi słoma, zamiast wracać do gleby, ulega całkowitemu zniszczeniu przez ogień, a zawarty w niej azot ulatnia się do atmosfery, zaś górne warstwy gleby ulegają dezaktywacji, giną liczne drobnoustroje glebowe oraz część fauny glebowej, tym samym funkcjonowanie ekosystemu zostaje przyhamowane na pewien czas. Spalanie słomy, chociaż jest zabiegiem sanitarnym i odchwaszczającym, to jednak w bilansie strat i korzyści zdecydowanie przeważają straty.

Dla uzyskania poprawnego procesu spalania słomy i emitowanych gazów, powietrze spalane powinno być kierowane przeciwnie do wylotu gazów spalinowych. Do spalania powinna być stosowana słoma sucha o wilgotności do 20%, gdyż słoma zawilgocona źle się pali i tworzą się substancje smoliste, z których tworzą się nagary w palenisku i otworach wylotowych spalin.

Defektem w przypadku słomy jest też to, iż zboże wskutek nawożenia zawiera spore ilości metali alkalicznych, które przy spalaniu dużych ilości mogą uszkadzać palenisko kotłowni- przez co wzrasta koszt remontów.

Szczególne obawy zachodzą w przypadku spalania słomy zanieczyszczonej pestycydami, mogą wydzielają się dioksyne i furany o toksycznym i rakotwórczym oddziaływaniu na środowisko.

Mimo tych niedogodności wysoka kaloryczność słomy zbóż i rzepaku sprawia, że energetyka tego typu staje się opłacalna, tym bardziej, że firmy produkujące energię elektryczną z OZE otrzymują tzw. zielone certyfikaty, które w praktyce przekładają się na dodatkowe przychody z każdej wyprodukowanej MWh energii elektrycznej. Produkcja biomasy, w tym słomy może stanowić znaczące źródło dochodu rolników, dodatkowe, ale nie wykluczające typowej produkcji rolnej.

8.2.4. Obecny poziom zastosowania.

Wykorzystanie biomasy rolniczej, w tym pochodzącej z uprawy zbóż słomy jest rozwiązaniem powszechnie stosowanym w Szwecji, Finlandii i USA oraz wielu innych krajach.

Ocena zasobów słomy dla Polski jest różna w różnych źródłach. Należy jednak przyjąć, że rodzime rolnictwo produkuje jej rocznie ok. 25 mln ton. W związku z malejącym zapotrzebowaniem słomy na ściółkę i paszę oraz na dużą zmienność produkcji nadwyżki tego surowca są duże. Coraz częściej nadwyżki słomy w Polsce są zagospodarowywane, w tym na cele energetyczne. Szacunki w skali kraju mówią o średniej rocznej nadwyżce zbieranej słomy nad jej wykorzystaniem w ilości 11,5 mln ton (Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa), ale trzeba nadmienić, iż są one dość zróżnicowane regionalnie i zależą od struktury wykorzystania gruntów, struktury zasiewów, wielkości gospodarstw, obsady i sposobu chowu zwierząt gospodarskich. Północna i zachodnia Polska dysponuje dużym potencjałem biomasy stałej ze względu na nadwyżki słomy w gospodarstwach rolnych.

Dzięki dynamicznemu rozwojowi technologii współspalanie biopaliw stałych, w tym biopaliw pochodzenia rolniczego - produktów odpadowych jak słoma, w kotłach energetycznych razem z innymi paliwami, głównie z węglem, to prosty i szybki sposób zwiększenia produkcji energii elektrycznej z paliw odnawialnych. Elektrownie i elektrociepłownie, w których stosowane jest współspalanie i spalanie biopaliw stałych, w tym słomy, są największymi odbiorcami tych paliw. W naszym kraju duńskie technologie spalania słomy zaczęto wprowadzać w drugiej połowie lat 90-tych ubiegłego wieku w wielu gospodarstwach rolnych oraz przy instytucjach publicznych. W Polsce do spalania słomy najczęściej stosowaną technologią jest spalanie słomy rozdrobnionej obok używanych do okresowego spalania całych bel słomy kotłów wsadowych. Słoma stosowana jest także w układach kogeneracyjnych, czyli w takich, gdzie zachodzi skojarzone wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej. Dla systemów, które w charakterze paliwa wykorzystują słomę najczęściej spotykane są elektrociepłownie z turbiną parową, przy mniejszych wartościach mocy elektrycznej z silnikiem parowym.

W województwie łódzkim zlokalizowanych jest około 60-ciu kotłowni o mocy od 0,1 KW do 5 MW spalających lub współpalających biopaliwa stałe. W regionie występują kotłownie na biomasę pochodzącą ze słomy w obiektach użyteczności publicznej i małych systemach ciepłowniczych. Paliwo w postaci słomy wykorzystuje m. in. Szkoła Podstawowa w Kaszewach i Kterach (gm. Krzyżanów, pow. kutnowski), Przedsiębiorstwo Komunalne - ciepłownia miejska w Konstantynowie Łódzkim, w Dąbrowie Wielkiej (gm. Zgierz) inwestor „Neks”. W miejscowości Daszyna (pow. łęczycki) w ramach projektu „Zabezpieczenie energetyczne i ciepłe gminy Daszyna na bazie energii odnawialnej” została oddana do użytku kotłownia na biomasę ze słomy o łącznej mocy 0,6 MW.

Elektrownia Bełchatów wykorzystuje do współspalania z węglem brykiety ze słomy. Firma Elbis Sp. z o. o. od 2009 roku jest głównym dostawcą biomasy dla PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów. Wymagania jakościowe stawiane w odniesieniu do biomasy dla spalania w Elektrowni Bełchatów: forma handlowa- słoma zbóż/brykiet, wymiary zewnętrzne ≤ 180 mm długości, ≤ 80 mm szerokości, ≤ 80 mm wysokości, wartość opałowa biomasy min.14 GJ/Mg, wilgotność max 16%.

8.2.5. Potencjał techniczny słomy dla gmin województwa łódzkiego.

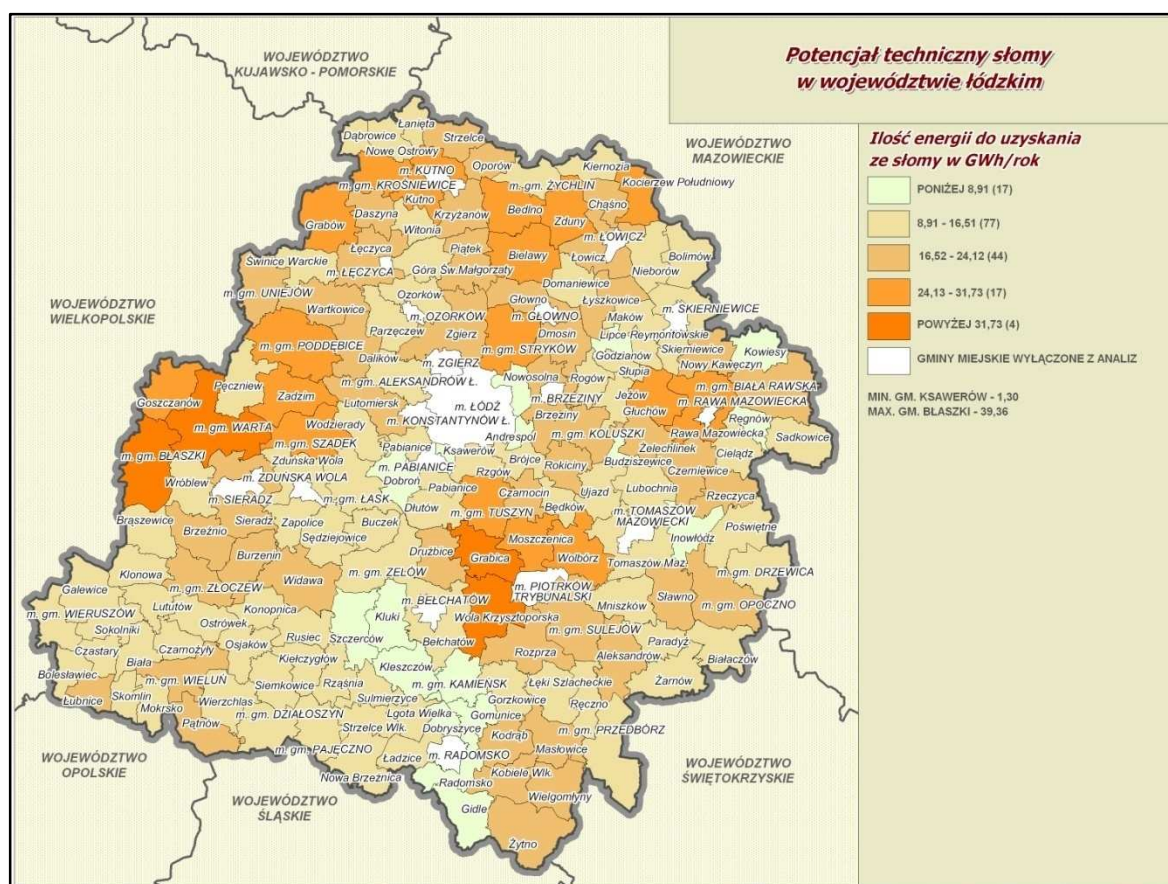
Potencjał techniczny słomy został oszacowany jako ilość energii w jednostce E_{up} [GWh/rok] jaka jest możliwa do pozyskania z zasobów słomy pochodzących z całego areалу upraw zbóż (Dane PSR 2002) dla każdej gminy województwa i opierał się na wyliczeniach zgodnie z przyjętą metodyką przedstawioną w szóstym rozdziale powyższego opracowania. Założenie sporządzono dla słomy o wilgotności 18-22% i jej wartości energetycznej równej 13 GJ/t, a sprawność przetwarzania energii w procesie spalania słomy przyjęto na poziomie 80%.

Szacowany w gminach potencjał techniczny słomy jest wyraźnie zróżnicowany, ilość energii możliwa do pozyskania w jednostce GWh/rok zawiera się w granicach 1,30 – 39,36. Gminami o wysokich możliwościach pozyskania energii z surowca odpadowego jakim jest słoma zbóż są: Grabica i Wola Krzysztoporska w powiecie piotrkowskim i m.gm. Warta oraz m.gm. Błaszki w powiecie sieradzkim. Możliwa w nich produkcja energii mogłaby osiągnąć wartości 31,74 - 39,36 GWh/rok. Nieco niższe, ale znaczące dla opisywanego zjawiska możliwości pozyskania energii, na poziomie 24,13 - 31,73 GWh/rok występują w północno-zachodniej części województwa, na obszarze; gm. Goszczanów, gm. Zadzim w m.gm. Szadek, m.gm. Poddębice i północnej w gminach: Grabów (pow. łęczycki), Kutno, Bedlno, m.gm. Krośnice w powiecie kutnowskim. W powiecie łowickim wyróżniającymi gminami są: Bielawy, Zduny i Chąśno. Do tej samej grupy w zakresie przyjętych możliwości produkcyjnych energii słomy należą także gminy z powiatu piotrkowskiego: Moszczenica i Wolbórz oraz sąsiadująca z nimi m.gm. Tuszyn. Dla wielu gmin województwa rozsianych mozaikowato w niemalże wszystkich powiatach województwa produkcja energii kształtowałaby się na poziomie 16,52 - 24,12 MWh/rok.

Wyniki opisujące możliwości pozyskania energii ze słomy zbóż pozwalają na stwierdzenie, że wysoka produkcja zbóż stanowi istotne źródło dla energetyki odnawialnej bazującej na materiale odpadowym z ich produkcji – słomie.

Poniżej zamieszczono mapę i tabelę obrazujące obliczone potencjały techniczne dla źródła, jakim jest słoma.

Mapa 5: Potencjał techniczny słomy na terenie gmin województwa łódzkiego.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 16: Potencjał techniczny słomy na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _{zb} areal przeznaczony pod uprawę zbóż, rzepaku i rzepiku	I _{sl/a} zbiór słomy w stosunku do arealu	I _{ns} wskaźnik nadwyżki słomy w województwie	Z _{sl} zasób słomy na cele energetyczne	13 GJ/t wartość energetyczna słomy o wilgotności 18-22%	80% - sprawność urządzeń do spalania słomy	E _{sl} [GWh/rok] - energia możliwa do pozyskania ze słomy
		[ha]	[t/ha]	[%]	[t/rok]	[GJ/t]	[%]	[GWh/rok]
1	Aleksandrów	4272,83	3,90	0,38	6 332,33	13	0,8	18,29
2	Aleksandrów Łódzki	2737,48	3,90	0,38	4 056,95	13	0,8	11,72
3	Andrespol	418,15	3,90	0,38	619,70	13	0,8	1,79
4	Bedlno	7082,96	3,90	0,38	10 496,95	13	0,8	30,32
5	Bełchatów	3299,27	3,90	0,38	4 889,52	13	0,8	14,13
6	Będków	2911,67	3,90	0,38	4 315,09	13	0,8	12,47
7	Biała	3087,58	3,90	0,38	4 575,79	13	0,8	13,22
8	Biała Rawska	4118,01	3,90	0,38	6 102,89	13	0,8	17,63
9	Białaczów	2612,47	3,90	0,38	3 871,68	13	0,8	11,18
10	Bielawy	5925,36	3,90	0,38	8 781,38	13	0,8	25,37
11	Błaszki	9194,08	3,90	0,38	13 625,63	13	0,8	39,36
12	Bolesławiec	2990,97	3,90	0,38	4 432,62	13	0,8	12,81
13	Bolimów	3058,31	3,90	0,38	4 532,42	13	0,8	13,09
14	Brąszewice	2971,57	3,90	0,38	4 403,87	13	0,8	12,72
15	Brójce	3 344,82	3,90	0,38	4 957,02	13	0,8	14,32
16	Brzeziny	4 517,06	3,90	0,38	6 694,28	13	0,8	19,34
17	Brzeźnio	5045,63	3,90	0,38	7 477,62	13	0,8	21,60
18	Buczek	2806,76	3,90	0,38	4 159,62	13	0,8	12,02
19	Budziszewice	1993,04	3,90	0,38	2 953,69	13	0,8	8,53
20	Burzenin	4352,83	3,90	0,38	6 450,89	13	0,8	18,64
21	Chąsno	4748,2	3,90	0,38	7 036,83	13	0,8	20,33
22	Cielądz	3792,77	3,90	0,38	5 620,89	13	0,8	16,24
23	Czarnocin	4309,45	3,90	0,38	6 386,60	13	0,8	18,45
24	Czarnożyły	2484,86	3,90	0,38	3 682,56	13	0,8	10,64
25	Czastary	2764,6	3,90	0,38	4 097,14	13	0,8	11,84
26	Czerniewice	5070,54	3,90	0,38	7 514,54	13	0,8	21,71

27	Dalików	4628,51	3,90	0,38	6 859,45	13	0,8	19,82
28	Daszyna	3942,74	3,90	0,38	5 843,14	13	0,8	16,88
29	Dąbrowice	2483,97	3,90	0,38	3 681,24	13	0,8	10,63
30	Dłutów	2 631,84	3,90	0,38	3 900,39	13	0,8	11,27
31	Dmosin	5 371,74	3,90	0,38	7 960,92	13	0,8	23,00
32	Dobroń	1 760,70	3,90	0,38	2 609,36	13	0,8	7,54
33	Dobryszyc	1574,36	3,90	0,38	2 333,20	13	0,8	6,74
34	Domaniewice	3393,22	3,90	0,38	5 028,75	13	0,8	14,53
35	Drużbice	3861,6	3,90	0,38	5 722,89	13	0,8	16,53
36	Drzewica	2838,38	3,90	0,38	4 206,48	13	0,8	12,15
37	Działoszyn	3615,12	3,90	0,38	5 357,61	13	0,8	15,48
38	Galewice	3010,15	3,90	0,38	4 461,04	13	0,8	12,89
39	Gidle	1322,7	3,90	0,38	1 960,24	13	0,8	5,66
40	Głowno	4371,19	3,90	0,38	6 478,10	13	0,8	18,71
41	Głuchów	6295,44	3,90	0,38	9 329,84	13	0,8	26,95
42	Godzianów	2670,15	3,90	0,38	3 957,16	13	0,8	11,43
43	Gomunice	793,76	3,90	0,38	1 176,35	13	0,8	3,40
44	Gorzkowice	3775,34	3,90	0,38	5 595,05	13	0,8	16,16
45	Goszczanów	6169,03	3,90	0,38	9 142,50	13	0,8	26,41
46	Góra Świętej Małgorzaty	2820,15	3,90	0,38	4 179,46	13	0,8	12,07
47	Grabica	7677,01	3,90	0,38	11 377,33	13	0,8	32,87
48	Grabów	6251,33	3,90	0,38	9 264,47	13	0,8	26,76
49	Inowódz	984,66	3,90	0,38	1 459,27	13	0,8	4,22
50	Jeżów	3 363,82	3,90	0,38	4 985,18	13	0,8	14,40
51	Kamieńsk	1727,37	3,90	0,38	2 559,96	13	0,8	7,40
52	Kielczygłów	2922,12	3,90	0,38	4 330,58	13	0,8	12,51
53	Kiernoza	3857,07	3,90	0,38	5 716,18	13	0,8	16,51
54	Kleszczów	1759,78	3,90	0,38	2 607,99	13	0,8	7,53
55	Klonowa	3066,39	3,90	0,38	4 544,39	13	0,8	13,13
56	Kluki	1016,16	3,90	0,38	1 505,95	13	0,8	4,35
57	Kobiele Wielkie	3905,07	3,90	0,38	5 787,31	13	0,8	16,72
58	Kocierzew Południowy	6206,62	3,90	0,38	9 198,21	13	0,8	26,57

59	Kodrąb	3966,85	3,90	0,38	5 878,87	13	0,8	16,98
60	Koluszki	4 041,29	3,90	0,38	5 989,19	13	0,8	17,30
61	Konopnica	2704,29	3,90	0,38	4 007,76	13	0,8	11,58
62	Kowiesy	1666,71	3,90	0,38	2 470,06	13	0,8	7,14
63	Krośniewice	5704,31	3,90	0,38	8 453,79	13	0,8	24,42
64	Krzyżanów	4424,44	3,90	0,38	6 557,02	13	0,8	18,94
65	Ksawerów	304,55	3,90	0,38	451,34	13	0,8	1,30
66	Kutno	6368,38	3,90	0,38	9 437,94	13	0,8	27,27
67	Lgota Wielka	3559,42	3,90	0,38	5 275,06	13	0,8	15,24
68	Lipce Reymontowskie	2001,91	3,90	0,38	2 966,83	13	0,8	8,57
69	Lubochnia	2999,73	3,90	0,38	4 445,60	13	0,8	12,84
70	Lutomiersk	4 547,62	3,90	0,38	6 739,57	13	0,8	19,47
71	Lututów	3496,43	3,90	0,38	5 181,71	13	0,8	14,97
72	Ładzice	2427	3,90	0,38	3 596,81	13	0,8	10,39
73	Łanięta	3154,62	3,90	0,38	4 675,15	13	0,8	13,51
74	Łask	3674,86	3,90	0,38	5 446,14	13	0,8	15,73
75	Łęczyca	4987,93	3,90	0,38	7 392,11	13	0,8	21,35
76	Łęki Szlacheckie	3019,79	3,90	0,38	4 475,33	13	0,8	12,93
77	Łowicz	5051,64	3,90	0,38	7 486,53	13	0,8	21,63
78	Łubnice	3992,71	3,90	0,38	5 917,20	13	0,8	17,09
79	Łyszkowice	4161,01	3,90	0,38	6 166,62	13	0,8	17,81
80	Maków	2656,83	3,90	0,38	3 937,42	13	0,8	11,37
81	Masłowice	4312,07	3,90	0,38	6 390,49	13	0,8	18,46
82	Mniszków	3601,29	3,90	0,38	5 337,11	13	0,8	15,42
83	Mokrsko	3623,13	3,90	0,38	5 369,48	13	0,8	15,51
84	Moszczenica	6165,85	3,90	0,38	9 137,79	13	0,8	26,40
85	Nieborów	2507,67	3,90	0,38	3 716,37	13	0,8	10,74
86	Nowa Brzeźnica	2516,89	3,90	0,38	3 730,03	13	0,8	10,78
87	Nowe Ostrowy	2444,46	3,90	0,38	3 622,69	13	0,8	10,47
88	Nowosolna	1 520,50	3,90	0,38	2 253,38	13	0,8	6,51
89	Nowy Kawęczyn	4006,43	3,90	0,38	5 937,53	13	0,8	17,15
90	Opoczno	5498,48	3,90	0,38	8 148,75	13	0,8	23,54

91	Oporów	3940,59	3,90	0,38	5 839,95	13	0,8	16,87
92	Osjaków	2609,3	3,90	0,38	3 866,98	13	0,8	11,17
93	Ostrówek	2904,55	3,90	0,38	4 304,54	13	0,8	12,44
94	Ozorków	3259,19	3,90	0,38	4 830,12	13	0,8	13,95
95	Pabianice	3 195,48	3,90	0,38	4 735,70	13	0,8	13,68
96	Pajęczno	2959,62	3,90	0,38	4 386,16	13	0,8	12,67
97	Paradyż	3730,8	3,90	0,38	5 529,05	13	0,8	15,97
98	Parzęczew	3682,1	3,90	0,38	5 456,87	13	0,8	15,76
99	Pątnów	4074,25	3,90	0,38	6 038,04	13	0,8	17,44
100	Pęczniew	3556,41	3,90	0,38	5 270,60	13	0,8	15,23
101	Piątek	4279,59	3,90	0,38	6 342,35	13	0,8	18,32
102	Poddębice	7237,78	3,90	0,38	10 726,39	13	0,8	30,99
103	Poświętne	2474,46	3,90	0,38	3 667,15	13	0,8	10,59
104	Przedbórz	2441,07	3,90	0,38	3 617,67	13	0,8	10,45
105	Radomsko	1750,23	3,90	0,38	2 593,84	13	0,8	7,49
106	Rawa Mazowiecka	6085,48	3,90	0,38	9 018,68	13	0,8	26,05
107	Regnów	2047,53	3,90	0,38	3 034,44	13	0,8	8,77
108	Ręczno	2380,26	3,90	0,38	3 527,55	13	0,8	10,19
109	Rogów	2 731,79	3,90	0,38	4 048,51	13	0,8	11,70
110	Rokiciny	4080,52	3,90	0,38	6 047,33	13	0,8	17,47
111	Rozprza	5354,84	3,90	0,38	7 935,87	13	0,8	22,93
112	Rusiec	3472,77	3,90	0,38	5 146,65	13	0,8	14,87
113	Rząśnia	2795,72	3,90	0,38	4 143,26	13	0,8	11,97
114	Rzeczyca	4713,35	3,90	0,38	6 985,18	13	0,8	20,18
115	Rzgów	2 916,75	3,90	0,38	4 322,62	13	0,8	12,49
116	Sadkowice	2551,44	3,90	0,38	3 781,23	13	0,8	10,92
117	Sędziejowice	3511,32	3,90	0,38	5 203,78	13	0,8	15,03
118	Siemkowice	2664,59	3,90	0,38	3 948,92	13	0,8	11,41
119	Sieradz	4377,14	3,90	0,38	6 486,92	13	0,8	18,74
120	Skierniewice	3424,1	3,90	0,38	5 074,52	13	0,8	14,66
121	Skomlin	2758,93	3,90	0,38	4 088,73	13	0,8	11,81
122	Sławno	4302,11	3,90	0,38	6 375,73	13	0,8	18,42

123	Słupia	2507,45	3,90	0,38	3 716,04	13	0,8	10,74
124	Sokolniki	2782,4	3,90	0,38	4 123,52	13	0,8	11,91
125	Stryków	6054,11	3,90	0,38	8 972,19	13	0,8	25,92
126	Strzelce	5266,83	3,90	0,38	7 805,44	13	0,8	22,55
127	Strzelce Wielkie	3557,6	3,90	0,38	5 272,36	13	0,8	15,23
128	Sulejów	4829,17	3,90	0,38	7 156,83	13	0,8	20,68
129	Sulmierzyce	3230,79	3,90	0,38	4 788,03	13	0,8	13,83
130	Szadek	6958,17	3,90	0,38	10 312,01	13	0,8	29,79
131	Szczerców	1681,89	3,90	0,38	2 492,56	13	0,8	7,20
132	Świnice Warckie	3568,86	3,90	0,38	5 289,05	13	0,8	15,28
133	Tomaszów Mazowiecki	2976,21	3,90	0,38	4 410,74	13	0,8	12,74
134	Tuszyn	5 659,76	3,90	0,38	8 387,76	13	0,8	24,23
135	Ujazd	2831,67	3,90	0,38	4 196,53	13	0,8	12,12
136	Uniejów	5371,46	3,90	0,38	7 960,50	13	0,8	23,00
137	Warta	7485,57	3,90	0,38	11 093,61	13	0,8	32,05
138	Wartkowice	5431,97	3,90	0,38	8 050,18	13	0,8	23,26
139	Widawa	5248,37	3,90	0,38	7 778,08	13	0,8	22,47
140	Wielgomłyn	4683,1	3,90	0,38	6 940,35	13	0,8	20,05
141	Wieluń	4688,09	3,90	0,38	6 947,75	13	0,8	20,07
142	Wieruszów	2752,24	3,90	0,38	4 078,82	13	0,8	11,78
143	Wierzchnas	3759,43	3,90	0,38	5 571,48	13	0,8	16,10
144	Witonia	2873,91	3,90	0,38	4 259,13	13	0,8	12,30
145	Wodzierady	3663,44	3,90	0,38	5 429,22	13	0,8	15,68
146	Wola Krzysztoporska	7960,89	3,90	0,38	11 798,04	13	0,8	34,08
147	Wolbórz	6414,64	3,90	0,38	9 506,50	13	0,8	27,46
148	Wróblew	3404,67	3,90	0,38	5 045,72	13	0,8	14,58
149	Zadzim	6157,85	3,90	0,38	9 125,93	13	0,8	26,36
150	Zapolice	2462,18	3,90	0,38	3 648,95	13	0,8	10,54
151	Zduny	7144,79	3,90	0,38	10 588,58	13	0,8	30,59
152	Zduńska Wola	3055,95	3,90	0,38	4 528,92	13	0,8	13,08
153	Zelów	3543,43	3,90	0,38	5 251,36	13	0,8	15,17
154	Zgierz	5254,41	3,90	0,38	7 787,04	13	0,8	22,50

155	Złoczew	4470,91	3,90	0,38	6 625,89	13	0,8	19,14
156	Żarnów	2642,52	3,90	0,38	3 916,21	13	0,8	11,31
157	Żelechlinek	4139,1	3,90	0,38	6 134,15	13	0,8	17,72
158	Żychlin	3752,02	3,90	0,38	5 560,49	13	0,8	16,06
159	Żytno	4661,65	3,90	0,38	6 908,57	13	0,8	19,96

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

8.2.6. Prognoza wykorzystania.

Popyt na rośliny energetyczne rośnie. Do 2020 roku zapotrzebowanie na rośliny energetyczne do spalania wzrośnie o 8 mln ton. Polska wypełniając postanowienia polityki energetycznej UE musi do 2020 roku zwiększyć produkcję energii ze źródeł odnawialnych z obecnych 5-6% do 15%, a do 2030 roku ten wskaźnik wzrośnie prawdopodobnie do 20%. Specjaliści oceniają, że aby zrealizować te cele elektroenergetyka powinna zwiększyć produkcję zielonej energii z 6,3 TWh w 2008 roku do 30,3 TWh w 2020 i 40,3 TWh w 2030 r. Osiągnięcie tych wskaźników jest możliwe pod warunkiem rozwoju produkcji prądu z OZE (wiatru, biogazu, biomasy). Energetyka zwłaszcza poprzez regulacje prawne jest zmuszona przy współspalaniu do zwiększenia biomasy nieleśnej, aby osiągnąć zakładane cele. Konieczne jest postawienie na produkcję biomasy rolnej, w tym także odpadowej, takiej jak słoma, chociaż energetyce najbardziej zależy na plantacjach roślin energetycznych.

Na koniec 2012 roku prognozowany jest rozruch Zielonego Bloku w Połańcu, gdzie podstawowym paliwem będą pelety ze słomy. W nowej ekologicznej elektrowni powstawać będzie rocznie o 1,2 mln ton CO₂ mniej. Całkowity koszt tej inwestycji to 1 mld zł.

Uwarunkowania naturalne i dość wysoka produkcja słomy z upraw roślin zbożowych sprawiają, że na obszarze województwa łódzkiego istnieją potencjalnie dość duże możliwości produkcji biomasy roślinnej - słomy.

Realizacji inwestycji w odnawialne źródła energii, w tym z wykorzystaniem słomy można oczekiwać w gminach: Zgierz, Skierniewice, Radomsko, Poddębice, Łowicz, Uniejów, Moszczenica, Koluszki, których sygnatariusze podpisali 29 czerwca 2010 roku list intencyjny, którego celem jest podniesienie konkurencyjności regionu poprzez m.in. stymulowanie rozwoju produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

Gmina Daszyna (pow. kutnowski) realizuje Projekt „Zabezpieczenie energetyczne i ciepłe gminy Daszyna”. Przedmiotem tegoż projektu jest budowa kotłowni w Mazewie, opalanej biomasą - balotami słomy, zasilającej budynki użyteczności publicznej i budynki mieszkalne. W miejscowości Daszyna projektowana jest elektrownia na biomasę i ma ona powstać w sąsiedztwie istniejącej ciepłowni, którą będzie wspomagać w okresach większego zapotrzebowania na ciepło, czyli w miesiącach zimowych. Surowiec w postaci balotów słomy pochodzić będzie od mieszkańców - rolników gminy Daszyna. Organizacją dostaw zajmować się będzie firma usługowo handlowa Rol-Dasz z Daszyny.

8.3. Odpady z przycinki drzew.

8.3.1. Opis źródła.

Odpady z przycinki drzew rosnących przy drogach gminnych i powiatowych zaliczają się pod pojęcie odpadów zielonych. Są to głównie odpady roślinne ze ścinki drzew, gałęzie i liście. W praktyce odpady te podczas prac przy drzewach są bezpośrednio zbierane na samochód transportujący je na miejsce spalania lub kompostowania. Ze względu na małą ilość miejsc pozyskania materiału drzewnego oraz jedynie okresowe zabiegi pielęgnacyjne drzew potencjał tego odnawialnego źródła energii nie jest wysoki. Głównie wpływ na ten stan rzeczy ma jedynie okresowy dopływ materii w postaci biomasy oraz stosunkowo mała jego ilość limitowana ilością drzew przy drogach w danej gminie poddawanych zabiegowi przycinki.

8.3.2. Technologie wykorzystujące odpady z przycinki drzew.

Drewno jest paliwem stosunkowo trudnym technologicznie. Stąd istotny jest wpływ rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych na sprawność i wskaźniki emisji z procesu spalania drewna. Ogrzewnictwo indywidualne i komunalne nadal jest zdominowane przez

kotły komorowe, które mają znaczący udział w tworzeniu niskiej emisji. Do spalania biomasy drzewnej stosowane są:

- Kotły komorowe oparte na technice dolnego spalania w części złoża. Wyposażone w efektywny system dystrybucji powietrza pierwotnego i wtórnego, często z regulacją pracy wentylatora przy pomocy elektronicznych sterowników. Proces spalania przebiega w dolnej części złoża, w strefie rusztu. Przystosowane do spalania paliw sortymentowych. Charakteryzują się wysoką sprawnością (30 – 100% obciążenia cieplnego) oraz dobrą efektywnością ekologiczną. Mogą być efektywnie stosowane do spalania drewna suchego (kawałkowego lub grubszych zrębków, brykietów). Można w nich efektywnie realizować technologię współspalania biomasy z węglem. W ostatnim okresie producenci wprowadzili szereg usprawnień zwiększających efektywność tych kotłów (np. wymurówkę, ceramiczną w części kotła, ceramiczne dysze powietrza wtórnego do dopalania części palnych w spalinach itp.)

- Kotły dwustopniowego spalania (ze wstępnym zgazowaniem paliwa). Kotły zgazowujące oparte są również na technice dolnego spalania w części złoża (jednakże z dużym niedomiarem powietrza), która realizowana jest w komorze zgazowania (komora górna). Gaz słaby (spaliny z wysokim udziałem części palnych) z komory zgazowania przechodzi do ceramicznej komory dopalania (komora dolna). Rozwiązania konstrukcyjne komory dopalania, specjalnej konstrukcji dysze dopalania gazu oraz wysoko sprawne systemy doprowadzania powietrza wtórnego, zapewniają efektywne spalanie z niskimi wskaźnikami emisji. W grupie kotłów wykorzystujących techniki dolnego spalania w części złoża występuje wiele różnorodnych rozwiązań konstrukcyjnych, które poszerzają obszar ich stosowania, także dla paliw o niejednorodnym uziarnieniu (odpady drzewne, zrębki), drobnych (trociny) w tym również o wysokiej zawartości wilgoci. Małe kotły oparte na technice dolnego spalania w części złoża, są w większości przystosowane do obsługi ręcznej. Mogą jednak pracować w systemie mechanicznego, automatycznego podawania paliwa, co w przypadku większych mocy jest standardem.

- Kotły retortowe. Zaliczane są obecnie do najbardziej nowoczesnych i najefektywniejszych konstrukcji kotłów, realizujących technologię czystego spalania. Ciągłe, automatyczne sterowane podawanie paliwa, regulowana i kontrolowana ilość powietrza wprowadzanego do komory spalania oraz wysoka efektywność energetyczna i ekologiczna umożliwiają skuteczną rywalizację z kotłami olejowymi. Kotły tego typu charakteryzują się dużymi możliwościami regulacji mocy w szerokim zakresie (30 – 100% mocy znamionowej), przy równoczesnym nieznacznym spadku sprawności cieplnej, co skutkuje prawie płaską cieplną charakterystyką pracy kotła. Podstawowym elementem kotła jest samoczyszczące się palenisko retortowe, w którym spala się określona porcja paliwa, niezbędna do uzyskania temperatury zadanej przez użytkownika na sterowniku elektronicznym. Obsługa ogranicza się do uzupełniania paliwa w zasobniku oraz odprowadzenia popiołu. Typowy palnik retortowy stanowi rozwiązanie, które można określić jako oparte na technice spalania górnego w części złoża, z podawaniem paliwa od dołu. Jest to palnik samoczyszczący: popiół spalania spada do popielnika, z którego jest odbierany okresowo. Kocioł taki wymaga paliwa kwalifikowanego pod względem uziarnienia w postaci np. kompaktowanego paliwa drzewnego czyli peletów. Stosowane są również inne rozwiązania, polegające na spalaniu porcji paliwa podawanej na palenisko z boku lub z góry, mniej czułe na jakość uziarnienia paliwa, wymagające jednak okresowego czyszczenia palnika. Palniki tego typu są instalowane wewnątrz komór paliwowych tradycyjnych kotłów komorowych, co skutecznie zmniejsza wysoką emisyjność tych kotłów, wykorzystując równocześnie istniejący układ wymiennika ciepła kotła komorowego. W przypadku eksploatowanych kotłów komorowych, których stan techniczny jest jeszcze zadowalający można w ten sposób osiągnąć poważne efekty energetyczne i ekologiczne kilkakrotnie mniejszym nakładem finansowym. Palniki takie znajdują również zastosowanie w kotłach olejowych, jako sposób umożliwiający zastąpienie drogiego oleju opałowego tańszym paliwem w postaci peletów z biomasy drzewnej.

8.3.3. Wpływ na środowisko.

Podstawową przewagą drewna nad innymi kopalnymi nośnikami energii jest jego budowa chemiczna. Przeprowadzając elementarną analizę suchego drewna można wskazać następujące średnie udziały: węgla (C) – 50%, tlenu (O₂) – 43%, wodoru (H₂) – 6%, azotu (N₂) – 0,5%. Substancje mineralne zawarte w drewnie stanowią mniej niż 1% w tym siarka (S) około 0,01%. Należy zauważyć, że w porównaniu z węglem kamiennym drewno wykazuje mniejszą zawartość węgla, większą tlenu i wodoru. Drewno ma największy wśród paliw stałych udział części lotnych na poziomie 85% w stanie powietrzno-suchym.

Podczas procesu spalania drewna wydziela się głównie dwutlenek węgla, minimalne ilości tlenków azotu i znikome siarki²⁷. Węgiel, który wchodzi w skład spalanego drewna zostaje (w ciągu kilkudziesięciu lat lub nawet kilku lat) przyswojony w wyniku fotosyntezy z dwutlenku węgla, znajdującego się w atmosferze. Całkowite spalanie węgla powoduje emisję dwutlenku węgla do powietrza atmosferycznego. Zostaje on zasymilowany przez następne pokolenie drzew. Dlatego spalanie drewna jest jednym z ogniw zamkniętego łańcucha obiegu CO₂ i jest zaliczane do paliw o zerowym efekcie emisji CO₂. Przykładowo spalanie 1 kg drewna prowadzi do zmniejszenia emisji CO₂ o 1,6 kg w porównaniu ze spalaniem węgla lub o 1,3 kg w porównaniu ze spalaniem oleju opałowego. Niniejsze kalkulacje nie uwzględniają emisji CO₂ będącej wynikiem wkładu energetycznego przy pozyskaniu i transporcie drewna. Niewielka zawartość siarki w drewnie sprawia, że jest ono paliwem o praktycznie zerowej emisji związków siarki. W tabeli porównano skład chemiczny drewna gatunków iglastych i liściastych z węglem kamiennym. Drewno jako paliwo jest bardziej czyste, ze znacznie mniejszym udziałem azotu, siarki i popiołu.

Tabela 17: Skład i wartość kaloryczna drewna iglastego i liściastego w porównaniu z węglem kamiennym.

	Drewno iglaste	Drewno liściaste	Węgiel kamienny
I udział pierwiastków i popiołu w materiale absolutnie suchym [%]			
Węgiel	53	51	76
Wodór	6	6	6
Tlen	39	40	9
Azot	0,1	0,2	2
Siarka	-	-	1
Popiół i inne	1,9	2,8	7
II udział substancji w drewnie świeżo ściętym i węglu kamiennym [%]			
Substancje lotne	41	52	32
Węgiel związany	12	13	55
Popiół	1	3	8
Woda	46	32	5
Materiał lotny jako procent substancji lotnych plus węgiel związany	77	80	37
Wartość kaloryczna [GJ/t]	20	19	30

Źródło: <http://naszlas.pl/>

Z drugiej strony należy zauważyć również, że niewidoczne cząsteczki pyłu powstające podczas spalania drewna wdychane wraz z powietrzem do płuc mogą uszkadzać DNA i nasilać procesy zapalne. Pył ten zawiera wysoki poziom policyklicznych węglowodorów

²⁷ www.naszlas.pl

Glazar K. 2007. Drewno jako surowiec energetyczny. Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Katedra Techniki Leśnej.

aromatycznych - związków, które mają działanie rakotwórcze oraz włącza aktywność wielu genów zaangażowanych w procesy rozwoju różnych chorób.

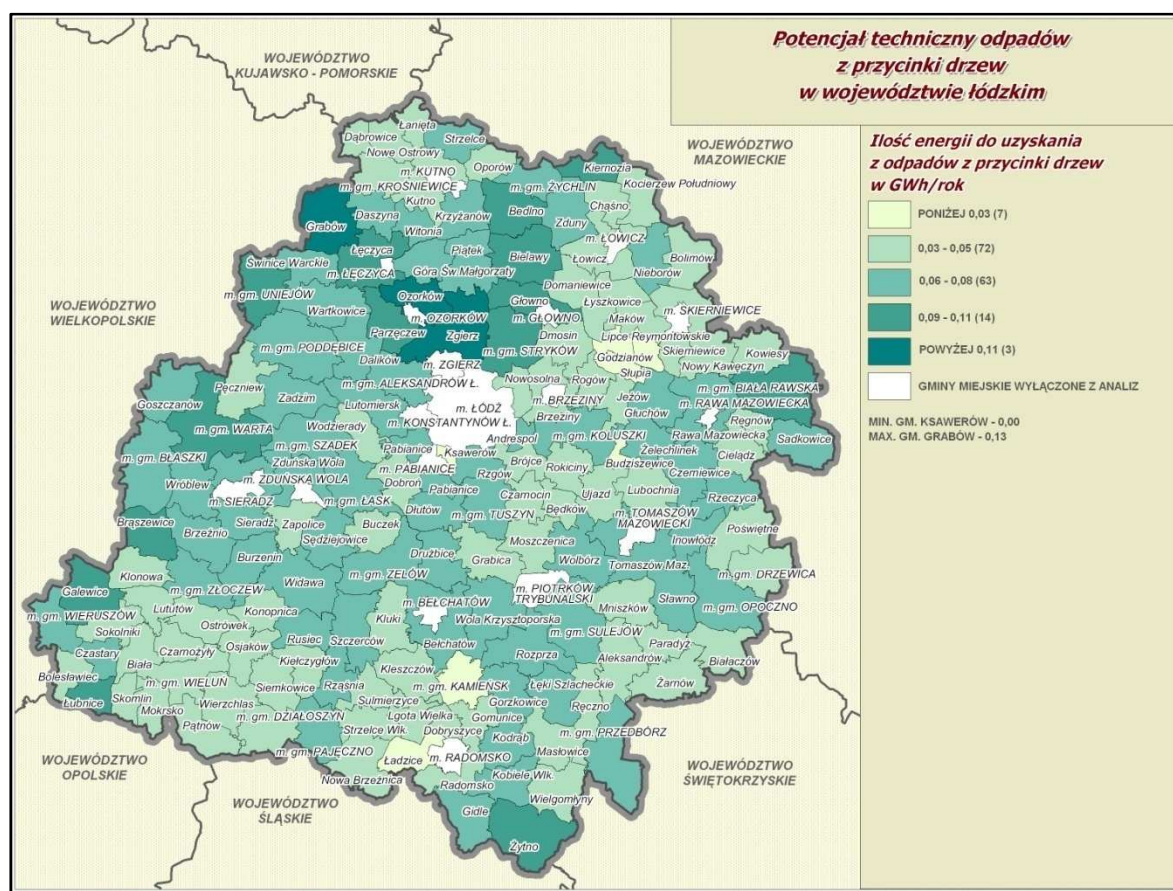
8.3.4. Obecny poziom zastosowania.

Obecny poziom wykorzystania na cele energetyczne odpadów z przycinki drzew na terenie województwa łódzkiego jest trudny do oszacowania. Brak jest statystyk lub danych mówiących o faktycznym pozysku biomasy z drzew przy drogach gminnych i powiatowych województwa. Prawdopodobnie otrzymywany z przycinki drzew surowiec zostaje spalony bez uzyskiwania energii bądź kompostowany. Wynika to między innymi z tego, że strumień biomasy uzyskiwanej z tego źródła jest na tyle mały, iż jego gromadzenie i wykorzystanie na cele energetyczne może być nieopłacalne.

8.3.5. Potencjał techniczny odpadów z przycinki drzew dla gmin województwa łódzkiego.

Oszacowanie potencjału technicznego dla źródła OZE jakim są odpady z przycinki drzew rosnących przy drogach przeprowadzono używając wzorów i reguł ustalonych w rozdziale poświęconym metodyce. Kalkulacje wykonano opierając się na całkowitej długości dróg powiatowych i gminnych w poszczególnych gminach województwa łódzkiego w 2010 roku. Wartość ta została zaczerpnięta z bazy danych Wojewódzkiego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej oraz bazy danych Biura Planowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego w Łodzi. Poniżej zostały umieszczone mapa i tabela zawierające policzone potencjały techniczne podane w GWh na rok dla kolejnych gmin. Otrzymane wyniki wskazują na ilość energii jaka możliwa jest do uzyskania przy wykorzystaniu źródła OZE jakim są odpady z przycinki drzew przy drogach.

Mapa 6: Potencjał techniczny odpadów z przycinki drzew w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 18: Potencjał techniczny odpadów z przycinki drzew przy drogach na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	L, Długość dróg powiatowych + długość dróg gminnych	Ilość odpadów z przycinki drzew przy drogach	Wskaźnik zadrzewienia dróg	Z _{drogi} Zasoby drewna odpadowego z przycinki drzew przy drogach	Wartość kaloryczna drewna	Sprawność spalania	E _{drogi} Ilość energii do pozyskania z odpadów z przycinki drzew przy drogach
		[km]	[m³/km]	[%]	[m³/rok]	[GJ/m³]	[%]	[GWh/rok]
1	Aleksandrów	91,46	1,5	0,3	41,2	8	0,6	0,05
2	Aleksandrów Łódzki	128,34	1,5	0,3	57,8	8	0,6	0,08
3	Andrespol	120,28	1,5	0,3	54,1	8	0,6	0,07
4	Bedlno	168,18	1,5	0,3	75,7	8	0,6	0,10
5	Bełchatów	99,26	1,5	0,3	44,7	8	0,6	0,06
6	Będków	73,52	1,5	0,3	33,1	8	0,6	0,04
7	Biała	75,19	1,5	0,3	33,8	8	0,6	0,05
8	Biała Rawska	172,19	1,5	0,3	77,5	8	0,6	0,10
9	Białaczów	87,80	1,5	0,3	39,5	8	0,6	0,05
10	Bielawy	159,04	1,5	0,3	71,6	8	0,6	0,10
11	Błaszki	138,55	1,5	0,3	62,3	8	0,6	0,08
12	Bolesławiec	90,94	1,5	0,3	40,9	8	0,6	0,05
13	Bolimów	78,28	1,5	0,3	35,2	8	0,6	0,05
14	Brąszewice	142,48	1,5	0,3	64,1	8	0,6	0,09
15	Brójce	68,82	1,5	0,3	31,0	8	0,6	0,04
16	Brzeziny	73,56	1,5	0,3	33,1	8	0,6	0,04

17	Brzeźnio	121,88	1,5	0,3	54,8	8	0,6	0,07
18	Buczek	83,36	1,5	0,3	37,5	8	0,6	0,05
19	Budziszewice	38,27	1,5	0,3	17,2	8	0,6	0,02
20	Burzenin	109,99	1,5	0,3	49,5	8	0,6	0,07
21	Chąśno	81,70	1,5	0,3	36,8	8	0,6	0,05
22	Cielądz	72,08	1,5	0,3	32,4	8	0,6	0,04
23	Czarnocin	59,74	1,5	0,3	26,9	8	0,6	0,04
24	Czarnożyły	74,88	1,5	0,3	33,7	8	0,6	0,04
25	Czastary	100,53	1,5	0,3	45,2	8	0,6	0,06
26	Czerniewice	102,61	1,5	0,3	46,2	8	0,6	0,06
27	Dalików	92,00	1,5	0,3	41,4	8	0,6	0,06
28	Daszyna	122,84	1,5	0,3	55,3	8	0,6	0,07
29	Dąbrowice	51,98	1,5	0,3	23,4	8	0,6	0,03
30	Dłutów	126,91	1,5	0,3	57,1	8	0,6	0,08
31	Dmosin	80,85	1,5	0,3	36,4	8	0,6	0,05
32	Dobroń	67,78	1,5	0,3	30,5	8	0,6	0,04
33	Dobryszyc	50,14	1,5	0,3	22,6	8	0,6	0,03
34	Domaniewice	87,90	1,5	0,3	39,6	8	0,6	0,05
35	Drużbice	116,68	1,5	0,3	52,5	8	0,6	0,07
36	Drzewica	76,08	1,5	0,3	34,2	8	0,6	0,05
37	Działoszyn	67,22	1,5	0,3	30,2	8	0,6	0,04
38	Galewice	171,25	1,5	0,3	77,1	8	0,6	0,10
39	Gidle	92,21	1,5	0,3	41,5	8	0,6	0,06
40	Głowno	150,87	1,5	0,3	67,9	8	0,6	0,09
41	Głuchów	100,54	1,5	0,3	45,2	8	0,6	0,06
42	Godzianów	33,16	1,5	0,3	14,9	8	0,6	0,02
43	Gomunice	41,67	1,5	0,3	18,8	8	0,6	0,03
44	Gorzkowice	96,18	1,5	0,3	43,3	8	0,6	0,06
45	Goszczanów	119,77	1,5	0,3	53,9	8	0,6	0,07
46	Góra Świętej Małgorzaty	123,66	1,5	0,3	55,6	8	0,6	0,07
47	Grabica	88,32	1,5	0,3	39,7	8	0,6	0,05
48	Grabów	218,75	1,5	0,3	98,4	8	0,6	0,13
49	Inowódz	106,69	1,5	0,3	48,0	8	0,6	0,06
50	Jeżów	57,96	1,5	0,3	26,1	8	0,6	0,03
51	Kamieńsk	35,71	1,5	0,3	16,1	8	0,6	0,02
52	Kielczygłów	81,79	1,5	0,3	36,8	8	0,6	0,05
53	Kiernoza	145,63	1,5	0,3	65,5	8	0,6	0,09
54	Kleszczów	90,51	1,5	0,3	40,7	8	0,6	0,05
55	Klonowa	85,23	1,5	0,3	38,4	8	0,6	0,05
56	Kluki	91,12	1,5	0,3	41,0	8	0,6	0,05
57	Kobiele Wielkie	102,09	1,5	0,3	45,9	8	0,6	0,06
58	Kocierzew Południowy	91,38	1,5	0,3	41,1	8	0,6	0,05
59	Kodrąb	103,11	1,5	0,3	46,4	8	0,6	0,06
60	Koluszki	119,79	1,5	0,3	53,9	8	0,6	0,07
61	Konopnica	75,62	1,5	0,3	34,0	8	0,6	0,05
62	Kowiesy	58,14	1,5	0,3	26,2	8	0,6	0,03
63	Krośniewice	61,60	1,5	0,3	27,7	8	0,6	0,04
64	Krzyżanów	106,25	1,5	0,3	47,8	8	0,6	0,06
65	Ksawerów	6,18	1,5	0,3	2,8	8	0,6	0,00
66	Kutno	74,69	1,5	0,3	33,6	8	0,6	0,04
67	Lgota Wielka	66,39	1,5	0,3	29,9	8	0,6	0,04
68	Lipce Reymontowskie	41,27	1,5	0,3	18,6	8	0,6	0,02

69	Lubochnia	71,73	1,5	0,3	32,3	8	0,6	0,04
70	Lutomiersk	116,30	1,5	0,3	52,3	8	0,6	0,07
71	Lututów	79,16	1,5	0,3	35,6	8	0,6	0,05
72	Ładzice	34,86	1,5	0,3	15,7	8	0,6	0,02
73	Łanięta	73,64	1,5	0,3	33,1	8	0,6	0,04
74	Łask	119,53	1,5	0,3	53,8	8	0,6	0,07
75	Łęczycza	186,35	1,5	0,3	83,9	8	0,6	0,11
76	Łęki Szlacheckie	93,23	1,5	0,3	42,0	8	0,6	0,06
77	Łowicz	85,01	1,5	0,3	38,3	8	0,6	0,05
78	Łubnice	161,99	1,5	0,3	72,9	8	0,6	0,10
79	Łyszkowice	85,05	1,5	0,3	38,3	8	0,6	0,05
80	Maków	76,72	1,5	0,3	34,5	8	0,6	0,05
81	Masłowice	77,14	1,5	0,3	34,7	8	0,6	0,05
82	Mniszków	85,24	1,5	0,3	38,4	8	0,6	0,05
83	Mokrsko	63,27	1,5	0,3	28,5	8	0,6	0,04
84	Moszczenica	61,03	1,5	0,3	27,5	8	0,6	0,04
85	Nieborów	91,79	1,5	0,3	41,3	8	0,6	0,06
86	Nowa Brzeźnica	68,25	1,5	0,3	30,7	8	0,6	0,04
87	Nowe Ostrowy	77,90	1,5	0,3	35,1	8	0,6	0,05
88	Nowosolna	89,65	1,5	0,3	40,3	8	0,6	0,05
89	Nowy Kawęczyn	84,04	1,5	0,3	37,8	8	0,6	0,05
90	Opoczno	101,82	1,5	0,3	45,8	8	0,6	0,06
91	Oporów	89,11	1,5	0,3	40,1	8	0,6	0,05
92	Osjaków	84,92	1,5	0,3	38,2	8	0,6	0,05
93	Ostrówek	72,61	1,5	0,3	32,7	8	0,6	0,04
94	Ozorków	205,38	1,5	0,3	92,4	8	0,6	0,12
95	Pabianice	95,39	1,5	0,3	42,9	8	0,6	0,06
96	Pajęczno	118,41	1,5	0,3	53,3	8	0,6	0,07
97	Paradyż	45,84	1,5	0,3	20,6	8	0,6	0,03
98	Parzęczew	155,72	1,5	0,3	70,1	8	0,6	0,09
99	Pątnów	88,47	1,5	0,3	39,8	8	0,6	0,05
100	Pęczniew	90,38	1,5	0,3	40,7	8	0,6	0,05
101	Piątek	111,25	1,5	0,3	50,1	8	0,6	0,07
102	Poddębice	138,15	1,5	0,3	62,2	8	0,6	0,08
103	Poświętne	78,69	1,5	0,3	35,4	8	0,6	0,05
104	Przedbórz	101,19	1,5	0,3	45,5	8	0,6	0,06
105	Radomsko	64,69	1,5	0,3	29,1	8	0,6	0,04
106	Rawa Mazowiecka	101,73	1,5	0,3	45,8	8	0,6	0,06
107	Regnów	55,80	1,5	0,3	25,1	8	0,6	0,03
108	Ręczno	74,95	1,5	0,3	33,7	8	0,6	0,04
109	Rogów	58,79	1,5	0,3	26,5	8	0,6	0,04
110	Rokiciny	59,96	1,5	0,3	27,0	8	0,6	0,04
111	Rozprza	106,45	1,5	0,3	47,9	8	0,6	0,06
112	Rusiec	101,27	1,5	0,3	45,6	8	0,6	0,06
113	Rząśnia	97,90	1,5	0,3	44,1	8	0,6	0,06
114	Rzeczycza	107,04	1,5	0,3	48,2	8	0,6	0,06
115	Rzgów	116,93	1,5	0,3	52,6	8	0,6	0,07
116	Sadkowice	105,16	1,5	0,3	47,3	8	0,6	0,06
117	Sędziejowice	105,22	1,5	0,3	47,3	8	0,6	0,06
118	Siemkowice	84,35	1,5	0,3	38,0	8	0,6	0,05
119	Sieradz	96,01	1,5	0,3	43,2	8	0,6	0,06
120	Skierniewice	69,30	1,5	0,3	31,2	8	0,6	0,04

121	Skomlin	49,84	1,5	0,3	22,4	8	0,6	0,03
122	Sławno	93,16	1,5	0,3	41,9	8	0,6	0,06
123	Słupia	38,61	1,5	0,3	17,4	8	0,6	0,02
124	Sokolniki	63,84	1,5	0,3	28,7	8	0,6	0,04
125	Stryków	182,71	1,5	0,3	82,2	8	0,6	0,11
126	Strzelce	139,91	1,5	0,3	63,0	8	0,6	0,08
127	Strzelce Wielkie	85,37	1,5	0,3	38,4	8	0,6	0,05
128	Sulejów	125,39	1,5	0,3	56,4	8	0,6	0,08
129	Sulmierzyce	71,61	1,5	0,3	32,2	8	0,6	0,04
130	Szadek	116,23	1,5	0,3	52,3	8	0,6	0,07
131	Szczerców	123,04	1,5	0,3	55,4	8	0,6	0,07
132	Świnice Warckie	127,48	1,5	0,3	57,4	8	0,6	0,08
133	Tomaszów Mazowiecki	127,42	1,5	0,3	57,3	8	0,6	0,08
134	Tuszyn	112,95	1,5	0,3	50,8	8	0,6	0,07
135	Ujazd	65,31	1,5	0,3	29,4	8	0,6	0,04
136	Uniejów	143,02	1,5	0,3	64,4	8	0,6	0,09
137	Warta	156,00	1,5	0,3	70,2	8	0,6	0,09
138	Wartkowice	99,00	1,5	0,3	44,6	8	0,6	0,06
139	Widawa	124,81	1,5	0,3	56,2	8	0,6	0,07
140	Wielgomłyn	91,25	1,5	0,3	41,1	8	0,6	0,05
141	Wieluń	83,38	1,5	0,3	37,5	8	0,6	0,05
142	Wieruszów	117,82	1,5	0,3	53,0	8	0,6	0,07
143	Wierzchnias	87,72	1,5	0,3	39,5	8	0,6	0,05
144	Witonia	99,05	1,5	0,3	44,6	8	0,6	0,06
145	Wodzierady	86,20	1,5	0,3	38,8	8	0,6	0,05
146	Wola Krzysztoporska	133,37	1,5	0,3	60,0	8	0,6	0,08
147	Wolbórz	138,99	1,5	0,3	62,5	8	0,6	0,08
148	Wróblew	93,09	1,5	0,3	41,9	8	0,6	0,06
149	Zadzim	109,15	1,5	0,3	49,1	8	0,6	0,07
150	Zapolice	76,04	1,5	0,3	34,2	8	0,6	0,05
151	Zduny	136,23	1,5	0,3	61,3	8	0,6	0,08
152	Zduńska Wola	112,23	1,5	0,3	50,5	8	0,6	0,07
153	Zelów	116,21	1,5	0,3	52,3	8	0,6	0,07
154	Zgierz	192,73	1,5	0,3	86,7	8	0,6	0,12
155	Złoczew	107,77	1,5	0,3	48,5	8	0,6	0,06
156	Żarnów	91,51	1,5	0,3	41,2	8	0,6	0,05
157	Żelechlinek	109,92	1,5	0,3	49,5	8	0,6	0,07
158	Żychlin	99,47	1,5	0,3	44,8	8	0,6	0,06
159	Żytno	158,76	1,5	0,3	71,4	8	0,6	0,10

Źródło: Opracowanie własne BPPWL na podstawie zgromadzonych danych.

Na podstawie wykonanych obliczeń należy zauważyć, że gminami posiadającymi największy potencjał techniczny źródła odnawialnego w postaci odpadów z przycinki drzew przy drogach są:

1. gm. Grabów – 0,13 GWh/rok;
2. gm. Ozorków – 0,12 GWh/rok;
3. gm. Zgierz – 0,12 GWh/rok.

8.3.6. Prognoza wykorzystania.

Wyznaczone potencjały techniczne dla odpadów z przycinki drzew rosnących przy drogach w województwie łódzkim są stosunkowo niewielkie. Odnawialne źródło w postaci opisywanych odpadów nie jest w stanie dostarczyć dużo energii do wykorzystania

w ogrzewaniu domów lub elektroenergetyce. Jedynie w mieście Łodzi obliczony potencjał techniczny jest wyższy niż w innych gminach województwa łódzkiego. W kolejnych pięciu gminach potencjał ten waha się w granicach 0,13 GWh/rok do 0,12 GWh/rok. Są to ilości energii, które nie są znaczące nawet z punktu widzenia lokalnego wykorzystania biomasy z przycinki drzew.

8.4. Odpady leśne.

8.4.1. Opis źródła.

Na początku XX wieku drewno było podstawowym surowcem energetycznym. W późniejszym okresie, jego miejsce zajęły paliwa kopalne. Nadal jednak, surowiec ten doskonale spełnia inne funkcje: w budownictwie, meblarstwie a także takich sektorach, jak przemysł chemiczny i górnictwo. Biorąc pod uwagę skład chemiczny drewna jest ono substancją niejednorodną. Zawiera głównie celulozę, hemicelulozę, ligninę i wodę. Wraz z wiekiem danego drzewa zawartość ligniny w drewnie wzrasta a zmniejsza się w nim ilość wody.

Paliwa pochodzące z drewna charakteryzują się dość wysoką zawartością składników lotnych. Jedynie 20% ich masy stanowią nielotne związki węgla. Zamiast odparowywać w procesie suchej destylacji drewna, zostają spalone na ruszcie. Natomiast większość związków lotnych ulega spaleni nad rusztem. Ogólnie wśród biomasy pochodzącej z drewna i odpadów drzewnych można wyróżnić, między innymi paliwa naturalne i paliwa uszlachetnione. Wśród paliw naturalnych nie podlegających przetworzeniu gotowych do procesu spalania wyróżniamy²⁸:

- drewno kawałkowe - pozostałość (ok. 2%) drewna konstrukcyjnego, przycinanego na wymiar, bądź też odpad z produkcji przycinanych na wymiar półwyrobów (np. fryzów), lub materiał nie spełniający norm półwyrobu (stanowi nawet do 50% przerabianego drewna) jego wartość opałowa wynosi 11-22 MJ/kg, wilgotność – 20-30%, a zawartość popiołu 0,6-1,5% suchej masy, zawiera minimalne ilości kory;
- trociny - stanowią około 10% drewna przerabianego w tartakach. Są także produktem ubocznym skrawania, frezowania itp. w zakładach bardziej zaawansowanej obróbki drewna. Oczyszczone z drewna kawałkowego stanowią cenne paliwo i mogą być wykorzystywane w kotłowniach. Poziom wilgotności trocin jest zróżnicowany i waha się od 6-10% do 45-65% dla materiału z niedawno ściętego drzewa. Przy wilgotności 5-15% zawartość popiołu wynosi mniej niż 0,5%. Wady trocin to trudności związane z magazynowaniem, skłonność do zaparzenia (trociny bukowe) i podatność na zawilgocenia. Z uwagi na te słabe punkty trociny powinny być spalane w pierwszej kolejności;
- wióry - podobnie jak trociny, są produktem ubocznym przemysłu drzewnego, powstającym podczas skrawania i frezowania. Cechą charakterystyczną wiórów jest niska wilgotność (5-15%). Zawierają niewielką ilość zanieczyszczeń;
- zrębki drzewne - rozdrobnione drewno w postaci długich na 5-50 mm ścinków o nieregularnych kształtach. Są produkowane:
 - podczas pierwszego trzebień drzewostanów, wierzchołków i innych pozostałości po wyrębach,
 - podczas obrabiania kłód w tartakach,
 - na szybko rosnących plantacjach wierzby,
 - z odpadów drzewnych w dużych zakładach przetwarzających drewno.

²⁸ www.biomasa.org,

Biopaliwa, red. P. Gradziuk, Warszawa 2003,

J. W. Dubas, A. Grzybek, W. Kotowski, A. Tomczyk, Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania, Bytom 2004

Paliwa drzewne – tanie i ekologiczne źródło ciepła, broszura KAPE, W-wa 2004

Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego, publikacja EC BREC/IMBER, W-wa 2003

S. Szczukowski, J. Tworkowski, M. J. Stolarski, Wierzba energetyczna, Kraków 2004

Wartość opałowa zrębków wynosi 6-16 MJ/kg, wilgotność 20-60%, a zawartość popiołu, którą zwiększa ewentualne zanieczyszczenie kamieniami, glębą i piachem stanowi od 0,6 do 1,5% suchej masy. Zrębki są doskonałym paliwem dla kotłów, wykorzystuje się je również do produkcji płyt wiórowych i jako topnik w hutnictwie. Wadą tego paliwa jest wrażliwość na zmiany wilgotności powietrza i podatność na choroby grzybowe. Długo magazynowane zrębki powinny być co jakiś czas przewracane.

- korę - wartościowy pod względem energetycznym odpad przemysłu drzewnego, stanowiący od 10 do 15% masy pozyskiwanego drewna. Jej wartość opałowa wynosi 18,5-20 MJ/kg, wilgotność 55-65%, a zawartość popiołu, który ma tendencję do żużlowania stanowi 1-3% suchej masy. Część kory zostaje podczas obróbki drewna przetworzona na trociny. Korę przed podaniem do kotła z podajnikiem ślimakowym należy poddać zrębkowaniu w rębaku z górnym zasypem. Zrębkowanie kory przebiega jednak szybko i pochłania niewielkie ilości energii.

Paliwo uszlachetnione: to brykiet i pelety cechujące się wysoką wartością opałową, za którą odpowiada niska wilgotność i mała objętość, związana z dużym ciężarem właściwym. Zaletą brykietu i pelet jest ich jednolita wielkość, ułatwiająca wykorzystanie. Można tu wyróżnić:

- brykiet drzewny - walec lub kostka, utworzona z suchego rozdrobnionego drewna (trocin, wiórów czy zrębków), sprasowanego pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. W czasie zachodzącego pod ciśnieniem 200 atmosfer procesu brykietowania wydziela się lignina, która po obniżeniu temperatury zastyga, spajając surowiec w formie brykietu. Duże zagęszczenie materiału w stosunku do objętości sprawia, że proces spalania brykietu zachodzi stopniowo i powoli. Wartość energetyczna: 19-21 GJ/t; wilgotność: 6-8%; zawartość popiołu: 0,5-1% suchej masy;

- pelety (inaczej granulaty) - produkowane z odpadów drzewnych - najczęściej z trocin i wiórów - długie na kilka cm granulki o średnicy 6-25 mm. Granulat wytłacza się w prasie rotacyjnej, bez dodatku substancji klejącej i pod dużym ciśnieniem, które umożliwia znaczne zagęszczenie surowca. Pelety są paliwem łatwym do transportowania, najpraktyczniejszym w magazynowaniu i najwygodniejszym w eksploatacji. Ich zaletą jest też bardzo niska zawartość popiołu (0,4-1% suchej masy). Wartość energetyczna peletów wynosi 16,5-17,5 MJ/kg, a wilgotność 7-12%.

8.4.2. Technologie wykorzystujące odpady leśne.

Spalanie jest głównym procesem zamiany energii zgromadzonej w biomasie na energię cieplną lub elektryczną. Jest to najbardziej rozpowszechniona na świecie forma pozyskiwania energii z biomasy. W procesach spalania wytwarza się aż 90% energii z biomasy otrzymywanej w świecie. Spalaniu może podlegać biomasa we wszystkich stanach skupienia.

Efektywne spalanie przy wypełnianiu wymagań związanych z ochroną środowiska powinno odbywać się w następujących trzech fazach²⁹:

- suszenia i odgazowania materiału drzewnego, w wyniku czego powstaje gaz drzewny,
- spalania gazu drzewnego w temperaturze 1200 st. C oraz
- dopalania gazu i oddawania ciepła w wymienniku.

Do efektywnego i ekologicznego spalania biomasy służą odpowiednie nowoczesne kotły. Są one wyposażone w komory spalania ze stałymi lub ruchomymi rusztami i charakteryzują się dużą powierzchnią wymiany ciepła. Efektywność całego procesu spalania zależy też w dużej mierze od ilości dostarczanego powietrza. W nowoczesnych

²⁹ www.biomasa.org

Odnawialne źródła energii jako element rozwoju lokalnego, publikacja EC BREC/IMBER, 2003

Biopaliwa, red. P. Gradziuk, 2003

Czy warto segregować? Mechaniczno-biologiczna przeróbka odpadów komunalnych, Przegląd Komunalny, listopad 2004

Ściażko, Zawistowski, Kubica, 2003. Produkcja ciepła z biomasy drzewnej w ogrzewnictwie indywidualnym i komunalnym. Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim.

EC BREC, 2002. Spalanie, gazyfikacja, piroliza, Eko-Wat, Nr 1

kotłach powietrze jest dostarczane w postaci pierwotnego i wtórnego. Powietrze pierwotne miesza się z paliwem i wykorzystywane jest w procesie gazyfikacji i spalania węgla drzewnego. Powietrze wtórne jest wykorzystywane podczas spalania substancji lotnych i nie miesza się z powietrzem pierwotnym.

Instalacje do spalania mogą być wykorzystywane do utylizacji biomasy, w tym drewna kawałkowego, zrębek, trocin, słomy oraz innych. Efektywne spalanie tego typu paliw wymaga specjalnych technik i kotłów, zapewniających warunki dynamiczno-termiczne niezbędne dla pełnego spalania lotnych produktów rozkładu termicznego biomasy. Nieodpowiednie rozwiązania aparaturowe i technologiczne skutkują zwiększoną emisją substancji szkodliwych do atmosfery, co może zniweczyć korzystny efekt ekologiczny wynikający z charakteru biomasy drzewnej. Niepełne spalanie to także niekorzystne ekonomicznie obniżenie sprawności procesu. Kotły do spalania biomasy dostępne są w szerokim zakresie mocy od kilkunastu kW do kilkuset MW. Na typowe palenisko składa się komora spalania, wyłożona zwykle odpornym na wysoką temperaturę materiałem ceramicznym oraz ruszt. Rozwiązania konstrukcyjne rusztów obejmują ruszty stałe, ruszty mechaniczne płaskie oraz schodkowe. Do spalania paliw podsuszonych (20-25%) stosowane są kotły z rusztami stałymi lub mechanicznymi poziomymi. W przypadku paliw wilgotnych (40-60%) kotły wyposażone są w ruchome ruszty schodkowe. Układ taki zapewnia w pierwszej fazie odparowanie wody z paliwa, a następnie w miarę przesuwania w głąb paleniska jego całkowite spalanie. Stosowane są także kotły wyposażone w paleniska fluidalne. Kotły fluidalne pozwalają na efektywne spalanie biopaliw niskiej jakości (wilgotnych) przy zachowaniu emisji zanieczyszczeń na niskim poziomie. Kotły do spalania biomasy mogą być wyposażone w automatykę oraz wymuszony nawiew powietrza. Systemy podające to zwykle przenośniki ślimakowe i pneumatyczne współpracujące z ruchomymi zgarniakami podłogowymi.

8.4.3. Wpływ na środowisko.

Obecnie uznaje się, że dym powstający ze spalania drewna jest równie szkodliwy jak ten powstający w procesach spalania węgla. Szkodliwość dymu ze spalania węgla jest ogólnie znana. Tam gdzie dostępne są inne źródła energii rezygnuje się z wykorzystania paliw kopalnych. Zdarza się, że w niektórych jednostkach administracyjnych jego używanie jest zakazane. Drewno w odróżnieniu od węgla jest powszechnie uznawane za materiał szczególnie ekologiczny. Pogląd ten jest niesłusznie przenoszony na jego właściwości jako surowca energetycznego. Dlatego pojawiło się błędne przekonanie, że dym pochodzący z jego spalania nie jest szkodliwy. Najaktualniejsze badania wskazują jednak, że dym ten jest szkodliwy i to w dość dużym stopniu³⁰. Twierdzi się, że skutki działania dymu drewnopochodnego są widoczne przy poziomie zanieczyszczeń niższym niż 40 mg/m³. Spalanie drewna w kominku może powodować emisję zanieczyszczeń na poziomie ok. 200 mg/m³. Emisję tę można skutecznie ograniczyć poprzez stosowanie nowoczesnych palenisk kominkowych oraz drewna opałowego wysokiej jakości.

Spalanie jest procesem, który sam w sobie powoduje powstawanie różnego rodzaju produktów ubocznych, mających zły wpływ na powietrze atmosferyczne. Analizując dane zawarte w tabeli poniżej można zauważyć, że surowce o mniejszej wartości energetycznej takie jak drewno i węgiel produkują najwięcej zanieczyszczeń. Wysokoenergetyczne paliwa takie jak gaz ziemny, o wiele mniej zanieczyszczają atmosferę. Szacuje się, że piece, w których spala się drewno powodują 2-3 razy większą emisję zanieczyszczeń niż piece służące do spalania gazu.

³⁰ www.kominki.org

Śliwińska E., Śliwowski L., 2011. Drewno – paliwo nie zawsze ekologiczne., Zakład Fizyki Budowli i Środowiska, Instytut Budownictwa, Politechnika Wrocławska.

Tabela 19: Średnia emisja drobnych cząstek stałych z najczęściej spotykanych źródeł.

Lp.	Źródło emisji	Wartość emisji
		[g/godz.]
1	Piec gazowy	0,001
2	Piec olejowy	0,02
3	Papierosy (3 szt.)	0,04
4	Samochód bez katalizatora	3,5
5	Samochód z katalizatorem	0,66
6	Piec na paliwo granulowane	2,4
7	Piec na drewno z certyfikatem	8,2
8	Piec na drewno bez certyfikatu	15,6
9	Ciężarówka, autobus z silnikiem diesla prod. po roku 1993	70
10	Ciężarówka, autobus z silnikiem diesla prod. przed rokiem 1993	25
11	Kominek – spalanie twardego drewna (16 kg drewna przez 3 godz.)	30
12	Kominek – spalanie miękkiego drewna (14 kg przez 3 godz.)	59

Źródło: http://kominki.org/bezpieczny_kominek/czy_kominek_jest_ekologiczny/art8,drewno-paliwo-nie-zawsze-ekologiczne.html

Spalanie drewna jest przyczyną emisji szeregu zanieczyszczeń. Jest to około 100 różnych związków chemicznych. Część z nich przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 20: Chemiczny skład dymu ze spalania drewna.

Lp.	Rodzaj zanieczyszczenia	Zawartość
		[g/kg drewna]
1	Tlenek węgla	80÷370
2	Metan	14÷25
3	Lotne związki organiczne (C2 - C7)	7÷27
4	Aldehydy	0,6÷5,4
5	Pochodne furanów	0,15÷1,7
6	Benzen	0,6÷4,0
7	Alkilowe pochodne benzenu	1÷6
8	Kwas octowy	1,8÷2,4
9	Kwas mrówkowy	0,06÷0,08
10	Tlenki azotu	0,2÷0,9
11	Dwutlenek siarki	0,16÷0,24
12	Chlorek metylu	0,01÷0,04
13	Naftalen	0,24÷1,6
14	Pochodne naftalenu	0,3÷2,1
15	Utlenione monoaromaty	1÷7
16	Węgiel pochodzenia organicznego	2÷20
17	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	0,15÷1
18	Na	$3 \cdot 10^{-3} \div 1,8 \cdot 10^{-2}$
19	Mg	$2 \cdot 10^{-4} \div 3,0 \cdot 10^{-3}$
20	Al	$1 \cdot 10^{-4} \div 2,4 \cdot 10^{-2}$
21	Si	$3 \cdot 10^{-4} \div 3,1 \cdot 10^{-2}$
22	S	$1 \cdot 10^{-3} \div 2,9 \cdot 10^{-2}$
23	Cl	$7 \cdot 10^{-4} \div 2,1 \cdot 10^{-2}$

24	K	$3 \cdot 10^{-3} \div 8,6 \cdot 10^{-2}$
25	Ca	$9 \cdot 10^{-4} \div 1,8 \cdot 10^{-2}$
26	Ti	$4 \cdot 10^{-5} \div 3 \cdot 10^{-3}$
27	Cr	$2 \cdot 10^{-5} \div 3 \cdot 10^{-3}$
28	Mn	$7 \cdot 10^{-5} \div 4 \cdot 10^{-3}$
29	Fe	$3 \cdot 10^{-4} \div 5 \cdot 10^{-3}$
30	Ni	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-3}$
31	Cu	$2 \cdot 10^{-4} \div 9 \cdot 10^{-4}$
32	Zn	$7 \cdot 10^{-4} \div 8 \cdot 10^{-4}$
33	Br	$7 \cdot 10^{-5} \div 9 \cdot 10^{-4}$
34	Pb	$1 \cdot 10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-3}$
35	Węgiel	0,3÷5
36	Alkany (C24 - C30)	$1 \cdot 10^{-3} \div 6 \cdot 10^{-3}$
37	Cykliczne dwu- i trójtterpeny	0,04÷0,23
38	Chlorowane dioksyny	$1 \cdot 10^{-5} \div 4 \cdot 10^{-5}$

Źródło: http://kominki.org/bezpieczny_kominek/czy_kominek_jest_ekologiczny/art8,drewno-paliwo-nie-zawsze-ekologiczne.html

Dużą część z przedstawionych związków i substancji uważa się za toksyczne i kancerogenne. Najbardziej popularne i powszechne zanieczyszczenia to: tlenek węgla, tlenki azotu i siarki, aldehydy, węglowodory aromatyczne oraz szczególnie niebezpieczne dioksyny. Cząstki dymu mają bardzo małą średnicę, wahającą się w granicach 0,15 do 0,4 mikrometra. Dzięki temu unoszą się w powietrzu nawet przez wiele tygodni. Cząstki te transportują w sposób aktywny bakterie, wirusy, zanieczyszczenia toksyczne do pęcherzyków płucnych a dalej do krwiobiegu. Dla człowieka najbardziej niebezpieczne są zanieczyszczenia o wielkości cząstek rzędu kilku do kilkunastu mikrometrów. Głównym ich składnikiem jest węgiel: jako cząstki z sadzy, popiołu i krezotolu. Ich szkodliwe działanie polega na wywoływaniu kaszlu, podrażnień a także zmian o charakterze bliznowatym na powierzchni pęcherzyków płucnych³¹. Są one również nośnikami dla węglowodorów aromatycznych. Efekty ich działania to infekcje, alergie, nadciśnienie płucne i nowotwory. Najbardziej wrażliwe na zanieczyszczenia pochodzące ze spalania drewna są dzieci. Jest to grupa najczęściej dotykana chorobami układu oddechowego, które mogą kończyć się nawet zgonem. Należy zauważyć, że osoby wystawione na działanie dymu pochodzącego ze spalania drewna mają szczególnie wysoki poziom tlenu węgla we krwi.

Obecnie coraz częściej w budownictwie jednorodzinym instaluje się kominki jako źródło ciepła. Drewno propaguje się jako paliwo ekologiczne ze względu na korzystny bilans dwutlenku węgla, nie biorąc pod uwagę innych wspomnianych wcześniej substancji. Zanieczyszczenia pojawiają się w budynkach, wtedy gdy proces spalania drewna przebiega nieprawidłowo. Cząstki chemiczne zawarte w dymie migrują do wnętrza budynków zimą gdy panuje w nich pewne podciśnienie. Infiltrację tą zwiększają wiatr i inwersja temperatury powietrza. W miejscowościach górskich często zjawisko to może powodować wnikanie od 50% do 70% zanieczyszczeń. Ograniczenie emisji szkodliwych substancji oraz ilości popiołu podczas spalania drewna może być osiągane poprzez utrzymywanie odpowiednio wysokiej temperatury oraz obecności prawidłowej ilości tlenu. Stąd rodzaj i jakość kotła jest czynnikiem decydującym i wyraźnie wpływającym na zanieczyszczenie powietrza. Pewne problemy istnieją nawet przy wyjątkowo dobrych urządzeniach grzewczych z dwustopniowym spalaniem i katalizatorem. Podczas spalania wsadowego drewna zmienia się temperatura, wilgotność

³¹ www.kominki.org

Śliwińska E., Śliwowski L., 2011. Drewno – paliwo nie zawsze ekologiczne., Zakład Fizyki Budowli i Środowiska, Instytut Budownictwa, Politechnika Wrocławska.

i prędkość ruchu ogrzanego powietrza. Trudno jest więc uniknąć chwilowych, niekorzystnych warunków spalania. Procesem można sterować, zwłaszcza dystrybucją powietrza i przepływem ciepła. Trudno jest jednak bez urządzeń kontrolnych utrzymywać w normie optymalne warunki spalania. Skutkiem złego spalania jest wydostawanie się szkodliwych substancji lotnych i półlotnych. Należy zauważyć, że piece po kilku latach tracą swoje właściwości a procesy spalania w nich zachodzące zaczynają przebiegać w sposób mniej efektywny, co owocuje zwiększeniem emisji zanieczyszczeń. Poniżej w tabeli zawarto porównanie pieców pod względem emisji mikrocząstek stałych. Działanie tych urządzeń polega na dokładnym dostrojeniu konfiguracji komory spalania do protokołu spalania, co pozwala na optymalizację średnich warunków spalania w ciągu całego cyklu.

Tabela 21: Porównanie jakości różnego rodzaju pieców do spalania drewna (nowych, nieużywanych) pod względem emisji mikrocząstek stałych.

Lp.	Rodzaj pieca	Emisja drobnych cząstek stałych (PM10 i mniejszych)
		[g/kg]
1	Kominki murowane (otwarte palenisko)	17,3
2	Piece na drewno bez katalizatora	
	konwencjonalne	15,0
	nowsze technologie	9,6
	najnowsze technologie	poniżej 5,4
3	Piece na drewno z katalizatorem	6,6
4	Piece na paliwo w postaci granulatu	1,6

Źródło: http://kominki.org/bezpieczny_kominek/czy_kominek_jest_ekologiczny/art8,drewno-paliwo-nie-zawsze-ekologiczne.html

Według obowiązujących na świecie standardów piece z katalizatorem nie mogą emitować cząstek drobnych <PM10 więcej niż 4,1 g na godzinę. Natomiast piece bez katalizatora 7,5 g na godzinę. Piece bez katalizatora, przy średnim tempie spalania 1,4 kg na godzinę, nie mogą emitować więcej niż 5,4 g zanieczyszczeń na kilogram spalanego drewna. Dlatego powinno się stosować piece z dwustopniowym spalaniem oraz na paliwo granulowane w postaci peletów. Należy zauważyć, że opisywany problem dotyczy tworzenia tzw. niskiej emisji, zwłaszcza na obszarach szczególnie zwartej zabudowy jednorodzinnej, głównie w miesiącach zimowych i chłodniejszych porach roku.

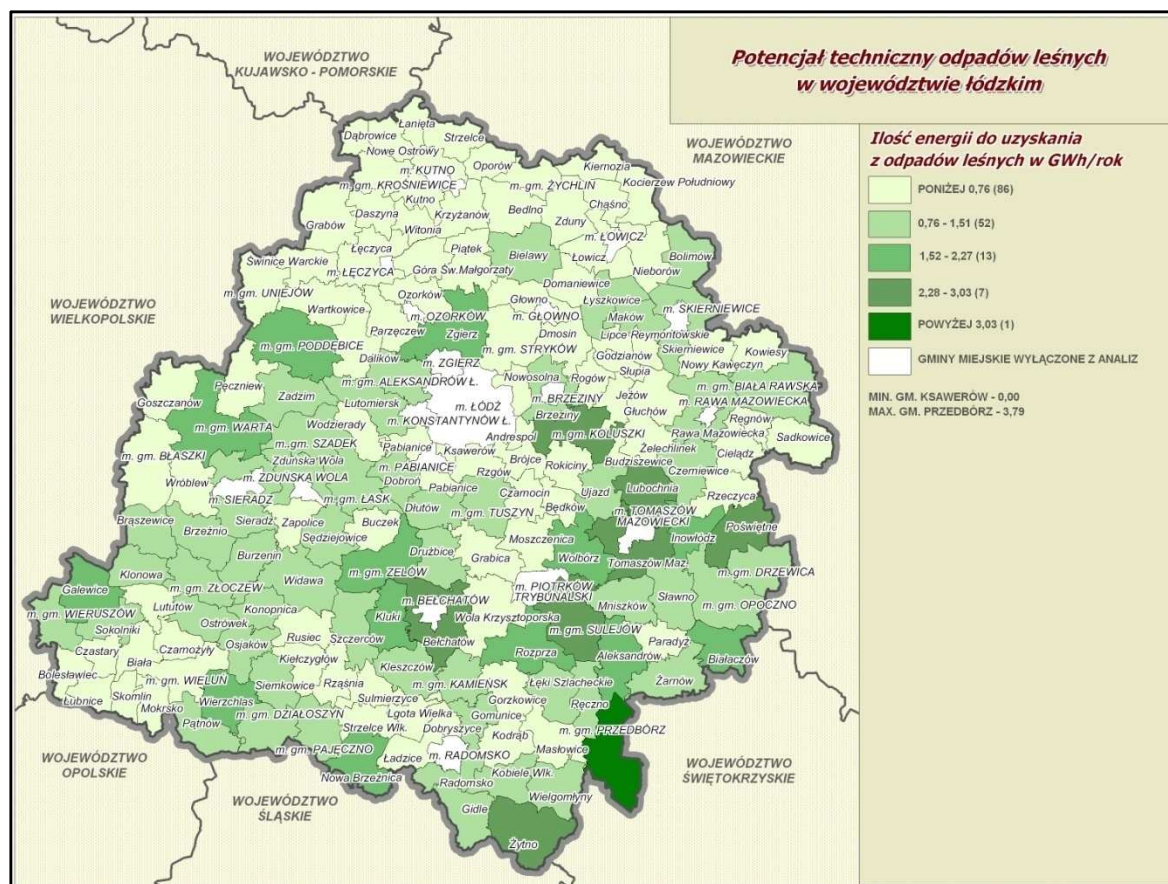
8.4.4. Obecny poziom zastosowania.

Obecnie w Polsce jest kilkadziesiąt kotłowni przemysłowych o mocy od 0,1 do 40 MW zbudowanych w zakładach przemysłu celulozowo-papierniczego, przerobu drewna i w przemyśle meblarskim. W sektorze komunalnym pracuje kilkadziesiąt kotłowni o mocy 0,5 MW do 10 MW. Wśród instalacji, które spalają biopaliwa stałe, przeważają instalacje małe o mocy 10 do 40 kW funkcjonujące w gospodarstwach domowych i rolnych. Spalają one głównie drewno lub słomę. Instalacje domowe i z gospodarstw rolnych nie są zewidencjonowane a ich udział w produkcji energii można jedynie oszacować. Aktualnie w województwie łódzkim jest zlokalizowanych około 60 kotłowni o mocy od 0,1 kW do 5MW spalających lub współpalających biopaliwa stałe. Najpopularniejsze paliwo do tych obiektów stanowią pelety i brykiety drzewne.

8.4.5. Potencjał techniczny odpadów leśnych dla gmin województwa łódzkiego.

Obliczenia potencjału technicznego dla źródła OZE, jakim są odpady leśne w województwie łódzkim, dokonano stosując zasady, założenia i wzory zawarte w opisaniej uprzednio metodyce. Wszelkie obliczenia odniesiono do wartości ogólnego areálu lasów w hektarach, na terenach gmin województwa łódzkiego w 2009 roku, ustalonego na podstawie danych zawartych roczniku statystycznym pt. Województwo Łódzkie - Podregiony, Powiaty, Gminy wydane przez Urząd Statystyczny w Łodzi w 2010 roku. Poniżej zamieszczono mapę i tabelę z obliczonymi potencjałami technicznymi, podanymi w GWh na rok dla poszczególnych gmin. Są to wartości możliwej do uzyskania energii ze źródła odnawialnego jakim są odpady leśne na terenie województwa łódzkiego.

Mapa 7: Potencjał techniczny odpadów leśnych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 22: Potencjał techniczny odpadów leśnych na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A_{li} , Zasoby leśne	P , Przyrost roczny	P_{dr} , Pozynek drewna	Z_e , Drewno opałowe + wykorzystanie na cele energetyczne	Z_{dr1} , Zasoby drewna odpadowego z lasu na cele energetyczne	Wartość kaloryczna drewna	Sprawność spalania	E_{dr1} , Ilość energii do pozyskania z odpadów leśnych
		[ha]	[m ³ /ha]	[%]	[%]	[m ³ /rok]	[GJ/m ³]	[%]	[GWh/rok]
1	Aleksandrów	4 777,14	3,47	0,5	0,16	1 326,13	8	0,6	1,77
2	Aleksandrów Łódzki	2 897,73	3,47	0,5	0,16	804,41	8	0,6	1,07
3	Andrespol	597,62	3,47	0,5	0,16	165,90	8	0,6	0,22

4	Bedlno	98,40	3,47	0,5	0,16	27,32	8	0,6	0,04
5	Bełchatów	6 587,66	3,47	0,5	0,16	1 828,73	8	0,6	2,44
6	Będków	460,45	3,47	0,5	0,16	127,82	8	0,6	0,17
7	Biała	259,62	3,47	0,5	0,16	72,07	8	0,6	0,10
8	Biała Rawska	2 140,27	3,47	0,5	0,16	594,14	8	0,6	0,79
9	Białaczów	4 629,27	3,47	0,5	0,16	1 285,09	8	0,6	1,71
10	Bielawy	2 455,57	3,47	0,5	0,16	681,67	8	0,6	0,91
11	Błaszki	2 017,37	3,47	0,5	0,16	560,02	8	0,6	0,75
12	Bolesławiec	1 307,77	3,47	0,5	0,16	363,04	8	0,6	0,48
13	Bolimów	3 747,43	3,47	0,5	0,16	1 040,29	8	0,6	1,39
14	Brąszewice	3 809,42	3,47	0,5	0,16	1 057,49	8	0,6	1,41
15	Brójce	469,01	3,47	0,5	0,16	130,20	8	0,6	0,17
16	Brzeziny	2 296,89	3,47	0,5	0,16	637,62	8	0,6	0,85
17	Brzeźnio	3 244,34	3,47	0,5	0,16	900,63	8	0,6	1,20
18	Buczek	1 936,81	3,47	0,5	0,16	537,66	8	0,6	0,72
19	Budziszewice	250,79	3,47	0,5	0,16	69,62	8	0,6	0,09
20	Burzenin	3 037,83	3,47	0,5	0,16	843,30	8	0,6	1,12
21	Chaśno	90,50	3,47	0,5	0,16	25,12	8	0,6	0,03
22	Cielądz	1 741,21	3,47	0,5	0,16	483,36	8	0,6	0,64
23	Czarnocin	499,03	3,47	0,5	0,16	138,53	8	0,6	0,18
24	Czarnożyły	1 275,87	3,47	0,5	0,16	354,18	8	0,6	0,47
25	Czastary	1 387,91	3,47	0,5	0,16	385,28	8	0,6	0,51
26	Czerniewice	3 692,77	3,47	0,5	0,16	1 025,11	8	0,6	1,37
27	Dalików	1 531,89	3,47	0,5	0,16	425,25	8	0,6	0,57
28	Daszyna	180,13	3,47	0,5	0,16	50,00	8	0,6	0,07
29	Dąbrowice	14,33	3,47	0,5	0,16	3,98	8	0,6	0,01
30	Dłutów	3 777,39	3,47	0,5	0,16	1 048,60	8	0,6	1,40
31	Dmosin	681,91	3,47	0,5	0,16	189,30	8	0,6	0,25
32	Dobroń	3 970,55	3,47	0,5	0,16	1 102,22	8	0,6	1,47
33	Dobryszce	885,41	3,47	0,5	0,16	245,79	8	0,6	0,33
34	Domaniewice	1 281,41	3,47	0,5	0,16	355,72	8	0,6	0,47
35	Drużbice	2 245,90	3,47	0,5	0,16	623,46	8	0,6	0,83
36	Drzewica	3 842,82	3,47	0,5	0,16	1 066,77	8	0,6	1,42
37	Działoszyn	3 364,67	3,47	0,5	0,16	934,03	8	0,6	1,25
38	Galewice	5 956,21	3,47	0,5	0,16	1 653,44	8	0,6	2,20
39	Gidle	3 952,12	3,47	0,5	0,16	1 097,11	8	0,6	1,46
40	Głowno	1 173,74	3,47	0,5	0,16	325,83	8	0,6	0,43
41	Głuchów	1 451,80	3,47	0,5	0,16	403,02	8	0,6	0,54
42	Godzianów	305,34	3,47	0,5	0,16	84,76	8	0,6	0,11
43	Gomunice	2 094,74	3,47	0,5	0,16	581,50	8	0,6	0,78
44	Gorzkowice	1 568,76	3,47	0,5	0,16	435,49	8	0,6	0,58
45	Goszczanów	763,03	3,47	0,5	0,16	211,82	8	0,6	0,28
46	Góra Świętej Małgorzaty	36,37	3,47	0,5	0,16	10,10	8	0,6	0,01
47	Grabica	1 254,55	3,47	0,5	0,16	348,26	8	0,6	0,46
48	Grabów	1 155,26	3,47	0,5	0,16	320,70	8	0,6	0,43
49	Inowłódz	5 700,26	3,47	0,5	0,16	1 582,39	8	0,6	2,11
50	Jeżów	412,17	3,47	0,5	0,16	114,42	8	0,6	0,15
51	Kamieńsk	3 507,11	3,47	0,5	0,16	973,57	8	0,6	1,30
52	Kielczygłów	1 629,84	3,47	0,5	0,16	452,44	8	0,6	0,60
53	Kiernozia	274,77	3,47	0,5	0,16	76,28	8	0,6	0,10
54	Kleszczów	2 781,63	3,47	0,5	0,16	772,18	8	0,6	1,03
55	Klonowa	3 157,65	3,47	0,5	0,16	876,56	8	0,6	1,17

56	Kluki	5 622,63	3,47	0,5	0,16	1 560,84	8	0,6	2,08
57	Kobiele Wielkie	3 147,46	3,47	0,5	0,16	873,73	8	0,6	1,16
58	Kocierzew Południowy	185,06	3,47	0,5	0,16	51,37	8	0,6	0,07
59	Kodrąb	1 879,47	3,47	0,5	0,16	521,74	8	0,6	0,70
60	Koluszki	6 409,51	3,47	0,5	0,16	1 779,28	8	0,6	2,37
61	Konopnica	2 103,87	3,47	0,5	0,16	584,03	8	0,6	0,78
62	Kowiesy	1 980,56	3,47	0,5	0,16	549,80	8	0,6	0,73
63	Krośniewice	200,18	3,47	0,5	0,16	55,57	8	0,6	0,07
64	Krzyżanów	297,50	3,47	0,5	0,16	82,59	8	0,6	0,11
65	Ksawerów	2,60	3,47	0,5	0,16	0,72	8	0,6	0,00
66	Kutno	739,31	3,47	0,5	0,16	205,23	8	0,6	0,27
67	Lgota Wielka	483,84	3,47	0,5	0,16	134,31	8	0,6	0,18
68	Lipce Reymontowskie	739,50	3,47	0,5	0,16	205,29	8	0,6	0,27
69	Lubochnia	7 002,77	3,47	0,5	0,16	1 943,97	8	0,6	2,59
70	Lutomiersk	3 056,64	3,47	0,5	0,16	848,52	8	0,6	1,13
71	Lututów	884,53	3,47	0,5	0,16	245,55	8	0,6	0,33
72	Ładzice	1 509,61	3,47	0,5	0,16	419,07	8	0,6	0,56
73	Łanięta	350,43	3,47	0,5	0,16	97,28	8	0,6	0,13
74	Łask	2 599,18	3,47	0,5	0,16	721,53	8	0,6	0,96
75	Łęczyca	918,61	3,47	0,5	0,16	255,01	8	0,6	0,34
76	Łęki Szlacheckie	3 151,19	3,47	0,5	0,16	874,77	8	0,6	1,17
77	Łowicz	1 340,04	3,47	0,5	0,16	372,00	8	0,6	0,50
78	Łubnice	664,30	3,47	0,5	0,16	184,41	8	0,6	0,25
79	Łyszkowice	2 054,00	3,47	0,5	0,16	570,19	8	0,6	0,76
80	Maków	2 247,21	3,47	0,5	0,16	623,83	8	0,6	0,83
81	Masłowice	1 892,24	3,47	0,5	0,16	525,29	8	0,6	0,70
82	Mniszków	4 072,24	3,47	0,5	0,16	1 130,45	8	0,6	1,51
83	Mokrsko	1 429,24	3,47	0,5	0,16	396,76	8	0,6	0,53
84	Moszczenica	1 332,15	3,47	0,5	0,16	369,80	8	0,6	0,49
85	Nieborów	1 899,92	3,47	0,5	0,16	527,42	8	0,6	0,70
86	Nowa Brzeźnica	5 598,40	3,47	0,5	0,16	1 554,12	8	0,6	2,07
87	Nowe Ostrowy	1 260,71	3,47	0,5	0,16	349,97	8	0,6	0,47
88	Nowosolna	1 245,47	3,47	0,5	0,16	345,74	8	0,6	0,46
89	Nowy Kawęczyn	1 841,09	3,47	0,5	0,16	511,09	8	0,6	0,68
90	Opoczno	3 880,17	3,47	0,5	0,16	1 077,14	8	0,6	1,44
91	Oporów	359,09	3,47	0,5	0,16	99,68	8	0,6	0,13
92	Osjaków	3 664,78	3,47	0,5	0,16	1 017,34	8	0,6	1,36
93	Ostrówek	2 663,84	3,47	0,5	0,16	739,48	8	0,6	0,99
94	Ozorków	1 062,12	3,47	0,5	0,16	294,84	8	0,6	0,39
95	Pabianice	1 594,43	3,47	0,5	0,16	442,61	8	0,6	0,59
96	Pajęczno	3 123,35	3,47	0,5	0,16	867,04	8	0,6	1,16
97	Paradyż	1 247,05	3,47	0,5	0,16	346,18	8	0,6	0,46
98	Parzęczew	1 702,20	3,47	0,5	0,16	472,53	8	0,6	0,63
99	Pątnów	3 929,56	3,47	0,5	0,16	1 090,85	8	0,6	1,45
100	Pęczniew	1 903,92	3,47	0,5	0,16	528,53	8	0,6	0,70
101	Piątek	1 183,62	3,47	0,5	0,16	328,57	8	0,6	0,44
102	Poddębice	5 460,82	3,47	0,5	0,16	1 515,92	8	0,6	2,02
103	Poświętne	8 050,66	3,47	0,5	0,16	2 234,86	8	0,6	2,98
104	Przedbórz	¹⁰ 232,62	3,47	0,5	0,16	2 840,58	8	0,6	3,79
105	Radomsko	3 565,93	3,47	0,5	0,16	989,90	8	0,6	1,32
106	Rawa Mazowiecka	2 998,98	3,47	0,5	0,16	832,52	8	0,6	1,11
107	Regnów	366,50	3,47	0,5	0,16	101,74	8	0,6	0,14

108	Ręczno	3 422,72	3,47	0,5	0,16	950,15	8	0,6	1,27
109	Rogów	1 436,99	3,47	0,5	0,16	398,91	8	0,6	0,53
110	Rokiciny	1 301,59	3,47	0,5	0,16	361,32	8	0,6	0,48
111	Rozprza	4 292,35	3,47	0,5	0,16	1 191,56	8	0,6	1,59
112	Rusiec	1 689,28	3,47	0,5	0,16	468,94	8	0,6	0,63
113	Rząśnia	784,05	3,47	0,5	0,16	217,65	8	0,6	0,29
114	Rzeczyca	1 895,25	3,47	0,5	0,16	526,12	8	0,6	0,70
115	Rzgów	307,19	3,47	0,5	0,16	85,28	8	0,6	0,11
116	Sadkowie	698,13	3,47	0,5	0,16	193,80	8	0,6	0,26
117	Sędziejowice	3 383,43	3,47	0,5	0,16	939,24	8	0,6	1,25
118	Siemkowice	2 853,19	3,47	0,5	0,16	792,05	8	0,6	1,06
119	Sieradz	3 892,95	3,47	0,5	0,16	1 080,68	8	0,6	1,44
120	Skiernewice	3 825,73	3,47	0,5	0,16	1 062,02	8	0,6	1,42
121	Skomlin	820,39	3,47	0,5	0,16	227,74	8	0,6	0,30
122	Ślawno	2 313,14	3,47	0,5	0,16	642,13	8	0,6	0,86
123	Ślupia	114,60	3,47	0,5	0,16	31,81	8	0,6	0,04
124	Sokolniki	2 455,85	3,47	0,5	0,16	681,74	8	0,6	0,91
125	Stryków	1 770,53	3,47	0,5	0,16	491,50	8	0,6	0,66
126	Strzelce	824,12	3,47	0,5	0,16	228,78	8	0,6	0,31
127	Strzelce Wielkie	709,06	3,47	0,5	0,16	196,84	8	0,6	0,26
128	Sulejów	7 742,96	3,47	0,5	0,16	2 149,45	8	0,6	2,87
129	Sulmierzyce	1 290,29	3,47	0,5	0,16	358,18	8	0,6	0,48
130	Szadek	3 431,89	3,47	0,5	0,16	952,69	8	0,6	1,27
131	Szczerców	3 613,70	3,47	0,5	0,16	1 003,16	8	0,6	1,34
132	Świnice Warckie	719,27	3,47	0,5	0,16	199,67	8	0,6	0,27
133	Tomaszów Mazowiecki	6 591,36	3,47	0,5	0,16	1 829,76	8	0,6	2,44
134	Tuszyn	3 095,93	3,47	0,5	0,16	859,43	8	0,6	1,15
135	Ujazd	3 201,13	3,47	0,5	0,16	888,63	8	0,6	1,18
136	Uniejów	1 179,33	3,47	0,5	0,16	327,38	8	0,6	0,44
137	Warta	5 002,52	3,47	0,5	0,16	1 388,70	8	0,6	1,85
138	Wartkowice	1 603,68	3,47	0,5	0,16	445,18	8	0,6	0,59
139	Widawa	3 943,47	3,47	0,5	0,16	1 094,71	8	0,6	1,46
140	Wielgomłyn	2 671,85	3,47	0,5	0,16	741,71	8	0,6	0,99
141	Wieluń	1 827,73	3,47	0,5	0,16	507,38	8	0,6	0,68
142	Wieruszów	2 282,17	3,47	0,5	0,16	633,53	8	0,6	0,84
143	Wierzchnas	4 454,02	3,47	0,5	0,16	1 236,44	8	0,6	1,65
144	Witonia	60,79	3,47	0,5	0,16	16,88	8	0,6	0,02
145	Wodzierady	1 261,06	3,47	0,5	0,16	350,07	8	0,6	0,47
146	Wola Krzysztoporska	1 790,57	3,47	0,5	0,16	497,06	8	0,6	0,66
147	Wolbórz	4 148,43	3,47	0,5	0,16	1 151,60	8	0,6	1,54
148	Wróblew	990,73	3,47	0,5	0,16	275,03	8	0,6	0,37
149	Zadzim	2 421,24	3,47	0,5	0,16	672,14	8	0,6	0,90
150	Zapolice	1 433,78	3,47	0,5	0,16	398,02	8	0,6	0,53
151	Zduny	152,56	3,47	0,5	0,16	42,35	8	0,6	0,06
152	Zduńska Wola	3 285,20	3,47	0,5	0,16	911,97	8	0,6	1,22
153	Zelów	4 300,73	3,47	0,5	0,16	1 193,88	8	0,6	1,59
154	Zgierz	5 783,50	3,47	0,5	0,16	1 605,50	8	0,6	2,14
155	Złoczew	3 065,10	3,47	0,5	0,16	850,87	8	0,6	1,13
156	Żarnów	3 393,71	3,47	0,5	0,16	942,09	8	0,6	1,26
157	Żelechlinek	1 160,18	3,47	0,5	0,16	322,07	8	0,6	0,43
158	Żychlin	26,39	3,47	0,5	0,16	7,33	8	0,6	0,01
159	Żytno	7 696,39	3,47	0,5	0,16	2 136,52	8	0,6	2,85

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Na podstawie przedstawionych kalkulacji należy stwierdzić, że gminami posiadającymi największy potencjał techniczny źródła odnawialnego w postaci odpadów leśnych są:

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| 1. gm. Przedbórz | – 3,79 GWh/rok; |
| 2. gm. Poświętne | – 2,98 GWh/rok; |
| 3. gm. Sulejów | – 2,87 GWh/rok; |
| 4. gm. Żytno | – 2,85 GWh/rok; |
| 5. gm. Lubochnia | – 2,59 GWh/rok; |
| 6. gm. Tomaszów Mazowiecki | – 2,44 GWh/rok; |
| 7. gm. Bełchatów | – 2,44 GWh/rok; |
| 8. gm. Koluszki | – 2,37 GWh/rok; |
| 9. gm. Galewice | – 2,20 GWh/rok; |
| 10. gm. Zgierz | – 2,14 GWh/rok. |

8.4.6. Prognoza wykorzystania.

Mając na uwadze obliczone potencjały techniczne dla odpadów leśnych w województwie łódzkim należy stwierdzić, że nie są to duże wartości. Odnawialne źródło energii w postaci odpadów leśnych może być wykorzystane jedynie na lokalne potrzeby. Dodatkowo trzeba przyjąć założenie, że biomasa odpadów leśnych będzie objęta zorganizowaną zbiórką i przetwarzaniem na biopaliwo. Wtedy należy się spodziewać, iż biomasa ta zostanie wykorzystana jako paliwo w lokalnych kotłowniach lub w systemach ogrzewania indywidualnego. Taki sposób wykorzystania istniejącego potencjału może nastąpić w gminach, w których ilość energii z odpadów leśnych oszacowano na więcej niż 2,0 GWh/ rok.

8.5. Odpady z sadów, ogrodów.

8.5.1. Opis źródła.

Odpady z sadów i ogrodów kwalifikują się pod pojęcie odpadów zielonych. Są to odpady roślinne z pielęgnacji ogrodów i parków, takie jak ścinki drzew, gałęzie, trawa, kwiaty, łodygi, liście (z wyjątkiem odpadów z zamykania ulic). Odpady te są zaliczane do tych ulegających biodegradacji, w związku z tym ich biologiczne przetwarzanie ma pierwszeństwo przed ich składowaniem na składowisku. Zazwyczaj odpady zielone są zbierane w sposób selektywny i są poddawane procesowi biologicznego rozkładu czyli kompostowaniu. Odpady z sadów i ogrodów mogą również stanowić pewne zagrożenie dla środowiska. Wyrzucona do lasu uprzednio ścięta trawa zagłusza i niszczy ściółkę lasu na kilka lub kilkanaście lat³². Jej szkodliwe działanie polega na hamowaniu rozwoju grzybni i kiełkowania roślin najniższych warstw leśnych. Dodatkowo taki odpad w postaci trawy podlega intensywnym procesom gnilnym, co prowadzi do wydzielania się odoru, który skutecznie zmniejsza atrakcyjność przestrzeni leśnej. Problem może stanowić również migracja roślin zawleczonych na nowe stanowiska. Rośliny wyrzucone z sadów i ogrodów w przypadku znalezienia się w optymalnych warunkach wzrostu i rozwoju, potrafią rozrastać się i wypierać gatunki rodzime z naturalnych siedlisk. Przykładem takiego gatunku inwazyjnego jest malina. Wyrzucone do lasu ścięte krzewy wraz z owocami, posiadającymi nasiona rozsiewają się w szybkim tempie i po kilku latach tworzy się obszar opanowany przez dziczące krzewy maliny. Niebezpieczne również mogą być wyrzucone na tereny leśne sterty przyciętych gałęzi, które w przypadku pożarów powodują dużo problemów przy akcji ratowniczej. Dlatego coraz częściej obok wspomnianego sposobu zagospodarowania w postaci kompostowania, odpady z sadów i ogrodów wykorzystuje się jako kolejne źródło biomasy na cele energetyczne. Ilość powstającego surowca jest proporcjonalna do przestrzeni przeznaczonej pod sady i ogrody. Wspomniane źródło może być wykorzystywane na terenie gmin zasobnych w

³² www.kzg.pl

duży areał ziemi zagospodarowanej pod sady i różnego rodzaju ogrody. Na terenach z małym areałem sadów i ogrodów wykorzystanie tych odpadów dla celów energetycznych nie będzie miało szczególnie dużego znaczenia.

8.5.2. Technologie wykorzystujące odpady z sadów i ogrodów.

Biomasa, również ta powstająca w sadach i ogrodach jest spalana w kotłach różnego rodzaju co pozwala na uzyskanie energii cieplnej. Dla funkcjonowania kotłowni ważnym elementem jest układ zasilania kotła w paliwo. W skład tego układu wchodzi urządzenia do transportu pionowego i poziomego, które są elementami automatycznego zasilania kotłów w paliwo. Lotny popiół jaki powstaje w procesach spalania odpadów drzewnych w kotłach, ze względu na dużą zawartość związków azotu może być wykorzystywany jako nawóz. Cały proces technologiczny kotłowni opalanej drewnem opałowym może być sterowany automatycznie. Szczególnie ważnym zagadnieniem jest budowa ciepłowni stosunkowo blisko źródeł zaopatrzenia w odpady z sadów lub ogrodów. Drewno jest substancją chemicznie niejednorodną. Składa się z celulozy, hemicelulozy i ligniny, przy czym lignifikacja ścianek komórkowych obejmuje u gatunków iglastych ok. 30%, a u gatunków liściastych ok. 20% substancji. Znaczącą ilość wszystkich odpadów stanowi kora (10 – 15% masy drzewnej). Przy przyjęciu produkcji drewna równej 19 mln m³ rocznie otrzymujemy 1,9 mln m³ kory tj. ok. 1,2 mln t węgla kamiennego. W Polsce zwiększaniu ulegają zasoby energetyczne plantacji topoli i innych drzew szybko rosnących. Część zajętych pod plantacje terenów może być wykorzystywana w celach energetycznych. Jako lokalne źródło energii drewno można użytkować bezpośrednio w miejscach jego pozyskania, nie powodując wysokich kosztów transportu i dystrybucji. W krajach europejskich czołowe miejsce pod względem wykorzystania ekologicznych źródeł energii zajmuje Dania³³. Eksploatuje się tam tysiące kotłów o małych mocach w indywidualnym użytkowaniu oraz kilkadziesiąt większych kotłów zaopatrujących w ciepło osiedla wiejskie i małe osiedla miejskie. W zależności od potrzeb są tam również budowane większe jednostki o mocach cieplnych od kilkudziesięciu kW do kilku MW. Funkcjonują w nich różne sposoby spalania biomasy rozdrobnionej.

W Polsce zasadnicze znaczenie ma ten sposób zasilania biomasą. Wynika to głównie z różnorodności form dostępnej biomasy. Na podstawie doświadczeń można przyjąć, że stosowanie kotłowni opartych o kotły wsadowe ma techniczne i ekonomiczne uzasadnienie do mocy 1 MW. W obiektach większych należy stosować spalanie biomasy rozdrobnionej. Do spalania biomasy stosuje się różnego rodzaju kotły. Kocioł typu OL-20 przeznaczony jest do spalania biomasy w postaci łuski słonecznikowej lub słomy, trocin, pyłów drzewnych oraz gazu jako paliwa dodatkowego. Dolna część paleniska ma kształt komory wirowej, wykonanej ze ścian membranowych. Na przedniej ścianie paleniska istnieją dwa palniki, przez które wprowadza się paliwo. Na bocznych ściankach znajdują się palniki gazowe. W celu zmniejszenia powstawania ilości tlenków azotu, zastosowano również recyrkulację spalin. Łuska słonecznikowa jest wprowadzana do dolnej części paleniska, gdzie również podawane jest powietrze pierwotne. W celu dopalenia niespalonych części paliwa i palnych części gazowych w środkowej części paleniska wprowadzane jest powietrze wtórne. Przy jego pomocy i konstrukcji tylnego ekranu formuje się ruch wirowy spalin, powietrza i cząstek paliwa. Do spalania podawane jest paliwo o wilgotności 6-9% i zawartości popiołu 2-4%. Wartość opałowa paliwa wynosi ok. 18 GJ/t. Podczas pracy kocioł zużywa blisko 0,95 kg/s łuski słonecznikowej. Paliwem dodatkowym jest gaz o wartości opałowej 35000 MJ/m³. Kotły mogą podlegać modernizacjom. Do wodnego kotła można dobudować ceramiczną, wirową komorę spalania. Paliwem w tym przypadku są drobne odpady drzewne, trociny, pyły drzewne, wióry ewentualnie słoma w postaci siewki. Przykładowo kocioł OL-25 uzyskuje

³³ Kruczek S., 2003. Kotły i przedpaleniska do spalania biomasy, Czysta Energia, Abrys, Poznań maj 2003.

parametry jak i moc cieplną odpowiadającą parametrom i mocy jakie posiada przy spalaniu węgla. Innym rodzajem są kotły płomieniówkowe z ceramicznymi dolnymi przedpaleniskami. Kocioł taki składa się z komory spalania wykonanej z ceramiki, rusztu posuwisto – zwrotnego wykonanego z żeliwa. Dla zapewnienia zupełnego i całkowitego spalania, wykonuje się sklepienia oraz przegrody wykonane z ceramiki, w celu wydłużenia drogi i czasu spalania. Paliwo doprowadza się do komory spalania przeważnie przy pomocy podajników ślimakowych. Powietrze potrzebne do spalania podawane jest pod ruszt jako powietrze pierwsze oraz dyszami usytuowanymi na ścianach bocznych komory paleniskowej, jako powietrze wtórne. Kotły takie wyposażone są w wentylator powietrza pierwotnego, wentylatory powietrza wtórnego, urządzenia odpylające, wentylator wyciągowy spalin, oraz hydrauliczny układ do napędu rusztowin i urządzenie do usuwania popiołu. Należy zauważyć, że wymienione rodzaje kotłów mogą być zasilane paliwem z różnych źródeł. Do produkcji energii cieplnej i elektrycznej może być wykorzystane drewno odpadowe z sadów i zieleni miejskiej oraz odpady przemysłu drzewnego (ok. 2 - 3 mln m³ rocznie). Zasoby drewna dla celów energetycznych można też powiększyć o 3 mln m³ odpadów z recyklingu, jednak ich wykorzystanie dla celów energetycznych może być utrudnione ze względu na ich rozproszenie, niejednorodność, zanieczyszczenie związkami chemicznymi i metalami ciężkimi. Zawartość metali ciężkich może też ograniczyć wykorzystanie zasobów drewna odpadowego z zieleni miejskiej. Uwzględniając obecne zasoby drewna opałowego i odpadów drzewnych (z leśnictwa, sadownictwa, przemysłu drzewnego oraz parków i zieleńców), potencjał techniczny szacuje się na 270 PJ rocznie w skali kraju. Liczba ta może wzrosnąć zasadniczo, jeżeli tereny o gruntach skażonych i ubogich wykorzystają się do uprawy lasów szybko rosnących (uprawy wierzby).

8.5.3. Wpływ na środowisko.

Skład spalin paliw drzewnych może być bardzo różny w zależności od rodzaju tego paliwa i warunków spalania. Według badań w spalinach drewna zidentyfikowano kilkaset związków chemicznych. Niektóre z nich, w dużym stężeniu, działają na organizm drażniąco, inne wywołują alergie. Jest też grupa związków zakłócająca procesy genetyczne komórek. Są też i takie związki, dla których potwierdzono ich rakotwórcze działanie. Niektóre z tych związków są silnymi truciznami. Generalnie w składzie spalin paliw drzewnych znajdują się między innymi:

- gazy nieorganiczne – Najbardziej znanym trującym gazem jest, powstający podczas każdego spalania tlenek węgla. Nie utlenia się do CO₂ z powodu podawania zbyt małej ilości powietrza (niewłaściwa regulacja kotła, zbyt słaby ciąg kominowy). Jest przyczyną częstych zatruc i zgonów w bezpośredniej odległości od nieszczelnego miejsca spalania. Może też działać w dalszej odległości, podobnie jak tlenki azotu, identyfikowano go w odległościach kilkudziesięciu metrów od miejsca emisji. Dwutlenek azotu NO₂ powstaje z powodu podawania nadmiernej ilości powietrza w górnym przedziale temperatury spalania drewna. Wywołuje podrażnienie oddechowe i zakłócenia krążenia. Bardzo silnie trującym jest tlenek azotu NO, powstający w temperaturze powyżej 1100 stopni C. Drażniącym gazem w nadmiernym stężeniu jest także ozon O₃. Dwutlenek węgla traktowany jako nietoksyczny, emitowany w dużych dawkach może wywoływać zakłócenia oddechowe i krążeniowe. Gazy te nie są typowe tylko dla spalania drewna ponieważ powstają przy każdym spalaniu.

- węglowodory – Najbardziej rozbudowaną grupą mniej lub bardziej szkodliwych związków są węglowodory. Ich emisja związana jest z niedostateczną ilością tlenu³⁴. Wymienia się tutaj kilkaset związków. Między innymi są to n-heksan C₆H₁₄. Jest to związek drażniący i neurotoksyczny. Wśród objawów są też podrażnienia oczu, drżenia mięśni i bóle głowy. Innym toksycznym związkiem jest butadien – 1,3 CH₂=CH-CH=CH₂,

³⁴ www.paliwadrzewne.pl

Kowalewski L., 2008. Emisja spalin z paliw drzewnych.

drażniący, rakotwórczy i mutagenny. Najgroźniejszą grupą związków są węglowodory aromatyczne. Od najprostszych takich jak benzen C_6H_6 , styren $C_6H_5-CH=H_2$, po policykliczne węglowodory aromatyczne takie jak benzopiren $C_{20}H_{12}$ działające rakotwórczo i mutagennie. Płaska, pierścieniowa budowa, ułatwia wdychanym substancjom przenikanie w głąb komórek.

- tlenowe związki organiczne – Wśród nich znajduje się grupa aldehydów, trujących związków o specyficznym dla danego typu zapachu. Im zapach mniej przyjemny tym bardziej trujący jest odczyn. Najczęściej w spalinach drzewnych, spotykana jest silnie żrąca, rakotwórcza i mutagenna akroleina $CH_2=CH-GHO$ i formaldehyd $HCHO$. Pochodzący z grupy alkoholi organicznych występuje drażniący i trujący metanol CH_3OH i bezwodnik octowy CH_3CO_2O . W grupie fenoli najbardziej znany jest krezol C_7H_8O tworzący się również w spalinach. Udowodniono ich działanie podrażniające, trujące, mutagenne i kancerogenne. Ostatnią grupą są chinony, a wśród nich zidentyfikowano alergiczne i drażniące działanie fluorenonu i antrachinonu $C_{14}H_8O_2$. Niektóre z tych związków wykazują silne działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne i są stosowane w farmacji.

- chlorowe związki organiczne – Przyczyną powstawania tej grupy związków jest obecność chloru w drewnie. Jest go zdecydowanie więcej w biomase rolniczej. Przykładem związków z tej grupy jest chlorek metylu CH_3Cl . Wchłaniany przez skórę i płuca działa silnie drażniąco powodując bóle głowy, brzucha, zaburzenia widzenia. Może prowadzić do ciężkich zatruć, uszkodzenia wątroby, nerek i serca. Pochodne oksantrenu czyli dioksyny to jedne z najbardziej toksycznych związków. Wykryto je również w dymie z pożarów lasów, ognisk i pieców na drewno. Działają one silnie kancerogenne. Dioksyny obniżając odporność immunologiczną, mogą prowadzić do powstawania nowotworów narządów wewnętrznych. Jednym z wczesnych objawów jest pojawiający się na skórze silny odczyn alergiczny tzw. trądzik dioksynowy. Spalanie drewna wymieniane jest jako jedno ze źródeł emisji dioksyn.

- wolne rodniki – W trakcie spalania powstają cząsteczki, jony czy atomy, które na swojej zewnętrznej orbicie posiadają niesparowany elektron. Dążą one do przyłączenia lub oddania elektronu i z tego powodu są bardzo reaktywne. W wyniku posiadania tej właściwości mogą uszkadzać błony komórek i ich kod genetyczny. Działanie wolnych rodników może uruchamiać procesy nowotworowe.

- pyły – Spaliny to nie tylko gaz, ale i różnej wielkości pyły. Są to z jednej strony stałe niedopalone cząsteczki drewna, z drugiej poderwane popioły, cząsteczki sadzy, różne kondensaty spalin w postaci kropli. Pyły ze spalin drzewnych są dosyć charakterystyczne i różnią się od zanieczyszczeń spalin innych paliw. Zidentyfikowano w nich ok. kilkaset różnych substancji ze względu na ich wielkość osadzać się mogą w płucach. Oznacza się je przez określenie górnego progu wielkości. Pyły równe lub mniejsze od 10 mikronów to PM_{10} . Druga wyróżniana klasa to $PM_{2,5}$ – pyły równe lub mniejsze od 2,5 mikrona. Stwarzają one zagrożenie pylicą i działają alergicznie. Stężenie pyłów naturalnie może być różne i zależy od wielu czynników. Nawet w nowoczesnych piecach na drewno stężenie pyłów określa się na poziomie około 4 gram z kilograma spalonego drewna. Wymienione zanieczyszczenia określone są jako zagrożenie dopiero po przekroczeniu pewnego poziomu. Należy jednak zauważyć, iż wykorzystanie biomasy drewna w indywidualnych systemach ogrzewania, buduje niską emisję na terenach nie podłączonych do sieci grzewczej.

8.5.4. Obecny poziom zastosowania.

Aktualny poziom wykorzystania odpadów z sadów i ogrodów w województwie łódzkim jako odnawialnego źródła energii jest trudny do ustalenia. W przypadku braku zorganizowanej zbiórki tych odpadów z terenów pokrytych sadami lub różnego rodzaju ogrodami, najprawdopodobniej są one kompostowane lub spalane na miejscu. Przypuszczalnie część z tych odpadów jest wykorzystywana na cele energetyczne. Należy się spodziewać, że energetyczne wykorzystanie odpadów z sadów powinno mieć

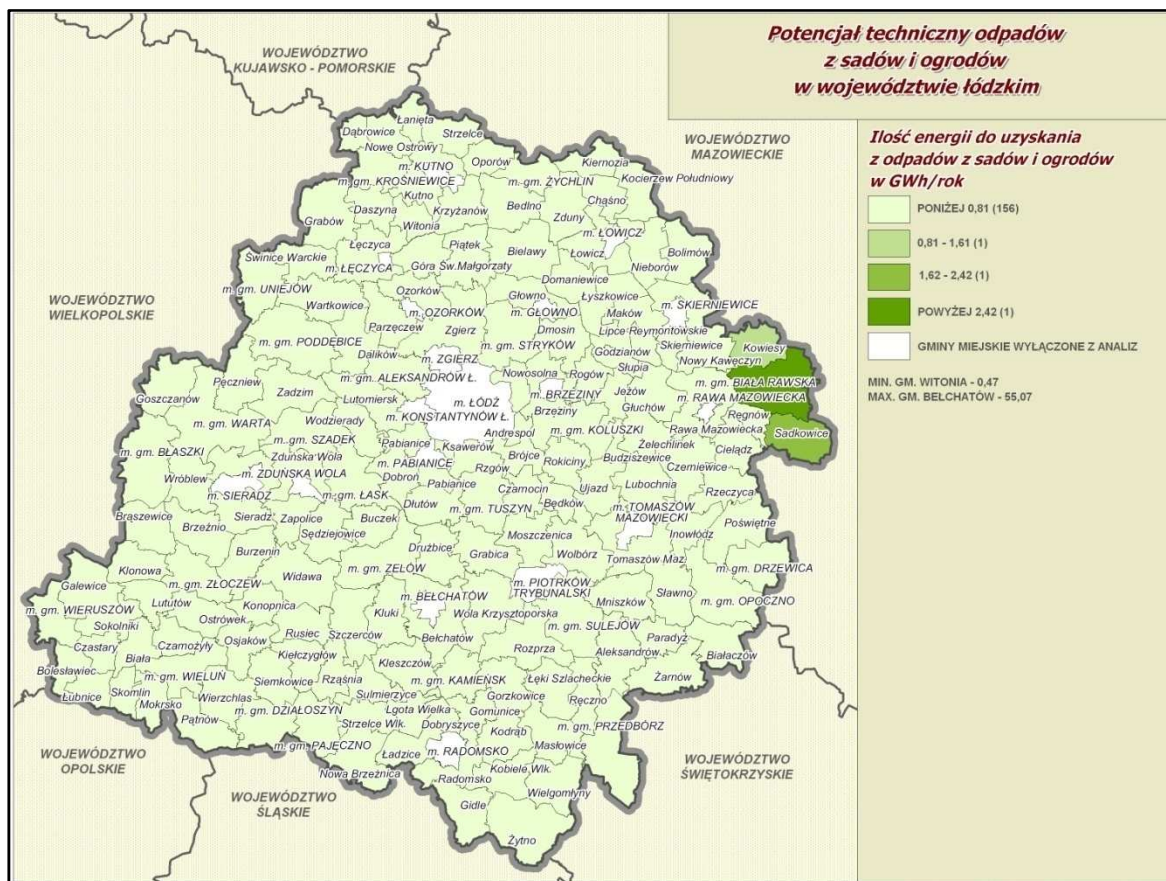
miejsce w gminie gdzie areał sadów jest stosunkowo wysoki. Można wtedy zorganizować zbiórkę tych odpadów, utworzyć zakład je przetwarzający na paliwo a także kotłownię, w której będą one z powodzeniem wykorzystywane do ogrzewania budynków, na przykład użyteczności publicznej. Generalnie dwoma głównymi zdiagnozowanymi problemami w województwie łódzkim w zakresie zagospodarowania odpadów z sadów i ogrodów na cele energetyczne są:

- brak zorganizowanej zbiórki tych odpadów;
- samodzielne spalanie odpadów drzewnych mające negatywny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego.

8.5.5. Potencjał techniczny odpadów z sadów i ogrodów dla gmin województwa łódzkiego.

Oszacowanie potencjału technicznego dla źródła OZE jakim są odpady z sadów i ogrodów wykonano posługując się wzorami i założeniami ustalonymi w rozdziale poświęconym metodyce. Obliczenia przeprowadzono w oparciu o areał sadów i ogrodów w poszczególnych gminach województwa łódzkiego w 2005 r. zasięgnięty z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego. Poniżej zamieszczono mapę i tabelę zawierające policzone potencjały techniczne podane w GWh na rok dla kolejnych gmin. Otrzymane rezultaty określają ilość energii jaka możliwa jest do uzyskania przy wykorzystaniu źródła OZE jakim są odpady z sadów i ogrodów.

Mapa 8: Potencjał techniczny odpadów z sadów i ogrodów w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 23: Potencjał techniczny odpadów z sadów i ogrodów na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _{st} , Areał sadów	Ilość odpadów w sadach i ogrodach	Z _{ogr} , Zasoby drewna odpadowego w sadach i ogrodach	Wartość kaloryczna drewna	Sprawność spalania	E _{ogr} , Ilość energii do pozyskania z odpadów z sadów i ogrodów
		[ha]	[m ³ /ha]	[m ³ /rok]	[GJ/m ³]	[%]	[GWh/rok]
1	Aleksandrów	40,00	0,35	14,00	8	0,6	0,02
2	Aleksandrów Łódzki	58,00	0,35	20,30	8	0,6	0,03
3	Andrespol	14,00	0,35	4,90	8	0,6	0,01
4	Bedlno	183,00	0,35	64,05	8	0,6	0,09
5	Bełchatów	38,00	0,35	13,30	8	0,6	0,02
6	Będków	30,00	0,35	10,50	8	0,6	0,01
7	Biała	87,00	0,35	30,45	8	0,6	0,04
8	Biała Rawska	6 940,00	0,35	2429,00	8	0,6	3,24
9	Białaczów	37,00	0,35	12,95	8	0,6	0,02
10	Bielawy	171,00	0,35	59,85	8	0,6	0,08
11	Błaszki	219,00	0,35	76,65	8	0,6	0,10
12	Bolesławiec	26,00	0,35	9,10	8	0,6	0,01
13	Bolimów	99,00	0,35	34,65	8	0,6	0,05
14	Brąszewice	8,00	0,35	2,80	8	0,6	0,00
15	Brójce	44,00	0,35	15,40	8	0,6	0,02
16	Brzeziny	308,00	0,35	107,80	8	0,6	0,14
17	Brzeźno	104,00	0,35	36,40	8	0,6	0,05
18	Buczek	28,00	0,35	9,80	8	0,6	0,01
19	Budziszewice	43,00	0,35	15,05	8	0,6	0,02
20	Burzenin	45,00	0,35	15,75	8	0,6	0,02
21	Chąśno	118,00	0,35	41,30	8	0,6	0,06
22	Cielądz	148,00	0,35	51,80	8	0,6	0,07
23	Czarnocin	42,00	0,35	14,70	8	0,6	0,02
24	Czarnożyły	8,00	0,35	2,80	8	0,6	0,00
25	Czastary	8,00	0,35	2,80	8	0,6	0,00
26	Czerniewice	112,00	0,35	39,20	8	0,6	0,05
27	Dalików	46,00	0,35	16,10	8	0,6	0,02
28	Daszyna	52,00	0,35	18,20	8	0,6	0,02
29	Dąbrowice	25,00	0,35	8,75	8	0,6	0,01
30	Dłutów	17,00	0,35	5,95	8	0,6	0,01
31	Dmosin	520,00	0,35	182,00	8	0,6	0,24
32	Dobroń	19,00	0,35	6,65	8	0,6	0,01
33	Dobryszyc	20,00	0,35	7,00	8	0,6	0,01
34	Domaniewice	185,00	0,35	64,75	8	0,6	0,09
35	Drużbice	34,00	0,35	11,90	8	0,6	0,02
36	Drzewica	114,00	0,35	39,90	8	0,6	0,05
37	Działoszyn	23,00	0,35	8,05	8	0,6	0,01
38	Galewice	24,00	0,35	8,40	8	0,6	0,01
39	Gidle	16,00	0,35	5,60	8	0,6	0,01
40	Głowno	903,00	0,35	316,05	8	0,6	0,42
41	Głuchów	292,00	0,35	102,20	8	0,6	0,14
42	Godzianów	68,00	0,35	23,80	8	0,6	0,03
43	Gomunice	5,00	0,35	1,75	8	0,6	0,00
44	Gorzkowice	43,00	0,35	15,05	8	0,6	0,02
45	Goszczanów	38,00	0,35	13,30	8	0,6	0,02
46	Góra Świętej Małgorzaty	92,00	0,35	32,20	8	0,6	0,04

47	Grabica	119,00	0,35	41,65	8	0,6	0,06
48	Grabów	207,00	0,35	72,45	8	0,6	0,10
49	Inowódz	22,00	0,35	7,70	8	0,6	0,01
50	Jeżów	88,00	0,35	30,80	8	0,6	0,04
51	Kamieńsk	10,00	0,35	3,50	8	0,6	0,00
52	Kielczygłów	11,00	0,35	3,85	8	0,6	0,01
53	Kiernožia	218,00	0,35	76,30	8	0,6	0,10
54	Kleszczów	11,00	0,35	3,85	8	0,6	0,01
55	Klonowa	12,00	0,35	4,20	8	0,6	0,01
56	Kluki	35,00	0,35	12,25	8	0,6	0,02
57	Kobiele Wielkie	100,00	0,35	35,00	8	0,6	0,05
58	Kocierzew Południowy	400,00	0,35	140,00	8	0,6	0,19
59	Kodrąb	34,00	0,35	11,90	8	0,6	0,02
60	Koluszki	139,00	0,35	48,65	8	0,6	0,06
61	Konopnica	15,00	0,35	5,25	8	0,6	0,01
62	Kowiesy	2 072,00	0,35	725,20	8	0,6	0,97
63	Krośniewice	42,00	0,35	14,70	8	0,6	0,02
64	Krzyżanów	105,00	0,35	36,75	8	0,6	0,05
65	Ksawerów	11,00	0,35	3,85	8	0,6	0,01
66	Kutno	203,00	0,35	71,05	8	0,6	0,09
67	Lgota Wielka	30,00	0,35	10,50	8	0,6	0,01
68	Lipce Reymontowskie	196,00	0,35	68,60	8	0,6	0,09
69	Lubochnia	73,00	0,35	25,55	8	0,6	0,03
70	Lutomiersk	75,00	0,35	26,25	8	0,6	0,04
71	Lututów	14,00	0,35	4,90	8	0,6	0,01
72	Ładzice	6,00	0,35	2,10	8	0,6	0,00
73	Łanięta	17,00	0,35	5,95	8	0,6	0,01
74	Łask	150,00	0,35	52,50	8	0,6	0,07
75	Łęczycza	168,00	0,35	58,80	8	0,6	0,08
76	Łęki Szlacheckie	43,00	0,35	15,05	8	0,6	0,02
77	Łowicz	507,00	0,35	177,45	8	0,6	0,24
78	Łubnice	17,00	0,35	5,95	8	0,6	0,01
79	Łyszkowice	202,00	0,35	70,70	8	0,6	0,09
80	Maków	142,00	0,35	49,70	8	0,6	0,07
81	Masłowice	13,00	0,35	4,55	8	0,6	0,01
82	Mniszków	39,00	0,35	13,65	8	0,6	0,02
83	Mokrsko	25,00	0,35	8,75	8	0,6	0,01
84	Moszczenica	30,00	0,35	10,50	8	0,6	0,01
85	Nieborów	451,00	0,35	157,85	8	0,6	0,21
86	Nowa Brzeźnica	16,00	0,35	5,60	8	0,6	0,01
87	Nowe Ostrowy	177,00	0,35	61,95	8	0,6	0,08
88	Nowosolna	141,00	0,35	49,35	8	0,6	0,07
89	Nowy Kawęczyn	484,00	0,35	169,40	8	0,6	0,23
90	Opoczno	118,00	0,35	41,30	8	0,6	0,06
91	Oporów	64,00	0,35	22,40	8	0,6	0,03
92	Osjaków	39,00	0,35	13,65	8	0,6	0,02
93	Ostrówek	23,00	0,35	8,05	8	0,6	0,01
94	Ozorków	107,00	0,35	37,45	8	0,6	0,05
95	Pabianice	32,00	0,35	11,20	8	0,6	0,01
96	Pajęczno	21,00	0,35	7,35	8	0,6	0,01
97	Paradyż	39,00	0,35	13,65	8	0,6	0,02
98	Parzęczew	63,00	0,35	22,05	8	0,6	0,03

99	Pątnów	35,00	0,35	12,25	8	0,6	0,02
100	Pęczniew	43,00	0,35	15,05	8	0,6	0,02
101	Piątek	6,00	0,35	2,10	8	0,6	0,00
102	Poddębice	125,00	0,35	43,75	8	0,6	0,06
103	Poświętne	35,00	0,35	12,25	8	0,6	0,02
104	Przedbórz	24,00	0,35	8,40	8	0,6	0,01
105	Radomsko	28,00	0,35	9,80	8	0,6	0,01
106	Rawa Mazowiecka	388,00	0,35	135,80	8	0,6	0,18
107	Regnów	480,00	0,35	168,00	8	0,6	0,22
108	Ręczno	7,00	0,35	2,45	8	0,6	0,00
109	Rogów	417,00	0,35	145,95	8	0,6	0,19
110	Rokiciny	92,00	0,35	32,20	8	0,6	0,04
111	Rozprza	77,00	0,35	26,95	8	0,6	0,04
112	Rusiec	29,00	0,35	10,15	8	0,6	0,01
113	Rząśnia	18,00	0,35	6,30	8	0,6	0,01
114	Rzeczycza	118,00	0,35	41,30	8	0,6	0,06
115	Rzgów	64,00	0,35	22,40	8	0,6	0,03
116	Sadkowie	5 165,00	0,35	1807,75	8	0,6	2,41
117	Sędziejowice	59,00	0,35	20,65	8	0,6	0,03
118	Siemkowie	12,00	0,35	4,20	8	0,6	0,01
119	Sieradz	67,00	0,35	23,45	8	0,6	0,03
120	Skierniewice	538,00	0,35	188,30	8	0,6	0,25
121	Skomlin	10,00	0,35	3,50	8	0,6	0,00
122	Stawno	161,00	0,35	56,35	8	0,6	0,08
123	Stupia	160,00	0,35	56,00	8	0,6	0,07
124	Sokolniki	30,00	0,35	10,50	8	0,6	0,01
125	Stryków	618,00	0,35	216,30	8	0,6	0,29
126	Strzelce	391,00	0,35	136,85	8	0,6	0,18
127	Strzelce Wielkie	21,00	0,35	7,35	8	0,6	0,01
128	Sulejów	23,00	0,35	8,05	8	0,6	0,01
129	Sulmierzyce	15,00	0,35	5,25	8	0,6	0,01
130	Szadek	67,00	0,35	23,45	8	0,6	0,03
131	Szczerców	64,00	0,35	22,40	8	0,6	0,03
132	Świnice Warckie	134,00	0,35	46,90	8	0,6	0,06
133	Tomaszów Mazowiecki	117,00	0,35	40,95	8	0,6	0,05
134	Tuszyn	207,00	0,35	72,45	8	0,6	0,10
135	Ujazd	16,00	0,35	5,60	8	0,6	0,01
136	Uniejów	44,00	0,35	15,40	8	0,6	0,02
137	Warta	91,00	0,35	31,85	8	0,6	0,04
138	Wartkowie	48,00	0,35	16,80	8	0,6	0,02
139	Widawa	66,00	0,35	23,10	8	0,6	0,03
140	Wielgomłyn	21,00	0,35	7,35	8	0,6	0,01
141	Wieluń	76,00	0,35	26,60	8	0,6	0,04
142	Wieruszów	24,00	0,35	8,40	8	0,6	0,01
143	Wierzchlas	21,00	0,35	7,35	8	0,6	0,01
144	Witonia	81,00	0,35	28,35	8	0,6	0,04
145	Wodzierady	84,00	0,35	29,40	8	0,6	0,04
146	Wola Krzysztoporska	76,00	0,35	26,60	8	0,6	0,04
147	Wolbórz	38,00	0,35	13,30	8	0,6	0,02
148	Wróblew	115,00	0,35	40,25	8	0,6	0,05
149	Zadzim	231,00	0,35	80,85	8	0,6	0,11
150	Zapolice	38,00	0,35	13,30	8	0,6	0,02

151	Zduny	113,00	0,35	39,55	8	0,6	0,05
152	Zduńska Wola	60,00	0,35	21,00	8	0,6	0,03
153	Zelów	132,00	0,35	46,20	8	0,6	0,06
154	Zgierz	300,00	0,35	105,00	8	0,6	0,14
155	Złoczew	41,00	0,35	14,35	8	0,6	0,02
156	Żamów	35,00	0,35	12,25	8	0,6	0,02
157	Żelechlinek	120,00	0,35	42,00	8	0,6	0,06
158	Żychlin	91,00	0,35	31,85	8	0,6	0,04
159	Żytno	7,00	0,35	2,45	8	0,6	0,00

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Na podstawie wykonanych obliczeń należy zauważyć, że gminami posiadającymi największy potencjał techniczny źródła odnawialnego w postaci odpadów z sadów i ogrodów są położone w północno-wschodniej części województwa:

1. gm. Biała Rawska – 3,24 GWh/rok;
2. gm. Sadkowice – 2,41 GWh/rok;
3. gm. Kowiesy – 0,97 GWh/rok.

8.5.6. Prognoza wykorzystania.

Ze względu na obliczone potencjały techniczne odpadów z sadów i ogrodów, w województwie łódzkim nie należy się spodziewać dużego wykorzystania tego odnawialnego źródła energii. Jedynie trzy gminy w regionie dysponują oszacowaną ilością energii z tego źródła, na poziomie pozwalającym na wykorzystanie biomasy z sadów i ogrodów na cele energetyczne. Są to gminy Biała Rawska, Sadkowice i Kowiesy, w których stwierdzono duży potencjał techniczny głównie ze względu na znaczny areał sadów. Wykorzystanie tej energii wymaga zastosowania zorganizowanej zbiórki biomasy z sadów oraz przetworzenia jej na biopaliwo w lokalnej przetwórni. Oszacowany potencjał może pokryć w pewnym stopniu lokalne zapotrzebowanie na ciepło w budynkach użyteczności publicznej lub gospodarstwach indywidualnych.

9. Biopaliwa gazowe.

9.1. Gaz składowiskowy.

9.1.1. Opis źródła.

Każde składowisko odpadów komunalnych jest bioreaktorem, w którym powstaje biogaz, a jego ilość i jakość zależy od składu deponowanych tam odpadów. W warstwie wierzchniej zachodzą procesy głównie biochemicznego rozpadu substancji organicznych w warunkach tlenowych. Natomiast w głębszych warstwach przeważają procesy beztlenowe, których produktem końcowym jest biogaz, posiadający jako główne składniki metan i dwutlenek węgla. Wśród składników biogazu są również tlen i azot oraz śladowe ilości produktów rozkładu związków organicznych (siarkowodór, aldehyd octowy, amoniak itp.). Obecność tych ostatnich związków jest czynnikiem decydującym o złowonnym charakterze emitowanego ze składowiska gazu.

Po złożeniu odpadów produkcja biogazu przebiega w pięciu etapach:

- faza tlenowa – okres trwania ok. 2 tygodni
- faza acetogenezy – ok. 10 – 50 dni
- faza metanogenezy niestabilnej – ok. 180 – 500 dni
- faza metanogenezy stabilnej – 10 – 15 lat
- faza metanogenezy zanikającej

Okresy trwania poszczególnych etapów uzależnione są od składu odpadów. Wartość opałowa gazu składowiskowego wynosi od 16 – 23 MJ/m³³⁵.

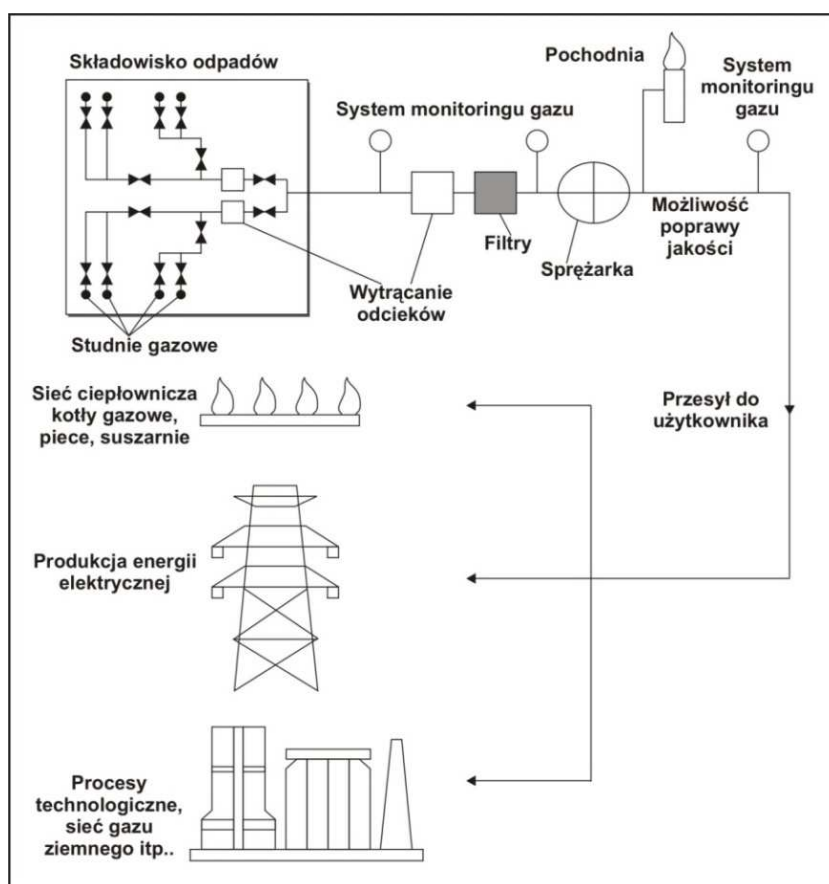
Podstawowym dokumentem, który w sposób jednoznaczny kwalifikuje gaz składowiskowy/wysypiskowy do kategorii odnawialnych źródeł energii jest ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (Dz.U. 1997, nr 54, poz. 348 z późn. zm.). Zgodnie z ustawą, za odnawialne źródło energii uznaje się: "źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego (składowiskowego), a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych".

9.1.2. Technologie wykorzystujące gaz składowiskowy.

Odgazowanie składowiska odpadów może odbywać się w sposób pasywny lub aktywny. Odgazowanie pasywne polega na wykonaniu odwiertów (tzw. studni) w składowisku przez całą jego głębokość i zainstalowaniu pochodni spalających gaz wydobywający się pod własnym ciśnieniem lub zastosowaniu tylko kominów wentylacyjnych. W odgazowaniu aktywnym studnie poboru gazu połączone są ze sobą kolektorami poziomymi, a całość podłączona jest do odpowiednich urządzeń wytwarzających w układzie podciśnienie o stałej wartości (efekt ssania). Metoda ta daje większą efektywność odgazowania i pozwala wykorzystać pozyskany gaz do celów energetycznych. W wyniku trwania procesów rozkładu substancji organicznych z upływem czasu zmniejsza się ich udział w odpadach i tym samym następuje spadek ilości produkowanego metanu oraz opłacalności jego pozyskiwania i wykorzystania energetycznego. Okres eksploatacji składowiska odpadów komunalnych w kierunku pozyskania biogazu ocenia się do ok. 20 lat. Istnieje możliwość odgazowania już istniejących składowisk, jak też instalacji systemów odgazowujących na nowo tworzonych składowiskach odpadów. Poniższy schemat ilustruje tzw. aktywne pozyskiwanie biogazu ze składowiska poprzez system studni połączonych ze sobą kolektorami. Zastosowano tu recyrkulowanie odcieków ze składowiska, czyli ponowne zawracanie ich na składowisko. Takie rozwiązanie pozwala na przyspieszenie stabilizacji biologicznej odpadów, jednocześnie zmniejszając koszty eksploatacyjne składowiska o koszt oczyszczania odcieków. Zwiększenie ilości metanu możliwej do pozyskania uzyskuje się również przez uszczelnianie geotechniczne złóż osadów (wyhamowuje migrację gazu), kontrolowanie stanu uwodnienia złoża, odpowiednią segregację składników organicznych odpadów.

³⁵ W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, W-wa 2006r.

Rysunek 2: Schemat wykorzystania gazu składowiskowego.



Źródło: Grzesik, 2005

W praktyce stosowane są trzy najważniejsze kierunki wykorzystania biogazu składowiskowego:

- wytwarzanie w kotłach gazowych gorącej wody lub pary,
- wytwarzanie energii elektrycznej przez spalanie gazu w silnikach lub turbinach,
- oddanie gazu do sieci dystrybucji lub przesyłowej po doprowadzeniu gazu do odpowiedniej jakości (uszlachetnianie). W Polsce biogaz jest przetwarzany jedynie na energię elektryczną i ciepłą, ze względu na brak odpowiedniej infrastruktury w rejonie składowisk, stosunkowo niski potencjał gazowy składowisk oraz stosunkowo wysoki koszt urządzeń do uszlachetniania gazu.
- jednocześnie wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w układach kogeneracji³⁶. Ze względu na odzysk ciepła pochodzący ze spalin, kogeneracja jest procesem umożliwiającym efektywniejsze wykorzystanie zużywanego paliwa - sprawność ogólna przemiany energii w procesie skojarzonym jest dużo wyższa niż przy rozdzielonym wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepłej, bo przekracza 85%, zaś procesów rozdzielonych łącznie 57%.

W celu wybrania optymalnego z punktu widzenia ekologii i ekonomii wariantu odgazowania składowiska pod kątem energetycznego wykorzystania biogazu, należy przeprowadzić szereg badań i analiz, czyli m.in.:

- zebrać dane o składowisku głównie o ilości i jakości składowanych odpadów;
- oszacować aktualną produktywność gazową składowiska oraz sporządzić prognozę zmian ilości i jakości gazu w czasie;
- dokonać analizy rozwiązań technologicznych możliwych do wprowadzenia w danych warunkach;

³⁶ Kogeneracja to układ opierający się na jednoczesnym wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej (Combined Heat and Power - CHP)

- oszacować negatywny wpływ składowiska na środowisko i efekty ekologiczne wdrożenia rozważanych wariantów technologicznych;
- dokonać oceny ekonomicznej wariantów.

9.1.3. Wpływ na środowisko.

W Polsce średnio na składowiskach deponowanych jest rocznie ponad 10 mln ton niesegregowanych odpadów komunalnych (w województwie łódzkim ponad 6% krajowej ilości), przy czym w grupie odpadów zmieszanych generalnie ponad 50% stanowi frakcja biodegradowalna (m.in. odpady zielone z ogrodów i parków, z targowisk itp). Na składowiskach następuje rozkład tych odpadów, w wyniku czego powstaje m. in. gaz o właściwościach palnych – metan. Bezproduktywne uwalnianie biometanu do atmosfery na składowiskach odpadów to nie tylko strata energii, ale też negatywny wpływ na środowisko, gdyż metan ma 21-krotnie większy wpływ na powstanie efektu cieplarnianego niż CO₂, ponadto stwarza zagrożenia wybuchowe i samozapłonu składowisk (metan jako składnik biogazu jest gazem palnym w mieszaninie z powietrzem - dolna granica wybuchowości wynosi 5%, natomiast górna 15%), zanieczyszczenia wód gruntowych, emisji odorów. Emisja metanu z odpadów stwarza bezpośrednie zagrożenie uduszenia ludzi i zwierząt, szczególnie w zagłębieniach terenu, blokuje dostęp tlenu do warstwy korzeniowej roślin, przez co utrudnia rekultywację składowisk. Dodatkowo inne związki organiczne występujące w biogazie mogą być zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt. Z powyższych powodów odgazowywanie składowisk, zwłaszcza tych większych, jest zabiegiem niezbędnym. Podejmowanie decyzji o sposobie utylizacji powstałego na składowisku gazu (ewentualny odbiór pod kątem wykorzystania go na cele energetyczne) musi być poprzedzone fachową ekspertyzą ustalającą jego ilość oraz przyszłe zmiany produktywności gazowej składowiska wraz z wnikliwą wariantową analizą ekonomiczno-finansową realizacji przedsięwzięcia.

Przykładem założenia innego celu odgazowania są dwa duże składowiska odpadów komunalnych - "Barycz" w Krakowie i "Nowosolna" w Łodzi. Cechą wspólną obiektów było prowadzenie ciągłego odbioru gazu składowiskowego. Ze względu na niewielką migrację gazu poza obręb składowiska "Barycz" priorytetem było odgazowanie umożliwiające wykorzystanie gazu składowiskowego do wytwarzania energii w skojarzeniu z zastosowaniem jednostek CHP (układ kogeneracyjny). Składowisko odpadów komunalnych "Nowosolna", nie posiadające uszczelnienia, zlokalizowano na terenie byłej zwirowni. Przeprowadzone badania wykazały, że migracja gazu poza obszar składowiska sięgała około 200 m, stwarzając zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi mieszkających w budynkach sąsiadujących bezpośrednio ze składowiskiem. W związku z tym jako priorytet potraktowano zabezpieczenie środowiska zewnętrznego przed niekontrolowaną migracją i podjęto decyzję o maksymalizacji odbioru gazu ze składowiska i spalaniu go w pochodni. Konsekwencją tego działania było ograniczenie produktywności gazowej złoża odpadów (przyczyną zasysanie tlenu) i uzyskanie gazu o parametrach fizykochemicznych uniemożliwiających produkcję energii (zbyt niski poziom metanu w biogazie).

9.1.4. Obecny poziom zastosowania.

Liczba składowisk wyposażonych w instalacje odgazowywania stale rośnie i w 2009 r. wyniosła 386, co stanowiło 48% składowisk ogółem. Dla województwa łódzkiego wskaźnik ten wyniósł 52% (tabela poniżej). Część instalacji odgazowania wyposażona była w urządzenia do produkcji energii elektrycznej, nieliczna do produkcji energii cieplnej.

Tabela 24: Odgazowanie składowisk odpadów komunalnych w Polsce w 2009 r.

Województwa	Liczba czynnych składowisk odpadów komunalnych								
	ogółem	z instalacją odgazowywania							
		ogółem	w tym z gazem uchodzącym do atmosfery						
			razem	w tym z gazem unieszkodliwionym przez spalanie					
				bez odzysku energii		z odzyskiem energii			
				w palnikach indywidualnych	w pochodni zbiorczej	cieplnej		elektrycznej	
						liczba	GJ	liczba	MWh
Dolnośląskie	79	42	40	-	-	-	-	2	16 265,3
Kujawsko pomorskie	73	34	30	1	-	1	0,8	3	238,4
Lubelskie	101	30	28	-	2	-	-	1	1 599,1
Lubuskie	23	13	12	1	1	-	-	1	2 892,6
Łódzkie	38	20	16	1	-	-	-	4	14 370,3
Małopolskie	37	28	19	2	4	1	5,1	5	9 669,9
Mazowieckie	77	38	26	1	1	2	37 958,2	10	32 689,9
Opolskie	30	18	18	-	-	-	-	-	-
Podkarpackie	29	17	11	3	2	-	-	3	4 670,2
Podlaskie	69	13	12	-	-	-	-	1	3 787,6
Pomorskie	41	20	15	1	1	3	11 576,8	3	9 805,3
Śląskie	31	23	6	3	6	2	17 477,1	10	27 035,2
Świętokrzyskie	19	9	7	-	1	-	-	1	364,2
Warmińsko mazurskie	41	12	8	-	3	1	201,2	-	-
Wielkopolskie	78	44	40	1	1	1	914,9	2	8 452,8
Zachodnio pomorskie	37	25	20	2	-	-	-	3	1 377,3
Polska	803	386	308	16	22	11	68 134,1	49	133 217,3

Źródło: Ochrona środowiska 2010, GUS Warszawa.

W 2009 r. w województwie łódzkim było 38 składowisk odpadów komunalnych (ich liczba maleje), z czego ponad 50% posiadało instalację odgazowywania (średnia dla kraju – 48%), a z tego tylko 20% z odzyskiem energii (w kraju – nieco poniżej 13%).

W województwie łódzkim wg stanu na koniec 2010 r. funkcjonują 33 składowiska odpadów komunalnych (dane z Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi), z czego 26 wyposażonych jest w instalacje odgazowywania, co stanowi blisko 79%. Jedynie cztery z nich tzn. „Franki” i „Krzyżanówek” w powiecie kutnowskim oraz „Ruszczyń” i „Płoszów” w powiecie radomskim wykorzystują pozyskiwany biogaz do produkcji energii elektrycznej, i dodatkowo sprzedają energię gestorom sieci energetycznych. Pozostałe unieszkodliwiają biogaz przez spalanie w pochodniach bądź odprowadzają gaz do atmosfery.

9.1.5. Potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów w województwie łódzkim.

Teoretycznie (w optymalnych warunkach) z jednej tony odpadów komunalnych może powstać około 400-500 m³ gazu składowiskowego. W rzeczywistości nie wszystkie odpady organiczne ulegają pełnemu rozkładowi, a przebieg procesu fermentacji metanowej zależy od wilgotności, składu, gęstości (ubicia) odpadów, wysokości ich składowania, temperatury i innych czynników. W związku z powyższym potencjał biogazowy składowisk jest znacznie niższy. Gaz składowiskowy różni się od innych biogazów zawartością w niewielkich ilościach azotu, wodoru, tlenu, siarkowodoru, tlenku węgla i amoniaku oraz znacznej liczby innych śladowych substancji organicznych, których do tej pory wykryto około 300.

Z ww. powodów, bez przeprowadzenia dokładnych badań danego składowiska, obliczenie zasobów energetycznych danego składowiska jest czysto teoretyczne.

Na podstawie danych literaturowych w opracowaniu przyjęto, że efektywne ekonomicznie odgazowanie może mieć miejsce na składowiskach, na których szybkość produkcji biogazu jest nie mniejsza niż 100m³/h. Zjawisko to występuje na składowiskach, na których ilość nagromadzonych odpadów wyniosła ponad 100 000 Mg (tona)

i deponowane było ok. 10 000 Mg odpadów rocznie. Przyjęto, że z 1 Mg odpadów zmieszanych można uzyskać ok. 170 m³ biogazu.

Spośród istniejących w województwie łódzkim składowisk odpadów komunalnych do obliczenia potencjału technicznego biogazu składowiskowego wytypowano **12** składowisk czynnych i **3** składowiska zamknięte, dla których wykorzystanie biogazu do produkcji energii byłoby korzystne ze względów ekonomicznych. W zestawieniu ujęto również składowiska, na których biogaz jest już wykorzystywany. Lokalizację wytypowanych składowisk oraz ich potencjał teoretyczny przedstawia mapa 8.

Tabela 25: Wytypowane czynne składowiska do obliczenia potencjału technicznego.

NR	NAZWA SKŁADOWISKA (LOKALIZACJA)	POWIAT	Nagromadzenie odpadów do 2010r (wg UM) [Mg]	Okres eksploatacji		Szybkość napełniania składowiska R [Mg/rok]
				od	do	
1	WOLA KRUSZYŃSKA	BEŁCHATOWSKI	556 534	1981	2013	19 876
2	FRANKI*	KUTNOWSKI	858 489	2000	2020	95 388
3	KRZYŻANÓWEK*		352 414	1987	2020	16 019
4	RÓŻANNA KARWICE	OPOCZYŃSKI	245 924	1982	2025	9 108
5	DYLÓW	PAJĘCZAŃSKI	187 430	2002	2012	26 776
6	PŁOSZÓW*	RADOMSZCZAŃSKI	449 936	1973	2016	12 498
7	RUSZCZYN*		1 541 393	2001	2028	192 674
8	PUKININ	RAWSKI	132 558	1994	2020	8 837
9	LUBOCHNIA GÓRKI	TOMASZOWSKI	340 981	2002	2012	48 712
10	RUDA	WIELUŃSKI	231 031	1990	2016	12 160
11	MOSTKI	ZDUŃSKOWOLSKI	363 974	1989	2012	18 199
12	MODLNA	ZGIERSKI	192 271	1978	2012	6 409
		Suma	5 452 935			466 656

*Składowiska wykorzystujące obecnie biogaz do produkcji energii.

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 26: Wytypowane zamknięte składowiska do obliczenia potencjału technicznego.

NR	NAZWA SKŁADOWISKA (LOKALIZACJA)	POWIAT	Nagromadzenie odpadów do 2010r (wg UM) [Mg]	Okres eksploatacji		Szybkość napełniania składowiska R [Mg/rok]
				od	do	
13	DOŁY BRZESKIE	PIOTRKOWSKI	674 000	1982	2008	24 963
14	JULKÓW	SKIERNIEWICKI	1 457 402	1972	2009	39 389
15	BARTOCHÓW	SIERADZKI	508 993	1978	2010	16 419
		Suma	2 640 395			80 771
	Suma całkowita za składowisk czynnych i zamkniętych		8 093 330			547 427

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 27: Potencjał techniczny wytypowanych składowisk czynnych.

NR	NAZWA SKŁADOWISKA (LOKALIZACJA)	POWIAT	Ilość biogazu [m ³ /rok]	Szybkość produkcji biogazu [m ³ /h]	POTENCJAŁ TECHNICZNY [GWh/rok]
1	WOLA KRUSZYŃSKA	BEŁCHATOWSKI	3 101 523	354,1	15,85
2	FRANKI*	KUTNOWSKI	7 126 538	813,5	36,42
3	KRZYŻANÓWEK*		1 953 087	223,0	9,98
4	RÓŻANNA KARWICE	OPOCZYŃSKI	245 924	123,9	5,55
5	DYLÓW	PAJĘCZAŃSKI	2 543 264	290,3	13,00
6	PŁOSZÓW*	RADOMSZCZAŃSKI	1 955 965	223,3	10,00
7	RUSZCZYN*		10 137 383	1 157,2	51,81
8	PUKININ	RAWSKI	888 244	101,4	4,54
9	LUBOCHNIA GÓRKI	TOMASZOWSKI	4 626 820	528,2	23,65
10	RUDA	WIELUŃSKI	1 557 300	177,8	7,96
11	MOSTKI	ZDUŃSKOWOLSKI	2 674 995	305,4	13,67
12	MODLNA	ZGIERSKI	1 035 274	118,2	5,29
Suma			37 846 317		197,72

*Składowiska wykorzystujące obecnie biogaz do produkcji energii.

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 28: Potencjał techniczny wytypowanych składowisk zamkniętych.

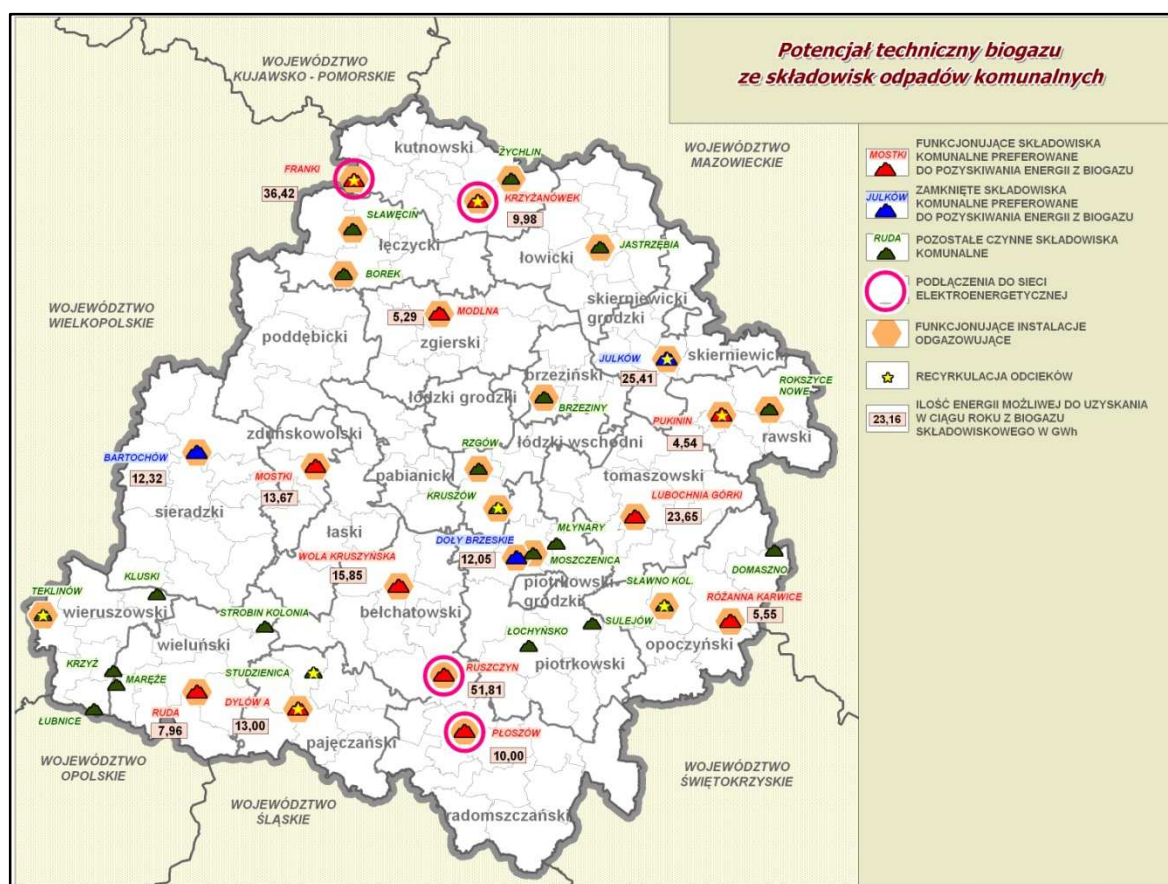
NR	NAZWA SKŁADOWISKA (LOKALIZACJA)	POWIAT	Ilość biogazu [m ³ /rok]	Szybkość produkcji biogazu [m ³ /h]	POTENCJAŁ TECHNICZNY [GWh/rok]
13	DOŁY BRZESKIE	PIOTRKOWSKI	2 357 566	269,1	12,05
14	JULKÓW	SKIERNIEWICKI	4 970 977	567,5	25,41
15	BARTOCHÓW	SIERADZKI	2 409 737	275,1	12,32
Suma			9 738 279		49,78
Suma całkowita za składowisk czynnych i zamkniętych			47 584 596		247,50

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych. Dane z Wydziału Opłat za Korzystanie ze Środowiska UM

Największy potencjał posiada składowisko odpadów w Ruszyczynie w powiecie radomszczańskim, następnie w kolejności jest składowisko we Frankach w powiecie kutnowskim (w obu wypadkach obecnie wykorzystywane, ale brak danych o ilości produkowanej energii), na trzecim miejscu zajmuje się zamknięte w 2009 r. składowisko „Julków” w powiecie skierniewickim.

Poniższa mapa ilustruje lokalizację wytypowanych składowisk wraz z ich teoretycznym potencjałem energetycznym zawartym w biogazie.

Mapa 9: Potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów komunalnych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Największy, wykorzystywany obecnie potencjał (brak danych o ilości produkowanej energii), posiada składowisko odpadów w Ruszczynie w powiecie radomszczańskim, następnie w kolejności jest składowisko we Frankach w powiecie kutnowskim, na trzecim miejscu zajmuje się zamknięte w 2009 r. składowisko „Julków” w powiecie skierniewickim.

9.1.6. Prognoza wykorzystania.

Ze względu na wymogi unijne dotyczące konieczności sukcesywnego zmniejszania ilości odpadów biodegradowalnych składowanych na składowiskach odzysk energii z biogazu składowiskowego nie jest rozwiązaniem na przyszłość.

Zgodnie z Ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach wraz z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2007 nr 39 poz. 251), zmniejszaniu ulegać będą ilości odpadów komunalnych ulegające biodegradacji kierowane na składowiska odpadów:

- do 2010 r. nie więcej niż 75%,
- do 2013 r. nie więcej niż 50%,
- do 2020 r. nie więcej niż 35%

masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r., która wynosiła na 1 mieszkańca w ciągu roku: dla terenów miejskich – 155 kg, dla terenów wiejskich – 47 kg.

Planuje się, że w przyszłości odpady zmieszane trafiać będą nie na składowiska, ale do Zakładów Utylizacji Odpadów, gdzie dzięki odpowiednim technologiom odzyskiwana będzie energia z biogazu oraz pozostałość stała o własnościach nawozowych. Jednym z przykładów takiej technologii jest fermentacja odpadów w kontrolowanych warunkach. Sterowana fermentacja metanowa odpadów polega na

przeprowadzaniu beztlenowego, biochemicznego rozkładu substancji organicznej w bioreaktorze w ściśle kontrolowanych warunkach. W Europie wybudowano kilkadziesiąt zakładów, w których przetwarzane są na drodze fermentacji odpady zawierające więcej niż 10% wagowej biofrakcji z odpadów komunalnych. Technologia fermentacji odpadów komunalnych nie odbiega od technologii stosowanych w przypadku osadów ściekowych, wysoko obciążonych ścieków czy też odpadów z produkcji zwierzęcej (biogazowni rolniczych). Jedynie budowa reaktorów i dobór urządzeń peryferyjnych powinny uwzględniać wymagania specyficznego substratu, jakim są zmieszane odpady. Realizowane są zarówno technologie mezofilowe, jak i termofilowe³⁷, głównie jednostopniowe. Najwięcej zakładów zostało wybudowanych w Niemczech, przy czym są to głównie instalacje o małej przepustowości, podczas gdy w Belgii, Holandii i Francji dominują jednostki znacznie większe. W Polsce pierwsze instalacje powstały w Zgorzelcu i w Puławach – o przepustowości odpowiednio: 10 tysięcy i 22 tysięcy ton odpadów komunalnych. Trzeci zakład unieszkodliwiania odpadów komunalnych metodą beztlenową budowano w Rzeszowie, jednak problemy finansowe spowodowały zahamowanie inwestycji. Zakład w Puławach unieszkodliwia biodegradowalną frakcję wydzieloną z odpadów zmieszanych, wspólnie z osadem ściekowym. Technologia jest wysoce efektywna, jednak koszty inwestycji były znaczące, a wsparcie zewnętrzne – niezbędne (oprócz środków własnych budowa zakładu finansowana była przez Ekofundusz, NFOŚiGW, PFOŚiGW).

9.2. Biogaz z oczyszczalni ścieków.

9.2.1. Opis źródła.

Oczyszczalnie ścieków usuwają zanieczyszczenia znajdujące się w ściekach komunalnych w sposób mechaniczny i biologiczny. W fazie oczyszczania mechanicznego ścieki przepływają przez kraty, pozostawiają na nich grube zawiesiny, czyli skratki. Następnie w piaskowniku usuwane są piasek i żwir, po czym ścieki kierowane są na osadniki wstępne, celem wydzielenia z nich łatwo opadającej zawiesiny. Kolejno ścieki przepompowuje się do komór osadu czynnego, gdzie następuje oczyszczenie biologiczne tzn. przy udziale mikroorganizmów zachodzą procesy usuwania węgla organicznego, azotu i fosforu. Z komór osadu mieszanina osadu i oczyszczonych ścieków wpływa do osadników wtórnych, gdzie oddzielony zostaje osad.

Osad nadmierny zagęszczony miesza się z osadem wstępnym wydzielonym w osadnikach wstępnych i ta mieszanina podawana jest do komór fermentacyjnych. W Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych (ZFK) znaczna część substancji organicznych zawarta w osadzie jest mineralizowana w warunkach beztlenowych, w procesie metanogenezy, w którym powstaje biogaz.

9.2.2. Technologie wykorzystujące biogaz z oczyszczalni ścieków.

Obecnie w Polsce w wielu komunalnych oczyszczalniach ścieków funkcjonują instalacje do produkcji biogazu. Jest on generalnie wykorzystywany energetycznie na miejscu do wytwarzania energii cieplnej przez spalanie w specjalnych kotłach na biogaz, albo w tzw. kogeneratorach prądotwórczych napędzanych silnikami na biogaz, produkujących jednocześnie energię cieplną i elektryczną. Wyprodukowana energia cieplna wykorzystywana jest do podgrzewania komór fermentacyjnych, pomieszczeń oraz do wspomaganie suszenia przefermentowanych osadów. Wyprodukowana energia elektryczna zasila urządzenia niezbędne do pracy oczyszczalni, a ewentualna nadwyżka jest sprzedawana przez niektóre oczyszczalnie do sieci elektroenergetycznych.

³⁷ Technologie przetwarzania odpadów organicznych metodą fermentacji metanowej – mezofilowej przy temperaturze 34 – 37 °C; - termofilowej przy temperaturze 55 – 60 °C

Wykorzystywanie osadów ściekowych do produkcji biogazu, jako paliwa wykorzystywanego w układach kogeneracyjnych, daje korzyści zarówno ekonomiczne jak i ekologiczne – zmniejsza problem utylizacji osadów przez ich fermentację i suszenie.

Przefermentowane osady ściekowe charakteryzują się niezbyt wysoką wartością energetyczną, ale mogą być np. współspalane z węglem lub jak np. w Grupowej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ) w Łodzi spalane w tzw. piecu fluidalnym (w złożu piaskowym, które jest wprowadzane w stan fluidyzacji za pomocą specjalnych dysz). Zmniejsza to znacznie pozostałości po oczyszczaniu ścieków, które są składowane.

Proces fermentacji uzależniony jest od: składu chemicznego osadu, temperatury, czasu, ilości i częstotliwości doprowadzania substratu, intensywności mieszania, odczynu oraz uwodnienia. W zależności od tych czynników powstaje biogaz o różnym składzie, ale zawsze głównymi składnikami są metan i dwutlenek węgla.

Powstający biogaz jest odsiarczany i magazynowany w zbiorniku biogazu. Dzięki dużemu udziałowi palnego metanu w biogazie nadaje się do wykorzystania jako paliwo do produkcji zarówno energii cieplnej jak i elektrycznej. Spalany w kotłowni wytwarza ciepło używane do ogrzewania obiektów kubaturowych oczyszczalni oraz do podgrzewania komór fermentacyjnych. Nadmiar gazu spalany jest w pochodni. Ustabilizowany w tym procesie osad jest odwadniany i albo wywożony bezpośrednio na składowisko, albo dodatkowo osuszany i spalany wraz ze skratkami w Instalacji Termicznego Przekształcania (ITP.). W procesie tym również uzyskuje się ciepło wykorzystywane np. do ogrzewania budynków ITP. W przypadku zastosowania ITP popioły pozostałe ze spalania osadu i skratek stanowią jedynie ok. 10% całości wsadu do pieca i w takiej ilości są wywożone na składowisko.

9.2.3. Wpływ na środowisko.

Fermentacja beztlenowa prowadzona w Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych (ZFK) jest procesem pozbawiającym osady negatywnego wpływu na środowisko. Pozwala na odzysk energii zawartej w biogazie, powoduje zmniejszenie ilości zarodników patogennych, jaj robaków oraz mikroorganizmów chorobotwórczych.

Ochrona środowiska jest jednym z zagadnień warunkujących potrzebę wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Niemniej istnieją takie OZE, co do których nie ma wątpliwości, że ich energetyczne wykorzystanie będzie sprzyjało ochronie środowiska naturalnego. Do takich źródeł będzie należał biogaz, otrzymywany na skutek fermentacji metanowej osadów ściekowych powstających w komunalnych oczyszczalniach ścieków.

Osady ściekowe jako produkt uboczny oczyszczania ścieków komunalnych są substancją niekorzystną dla środowiska. Istnieje potrzeba ich utylizacji, a jedną z jej form jest poddanie osadów fermentacji w oczyszczalniach wyposażonych w ZFK, w wyniku czego powstaje biogaz – odnawialne źródło energii.

Zatem uzyskuje się podwójny efekt: produkcja energii ze OZE, przeróbka osadów powstających w procesie oczyszczania odpadów w celu ich unieszkodliwienia w aspekcie sanitarnym, zmniejszenie ich objętości i końcowe usunięcie.

Osad ustabilizowany to taki, który nie zawiera, ewentualnie zawiera minimalne ilości substancji organicznych podatnych na rozkład biologiczny, nie jest uciążliwy zapachowo.

9.2.4. Obecny poziom zastosowania.

W naszym województwie największy potencjał energetyczny zawarty w produkowanym biogazie, który jest wprost proporcjonalny do ilości oczyszczanych ścieków, posiada GOŚ w Łodzi. Oczyszcza ona ścieki z Łodzi, Pabianic, Konstantynowa i Ksawerowa w ilości ponad 215 000 m³ dziennie. Na bazie wytwarzanego tam biogazu funkcjonują tam:

- elektrociepłownia, która w 2010 r. wyprodukowała 14 415,69 MWh energii elektrycznej,
- kotłownia, która w 2010 r. wyprodukowała 59 990 GJ energii cieplnej.

Wyprodukowane ilości energii pokryły w 63% potrzeby technologiczne oczyszczania ścieków i przeróbki osadów, a niewielką ilość, bo ok. 0,7% odsprzedano do sieci elektroenergetycznej.

Drugą co do wielkości to oczyszczalnia w Piotrkowie Trybunalskim, dobowy przepływ ścieków to wielkość ponad 18 000 m³. Biogaz wykorzystywany jest do celów technologicznych tj. do podgrzewania fermentującego osadu w ZKF. W okresie zimowym nadmiar biogazu wykorzystywany jest w sieci ciepłowniczej do podgrzewania pomieszczeń, a latem spalany w pochodni.

Trzecią oczyszczalnią wykorzystującą wytwarzany biogaz jest Skierniewicka oczyszczalnia w Mokrej Prawej. Na jego bazie jest tam produkowana energia elektryczna, a uzyskiwane ciepło zużytkowuje się do podgrzewania ZKF. W przypadku awarii agregatu prądotwórczego ciepło uzyskuje się przez spalanie biogazu w kotle.

9.2.5. Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków w województwie łódzkim.

Możliwość pozyskania energii z biogazu istnieje w tych oczyszczalniach ścieków, które do przeróbki osadów stosują technologię ich fermentacji w Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych. Nie wszystkie oczyszczalnie z tych względów nadają się w obecnym stanie do produkcji. Ponieważ zawsze istnieje możliwość przeprowadzenia modernizacji w zakresie technologii utylizacji osadów, dla tych oczyszczalni również policzono potencjał energetyczny możliwego do uzyskania biogazu.

Uważa się, że produkcja energii elektrycznej i ciepłej opłacalna jest w oczyszczalniach o wielkości przepływu ścieków nie mniejszym niż ok. 8 000 m³ na dobę. Poniższa mapa i tabela prezentuje 11 największych oczyszczalni wytypowanych do obliczenia ich potencjału energetycznego zawartego w biogazie.

Ze względów technologicznych (brak ZFK) nie wszystkie oczyszczalnie ścieków nadają się do produkcji biogazu, lecz baza surowcowa w postaci osadów pozostających po oczyszczaniu ścieków jest ogromna.

Możliwości pozyskania biogazu z oczyszczalni ścieków zależą od ilości wytwarzanego osadu ściekowego, który powstaje na skutek przyrostu biologicznego bakterii w biologicznej oczyszczalni ścieków. Przyrost ten jest zależny od ilości oczyszczanych ścieków.

Mapa 10: Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 29: Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków (dane z 2010 r.)

Lp.	Lokalizacja oczyszczalni	Gmina	Powiat	Ilość przyjmowanych ścieków	Ilość biogazu	Ilość energii z biogazu	
				[m ³ /rok]	[m ³ /rok]	[MWh/rok]	[GWh/rok]
1	Łódź	Łódź	łódzki grodzki	78 298 122	7 046 831	51 676,76	51,68
					6 296 037*	31 055,97*	31,06*
2	Piotrków Trybunalski	Piotrków Trybunalski	piotrkowski grodzki	6 595 550	593 600	4 353,06	4,35
3	Kutno	Kutno	kutnowski	6 057 094	545 138	3 997,68	4,00
4	Radomsko	Radomsko	radomszczański	4 631 190	416 807	3 056,59	3,06
5	Mokra Prawa	Skierniewice	skierniewicki	4 744 622	427 016	3 131,45	3,13
6	Bełchatów	Bełchatów	bełchatowski	4 310 650	387 958	2 845,03	2,85
7	Zgierz	Zgierz	zgierski	4 060 833	365 475	2 680,15	2,68
8	Zduńska Wola	Zduńska Wola	zduńskowski	3 940 376	354 634	2 600,65	2,60
9	Łowicz	Łowicz	łowicki	3 709 500	333 855	2 448,27	2,45
10	Tomaszów Mazowiecki	Tomaszów Mazowiecki	tomaszowski	3 664 117	329 770	2 418,32	2,42
11	Cedrowice	Ozorków	zgierski	2 560 203	230 418	1 689,73	1,69
Razem				122 572 257	11 031 503	80 897,69	80,91

* rzeczywiste ilości wytworzonego biogazu oraz wyprodukowanej energii elektrycznej

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych z ankiet.

Z powyższego widać, że energia, jaką można uzyskać z biogazu wytworzonego w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi stanowi blisko 64% łącznej energii uzyskanej w tych 11 - tu największych oczyszczalniach w województwie.

9.2.6. Prognoza wykorzystania.

Wykorzystanie potencjału energetycznego tkwiącego w biogazie, który jest lub będzie wytwarzany w dużych oczyszczalniach ścieków jest zadaniem istotnym zarówno z punktu widzenia oszczędności energii uzyskiwanej metodami konwencjonalnymi (na bazie węgla) jak i zmniejszenia kosztów oczyszczania ścieków o koszt zakupu energii od Zakładu Energetycznego.

Z informacji uzyskanych od Zarządców tych oczyszczalni wynika generalna tendencja rozwoju tej technologii pozyskiwania energii odnawialnej.

W poniższej tabeli zamieszczono zamierzenia dotyczące gospodarki osadami dla poszczególnych oczyszczalni, niejednokrotnie pod kątem wykorzystania biogazu.

Tabela 30 Zamierzenia dotyczące gospodarki osadami w wybranych oczyszczalniach ścieków województwa łódzkiego.

Lp.	Lokalizacja oczyszczalni	Stan istniejący/plany dotyczące gospodarki osadami
1	Łódź - GOŚ	Na bazie wytwarzanego biogazu funkcjonuje elektrociepłownia i kotłownia – produkcja energii elektrycznej (do sieci odsprzedawane ok. 0,7% produkcji) i ciepłej; Funkcjonuje instalacja termicznej przeróbki osadów ściekowych.
2	Piotrków Trybunalski	Biogaz wykorzystywany do celów technologicznych i socjalnych. Planowane jest wykorzystanie biogazu w agregatach kogeneracyjnych.
3	Kutno	Powstające osady nie są fermentowane, nie ma więc produkcji biogazu. W sąsiedztwie oczyszczalni prywatny inwestor planuje budowę biogazowni, z którym oczyszczalnia podpisała umowę wstępną na przekazywanie powstających osadów do biogazowni.
4	Radomsko	W dalekich planach budowa instalacji do odzysku i wykorzystania do produkcji energii ciepłej i elektrycznej.
5	Mokra Prawa	Biogaz wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej, a uzyskane ciepło do podgrzewania wydzielonej komory fermentacyjnej. W przypadku awarii agregatu prądotwórczego ciepło do podgrzania WKF uzyskiwane przez spalanie biogazu w kotle. W planach modernizacja węzła kogeneracji w celu optymalizacji wykorzystania biogazu w procesach technologicznych obróbki osadu.
6	Bełchatów	W najbliższych planach nie przewiduje się pozyskiwania energii z biogazu. W planach budowa suszarni słonecznej do suszenia przefermentowanych osadów .
7	Zgierz	Oczyszczalnia nie ma komór fermentacyjnych osadu i nie planuje ich budowy.
8	Zduńska Wola	W trakcie realizacji jest budowa ciągu beztlenowej stabilizacji osadów, która umożliwi wykorzystanie biogazu do pozyskania energii ciepłej i elektrycznej.
9	Łowicz	W najbliższych latach nie jest planowane pozyskiwanie energii z biogazu.
10	Tomaszów Mazowiecki	W planie są dwie koncepcje gospodarki osadami: budowa WFK i wykorzystywanie powstałego biogazu lub suszenie odwodnionego osadu i sprzedawanie jako paliwa.
11	Cedrowice	Na oczyszczalni nie jest prowadzona fermentacja osadów i na obecną chwilę nie planuje się działań w tym kierunku.

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych informacji od gestorów oczyszczalni.

Energia elektryczna czy ciepło wyprodukowane na bazie biogazu uzyskanego podczas fermentacji osadu w Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych znajduje zastosowanie zasadniczo w technologicznych procesach prowadzonych na samej oczyszczalni.

Na przykładzie największej w naszym województwie GOŚ w Łodzi można stwierdzić, że główne zużycie energii odbywa się na potrzeby technologiczne i socjalne samej oczyszczalni, a tylko nieznaczny procent odsprzedawany jest do sieci.

9.3. Biogaz rolniczy.

9.3.1. Opis źródła.

Zgodnie z nowymi zapisami w ustawie Prawo Energetyczne, które weszły w życie z dniem 11.03.2010r. do paliw gazowych zaliczono także biogaz rolniczy (Art.3 pkt 3a) i definiuje się go jako paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów (Art.3 pkt 20a).

Biogazownie rolnicze mogą przetwarzać wsad składający się z mieszaniny odpadów organicznych o różnych właściwościach i pochodzeniu. Jeżeli wsad biogazowni to mieszanina kilku substratów mamy do czynienia z tzw. kofermentacją. Zróżnicowanie substratów sprzyja zarówno uzyskaniu lepszych parametrów samego procesu, jak również zwiększa bezpieczeństwo dostaw surowca dla biogazowni.

Nowoczesne biogazownie mogą również przetwarzać pojedyncze substraty w procesie tzw. monofermentacji, jednak jest to rozwiązanie obecnie rzadko stosowane. Substraty do produkcji biogazu powinny być dobierane pod kątem maksymalizacji uzysków biogazu, jak również stabilności procesu fermentacji i możliwości wykorzystania powstałej masy pofermentacyjnej.

W biogazowniach obecnie realizowanych w Polsce najczęściej spotykane są instalacje wykorzystujące proces kofermentacji odchodów zwierzęcych z produktami ubocznymi pochodzenia rolniczego lub roślinami energetycznymi.

9.3.2. Technologie wykorzystujące biogaz rolniczy.

Biometan uzyskuje się poprzez fizykochemiczny rozdział biogazu na metan i dwutlenek węgla. Oba te gazy mają zastosowanie przy wytwarzaniu gazowego paliwa standardowego. Początkowy etap procesu technologicznego wytwarzania biogazu w biogazowni rolniczej stanowi przygotowanie biomasy, które polega na jej rozdrobnieniu i połączeniu z wodą w mieszarce biomasy. W uzasadnionych przypadkach zamiast wody można używać płynnych odpadów organicznych (np. ścieki z mleczarni). Tak przygotowana biomasa jest kierowana do hydrolizera, gdzie podczas hydrolizy następuje rozszczepienie dużych cząstek organicznych na mniejsze przy udziale wody. Następnym etapem procesu wytwarzania biometanu jest fermentacja metanowa biomasy, która przebiega w warunkach beztlenowych w układzie szeregowym fermentorów: mezofilnym (temp. około 35 °C), termofilnym (temp. około 55 °C) i w końcowej fazie psychrofilnym (temp. około 23 °C), połączonych w dalszej części z kompostownikiem. Sterowanie tym procesem jest realizowane przez zawracanie odcieków zawierających odpowiednie kultury bakteryjne do odpowiednich procesów technologicznych. Rozdział biogazu na metan i dwutlenek węgla przebiega w saturatorze, a następnie w mieszaczu gazów metan miesza się z częścią oczyszczonego biogazu, w wyniku czego uzyskuje się gazowe paliwo standardowe (o wartości opałowej 8,6 kWh/m³). Otrzymane w ten sposób paliwo służy do napędzania silnika gazowego sprzężonego z prądnicą. Produkowany w ten sposób prąd stały, zamieniany przez falownik na prąd przemienny można wprowadzić do sieci energetycznej. Na ostatnim etapie całego procesu powstają znaczne ilości ciepła. Jest ono pozyskiwane z cieczy chłodzących silnik oraz ze spalin. Ciepło to jest wykorzystane do ogrzewania hydrolizera, fermentorów itp. a nadwyżki ciepła mogą być kierowane do sieci ciepłowniczej. W całym procesie otrzymujemy jeszcze jeden produkt, który będzie oferowany do sprzedaży, a mianowicie wysokiej jakości kompost. Może on być wykorzystywany jako nawóz tylko w określonych przez ustawodawcę terminach. W związku z tym zachodzi potrzeba jego magazynowania w zbiornikach lub lagunach

przez okres do ok. 6 miesięcy, gdzie proces fermentacji, choć z mniejszą wydajnością, zachodzi nadal. Dlatego te miejsca magazynowania powinny być pokryte gazoszczelną membraną, dzięki czemu można zwiększyć o 3 – 4 % całkowitą produkcję biogazu. Zbiorniki na osad pofermentacyjny, w których jest odzyskiwany dodatkowy biogaz nazywane są komorami wtórnej fermentacji.

Nawozy pozyskiwane z osadu pofermentacyjnego mogą być stosowane w postaci półpłynnej lub stałej. Jeżeli jednak przy przetwarzaniu znacznej ilości odpadów zachodzi konieczność magazynowania pofermentu, z uwagi na potrzebę zmniejszenia objętości zbiorników, niezbędny może okazać się rozdział faz na frakcje stałą – nawóz i moką – odciek, który jest zazwyczaj zawracany do biogazowni. Rozdział frakcji może odbywać się za pomocą metod fizycznych (sedymentacja, suszenie w szklarniach, filtracja membranowa), lub mechanicznych (wirówki, prasy) lub termiczno - ciśnieniowych (odparowanie). Zastosowanie nawozu w postaci osadu pofermentacyjnego wymaga odpowiedniego sprzętu zapewniającego jego dozowanie bezpośrednio do gleby.

Alternatywnym sposobem wykorzystania biogazu, poza miejscem jego wytworzenia, jest jego wtłaczanie, po uprzednim oczyszczeniu, do sieci gazowej. Ponieważ biogazownie budowane są najczęściej na terenach rolniczych, bądź w znacznym oddaleniu od terenów zabudowanych, możliwości wykorzystywania ciepła są znacznie ograniczone. Jednym ze sposobów zwiększenia efektywności wykorzystania biometanu jest jego przesył siecią gazową do miejsc, gdzie może być on użytkowany do produkcji energii elektrycznej i ciepła w agregatach kogeneracyjnych, bądź wykorzystywany jako paliwo dla samochodów. Załączanie biometanu do gazociągów jest możliwe dzięki technologiom uszlachetniania biogazu, a następnie wtłaczania uzyskanego czystego biometanu do sieci gazowej.

Biogaz przed uszlachetnianiem, poza metanem i dwutlenkiem węgla, zawiera również niepożądane składniki m.in. siarkowodor, parę wodną i inne substancje. Przed wprowadzeniem do gazowej sieci dystrybucyjnej biogaz musi zostać oczyszczony z domieszek (w szczególności siarkowodoru), które mogą powodować korozję i uszkodzenia rurociągów lub urządzeń wykorzystujących biogaz do produkcji energii, przez co niekorzystnie wpłynąć na bezpieczeństwo odbiorców, jak również funkcjonowanie urządzeń i instalacji przyłączonych do sieci.

Jedną z powszechnie stosowanych metod odsiarczania jest przepuszczanie biogazu przez złożo biologiczne z dodatkiem powietrza. Innym sposobem jest przepuszczenie biogazu przez zbiornik wypełniony rudą darniową. Stosuje się również kolumny filtracyjne ze związkami żelaza, węgla aktywnego i innych substancji. Biogaz wychodzący z ogrzanej komory fermentacyjnej zawiera znaczną ilość pary wodnej, którą można usunąć przez zainstalowanie odwadniaczy.

Biogazownie można budować w pobliżu stacji paliwowych, przez co uniknie się budowy rozległej i kosztownej sieci gazowej do dostarczania biometanu w postaci sprężonej (CNG) bądź skroplonej (LNG).

Ważnym elementem procesu produkcji biogazu jest zapewnienie ciągłości dostaw substratów o dużej produktywności biogazu, dlatego konieczne jest ustalenie całego łańcucha zaopatrzenia i obróbki biomasy oraz rodzaju i ilości substratów dostarczanych do biogazowni w podziale na miesiące. Korzystne na tym etapie jest podpisywanie umów przedwstępnych lub uzyskanie promesy dostaw. Przy zastosowaniu upraw energetycznych należy określić dostępny areał i klasę gruntów przeznaczonych pod ich uprawę. W przypadku dowożenia substratów należy ocenić dostępność czy ewentualną konieczność rozbudowy lokalnych dróg.

Typowe biogazownie rolnicze pracują na mieszanke odchodów zwierzęcych (gnojowica³⁸, ewentualnie obornik³⁹) oraz materiałów roślinnych (głównie kiszonki kukurydzy). Dlatego decydując się na daną lokalizację i wykorzystanie dostępnych dla niej substratów, oprócz uwzględnienia własnych substratów, warto nawiązać kontakty z fermami, lokalnymi

³⁸ Płynna, przefermentowana mieszanina odchodów (kału i moczu) zwierząt hodowlanych i wody, ewentualnie z domieszką nie wykorzystanych pasz, pochodząca z hodowli bezściółkowych.

³⁹ Nawóz naturalny składający się z przefermentowanego kału, moczu zwierząt i ściółki.

przedsiębiorcami zainteresowanymi zagospodarowaniem powstałych odpadów przemysłowych czy też rolnikami dysponującymi dużym arealem upraw i chętnymi do przeznaczenia części pól pod uprawy na cele energetyczne lub posiadającymi produkty uboczne i pozostałości produkcji rolnej lub przetwórstwa rolno - spożywczego. Zwiększoną produkcję biogazu można uzyskać również w przypadku zastosowania jako substratu odpadów, które zazwyczaj można pozyskać bezkosztowo, a w określonych przypadkach nawet pobierać opłaty za ich przyjmowanie (np. utylizacja niektórych grup odpadów poubojowych). Wykorzystanie takich odpadów do fermentacji znacznie poprawia ekonomikę biogazowni, ponieważ prócz dodatkowych korzyści materialnych zwiększają one produktywność biogazu.

9.3.3. Wpływ na środowisko.

Wg danych IPCC (Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatycznych) działającego przy ONZ przemysłowa hodowla zwierząt jest jednym z największych źródeł emisji do atmosfery gazów o silnym działaniu cieplarnianym. Prócz ok. 18% CO₂, produkuje ok. 40% metanu (działanie 21-krotnie silniejsze od CO₂) oraz 62% podtlenku azotu (działanie 310-krotnie silniejsze od CO₂).

W związku z powyższym budowa biogazowni, które przetwarzając na energię potencjalne źródła gazów cieplarnianych (m.in. odchody zwierząt, odpady poubojowe) jednocześnie je utylizują, jest z punktu widzenia ochrony środowiska bardzo korzystna.

Korzyści płynące z budowy biogazowni:

- produkcja biogazu ze źródeł odnawialnych, w sposób przyjazny dla środowiska,
- redukcja emisji metanu, metan powstający w czasie niekontrolowanej fermentacji po dostaniu się do atmosfery jest 21 razy bardziej szkodliwy niż CO₂, z uwagi na efekt cieplarniany,
- uporządkowanie gospodarki gnojowicą i obornikiem w gospodarstwach rolnych,
- bezpieczny sposób pozbywania się odpadów roślinnych i zwierzęcych - redukcja powierzchni składowisk, ograniczenie innych metod unieszkodliwiania,
- proces produkcji biogazu opiera się wyłącznie na przemianach biochemicznych, nie wymaga użycia substancji chemicznych, stanowiących zagrożenie dla środowiska,
- beztlenowa specyfika procesu wymaga, aby był on hermetyczny - minimalizuje to do zera emisję odorów z komór fermentacyjnych,
- dywersyfikacja źródeł energii, krok w kierunku samowystarczalności energetycznej i ochrony złóż paliw kopalnych.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r., w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. Nr 213, poz. 1397) stwierdza, że do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się biogazownie rolnicze o mocy zainstalowanej większej niż 500 kW_{el} lub wytwarzające ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do celów innych niż produkcja energii elektrycznej. Oznacza to dla inwestora konieczność przejścia pełnej procedury oddziaływania na środowisko. Na etapie wstępnych decyzji lokalizacyjnych ważne jest zatem, aby uwzględnić np. oddalenie od siedlisk ludzkich oraz ograniczenia wynikające z ochrony środowiska i przyrody. Aby ograniczyć możliwe negatywne oddziaływane biogazowni w postaci emisji: hałasu (>40 db), spalin, nieprzyjemnych zapachów oraz z uwagi na konsekwencje możliwych awarii, wymagane jest, aby biogazownia była zlokalizowana w odległości powyżej 300 m od siedlisk ludzkich, z uwzględnieniem występowania przeważających kierunków wiatrów, tak żeby przez jak najdłuższą część roku znajdowała się po stronie zawietrznej względem obiektów mieszkalnych oraz obszarów chronionych. Wskazane jest również eliminowanie transportu surowców i odpadów pofermentacyjnych przez tereny zabudowane. Ponadto biogazownie powinny być odizolowane od przyległych terenów zamieszkałych pasami zieleni średnio- i wysokopiennej (opcjonalnie). Ograniczenia lokalizacyjne lub zakaz realizacji inwestycji mogą wystąpić w parkach krajobrazowych, obszarach chronionego krajobrazu, otulinach

parków, obszarach sieci Natura 2000, obszarach korytarzy ekologicznych oraz obszarach proponowanych do objęcia ochroną prawną.

Przefermentowana biomasa może być wywożona na pola w postaci półpłynnej lub, po wydzieleniu frakcji stałej, w postaci osadu. Konieczna jest również analiza możliwości pozyskania odpowiednich pozwoleń formalno - prawnych (odzysk odpadów, wykorzystanie nawozowe).

9.3.4. Obecny poziom zastosowania.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jest generalnie droższe w porównaniu ze źródłami konwencjonalnymi, dlatego rozwój „zielonej” energii wymaga stosowania instrumentów wsparcia ze strony państwa. Pomimo, że inwestycje budowy instalacji biogazowych zwracają się stosunkowo szybko i przynoszą znaczne zyski z produkcji zarówno energii elektrycznej i ciepłej, jak i gazu tłoczonego do sieci gazociągowych, to jednak generalnie koszty inwestycji są wysokie w porównaniu z innymi OZE (np. elektrownie wiatrowe).

W związku z powyższym, w celu wsparcia inwestycji w budowę biogazowni, wszystkie OZE, niezależnie od mocy zainstalowanej, z wyłączeniem biogazu rolniczego, muszą posiadać koncesję na produkcję energii elektrycznej. Natomiast źródła zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej, jak również paliw gazowych z biogazu rolniczego podlegają jedynie wpisowi do rejestru prowadzonego przez prezesa Agencji Rynku Rolnego. Odbywa się to jedynie na podstawie posiadania tytułu prawnego do obiektów budowlanych, dysponowania odpowiednimi urządzeniami i instalacjami wytwórczymi oraz fakt niekaralności producenta.

Wytwórcy biogazu rolniczego mogą uzyskać Świadectwo Pochodzenia biogazu (ŚP – stanowi potwierdzenie wytwarzania biogazu rolniczego wydane przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki) oraz mają przyznane uprawnienie do żądania odbioru biogazu rolniczego przez operatora systemu dystrybucyjnego gazowego (OSD_g) w obszarze jego działania, pod warunkiem, że biogaz ten spełni wymagane przepisami parametry jakościowe.

Mimo, że koszty budowy biogazowni są stosunkowo nieduże w odniesieniu do tradycyjnej energetyki, to dla konkretnego lokalnego inwestora jest to często i tak wydatek ponad miarę.

Przy budowie biogazowni można skorzystać ze wsparcia środków publicznych. Niestety w przypadku większości programów operacyjnych występuje bariera wysokich minimalnych kosztów inwestycji rzędu 10 – 20 mln zł, a także częsty wymóg posiadania przez beneficjenta statusu osoby prawnej. Dla rolników indywidualnych pozostaje korzystanie jedynie z Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, gdzie można ubiegać się o dofinansowanie kosztów kwalifikowanych w wysokości nieprzekraczającej 100 tys. lub 300 tys. zł (zależnie od zadania).

Formą realizacji inwestycji biogazowych, która jest szeroko stosowana w UE, jest partnerstwo publiczno-prywatne (*public-private partnership* – PPP). Partnerstwo publiczno - prywatne to oparta na umowie współpraca podmiotu publicznego i partnera prywatnego, służąca realizacji zadania publicznego. Zaangażowanie partnera prywatnego ma na celu włączenie wiedzy i umiejętności (*knowhow*), oraz kapitałów sektora prywatnego do realizacji zadania publicznego oraz podział ryzyka związanego z jego realizacją. Obecnie wzrosło zainteresowanie gmin rozwojem projektów biogazowni rolniczych przy udziale partnera prywatnego, ale wciąż nie jest to popularna forma realizacji inwestycji. Prawna forma realizacji inwestycji w formule PPP znajduje najczęściej swój wyraz w realizacji inwestycji energetycznych w znanej formule zwanej ESCO (Energy Saving Company). Jest to instytucja zarabiająca pieniądze na projektach mających na celu zmniejszenie zużycia energii, ewentualnie może zarabiać także na zmniejszeniu kosztów utylizacji odpadów, posiadająca odpowiedni potencjał inżynierski, finansowy i konstrukcyjny oraz bierze odpowiedzialność całościową za zarządzanie projektem energetycznym. Projekty realizowane w formule ESCO

są finansowane z oszczędności kosztów energii. ESCO zajmuje się zazwyczaj rozwojem projektu, budową, a także finansowaniem oraz eksploatacją np. wytwarzaniem, zaopatrzeniem i sprzedażą ciepła i energii elektrycznej z biogazowni.

Zauważalnym trendem na rynku jest nawiązywanie kooperacji pomiędzy sektorem energetycznym a finansowym. W przypadku takiej współpracy możliwe jest obniżenie marży banku w postaci premii za ryzyko. W tym przypadku bardzo ważne jest zaangażowanie podmiotów zainteresowanych inwestycją, obejmujące inwestycje kapitałowe, finansowane za pomocą instrumentów kredytowych, jak również współpracę przy zarządzaniu projektem. Przykładem takiej współpracy jest kooperacja pomiędzy Energa a Bankiem BGŚ. Finansowanie i znajomość sektora rolnego i przetwórstwa spożywczego przez BGŚ jest istotnym atutem tego banku. Zainteresowanie sektora bankowości finansowaniem biogazowni świadczy o poprawiającym się postrzeganiu tego typu inwestycji. Koncern energetyczny w ramach programu Energa Biogaz założył plan realizacji przewidujący docelowo wybudowanie nawet kilkuset biogazowni. Energa zamierza współfinansować inwestycje, jest również zainteresowana doradztwem, prowadzeniem budowy, zarządzaniem biogazowniami czy zakupem energii elektrycznej i świadectw pochodzenia od wytwórców. Energa stworzyła Program Energa Biogaz, którego celem jest uczestnictwo Grupy Energa w przedsięwzięciach w dziedzinie wytwarzania energii z biogazu o łącznej mocy elektrycznej nie mniejszej niż 300 MW do 2020 r. oraz jego obsługa w zakresie obrotu energią i świadectwami pochodzenia. Realizacja założenia Programu będzie postępowała w trzech krokach według sekwencji „5 – 50 – 500” tzn. w I etapie powstanie kilka biogazowni, w II etapie – kilkadziesiąt, a docelowo (III etap) kilkaset i będą do niego kwalifikowane głównie inwestycje w elektrownie biogazowe o mocy elektrycznej zainstalowanej od 250 kWe do 2000 kWe.

Energa Biogaz działać będzie głównie w oparciu o partnerstwo z inwestorami „biomasowymi”, ale interesują ją także źródła budowane przy oczyszczalniach ścieków i wysypiskach. Energa pomaga zbudować biogazownię inwestując swój kapitał i dając projekt technologii, a dostawca biomasy staje się współnikiem w projekcie. Tworzy odrębne spółki dla każdej biogazowni. Inwestuje w konkretne projekty tzn. analizuje przyszłą biogazownię w kontekście lokalnych uwarunkowań: położenie, dostępnych substratów i ich kosztów, wykorzystanej technologii.

Kolejnym przykładem kooperacji w celu budowy obiektów produkcji biogazu jest współpraca Krajowej Spółki Cukrowej i Polskiej Grupy Energetycznej. Na terenach byłych cukrowni mają być budowane biogazownie i biorafinerie. Krajowa Spółka Cukrowa może wnieść kapitał w postaci nieruchomości. Polska Grupa Energetyczna jest zainteresowana uzyskiwaniem świadectw pochodzenia dla energii elektrycznej z powstających biogazowni.

Planowane realizacje biogazowni w województwie łódzkim:

1. Inwestycja w budowę biogazowni w miejscowości **Wicie** (gm. Kocierzew Południowy) przez Polską Grupę Biogazową. Planowana moc – 1 MW, substrat – kiszonki roślin i gnojowica. Budowa została uwzględniona w „Scenariuszu rozwoju do roku 2020 gm. Kocierzew Południowy.”, (pod warunkiem zmiany planu zagospodarowania przestrzennego) – pod koniec 2011 r.
2. Ogłoszony przetarg na realizację biogazowni w miejscowości **Konopnica** (gm. Rawa Mazowiecka) przez Bioenergy Project Sp. z o.o. Projekt inwestowany ze środków Funduszu Spójności w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko – Działanie 9.4. Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych. Planowana moc: energia elektryczna – 1,998 MWh i ciepło (woda o temp. 90°C lub zamienialne w parę wodną o temp. 180°C lub chłódnia 4°C) - 2,128 MWh, substrat – kiszonki kukurydzy i traw. Masa przefermentowana w pełni wykorzystywana rolniczo.
3. Plany budowy kompleksu biogazowni w **Kutnie** - przygotowania administracyjne prowadzone przez Spółkę Demetron. Teren ok. 1 ha. Przewidywana moc agregatów – 4,52 MW energii elektrycznej i 4,4 MW energii cieplnej, substrat –

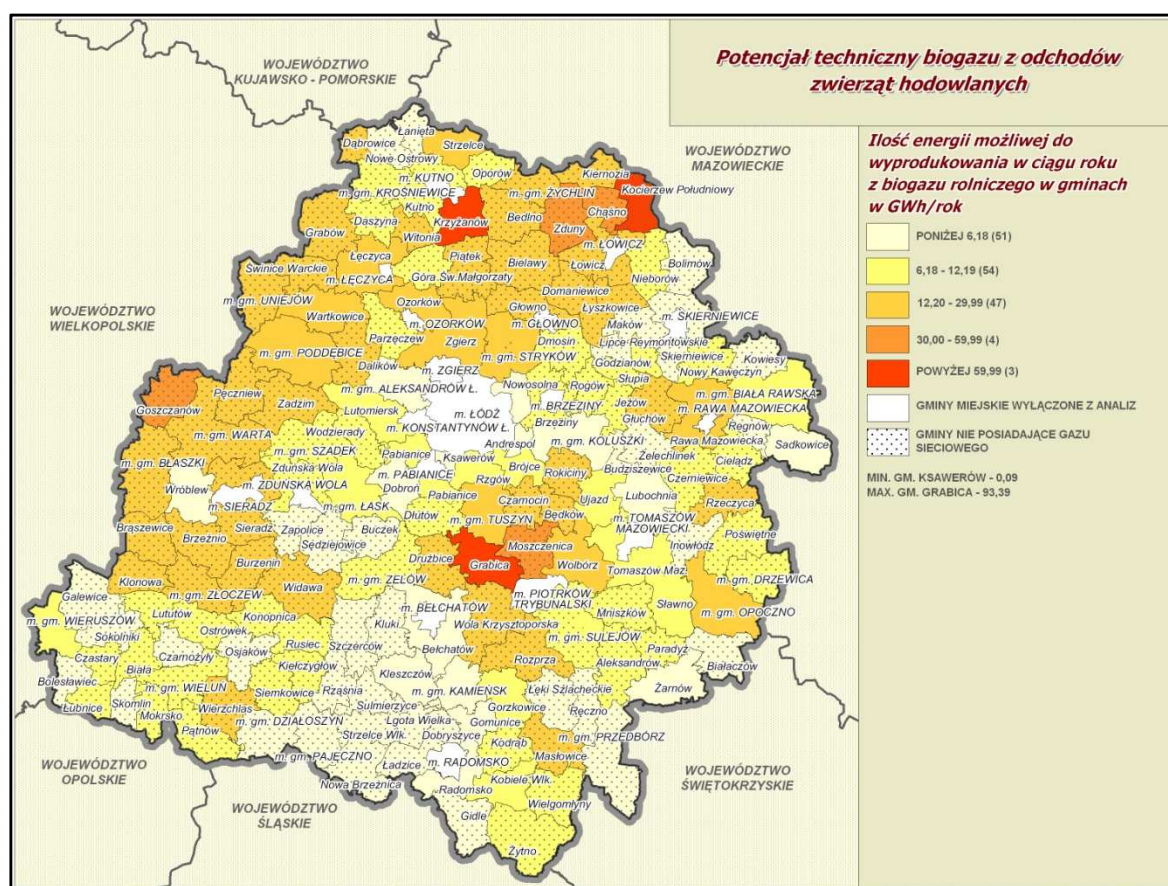
ok. 200 ton/dzień: odpady organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, osad z pobliskiej oczyszczalni ścieków oraz biomasa rolnicza pochodząca z sąsiadujących gospodarstw rolnych. Średnie zużycie energii dla potrzeb własnych wyniesie ok. 10%.

9.3.5. Potencjał techniczny biogazu rolniczego z hodowli w gminach województwa łódzkiego.

Elementem decydującym o opłacalności wytwarzania energii z biogazu na bazie odchodów zwierząt hodowlanych jest ich liczebność. Każde zwierzę wytwarza inne ilości odpadów o różnych właściwościach fizykochemicznych, ale wszystkie te odpady stanowią potencjalne źródło biogazu. Do obliczenia potencjału energetycznego zawartego w odchodach zwierzęcych wzięto pod uwagę ilość trzody i bydła w poszczególnych gminach. Nie uwzględniono natomiast ilości drobiu z braku aktualnych danych.

Przy obecnych warunkach w Polsce opłacalne jest budowanie biogazowni o wielkości min. 500kW_{el} , co odpowiada produkcji gazu ok. $250\text{ m}^3/\text{h}$. Obliczenia potencjału technicznego dla biogazu rolniczego w województwie łódzkim zawarto w tabeli 31 i przedstawiono na mapie 11.

Mapa 11: Potencjał techniczny biogazu z odchodów zwierząt hodowlanych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 31: Potencjał techniczny biogazu rolniczego na terenie gmin województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	BYDŁO	TRZODA	L - SZTUKI DUŻE		Q - ILOŚĆ BIOGAZU MOŻLIWA DO WYPRODUKOWANIA Z ODCHODÓW ZWIERZĘCYCH		E - ILOŚĆ ENERGII MOŻLIWA DO WYPRODUKOWANIA Z BIOGAZU Z ODCHODÓW ZWIERZĘCYCH		
				BYDŁO [0,77]	TRZODA [0,2]	BYDŁO [Pb=1,61]	TRZODA [Pb=0,93]	BYDŁO	TRZODA	RAZEM
		[liczba]		[liczba SD]		[m ³ /d]		[GWh/rok]		
1	Aleksandrów	2262	3377	1742	675	2804	628	5,23	1,17	6,40
2	Aleksandrów Łódzki	2011	2956	1548	591	2493	550	4,65	1,03	5,68
3	Andrespol	267	994	206	199	331	185	0,62	0,34	0,96
4	Bedlno	9863	20288	7595	4058	12227	3774	22,81	7,04	29,85
5	Bełchatów	1506	5739	1160	1148	1867	1067	3,5	1,99	5,47
6	Będków	5829	9679	4488	1936	7226	1800	13,48	3,36	16,84
7	Biała	1648	7956	1269	1591	2043	1480	3,81	2,76	6,57
8	Biała Rawska	1468	20276	1130	4055	1820	3771	3,4	7,04	10,43
9	Białaczów	1350	415	1040	83	1674	77	3,12	0,14	3,27
10	Bielawy	11579	4575	8916	915	14354	851	26,78	1,59	28,37
11	Błaszki	3581	33540	2757	6708	4439	6238	8,28	11,64	19,92
12	Bolesławiec	495	13434	381	2687	614	2499	1,14	4,66	5,81
13	Bolimów	2084	2499	1605	500	2584	465	4,82	0,87	5,69
14	Brąszewice	4614	11183	3553	2237	5720	2080	10,67	3,88	14,55
15	Brójce	2495	7662	1921	1532	3093	1425	5,77	2,66	8,43
16	Brzeziny	1482	13110	1141	2622	1837	2438	3,4	4,55	7,98
17	Brzeźno	4971	9322	3828	1864	6163	1734	11,5	3,23	14,73
18	Buczek	2016	2674	1552	535	2499	497	4,66	0,93	5,59
19	Budzieszewice	441	3048	340	610	547	567	1,02	1,06	2,08
20	Burzenin	4798	22703	3694	4541	5948	4223	11,1	7,88	18,97
21	Chąśno	6052	72880	4660	14576	7503	13556	14	25,29	39,29
22	Cielądz	1560	9979	1201	1996	1934	1856	3,61	3,46	7,07

23	Czarnocin	2962	54708	2281	10942	3672	10176	6,85	18,98	25,83
24	Czarnożyły	1762	4768	1357	954	2184	887	4,08	1,65	5,73
25	Czastary	777	13819	598	2764	963	2570	1,8	4,8	6,59
26	Czerniewice	2187	14812	1684	2962	2711	2755	5,06	5,14	10,20
27	Dalików	4725	6835	3638	1367	5858	1271	10,93	2,37	13,30
28	Daszyna	3561	1174	2742	235	4415	218	8,24	0,41	8,64
29	Dąbrowice	3233	18671	2489	3734	4008	3473	7,48	6,48	13,96
30	Dłutów	2269	22483	1747	4497	2813	4182	5,25	7,8	13,05
31	Dmosin	1936	12598	1491	2520	2400	2343	4,5	4,37	8,85
32	Dobroń	2317	1261	1784	252	2872	235	5,36	0,44	5,80
33	Dobryszyc	714	1995	550	399	885	371	1,65	0,69	2,34
34	Domaniewice	6849	2791	5274	558	8491	519	15,84	0,97	16,81
35	Drużbice	2947	26803	2269	5361	3653	4985	6,8	9,3	16,12
36	Drzewica	2843	370	2189	74	3524	69	6,58	0,13	6,70
37	Działoszyń	383	7123	295	1425	475	1325	0,89	2,47	3,36
38	Galewice	1022	8175	787	1635	1267	1521	2,36	2,84	5,20
39	Gidle	1345	503	1036	101	1667	94	3,11	0,17	3,29
40	Głowno	6889	11733	5305	2347	8540	2182	15,93	4,07	20,00
41	Głuchów	5621	36557	4328	7311	6968	6800	13	12,69	25,68
42	Godzianów	2090	20478	1609	4096	2591	3809	4,83	7,11	11,94
43	Gomunice	431	7871	332	1574	534	1464	1	2,73	3,73
44	Gorzkowice	1289	23178	993	4636	1598	4311	2,98	8,04	11,02
45	Goszczanów	13395	16879	10314	3376	16606	3139	30,98	5,86	36,84
46	Góra Św. Małgorzaty	3233	1389	2489	278	4008	258	7,48	0,48	7,96
47	Grabica	2970	249333	2287	49867	3682	46376	6,87	86,52	93,39
48	Grabów	9634	2381	7418	476	11943	443	22,28	0,83	23,11
49	Inowódz	636	825	490	165	788	153	1,47	0,29	1,76
50	Jeżów	1496	17762	1152	3552	1855	3304	3,5	6,16	9,62

51	Kamieńsk	787	4487	606	897	976	835	1,82	1,56	3,38
52	Kielczygłów	3624	1870	2790	374	4493	348	8,38	0,65	9,03
53	Kiernozia	5274	32879	4061	6576	6538	6115	12,2	11,41	23,61
54	Kleszczów	384	2068	296	414	476	385	0,9	0,72	1,61
55	Klonowa	4506	8905	3470	1781	5586	1656	10,42	3,09	13,51
56	Kluki	818	678	630	136	1014	126	1,9	0,24	2,13
57	Kobiele Wielkie	2056	7418	1583	1484	2549	1380	4,75	2,57	7,33
58	Kocierzew Południowy	7905	138198	6087	27640	9800	25705	18,28	47,95	66,24
59	Kodrąb	1811	6393	1394	1279	2245	1189	4,19	2,22	6,41
60	Koluszki	782	2563	602	513	969	477	1,81	0,89	2,70
61	Konopnica	2488	3386	1916	677	3084	630	5,75	1,17	6,93
62	Kowiesy	467	602	360	120	579	112	1,08	0,21	1,29
63	Krośniewice	4315	5107	3323	1021	5349	950	9,98	1,77	11,75
64	Krzyżanów	4571	154673	3520	30935	5667	28769	10,57	53,67	64,24
65	Ksawerów	13	183	10	37	16	34	0,03	0,06	0,09
66	Kutno	3010	8379	2318	1676	3731	1558	6,96	2,91	9,87
67	Lgota Wielka	1282	5057	987	1011	1589	941	2,96	1,75	4,72
68	Lipce Reymontowskie	985	5159	758	1032	1221	960	2,28	1,79	4,07
69	Lubochnia	982	6803	756	1361	1217	1265	2,27	2,36	4,63
70	Lutomiersk	3735	4079	2876	816	4630	759	8,64	1,42	10,05
71	Lututów	3600	10723	2772	2145	4463	1994	8,33	3,72	12,05
72	Ładzice	1960	2773	1509	555	2430	516	4,53	0,96	5,50
73	Łanięta	2271	2430	1749	486	2815	452	5,25	0,84	6,10
74	Łask	2613	4308	2012	862	3239	801	6,04	1,49	7,54
75	Łęczycza	8402	4583	6470	917	10416	852	19,43	1,59	21,02
76	Łęki Szlacheckie	1197	7655	922	1531	1484	1424	2,77	2,66	5,42
77	Łowicz	9970	14916	7677	2983	12360	2774	23,06	5,18	28,23
78	Łubnice	241	29965	186	5993	299	5573	0,56	10,4	10,96

79	Łyszkowice	4665	7273	3592	1455	5783	1353	10,79	2,52	13,31
80	Maków	1488	3341	1146	668	1845	621	3,44	1,16	4,60
81	Masłowice	2018	50944	1554	10189	2502	9476	4,67	17,68	22,34
82	Mniszków	1897	7554	1461	1511	2352	1405	4,39	2,62	7,01
83	Mokrsko	548	18717	422	3743	679	3481	1,27	6,49	7,76
84	Moszczenica	1884	86777	1451	17355	2336	16141	4,36	30,11	34,47
85	Nieborów	2600	2027	2002	405	3223	377	6,01	0,7	6,72
86	Nowa Brzeźnica	693	3142	534	628	859	584	1,6	1,09	2,69
87	Nowe Ostrowy	1919	4958	1478	992	2379	922	4,44	1,72	6,16
88	Nowosolna	517	1782	398	356	641	331	1,2	0,62	1,81
89	Nowy Kawęczyn	1474	9887	1135	1977	1827	1839	3,41	3,43	6,84
90	Opoczno	5268	7662	4056	1532	6531	1425	12,18	2,66	14,84
91	Oporów	2713	5845	2089	1169	3363	1087	6,27	2,03	8,30
92	Osjaków	1390	4039	1070	808	1723	751	3,21	1,4	4,62
93	Ostrówek	3186	4569	2453	914	3950	850	7,37	1,59	8,95
94	Ozorków	4386	13627	3377	2725	5437	2535	10,14	4,73	14,87
95	Pabianice	2042	7617	1572	1523	2531	1417	4,72	2,64	7,37
96	Pajęczno	697	3233	537	647	864	601	1,61	1,12	2,73
97	Paradyż	2860	3336	2202	667	3546	620	6,61	1,16	7,77
98	Parzęczew	2983	8247	2297	1649	3698	1534	6,9	2,86	9,76
99	Pątnów	1173	26536	903	5307	1454	4936	2,71	9,21	11,92
100	Pęczniew	4183	8447	3221	1689	5186	1571	9,67	2,93	12,61
101	Piątek	5981	2860	4605	572	7415	532	13,83	0,99	14,82
102	Poddębice	7991	7284	6153	1457	9906	1355	18,48	2,53	21,01
103	Poświętne	2662	388	2050	78	3300	72	6,16	0,13	6,29
104	Przedbórz	1956	2554	1506	511	2425	475	4,52	0,89	5,41
105	Radomsko	1050	2668	809	534	1302	496	2,43	0,93	3,35
106	Rawa Mazowiecka	2312	34473	1780	6895	2866	6412	5,35	11,96	17,31

107	Regnów	748	3543	576	709	927	659	1,73	1,23	2,96
108	Ręczno	1504	3561	1158	712	1865	662	3,48	1,24	4,71
109	Rogów	809	19538	623	3908	1003	3634	1,9	6,78	8,65
110	Rokiciny	4919	30448	3788	6090	6098	5663	11,38	10,57	21,94
111	Rozprza	3458	25480	2663	5096	4287	4739	8	8,84	16,84
112	Rusiec	3011	3586	2318	717	3733	667	7	1,24	8,21
113	Rząśnia	1609	3349	1239	670	1995	623	3,72	1,16	4,88
114	Rzeczyca	3091	19056	2380	3811	3832	3544	7,15	6,61	13,76
115	Rzgów	1144	13753	881	2751	1418	2558	2,65	4,77	7,42
116	Sadkowice	1375	1073	1059	215	1705	200	3,18	0,37	3,55
117	Sędziejowice	1528	4139	1177	828	1894	770	3,53	1,44	4,97
118	Siemkowice	2931	1475	2257	295	3634	274	6,78	0,51	7,29
119	Sieradz	4764	7836	3668	1567	5906	1457	11,02	2,72	13,74
120	Skierniewice	1554	5794	1197	1159	1926	1078	3,59	2,01	5,60
121	Skomlin	610	8800	470	1760	756	1637	1,41	3,05	4,46
122	Sławno	3569	2784	2748	557	4424	518	8,25	0,97	9,22
123	Słupia	1998	6315	1538	1263	2477	1175	4,62	2,19	6,81
124	Sokolniki	775	6209	597	1242	961	1155	1,79	2,15	3,95
125	Stryków	7356	14115	5664	2823	9119	2625	17,01	4,9	21,91
126	Strzelce	2745	19268	2114	3854	3403	3584	6,35	6,69	13,03
127	Strzelce Wielkie	983	6740	757	1348	1219	1254	2,27	2,34	4,61
128	Sulejów	2308	14650	1777	2930	2861	2725	5,34	5,08	10,42
129	Sulmierzyce	1040	5051	801	1010	1289	939	2,41	1,75	4,16
130	Szadek	3097	10494	2385	2099	3839	1952	7,16	3,64	10,80
131	Szczerców	1474	964	1135	193	1827	179	3,4	0,33	3,74
132	Świnice Warckie	5752	5935	4429	1187	7131	1104	13,3	2,06	15,36
133	Tomaszów Mazowiecki	2118	13106	1631	2621	2626	2438	4,9	4,55	9,45
134	Tuszyn	1776	24231	1368	4846	2202	4507	4,11	8,41	12,52

135	Ujazd	3219	7268	2479	1454	3991	1352	7,44	2,52	9,97
136	Uniejów	4687	10114	3609	2023	5810	1881	10,84	3,51	14,35
137	Warta	8866	8775	6827	1755	10991	1632	20,5	3,04	23,55
138	Wartkowice	8894	10572	6848	2114	11026	1966	20,57	3,67	24,24
139	Widawa	6577	6915	5064	1383	8154	1286	15,21	2,4	17,61
140	Wielgomłyn	2881	15365	2218	3073	3572	2858	6,66	5,33	11,99
141	Wieluń	1161	13230	894	2646	1439	2461	2,69	4,59	7,28
142	Wieruszów	1578	7279	1215	1456	1956	1354	3,65	2,53	6,18
143	Wierzchlas	616	34801	474	6960	764	6473	1,42	12,08	13,50
144	Witonia	3765	10150	2899	2030	4667	1888	8,71	3,52	12,23
145	Wodzierady	2642	4567	2034	913	3275	849	6,11	1,58	7,69
146	Wola Krzysztoporska	4769	33829	3672	6766	5912	6292	11,03	11,74	22,77
147	Wolbórz	3497	40071	2693	8014	4335	7453	8,09	13,9	21,99
148	Wróblew	1270	4263	978	853	1574	793	2,94	1,48	4,42
149	Zadzim	5686	7672	4378	1534	7049	1427	13,15	2,66	15,81
150	Zapolice	1364	8374	1050	1675	1691	1558	3,15	2,91	6,06
151	Zduny	15896	41215	12240	8243	19706	7666	36,76	14,3	51,06
152	Zduńska Wola	1803	6121	1388	1224	2235	1139	4,17	2,12	6,29
153	Zelów	2468	2936	1900	587	3060	546	5,7	1,02	6,73
154	Zgierz	4073	26150	3136	5230	5049	4864	9,42	9,07	18,49
155	Złoczew	6456	15735	4971	3147	8004	2927	14,93	5,46	20,39
156	Żarnów	2555	319	1967	64	3167	59	5,91	0,11	6,02
157	Żelechlinek	1065	8107	820	1621	1320	1508	2,46	2,81	5,28
158	Żychlin	4371	54669	3366	10934	5419	10168	10,11	18,97	29,08
159	Żytno	3976	2920	3062	584	4929	543	9,2	1,01	10,21

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie danych z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Łodzi.

Z wykonanych obliczeń wynika, że gminami posiadającymi największy potencjał techniczny źródła energii odnawialnej w postaci biogazu z odchodów zwierząt hodowlanych są:

1. gm. Grabica – 93,39 GWh/rok;
2. gm. Kocierzew Południowy – 66,24 GWh/rok;
3. gm. Krzyżanów – 64,24 GWh/rok;
4. gm. Zduny – 51,06 GWh/rok;
5. gm. Chaśno – 39,29 GWh/rok;
6. gm. Goszczanów – 36,84 GWh/rok;
7. gm. Moszczenica – 34,47 GWh/rok;

Potencjał ten faktycznie będzie wyższy o wartość energii zawartej w odchodach drobiu, która ze względu na brak aktualnych danych dotyczących ilości drobiu w poszczególnych gminach nie została uwzględniona w obliczeniach.

9.3.6. Prognoza wykorzystania.

Najwyższy potencjał energetyczny związany z hodowlą bydła i trzody posiadają gminy: Grabica (powiat piotrkowski) i Kocierzew Południowy (powiat łowicki) oraz Krzyżanów (powiat kutnowski) i Zduny (powiat łowicki). Ogółem w województwie jest 55 gmin, gdzie opłacalna byłaby budowa biogazowni na bazie odchodów zwierzęcych, co stanowi ok 35% ogółu gmin. Jednocześnie na mapie pokazano gminy nie wyposażone w sieć gazową i dla nich budowa biogazowni łączyłaby się z szansą pozyskania źródła biogazu do zasilania sieci na miejscu, bez konieczności budowy sieci przesyłowej. Mogłaby to być metoda rozwiązania zgazyfikowania terenów wiejskich tańszym kosztem.

Na przestrzeni lat 2001 – 2009 produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii wzrosła ponad 200% w stosunku do stanu w 2001r. Produkcja energii z biogazu stanowiła w 2001 r. 1,5% ogółu energii uzyskanej z OZE (tylko biogaz ze składowisk odpadów), a w 2009 r. już 3,7%.

Tabela 32: Produkcja energii elektrycznej z odnawialnych nośników energii w GWh w latach 2001 – 2009.

Wyszczególnienie	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ogółem	2 783,0	2 767,0	2 250,0	3 074,4	3 847,3	4 291,2	5 429,3	6 440,4	8 679,0
Woda	2 325,0	2 279,0	1 671,0	2 081,7	2 201,1	2 042,3	2 352,1	2 152,2	2 375,1
Wiatr	14,0	61,0	124,0	142,3	135,5	256,1	521,6	836,8	1 077,3
Biomasa stała	402,0	379,0	399,0	768,2	1 399,5	1 832,7	2 360,4	3 199,8	4 907,3
Biogaz z tego:	42,0	48,0	56,0	82,2	111,3	160,1	195,2	251,6	319,2
Biogaz ze składowisk odpadów	42,0	48,0	53,0	63,3	75,3	92,0	113,6	148,4	174,8
Biogaz z oczyszczalni ścieków	-	-	2,0	18,1	35,4	66,7	79,5	94,9	122,7
Biogaz pozostały	-	-	1,0	0,8	0,6	1,5	2,1	8,3	21,7

Źródło: Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r. GUS Warszawa 2010

W 2009 r. największy udział w produkcji energii elektrycznej miała biomasa stała – ponad 56%, a udział poszczególnych źródeł w produkcji energii uzyskanej z biogazu wyglądał następująco:

- ze składowisk odpadów – 55% ogółu;
- z oczyszczalni ścieków – 38% ogółu;
- pozostałego (w tym rolniczy) – 7% ogółu.

10. Biopaliwa płynne.

10.1. Rzepak i rzepik.

10.1.1. Opis źródła.

Obecnie postępujący rozwój transportu pociąga za sobą różne konsekwencje. Do negatywnych należy zaliczyć zanieczyszczenia powodowane przez rozwijający się ruch kołowy na polskich drogach. Aktualnie transport odpowiada za około 1/4 emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Szacuje się, że 80% tej sumy przypada na transport drogowy. Zmiana tego stanu rzeczy wymaga zwrócenia się w kierunku alternatyw tradycyjnych paliw kopalnych, których zasoby ulegają sukcesywnemu zmniejszaniu. Obecnie paliwa wykorzystywane jako zamiennik ropy naftowej to głównie oleje roślinne, biooleje i biodiesele. Odpowiednio każde z tych paliw można scharakteryzować:

- *oleje roślinne* – różnią się od olejów napędowych głównie brakiem lotności. Posiadają również większą lepkość i mniejszą podatność na samozapłon. Nie mogą być one bez wcześniejszego przetworzenia stosowane jako paliwo. Istnieją wyjątki w postaci specjalnie zaprojektowanych silników przystosowanych do napędzania olejem rzepakowym. Silniki tego rodzaju nie są zbyt szeroko rozpowszechnione głównie ze względu na dość wysokie koszty produkcji tego typu jednostek⁴⁰.

- *bioolej* – innym podejściem jest przystosowanie paliwa do silnika a nie działanie odwrotne. Przy poddawaniu biomasy pyrolizie czyli krótkotrwałemu działaniu wysokiej temperatury rzędu 400 – 600 stopni C jako produkt otrzymuje się bioolej. W wyniku procesu powstaje ciemnobrązowa ciecz o wartości energetycznej równej 45 – 50% oleju napędowego. Paliwo to może być wykorzystywane w kotłach, palnikach, turbinach i generatorach prądu. Spalanie bioleju ma swoje zalety: nie przyczynia się do emisji dwutlenku siarki, jest neutralne z punktu widzenia bilansu tlenu węgla a emisje dwutlenku azotu są śladowe.

- *biodiesel* – jest to paliwo pozyskiwane z rzepaku w procesie znanym już na przełomie XIX i XX wieku. Polega on na przetworzeniu oleju rzepakowego w estry metylowe przy zastosowaniu jednej z dwóch technologii:

- zimnej - odpowiednią dla małych zakładów przetwórczych produkujących ok. 500 ton biopaliwa rocznie, gdzie jest ono pozyskiwane w temperaturze 20 – 70 stopni C;

- gorącej – w której do produkcji biopaliwa potrzebna jest temperatura 240 stopni C i ciśnienie około 10 MPa. W tej technologii substratem może być olej tłoczony na zimno.

Będący produktem opisanych procesów olej estryfikowany może być wykorzystywany jako substytut oleju napędowego lub dodatek do niego mieszany z nim w różnych proporcjach. Aktualnie produkcja biodiesela najmocniej rozwija się w Austrii. Bardzo dużą powierzchnię ponad 1 mln ha uprawy rzepaku zajmują na terenie Niemiec, we Francji, a także we Włoszech.

10.1.2. Technologie wykorzystujące rzepak i rzepik.

Biopaliwo rzepakowe, które jest uzyskiwane z estrów oleju rzepakowego zalicza się do mieszanin związków organicznych. Paliwo to otrzymywane jest podczas procesu technologicznego jakim jest przetwarzanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych na drodze trans estryfikacji metanolem, podczas której produkty reakcji rozdzielają się na

⁴⁰ www.biomasa.org

Biopaliwa, red. P. Gradziuk, 2003

Odnawialne Źródła energii jako element rozwoju lokalnego, EC BREC/IBMER, 2003

M. Rogulska, Etanol – alternatywne paliwo pochodzenia rolniczego w: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii na szczeblu lokalnym – materiały seminaryjne, Poznań – Kraków – Warszawa 1999

warstwę estrową i glicerynową. Ogólnie wyróżnia się trzy rodzaje skali produkcji biopaliwa rzepakowego⁴¹:

- mała – możliwość otrzymywania biopaliwa rzepakowego w ilości do 1000 ton rocznie;
- średnia – możliwość otrzymywania biopaliwa rzepakowego w ilości od 1000 do 10000 ton rocznie;
- duża – możliwość otrzymywania biopaliwa rzepakowego w ilości powyżej 10000 ton rocznie. Istnieją już instalacje o wydajności 20000, 30000 i 50000 ton rocznie.

Na rynku krajowym pojawili się producenci maszyn i urządzeń do produkcji biopaliwa rzepakowego w małej skali. Przeprowadzone badania wykazały że paliwo w nich produkowane spełnia w zakresie podstawowym parametry wymagań normy austriackiej. Instalacje o dużych wydajnościach oferowane są przez firmy włoskie, niemieckie i francuskie.

Zabezpieczenie nasion rzepaku na całoroczną produkcję wymaga wykorzystania odpowiedniej bazy magazynowej, bądź przechowania rzepaku u producentów rolnych, w warunkach zabezpieczających jego jakość. Przy stosunkowo małej produkcji powierzchni magazynowe nie stanowią problemu, natomiast przy dużej skali produkcji przechowywanie rzepaku może być kosztowne.

W całym procesie wytwarzania biopaliwa rzepakowego można wyróżnić kilka etapów produkcji:

- oczyszczanie suszenie i magazynowanie nasion rzepaku;
- tłoczenie i filtrowanie;
- przemiany estrowe oraz oczyszczanie biopaliwa;
- zagospodarowanie odpadów.

Pierwszym etapem produkcji jest zabezpieczenie nasion rzepaku na okres całorocznej produkcji biopaliwa. W małej i średniej produkcji biopaliwa nasiona rzepaku, oczyszczone i wysuszone, gromadzone są w technologicznym zbiorniku usytuowanym w bezpośrednim sąsiedztwie tłoczni. Podczas procesu tłoczenia nasiona pobierane są ze zbiornika w odpowiedniej ilości i poddane do urządzeń wstępnej obróbki. Następnie dozowane są do prasy ślimakowej, w której następuje tłoczenie oleju. Wyciskany olej spływa do zbiornika, skąd podawany jest do urządzeń filtracyjnych, w których następuje oddzielenie stałych części w postaci zawiesiny. Przedstawione poniżej procesy nie zawsze są realizowane, co zależy od skali produkcji i oferowanej przez firmy technologii. Wstępnie oczyszczony olej podawany jest dalszemu oczyszczaniu, wytrącane są związki fosforu, a wolne kwasy tłuszczowe zneutralizowane i wytlukane. Następnie olej może być osuszony i przepompowany do buforowego zbiornika czystego oleju. Drugą frakcją procesu tłoczenia są wytluki o zawartości 12 - 15% tłuszczu i zawierające 30 – 32% białka, wypadające z prasy ślimakowej w postaci silnie sprasowanych płytek. Mogą być one transportowane dalej do rozdrabniacza, w którym następuje ich rozdrobnienie na małe cząstki o zbliżonych rozmiarach. W tej formie podawane są do mieszalnika, gdzie doprowadzane są wszystkie odpady procesu filtracji i rafinacji oleju. Wymieszane wytluki wciąż posiadające wysoką temperaturę, kierowane są do chłodni i zostają schłodzone do temperatury otoczenia. Następnie przekazywane są do magazynów płaskich i tam przechowywane do czasu odbioru

lub bezpośrednio do dalszego przetwarzania w wytwórni pasz. Poszczególne surowce do produkcji biopaliwa powinny spełniać określone wymagania. Odpowiednio:

- rzepak:
- zawartość oleju – 40 – 44%;
 - wilgotność – 6 – 7%;
 - zawartość wolnych kwasów tłuszczowych < 3%;
 - zawartość zanieczyszczeń stałych < 2%;
 - wolny od metali i innych ciał obcych, dojrzały, niesfermentowany.
- olej:
- zawartość wody < 0,05%,

⁴¹ Grzybek A., 2002. Wytwarzanie biopaliwa rzepakowego w Polsce, Czysta Energia, Abrys, Poznań luty 2002.

- zawartość wolnych kwasów tłuszczowych < 3%

metanol:

- jakość techniczna, stężenie min. 99,8%;

wodorotlenek potasu (KOH):

- jakość techniczna, skrzystalizowany w płatkach, stężenie min. 88%

W małej skali produkcji wykorzystywany jest również pomocniczy materiał filtracyjny w postaci mączki drzewnej o odpowiedniej jakości technicznej. Cały proces otrzymywania biopaliwa rzepakowego w małej i średniej skali wygląda następująco. Odfiltrowany, podgrzany olej doprowadzany jest do reaktora, gdzie jest mieszany z uprzednio przygotowanym metanolem i katalizatorem. W reaktorze przebiega proces estryfikacji. Czas całego procesu waha się od 6 do 28 minut. Stąd mieszanina doprowadzana jest do reaktora rozdzielającego, gdzie następuje oddzielenie (glicerolu) fazy glicerynowej od estru metylowego dzięki różnicy ciężarów właściwych dwóch nie mieszających się ze sobą faz. Wydajność tego procesu jest różna i zależy od technologii. Generalnie waha się w granicach od 90% do 94% dla instalacji o średnich rozmiarach.

Faza glicerynowa podawana jest do zbiornika, a ester metylowy przepompowywany jest do drugiego reaktora, gdzie proces estryfikacji jest powtórzony. W reaktorze rozdzielczym następuje ponowne oddzielenie fazy glicerynowej od estrów. Stopień czystości estrów wynosi 98%. Zanieczyszczenia stanowią: mydła potasowe, metanol, woda, gliceryna. Przy pomocy zakwaszonej wody wymywane są mydła. Woda z mydłami pompowana jest do zbiornika wody technologicznej, a ester metylowy do separatora, gdzie zostanie usunięta woda, mydła i gliceryna. Z separatora ester metylowy pompowany jest przez wymiennik płytowy do wieży, gdzie przy pomocy suchego powietrza usuwana jest reszta wody i metanolu. Odwodniony i czysty ester metylowy przepompowywany jest do zasobnika. Proces może mieć charakter okresowy lub ciągły. Sterowanie procesem jest proste, polega bowiem na nastawieniu przy pomocy przepływomierzy dawkowania oleju, roztworu metanolu i zakwaszonej wody⁴². Woda technologiczna opuszczająca jednostkę reestryfikacyjną zawiera mydła potasowe oraz substancje nieprzereagowane. Przed wypuszczeniem do sieci kanalizacyjnej musi być wstępnie oczyszczona w oczyszczalni ścieków. Jest to całość procesu produkcji biopaliwa rzepakowego. Niezależnie od skali produkcji istotne jest zużycie jednostkowych wskaźników materiałów i surowców odniesione do 1 dm³ biopaliwa. Produktami ubocznymi powstającymi w całym procesie produkcji są: wytloki zawierające 8 – 10 % oleju, faza glicerynowa zawierająca 40 – 45 % czystej gliceryny. Są to cenne półprodukty do dalszego zagospodarowania. Metanol zastosowany w nadmiarze w procesie przemian estrowych jest oddestylowany z biopaliwa i odcieków glicerynowych, odwodniony i ponownie wykorzystany w procesie. Otrzymane w powyżej opisanym procesie biopaliwo rzepakowe może być z powodzeniem stosowane do zasilania silników wysokoprężnych w:

- autobusach;
- samochodach ciężarowych;
- samochodach dostawczych;
- samochodach osobowych;
- ciągnikach rolniczych;
- kombajnach;
- innych maszynach i urządzeniach.

10.1.3. Wpływ na środowisko.

Biodiesel jest paliwem przyjaznym środowisku i spala się znacznie czystiej niż paliwa konwencjonalne, nawet te spełniające najnowsze normy dotyczące składu chemicznego⁴³. Ocena ilości zanieczyszczeń emitowanych przez silniki zasilane

⁴² Grzybek A., 2002. Wytwarzanie biopaliwa rzepakowego w Polsce, Czysta Energia, Abrys, Poznań luty 2002.

⁴³ www.rybacki.pl
Co to jest biodiesel?

biodieselem jest trudna, gdyż proces spalania zależy w dużej mierze od konstrukcji silnika. Duża ilość badań przeprowadzonych na silnikach zasilanych paliwem estrowym pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, że spalanie tych paliw wiąże się ze znacznym zmniejszeniem emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Dla przykładu spaliny emitowane przez silnik zasilany paliwem estrowym w porównaniu z olejem napędowym charakteryzują się:

- niższym zadymieniem (mniejsza zawartość sadzy) o ok. 50-80%;
- niższą zawartością CO i HC (do 40%);
- niższą zawartością cząstek stałych o 10-60%;
- znacznie niższą emisją CO₂ (15% ilości emitowanej przy spalaniu ON), emitowana podczas spalania estrów ilość CO₂ jest podobna do ilości absorbowanej przez rzepak podczas wzrostu (zamknięty obieg dwutlenku węgla w przyrodzie);
- bliska zeru zawartość SO₂ wynikająca z faktu, że paliwo estrowe praktycznie nie zawiera siarki;
- spadkiem zawartości związków kancerogennych (benzenu i innych rakotwórczych substancji poliaromatycznych);
- wyższą zawartością aldehydów;
- zwiększoną emisją związków azotu o ok. 17% co wynika z obecności tlenu związanego w grupie estrowej, poprawiającego proces spalania i zmniejszającego zadymienie spalin;
- emitowane cząstki stałe mają mniej sadzy, ale z powodu wyższej temperatury wrzenia paliwa estrowego, mają cięższe składniki, cząstki są mniejsze i łatwiej wnikają do płuc.

Oprócz tego paliwo estrowe charakteryzuje się bardzo dużą biodegradowalnością (95% w ciągu 24 dni, podczas gdy olej napędowy rozkłada się tylko w 70%)⁴⁴. W przypadku przedostania się do gruntu lub wody nie powoduje skażenia. Duża biodegradowalność wynika z prostej budowy cząsteczki estru metylowego (prosty łańcuch węglowy z dwoma atomami tlenu na jednym końcu). Tradycyjne paliwa ropopochodne zawierają mniej tlenu oraz stanowią bardzo skomplikowane mieszaniny węglowodorów z wielokrotnymi wiązaniami podwójnymi a także łańcuchami cyklicznymi. Taka skomplikowana struktura cząsteczkowa decyduje o ich niskiej biodegradowalności oraz niejednokrotnie dużej toksyczności.

Wytwarzanie oraz używanie paliwa rzepakowego do napędzania silników wiąże się też ze zmniejszeniem emisji par węglowodorów. Procesom przeładunku, magazynowania i dystrybucji produktów naftowych towarzyszy ich parowanie. Jest ono uzależnione od temperatury przeładowywanego produktu, temperatury panującej wewnątrz zbiornika, rodzaju zbiornika magazynowego i intensywności mieszania występującego podczas przeładunku. Im większa jest skala procesu, tym większe jest parowanie. Pary produktów naftowych, a głównie benzyn, powodują negatywne skutki dla środowiska. Paliwo estrowe, ze względu na wysoką temperaturę wrzenia, nie stanowi zagrożenia dla środowiska związanego z emisją par do atmosfery.

Należy podkreślić, że ze względu na emisję dwutlenku węgla przez silnik, zastosowanie paliw roślinnych jest szczególnie korzystne, gdyż nie powoduje wzrostu dwutlenku węgla w atmosferze. Zastąpienie 1 litra oleju napędowego paliwem roślinnym umożliwia zmniejszenie emisji dwutlenku węgla o 3,24 kg, a po uwzględnieniu dodatkowej emisji innego gazu cieplarnianego podtlenku azotu N₂O, wynikającej z rozkładu nawozów sztucznych w glebie, całkowity efekt redukcji gazów cieplarnianych wyrażony zastępczą emisją dwutlenku węgla wynosi 3,18 kg. Dlatego często sądzi się, że paliwa te są neutralne ze względu na CO₂, i uważa się, że wpływają one na efekt cieplarniany co najmniej 4 razy wolniej niż olej napędowy.

Oszacowanie całłościowych efektów w zakresie emisji dwutlenku węgla związanych z zastosowaniem biopaliw nie jest łatwe i jednoznaczne. Przyjmowana w tym zakresie neutralność ekologiczna może być słuszna tylko przy dokonywaniu porównań skutków spalania paliw kopalnych i roślinnych w części odnoszącej się do silnika,

⁴⁴ www.rybacki.pl
Co to jest biodiesel?

lub zastosowaniu tłuszczu odpadowego jako surowca do produkcji biodiesela. Jednak może podlegać ona weryfikacji, w przypadku uwzględniania również emisji CO₂ związanej z uprawą rzepaku, transportem i przeróbką nasion. Produkcja nawozów i środków ochrony roślin, podobnie jak uprawa, transport i przeróbka rzepaku łączy się z zużyciem znacznej ilości energii pochodzącej z kopalin, czemu towarzyszy emisja dwutlenku węgla do atmosfery. Poza tym dwutlenek węgla to tylko jeden z gazów cieplarnianych emitowanych do atmosfery w całym cyklu produkcyjnym. Dodatkowy negatywny wpływ może wywierać w tym kontekście N₂O, wytwarzany w produkcji rolniczej, a nie powstający w znaczących ilościach podczas produkcji oleju napędowego. W sumie pozytywny efekt zmniejszania emisji dwutlenku węgla podczas spalania biopaliw w silniku ulega istotnemu osłabieniu. Według niektórych szacunków tylko 55% CO₂ wytwarzanego podczas spalania paliw kopalnych może być wyeliminowane. Tak więc, jeśli np. 6% oleju napędowego będzie zastąpione biodieslem, to możliwe będzie uzyskanie całkowitej redukcji dwutlenku węgla o ok. 3,3%.

10.1.4. Obecny poziom zastosowania.

Aktualnie biopaliwa w tym biodiesel są powszechnie stosowane i dostępne na wielu stacjach benzynowych w województwie łódzkim. Biodiesel oznaczony jest jako BIO 100. Jest to paliwo odnawialne produkowane z olejów roślinnych (głównie oleju rzepakowego) przeznaczone dla pojazdów z silnikiem diesla. Spełnia wszelkie wymagania określone w normie PN-EN 14214 obowiązującej zarówno w Polsce jak i w innych krajach Unii Europejskiej. BIO100 można stosować jako samoistne paliwo lub w mieszaninie z konwencjonalnym olejem napędowym⁴⁵. BIO 100 może służyć do zasilania silników wysokoprężnych w: autobusach, samochodach ciężarowych, samochodach dostawczych, samochodach osobowych, ciągnikach rolniczych, kombajnach, innych maszynach i urządzeniach. BIO100 produkowany jest wyłącznie z oleju rzepakowego i posiada najlepsze właściwości spośród wszystkich rodzajów estrów. Parametry BIO100 są zgodne z wspomnianą normą oraz spełniają wymagania jakościowe rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2009 r. Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą powyższe wymagania.

Tabela 33: Wymagania ogólne dla paliwa BIO100 na podstawie normy PN-EN 14214.

Właściwości	Jednostka	Zakresy	
		Minimum	Maksimum
Zawartość estrów metylowych kwasów tłuszczowych (FAME) ¹⁾	% (m/m)	96,5	
Gęstość w temperaturze 15 stopni C	kg/m ³	860	900
Lepkość w temperaturze 40 stopni C ²⁾	mm ² /s	3,50	5,00
Temperatura zapłonu	stopnie C	101	-
Zawartość siarki	mg/kg	-	10,0
Pozostałość po koksowaniu (z 10% pozostałości destylacyjnej)	% (m/m)	-	0,30
Liczba cetanowa		51,0	-
Zawartość popiołu siarczanowego	% (m/m)	-	0,02
Zawartość wody	mg/kg	-	500
Zawartość zanieczyszczeń stałych	mg/kg	-	24
Badanie działania korodującego na miedzi (30 h w temperaturze 50 stopni C)	stopień korozji	stopień korozji 1	

⁴⁵ www.e-biopliva.pl

Stabilność oksydacyjna w temperaturze 110 stopni C	h	6,0	-
Liczba kwasowa	mg KOH/g	-	0,50
Liczba jodowa	g jodu/100g	-	120
Zawartość estru metylowego kwasu linolenowego	% (m/m)	-	12,0
Zawartość estrów metylowych kwasów polienowych (zawierających nie mniej niż cztery wiązania podwójne)	% (m/m)		1,0
Zawartość alkoholu metylowego	% (m/m)	-	0,20
Zawartość monoacylogliceroli	% (m/m)	-	0,80
Zawartość diacylogliceroli	% (m/m)	-	0,20
Zawartość triacylogliceroli	% (m/m)	-	0,20
Zawartość wolnego glicerolu	% (m/m)	-	0,02
Zawartość ogólnego glicerolu	% (m/m)	-	0,25
Zawartość metali grupy I (Na + K)	mg/kg	-	5,0
Zawartość metali grupy II (Ca + Mg)	mg/kg	-	5,0
Zawartość fosforu	mg/kg	-	10,0
Temperatura zablokowania zimnego filtru (CFPP)	stopnie C	-	0 ³⁾ ; -10 ⁴⁾ ; -20 ⁵⁾
<p>1) Dopuszcza się także stosowanie dodatków uszlachetniających w celu polepszenia właściwości eksploatacyjnych. Zapobiec pogarszaniu się dynamiki pojazdu i zapewnić stabilną pracę układu oczyszczania spalin, zaleca się stosowanie odpowiedniej ilości właściwych dodatków do paliw. Można stosować również inne środki techniczne powodujące te same skutki.</p> <p>2) Jeżeli CFPP jest nie wyższa niż - 20 stopni C, lepkość oznaczona temperaturze -20 stopni C nie powinna być wyższa niż 48 mm²/s.</p> <p>3) Dla okresu letniego trwającego od dnia 16 kwietnia do dnia 30 września.</p> <p>4) Dla okresu przejściowego trwającego od dnia 1 marca do 15 kwietnia oraz od dnia 1 października do dnia 15 listopada.</p> <p>5) Dla okresu zimowego trwającego od dnia 16 listopada do końca lutego.</p>			

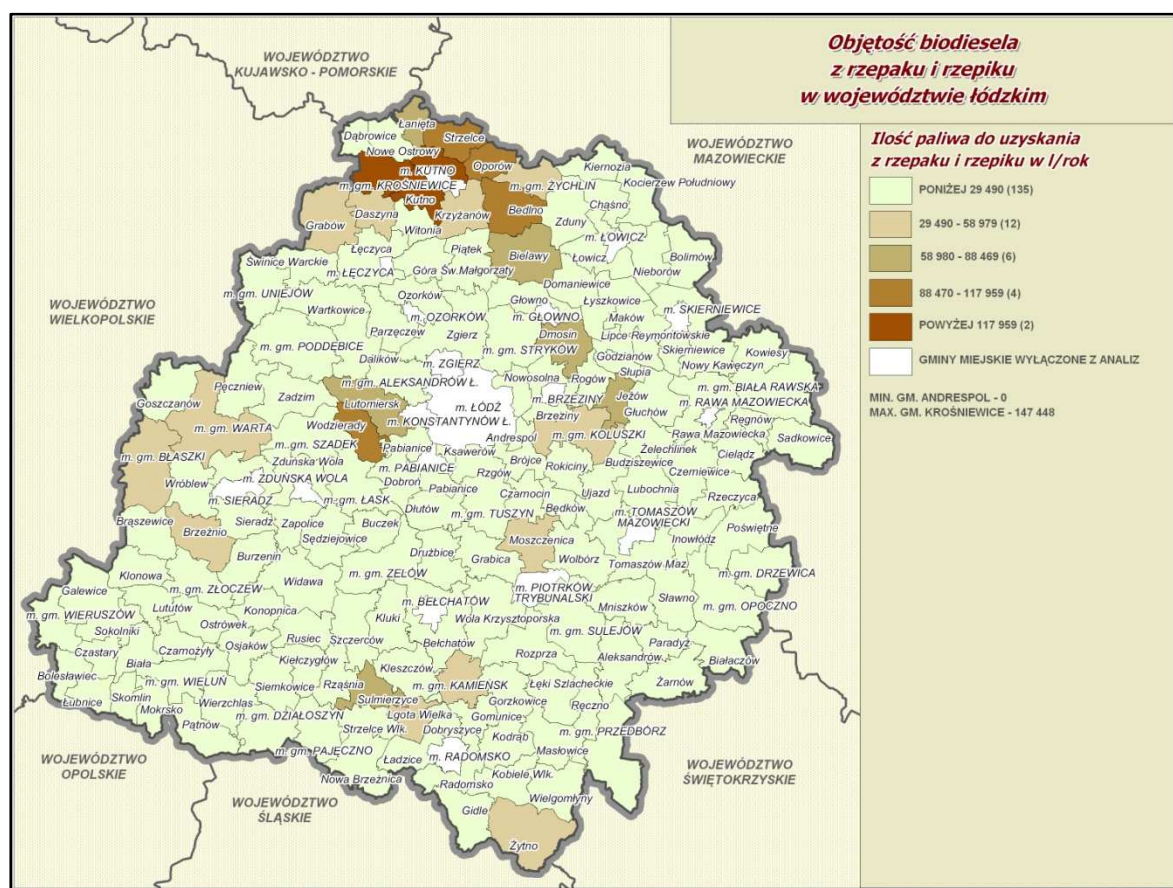
Źródło: www.e-biopaliwa.pl

BIO 100 jest paliwem przeznaczonym do zasilania samochodów z silnikiem diesla. Zazwyczaj jest stosowany jako samoistne paliwo lub w mieszaninie z olejem napędowym. Według badań stosowanie paliwa nie powoduje uszkodzeń żadnych z podzespołów silnika. Sugerowana jest jedynie częstsza wymiana filtra paliwa.

10.1.5. Potencjał techniczny upraw rzepaku i rzepiku dla gmin województwa łódzkiego.

Potencjał techniczny dla źródła energii odnawialnej jakim jest biodiesel pozyskiwany z upraw rzepaku i rzepiku ustalono posługując się wzorami zawartymi w opisanej wcześniej metodyce. Obliczenia zostały oparte na areale upraw dwóch roślin oraz określonych wartościach stałych charakterystycznych dla procesu produkcji biodiesla i jego wykorzystania. W pierwszym etapie obliczono wielkość objętości w litrach biopaliwa jaką można uzyskać z danego areалу występującego w gminach województwa łódzkiego, na podstawie danych z Powszechnego Spisu Rolnego 2002. Drugi etap obliczeń obejmował wyznaczenie potencjału technicznego w jednostkach porównywalnych z innymi biopaliwami. Poniżej zawarto dwie mapy i dwie tabele zawierające odpowiednio wyliczoną objętość biopaliwa jak i ilość energii jaką można potencjalnie z niego uzyskać.

Mapa 12: Objętość biodiesela z rzepaku i rzepiku w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 34: Objętość biodiesela z rzepaku i rzepiku w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _{rz} areał przeznaczony pod uprawy rzepaku i rzepiku	P _{rz} plon ziarna rzepaku i rzepiku z ha	Część plonu ziarna możliwa do przeznaczenia na produkcję biodiesela	Wydajność produkcji	V _{Biodiesel [I]} - możliwa do uzyskania objętość biodiesela
		[ha]	[t/ha]	[%]	[l/t]	[l]
1	Aleksandrów	41,20	2,5	0,487	320	16 052
2	Aleksandrów Łódzki	1,01	2,5	0,487	320	393
3	Andrespol	0,00	2,5	0,487	320	0
4	Bedlno	237,43	2,5	0,487	320	92 503
5	Bełchatów	0,00	2,5	0,487	320	0
6	Będków	3,00	2,5	0,487	320	1 169
7	Biała	0,04	2,5	0,487	320	16
8	Biała Rawska	3,20	2,5	0,487	320	1 247
9	Białaczów	0,00	2,5	0,487	320	0
10	Bielawy	179,15	2,5	0,487	320	69 797
11	Błaszki	99,26	2,5	0,487	320	38 672
12	Bolesławiec	15,36	2,5	0,487	320	5 984
13	Bolimów	0,00	2,5	0,487	320	0
14	Brąszewice	0,00	2,5	0,487	320	0
15	Brójce	0,10	2,5	0,487	320	39
16	Brzeziny	58,61	2,5	0,487	320	22 834
17	Brzeźnio	129,63	2,5	0,487	320	50 504
18	Buczek	38,70	2,5	0,487	320	15 078

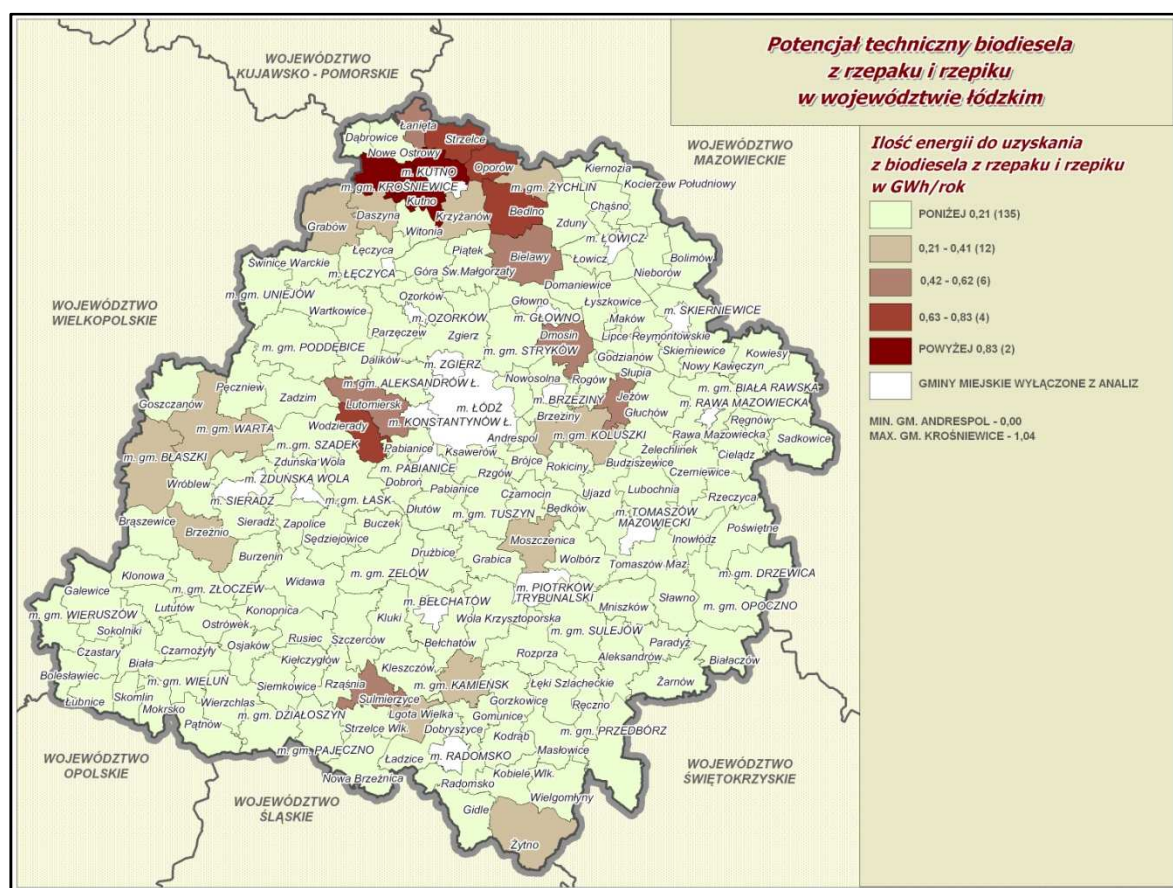
19	Budziszewice	2,20	2,5	0,487	320	857
20	Burzenin	2,00	2,5	0,487	320	779
21	Chąśno	0,00	2,5	0,487	320	0
22	Cielądz	3,10	2,5	0,487	320	1 208
23	Czarnocin	0,00	2,5	0,487	320	0
24	Czarnożyły	38,20	2,5	0,487	320	14 883
25	Czastary	0,00	2,5	0,487	320	0
26	Czerniewice	0,90	2,5	0,487	320	351
27	Dalików	17,22	2,5	0,487	320	6 709
28	Daszyna	84,24	2,5	0,487	320	32 820
29	Dąbrowice	59,08	2,5	0,487	320	23 018
30	Dłutów	0,00	2,5	0,487	320	0
31	Dmosin	188,50	2,5	0,487	320	73 440
32	Dobroń	0,00	2,5	0,487	320	0
33	Dobryszyc	6,00	2,5	0,487	320	2 338
34	Domaniewice	0,00	2,5	0,487	320	0
35	Drużbice	0,00	2,5	0,487	320	0
36	Drzewica	2,15	2,5	0,487	320	838
37	Działoszyn	7,14	2,5	0,487	320	2 782
38	Galewice	0,35	2,5	0,487	320	136
39	Gidle	0,00	2,5	0,487	320	0
40	Głowno	10,00	2,5	0,487	320	3 896
41	Głuchów	0,00	2,5	0,487	320	0
42	Godzianów	0,00	2,5	0,487	320	0
43	Gomunice	0,00	2,5	0,487	320	0
44	Gorzkowice	0,00	2,5	0,487	320	0
45	Goszczanów	59,20	2,5	0,487	320	23 064
46	Góra Świętej Małgorzaty	7,00	2,5	0,487	320	2 727
47	Grabica	13,85	2,5	0,487	320	5 396
48	Grabów	116,44	2,5	0,487	320	45 365
49	Inowódz	3,43	2,5	0,487	320	1 336
50	Jezów	177,50	2,5	0,487	320	69 154
51	Kamieńsk	135,35	2,5	0,487	320	52 732
52	Kielczygłów	0,00	2,5	0,487	320	0
53	Kiernozia	1,00	2,5	0,487	320	390
54	Kleszczów	0,00	2,5	0,487	320	0
55	Klonowa	0,00	2,5	0,487	320	0
56	Kluki	0,00	2,5	0,487	320	0
57	Kobiele Wielkie	62,73	2,5	0,487	320	24 440
58	Kocierzew Południowy	0,20	2,5	0,487	320	78
59	Kodrąb	67,66	2,5	0,487	320	26 360
60	Koluszki	76,72	2,5	0,487	320	29 890
61	Konopnica	14,56	2,5	0,487	320	5 673
62	Kowiesy	10,60	2,5	0,487	320	4 130
63	Krośniewice	378,46	2,5	0,487	320	147 448
64	Krzyżanów	89,00	2,5	0,487	320	34 674
65	Ksawerów	0,00	2,5	0,487	320	0
66	Kutno	360,66	2,5	0,487	320	140 513
67	Lgota Wielka	86,18	2,5	0,487	320	33 576
68	Lipce Reymontowskie	0,00	2,5	0,487	320	0
69	Lubochnia	3,99	2,5	0,487	320	1 555
70	Lutomiersk	159,79	2,5	0,487	320	62 254

71	Lututów	0,00	2,5	0,487	320	0
72	Ładzice	35,89	2,5	0,487	320	13 983
73	Łanięta	184,53	2,5	0,487	320	71 893
74	Łask	41,90	2,5	0,487	320	16 324
75	Łęczycza	17,07	2,5	0,487	320	6 650
76	Łęki Szlacheckie	0,00	2,5	0,487	320	0
77	Łowicz	0,00	2,5	0,487	320	0
78	Łubnice	37,15	2,5	0,487	320	14 474
79	Łyszkowice	0,00	2,5	0,487	320	0
80	Maków	2,10	2,5	0,487	320	818
81	Masłowice	0,00	2,5	0,487	320	0
82	Mniszków	3,10	2,5	0,487	320	1 208
83	Mokrsko	0,50	2,5	0,487	320	195
84	Moszczenica	76,86	2,5	0,487	320	29 945
85	Nieborów	0,20	2,5	0,487	320	78
86	Nowa Brzeźnica	28,15	2,5	0,487	320	10 967
87	Nowe Ostrowy	73,97	2,5	0,487	320	28 819
88	Nowosolna	15,00	2,5	0,487	320	5 844
89	Nowy Kawęczyn	10,90	2,5	0,487	320	4 247
90	Opoczno	8,53	2,5	0,487	320	3 323
91	Oporów	284,16	2,5	0,487	320	110 709
92	Osjaków	0,00	2,5	0,487	320	0
93	Ostrówek	0,00	2,5	0,487	320	0
94	Ozorków	71,50	2,5	0,487	320	27 856
95	Pabianice	2,25	2,5	0,487	320	877
96	Pajęczno	11,91	2,5	0,487	320	4 640
97	Paradyż	0,00	2,5	0,487	320	0
98	Parzęczew	33,70	2,5	0,487	320	13 130
99	Pątnów	0,00	2,5	0,487	320	0
100	Pęczniew	11,90	2,5	0,487	320	4 636
101	Piątek	14,70	2,5	0,487	320	5 727
102	Poddębice	4,68	2,5	0,487	320	1 823
103	Poświętne	1,85	2,5	0,487	320	721
104	Przedbórz	0,00	2,5	0,487	320	0
105	Radomsko	1,21	2,5	0,487	320	471
106	Rawa Mazowiecka	55,67	2,5	0,487	320	21 689
107	Regnów	2,00	2,5	0,487	320	779
108	Ręczno	10,03	2,5	0,487	320	3 908
109	Rogów	49,22	2,5	0,487	320	19 176
110	Rokiciny	17,73	2,5	0,487	320	6 908
111	Rozprza	3,80	2,5	0,487	320	1 480
112	Rusiec	1,33	2,5	0,487	320	518
113	Rząśnia	32,45	2,5	0,487	320	12 643
114	Rzeczyca	2,00	2,5	0,487	320	779
115	Rzgów	1,30	2,5	0,487	320	506
116	Sadkowice	28,72	2,5	0,487	320	11 189
117	Sędziejowice	31,14	2,5	0,487	320	12 132
118	Siemkowice	1,52	2,5	0,487	320	592
119	Sieradz	3,90	2,5	0,487	320	1 519
120	Skierniewice	4,81	2,5	0,487	320	1 874
121	Skomlin	9,84	2,5	0,487	320	3 834
122	Sławno	0,10	2,5	0,487	320	39

123	Słupia	0,00	2,5	0,487	320	0
124	Sokolniki	0,75	2,5	0,487	320	292
125	Stryków	2,88	2,5	0,487	320	1 122
126	Strzelce	238,68	2,5	0,487	320	92 990
127	Strzelce Wielkie	10,04	2,5	0,487	320	3 912
128	Sulejów	8,25	2,5	0,487	320	3 214
129	Sulmierzyce	220,47	2,5	0,487	320	85 895
130	Szadek	32,19	2,5	0,487	320	12 541
131	Szczerców	10,32	2,5	0,487	320	4 021
132	Świnice Warckie	28,35	2,5	0,487	320	11 045
133	Tomaszów Mazowiecki	2,50	2,5	0,487	320	974
134	Tuszyń	30,80	2,5	0,487	320	12 000
135	Ujazd	11,27	2,5	0,487	320	4 391
136	Uniejów	3,70	2,5	0,487	320	1 442
137	Warta	107,80	2,5	0,487	320	41 999
138	Wartkowice	0,00	2,5	0,487	320	0
139	Widawa	4,10	2,5	0,487	320	1 597
140	Wielgomłyn	70,00	2,5	0,487	320	27 272
141	Wieluń	25,40	2,5	0,487	320	9 896
142	Wieruszów	0,00	2,5	0,487	320	0
143	Wierzchnas	0,00	2,5	0,487	320	0
144	Witonia	27,41	2,5	0,487	320	10 679
145	Wodzierady	228,40	2,5	0,487	320	88 985
146	Wola Krzysztoporska	57,32	2,5	0,487	320	22 332
147	Wolbórz	59,25	2,5	0,487	320	23 084
148	Wróblew	62,99	2,5	0,487	320	24 541
149	Zadzim	0,00	2,5	0,487	320	0
150	Zapolice	42,53	2,5	0,487	320	16 570
151	Zduny	20,00	2,5	0,487	320	7 792
152	Zduńska Wola	0,00	2,5	0,487	320	0
153	Zelów	3,52	2,5	0,487	320	1 371
154	Zgierz	0,00	2,5	0,487	320	0
155	Złoczew	2,00	2,5	0,487	320	779
156	Żarnów	0,00	2,5	0,487	320	0
157	Żelechlinek	26,00	2,5	0,487	320	10 130
158	Żychlin	130,97	2,5	0,487	320	51 026
159	Żytno	150,00	2,5	0,487	320	58 440

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Mapa 13: Potencjał techniczny biodiesela z rzepaku i rzepiku w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 35: Potencjał techniczny biodiesela z rzepaku i rzepiku w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	V _{biodiesel} [l] - możliwa do uzyskania objętość biodiesela	Gęstość biodiesela	Wartość opałowa biodiesela	Sprawność spalania silnika diesela	E _{biodiesel} - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości biodiesela
		[l]	[kg/dm ³]	[GJ/kg]	[%]	[GWh]
1	Aleksandrów	16 052	0,88	0,036	0,8	0,11
2	Aleksandrów Łódzki	393	0,88	0,036	0,8	0,00
3	Andrespol	0	0,88	0,036	0,8	0,00
4	Bedlno	92 503	0,88	0,036	0,8	0,65
5	Bełchatów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
6	Będków	1 169	0,88	0,036	0,8	0,01
7	Biała	16	0,88	0,036	0,8	0,00
8	Biała Rawska	1 247	0,88	0,036	0,8	0,01
9	Białaczów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
10	Bielawy	69 797	0,88	0,036	0,8	0,49
11	Błaszki	38 672	0,88	0,036	0,8	0,27
12	Bolesławiec	5 984	0,88	0,036	0,8	0,04
13	Bolimów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
14	Brąszewice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
15	Brójce	39	0,88	0,036	0,8	0,00
16	Brzeziny	22 834	0,88	0,036	0,8	0,16
17	Brzeźno	50 504	0,88	0,036	0,8	0,36
18	Buczek	15 078	0,88	0,036	0,8	0,11

19	Budziszewice	857	0,88	0,036	0,8	0,01
20	Burzenin	779	0,88	0,036	0,8	0,01
21	Chąšno	0	0,88	0,036	0,8	0,00
22	Cielądz	1 208	0,88	0,036	0,8	0,01
23	Czarnocin	0	0,88	0,036	0,8	0,00
24	Czarnożyły	14 883	0,88	0,036	0,8	0,10
25	Czastary	0	0,88	0,036	0,8	0,00
26	Czerniewice	351	0,88	0,036	0,8	0,00
27	Dalików	6 709	0,88	0,036	0,8	0,05
28	Daszyna	32 820	0,88	0,036	0,8	0,23
29	Dąbrowice	23 018	0,88	0,036	0,8	0,16
30	Dłutów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
31	Dmosin	73 440	0,88	0,036	0,8	0,52
32	Dobroń	0	0,88	0,036	0,8	0,00
33	Dobryszyc	2 338	0,88	0,036	0,8	0,02
34	Domaniewice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
35	Drużbice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
36	Drzewica	838	0,88	0,036	0,8	0,01
37	Działoszyn	2 782	0,88	0,036	0,8	0,02
38	Galewice	136	0,88	0,036	0,8	0,00
39	Gidle	0	0,88	0,036	0,8	0,00
40	Głowno	3 896	0,88	0,036	0,8	0,03
41	Głuchów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
42	Godzianów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
43	Gomunice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
44	Gorzkowice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
45	Goszczanów	23 064	0,88	0,036	0,8	0,16
46	Góra Świętej Małgorzaty	2 727	0,88	0,036	0,8	0,02
47	Grabica	5 396	0,88	0,036	0,8	0,04
48	Grabów	45 365	0,88	0,036	0,8	0,32
49	Inowódz	1 336	0,88	0,036	0,8	0,01
50	Jeżów	69 154	0,88	0,036	0,8	0,49
51	Kamieńsk	52 732	0,88	0,036	0,8	0,37
52	Kielczygłów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
53	Kiernoza	390	0,88	0,036	0,8	0,00
54	Kleszczów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
55	Klonowa	0	0,88	0,036	0,8	0,00
56	Kluki	0	0,88	0,036	0,8	0,00
57	Kobiele Wielkie	24 440	0,88	0,036	0,8	0,17
58	Kocierzew Południowy	78	0,88	0,036	0,8	0,00
59	Kodrąb	26 360	0,88	0,036	0,8	0,19
60	Koluszki	29 890	0,88	0,036	0,8	0,21
61	Konopnica	5 673	0,88	0,036	0,8	0,04
62	Kowiesy	4 130	0,88	0,036	0,8	0,03
63	Krośniewice	147 448	0,88	0,036	0,8	1,04
64	Krzyżanów	34 674	0,88	0,036	0,8	0,24
65	Ksawerów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
66	Kutno	140 513	0,88	0,036	0,8	0,99
67	Lgota Wielka	33 576	0,88	0,036	0,8	0,24
68	Lipce Reymontowskie	0	0,88	0,036	0,8	0,00
69	Lubochnia	1 555	0,88	0,036	0,8	0,01
70	Lutomiersk	62 254	0,88	0,036	0,8	0,44

71	Lututów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
72	Ładzice	13 983	0,88	0,036	0,8	0,10
73	Łanięta	71 893	0,88	0,036	0,8	0,51
74	Łask	16 324	0,88	0,036	0,8	0,11
75	Łęczycza	6 650	0,88	0,036	0,8	0,05
76	Łęki Szlacheckie	0	0,88	0,036	0,8	0,00
77	Łowicz	0	0,88	0,036	0,8	0,00
78	Łubnice	14 474	0,88	0,036	0,8	0,10
79	Łyszkowice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
80	Maków	818	0,88	0,036	0,8	0,01
81	Masłowice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
82	Mniszków	1 208	0,88	0,036	0,8	0,01
83	Mokrsko	195	0,88	0,036	0,8	0,00
84	Moszczenica	29 945	0,88	0,036	0,8	0,21
85	Nieborów	78	0,88	0,036	0,8	0,00
86	Nowa Brzeźnica	10 967	0,88	0,036	0,8	0,08
87	Nowe Ostrowy	28 819	0,88	0,036	0,8	0,20
88	Nowosolna	5 844	0,88	0,036	0,8	0,04
89	Nowy Kawęczyn	4 247	0,88	0,036	0,8	0,03
90	Opoczno	3 323	0,88	0,036	0,8	0,02
91	Oporów	110 709	0,88	0,036	0,8	0,78
92	Osjaków	0	0,88	0,036	0,8	0,00
93	Ostrówek	0	0,88	0,036	0,8	0,00
94	Ozorków	27 856	0,88	0,036	0,8	0,20
95	Pabianice	877	0,88	0,036	0,8	0,01
96	Pajęczno	4 640	0,88	0,036	0,8	0,03
97	Paradyż	0	0,88	0,036	0,8	0,00
98	Parzęczew	13 130	0,88	0,036	0,8	0,09
99	Pątnów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
100	Pęczniew	4 636	0,88	0,036	0,8	0,03
101	Piątek	5 727	0,88	0,036	0,8	0,04
102	Poddębice	1 823	0,88	0,036	0,8	0,01
103	Poświętne	721	0,88	0,036	0,8	0,01
104	Przedbórz	0	0,88	0,036	0,8	0,00
105	Radomsko	471	0,88	0,036	0,8	0,00
106	Rawa Mazowiecka	21 689	0,88	0,036	0,8	0,15
107	Regnów	779	0,88	0,036	0,8	0,01
108	Ręczno	3 908	0,88	0,036	0,8	0,03
109	Rogów	19 176	0,88	0,036	0,8	0,13
110	Rokiciny	6 908	0,88	0,036	0,8	0,05
111	Rozprza	1 480	0,88	0,036	0,8	0,01
112	Rusiec	518	0,88	0,036	0,8	0,00
113	Rząśnia	12 643	0,88	0,036	0,8	0,09
114	Rzeczyca	779	0,88	0,036	0,8	0,01
115	Rzgów	506	0,88	0,036	0,8	0,00
116	Sadkowice	11 189	0,88	0,036	0,8	0,08
117	Sędziejowice	12 132	0,88	0,036	0,8	0,09
118	Siemkowice	592	0,88	0,036	0,8	0,00
119	Sieradz	1 519	0,88	0,036	0,8	0,01
120	Skierniewice	1 874	0,88	0,036	0,8	0,01
121	Skomlin	3 834	0,88	0,036	0,8	0,03
122	Sławno	39	0,88	0,036	0,8	0,00

123	Słupia	0	0,88	0,036	0,8	0,00
124	Sokolniki	292	0,88	0,036	0,8	0,00
125	Stryków	1 122	0,88	0,036	0,8	0,01
126	Strzelce	92 990	0,88	0,036	0,8	0,65
127	Strzelce Wielkie	3 912	0,88	0,036	0,8	0,03
128	Sulejów	3 214	0,88	0,036	0,8	0,02
129	Sulmierzyce	85 895	0,88	0,036	0,8	0,60
130	Szadek	12 541	0,88	0,036	0,8	0,09
131	Szczerców	4 021	0,88	0,036	0,8	0,03
132	Świnice Warckie	11 045	0,88	0,036	0,8	0,08
133	Tomaszów Mazowiecki	974	0,88	0,036	0,8	0,01
134	Tuszyn	12 000	0,88	0,036	0,8	0,08
135	Ujazd	4 391	0,88	0,036	0,8	0,03
136	Uniejów	1 442	0,88	0,036	0,8	0,01
137	Warta	41 999	0,88	0,036	0,8	0,30
138	Wartkowice	0	0,88	0,036	0,8	0,00
139	Widawa	1 597	0,88	0,036	0,8	0,01
140	Wielgomłyn	27 272	0,88	0,036	0,8	0,19
141	Wieluń	9 896	0,88	0,036	0,8	0,07
142	Wieruszów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
143	Wierzchnas	0	0,88	0,036	0,8	0,00
144	Witonia	10 679	0,88	0,036	0,8	0,08
145	Wodzierady	88 985	0,88	0,036	0,8	0,63
146	Wola Krzysztoporska	22 332	0,88	0,036	0,8	0,16
147	Wolbórz	23 084	0,88	0,036	0,8	0,16
148	Wróblew	24 541	0,88	0,036	0,8	0,17
149	Zadim	0	0,88	0,036	0,8	0,00
150	Zapolice	16 570	0,88	0,036	0,8	0,12
151	Zduny	7 792	0,88	0,036	0,8	0,05
152	Zduńska Wola	0	0,88	0,036	0,8	0,00
153	Zelów	1 371	0,88	0,036	0,8	0,01
154	Zgierz	0	0,88	0,036	0,8	0,00
155	Złoczew	779	0,88	0,036	0,8	0,01
156	Żarnów	0	0,88	0,036	0,8	0,00
157	Żelechlinek	10 130	0,88	0,036	0,8	0,07
158	Żychlin	51 026	0,88	0,036	0,8	0,36
159	Żytno	58 440	0,88	0,036	0,8	0,41

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Na podstawie wykonanych obliczeń należy stwierdzić, że gminami, które posiadają największy potencjał techniczny źródła odnawialnego w postaci biodiesla są:

1. gm. Krośnice - 1,04 GWh/rok = 147 448 litrów biopaliwa;
2. gm. Kutno - 0,99 GWh/rok = 140 513 litrów biopaliwa;
3. gm. Oporów - 0,78 GWh/rok = 110 709 litrów biopaliwa;
4. gm. Strzelce - 0,65 GWh/rok = 92 990 litrów biopaliwa;
5. gm. Bedno - 0,65 GWh/rok = 92 503 litrów biopaliwa;
6. gm. Wodzierady - 0,63 GWh/rok = 88 985 litrów biopaliwa.

10.1.6. Prognoza wykorzystania.

Biorąc pod uwagę wyznaczone potencjały techniczne dla upraw rzepaku i rzepiku w województwie łódzkim należy zauważyć, że są one stosunkowo niskie. Największego rozwoju w dziedzinie produkcji surowca w postaci ziaren rzepaku oraz samego biopaliwa należy spodziewać się w gminach: Krośnice, Kutno, Oporów, Strzelce, Bedno,

i Wodzierady. Obliczone potencjały są niewielkie ponieważ areał przeznaczony pod uprawę rzepaku i rzepiku w województwie łódzkim nie jest duży. Można powiedzieć, że ze względu na rolniczy charakter obszaru regionu łódzkiego największy potencjał biodiesla istnieje na terenach niewykorzystanych pod uprawy rzepaku i rzepiku. W obecnym stanie produkcja biopaliwa w ramach istniejącego, wyznaczonego potencjału może w małym fragmencie pokryć lokalne zapotrzebowanie.

10.2. Zboża i buraki cukrowe.

10.2.1. Opis źródła.

Zboża i buraki cukrowe mogą być wykorzystywane do produkcji bioalkoholi. Obecnie największe znaczenie wśród bioalkoholi wykorzystywanych do celów paliwowych ma etanol. Sposób jego otrzymywania polega na odwodnieniu alkoholu gorzelnianego, który zawiera 97,2% objętości etanolu. Adekwatnie jak biodiesel, etanol może być stosowany jako:

- paliwo napędowe – wiele koncernów samochodowych produkuje silniki przystosowane do spalania etanolu między innymi Ford, Fiat i Volkswagen;
- dodatek do benzyny – stanowi on składnik, który ulepsza proces spalania, redukuje emisję tlenków węgla, tlenków azotu, związków ołowiu i węglowodorów aromatycznych. Częściej spotyka się to drugie rozwiązanie. Etanol może być dodawany do paliwa bezpośrednio lub po przetworzeniu jako eter etylo-tetr-butylowy.

Aktualnie Polska jest jednym z większych producentów etanolu na skalę europejską. Ze względu na istniejące nadwyżki produkcyjne zboża, ziemniaków i melasy buraczanej, we wczesnych latach 90-tych w Polsce zaczęto produkcję paliwa z dodatkiem etanolu.

Drugim bioalkoholem wykorzystywanym jako biopaliwo jest metanol. Alkohol metylowy jest nazywany także alkoholem drzewnym. Jest to ciecz o wartości opałowej wynoszącej około 22 – 23 MJ/kg. Metanol w formie syntetycznej jest wytwarzany w procesie uwodornienia tlenku węgla, który zachodzi w temperaturze 300 – 400 stopni C pod podwyższonym ciśnieniem i w obecności katalizatora. Identycznie jak biodiesel i etanol, metanol może być dwójako wykorzystywany:

- paliwo napędowe;
- dodatek do benzyny.

Zastosowanie metanolu ma o wiele mniejsze znaczenie niż użycie etanolu o stosunkowo wyższej wartości energetycznej⁴⁶. Poza tym metanol podczas procesów spalania powoduje emisję toksycznego aldehydu mrówkowego i jest rzadko stosowany ze względu na rakotwórcze działanie. Dla metanolu upatruje się inne zastosowanie w ogniwach paliwowych gdzie jest przekształcany w wodór.

Bioetanol jest najczęściej używanym biopaliwem na świecie. Jest to alkohol etylowy o wzorze chemicznym C_2H_5OH stanowiący odpowiednik benzyny. Może on być używany jako paliwo w transporcie oraz surowiec w przemyśle chemicznym. Na świecie obserwuje się rosnącą produkcję bioetanolu. Aktualnie największymi producentami są: USA, Brazylia i Chiny. Alkohol etylowy może być produkowany z każdego cukru albo skrobi zbóż, które można poddać procesowi fermentacji. Może być również wytwarzany z lignocelulozowej biomasy. Główne surowce do produkcji bioetanolu to trzcina cukrowa w Brazylii i ziarna kukurydzy w Stanach Zjednoczonych. Produkcja bioetanolu to trzy procesy. Pierwszy z nich obejmuje hydrolizę cukrów wyższych do monomeru glukozy. Drugim procesem jest fermentacja glukozy do etanolu i dwutlenku węgla. Trzecim jest

⁴⁶ www.biomasa.org

Biopaliwa, red. P. Gradziuk, 2003

Odnawialne Źródła energii jako element rozwoju lokalnego, EC BREC/IBMER, 2003

M. Rogulska, Etanol – alternatywne paliwo pochodzenia rolniczego w: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii na szczeblu lokalnym – materiały seminaryjne, Poznań – Kraków – Warszawa 1999

proces termo-chemiczny, który polega na destylacji w celu otrzymania czystego alkoholu. Przy wytwarzaniu etanolu z lignocelulozy wymagana jest jeszcze obróbka wstępna.

Etanol jest bardzo atrakcyjnym paliwem alternatywnym, ponieważ jego produkcja jest oparta na odnawialnych zasobach biologicznych. Dzięki temu istnieje możliwość zmniejszenia emisji cząstek stałych przez silniki samochodowe. Bioetanol może zmniejszyć emisję CO₂ na dwa sposoby: poprzez zastąpienie paliw kopalnych, oraz poprzez recykling CO₂, który jest uwalniany podczas procesu spalania biopaliwa. Z gospodarczego punktu widzenia etanol zmniejsza deficyt handlowy i zapewnia bezpieczeństwo energetyczne.

Bioetanol posiada kilka zalet, które czynią go zdecydowanie lepszym paliwem od benzyny. Posiada on większą liczbę oktanową (108) niż benzyna (95 lub 98). Liczba oktanowa określa odporność na niekontrolowane spontaniczne spalanie paliwa dla silników o zapłonie iskrowym, co może powodować spalanie stukowe. Bioetanol ma wystarczającą wartość przeciwstukową aby zastąpić benzynę. Paliwo to posiada szersze granice palności oraz większe prędkości płomienia. Bioetanol charakteryzuje się także wyższym ciepłem parowania. Bioetanol posiada wady takie jak: niższą gęstość energetyczną niż benzyna, jest korozyjny, posiada niskie jasności płomienia, niższe ciśnienie pary, zdolność mieszania się z wodą i toksyczny wpływ na ekosystemy. W przypadku mieszaniny bioetanolu z benzyną obserwuje się wzrost emisji aldehydu octowego, wzrost ciśnienia i emisji par. W przypadku niepełnego spalania substancji organicznych do środowiska emitowane są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Są to związki odpowiedzialne za procesy nowotworowe.

Obecnie biopaliwa cieszą się wielkim zainteresowaniem i są wprowadzane na rynki paliwowe w wielu państwach na świecie. Postrzega się je jako potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych, poprawę bezpieczeństwa energetycznego oraz czynnik rozwoju obszarów wiejskich. Nadal prowadzone są badania, które dotyczą selekcji surowców i technologii produkcji biopaliwa. Większość dostępnych na rynku biopaliw jest produkowana z roślin bogatych w skrobię lub cukier. Stopniowo zwraca się uwagę na produkcję biopaliwa z innych surowców takich jak: trawy wieloletnie, drewno, makroglony, odpady leśne, rolne lub komunalne.

Biopaliwa są paliwami odnawialnymi, które pochodzą z surowców biologicznych. Należą do nich paliwa płynne oraz gazowe. Rozpatrując zalety biopaliw można podzielić je na sektory: ekonomiczny, środowiskowy i bezpieczeństwo energetyczne. Biopaliwa są atrakcyjną alternatywą w sektorze transportowym ponieważ oferują wiele korzyści technicznych i środowiskowych w stosunku do paliw kopalnych. Do bezpośrednich korzyści można zaliczyć:

- redukcję emisji gazów cieplarnianych;
- dywersyfikację w sektorze paliwowym;
- biodegradowalność;
- poprawę wydajności pojazdów;
- rozwój rynku produktów rolnych.

Do ekonomicznych skutków produkcji stosowania biopaliw można zaliczyć:

- zrównoważony rozwój;
- różnorodność paliwa;
- wzrost liczby miejsc pracy na wsi przy produkcji;
- zwiększenie podatku dochodowego;
- zwiększenie inwestycji w aktywa trwałe rozwoju rolnictwa;
- międzynarodową konkurencyjność.

Zwolennicy produkcji biopaliw uważają, że uprawa roślin energetycznych pozwala na rozwój terenów wiejskich poprzez wykorzystanie gruntów do produkcji biomasy. Dzięki tej produkcji możliwy będzie wzrost zatrudnienia i zamożności rolników na obszarach wiejskich krajów rozwijających się. Większe inwestycje w rolnictwie mogą przyczynić się do poprawy wydajności i efektywności produkcji. Produkcja bioetanolu ze zbóż niesie ze sobą korzyści uzyskiwania koproduktów w postaci pasz dla zwierząt. Biopaliwa mogą także równoważyć produkcję ekwiwalentów. Bezpieczeństwo energetyczne jest

postrzegane jako krajowe cele niezawodności dostaw, ograniczenie stosowania paliw kopalnych, łatwą dostępność dystrybucję krajową i odnawianie.

Kwestionuje się uzasadnienie, że biopaliwa przyczyniają się do redukcji emisji dwutlenku węgla. Uważa się, że produkcja biopaliw może doprowadzić do zmniejszenia bioróżnorodności biologicznej, utraty siedlisk, wzrostu cen żywności oraz rywalizacji o zasoby wodne. Produkcja biopaliw postrzegana jest jako zagrożenie dla wzrostu cen podstawowych artykułów żywnościowych. Biopaliwa uznaje się za neutralne w stosunku do emisji dwutlenku węgla. W rzeczywistości gazy cieplarniane mogą zostać emitowane podczas procesów produkcji samego biopaliwa. Według badań z ostatniego dziesięciolecia, zastąpienie benzyny lub oleju napędowego przez biopaliwa może doprowadzić do redukcji emisji gazów cieplarnianych o 31% w przypadku bioetanolu, 54% w przypadku biodiesla i 71% w przypadku etanolu celulozowego. Ostatnio obserwuje się wzrost cen żywności. Produkcja biopaliw pociąga za sobą wzrost cen surowców potrzebnych do ich produkcji, a także artykułów żywnościowych, które konkurują o grunty rolne. Zwiększenie produkcji biopaliw doprowadzi do znacznych zmian przeznaczenia gruntów bezpośrednio i pośrednio. W ten sposób może dojść do utraty gruntów, które stanowiły miejsce wiązania dwutlenku węgla w zamian pod uprawę roślin przeznaczonych do produkcji biopaliw. Ponadto, mogą pojawiać się lokalne konflikty o przeznaczenie gruntów pod uprawę roślin energetycznych.

10.2.2. Technologie wykorzystujące zboże i buraki cukrowe.

Etanol jako paliwo silnikowe był wykorzystywany już podczas produkcji pierwszych samochodów. Paliwo to może być stosowane do napędzania silników benzynowych. Charakteryzuje się czystym procesem spalania dzięki czemu pojazd nim napędzany emituje mniejszą ilość cząstek stałych, węglowodorów i tlenków węgla. Obecnie do wszystkich samochodów benzynowych bez problemów technicznych można tankować paliwo zawierające 5-10% etanolu. Przy zastosowaniu specjalnego konwertera można stosować dowolną mieszankę alkoholu i benzyny w stosunku od 0 do 100%. Nie istnieje potrzeba instalowania w pojeździe dodatkowego zbiornika. System zastosowany w samochodzie jest w pełni automatyczny i zaprogramowany⁴⁷. Oprogramowanie przetwarza dane z sondy lambda i czujnika temperatury. Po wykonaniu zamiany w samochodzie na etanol nie obserwuje się korozji ani większego zużycia elementów silnika niż przy stosowaniu paliw tradycyjnych. W rzeczywistości, w wielu przypadkach stwierdza się zwiększoną żywotność silnika przy zasilaniu alkoholowym, głównie z tego powodu, że etanol nie jest zanieczyszczony olejem silnikowym tak jak to może mieć miejsce przy zasilaniu benzynowym. Etanol charakteryzuje się lepszym chłodzeniem elementów silnika co dobrze wpływa na elementy konstrukcyjne silnika benzynowego. Zamontowanie konwertera w aucie benzynowym nie wiąże się z mechaniczną ingerencją w elementy silnika i jego osprzęt. Po przerobieniu auta na bioetanol nie obserwuje się zmian w pracy silnika ani w osiągach pojazdu. Poza tym biopaliwo BIO 85 przeznaczone jest do silników o zapłonie iskrowym fabrycznie przystosowanych do spalania biopaliwa etanolowego. Silniki tego rodzaju nie wykluczają stosowania tradycyjnej benzyny jako paliwa oraz mieszania jej z dowolną ilością BIO 85. Samochody tego typu nazywane są po polsku „elastycznymi” a z języka angielskiego jako „Flexible Fuel Vehicle” (FFV)⁴⁸. Producenci oznaczają tego typu samochody w umowny sposób. Samochody FFV charakteryzują się specjalną konstrukcją silnika, układu paliwowego i kontrolno – pomiarowego co wynika z innych właściwości jakimi odznacza się mieszanka etanolowa w stosunku do konwencjonalnej benzyny. Etanol w obecności wody jest bardziej korozyjny niż benzyna i może powodować niszczenie metalowych części silnika, z którymi ma kontakt. Oprócz tego w nowoczesnych samochodach wykorzystuje się coraz częściej niemetaliczne komponenty, również tworzywa sztuczne, które nie zawsze

⁴⁷ autonaetanol.com

⁴⁸ www.e-biopaliwa.pl

są kompatybilne z paliwem na bazie etanolu. Szczególnie wrażliwe mogą być elementy dozujące paliwo i układ zaworów cylindra. Innym czynnikiem wpływającym na konieczność przystosowania układu napędowego jest wyższa zawartość tlenu w mieszance paliwowej. Biopaliwo zawiera tlen związany w cząsteczkach etanolu, tym samym zmienia się stosunek pierwiastków (węgla, wodoru i tlenu) zawartych w paliwie. Inny udział procentowy pierwiastków powoduje zmianę przebiegu procesu spalania, wpływając jednocześnie na wartość energetyczną paliwa. Pojazdy z technologią FFV określają zawartość tlenu w paliwie i automatycznie dostosowują skład dozowanej mieszanki paliwa i powietrza oraz czas zapłonu w silniku. Wtedy cały proces spalania zachodzi prawidłowo i zapewnia poprawną pracę silnika, niwelując spadki mocy związane z inną wartością energetyczną paliwa BIO 85.

10.2.3. Wpływ na środowisko.

Każdy pojazd mechaniczny poruszając się i spalając paliwo emituje szkodliwe związki. Zazwyczaj są to tlenki węgla, organiczne związki lotne, tlenki azotu i dwutlenek węgla. Etanol, obok wodoru jest uważany za paliwo najbardziej przyjazne środowisku. Jako dodatek do paliw zawierający tlen powoduje zmniejszenie emisji tlenku węgla i toksycznych składników paliw takich jak benzen i cząstki stałe. Dwutlenek węgla będący produktem spalania etanolu nie zwiększa netto ogólnej zawartości tego gazu w atmosferze. Etanol wytwarzany jest z surowców roślinnych, które asymilują CO₂, zatem utlenianie etanolu stanowi jedynie element naturalnego obiegu węgla w przyrodzie. Analizy całkowitego zużycia energii na wytwarzanie etanolu uwzględniające energię zużywaną na produkcję nawozów, zabiegi agrotechniczne, transport surowców i produktu oraz przetwarzanie etanolu wskazują na dodatni efekt energetyczny tzn., że ilość energii zużyta na wytworzenie etanolu jest mniejsza od energii uzyskiwanej z jego spalania.

Jedną z zalet wykorzystania etanolu jako paliwa w pojazdach silnikowych jest duża redukcja zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym. Bioetanol spala się czysto i bez osadów, nie zostawia niepożądanych zapachów czy też dymu. Podczas spalania rozkłada się na wodę i dwutlenek węgla. Dodatkowo gdy używamy bioetanolu emisja dwutlenku węgla jest o 80% niższa niż przy spalaniu gazu, węgla lub oleju (paliw kopalnych). Główne pierwiastki zawarte w paliwach tradycyjnych to węgiel i wodór, bioetanol natomiast nie zawiera substancji toksycznych niebezpiecznych dla środowiska. Teoretycznie przy powszechnym zastosowaniu bioetanolu bilans dwutlenku węgla w środowisku mógłby wynosić zero przy założeniu stuprocentowego zasilania auta tym paliwem. Obecnie transport samochodowy obok energetyki jest głównym producentem dwutlenku węgla.

10.2.4. Obecny poziom zastosowania.

Obecnie biopaliwa w tym bioetanol są dostępne na wielu stacjach benzynowych w województwie łódzkim. Paliwo BIO 85 zawiera od 70% do 85% objętości bioetanolu w mieszaninie odpowiednio 15% - 30% benzyny. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 18 czerwca 2010 r. w sprawie sposobu oznakowania dystrybutorów używanych na stacjach paliwowych i stacjach zakładowych do biopaliw ciekłych (Dz.U. 2010 nr 122 poz. 830) stosowanym oznakowaniem w Polsce dla tego biopaliwa jest BIO85. W Europie to paliwo jest spotykane pod nazwą E85⁴⁹. Parametry jakościowe tego paliwa zostały określone Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2009 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz.U. 2009 nr 18 poz. 98). Dodatek benzyny na poziomie 15% do 30% wynika z konieczności poprawienia właściwości niskotemperaturowych. Wykorzystanie 100% etanolu byłoby utrudnione w niskich temperaturach w związku z tym, że mieszanka paliwowa odparowuje wolniej i nie tworzy optymalnej mieszanki z powietrzem. Benzyna polepsza właściwości paliwa i

⁴⁹ www.e-biopaliwa.pl

pozwała na zimny zapłon. Biopaliwo oznaczone BIO 85 może być stosowane tylko w specjalnie do tego przystosowanych pojazdach (Flexible Fuel Vehicles). Do aut z zastosowanym systemem FFV można tankować benzynę i paliwo BIO 85. Paliwo oznaczone jako BIO 85 obecnie stosowane jest w wybranych samochodach osobowych, autach wyścigowych i sportach motorowych.

Biopaliwo BIO85 powinno spełniać wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 22 stycznia 2009 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz.U. 2009 nr 18 poz. 98). Wymagania jakościowe dla benzyn silnikowych zawierających od 70% do 85% (obj.) bioetanolu stosowanych w pojazdach wyposażonych w silniki z zapłonem iskrowym przystosowane do spalania tego biopaliwa zamieszczono w tabeli poniżej.

Tabela 36: Wymagania jakościowe dla benzyn silnikowych zawierających od 70% do 85% (obj.) bioetanolu stosowanych w pojazdach wyposażonych w silniki z zapłonem iskrowym przystosowane do spalania tego biopaliwa.

Właściwości	Jednostka	Zakresy	
		Minimum	Maksimum
Badawcza liczba oktanowa, RON:		95,0	-
Motorowa liczba oktanowa, MON:		85,0	-
Zawartość siarki	mg/kg	-	10
Okres indukcyjny	minuty	360	-
Zawartość żywic obecnych (po przemyciu rozpuszczalnikiem)	mg/100 ml	-	5
Wygląd w temperaturze otoczenia, która nie może być niższa niż 15 stopni C		czysty i jasny, wolny od zawieszonych i wytrąconych zanieczyszczeń	
Zawartość alkoholi wyższych (C3 - C8)	% (V/V)	-	2,0
Zawartość metanolu	% (V/V)	-	1,0
Zawartość eterów (z 5 lub więcej atomami węgla)	% (V/V)	-	5,2
Zawartość fosforu	mg/l	niewykrywalny	
Zawartość wody	% (V/V)	-	0,3
Zawartość nieorganicznych chlorków	mg/l	-	1
pHe		6,5	9,5
Badanie działania korodującego na miedzi (3 h w temperaturze 50 stopni C)	stopień korozji	stopień korozji 1	
Zawartość kwasów w przeliczeniu na kwas octowy	% (m/m) mg/l	-	0,005 (40)
Zawartość etanolu i alkoholi wyższych	% (V/V)	75 ¹⁾ ; 70 ²⁾ ; 70 ³⁾	-
Zawartość benzyn silnikowych ^{4), 5)}	% (V/V)	14	22 ¹⁾ ; 30 ²⁾ ; 30 ³⁾
Prężność par	kPa	35,0 ¹⁾ ; 50,0 ²⁾ ; 50,0 ³⁾	60,0 ¹⁾ ; 100,0 ²⁾ ; 100,0 ³⁾
Temperatura końca destylacji	stopnie C	-	210
Pozostałość po destylacji	% (V/V)	-	2

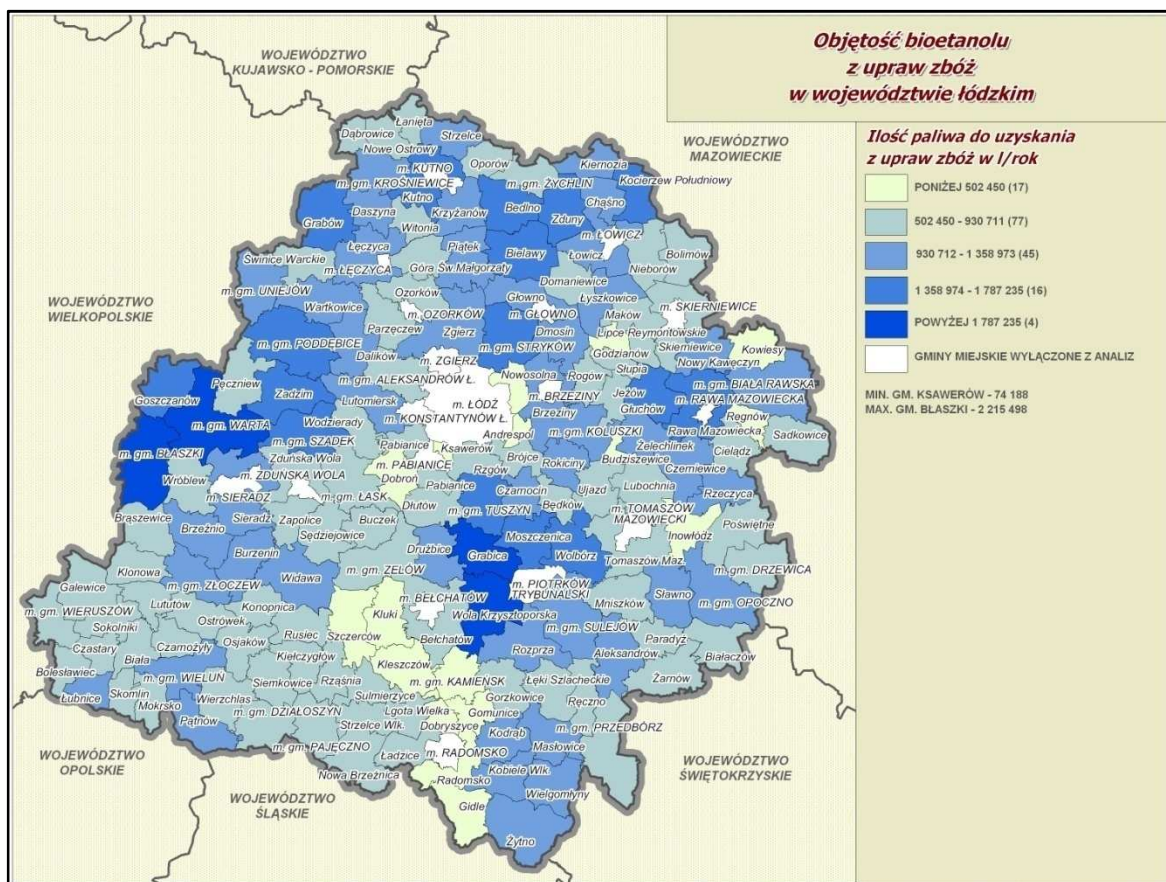
- 1) Dla okresu letniego trwającego od dnia 1 maja do dnia 30 września.
- 2) Dla okresu przejściowego trwającego od dnia 1 marca do dnia 30 kwietnia oraz od dnia 1 października do dnia 31 października.
- 3) Dla okresu zimowego trwającego od dnia 1 listopada do końca lutego.
- 4) Benzyny silnikowe wykorzystywane do komponowania powinny spełniać wymagania jakościowe określone w przepisach wydanych na podstawie art. 3 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz. U. Nr 169, poz. 1200, z późn. zm.). Bioetanol wykorzystywany do komponowania powinien spełniać wymagania jakościowe określone w przepisach wydanych na podstawie art. 22 ust. 6 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. Nr 169, poz. 1199, z późn. zm.).
- 5) Zawartość benzyn silnikowych (w procentach) jest określana jako różnica 100 oraz sumy zawartości wody i alkoholi (w procentach).

Źródło: www.e-biopaliwa.pl

10.2.5. Potencjał techniczny dla upraw zbóż i buraków cukrowych w gminach województwa łódzkiego.

Potencjał techniczny dla odnawialnego źródła energii jakim jest bioetanol z upraw zbóż i buraków cukrowych obliczono na podstawie wzorów zamieszczonych w rozdziale z metodyką szacowania zasobów energii oraz danych wejściowych z Powszechnego Spisu Rolnego 2002. Wcześniej obliczono tak jak w przypadku biodiesla objętość biopaliwa, jaka może być uzyskana z części upraw przeznaczonych na cele przemysłowe a dopiero następnie oszacowano ilość energii możliwą do pozyskania. Wykonane obliczenia i użyte współczynniki przedstawiono na poniższych czterech mapach i tabelach.

Mapa 14: Objętość bioetanolu z upraw zbóż w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 37: Objętość bioetanolu ze zbóż w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _{zb} areał przeznaczony pod uprawy zbóż	P _{zb} średni plon zbóż z ha	Część plonu ziarna możliwa do przeznaczenia na produkcję bioetanolu	Wydajność produkcji	V ^{bioetanol (zb)} [l] - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu
		[ha]	[t/ha]	[%]	[l/t]	[l]
1	Aleksandrów	4231,63	3,48	0,2	350	1 030 825
2	Aleksandrów Łódzki	2736,47	3,48	0,2	350	666 604
3	Andrespol	418,15	3,48	0,2	350	101 861
4	Bedlno	6845,53	3,48	0,2	350	1 667 571
5	Bełchatów	3299,27	3,48	0,2	350	803 702
6	Będków	2908,67	3,48	0,2	350	708 552
7	Biała	3087,54	3,48	0,2	350	752 125
8	Biała Rawska	4114,81	3,48	0,2	350	1 002 368
9	Białaczów	2612,47	3,48	0,2	350	636 398
10	Bielawy	5746,21	3,48	0,2	350	1 399 777
11	Błaszki	9094,82	3,48	0,2	350	2 215 498
12	Bolesławiec	2975,61	3,48	0,2	350	724 859
13	Bolimów	3058,31	3,48	0,2	350	745 004
14	Brąszewice	2971,57	3,48	0,2	350	723 874
15	Brójce	3344,72	3,48	0,2	350	814 774
16	Brzeziny	4458,45	3,48	0,2	350	1 086 078
17	Brzeźno	4916	3,48	0,2	350	1 197 538
18	Buczek	2768,06	3,48	0,2	350	674 299
19	Budziszewice	1990,84	3,48	0,2	350	484 969
20	Burzenin	4350,83	3,48	0,2	350	1 059 862
21	Chąśno	4748,2	3,48	0,2	350	1 156 662
22	Cielądz	3789,67	3,48	0,2	350	923 164
23	Czarnocin	4309,45	3,48	0,2	350	1 049 782
24	Czarnożyły	2446,66	3,48	0,2	350	596 006
25	Czastary	2764,6	3,48	0,2	350	673 457
26	Czerniewice	5069,64	3,48	0,2	350	1 234 964
27	Dalików	4611,29	3,48	0,2	350	1 123 310
28	Daszyna	3858,5	3,48	0,2	350	939 931
29	Dąbrowice	2424,89	3,48	0,2	350	590 703
30	Dłutów	2631,84	3,48	0,2	350	641 116
31	Dmosin	5183,24	3,48	0,2	350	1 262 637
32	Dobroń	1760,7	3,48	0,2	350	428 907
33	Dobryczyce	1568,36	3,48	0,2	350	382 052
34	Domaniewice	3393,22	3,48	0,2	350	826 588
35	Drużbice	3861,6	3,48	0,2	350	940 686
36	Drzewica	2836,23	3,48	0,2	350	690 906
37	Działoszyn	3607,98	3,48	0,2	350	878 904
38	Galewice	3009,8	3,48	0,2	350	733 187
39	Gidle	1322,7	3,48	0,2	350	322 210
40	Głowno	4361,19	3,48	0,2	350	1 062 386
41	Głuchów	6295,44	3,48	0,2	350	1 533 569
42	Godzianów	2670,15	3,48	0,2	350	650 449
43	Gomunice	793,76	3,48	0,2	350	193 360
44	Gorzkowice	3775,34	3,48	0,2	350	919 673
45	Goszczanów	6109,83	3,48	0,2	350	1 488 355
46	Góra Świętej Małgorzaty	2813,15	3,48	0,2	350	685 283

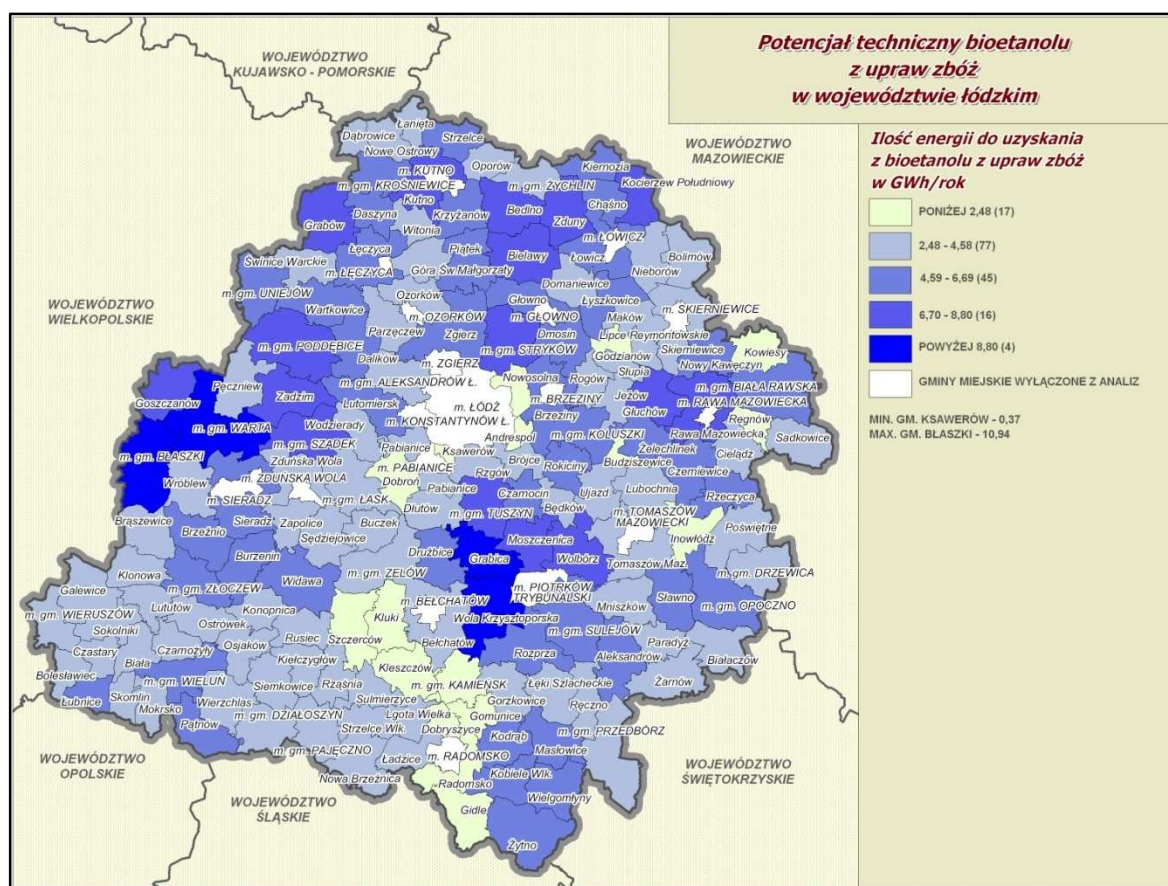
47	Grabica	7663,16	3,48	0,2	350	1 866 746
48	Grabów	6134,89	3,48	0,2	350	1 494 459
49	Inowódz	981,23	3,48	0,2	350	239 028
50	Jeżów	3186,32	3,48	0,2	350	776 188
51	Kamieńsk	1592,02	3,48	0,2	350	387 816
52	Kielczygłów	2922,12	3,48	0,2	350	711 828
53	Kiernozia	3856,07	3,48	0,2	350	939 339
54	Kleszczów	1759,78	3,48	0,2	350	428 682
55	Klonowa	3066,39	3,48	0,2	350	746 973
56	Kluki	1016,16	3,48	0,2	350	247 537
57	Kobiele Wielkie	3842,34	3,48	0,2	350	935 994
58	Kocierzew Południowy	6206,42	3,48	0,2	350	1 511 884
59	Kodrąb	3899,19	3,48	0,2	350	949 843
60	Koluszki	3964,57	3,48	0,2	350	965 769
61	Konopnica	2689,73	3,48	0,2	350	655 218
62	Kowiesy	1656,11	3,48	0,2	350	403 428
63	Krośniewice	5325,85	3,48	0,2	350	1 297 377
64	Krzyżanów	4335,44	3,48	0,2	350	1 056 113
65	Ksawerów	304,55	3,48	0,2	350	74 188
66	Kutno	6007,72	3,48	0,2	350	1 463 481
67	Lgota Wielka	3473,24	3,48	0,2	350	846 081
68	Lipce Reymontowskie	2001,91	3,48	0,2	350	487 665
69	Lubochnia	2995,74	3,48	0,2	350	729 762
70	Lutomiersk	4387,83	3,48	0,2	350	1 068 875
71	Lututów	3496,43	3,48	0,2	350	851 730
72	Ładzice	2391,11	3,48	0,2	350	582 474
73	Łanięta	2970,09	3,48	0,2	350	723 514
74	Łask	3632,96	3,48	0,2	350	884 989
75	Łęczycza	4970,86	3,48	0,2	350	1 210 901
76	Łęki Szlacheckie	3019,79	3,48	0,2	350	735 621
77	Łowicz	5051,64	3,48	0,2	350	1 230 580
78	Łubnice	3955,56	3,48	0,2	350	963 574
79	Łyszkowice	4161,01	3,48	0,2	350	1 013 622
80	Maków	2654,73	3,48	0,2	350	646 692
81	Masłowice	4312,07	3,48	0,2	350	1 050 420
82	Mniszków	3598,19	3,48	0,2	350	876 519
83	Mokrsko	3622,63	3,48	0,2	350	882 473
84	Moszczenica	6088,99	3,48	0,2	350	1 483 278
85	Nieborów	2507,47	3,48	0,2	350	610 820
86	Nowa Brzeźnica	2488,74	3,48	0,2	350	606 257
87	Nowe Ostrowy	2370,49	3,48	0,2	350	577 451
88	Nowosolna	1505,5	3,48	0,2	350	366 740
89	Nowy Kawęczyn	3995,53	3,48	0,2	350	973 311
90	Opoczno	5489,95	3,48	0,2	350	1 337 352
91	Oporów	3656,43	3,48	0,2	350	890 706
92	Osjaków	2609,3	3,48	0,2	350	635 625
93	Ostrówek	2904,55	3,48	0,2	350	707 548
94	Ozorków	3187,69	3,48	0,2	350	776 521
95	Pabianice	3193,23	3,48	0,2	350	777 871
96	Pajęczno	2947,71	3,48	0,2	350	718 062
97	Paradyż	3730,8	3,48	0,2	350	908 823
98	Parzęczew	3648,4	3,48	0,2	350	888 750

99	Pątnów	4074,25	3,48	0,2	350	992 487
100	Pęczniew	3544,51	3,48	0,2	350	863 443
101	Piątek	4264,89	3,48	0,2	350	1 038 927
102	Poddębice	7233,1	3,48	0,2	350	1 761 983
103	Poświętne	2472,61	3,48	0,2	350	602 328
104	Przedbórz	2441,07	3,48	0,2	350	594 645
105	Radomsko	1749,02	3,48	0,2	350	426 061
106	Rawa Mazowiecka	6029,81	3,48	0,2	350	1 468 862
107	Regnów	2045,53	3,48	0,2	350	498 291
108	Ręczno	2370,23	3,48	0,2	350	577 388
109	Rogów	2682,57	3,48	0,2	350	653 474
110	Rokiciny	4062,79	3,48	0,2	350	989 696
111	Rozprza	5351,04	3,48	0,2	350	1 303 513
112	Rusiec	3471,44	3,48	0,2	350	845 643
113	Rząśnia	2763,27	3,48	0,2	350	673 133
114	Rzeczyca	4711,35	3,48	0,2	350	1 147 685
115	Rzgów	2915,45	3,48	0,2	350	710 204
116	Sadkowice	2522,72	3,48	0,2	350	614 535
117	Sędziejowice	3480,18	3,48	0,2	350	847 772
118	Siemkowice	2663,07	3,48	0,2	350	648 724
119	Sieradz	4373,24	3,48	0,2	350	1 065 321
120	Skierniewice	3419,29	3,48	0,2	350	832 939
121	Skomlin	2749,09	3,48	0,2	350	669 678
122	Sławno	4302,01	3,48	0,2	350	1 047 970
123	Słupia	2507,45	3,48	0,2	350	610 815
124	Sokolniki	2781,65	3,48	0,2	350	677 610
125	Stryków	6051,23	3,48	0,2	350	1 474 080
126	Strzelce	5028,15	3,48	0,2	350	1 224 857
127	Strzelce Wielkie	3547,56	3,48	0,2	350	864 186
128	Sulejów	4820,92	3,48	0,2	350	1 174 376
129	Sulmierzyce	3010,32	3,48	0,2	350	733 314
130	Szadek	6925,98	3,48	0,2	350	1 687 169
131	Szczerców	1671,57	3,48	0,2	350	407 194
132	Świnice Warckie	3540,51	3,48	0,2	350	862 468
133	Tomaszów Mazowiecki	2973,71	3,48	0,2	350	724 396
134	Tuszyn	5628,96	3,48	0,2	350	1 371 215
135	Ujazd	2820,4	3,48	0,2	350	687 049
136	Uniejów	5367,76	3,48	0,2	350	1 307 586
137	Warta	7377,77	3,48	0,2	350	1 797 225
138	Wartkowice	5431,97	3,48	0,2	350	1 323 228
139	Widawa	5244,27	3,48	0,2	350	1 277 504
140	Wielgomłynny	4613,1	3,48	0,2	350	1 123 751
141	Wieluń	4662,69	3,48	0,2	350	1 135 831
142	Wieruszów	2752,24	3,48	0,2	350	670 446
143	Wierzchlas	3759,43	3,48	0,2	350	915 797
144	Witonia	2846,5	3,48	0,2	350	693 407
145	Wodzierady	3435,04	3,48	0,2	350	836 776
146	Wola Krzysztoporska	7903,57	3,48	0,2	350	1 925 310
147	Wolbórz	6355,39	3,48	0,2	350	1 548 173
148	Wróblew	3341,68	3,48	0,2	350	814 033
149	Zadzim	6157,85	3,48	0,2	350	1 500 052
150	Zapolice	2419,65	3,48	0,2	350	589 427

151	Zduny	7124,79	3,48	0,2	350	1 735 599
152	Zduńska Wola	3055,95	3,48	0,2	350	744 429
153	Zelów	3539,91	3,48	0,2	350	862 322
154	Zgierz	5254,41	3,48	0,2	350	1 279 974
155	Złoczew	4468,91	3,48	0,2	350	1 088 626
156	Żarnów	2642,52	3,48	0,2	350	643 718
157	Żelechlinek	4113,1	3,48	0,2	350	1 001 951
158	Żychlin	3621,05	3,48	0,2	350	882 088
159	Żytno	4511,65	3,48	0,2	350	1 099 038

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Mapa 15: Potencjał techniczny bioetanolu z upraw zbóż w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 38: Potencjał techniczny bioetanolu ze zbóż w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	V _{Bioetanol (zb)} [I] - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu	Gęstość bioetanolu	Wartość opałowa bioetanolu	Sprawność spalania silnika benzynowego	E _{Bioetanol (zb)} - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości bioetanolu
		[I]	[kg/dm ³]	[GJ/kg]	[%]	[GWh]
1	Aleksandrów	1 030 825	0,79	0,025	0,9	5,09
2	Aleksandrów Łódzki	666 604	0,79	0,025	0,9	3,29
3	Andrespol	101 861	0,79	0,025	0,9	0,50
4	Bedno	1 667 571	0,79	0,025	0,9	8,23
5	Bełchatów	803 702	0,79	0,025	0,9	3,97
6	Będków	708 552	0,79	0,025	0,9	3,50

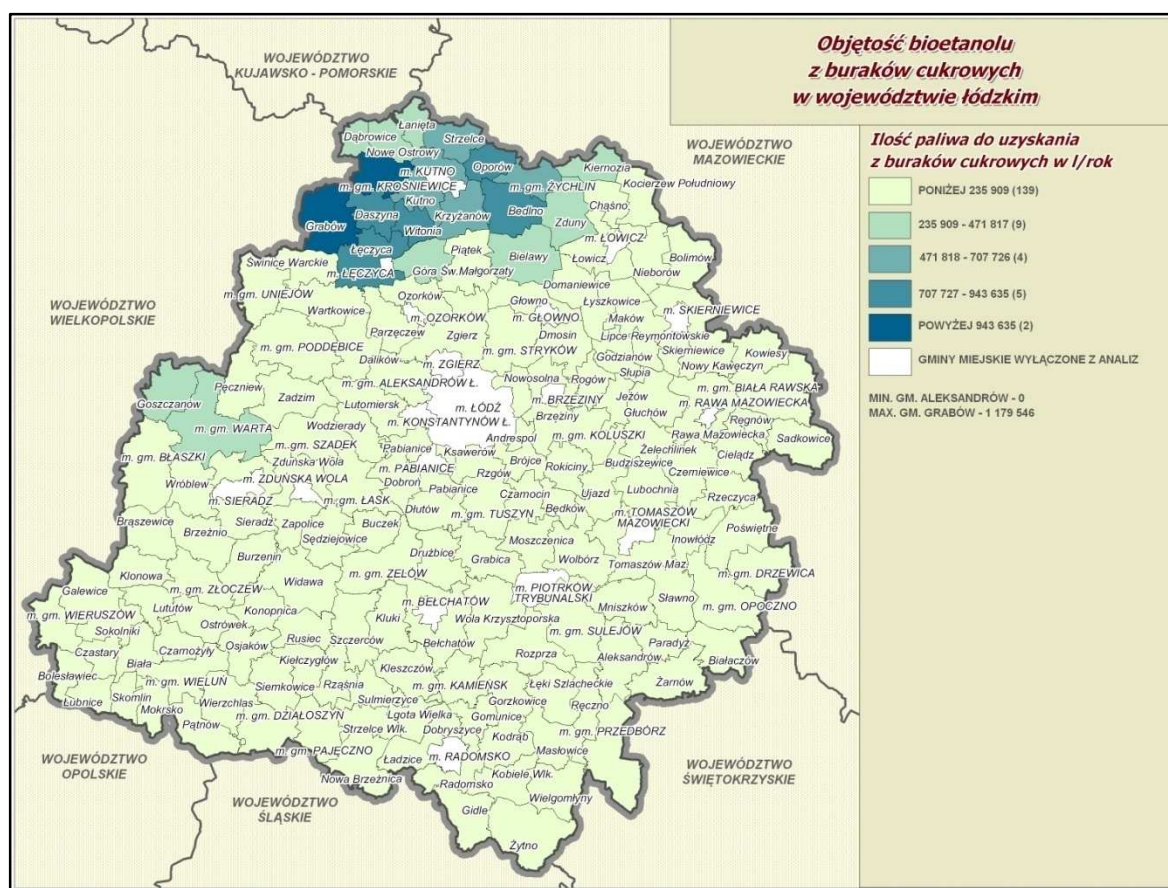
7	Biała	752 125	0,79	0,025	0,9	3,71
8	Biała Rawska	1 002 368	0,79	0,025	0,9	4,95
9	Białaczów	636 398	0,79	0,025	0,9	3,14
10	Bielawy	1 399 777	0,79	0,025	0,9	6,91
11	Błaszki	2 215 498	0,79	0,025	0,9	10,94
12	Bolesławiec	724 859	0,79	0,025	0,9	3,58
13	Bolimów	745 004	0,79	0,025	0,9	3,68
14	Brąszewice	723 874	0,79	0,025	0,9	3,57
15	Brójce	814 774	0,79	0,025	0,9	4,02
16	Brzeziny	1 086 078	0,79	0,025	0,9	5,36
17	Brzeźno	1 197 538	0,79	0,025	0,9	5,91
18	Buczek	674 299	0,79	0,025	0,9	3,33
19	Budziszewice	484 969	0,79	0,025	0,9	2,39
20	Burzenin	1 059 862	0,79	0,025	0,9	5,23
21	Chąśno	1 156 662	0,79	0,025	0,9	5,71
22	Cielądz	923 164	0,79	0,025	0,9	4,56
23	Czarnocin	1 049 782	0,79	0,025	0,9	5,18
24	Czarnożyły	596 006	0,79	0,025	0,9	2,94
25	Czastary	673 457	0,79	0,025	0,9	3,33
26	Czerniewice	1 234 964	0,79	0,025	0,9	6,10
27	Dalików	1 123 310	0,79	0,025	0,9	5,55
28	Daszyna	939 931	0,79	0,025	0,9	4,64
29	Dąbrowice	590 703	0,79	0,025	0,9	2,92
30	Dłutów	641 116	0,79	0,025	0,9	3,17
31	Dmosin	1 262 637	0,79	0,025	0,9	6,23
32	Dobroń	428 907	0,79	0,025	0,9	2,12
33	Dobryszce	382 052	0,79	0,025	0,9	1,89
34	Domaniewice	826 588	0,79	0,025	0,9	4,08
35	Drużbice	940 686	0,79	0,025	0,9	4,64
36	Drzewica	690 906	0,79	0,025	0,9	3,41
37	Działoszyn	878 904	0,79	0,025	0,9	4,34
38	Galewice	733 187	0,79	0,025	0,9	3,62
39	Gidle	322 210	0,79	0,025	0,9	1,59
40	Głowno	1 062 386	0,79	0,025	0,9	5,25
41	Głuchów	1 533 569	0,79	0,025	0,9	7,57
42	Godzianów	650 449	0,79	0,025	0,9	3,21
43	Gomunice	193 360	0,79	0,025	0,9	0,95
44	Gorzkowice	919 673	0,79	0,025	0,9	4,54
45	Goszczanów	1 488 355	0,79	0,025	0,9	7,35
46	Góra Świętej Małgorzaty	685 283	0,79	0,025	0,9	3,38
47	Grabica	1 866 746	0,79	0,025	0,9	9,22
48	Grabów	1 494 459	0,79	0,025	0,9	7,38
49	Inowłódz	239 028	0,79	0,025	0,9	1,18
50	Jeżów	776 188	0,79	0,025	0,9	3,83
51	Kamieńsk	387 816	0,79	0,025	0,9	1,91
52	Kielczygłów	711 828	0,79	0,025	0,9	3,51
53	Kiernozia	939 339	0,79	0,025	0,9	4,64
54	Kleszczów	428 682	0,79	0,025	0,9	2,12
55	Klonowa	746 973	0,79	0,025	0,9	3,69
56	Kluki	247 537	0,79	0,025	0,9	1,22
57	Kobiele Wielkie	935 994	0,79	0,025	0,9	4,62
58	Kocierzew Południowy	1 511 884	0,79	0,025	0,9	7,46

59	Kodrąb	949 843	0,79	0,025	0,9	4,69
60	Koluszki	965 769	0,79	0,025	0,9	4,77
61	Konopnica	655 218	0,79	0,025	0,9	3,24
62	Kowiesy	403 428	0,79	0,025	0,9	1,99
63	Krośniewice	1 297 377	0,79	0,025	0,9	6,41
64	Krzyżanów	1 056 113	0,79	0,025	0,9	5,21
65	Ksawerów	74 188	0,79	0,025	0,9	0,37
66	Kutno	1 463 481	0,79	0,025	0,9	7,23
67	Lgota Wielka	846 081	0,79	0,025	0,9	4,18
68	Lipce Reymontowskie	487 665	0,79	0,025	0,9	2,41
69	Lubochnia	729 762	0,79	0,025	0,9	3,60
70	Lutomiersk	1 068 875	0,79	0,025	0,9	5,28
71	Lututów	851 730	0,79	0,025	0,9	4,21
72	Ładzice	582 474	0,79	0,025	0,9	2,88
73	Łanięta	723 514	0,79	0,025	0,9	3,57
74	Łask	884 989	0,79	0,025	0,9	4,37
75	Łęczycza	1 210 901	0,79	0,025	0,9	5,98
76	Łęki Szlacheckie	735 621	0,79	0,025	0,9	3,63
77	Łowicz	1 230 580	0,79	0,025	0,9	6,08
78	Łubnice	963 574	0,79	0,025	0,9	4,76
79	Łyszkowice	1 013 622	0,79	0,025	0,9	5,00
80	Maków	646 692	0,79	0,025	0,9	3,19
81	Masłowice	1 050 420	0,79	0,025	0,9	5,19
82	Mniszków	876 519	0,79	0,025	0,9	4,33
83	Mokrsko	882 473	0,79	0,025	0,9	4,36
84	Moszczenica	1 483 278	0,79	0,025	0,9	7,32
85	Nieborów	610 820	0,79	0,025	0,9	3,02
86	Nowa Brzeźnica	606 257	0,79	0,025	0,9	2,99
87	Nowe Ostrowy	577 451	0,79	0,025	0,9	2,85
88	Nowosolna	366 740	0,79	0,025	0,9	1,81
89	Nowy Kawęczyn	973 311	0,79	0,025	0,9	4,81
90	Opoczno	1 337 352	0,79	0,025	0,9	6,60
91	Oporów	890 706	0,79	0,025	0,9	4,40
92	Osjaków	635 625	0,79	0,025	0,9	3,14
93	Ostrówek	707 548	0,79	0,025	0,9	3,49
94	Ozorków	776 521	0,79	0,025	0,9	3,83
95	Pabianice	777 871	0,79	0,025	0,9	3,84
96	Pajęczno	718 062	0,79	0,025	0,9	3,55
97	Paradyż	908 823	0,79	0,025	0,9	4,49
98	Parzęczew	888 750	0,79	0,025	0,9	4,39
99	Pątnów	992 487	0,79	0,025	0,9	4,90
100	Pęczniew	863 443	0,79	0,025	0,9	4,26
101	Piątek	1 038 927	0,79	0,025	0,9	5,13
102	Poddębice	1 761 983	0,79	0,025	0,9	8,70
103	Poświętne	602 328	0,79	0,025	0,9	2,97
104	Przedbórz	594 645	0,79	0,025	0,9	2,94
105	Radomsko	426 061	0,79	0,025	0,9	2,10
106	Rawa Mazowiecka	1 468 862	0,79	0,025	0,9	7,25
107	Regnów	498 291	0,79	0,025	0,9	2,46
108	Ręczno	577 388	0,79	0,025	0,9	2,85
109	Rogów	653 474	0,79	0,025	0,9	3,23
110	Rokiciny	989 696	0,79	0,025	0,9	4,89

111	Rozprza	1 303 513	0,79	0,025	0,9	6,44
112	Rusiec	845 643	0,79	0,025	0,9	4,18
113	Rząśnia	673 133	0,79	0,025	0,9	3,32
114	Rzeczyca	1 147 685	0,79	0,025	0,9	5,67
115	Rzgów	710 204	0,79	0,025	0,9	3,51
116	Sadkowice	614 535	0,79	0,025	0,9	3,03
117	Sędziejowice	847 772	0,79	0,025	0,9	4,19
118	Siemkowice	648 724	0,79	0,025	0,9	3,20
119	Sieradz	1 065 321	0,79	0,025	0,9	5,26
120	Skierniewice	832 939	0,79	0,025	0,9	4,11
121	Skomlin	669 678	0,79	0,025	0,9	3,31
122	Ślawno	1 047 970	0,79	0,025	0,9	5,17
123	Ślupia	610 815	0,79	0,025	0,9	3,02
124	Sokolniki	677 610	0,79	0,025	0,9	3,35
125	Stryków	1 474 080	0,79	0,025	0,9	7,28
126	Strzelce	1 224 857	0,79	0,025	0,9	6,05
127	Strzelce Wielkie	864 186	0,79	0,025	0,9	4,27
128	Sulejów	1 174 376	0,79	0,025	0,9	5,80
129	Sulmierzyce	733 314	0,79	0,025	0,9	3,62
130	Szadek	1 687 169	0,79	0,025	0,9	8,33
131	Szczerców	407 194	0,79	0,025	0,9	2,01
132	Świnice Warckie	862 468	0,79	0,025	0,9	4,26
133	Tomaszów Mazowiecki	724 396	0,79	0,025	0,9	3,58
134	Tuszyn	1 371 215	0,79	0,025	0,9	6,77
135	Ujazd	687 049	0,79	0,025	0,9	3,39
136	Uniejów	1 307 586	0,79	0,025	0,9	6,46
137	Warta	1 797 225	0,79	0,025	0,9	8,87
138	Wartkowice	1 323 228	0,79	0,025	0,9	6,53
139	Widawa	1 277 504	0,79	0,025	0,9	6,31
140	Wielgomłynny	1 123 751	0,79	0,025	0,9	5,55
141	Wieluń	1 135 831	0,79	0,025	0,9	5,61
142	Wieruszów	670 446	0,79	0,025	0,9	3,31
143	Wierzchnas	915 797	0,79	0,025	0,9	4,52
144	Witonia	693 407	0,79	0,025	0,9	3,42
145	Wodzierady	836 776	0,79	0,025	0,9	4,13
146	Wola Krzysztoporska	1 925 310	0,79	0,025	0,9	9,51
147	Wolbórz	1 548 173	0,79	0,025	0,9	7,64
148	Wróblew	814 033	0,79	0,025	0,9	4,02
149	Zadzim	1 500 052	0,79	0,025	0,9	7,41
150	Zapolice	589 427	0,79	0,025	0,9	2,91
151	Zduny	1 735 599	0,79	0,025	0,9	8,57
152	Zduńska Wola	744 429	0,79	0,025	0,9	3,68
153	Zelów	862 322	0,79	0,025	0,9	4,26
154	Zgierz	1 279 974	0,79	0,025	0,9	6,32
155	Złoczew	1 088 626	0,79	0,025	0,9	5,38
156	Żarnów	643 718	0,79	0,025	0,9	3,18
157	Żelechlinek	1 001 951	0,79	0,025	0,9	4,95
158	Żychlin	882 088	0,79	0,025	0,9	4,36
159	Żytno	1 099 038	0,79	0,025	0,9	5,43

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Mapa 16: Objętość bioetanolu z buraków cukrowych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 39: Objętość bioetanolu z buraków cukrowych w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	A _{bc} areał przeznaczony pod uprawy buraków cukrowych	P _{bc} średni plon buraków cukrowych z ha	Część plonu buraków cukrowych możliwa do przeznaczenia na produkcję bioetanolu	Wydajność produkcji	V _{bioetanol (bc)} [l] - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu
		[ha]	[t/ha]	[%]	[l/t]	[l]
1	Aleksandrów	0,00	46,9	0,27	100	0
2	Aleksandrów Łódzki	1,98	46,9	0,27	100	2 507
3	Andrespol	0,00	46,9	0,27	100	0
4	Bedno	727,42	46,9	0,27	100	921 132
5	Bełchatów	1,00	46,9	0,27	100	1 266
6	Będków	0,80	46,9	0,27	100	1 013
7	Biała	30,66	46,9	0,27	100	38 825
8	Biała Rawska	28,00	46,9	0,27	100	35 456
9	Białaczów	0,91	46,9	0,27	100	1 152
10	Bielawy	215,20	46,9	0,27	100	272 508
11	Błaszki	73,01	46,9	0,27	100	92 453
12	Bolesławiec	0,40	46,9	0,27	100	507
13	Bolimów	27,87	46,9	0,27	100	35 292
14	Brąszewice	0,00	46,9	0,27	100	0
15	Brójce	0,00	46,9	0,27	100	0
16	Brzeziny	1,11	46,9	0,27	100	1 406
17	Brzeźno	9,65	46,9	0,27	100	12 220

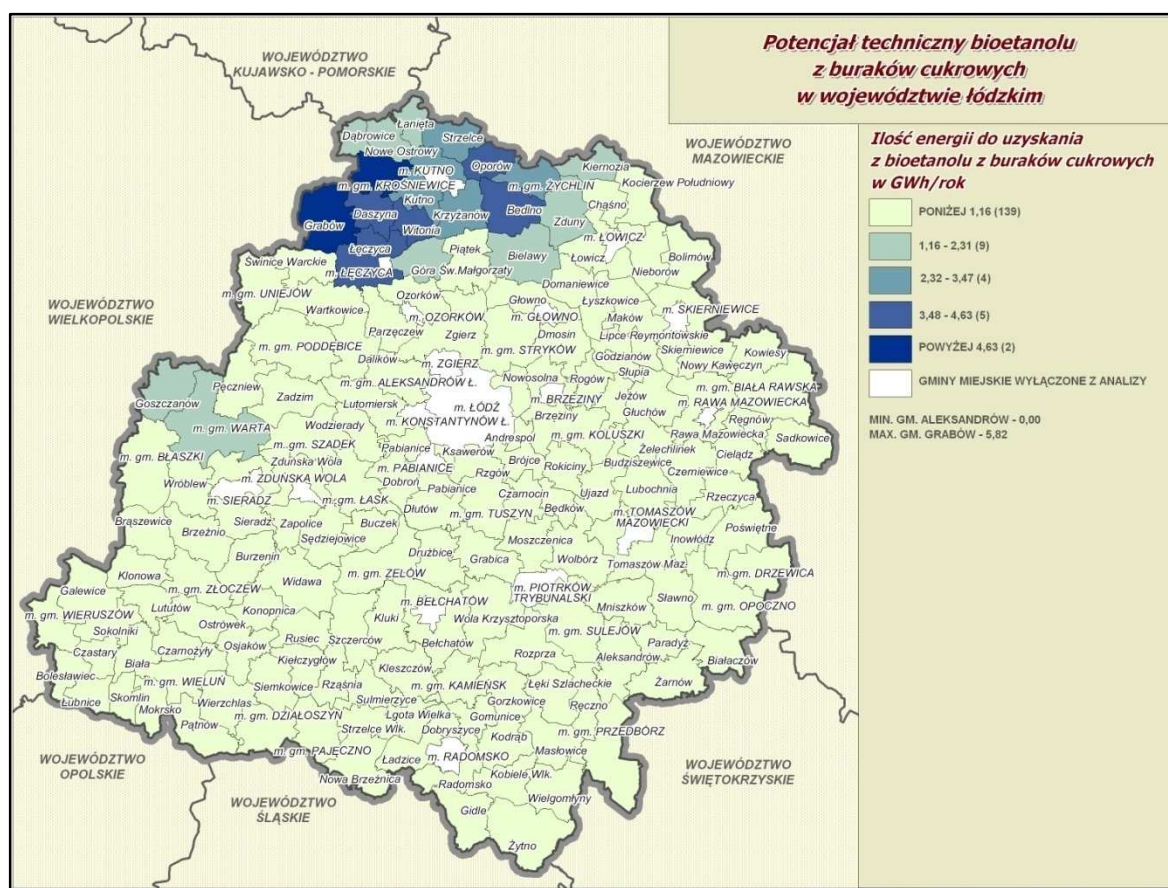
18	Buczek	1,60	46,9	0,27	100	2 026
19	Budziszewice	0,00	46,9	0,27	100	0
20	Burzenin	8,22	46,9	0,27	100	10 409
21	Chąśno	17,18	46,9	0,27	100	21 755
22	Cielądz	0,83	46,9	0,27	100	1 051
23	Czarnocin	0,00	46,9	0,27	100	0
24	Czarnożyły	11,63	46,9	0,27	100	14 727
25	Czastary	0,00	46,9	0,27	100	0
26	Czerniewice	0,00	46,9	0,27	100	0
27	Dalików	0,00	46,9	0,27	100	0
28	Daszyna	572,35	46,9	0,27	100	724 767
29	Dąbrowice	328,67	46,9	0,27	100	416 195
30	Dłutów	0,00	46,9	0,27	100	0
31	Dmosin	0,00	46,9	0,27	100	0
32	Dobroń	2,90	46,9	0,27	100	3 672
33	Dobryszyc	0,00	46,9	0,27	100	0
34	Domaniewice	2,75	46,9	0,27	100	3 482
35	Drużbice	0,00	46,9	0,27	100	0
36	Drzewica	0,00	46,9	0,27	100	0
37	Działoszyn	1,10	46,9	0,27	100	1 393
38	Galewice	2,82	46,9	0,27	100	3 571
39	Gidle	0,00	46,9	0,27	100	0
40	Głowno	53,28	46,9	0,27	100	67 468
41	Głuchów	0,62	46,9	0,27	100	785
42	Godzianów	0,00	46,9	0,27	100	0
43	Gomunice	0,00	46,9	0,27	100	0
44	Gorzkowice	1,00	46,9	0,27	100	1 266
45	Goszczanów	283,58	46,9	0,27	100	359 097
46	Góra Świętej Małgorzaty	244,12	46,9	0,27	100	309 129
47	Grabica	0,00	46,9	0,27	100	0
48	Grabów	931,49	46,9	0,27	100	1 179 546
49	Inowódz	0,00	46,9	0,27	100	0
50	Jezów	0,00	46,9	0,27	100	0
51	Kamieńsk	0,00	46,9	0,27	100	0
52	Kielczygłów	0,10	46,9	0,27	100	127
53	Kiernozia	247,13	46,9	0,27	100	312 941
54	Kleszczów	0,00	46,9	0,27	100	0
55	Klonowa	3,10	46,9	0,27	100	3 926
56	Kluki	0,00	46,9	0,27	100	0
57	Kobiele Wielkie	0,00	46,9	0,27	100	0
58	Kocierzew Południowy	19,49	46,9	0,27	100	24 680
59	Kodrąb	0,00	46,9	0,27	100	0
60	Koluszki	0,60	46,9	0,27	100	760
61	Konopnica	13,89	46,9	0,27	100	17 589
62	Kowiesy	0,65	46,9	0,27	100	823
63	Krośniewice	833,52	46,9	0,27	100	1 055 486
64	Krzyżanów	491,20	46,9	0,27	100	622 007
65	Ksawerów	0,20	46,9	0,27	100	253
66	Kutno	473,47	46,9	0,27	100	599 555
67	Lgota Wielka	0,00	46,9	0,27	100	0
68	Lipce Reymontowskie	0,20	46,9	0,27	100	253
69	Lubochnia	0,00	46,9	0,27	100	0

70	Lutomiersk	61,30	46,9	0,27	100	77 624
71	Lututów	3,20	46,9	0,27	100	4 052
72	Ładzice	0,50	46,9	0,27	100	633
73	Łanięta	288,90	46,9	0,27	100	365 834
74	Łask	0,35	46,9	0,27	100	443
75	Łęczyca	566,40	46,9	0,27	100	717 232
76	Łęki Szlacheckie	1,15	46,9	0,27	100	1 456
77	Łowicz	9,65	46,9	0,27	100	12 220
78	Łubnice	33,37	46,9	0,27	100	42 256
79	Łyszkowice	2,04	46,9	0,27	100	2 583
80	Maków	1,10	46,9	0,27	100	1 393
81	Masłowice	0,00	46,9	0,27	100	0
82	Mniszków	0,00	46,9	0,27	100	0
83	Mokrsko	3,29	46,9	0,27	100	4 166
84	Moszczenica	0,00	46,9	0,27	100	0
85	Nieborów	0,10	46,9	0,27	100	127
86	Nowa Brzeźnica	0,00	46,9	0,27	100	0
87	Nowe Ostrowy	309,99	46,9	0,27	100	392 540
88	Nowosolna	0,25	46,9	0,27	100	317
89	Nowy Kawęczyn	0,30	46,9	0,27	100	380
90	Opoczno	0,45	46,9	0,27	100	570
91	Oporów	614,67	46,9	0,27	100	778 357
92	Osjaków	0,00	46,9	0,27	100	0
93	Ostrówek	0,40	46,9	0,27	100	507
94	Ozorków	129,63	46,9	0,27	100	164 150
95	Pabianice	0,10	46,9	0,27	100	127
96	Pajęczno	0,40	46,9	0,27	100	507
97	Paradyż	0,00	46,9	0,27	100	0
98	Parzęczew	43,34	46,9	0,27	100	54 881
99	Pątnów	3,29	46,9	0,27	100	4 166
100	Pęczniew	13,60	46,9	0,27	100	17 222
101	Piątek	145,69	46,9	0,27	100	184 487
102	Poddębice	46,00	46,9	0,27	100	58 250
103	Poświętne	0,00	46,9	0,27	100	0
104	Przedbórz	0,10	46,9	0,27	100	127
105	Radomsko	0,00	46,9	0,27	100	0
106	Rawa Mazowiecka	27,52	46,9	0,27	100	34 849
107	Regnów	3,00	46,9	0,27	100	3 799
108	Ręczno	0,00	46,9	0,27	100	0
109	Rogów	0,20	46,9	0,27	100	253
110	Rokiciny	1,00	46,9	0,27	100	1 266
111	Rozprza	2,20	46,9	0,27	100	2 786
112	Rusiec	1,75	46,9	0,27	100	2 216
113	Rząśnia	1,92	46,9	0,27	100	2 431
114	Rzeczyca	0,00	46,9	0,27	100	0
115	Rzgów	0,00	46,9	0,27	100	0
116	Sadkowie	0,00	46,9	0,27	100	0
117	Sędziejowice	2,28	46,9	0,27	100	2 887
118	Siemkowice	0,00	46,9	0,27	100	0
119	Sieradz	2,50	46,9	0,27	100	3 166
120	Skierniewice	0,00	46,9	0,27	100	0
121	Skomlin	16,05	46,9	0,27	100	20 324

122	Sławno	0,00	46,9	0,27	100	0
123	Słupia	0,03	46,9	0,27	100	38
124	Sokolniki	1,36	46,9	0,27	100	1 722
125	Stryków	1,69	46,9	0,27	100	2 140
126	Strzelce	390,10	46,9	0,27	100	493 984
127	Strzelce Wielkie	0,60	46,9	0,27	100	760
128	Sulejów	1,50	46,9	0,27	100	1 899
129	Sulmierzyce	5,76	46,9	0,27	100	7 294
130	Szadek	35,19	46,9	0,27	100	44 561
131	Szczerców	0,70	46,9	0,27	100	886
132	Świnice Warckie	110,60	46,9	0,27	100	140 053
133	Tomaszów Mazowiecki	0,07	46,9	0,27	100	89
134	Tuszyn	150,45	46,9	0,27	100	190 515
135	Ujazd	50,26	46,9	0,27	100	63 644
136	Uniejów	160,65	46,9	0,27	100	203 431
137	Warta	214,84	46,9	0,27	100	272 052
138	Wartkowice	64,57	46,9	0,27	100	81 765
139	Widawa	44,07	46,9	0,27	100	55 806
140	Wielgomłynny	0,00	46,9	0,27	100	0
141	Wieluń	12,33	46,9	0,27	100	15 613
142	Wieruszów	0,53	46,9	0,27	100	671
143	Wierzchnas	0,60	46,9	0,27	100	760
144	Witonia	660,61	46,9	0,27	100	836 530
145	Wodzierady	0,00	46,9	0,27	100	0
146	Wola Krzysztoporska	0,00	46,9	0,27	100	0
147	Wolbórz	0,15	46,9	0,27	100	190
148	Wróblew	3,80	46,9	0,27	100	4 812
149	Zadzim	15,14	46,9	0,27	100	19 172
150	Zapolice	0,85	46,9	0,27	100	1 076
151	Zduny	342,70	46,9	0,27	100	433 961
152	Zduńska Wola	4,65	46,9	0,27	100	5 888
153	Zelów	0,72	46,9	0,27	100	912
154	Zgierz	3,20	46,9	0,27	100	4 052
155	Złoczew	5,80	46,9	0,27	100	7 345
156	Żarnów	0,10	46,9	0,27	100	127
157	Żelechlinek	31,00	46,9	0,27	100	39 255
158	Żychlin	393,04	46,9	0,27	100	497 707
159	Żytno	0,00	46,9	0,27	100	0

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Mapa 17: Potencjał techniczny bioetanolu z buraków cukrowych w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Tabela 40: Potencjał techniczny bioetanolu z buraków cukrowych w gminach województwa łódzkiego.

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	V ^{Bioetanol (bc)} [I] - możliwa do uzyskania objętość bioetanolu	Gęstość bioetanolu	Wartość opałowa bioetanolu	Sprawność spalania silnika benzynowego	E ^{Bioetanol (bc)} - ilość energii możliwa do uzyskania z danej objętości bioetanolu
		[I]	[kg/dm ³]	[GJ/kg]	[%]	[GWh]
1	Aleksandrów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
2	Aleksandrów Łódzki	2 507	0,79	0,025	0,9	0,01
3	Andrespol	0	0,79	0,025	0,9	0,00
4	Bedlno	921 132	0,79	0,025	0,9	4,55
5	Bełchatów	1 266	0,79	0,025	0,9	0,01
6	Będków	1 013	0,79	0,025	0,9	0,01
7	Biała	38 825	0,79	0,025	0,9	0,19
8	Biała Rawska	35 456	0,79	0,025	0,9	0,18
9	Białaczów	1 152	0,79	0,025	0,9	0,01
10	Bielawy	272 508	0,79	0,025	0,9	1,35
11	Błaszki	92 453	0,79	0,025	0,9	0,46
12	Bolesławiec	507	0,79	0,025	0,9	0,00
13	Bolimów	35 292	0,79	0,025	0,9	0,17
14	Brąszewice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
15	Brójce	0	0,79	0,025	0,9	0,00
16	Brzeziny	1 406	0,79	0,025	0,9	0,01
17	Brzeźno	12 220	0,79	0,025	0,9	0,06

18	Buczek	2 026	0,79	0,025	0,9	0,01
19	Budziszewice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
20	Burzenin	10 409	0,79	0,025	0,9	0,05
21	Chąšno	21 755	0,79	0,025	0,9	0,11
22	Cielądz	1 051	0,79	0,025	0,9	0,01
23	Czarnocin	0	0,79	0,025	0,9	0,00
24	Czarnożyły	14 727	0,79	0,025	0,9	0,07
25	Czastary	0	0,79	0,025	0,9	0,00
26	Czerniewice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
27	Dalików	0	0,79	0,025	0,9	0,00
28	Daszyna	724 767	0,79	0,025	0,9	3,58
29	Dąbrowice	416 195	0,79	0,025	0,9	2,05
30	Dłutów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
31	Dmosin	0	0,79	0,025	0,9	0,00
32	Dobroń	3 672	0,79	0,025	0,9	0,02
33	Dobryszyc	0	0,79	0,025	0,9	0,00
34	Domaniewice	3 482	0,79	0,025	0,9	0,02
35	Drużbice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
36	Drzewica	0	0,79	0,025	0,9	0,00
37	Działoszyn	1 393	0,79	0,025	0,9	0,01
38	Galewice	3 571	0,79	0,025	0,9	0,02
39	Gidle	0	0,79	0,025	0,9	0,00
40	Głowno	67 468	0,79	0,025	0,9	0,33
41	Głuchów	785	0,79	0,025	0,9	0,00
42	Godzianów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
43	Gomunice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
44	Gorzkowice	1 266	0,79	0,025	0,9	0,01
45	Goszczanów	359 097	0,79	0,025	0,9	1,77
46	Góra Świętej Małgorzaty	309 129	0,79	0,025	0,9	1,53
47	Grabica	0	0,79	0,025	0,9	0,00
48	Grabów	1 179 546	0,79	0,025	0,9	5,82
49	Inowódz	0	0,79	0,025	0,9	0,00
50	Jeżów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
51	Kamieńsk	0	0,79	0,025	0,9	0,00
52	Kielczygłów	127	0,79	0,025	0,9	0,00
53	Kiernozia	312 941	0,79	0,025	0,9	1,55
54	Kleszczów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
55	Klonowa	3 926	0,79	0,025	0,9	0,02
56	Kluki	0	0,79	0,025	0,9	0,00
57	Kobiele Wielkie	0	0,79	0,025	0,9	0,00
58	Kocierzew Południowy	24 680	0,79	0,025	0,9	0,12
59	Kodrąb	0	0,79	0,025	0,9	0,00
60	Koluszki	760	0,79	0,025	0,9	0,00
61	Konopnica	17 589	0,79	0,025	0,9	0,09
62	Kowiesy	823	0,79	0,025	0,9	0,00
63	Krośniewice	1 055 486	0,79	0,025	0,9	5,21
64	Krzyżanów	622 007	0,79	0,025	0,9	3,07
65	Ksawerów	253	0,79	0,025	0,9	0,00
66	Kutno	599 555	0,79	0,025	0,9	2,96
67	Lgota Wielka	0	0,79	0,025	0,9	0,00
68	Lipce Reymontowskie	253	0,79	0,025	0,9	0,00
69	Lubochnia	0	0,79	0,025	0,9	0,00

70	Lutomiersk	77 624	0,79	0,025	0,9	0,38
71	Lututów	4 052	0,79	0,025	0,9	0,02
72	Ładzice	633	0,79	0,025	0,9	0,00
73	Łanięta	365 834	0,79	0,025	0,9	1,81
74	Łask	443	0,79	0,025	0,9	0,00
75	Łęczycza	717 232	0,79	0,025	0,9	3,54
76	Łęki Szlacheckie	1 456	0,79	0,025	0,9	0,01
77	Łowicz	12 220	0,79	0,025	0,9	0,06
78	Łubnice	42 256	0,79	0,025	0,9	0,21
79	Łyszkowice	2 583	0,79	0,025	0,9	0,01
80	Maków	1 393	0,79	0,025	0,9	0,01
81	Masłowice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
82	Mniszków	0	0,79	0,025	0,9	0,00
83	Mokrsko	4 166	0,79	0,025	0,9	0,02
84	Moszczenica	0	0,79	0,025	0,9	0,00
85	Nieborów	127	0,79	0,025	0,9	0,00
86	Nowa Brzeźnica	0	0,79	0,025	0,9	0,00
87	Nowe Ostrowy	392 540	0,79	0,025	0,9	1,94
88	Nowosolna	317	0,79	0,025	0,9	0,00
89	Nowy Kawęczyn	380	0,79	0,025	0,9	0,00
90	Opoczno	570	0,79	0,025	0,9	0,00
91	Oporów	778 357	0,79	0,025	0,9	3,84
92	Osjaków	0	0,79	0,025	0,9	0,00
93	Ostrówek	507	0,79	0,025	0,9	0,00
94	Ozorków	164 150	0,79	0,025	0,9	0,81
95	Pabianice	127	0,79	0,025	0,9	0,00
96	Pajęczno	507	0,79	0,025	0,9	0,00
97	Paradyż	0	0,79	0,025	0,9	0,00
98	Parzęczew	54 881	0,79	0,025	0,9	0,27
99	Pątnów	4 166	0,79	0,025	0,9	0,02
100	Pęczniew	17 222	0,79	0,025	0,9	0,09
101	Piątek	184 487	0,79	0,025	0,9	0,91
102	Poddębice	58 250	0,79	0,025	0,9	0,29
103	Poświętne	0	0,79	0,025	0,9	0,00
104	Przedbórz	127	0,79	0,025	0,9	0,00
105	Radomsko	0	0,79	0,025	0,9	0,00
106	Rawa Mazowiecka	34 849	0,79	0,025	0,9	0,17
107	Regnów	3 799	0,79	0,025	0,9	0,02
108	Ręczno	0	0,79	0,025	0,9	0,00
109	Rogów	253	0,79	0,025	0,9	0,00
110	Rokiciny	1 266	0,79	0,025	0,9	0,01
111	Rozprza	2 786	0,79	0,025	0,9	0,01
112	Rusiec	2 216	0,79	0,025	0,9	0,01
113	Rząśnia	2 431	0,79	0,025	0,9	0,01
114	Rzeczyca	0	0,79	0,025	0,9	0,00
115	Rzgów	0	0,79	0,025	0,9	0,00
116	Sadkowice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
117	Sędziejowice	2 887	0,79	0,025	0,9	0,01
118	Siemkowice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
119	Sieradz	3 166	0,79	0,025	0,9	0,02
120	Skierniewice	0	0,79	0,025	0,9	0,00
121	Skomlin	20 324	0,79	0,025	0,9	0,10

122	Sławno	0	0,79	0,025	0,9	0,00
123	Stupia	38	0,79	0,025	0,9	0,00
124	Sokolniki	1 722	0,79	0,025	0,9	0,01
125	Stryków	2 140	0,79	0,025	0,9	0,01
126	Strzelce	493 984	0,79	0,025	0,9	2,44
127	Strzelce Wielkie	760	0,79	0,025	0,9	0,00
128	Sulejów	1 899	0,79	0,025	0,9	0,01
129	Sulmierzyce	7 294	0,79	0,025	0,9	0,04
130	Szadek	44 561	0,79	0,025	0,9	0,22
131	Szczerców	886	0,79	0,025	0,9	0,00
132	Świnice Warckie	140 053	0,79	0,025	0,9	0,69
133	Tomaszów Mazowiecki	89	0,79	0,025	0,9	0,00
134	Tuszyn	190 515	0,79	0,025	0,9	0,94
135	Ujazd	63 644	0,79	0,025	0,9	0,31
136	Uniejów	203 431	0,79	0,025	0,9	1,00
137	Warta	272 052	0,79	0,025	0,9	1,34
138	Wartkowice	81 765	0,79	0,025	0,9	0,40
139	Widawa	55 806	0,79	0,025	0,9	0,28
140	Wielgomłyn	0	0,79	0,025	0,9	0,00
141	Wieluń	15 613	0,79	0,025	0,9	0,08
142	Wieruszów	671	0,79	0,025	0,9	0,00
143	Wierzchnas	760	0,79	0,025	0,9	0,00
144	Witonia	836 530	0,79	0,025	0,9	4,13
145	Wodzierady	0	0,79	0,025	0,9	0,00
146	Wola Krzysztoporska	0	0,79	0,025	0,9	0,00
147	Wolbórz	190	0,79	0,025	0,9	0,00
148	Wróblew	4 812	0,79	0,025	0,9	0,02
149	Zadzim	19 172	0,79	0,025	0,9	0,09
150	Zapolice	1 076	0,79	0,025	0,9	0,01
151	Zduny	433 961	0,79	0,025	0,9	2,14
152	Zduńska Wola	5 888	0,79	0,025	0,9	0,03
153	Zelów	912	0,79	0,025	0,9	0,00
154	Zgierz	4 052	0,79	0,025	0,9	0,02
155	Złoczew	7 345	0,79	0,025	0,9	0,04
156	Żarnów	127	0,79	0,025	0,9	0,00
157	Żelechlinek	39 255	0,79	0,025	0,9	0,19
158	Żychlin	497 707	0,79	0,025	0,9	2,46
159	Żytno	0	0,79	0,025	0,9	0,00

Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Na podstawie wykonanych obliczeń można stwierdzić, że gminy, które posiadają największy potencjał źródła odnawialnego w postaci bioetanolu ze zbóż to:

1. gm. Błaszki - 10,94 GWh/rok = 2 215 498 litrów biopaliwa;
2. gm. Wola Krzysztoporska - 9,51 GWh/rok = 1 925 310 litrów biopaliwa;
3. gm. Grabica - 9,22 GWh/rok = 1 866 746 litrów biopaliwa;
4. gm. Warta - 8,87 GWh/rok = 1 797 225 litrów biopaliwa;
5. gm. Poddębice - 8,70 GWh/rok = 1 761 983 litrów biopaliwa;
6. gm. Zduny - 8,57 GWh/rok = 1 735 599 litrów biopaliwa;
7. gm. Szadek - 8,33 GWh/rok = 1 687 169 litrów biopaliwa;
8. gm. Bedlno - 8,23 GWh/rok = 1 667 571 litrów biopaliwa.

Analogicznie gminami posiadającymi największy potencjał źródła odnawialnego w postaci bioetanolu z buraków cukrowych są:

1. gm. Grabów - 5,82 GWh/rok = 1 179 546 litrów biopaliwa;

2. gm. Krośniewice	- 5,21 GWh/rok = 1 055 486 litrów biopaliwa;
3. gm. Bedlno	- 4,55 GWh/rok = 921 132 litrów biopaliwa;
4. gm. Witonia	- 4,13 GWh/rok = 836 530 litrów biopaliwa;
5. gm. Oporów	- 3,84 GWh/rok = 778 357 litrów biopaliwa;
6. gm. Daszyna	- 3,58 GWh/rok = 724 767 litrów biopaliwa;
7. gm. Łęczyca	- 3,54 GWh/rok = 717 232 litrów biopaliwa;
8. gm. Krzyżanów	- 3,07 GWh/rok = 622 007 litrów biopaliwa.

10.2.6. Prognoza wykorzystania.

Analizując obliczone potencjały techniczne dla upraw zbóż i buraków cukrowych w województwie łódzkim należy stwierdzić, że są one wysokie. Największego rozwoju w wykorzystaniu upraw zbóż do produkcji bioetanolu należy spodziewać się w gminach, Błaszki, Wola Krzysztoporska, Grabica, Warta, Poddębice, Zduny, Szadek, Bedlno. Analogicznie największego rozwoju wykorzystania buraków cukrowych do produkcji biopaliwa należy upatrywać w gminach Grabów, Krośniewice, Bedlno, Witonia, Oporów, Daszyna, Łęczyca i Krzyżanów. Wyprodukowane na obszarze regionu biopaliwo w postaci bioetanolu może zaspokoić pewną część zapotrzebowania na ten produkt na rynku paliw.

11. Podsumowanie.

Rozwiązanie problematyki podjętej w analizie oraz zagadnień pobocznych jej towarzyszących wymaga ustalenia czym jest i jaką obecnie posiada pozycję w skali województwa energetyka odnawialna oparta o biomasę. Należy stwierdzić, że region posiada bardzo duży dystans do nadrobienia w dziedzinie energetyki biomasowej. Istnieje pewna luka w udziale energii wyprodukowanej ze źródeł odnawialnych w całkowitej produkcji energii w województwie łódzkim w porównaniu do innych regionów Polski.

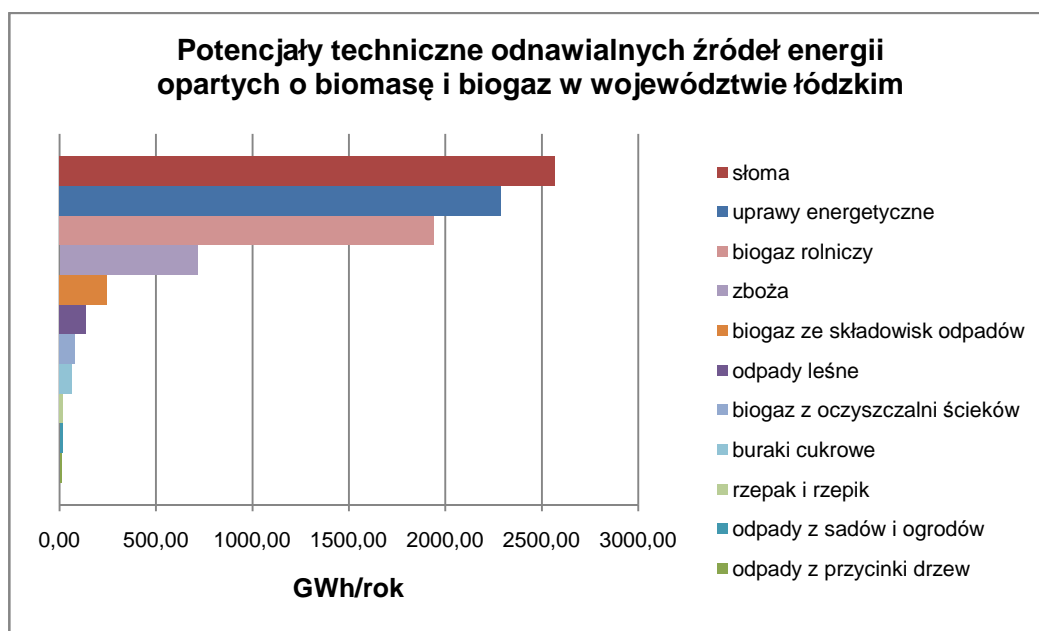
Należy zauważyć, że największe szanse na dynamiczny rozwój w zakresie źródeł odnawialnych posiadają technologie oparte o generację energii z biomasy. Wielkim atutem biomasy jest jej powszechna dostępność i niska cena. Jednocześnie jej wykorzystanie stanowi szansę na rozwój i zmianę charakteru produkcji rolnej na terenach o słabych glebach. Ogromną rolę upatruje się również dla biomasy w ochronie i rekultywacji środowiska. Poza tym corocznie duże ilości tego surowca są marnowane, zamiast być z powodzeniem wykorzystane w instalacjach energetycznych. Znikomy wpływ energetyki opartej o biomasę na środowisko stanowi jeden z głównych atutów przemawiających za rozwojem tych technologii. Jednym z zagrożeń w rozwijaniu tej energetyki jest duża zmiana przeznaczenia gruntów pod uprawę roślin energetycznych co skutkuje zwiększaniem emisji gazów cieplarnianych. Obserwując wzrost mocy z instalacji na biomasę w Europie należy być pewnym, że niedługo paliwa te będą odgrywały bardzo dużą rolę i staną się elementem naszego codziennego życia.

Przed rozpoczęciem prac nad analizą można było jedynie przypuszczać, że w województwie łódzkim istnieją niewykorzystane zasoby energii z biomasy i biogazu. Sporządzone do tej pory mapy zasobów dotyczyły poziomu powiatów i zawierały policzone całościowo potencjały teoretyczne. Zaznaczył się w ten sposób pewien brak publikacji określającej dokładne zasoby biomasy i biogazu w regionie. W niniejszej analizie zostały użyte odpowiednie metody zastosowane na płaszczyźnie gmin województwa łódzkiego. Przeprowadzone obliczenia oraz analiza istniejących i dostępnych zasobów energii odnawialnej wskazują, że możliwości rozwoju wykorzystania biomasy i biogazu w regionie łódzkim są bardzo duże. Należy jednak nadal mieć na uwadze, iż są to tylko teoretyczne oszacowania a nie zweryfikowany o ograniczenia rzeczywisty potencjał. Według przeprowadzonych kalkulacji łącznie w województwie łódzkim możliwe jest do uzyskania:

- 9,33 GWh/rok z odpadów z przycinki drzew przy drogach;
- 14,32 GWh/rok z odpadów z sadów i ogrodów;
- 16,18 GWh/rok z rzepaku i rzepiku;
- 66,97 GWh/rok z buraków cukrowych.
- 80,91 GWh/rok z biogazu z oczyszczalni ścieków;
- 138,51 GWh/rok z odpadów leśnych;
- 247,50 GWh/rok z biogazu ze składowisk odpadów;
- 714,91 GWh/rok ze zbóż;
- 1938,97 GWh/rok z biogazu rolniczego;
- 2290,63 GWh/rok z upraw energetycznych;
- 2570,00 GWh/rok ze słomy;

Łącznie oszacowane zasoby energii odnawialnej z biomasy i biogazu w województwie łódzkim wynoszą 8088,23 GWh/rok. Największy udział w tej sumie mają kolejno zasoby energii ze słomy, z upraw energetycznych, z biogazu rolniczego oraz ze zbóż. Poniżej zamieszczono wykres obrazujący potencjały techniczne odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę i biogaz dla województwa łódzkiego. Należy zauważyć że są to tylko oszacowania potencjałów. Realne wartości możliwe do uzyskania mogą znacznie odbiegać od tych otrzymanych w obliczeniach.

Wykres 9: Potencjały techniczne odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę i biogaz w województwie łódzkim.



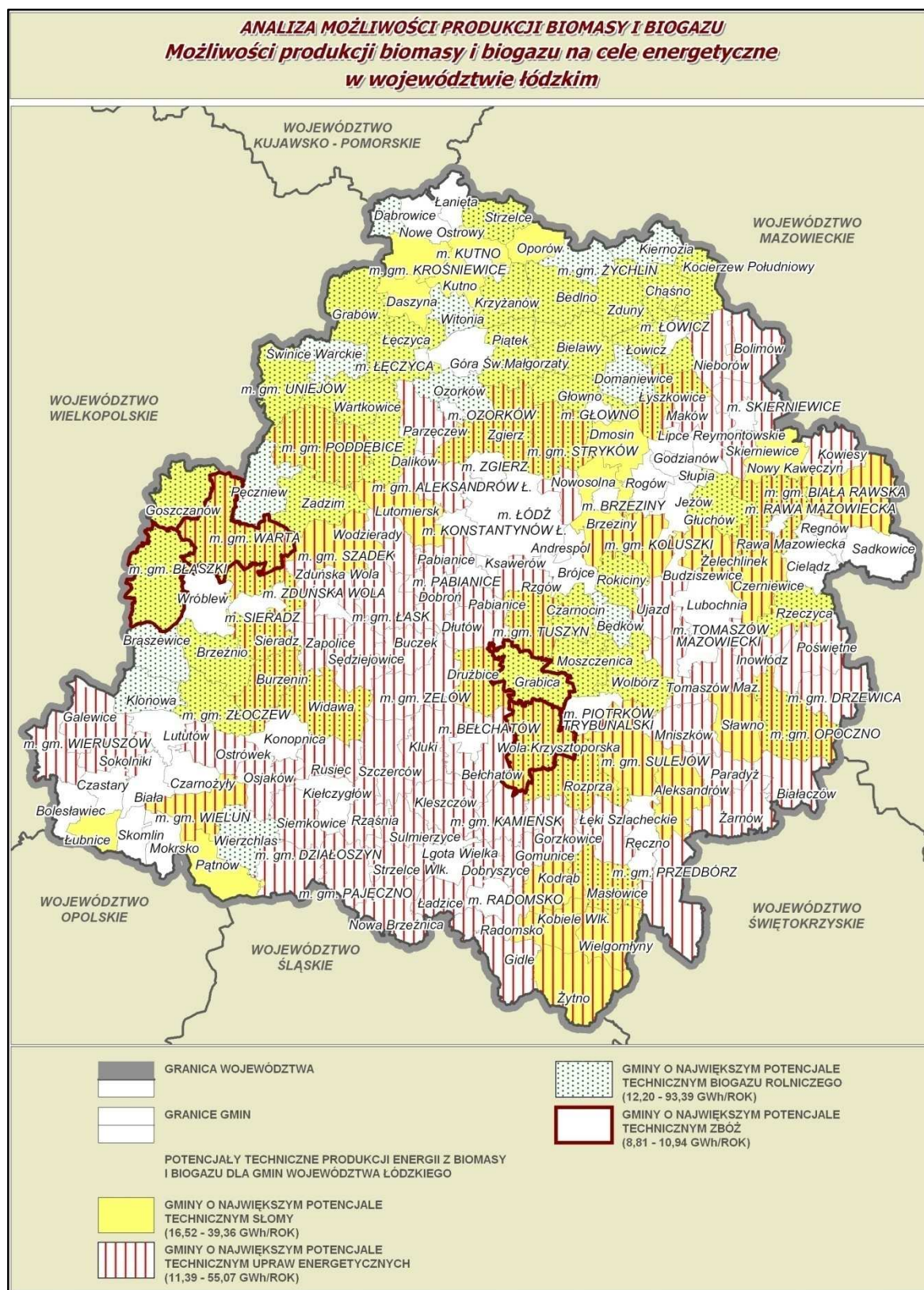
Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Według dokonanych, jedynie teoretycznych oszacowań, gminami najbardziej zasobnymi w energię (pow. 90 GWh/rok) ze źródeł opartych o biomasę i biogaz są:

- Grabica (znaczący zasób słomy i biogazu rolniczego);
- Krzyżanów (istotny zasób biogazu rolniczego i słomy);
- Kocierzew Południowy (duży zasób biogazu rolniczego i słomy);
- Bełchatów (znaczący zasób upraw energetycznych, biogazu ze składowisk odpadów i słomy);
- Warta (istotny zasób upraw energetycznych, słomy, biogazu rolniczego i biogazu ze składowisk odpadów);
- Zduny (duży zasób słomy i biogazu rolniczego);
- Opoczno (znaczący zasób upraw energetycznych, słomy i biogazu rolniczego)

Na mapie przedstawiono rozkład przestrzenny największych potencjałów technicznych dla czterech najbardziej zasobnych źródeł biomasy i biogazu w województwie łódzkim w podziale na gminy.

Mapa 18: Możliwości produkcji biomasy i biogazu na cele energetyczne w województwie łódzkim.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

Należy zauważyć, iż analizując strukturę użytkowania gruntów gmin województwa łódzkiego istnieją gminy których potencjał techniczny dla upraw energetycznych jest zawyżony. Przeszacowanie wynika z przeznaczania terenów statystycznie traktowanych jako nieużytki, odłogowane i ugory na inne formy użytkowania np. tereny zainwestowane, dolesienia, lasy lub tereny zamknięte. Problem ten dotyczy kilku gmin na terenie województwa i są to: Andrespol, Koluszki, Ksawerów. W gminach tych ustalony potencjał techniczny nie będzie mógł być uzyskany ze względu na inne przeznaczenie terenów odłogowanych niż produkcja rolnicza. Ponadto uprawy energetyczne powinny być wprowadzane w gminach gdzie ustalony potencjał techniczny jest stosunkowo wysoki. Gminy te charakteryzują się dużym udziałem nieużytków, terenów odłogowanych i ugorów w powierzchni całkowitej. Analizując klasyfikację użytków rolnych gmin województwa łódzkiego należy zauważyć, że w wielu z nich udział procentowy użytków rolnych klasy V i VI-VIz jest dość wysoki. Są to grunty ze słabymi glebami, które powinny być przeznaczone pod uprawy energetyczne. Lepsze gleby wyższych klas winne być zachowane pod produkcję żywności. Stąd uprawy energetyczne najlepiej tworzyć tam gdzie jest największy udział terenów nieużytków, odłogów i ugorów oraz gleb niskich klas bonitacyjnych (powyżej 50% klasy V i VI-VIz). Na terenie województwa łódzkiego gminami spełniającymi te ustalone warunki są: Bełchatów, Żelów, Aleksandrów, Żarnów, Przedbórz, Łask, Działoszyn, Gidle, Drzewica, Widawa, Szczerców, Kluki, Żytno, Aleksandrów Łódzki, Sławno, Stryków, Galewice, Drużbice, Rzgów. Oprócz tych uwarunkowań według aktualizacji strategii rozwoju województwa łódzkiego na terenie regionu wyznaczono kilka obszarów funkcjonalnych zasadniczo różniących się od siebie swoim charakterem. Są to obszary funkcjonalne:

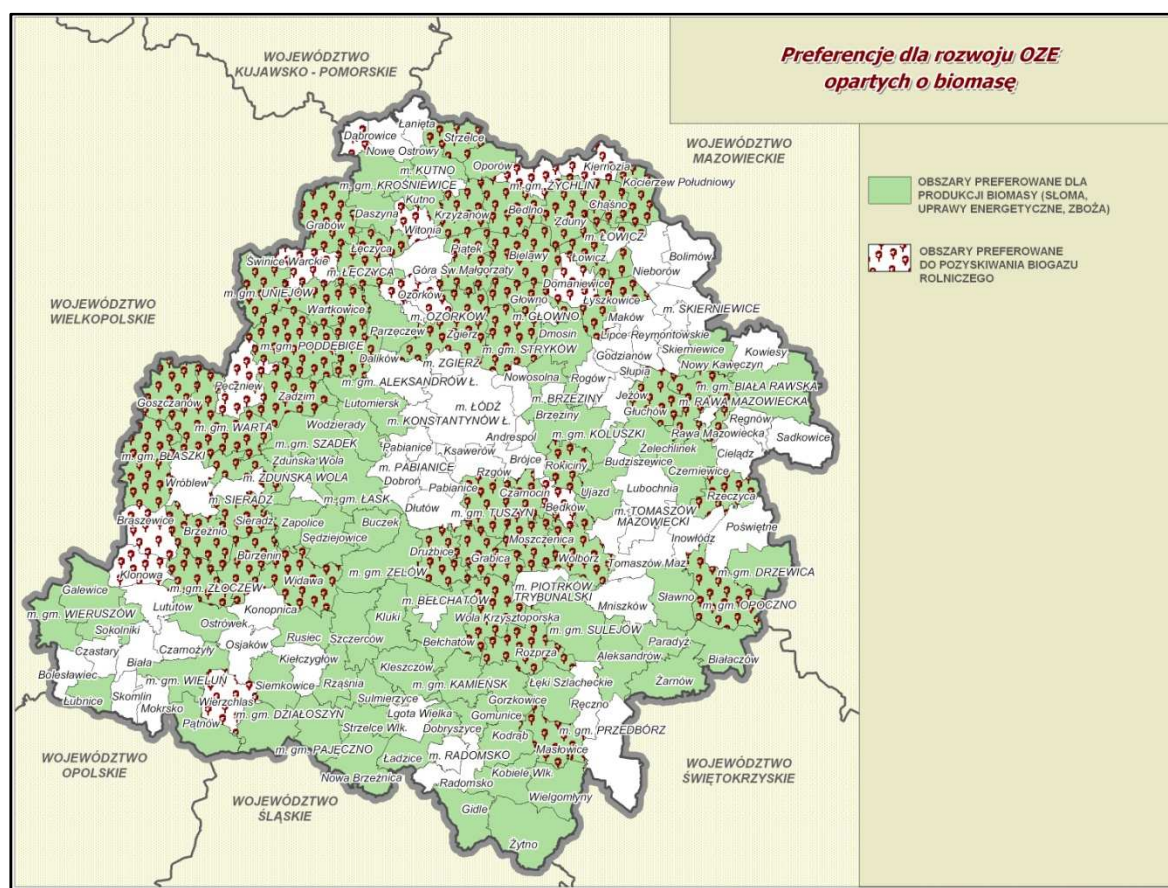
- obszar rozwoju intensywnego rolnictwa;
- Łódzki Obszar Metropolitalny;
- Zagłębie Górniczo – Energetyczne Bełchatów i Złoczew;
- obszar turystyczny doliny rzeki Pilicy;
- obszar turystyczny doliny rzeki Warty.

Odpowiednio obszar rozwoju intensywnego rolnictwa to tereny zlokalizowane w północnej i północno-wschodniej części województwa, rozciągające się od gminy Grabów w powiecie kutnowskim aż po gminę Sadkowice w powiecie rawskim oraz na zachodzie województwa obejmujące część gmin z powiatu sieradzkiego. Główną rolę w gospodarce tej przestrzeni województwa odgrywa dobrze prosperujące rolnictwo, zdolne do pełnienia funkcji żywicielskiej i zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego. Łódzki Obszar Metropolitalny jest to teren którego rdzeniem jest miasto Łódź. Obszar ten tworzą ponadto sąsiadujące z Łodzią powiaty: brzeziński, łódzki wschodni, pabianicki i zgierski. ŁOM położony jest w centralnej części Polski i województwa, co stwarza szansę na odgrywanie roli ważnego węzła zarówno w systemie komunikacyjnym jak i w strukturze planowanej metropolii sieciowej. Kolejnym terenem jest obszar funkcjonalny Zagłębia Górniczo-Energetycznego Bełchatów i Złoczew. Zlokalizowany jest on w południowej części województwa. Swoim zasięgiem obejmuje on w większości powiat bełchatowski i północno-wschodni fragment powiatu pajęczańskiego. Jest to teren o gospodarce surowcowej opartej o bogate złoża węgla brunatnego i produkcję energii elektrycznej. Obszar turystyczny doliny rzeki Pilicy to teren rozciągający się w południowo-wschodniej części regionu. Biegnie on wzdłuż doliny rzeki Pilicy od gmin Żytno i Przedbórz na południu do gmin Rzeczyca, Poświętne i Drzewica na wschodzie. Głównymi atutami tego obszaru są duże walory przyrodnicze i kulturowe wykorzystywane do turystyki aktywnej, wypoczynkowej, kulturowej i konferencyjnej. Obszar turystyczny doliny rzeki Warty to teren znajdujący się w zachodniej części województwa. Ciągnie się on wzdłuż dolin rzeki Warty, Prosny i również częściowo Bzury. Od północy obszar ten obejmuje gminę Łęczycę, a od południa Pajęczno i Działoszyn a także Wieruszów od południowo-zachodniej części regionu. Opisany obszar wyróżnia się atrakcyjnymi walorami przyrodniczymi i kulturowymi, będącymi podstawą turystyki aktywnej, kulturowej oraz uzdrowiskowej. Ze względu na zróżnicowany charakter wyróżnionych obszarów funkcjonalnych wyznaczony potencjał możliwości produkcji biomasy i biogazu podlega

pewnym ograniczeniom. Generalnie spod obszarów przeznaczonych pod produkcję biomasy i biogazu wyłącza się większość gmin wchodzących w skład Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego. Teren ŁOM ma inne przeznaczenie związane z postępującą urbanizacją i wyznaczeniem nowych terenów rozwojowych. Mając na uwadze potrzebę zachowania dobrych gleb jak również przestrzeni do produkcji roślinnej na cele spożywcze spod przeznaczania pod uprawy energetyczne wyłącza się tereny gmin obszaru rozwoju intensywnego rolnictwa. W ten sposób zapobiega się konkurencji pomiędzy produkcją roślin na cele spożywcze a uprawami na cele energetyczne. Dodatkowo spod stref pozysku biomasy oraz produkcji biogazu wyłącza się wszystkie obszary miejskie znajdujące się na terenie województwa łódzkiego, głównie ze względu na przeznaczenie terenu na typowo miejskie funkcje. Pozostałe obszary funkcjonalne za wyjątkiem ŁOM nie limitują w zasadniczy sposób możliwości wprowadzania przemysłowych upraw roślin energetycznych. Biorąc pod uwagę ustalone ograniczenia przestrzenne oraz obliczone potencjały należy wskazać, iż możliwości tworzenia upraw energetycznych w województwie łódzkim występują w gminach: Parzęczew, Maków, Bolimów, Skierniewice, Kowiesy, Biała Rawska, Rawa Mazowiecka, Żelechlinek, Czerniewice, Ujazd, Rzgów, Tuszyn, Wodzierady, Szadek, Zduńska Wola, Łask, Zapolice, Sędziejowice, Buczek, Żelów, Drużbice, Pabianice, Wola Krzysztoporska, Paradyż, Sławno, Opoczno, Drzewica, Żarnów, Łęki Szlacheckie, Gorzkowice, Rozprza, Bełchatów, Kleszczów, Sulmierzyce, Rząśnia, Pajęczno, Siemkowice, Wieluń, Ostrówek, Osjaków, Rusiec, Szczerców, Sokolniki, Galewice, Wieruszów, Gomunice, Dobryszce, Kodrąb, Masłowice, Wielgomłyny, Kobbiele Wielkie, Żytno, Strzelce Wielkie, Nowa Brzeźnica, Ładzice, Działoszyn, Poddębice.

Mając na uwadze istniejące ograniczenia jak również i możliwości przygotowano zamieszczoną poniżej mapę preferencji dla rozwoju odnawialnych źródeł energii opartych o biomasę. Odpowiednio obszary preferowane dla produkcji biomasy (słoma, uprawy energetyczne, zboża) to gminy: Krośnice, Strzelce, Oporów, Kutno, Krzyżanów, Bedlno, Zduny, Chaśno, Kocierzew Południowy, Łowicz, Bielawy, Piątek, Zgierz, Głowno, Łyszkowice, Stryków, Dmosin, Brzeziny, Nowy Kawęczyn, Biała Rawska, Głuchów, Rawa Mazowiecka, Żelechlinek, Koluszki, Rokiciny, Ujazd, Czerniewice, Rzeczyca, Drzewica, Opoczno, Sławno, Białaczów, Paradyż, Żarnów, Aleksandrów, Gidle, Żytno, Kobbiele Wielkie, Wielgomłyny, Nowa Brzeźnica, Ładzice, Kodrąb, Masłowice, Pajęczno, Strzelce Wielkie, Dobryszce, Gomunice, Gorzkowice, Łęki Szlacheckie, Rząśnia, Sulmierzyce, Kleszczów, Kamieńsk, Rusiec, Szczerców, Kluki, Bełchatów, Wola Krzysztoporska, Rozprza, Sulejów, Widawa, Żelów, Drużbice, Grabica, Moszczenica, Wolbórz, Tuszyn, Czarnocin, Pajęczno, Działoszyn, Pątnów, Rząśnia, Siemkowice, Wieluń, Łubnice, Wieruszów, Galewice, Sokolniki, Ostrówek, Złoczew, Brzeźno, Burzenin, Zapolice, Sędziejowice, Buczek, Błaszki, Sieradz, Zduńska Wola, Łask, Goszczanów, Warta, Szadek, Wodzierady, Lutomiersk, Zadzim, Uniejów, Poddębice, Dalików, Wartkowice, Parzęczew, Łęczyca, Grabów, Daszyna. Dodatkowo wyznaczono obszary preferowane do pozyskiwania biogazu rolniczego. Są to gminy: Dąbrowice, Strzelce, Witonia, Krzyżanów, Bedlno, Żychlin, Kiernozia, Zduny, Chaśno, Kocierzew Południowy, Piątek, Bielawy, Łowicz, Ozorków, Zgierz, Stryków, Głowno, Domaniewice, Łyszkowice, Głuchów, Rawa Mazowiecka, Rzeczyca, Opoczno, Rokiciny, Będków, Czarnocin, Tuszyn, Drużbice, Grabica, Moszczenica, Wolbórz, Wola Krzysztoporska, Rozprza, Masłowice, Wierzchlas, Widawa, Burzenin, Złoczew, Klonowa, Braszewice, Brzeźno, Sieradz, Błaszki, Warta, Goszczanów, Pęczniew, Zadzim, Poddębice, Dalików, Uniejów, Wartkowice, Świnice Warckie, Łęczyca, Grabów.

Mapa 19: Preferencje dla rozwoju OZE opartych o biomasę.



Źródło: Opracowanie własne BPPWŁ na podstawie zgromadzonych danych.

12. Wnioski końcowe.

Na podstawie przeprowadzonych analiz i kalkulacji można sformułować kilka wniosków atutowych dotyczących możliwości produkcji biomasy i biogazu w województwie łódzkim:

1. W regionie łódzkim istnieją bardzo duże niezagospodarowane zasoby energii odnawialnej zawartej w słomie powstającej co roku na obszarach pól uprawnych.
2. W województwie łódzkim istnieją potencjalnie duże zasoby energii odnawialnej zgromadzonej w biomasie upraw energetycznych.
3. Dużym źródłem energii odnawialnej opartej biomasę w województwie łódzkim jest biogaz rolniczy.
4. Stosunkowo duża ilość energii możliwa do uzyskania z upraw zbóż sprawia, że wybrane gminy województwa łódzkiego mogą stać się znaczącym dostawcą surowca do produkcji bioetanolu.
5. W województwie łódzkim istnieje 10 składowisk odpadów z potencjałem pozwalającym na pozyskiwanie biogazu i generację energii elektrycznej.

13. Bibliografia.

Literatura i materiały źródłowe:

- 1) Bio-Wat sp. z o.o. , partner projektu CZT, Techniki uprawy i produkcji biomasy z wierzby energetycznej, Materiały szkoleniowe projektu Centrum Zielonych Technologii w temacie Odnawialne Źródła Energii, EFS w ramach Inicjatywy Wspólnotowej EQUAL.
- 2) Cygan M., Wykorzystanie energetyczne słomy-dodatkowy dochód dla rolnika, Warmińsko-Mazurska Agencja Energetyczna.
- 3) Czysta energia od II 2002 do XI 2003.
- 4) Czysta energia od XII 2009 do II 2011.
- 5) Derski Bartłomiej, 2010, Biogazownie rolnicze na Dolnym Śląsku – Wrocław.
- 6) Dubas J.W., Toryfikacja – Proces Bliskiej Przyszłości.
- 7) Dudek Jerzy, Wykorzystanie biogazu ze składowisk odpadów komunalnych do celów energetycznych – IGNiG, Kraków.
- 8) Dyrektywa 2001/77/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z 27 września 2001 r. w sprawie promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii elektrycznej.
- 9) Ekoprofit od VII 2002 do VI 2003.
- 10) Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r., GUS W-wa 2010.
- 11) Energy for the future: renewable sources of energy - White Paper for a Community Strategy and Action Plan COM(97)599 final (26/11/1997).
- 12) Gajewski R., Plantacje roślin energetycznych rozwój czy stagnacja.
- 13) Gajewski R., Potencjał rynkowy biomasy z przeznaczeniem na cele energetyczne.
- 14) Gigawat energia od IX do XII 2002.
- 15) Glob energy I 2002, II/III 2003, I 2004.
- 16) Gradziuk Piotr, 2002 Alternatywne wykorzystanie gruntów rolniczych – przegląd roślin energetycznych, Czysta Energia.
- 17) Guzek Krzysztof, Pisarek Marcin, 2002, Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne w Polsce Czysta Energia Poznań.
- 18) Humięcki Maciej, 2003, Wojewódzka strategia energetyki odnawialnej – ważne ogniwo w systemie planowania energetycznego. Czysta Energia.
- 19) Infrastruktura komunalna i gospodarka mieszkaniowa w województwie łódzkim w 2001 roku – opracowanie Urzędu Statystycznego w Łodzi.
- 20) Janota Bzowski J., 2005, Ocena Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej wraz z propozycją działań, NFOSiGW, Warszawa.
- 21) Janowicz L. Ziaro zbóż jako surowiec energetyczny - palniki do jego spalania, IBMER, Warszawa.
- 22) Karski Leszek, 2003, Specyficzne wymagania Dyrektywy 2001/77/EC Czysta Energia.
- 23) Karski Leszek, 2003, Zasady promocji i wsparcia energetyki odnawialnej w Unii Europejskiej Czysta Energia.
- 24) Kotowski W., Konopka E., Miejsce biomasy drzewnej w procesach pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, <http://www.e-energetyka.pl>.
- 25) Kowalczyk-Juśko A., Popiół z różnych roślin energetycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.
- 26) Lewandowski Witold M., 2002, Proekologiczne źródła energii odnawialnej Warszawa.
- 27) Majtkowski W., Wieloletnie rośliny energetyczne (wierzba, miskantus, ślaziołek pensylwański), agrotechnika i zagrożenia upraw, produktywność, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Ogród Botaniczny w Bydgoszczy.
- 28) Marek M., Wykorzystanie biomasy pochodzenia rolniczego w polityce resortu rolnictwa, MRiRW.
- 29) Materiały źródłowe ARiMR i ARR w Łodzi,
- 30) Materiały źródłowe BPPWŁ w Łodzi.

- 31) Mirowski T., Surma T., 2008, Paliwa biomasowe w sektorze wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w Polsce, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, tom 24, zeszyt3/3.
- 32) Możliwości i warunki pozyskania energii ze źródeł odnawialnych na przykładzie gazu składowiskowego, *Ekologia Praktyczna* 2003.
- 33) Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim, CITEC S.A., 2008.
- 34) Odnawialne źródła energii w strategii rozwoju zrównoważonego Materiały z konferencji 1998.
- 35) Odnawialne źródła energii-zasoby i możliwości wykorzystania na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku.
- 36) Pałka H., Słoma nadal nie wykorzystany surowiec energetyczny, www.modr.pl.
- 37) Podstawowe informacje ze spisów powszechnych województwo łódzkie – Powszechny Spis Rolny 2002 – dane Urzędu Statystycznego w Łodzi 2002.
- 38) Prawne, Technologiczne, Środowiskowe i Ekonomiczne Uwarunkowania Rozwoju Produkcji Odnawialnych Źródeł Energii w Polsce opartych na biomase pochodzenia rolniczego, Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa listopad 2008,
- 39) Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013.
- 40) Program Infrastruktura i Środowisko 2007-2013, KSI SIMIK, Lista beneficjentów.
- 41) Program Rozwoju Obszarów Wiejskich 2007-2013.
- 42) Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu.
- 43) Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, Instytut Energetyki Odnawialnej, W-wa 2011.
- 44) Przewodnik: Fundusze Europejskie na Energetykę Odnawialną, Polska Izba Energii Odnawialnej.
- 45) Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013.
- 46) Renewable energies: success stories Prepared by: Ecotec Research and Consulting Ltd.and Aphrodite Mourelatou European Environment Agency - Environmental issue report No 27 Internet: <http://www.eea.eu.int> 2001.
- 47) Renewable energy journal od XI do XII 1999.
- 48) Różycki W. Andrzej, Szramka Roman, 2001, Strategie rozwoju energetyki niekonwencjonalnej Biuletyn URE.
- 49) Ruszkowski Jacek, 1999, Odnawialne źródła energii jako alternatywne substytuty konwencjonalnych surowców energetycznych Katowice.
- 50) Rzeczpospolita – szkolenia i konferencje, kwiecień 2010, luty 2011.
- 51) Silveira Semida BUILDING SUSTAINABLE ENERGY SYSTEMS – SWEDISH EXPERIENCES Halmstad 2001.
- 52) Skąd ta energia, *Echo Miasta*, 15.09. 2011.
- 53) Stolarski M., Wykorzystanie biomasy do produkcji pelet, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
- 54) Stolarski T., Energetyczne wykorzystanie biomasy, LODR Końskowola.
- 55) Strategia ekoenergetyczna powiatu lidzbarskiego - EC BREC, ESD i British Know-How Fund czerwiec 2002.
- 56) Strategia rozwoju energetyki odnawialnej – Dokument będący realizacją obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. W sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych Warszawa, marzec 2000.
- 57) Szufa Szymon, Toryfikacja biomasy drzewnej jej współspalanie z węglem w elektrowniach i elektrociepłowniach.
- 58) Topolski Jerzy, Orsicz – Kostrz Aleksandra, 2003, Bariery dla czystej energii Ekoprofit, Katowice.
- 59) Ustawa o odpadach (Dz. U. 2001 Nr 62 Poz. 628 wraz z późniejszymi zmianami).

- 60) Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. 1997. Nr 54, Poz. 348 z późniejszymi zmianami).
- 61) Ustawa z dnia 2 października 2003 r. o biokomponentach w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2003. Nr 199, Poz. 1934).
- 62) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001. Nr 62, Poz. 627).
- 63) Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w województwie łódzkim – Powszechny spis rolny 2002 – publikacja Urzędu Statystycznego w Łodzi 2003.
- 64) Wiśniewski Grzegorz, Michałowska – Knap Katarzyna, 2003, Odnawialne zasoby energii w Polsce, ich przestrzenne rozmieszczenie i procedury lokalizacyjne - Czysta Energia.
- 65) Województwo Łódzkie, podregiony, powiaty, gminy 2010 – publikacja Urzędu Statystycznego w Łodzi 2010.
- 66) Wykorzystanie biogazu ze składowisk odpadów komunalnych jako odnawialnego źródła energii – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska.
- 67) Wykorzystanie osadów ściekowych do produkcji biogazu – AURA, 2011.

Strony internetowe:

- 1) <http://2010.jtd.edu.pl/pokazy/energetyka-jadrowa/energetyka-weglowa-i-jadrowa-paliwo-i-emisje/>
- 2) <http://aktywni.pl/aktualnosci/palenie-w-kominku-niebezpieczne-zdrowie/>
- 3) <http://autonaetanol.com/index.htm>
- 4) <http://fuel.pl/oferta/b100>
- 5) http://kominki.org/bezpieczny_kominek/czy_kominek_jest_ekologiczny/art8,drewno-paliwo-nie-zawsze-ekologiczne.html
- 6) <http://minrol.gov.pl>
- 7) <http://naszlas.pl/>
- 8) <http://pigeo.org.pl>
- 9) <http://pl.wikipedia.org/wiki/Biomasa>
- 10) <http://prow.rolnicy.com>
- 11) <http://rolnicy.com/cukrownictwo/areal-uprawy,-plony-i-zbiory-burakow-cukrowych-a01.html>
- 12) <http://sklep.e-petrol.pl>
- 13) <http://solaris18.blogspot.com/2009/06/bopaliwo-najbardziej-nieefektywny.html>
- 14) <http://wiadomosci.ekologia.pl/srodowisko/Ekolodzy-biopaliwa-gorsze-dla-klimatu-niz-paliwa-kopalne,13487.html>
- 15) http://www.agroturystyka.kujawsko-pomorskie.pl/roslinna/przemyslowe/rzepak_ozimy.php
- 16) http://www.biodiesel.pl/baza_wiedzy/co_to_jest_biodiesel/
- 17) <http://www.bioenergia.eco.pl>
- 18) <http://www.biomasa.org.pl>
- 19) <http://www.biomassradecentres.eu>
- 20) <http://www.biomax.com.pl>
- 21) <http://www.biopaliwaon.com.pl/index.php>
- 22) <http://www.biopasja.pl/>
- 23) <http://www.cbr.edu.pl>
- 24) http://www.cieplej.pl/index_artykuly.php5
- 25) <http://www.cieplodlatrojmiasta.pl/biomasa-w-szczegolach>
- 26) <http://www.e-biopaliwa.pl/>
- 27) <http://www.ecoa.pl/oferta-odnawialne-zrodla-energi>
- 28) <http://www.e-energetyka.pl>
- 29) <http://www.ekoenergia.pl/index.php>
- 30) <http://www.ekoforum.pl/forum/printview.php>

- 31) <http://www.eo.org.pl>
- 32) <http://www.eregi.on.wzp.pl/rolnictwo/plon-w-kwintalach-z-hektara-plony-zboz.html>
- 33) <http://www.farmer.pl>
- 34) <http://www.globenergia.pl>,
- 35) <http://www.gramwzielone.pl>
- 36) <http://www.kape.gov.pl/PL/Dzialalnosc/PlanowanieEnergetyczneWGminach/index.phtml>
- 37) <http://www.kukurydza.org.pl>
- 38) http://www.kzg.pl/index.php/gospodarka_odpadami,post_z_poszczegol_rodz_odpad,odpady_zielone
- 39) <http://www.modr.mazowsze.pl>
- 40) <http://www.ogrzewnictwo.pl>
- 41) <http://www.oze.nfosigw.gov.pl>
- 42) <http://www.paliwadrzewne.pl/index.php>
- 43) <http://www.pectbg.kki.pl/hir/taniej.html>
- 44) <http://www.pigeo.pl/index.php>
- 45) <http://www.plytameblowa.pl/rozmowy/problemy-ze-spalaniem-odpad%C3%B3w-p%C5%82yt-0>
- 46) <http://www.poznan.pl/mim/public/wos/pages.html>
- 47) <http://www.ppr.pl>
- 48) <http://www.protechnika.com/urzadzenia.php>
- 49) <http://www.vattenfall.pl>
- 50) <http://www.wierzbaenergetyczna.info/5zrebki.htm>
- 51) http://www.wir.org.pl/raporty/perpektywy_upraw_energetycznych
- 52) <http://www.zb.eco.pl/zb/112/energia.htm>
- 53) <http://www.ze.strefa.pl>
- 54) <http://wyooo.republika.pl/pliki/biomasa.htm>



**Biuro Planowania Przestrzennego
Województwa Łódzkiego w Łodzi**
ul. Sienkiewicza 3, 90-113 Łódź
tel./fax 042 630 57 69 do 72
e-mail: sekretariat@bppwl.lodzkie.pl

<http://bppwl.lodzkie.pl>