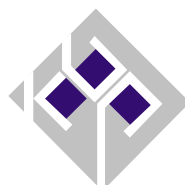




WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII



**Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania
Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku**

87-800 Włocławek, Bulwary im. Marsz. J. Piłsudskiego 5B, tel./fax (054) 231 55 13, 231 55 19, e mail: wloclawek@biuro-planowania.pl

ZESPÓŁ SPORZĄDZAJĄCY

PROJEKTANT PROWADZĄCY:

Mariusz Leszczyński

PROJEKTANCI:

Zbigniew Brenda

Joanna Dembowska

Cecylia Fechner

Bogumiła Germanowska

Tomasz Grzechowiak

Wiera Kulczyńska

Izabela Kurowska

Mariusz Leszczyński

Aleksandra Lewandowska

Jolanta Oszajc

Katarzyna Podlaska-Krzywiec

Małgorzata Sobotka

Adam Stańczyk

GRAFIKA KOMPUTEROWA:

Ewa Birek

Joanna Dembowska

Tomasz Grzechowiak

Janina Kalinowska

Agata Lach

Mariusz Leszczyński

Aleksandra Lewandowska

Katarzyna Podlaska-Krzywiec

Adam Stańczyk

DYREKTOR K-PBPPiR WE WŁOCLAWKU

Antoni Pawski

Opracowanie sporządzono przy współpracy z Zespołem roboczym do spraw przygotowania opracowania pt. „Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania na terenie województwa kujawsko-pomorskiego” (powołanym zgodnie z Zarządzeniem Nr 24/09 Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego, z dnia 8 maja 2009 r.)

Antoni Pawski	Przewodniczący Zespołu
Zbigniew Wajer	Zastępca Przewodniczącego Zespołu - Naczelnik Wydziału Planowania Przestrzennego, Departament Planowania Strategicznego i Gospodarczego
Justyna Gostkowska	Sekretarz zespołu - Departament Planowania Strategicznego i Gospodarczego
Krystyna Brykała	Departament Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich
Michał Buzalski	Pomorskiej Agencji Poszanowania Energii sp. z o.o.
Jarosław Jurzysta	Departament Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich
Wojciech Kołomyjski	Kierownik O. Toruń, Kujawsko-Pomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Włocławku
Maciej Krużewski	Dyrektor Departamentu Planowania Strategicznego i Gospodarczego
Marek Nowacki	Kierownik O. Przysiek, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie
Adam Piszczek	Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie
Zbigniew Reniecki	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Toruniu
Edward Reszkowski	p. o. Dyrektora Departament Środowiska i Geologii
Marlena Smykowska	Departament Infrastruktury
Henryk Sobczak	Naczelnik Wydziału Rolnictwa, Departament Rolnictwa i Obszarów Wiejskich
Marek Szczygielski	

Spis treści

1. WPROWADZENIE	11
2. ZAŁOŻENIA METODYCZNE.....	13
3. POWIĄZANIA Z DOKUMENTAMI PROGRAMOWYMI I STRATEGICZNYMI POZIOMU WSPÓLNOTOWEGO KRAJOWEGO I REGIONALNEGO.....	19
4. ZASOBY I WYKORZYSTANIE ENERGII ODNAWIALNEJ W WOJEWÓDZTWIE KUJAWSKO-POMORSKIM.....	22
4.1. OCENA ZASOBÓW WODNYCH, ISTNIEJĄCE ELEKTROWNIE WODNE, MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA RZEK DLA PRODUKCJI ENERGII	22
4.1.1. Wstęp.....	22
4.1.2. Uwarunkowania hydrologiczne	23
4.1.3. Zasoby hydroenergetyczne	25
4.1.4. Wykorzystanie zasobów hydroenergetycznych.....	26
4.2. OCENA ZASOBÓW ENERGII WIATROWEJ, ISTNIEJĄCE ELEKTROWNIE WIATROWE	29
4.2.1. Zasoby energii wiatrowej w województwie kujawsko-pomorskim.....	29
4.2.2. Przestrzenne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych	31
4.2.3. Potencjał zasobów energii wiatrowej	32
4.2.4. Stan rozwoju energetyki wiatrowej	33
4.3. OCENA ZASOBÓW ENERGII SŁONECZNEJ, ISTNIEJĄCE INSTALACJE WYKORZYSTUJĄCE PROMIENIOWANIE SŁONECZNE	37
4.3.1. Potencjał rozwojowy energetyki słonecznej województwa.....	37
4.3.2. Stan istniejący energetyki solarnej	40
4.4. ZASOBY WÓD GEOTERMALNYCH Z ANALIZĄ PRZYDATNOŚCI NA CELE ENERGETYCZNE, WYKORZYSTANIE WÓD GEOTERMALNYCH DO CELÓW ENERGETYCZNYCH	45
4.4.1. Charakterystyka zbiorników geotermalnych	47
4.4.2. Wykorzystanie wód geotermalnych	51
4.4.3. Pompy ciepła	56
4.5. ZASOBY BIOMASY, MOŻLIWOŚCI UPRAW ROŚLIN DLA CELÓW ENERGETYCZNYCH, OBSZARY PREFEROWANE DLA ROZWOJU ENERGETYCZNYCH NA BAZIE BIOMASY	56
4.5.1. Pojęcie i rodzaje biomasy	56
4.5.2. Uwarunkowania pozyskania i potencjał biomasy na terenie województwa kujawsko-pomorskiego.....	58
4.5.3. Biomasa pozyskiwana z roślin energetycznych.....	59
4.5.4. Biomasa pochodzenia rolniczego	65
4.5.5. Biomasa pochodzenia „drzewnego”	70
4.5.6. Stan rozwoju energetyki opartej na biomase na terenie województwa kujawsko-pomorskiego	79
4.6. ZASOBY I ŹRÓDŁA BIOGAZU, MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA WYKORZYSTYWANIA BIOGAZU, ISTNIEJĄCE INSTALACJE BIOGAZOWE W WOJEWÓDZTWIE	87
4.6.1. Biogaz z odpadów organicznych na składowiskach odpadów	87
4.6.2. Biogaz z osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków	88
4.6.3. Biogaz z odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych	90
5. OBSZARY OGRANICZENIA ROZWOJU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE KUJAWSKO-POMORSKIM.....	93
5.1. OGRANICZENIA PRZESTRZENNO-ŚRODOWISKOWE	93
5.2. OGRANICZENIA INFRASTRUKTURALNE	98
5.3. OGRANICZENIA SYSTEMOWE	98
5.4. OGRANICZENIA EKONOMICZNE.....	99
5.5. POSZCZEGÓLNE RODZAJE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII Z PUNKTU WIDZENIA PODSTAWOWYCH OGRANICZEŃ I BARIER ROZWOJU	99

6. INSTYTUCJE WSPIERAJĄCE ROZWÓJ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII.....	103
6.1. FINANSOWANIE PROJEKTÓW DOTYCZĄCYCH WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII.....	103
6.2. INSTYTUCJE WSPIERAJĄCE ROZWÓJ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII DZIAŁAJĄCE NA TERENIE WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO.....	109
6.3. INSTYTUCJE WSPIERAJĄCE ROZWÓJ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII DZIAŁAJĄCE NA TERENIE KRAJU	110
7. WNIOSKI DOTYCZĄCE PERSPEKTYW I MOŻLIWOŚCI ROZWOJU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE KUJAWSKO-POMORSKIM.....	111
8. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	123

Spis tabel

Tabela 1 Wykaz małych elektrowni wodnych na obszarze województwa kujawsko pomorskiego.....	27
Tabela 2 Porównanie mocy zainstalowanej w istniejących elektrowniach wiatrowych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego wg danych operatorów sieci i ankiet (stan: maj 2009).....	34
Tabela 3 Tabela Istniejące elektrownie wiatrowe na terenie województwa kujawsko-pomorskiego (stan: maj 2009)	35
Tabela 4 Wykaz kolektorów słonecznych według gmin	41
Tabela 5 Ceny podgrzania 1 m ³ wody.....	45
Tabela 6 Zasoby dyspozycyjne energii geotermalnej województwa kujawsko-pomorskiego na tle zasobów Niżu Polskiego.....	46
Tabela 7 Zestawienie podstawowych parametrów hydrogeotermalnych dla największych miast województwa kujawsko-pomorskiego	52
Tabela 8 Miejscowości o zdefiniowanych zasobach energii geotermalnej	53
Tabela 9 Wartość opałowia różnych paliw.....	57
Tabela 10 Plon suchej masy drewna wierzb krzewiastych, jego wartość kaloryczna oraz zawartość popiołu	61
Tabela 11 Wartość energetyczna zrębków wierzy w zależności od wilgotności	62
Tabela 12 Kluczowe ograniczenia środowiskowe i przestrzenne dla upraw roślin energetycznych.....	62
Tabela 13 Wysokość pomocy do 1 ha założonej plantacji w zależności od rodzaju rośliny.....	63
Tabela 14 Plony reprezentatywne wybranych gatunków roślin energetycznych bez zróżnicowania na podział administracyjny kraju	64
Tabela 15 Symulacja ekonomiczna dla plantacji wierzy energetycznej.....	65
Tabela 16 Skład chemiczny słomy pszennej, jęczmiennej i kukurydzianej	66
Tabela 17 Porównanie parametrów słomy szarej i żółtej bez podziału gatunkowego zbóż	67
Tabela 18 Wartość opałowia słomy	67
Tabela 19 Stosunek masy ziarno/słoma wybranych gatunków zbóż.....	68
Tabela 20 Średni bilans słomy w latach 1999-2001 dla 16 województw.....	69
Tabela 21 Symulacja pozyskania słomy z 1ha powierzchni upraw wybranych gatunków zbóż w województwie kujawsko-pomorskim wg danych GUS z 2007 roku.....	70
Tabela 22 Dane ankietowe dotyczące ustalenia stopnia oraz możliwości wykorzystania OZE na terenie województwa kujawsko-pomorskiego.....	79
Tabela 23 Zatwierdzone podmioty skupujące i zatwierdzone pierwsze jednostki przetwórcze według miejsc prowadzenia działalności (stan na dzień 13.03.2009).....	84
Tabela 24 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Bydgoszcz.....	103
Tabela 25 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Toruń	104
Tabela 26 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Włocławek	105
Tabela 27 Wielkość udzielonych kredytów w województwie w latach 2006–2009 na poszczególne inwestycje OZE.....	106
Tabela 28 Liczba inwestycji przekazanych w województwie do eksploatacji w latach 2006–2009 finansowanych przez BOŚ S.A.	106
Tabela 29 Liczba wniosków i wielkość dofinansowania odnawialnych źródeł energii w latach 2006 – 2009 przez wojewódzki Fundusz w Toruniu	106
Tabela 30 Liczba i rodzaj odnawialnych źródeł energii dofinansowanych przez wojewódzki Fundusz w Toruniu, oddanych do użytku w latach 2006 - 2008	107
Tabela 31 Liczba złożonych wniosków o dofinansowanie do roślin energetycznych	108
Tabela 32 Rodzaje i powierzchnie upraw roślin energetycznych, na które udzielono dopłaty	108
Tabela 33 Wykaz istniejących budowli hydrotechnicznych stanowiących potencjalną lokalizację małych elektrowni wodnych	112

Spis rysunków

- Rys. 1 Rozkład odpływu jednostkowego z obszaru Polski
Rys. 2 Teoretyczne zasoby hydroenergetyczne
Rys. 3 Istniejące obiekty hydroenergetyczne
Rys. 4 Projektowane obiekty hydroenergetyczne oraz zasoby możliwe do wykorzystania
Rys. 5 Strefy energetyczne wiatru w Polsce wg H. Lorenc
Rys. 6 Strefy energii wiatru w Polsce wg H. Lorenc
Rys. 7 Strefy energetyczne wiatru
Rys. 8 Strefy energii wiatru
Rys. 9 Istniejące elektrownie wiatrowe wg mocy zainstalowanej w latach 2007-2008
Rys. 10 Istniejące elektrownie wiatrowe według mocy zainstalowanej w 2009r.
Rys. 11 Istniejące i projektowane elektrownie wiatrowe wg mocy zainstalowanej w 2009r.
Rys. 12 Rozwój energetyki wiatrowej w latach 1995-2009
Rys. 13 Przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dotyczących lokalizacji farm wiatrowych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego w 2009 r.
Rys. 14 Roczne sumy promieniowania słonecznego i solarny potencjał energetyczny dla Polski w 2008 roku
Rys. 15 Strefy nasłonecznienia
Rys. 16 Energia słoneczna – zainstalowane kolektory słoneczne
Rys. 17 Główne obszary geotermalne i ich wykorzystanie
Rys. 18 Wody geotermalne w Polsce
Rys. 19 Wody geotermalne – temperatura i mineralizacja wybranych zbiorników
Rys. 20 Wskaźnik efektywności energetycznej wybranych gatunków zbóż
Rys. 21 Uwarunkowania pozyskania biomasy z roślin energetycznych
Rys. 22 Uwarunkowania pozyskania biomasy pochodzenia drzewnego i rolniczego
Rys. 23 Stan rozwoju energetyki wykorzystującej biomasę oraz zaplecze instytucjonalne
Rys. 24 Składowiska odpadów
Rys. 25 Komunalne oczyszczalnie ścieków
Rys. 26 Elektrownie wiatrowe jako dominanta przestrzenna
Rys. 27 Perspektywy i możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii – główne założenia

Wykaz załączników graficznych w skali 1:200 000 sporządzonych na potrzeby opracowania

- Ograniczenia rozwoju energetyki wiatrowej – zagadnienia przyrodniczo-kulturowe
- Wody geotermalne - zasoby dyspozycyjne
- Przestrzenne aspekty pozyskania biomasy na cele energetyczne oraz stan rozwoju energetyki wykorzystującej biomasę

1. WPROWADZENIE

Podczas posiedzenia Rady Europy w marcu 2007 roku przyjęto wstępne założenia tzw. Pakietu klimatyczno-energetycznego. Główne cele pakietu nazywane potocznie „3 x 20” są następujące:

- zwiększenie do 2020 roku efektywności energetycznej o 20% w stosunku do „scenariusza BAU”¹;
- zwiększenie do roku 2020 udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20% całkowitego zużycia energii finalnej w UE²;
- zmniejszenie do 2020 roku emisji gazów cieplarnianych, o co najmniej 20%, w porównaniu do 1990 roku, z możliwością wzrostu tej wielkości nawet do 30%, pod warunkiem, że inne kraje rozwinięte zobowiążą się do porównywalnej redukcji emisji, a wybrane kraje rozwijające się wniosą odpowiedni wkład na miarę swoich możliwości redukcyjnych.

W skład Pakietu energetyczno-klimatycznego wchodzi sześć aktów prawnych. Dwa z nich zostały przedstawione przez Komisję Europejską jeszcze w 2007 roku, pozostałe cztery w styczniu 2008 roku. Projekty tych dokumentów dotyczą:

- Promowania energii ze źródeł odnawialnych.** Głównym celem dyrektywy jest zapewnienie osiągnięcia celu 20% udziału OZE w bilansie energetycznym UE. Projekt określa cele dla poszczególnych państw członkowskich. Dla Polski jest to 15% udział OZE w energii finalnej w 2020 roku. Dyrektywa odnosi się do trzech sektorów: produkcji energii elektrycznej, ciepła oraz transportu (biopaliwa).
- Norm emisji z samochodów.** Uzgodniona została propozycja ograniczenia emisji dwutlenku węgla przez samochody do przeciętnego poziomu 120 g CO₂/km do roku 2012³. Po roku 2012 producenci samochodów, które nie będą spełniać określonych dla nich norm emisji, zapłacą kary za przekroczony limit.
- Specyfikacji paliw.** Dyrektywa przewiduje obowiązek monitorowania poziomu emisji zanieczyszczeń związanych z produkcją i wykorzystywaniem paliw oraz ograniczeniem zanieczyszczeń o 10% do roku 2020. Akt prawny wprowadza nowe regulacje w zakresie zawartości w paliwie siarki i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.
- Wspólnych wysiłków na rzecz redukcji emisji.** Projekt dyrektywy dotyczy redukcji emisji o średnio 10% z sektorów nieobjętych systemem ETS⁴: transportu, budownictwa, usług, mniejszych instalacji przemysłowych, rolnictwa oraz gospodarki odpadami. Pułapy redukcyjne są różne dla państw członkowskich. Polska ze względu na perspektywy rozwoju gospodarczego, będzie mogła zwiększyć emisje w tych sektorach o 14% w porównaniu z 2005 rokiem.
- Wychwytywania i składowania dwutlenku węgla.** Dyrektywa zakłada, że wszystkie nowo budowane elektrownie węglowe po 2015 roku powinny być wyposażone

¹ BAU – ang. business as usual – scenariusz, w którym nie przewiduje się żadnych dodatkowych działań w zakresie efektywności energetycznej

² Dla Polski obowiązuje osiągnięcie 15% udziału odnawialnych źródeł energii do 2020 roku

³ Obecnie średnia emisja to 160 g CO₂/km

⁴ Europejski System Handlu Emisjami

w instalacje CCS, dlatego państwa członkowskie w trakcie budowy nowych elektrowni muszą już od roku 2009 zapewnić miejsce dla budowy tych instalacji.

–**Przeglądu europejskiego systemu handlu emisjami.** Zaproponowano wprowadzenie do ETS zamiany darmowego rozdawania emisji krajom członkowskim, na rzecz 100% licytacji na zasadzie aukcji. Od 2013 roku wszystkie uprawnienia dla sektora produkcji energii elektrycznej musiałyby być kupowane na aukcji. Dla pozostałych sektorów przemysłowych przewidywano stopniowe wprowadzanie aukcji od 20% uprawnień w 2020 roku do 100% w 2020. Propozycja spotkała się z krytyką wybranych państw członkowskich, przede wszystkim Polski. W efekcie, na zasadzie wyjątku elektrownie w Polsce i innych uboższych krajach UE w roku 2013 dostaną 70% uprawnień za darmo. Pula darmowych uprawnień będzie co roku zmniejszana tak, aby w 2020 roku na aukcji kupowane było już 100% uprawnień. Uzgodniono także, że sektory, w których prawdopodobne jest przenoszenie produkcji poza UE, będą mogły ubiegać się o 100% darmowych udziałów. Przewidziano rekompensaty kosztów wdrażania polityki klimatycznej UE dla biedniejszych krajów członkowskich⁵. Dodatkowo, 10% zezwoleń zostanie rozdanych w oparciu o kryterium możliwości państwa – biedniejsi dostaną więcej, a dodatkowe 2% całej puli zostanie przekazane krajom, które w latach 1990-2005 najbardziej ograniczyły emisję.

Obecnie w Komisji Europejskiej trwają intensywne prace nad przygotowaniem szczegółowych rozwiązań formalno-prawnych dotyczących wdrażania Pakietu energetyczno-klimatycznego. W zakresie dotyczącym ograniczenia emisji gazów cieplarnianych niezbędnym jest ustalenie kilkudziesięciu takich rozwiązań jak np.: rozporządzenie o aukcjach, ustalenie sektorów narażonych na tzw. „carbon leakage”⁶, ustalenie zasad uzyskiwania bezpłatnych uprawnień, zasad przygotowania krajowych planów inwestycyjnych czy ustalenie mechanizmów kontroli emisji innych niż ETS. Prace te obecnie trwają i mają się zakończyć do maja 2012 roku.

Dla każdego kraju uczestniczącego w nowym systemie handlu emisjami (w tym również Polski) jest to ogromne wyzwanie. Stawia ono znaczne wymagania w stosunku do administracji rządowej w zakresie uzyskania rozwiązań korzystnych i możliwych do wdrożenia.

Jedną z istotnych kwestii stało się więc określenie realnego potencjału odnawialnych źródeł energii (OZE) w województwie kujawsko-pomorskim oraz w jakich rodzajach OZE region będzie mógł realizować zakładane dla naszego kraju cele.

W związku z powyższym Marszałek województwa kujawsko-pomorskiego pismem Nr PSG.III.0725-14/2009 zlecił sporządzenie opracowania pt. „Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania na terenie województwa kujawsko-pomorskiego” przez Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku.

⁵ Szacuje się, że Polska w ten sposób może uzyskać w latach 2013-2020 dodatkowo 60 mld euro

⁶ Przeniesienie zakładów uciążliwych dla środowiska poza UE, do krajów o niższych standardach emisyjnych

2. ZAŁOŻENIA METODYCZNE

Odnawialne zasoby energii potraktowano jako możliwą do pozyskania w sposób trwały na obszarze województwa średnioroczną ilość energii promieniowania słonecznego, energii mechanicznej: wiatru i cieków wodnych oraz ciepłej energii geotermalnej i chemicznej. Odnawialne zasoby energii mogą być oceniane tylko poprzez pryzmat zaopatrzenia określonego obszaru w energię. W konsekwencji pojęcie odnawialnego zasobu energii jest pojęciem czysto ekonomicznym, związanym z pełnioną przez nie funkcją. Wielkość odnawialnych zasobów energii może wzrastać wraz ze zmianą modelu potrzeb energetycznych oraz z rosnącą wiedzą na temat ich konwersji w użyteczne nośniki energii i możliwości technologicznych.

W celu zachowania spójności podejścia do szacowania wszystkich rodzajów odnawialnych zasobów energii zastosowano, jednakową w odniesieniu do wszystkich ich rodzajów, metodę „kaskadowego” przechodzenia od potencjału teoretycznego zasobów, poprzez potencjał techniczny, ekonomiczny, a na rynkowym kończąc. Powyższą metodę i jej główne założenia przyjęto wykorzystując ekspertyzę „Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020”, którą wykonano na zamówienie Ministerstwa Gospodarki przez Instytut Energetyki Odnawialnej przy współpracy z Instytutem na Rzecz Ekorozwoju.

Potencjał teoretyczny (maksymalna ilość energii odnawialnej możliwa do pozyskania z obszaru województwa) ma małe znaczenie praktyczne. Do ilościowego i porównawczego oszacowania wielkości dostępnych odnawialnych zasobów energii wykorzystano przede wszystkim wielkość **potencjału technicznego** energii. Określa on ilość energii, jaką w ciągu roku można pozyskać z zasobów dostępnych w województwie za pomocą najlepszych technologii przetwarzania energii ze źródeł odnawialnych w jej końcowe nośniki, ale z uwzględnieniem ograniczeń przestrzennych i środowiskowych. Pomimo, że w praktyce ze względu na szereg ograniczeń (ekonomicznych, rynkowych), nie jest możliwe pełne wykorzystanie potencjału technicznego, to jednak wielkość ta jest użyteczna w oszacowaniach, jako względnie stabilna w dłuższym okresie oraz związana z aktualnym poziomem rozwoju technologii poszczególnych źródeł. W sposób szczególny będą traktowane środowiskowe i przestrzenne ograniczenia potencjału technicznego wykorzystania poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii, co będzie miało duże znaczenie m.in. przy ocenie potencjału energetyki wiatrowej. **Potencjał ekonomiczny** określono jako część potencjału technicznego, jaka może być wykorzystana przy uwzględnieniu kryteriów gospodarczych. **Potencjał rynkowy** jest to optymalnie wykorzystany potencjał ekonomiczny, który opiera się na możliwym tempie rozwoju rynku, przy założeniu prawidłowego działania wszystkich mechanizmów wsparcia, szybkiego usuwania barier infrastrukturalnych, przy zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju.

Zastosowano następujące metody prac:

- metodę studialną – kameralną oraz terenową (na etapie wstępnego rozpoznania zagadnienia oraz gromadzenia niezbędnych informacji zapoznano się z dostępnymi publikacjami, źródłami danych, nawiązano kontakty instytucjonalne, dokonano wizytacji eksperymentalnych plantacji roślin energetycznych, przeprowadzono wywiad ze

specjalistami z zakresu hodowli roślin energetycznych, doradztwa oraz ekonomiki produkcji biomasy),

- metody zasadnicze – redukcyjna (dokonano szerokiej weryfikacji dostępnych materiałów i danych) oraz dedukcyjna („przełożenie” oraz dostosowanie informacji o charakterze ogólnym do uwarunkowań i potrzeb rozwoju województwa),
- metody techniczne (analizy statystyczne, analizy kartograficzne),
- badania ankietowe skierowane do starostw powiatowych oraz agend rządowych zajmujących się problematyką rolnictwa.

Energetyka wodna

Określenie zasobów hydroenergetycznych należy rozpatrywać w dwu płaszczyznach. Pierwsza to zasoby teoretyczne a więc takie, jakie wynikają z podstawowych uwarunkowań naturalnych określonych wielkością przepływu w ciekach oraz ich spadkiem. Druga płaszczyzna związana jest z określeniem zasobów możliwych do technicznego wykorzystania. Biorąc pod uwagę praktyczny charakter opracowania przedmiotem analizy były zasoby możliwe do technicznego wykorzystania.

Punktem wyjścia prowadzonych prac była przestrzenna identyfikacja istniejących i funkcjonujących obiektów hydroenergetycznych. Uznano bowiem, że ich lokalizacja może być ważnym indykatorem zasobów energetycznych danego cieku. W związku z tym cieki te były w pierwszej kolejności przedmiotem analizy, mającej na celu identyfikację przestrzenną miejsc i obszarów gdzie mogą być zlokalizowane kolejne obiekty hydroenergetyczne. Przyjęto dwa podstawowe kryteria lokalizacyjne. Pierwsze kryterium, przyrodnicze, określa podstawowe cechy fizyczne terenu (spadki i warunki hydrologiczne cieku) oraz uwarunkowania wynikające z obowiązujących przepisów prawa odnoszących się do środowiska. Drugie kryterium odnosi się do czynnika ekonomicznego i wiąże się z przyjęciem wskaźnika, określającego opłacalny koszt jednego kilowata zainstalowanej mocy.

W trakcie prowadzonych prac założono, że wykorzystanie wszystkich dostępnych informacji z zakresu hydrologii (roczniki hydrologiczne, opracowania naukowe, prace badawcze itp.). Przeanalizowano również dostępne materiały informacyjne oraz opracowania studialne i projektowe, wykonane w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat, a odnoszące się do energetycznego wykorzystania zasobów wodnych, bądź regulacji stosunków wodnych (zbiorniki retencyjne, podpiętrzenia cieków itp.). Jako ważny materiał źródłowy potraktowano również informacje uzyskane poprzez ankiety skierowane do samorządów lokalnych.

Energetyka wiatrowa

Oszacowanie zasobów energii wiatru na terenie województwa kujawsko-pomorskiego dokonano w oparciu o trzy podstawowe czynniki:

- Wielkość obszaru dostępnego na terenie województwa dla lokalizacji siłowni wiatrowych obliczona na podstawie (UR – obszary chronione - 10% (współczynnik bezpieczeństwa) – obszary o niskiej wietrzności).
- Ograniczenia ekonomiczne i infrastrukturalne (trudne do określenia; wymagają szczegółowych analiz dla konkretnych lokalizacji z jednej strony, z drugiej zaś planowanej polityki energetycznej PSE).
- Wskaźnik możliwości zainstalowanej mocy energii na jednostkę powierzchni (1MW/10 ha wg opinii Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej).

Następnie dokonano analizy stanu istniejącego wykorzystania energii wiatru z uwzględnieniem deklarowanych zamierzeń inwestycyjnych w tym względzie.

Energetyka solarna

Przy szacowaniu zasobów energetyki solarnej zostały uwzględnione następującej czynniki i założenia:

- Możliwości lokalizacji aktywnych systemów słonecznych (kolektorów słonecznych termicznych i ogniw fotowoltaicznych) na terenach zurbanizowanych, a w szczególności punktowo na obiektach mieszkalnych (powierzchnia zabudowy) lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie, generalnie w strukturze rozproszonej.
- W obliczeniach potencjału energetyki słonecznej nie uwzględniono systemów pasywnych (biernego pozyskania energii słonecznej do ogrzewania budynków przez elementy architektoniczne), założono bowiem, że te metody są elementem działań na rzecz ograniczenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania.
- Obliczenia realnego potencjału energii słonecznej do podgrzewania cw (cieplej wody użytkowej) i co (centralnego ogrzewania) oparte zostały na danych o różnych typach zabudowy i mieszkań (dane GUS) uwzględniając przeliczenie w m² kolektora na 1 mieszkańca.

Energia geotermalna

- Ocena zasobów odnosi się do:
 - *Geoenergii* jako zasobu energii pierwotnej, który pochodzi z okresu formowania się Ziemi, przy czym następnie został wzbogacony energią pochodzącą z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych – uranu, toru czy potasu. Ten rodzaj energii jest w zasadzie niewyczerpalny, ponieważ uzupełnia go stale strumień ciepła przenoszonego z gorącego wnętrza Ziemi (o temperaturze ok. 6000°C).
 - *Energii geotermicznej* Ziemi, jako energii zakumulowanej w magmie, skałach oraz płynach (woda, para wodna, ropa naftowa, gaz ziemny itp.) wypełniających pory i szczeliny skalne.
 - *Energii geotermalnej* stanowi część energii geotermicznej zawartej w wodach, parze wodnej oraz otaczających skałach. W szczególności w warunkach geologicznych Polski jest ona zakumulowana głównie w podziemnych zbiornikach geotermalnych. Zbiorniki geotermalne stanowią zatem zespoły skał porowatych i przepuszczalnych wypełnione wodami (lub parą wodną), zamknięte od dołu i z boków skałami nieprzepuszczalnymi i uszczelniającymi, przyjmujących różny kształt geometryczny.
 - *Pomp ciepła*, systemu stosowanego przy geotermii płytkiej.

Do zasobów geotermalnych zaliczane jest ciepło pochodzące z mediów o temperaturze wynoszącej co najmniej 20°C. Na szczególną uwagę zasługuje wykorzystanie zasobów hydrogeotermalnych, jako najpowszechniej występujących. Pozostałe mają marginalne znaczenie.

Ocena zasobów:

- Dokonanie klasyfikacji zasobów: dostępne, statyczne, statyczne-wydobywalne, dyspozycyjne, eksploatacyjne.

- Ocena ekonomiczna zbiorników hydrogeotermalnych, szacowanie zasobów dyspozycyjnych.
- Analiza podstawowych parametrów hydrogeologicznych zbiorników (jakościowa, ilościowa).
- Rozkład parametrów technicznych.

Opracowanie składa się z części opisowej, graficznej oraz diagramów.

Energetyczne wykorzystanie biomasy

Przedmiotem analiz w zakresie zagadnienia „energetyczne wykorzystanie biomasy” było rozpoznanie możliwości technicznych, potencjału dostępnego na terenie województwa oraz obecnego stanu rozwoju w zakresie pozyskania i przetworzenia w celach energetycznych biomasy, czyli substancji pochodzenia roślinnego.

Zagadnienie powyższe jest bardzo rozległe, a w dostępnej literaturze przedstawione są liczne teoretyczne możliwości wykorzystania energetycznego biomasy. Znaczna część spośród potencjalnych możliwości produkcji energii z biomasy nie została zresztą jak dotąd szczegółowo rozpoznana pod względem koniecznych technologii produkcji i przetworzenia, a tym bardziej nie została w praktyce wdrożona. W związku z powyższym, w celu zapewnienia możliwie dużej użyteczności opracowania w warunkach województwa kujawsko-pomorskiego, po dokonaniu wstępnego rozpoznania zarówno zagadnień technologicznych, jak i uwarunkowań prezentowanych przez województwo, zakres prac zawężono do następujących grup zagadnień:

- biomasa pochodząca z upraw roślin energetycznych,
- biomasa pochodząca ze słomy (ew. innych produktów towarzyszących typowej produkcji rolniczej),
- biomasa powstała jako produkty uboczne w gospodarce leśnej i przetwórstwie drewna, jak również związana z pracami porządkowymi w drzewostanach i terenach zielonych,
- inne możliwe do zastosowania na terenie województwa możliwości pozyskania biomasy i technologie ich przetworzenia.

Szczegółowymi celami analiz są:

- przedstawienie podstaw teoretycznych (uporządkowanie wiedzy) w zakresie technologii pozyskania i przetwórstwa biomasy,
- analiza przyrodniczych i ekonomicznych uwarunkowań pozyskania biomasy na terenie województwa wraz z waloryzacją województwa w tym zakresie,
- analiza stanu wykorzystania biomasy do produkcji energii (rozpoznanie istniejących instalacji produkujących energię cieplną i elektryczną),
- rozpoznanie instytucjonalnych form wsparcia dla tej dziedziny energetyki,
- opracowanie wytycznych i wniosków dla potrzeb polityki rozwoju regionalnego.

Biogaz

Oszacowanie zasobów nastąpiło poprzez wieloaspektowe rozpoznanie i ocenę uwarunkowań województwa związanych z produkcją i wykorzystaniem biogazu na podstawie aktualnych, dostępnych opracowań, materiałów i przeprowadzonej ankiety oraz ocenę potencjalnych możliwości pozyskania OZE (składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków, odpady przemysłowe, surowce rolnicze – obornik, gnojowica, rośliny energetyczne).

Dokonano również szczegółowej i wnikliwej analizy opłacalności pozyskiwania przedmiotowych źródeł energii z ewentualnym wskazaniem na najbardziej opłacalne ekonomicznie a zarazem możliwe do pozyskania na terenie naszego województwa. Rozpatrzono możliwości finansowania inwestycji na rynku biogazu.

3. POWIĄZANIA Z DOKUMENTAMI PROGRAMOWYMI I STRATEGICZNYMI POZIOMU WSPÓLNOTOWEGO KRAJOWEGO I REGIONALNEGO

Dyrektywa parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych została opublikowana w Dzienniku Urzędowym UE dnia 5 czerwca 2009 r. Zgodnie Dyrektywą państwa członkowskie muszą zapewnić udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii w UE na poziomie 20% do roku 2020, część A załącznika I przyznaje Polsce do osiągnięcia cel 15 % udziału energii ze źródeł odnawialnych.

Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ograniczania emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania z dnia 23.10.2001 roku (dyrektywa wprowadza wymagania emisyjne dla źródeł istniejących, jak i dla nowych, których moc cieplna spalania jest równa lub większa niż 50 MW. Dyrektywa wprowadza również obowiązek ciągłych pomiarów stężeń dwutlenku siarki, tlenków azotu i pyłków dla większej niż do tej pory grupy).

Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych z dnia 8.05.2003 roku (dyrektywa ma na celu promowanie użycia biopaliw lub innych odnawialnych paliw zamiast oleju napędowego lub benzyny, stosowanych w transporcie w każdym z państw członkowskich).

Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej przyjęta przez Radę Ministrów w lipcu 2000 r. oraz przez Sejm Rzeczypospolitej Polskiej 23 sierpnia 2001 r. – dokument jest realizacją obowiązku wynikającego z Rezolucji Sejmu RP z dnia 8 lipca 1999 r. Celem strategicznym określonym w strategii jest zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 7,5% w 2010 roku oraz do 14% w 2020 roku w strukturze zużycia nośników pierwotnych. Oprócz podkreślenia po raz kolejny znaczenia odnawialnych źródeł energii, dokument wskazuje prawne, finansowe, informacyjne, edukacyjne i inne bariery utrudniające rozwój

Polityka energetyczna Polski do 2025 roku z dnia 22 grudnia 2004 r. (M.P. z 2005 r. Nr 42, poz. 562) – dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4.01.2005 r., zgodny z zasadami określonymi w *Założeniach do Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007–2013*. Dokument ten zastąpił *Założenia polityki energetycznej Polski do 2020 roku* (obowiązujący do 31 grudnia 2005 r.). Celem strategicznym polityki energetycznej państwa jest wspieranie rozwoju odnawialnych źródeł energii i uzyskanie 7,5% udziału energii pochodzącej z tych źródeł w bilansie energii pierwotnej do roku 2010. Za najistotniejsze zasady polityki energetycznej przyjęto:

- zasadę harmonijnego gospodarowania energią w warunkach społecznej gospodarki rynkowej;
- pełną integrację polskiej energetyki z energetyką europejską i światową;
- wypełnianie zobowiązań traktatowych Polski;
- wspomaganie rozwoju odnawialnych źródeł energii.

W stosunku do poprzednich programów nowatorskim rozwiązaniem jest zawarta w dokumencie propozycja kompleksowego podejścia do zarządzania bezpieczeństwem energetycznym, tj. działań związanych z planowaniem, organizacją, koordynacją i nadzorem bezpieczeństwa energetycznego.

II Polityka Ekologiczna Państwa – przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 13.06.2000 r., a przez Sejm RP w dniu 23.08.2001 r. – jako jeden z podstawowych celów wyznacza kierunki działań prowadzących do zmniejszenia energochłonności gospodarki oraz określa priorytety w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Polityka ekologiczna Państwa na lata 2003–2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007–2010, przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 17.12.2002 r., stanowi kontynuację prac Rządu nad polityką ekologiczną Państwa. Dokument ten, nawiązując do priorytetowych kierunków działania określonych w przyjętym VI Programie działań Unii Europejskiej w dziedzinie środowiska, zakłada realizację polityki ekologicznej m.in. poprzez zmiany modelu produkcji i konsumpcji, zmniejszanie materiałochłonności, wodochłonności i energochłonności gospodarki oraz stosowanie najlepszych dostępnych technik i dobrych praktyk gospodarowania.

Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020 – dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 4.11.2003 r. Jest on realizacją obowiązku, wynikającego z podpisania przez Polskę w 1992 r. Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, opracowania i wdrożenia państwowej strategii redukcji gazów cieplarnianych. Dokument ten określa główne cele, wśród nich – w zakresie energetyki – zwiększone wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych oraz niezbędne działania bazowe i dodatkowe, będące realizacją tych celów.

„Strategia Rozwoju Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2007-2020”. O wykorzystaniu energii z odnawialnych źródeł mówi działanie 2.2.3. Rozwój i unowocześnienie pozostałej infrastruktury technicznej i mieszkalnictwa, gdzie zapisano m.in.:

„Potrzeby wynikające z rozwoju gospodarczego oraz wzrostu liczby ludności na niektórych obszarach z jednej strony, oraz eksploatacyjne zużycie czynnej dziś infrastruktury i postęp techniczny z nią związany z drugiej powodują, że przedsięwzięcia z zakresu infrastruktury technicznej będą musiały być podejmowane. W ich zakresie należy postrzegać m.in.

- pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych (energii spadku wody i wód termalnych, energii wiatrowej, energii z biomasy, energii z ogniw słonecznych)”.

„Program ochrony środowiska z planem gospodarki odpadami województwa kujawsko – pomorskiego 2010”

Zgodnie z projektem Polityki ekologicznej państwa na lata 2007-2010 z perspektywą na lata 2011-2014 należy przyjąć, że podstawowymi priorytetami ochrony środowiska w województwie kujawsko-pomorskim w wymienionym okresie będą:

- dalsza poprawa jakości środowiska oraz likwidacja i minimalizacja bezpośrednich zagrożeń dla zdrowia i życia mieszkańców województwa,
- zrównoważone wykorzystanie bogactw naturalnych, w tym wody oraz energii,
- racjonalne gospodarowanie odpadami,
- ochrona dziedzictwa przyrodniczego i racjonalne wykorzystanie zasobów przyrody,

- prowadzenie edukacji ekologicznej w celu podniesienia świadomości ekologicznej mieszkańców województwa.

O energii odnawialnej w Programie ochrony środowiska z planem gospodarki odpadami województwa kujawsko – pomorskiego 2010 stanowi cel średniookresowy do 2014r.: „Zwiększenie produkcji energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii (OZE) zgodnie z krajową polityką energetyczną kraju”.

Kierunki działań do 2010 r. to:

- sporządzenie analizy dotyczącej wyznaczenia terenów dla lokalizacji elektrowni wiatrowych, w tym szczególnie parków wiatrowych oraz innych instalacji OZE,
- intensyfikacja wykorzystania mechanizmów wsparcia rozwoju OZE z prowadzeniem działań edukacyjnych oraz popularyzacyjnych,
- wykorzystanie biomasy i biogazu, energii wiatrowej, wodnej, geotermalnej, słonecznej, innej,
- lokalizowanie elektrowni wiatrowych na terenach niekolidujących z obszarami chronionymi, obszarami o walorach kulturowych i przyrodniczych oraz szlakami wędrówek ptaków,
- wspieranie i aktywizacja samorządów gminnych w kierunku wykorzystania lokalnych zasobów dla zwiększenia ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych,
- wspieranie wykorzystania wód termalnych, jako ekologicznego źródła ciepła,
- realizacja przedsięwzięć z zakresu małej retencji z zachowaniem drożności korytarzy ekologicznych.

Program ochrony środowiska z planem gospodarki odpadami województwa kujawsko – pomorskiego 2010 zagadnienia dotyczące odnawialnych źródeł energii na terenie województwa zawarł dodatkowo w krótkiej ocenie aktualnego wykorzystania surowców odnawialnych.

Regionalny Program Operacyjny Województwa Kujawsko Pomorskiego na lata 2007-2013

W diagnozie sytuacji społeczno-gospodarczej scharakteryzowano wykorzystanie energii odnawialnej w województwie kujawsko-pomorskim.

W analizie SWOT wskazano w mocnych stronach „dobre warunki fizjograficzne dla rozwoju energii odnawialnej”.

Realizację celów RPO powiązano z promocją technologii przyjaznych środowisku m.in. z rozwojem energetyki opartej o źródła odnawialne. Do odnawialnych źródeł energii odniesiono również zasadę zrównoważonego rozwoju, jako horyzontalną zasadę realizacji wszystkich celów RPO.

Działania związane z rozwojem odnawialnych źródeł energii realizowane są przez Oś priorytetową 2 „Zachowanie i racjonalne użytkowanie środowiska”. Oś priorytetowa 2 zakłada wsparcie dla: rozwoju infrastruktury wodno-ściekowej dla ograniczenia zanieczyszczenia wód, gospodarki odpadami ukierunkowanej na zmniejszenie ilości produkowanych odpadów, odzyskiwanie surowców i redukcja ich szkodliwości, ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery, produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Oś zakłada również wsparcie MŚP w zakresie dostosowania do wybranych dyrektyw unijnych w dziedzinie ochrony środowiska.

4. ZASOBY I WYKORZYSTANIE ENERGII ODNAWIALNEJ W WOJEWÓDZTWIE KUJAWSKO-POMORSKIM

4.1. Ocena zasobów wodnych, istniejące elektrownie wodne, możliwości wykorzystania rzek dla produkcji energii

4.1.1. Wstęp

Energetyka wodna wykorzystuje energię wód płynących lub stojących (zbiorniki wodne). Jest to energia odnawialna i uważana jako „czysta”, ponieważ jej produkcja nie wiąże się z emisją do atmosfery szkodliwych substancji gazowych (CO₂, SO₂). Każdy milion kilowatogodzin (kWh) energii wyprodukowanej w elektrowni wodnej zmniejsza zanieczyszczenie środowiska o około 15 Mg związków siarki, 5 Mg związków azotu, 1500 Mg związków węgla, 160 Mg żużli i popiołów. Jak więc widać wykorzystanie energii wodnej sprzyja ochronie środowiska, a zwłaszcza ochronie powietrza atmosferycznego. Ten ostatni czynnik jest istotny z punktu widzenia problemu globalnego ocieplenia klimatu.

Istotną zaletą elektrowni wodnej jest możliwość jej szybkiego wyłączenia lub włączenia do sieci energetycznej. Ma to znaczenie zwłaszcza w okresie szczytowego zapotrzebowania na energię. Inną ważną cechą elektrowni wodnych jest wysoka sprawność energetyczna wynosząca (90 – 95%) oraz niskie koszty eksploatacyjne wynoszące około 0,5% łącznych nakładów inwestycyjnych rocznie.

Szczególne znaczenie w energetyce wodnej mają inwestycje związane z małymi elektrowniami wodnymi, realizowanymi na małych ciekach. Obiekty te posiadają liczne zalety, spośród których najważniejsze to:

- nie zanieczyszczają środowiska,
- wpływają korzystnie na stosunki wodne małych zlewni, przyczyniając się do wyrównania odpływu powierzchniowego i podziemnego,
- poprawiają jakość wody, poprzez oczyszczanie mechaniczne na kratkach wlotowych turbin oraz natleniając ją,
- mogą być realizowane na małych ciekach wodnych,
- czas realizacji inwestycji nie przekracza z reguły 2 lat,
- rozwiązania techniczne i technologiczne związane z budową są powszechnie dostępne,
- nie wymagają licznej obsługi,
- rozproszenie w terenie skraca odległość przesyłu energii i obniża związane z tym koszty,
- charakteryzują się niską zawodnością i są długotrwałe w eksploatacji.

Małe elektrownie wodne są elektrowniami przepływowymi. Instaluje się je przy stopniach wodnych (jazach), gdzie wykorzystują przepływ rzeczny, przy niewielkim spadzie. Pracują one generalnie w systemie ciągłym (Mikulski, 1994). Z punktu widzenia systemu energetycznego są to tzw. elektrownie podstawowe, a więc ich praca uwzględniana jest w okresie całodobowym.

Klasyfikacja małej energetyki wodnej nie jest jednoznaczna. Najczęściej przyjmuje się, że górną granicą jest 5 MW mocy zainstalowanej. Wyróżnia się również mikroenergetykę wodną z obiektami o mocy zainstalowanej rzędu 50 – 70 kW oraz minienergetykę z obiektami o mocy zainstalowanej rzędu 70 – 100 kW (Flizikowski, Bieliński, 2000).

W nakładach inwestycyjnych związanych z budową elektrowni wodnych największy udział mają koszty budowli hydrotechnicznych (urządzenia piętrzące, zapory boczne itp.) Koszty wyposażenia mechanicznego i elektromechanicznego są drugorzędne i nie przekraczają z reguły 25 – 35 % całej inwestycji. Stąd też nie bez znaczenia jest lokalizacja takiego obiektu. Znacznie korzystniejsze dla realizacji elektrowni wodnej są odcinki cieków gdzie nie będzie konieczna budowa obwałowań bocznych oraz prowadzenie prac odwadniających na zawału. Niższe koszty uzyskamy również wykorzystując istniejące podpiętrzenia i jazy.

Oplacalność inwestycji hydroenergetycznych wyrażana jest nakładami finansowymi na 1 kW mocy zainstalowanej. Według raportu Europejskiego Stowarzyszenia Małych Elektrowni Wodnych (do 5 MW mocy instalowanej) jednostkowe koszty budowy elektrowni wodnych w 15 krajach UE w latach 2001 – 2003 kształtowały się na poziomie od 1000 euro/kW (Dania, Grecja, Włochy) do około 5000 euro/kW (Niemcy, Anglia). W warunkach polskich koszty inwestycyjne związane z budową małej elektrowni wodnej kształtowały się w przedziale 1200 – 2300 euro/kW. Uwzględniając inflację rzędu 5% w skali roku można przyjąć, że w roku 2009 koszty te będą kształtować się na poziomie 1600 – 3000 euro/kW, w zależności od tego czy mamy do czynienia z inwestycją realizowaną od podstaw, czy też wykorzystujemy istniejące urządzenia i budowle piętrzące.

Bardzo ważnym elementem wpływającym na ekonomiczną opłacalność inwestycji jest cena zakupu wyprodukowanej energii elektrycznej. Dochody uzyskiwane ze sprzedaży energii elektrycznej powinny gwarantować zwrot poniesionych kosztów inwestycyjnych w ciągu 5 – 6 lat.

4.1.2. Uwarunkowania hydrologiczne

Pod względem hydrograficznym województwo kujawsko pomorskie położone jest na obszarze dwóch dorzeczy, Wisły i Odry. Dorzecze Wisły obejmuje około 70% obszaru województwa a dorzecze Odry odpowiednio 30%. Do najważniejszych prawobrzeżnych dopływów Wisły należą Skrwa, Mień, Drwęca, Struga Toruńska, Osa. Do lewobrzeżnych odpowiednio Zgłowiączka, Tażyna, Brda i Wda.

Najważniejszymi rzekami dorzecza Odry są Noteć oraz Wełna.

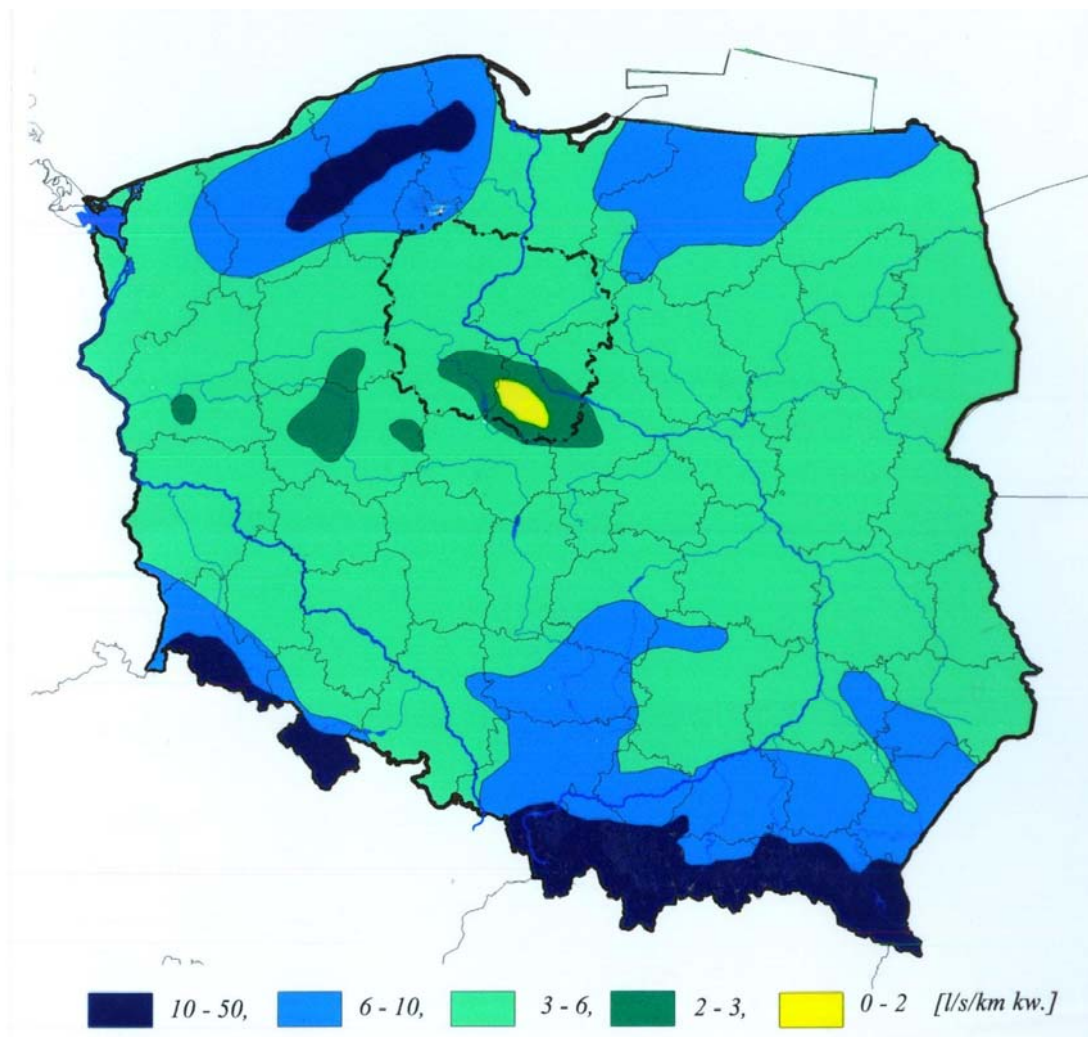
Osią hydrograficzną województwa jest rzeka Wisła, która przepływa przez jego centralne obszary tworząc wraz z doliną unikalny kompleks przyrodniczy.

Pod względem długości najdłuższą rzeką na obszarze województwa jest Wisła (205,3 km) następnie Noteć (127 km), Drwęca (116,8 km), Brda (111,0 km), Zgłowiączka (79 km) oraz Wda (62,0 km). Stany wód oraz przepływy rzek są charakterystyczne dla reżimu gruntowo-śnieżno-deszczowego. Wyraźnie zaznaczają się wezbrania wiosenne, związane z topnieniem śniegu. Natomiast wezbrania letnie i jesienne są nieregularne i wynikają z rozkładu czasowego i wielkości opadów deszczu w tym okresie. Wielkość przepływów jednostkowych w odcinkach ujściowych głównych cieków przedstawia się następująco:

- Wisła na granicy z woj. mazowieckim - 921 m³/s
- Wisła na granicy z woj. pomorskim - 1012 m³/s

- Drwęca	- 24 m ³ /s
- Zgłowiączka	- 4,5 m ³ /s
- Brda	- 33 m ³ /s
- Wda	- 20 m ³ /s
- Tążyna	- 1,5 m ³ /s
- Mień	- 2,0 m ³ /s
- Osa	- 6,5 m ³ /s
- Noteć	- 13 m ³ /s

Jak wynika z powyższego zestawienia zdecydowanie najbardziej zasobnym ciekim jest Wisła, która na odcinku województwa kujawsko pomorskiego prowadzi od 921 do 1012 m³ wody na sekundę. Oznacza to, że Wisła na tym odcinku zasilana jest przez dopływy i zwiększa swój przepływ o około 91 m³ wody na sekundę. Z czego w przybliżeniu, uwzględniając położenie i zasięg zlewni dopływów, 47 m³ wody na sekundę pochodzi z obszaru województwa kujawsko pomorskiego.



Rys. 1 Rozkład odpływu jednostkowego z obszaru Polski (IMiGW 1996 r.)

Charakterystycznym zjawiskiem występującym w południowo zachodniej części województwa jest bardzo niski odpływ jednostkowy. Wskaźnik odpływu na wielu terenach wynosi w granicach 0- 2 l/s/km². Jest to jeden z najbardziej ubogich w wodę rejonów naszego kraju (rys. 1). Zjawisko to spowodowane jest niskimi opadami (roczne sumy opadów kształtują się na poziomie 450 – 550 mm) oraz strukturą użytkowania terenu (brak lasów, intensywne uprawy rolnicze). Dodatkowym czynnikiem wpływającym negatywnie na zasoby wodne jest duża wietrzność terenu wzmagająca intensywność procesu ewapotranspiracji. Potwierdzeniem niskich zasobów wodnych tego fragmentu województwa jest, między innymi, wielkość przepływu Noteci, która na odcinku granicznym województwa wynosi 13 m³/s.

4.1.3. Zasoby hydroenergetyczne

Wielkość energii wód płynących lub zgromadzonych w zbiornikach zależy od wielkości przepływu w rzece oraz różnicy wysokości poziomów rzeki na określonym odcinku (spadek).

Teoretyczne zasoby energetyczne cieków, wyrażone mocą zainstalowanych urządzeń prądotwórczych, można obliczyć przy zastosowaniu następującego wzoru:

$$P = 9,81QH \text{ (kW)}$$

Gdzie: P - moc urządzeń prądotwórczych (w kW)

Q – przepływ wody w m³/s

H - spadek użyteczny w m

Stosując powyższy wzór oraz opierając się na przedstawionych wcześniej danych hydrologicznych (średniorocznych przepływach) a także uwzględniając wielkości spadków cieków, dokonano szacunkowych obliczeń zasobów energetycznych na największych ciekach w województwie. Wielkość tych zasobów przedstawia się następująco:

1. Dorzecze Wisły		
- Wisła	331,60 MW	2 904,82 GWh
- Zgłowiączka	0,60 MW	5,26 GWh
- Mień	0,55 MW	4,82 GWh
- Tażyna	0,15 MW	1,31 GWh
- Drwęca	9,50 MW	83,22 GWh
- Brda	15,60 MW	136,66 GWh
- Wda	5,90 MW	51,68 GWh
- Osa	1,40 MW	12,26 GWh
2. Dorzecze Odry		
- Notec	2,60 MW	22,77 GWh
Razem	367,90 MW	3 222,80 GWh

Jak wynika z powyższego zestawienia zdecydowanie największe zasoby energetyczne posiada rzeka Wisła. Stanowią one ponad 90 % zasobów całego województwa. Z innych cieków na uwagę zasługuje rzeka Brda, Drwęca oraz Osa. Pozostałe cieki mają znaczenie dużo mniejsze lub marginalne.

Przedstawione dane obejmują tzw. zasoby teoretyczne, a więc te, jakie zawiera w sobie energia kinetyczna płynących rzek. Energia ta nie wszędzie jest możliwa do wykorzystania

w pełni i przekształcenia na energię elektryczną. Wynika to przede wszystkim z uwarunkowań środowiska przyrodniczego. Szczególne znaczenie mają tutaj takie elementy środowiska jak budowa geologiczna doliny rzecznej, jej morfologia i ukształtowanie, wielkość przepływu wody a także zasoby środowiska biotycznego. Czynniki te decydują o możliwości budowy zbiornika retencyjnego, wysokości piętrzenia oraz charakterze pracy elektrowni. Istotne są również uwarunkowania związane z użytkowaniem terenu. Dotyczy to zwłaszcza terenów zurbanizowanych i zabudowanych oraz intensywnego rolnictwa, które stanowią poważne ograniczenie przestrzenne dla realizacji inwestycji hydroenergetycznych. Bardzo istotnym czynnikiem jest również potrzeba zabezpieczenia przepływów nienaruszalnych (tzw. przepływu biologicznego).

Wspomniane ograniczenia wyznaczają techniczne zasoby energetyczne a więc takie, które mogą być rzeczywiście wykorzystane do produkcji energii elektrycznej z uwagi na uwarunkowania przyrodnicze oraz rozwiązania techniczne urządzeń energetycznych. W literaturze przedmiotu przyjmuje się, że zasoby techniczne stanowią średnio około 50 - 60 % zasobów teoretycznych. Tak więc w przypadku województwa kujawsko pomorskiego zasoby techniczne, bez Wisły, można szacować na około **22 MW** mocy instalowanej oraz wielkość produkcji energii elektrycznej rzędu **192,72 GWh**.

4.1.4. Wykorzystanie zasobów hydroenergetycznych

Na obszarze województwa kujawsko pomorskiego funkcjonuje sześć dużych, zawodowych elektrowni oraz 44 małe elektrownie wodne. Moc zainstalowana w elektrowniach dużych wynosi 207,1 MW, w tym: Włocławek 162 MW, Koronowo 26 MW, Żur 8 MW, Smukała 4,2 MW, Tryszczyn 3,4 MW, Gródek 3,5 MW. Urządzenia energetyczne zainstalowane w wymienionych elektrowniach dostosowane są do pracy szczytowej, co pozwala na produkcję energii elektrycznej w okresach największego na nią zapotrzebowania. Podnosi to zarówno walory ekonomiczne tych obiektów jak i efektywność wykorzystania energii wodnej.

Łączna moc zainstalowana w małych elektrowniach wynosi około 2,47 MW. Średnia roczna produkcja energii elektrycznej w dużych elektrowniach wynosi około 752 GWh. W przypadku elektrowni małych odpowiednio 21,6 GWh. Łącznie więc produkcja energii elektrycznej na ciekach województwa kujawsko pomorskiego wynosi 773,6 GWh, co stanowi około 24 % zasobów hydroenergetycznych województwa. Jest to stosunkowo wysoki wskaźnik. Należy jednak zauważyć, że głównie przyczynia się do tego obiekt we Włocławku, który dostarcza około 90% energii wyprodukowanej w elektrowniach wodnych województwa.

Udział małych elektrowni wodnych w produkcji energii elektrycznej wynosi niecałe 2,8 % przy jednoczesnym wykorzystaniu istniejących zasobów na poziomie 6,8 %.

Wykaz istniejących małych elektrowni wodnych przedstawia tabela 1, natomiast przestrzenne rozmieszczenie tych obiektów pokazuje rys. 3.

Tabela 1 Wykaz małych elektrowni wodnych na obszarze województwa kujawsko pomorskiego

Lp.	Rzeka	Miejscowość	Gmina	Moc [KW]
1	Kotomierzycza	Bożenkowo	Osielsko	22
2	Orla	Wyża	Mrocza	30
3	Orla	Radzicz	Sadki	70
4	Pissa	Pólko	Górzno	25
5	Pissa	Bachór	Górzno	23
6	Pissa	Gołkówko	Bartnicza	23
7	Skarlanka	Grzmiąca	Zbiczno	30
8	Lutryna	Świecie n Osą	Świecie n Osą	55
9	Wawrzonka	Lisak	Golub Dobrzyń	39
10	Struga Rychno	Wielkie Rychnowo	Golub Dobrzyń	17
11	Lubianka	Dulnik	Ciechocin	30
12	Osa	Kłódka	Rogoźno	132
13	Osa	Słupski Młyn	Gruta	70
14	Osa	Mędrzyce	Świecie n Osą	45
15	Rypienica	Kamionka	Rypin	5,8
16	Mień	Wakole	Lipno	22
17	Mień	Żuchowo	Skepe	155
18	Mień	Zieleniewszczyzna	Czernikowo	brak danych
19	Mątawa	Święte	Świecie	30
20	Mątawa	Piła Młyn	Jezewo	25
21	Mątawa	Rozgarty	Jezewo	20
22	Mątawa	Bukowski Młyn	Warlubie	32
23	Sobina	Jaszcz	Osie	10
24	Wyrwa	Wyrwa Młyn	Świecie	15
25	Wyrwa	Dolny Młyn	Świecie	18,5
26	Szumiąca	Szumiąca	Lubiewo	15
27	Struga Ciechocińska	Raciącki Młyn	Tuchola	47,8
28	Prusina	Śliwiczki	Śliwice	25
29	Prusina	Łoboda	Śliwice	25
30	Ryszka	Zgorzały Most	Osie	brak danych
31	Ryszka	Ryszka	Osie	18
32	Klicz	Tuchola	Tuchola	20
33	Kamionka	Kamienica	Gostycyn	40
34	Kamionka	Karczewo	Gostycyn	40
35	Wielki Kanał Brdy	Zielonka	Tuchola	408
36	Zgłowiączka	Stary Brześć Kol.	Włocławek	75
37	Chodeczka	Ossowo	Lubraniec	15
38	Noteć Dolna	Jaz Płn. Nakło Zach.	Nakło	340
39	Noteć Dolna	Jaz Pł. Gromadno	Kcynia	112

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

40	Noteć Górna	Węzeł wodny Łabiszyn	Łabiszyn	160
41	Kanał GSN	Jaz Antoniewo	Łabiszyn	72
42	Kanał GSN	Jaz Frydrychowo	Łabiszyn	40
43	Kanał GSN	Jaz Łochowo	Białe Błota	25
44	Kanał GSN	Jaz Lisiogon	Białe Błota	20

Źródło: wg danych RZGW Gdańsk, RZGW Warszawa, RZGW Poznań, Kujawsko Pomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Włocławku

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 1 wymienione obiekty hydroenergetyczne są w zdecydowanej większości niewielkie o mocy instalowanej rzędu kilkudziesięciu kilowatów. Jedynie cztery elektrownie posiadają moc większą aniżeli 100 kW, w tym elektrownia Zielonka moc 408 kW.



WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Teoretyczne zasoby hydroenergetyczne

RYS. 2



Legenda:

- działy wodne I rzędu
- działy wodne II rzędu
- wielkość zasobów rzek

Źródło: Analizy własne





WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Istniejące obiekty hydroenergetyczne

RYS. 3



Legenda:

- działy wodne I rzędu
- działy wodne II rzędu
- małe elektrownie wodne (numeracja wg tabeli nr 1)
- elektrownie wodne zawodowe:
 - A elektrownia Włocławek 162 MW
 - B Gródek 3,5 MW
 - C Żur 8 MW
 - D Koronowo 26 MW
 - E Tryszczyn 3,4 MW
 - F Smukała 4,2 MW

Źródło: Analizy własne



Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania
Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku



WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Projektowane obiekty
hydroenergetyczne oraz zasoby
możliwe do wykorzystania

RYS. 4



Legenda:

- działy wodne I rzędu
- działy wodne II rzędu
- projektowane elektrownie wodne na bazie istniejących urządzeń hydrotechnicznych
- zasoby hydroenergetyczne cieków możliwe do wykorzystania

Źródło: Analizy własne



4.2. Ocena zasobów energii wiatrowej, istniejące elektrownie wiatrowe

4.2.1. Zasoby energii wiatrowej w województwie kujawsko-pomorskim

Podstawowymi elementami, od których zależy wielkość zasobów energii wiatrowej są:

- zasób energetyczny wiatru
- przestrzenne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych

Zasób energetyczny wiatru

Głównymi parametrami umożliwiającymi oszacowanie wielkości zasobów energetycznych wiatru są: prędkość wiatru i częstotliwość powtarzania się poszczególnych prędkości. Dla obszaru województwa kujawsko-pomorskiego nie opracowano dotychczas mapy zasobów wiatru, dlatego też oszacowanie zasobów energetycznych wiatru można opisać jedynie na podstawie ogólnej mapy opracowanej dla całego terytorium kraju przez prof. H. Lorenc (Rys. 5). Z mapy tej, obejmującej 5 stref zasobów energii wiatru wynika, iż województwo kujawsko-pomorskie znajduje się w znacznej części w III strefie, tj. warunków korzystnych charakteryzujących się średnioroczną prędkością wiatru 3-4 m/s. Natomiast południowa część województwa znajduje się w II strefie, tj. warunków bardzo korzystnych charakteryzujących się średnioroczną prędkością wiatru 4-6 m/s. Przyjmuje się ogólnie, że strefy I-III charakteryzują się korzystnymi warunkami dla rozwoju energetyki wiatrowej. Należy zatem stwierdzić, iż województwo kujawsko-pomorskie posiada korzystne warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej pod względem zasobów energii wiatru.

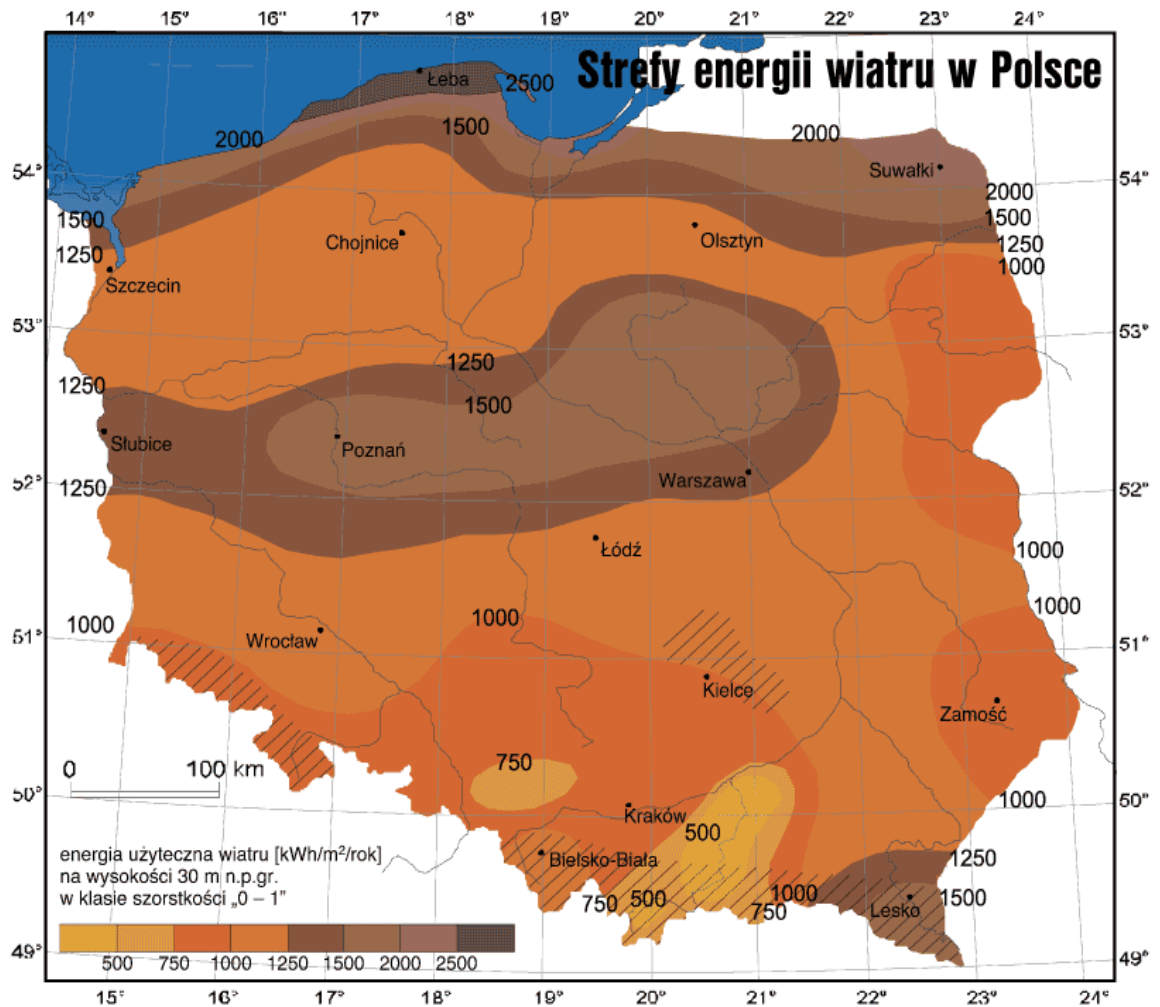
Z tych samych źródeł (badania H. Lorenc) wiadomo, iż średnia suma energii wiatru na powierzchnię 1 m² w Polsce wynosi 1000-1500 kWh/rok. Analiza mapy (Rys. 6) przedstawiającej energię wiatru na 1 m² powierzchni wykazuje, iż woj. kujawsko-pomorskie znajduje się w trzech strefach (spośród 9) energetycznych wiatru. Największa część woj. znajduje się w strefie charakteryzującej się energią wiatru w granicach 1000-1250 kWh/m²/rok. Najbardziej korzystnymi warunkami energetycznymi wiatru charakteryzują się południowe i wschodnie fragmenty województwa znajdujące się w strefie energii rzędu 1500 - 2000 kWh/m²/rok.

Energia wiatru zależy również od warunków terenowych, tj. ukształtowania terenu i jego pokrycia. Czynniki te decydują o tzw. klasie szorstkości terenu. W woj. kujawsko-pomorskim występują tereny o klasie szorstkości 0,5-3,5.

Reasumując, pod względem zasobów energii wiatru najbardziej korzystnymi terenami dla rozwoju energii wiatrowej są obszary powiatów: mogileńskiego, częściowo nakielskiego, żnińskiego, brodnickiego, rypińskiego, lipnowskiego, włocławskiego i częściowo radziejowskiego.



Rys. 5 Strefy energetyczne wiatru w Polsce wg H. Lorenc



Rys. 6 Strefy energii wiatru w Polsce wg H. Lorenc

4.2.2. Przestrzenne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych

Przestrzenne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych wynikają w głównej mierze z uwarunkowań przyrodniczych i obecnego stanu użytkowania przestrzeni. Uwarunkowania przyrodniczo-przestrzenne oznaczają powierzchnię dostępną dla lokalizacji elektrowni wiatrowej. „Powierzchnię dostępną” wyznaczono na podstawie eliminacji terenów/obszarów, które ze względu na ograniczenia środowiskowe, infrastrukturalne, przestrzenne nie mogą być wykorzystane jako miejsce lokalizacji elektrowni. Elektrownie wiatrowe można lokalizować na terenach „otwartych”, tj. głównie użytków rolnych (UR) z wyjątkiem UR będących gruntami rolnymi zabudowanymi, gruntami pod stawami i rowami. Elektrownie wiatrowych nie można lokalizować na terenach/obszarach objętych ochroną przyrody oraz na zabytkowych obiektach rejestrowych eksponowanych w terenie (np. grodziska). Szacuje się (projekt SIWERM: Successful Implementation of Wind Energy in Municipalities, 2003-2004 r.), iż ok. 42 % UR należy wykluczyć z możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych ze względu na ich ochronę prawną (obszary/tereny chronione wraz z otuliną). Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej zaleca przy obliczaniu po-

tencjału energii wiatrowej przyjąć jeszcze współczynnik bezpieczeństwa wynoszący 10% zakładający utrudnienia lokalizacji elektrowni wiatrowych z innych przyczyn.

Województwo kujawsko-pomorskie charakteryzuje się następującymi danymi o użytkowaniu gruntów (Rocznik Statystyczny woj. kujawsko-pomorskiego, GUS Bydgoszcz 2007):

- Całkowity obszar: 1 797 169 ha.
- Powierzchnia UR: 1 183 003 ha (66 % pow. woj.).
- Powierzchnia UR będąca gruntami rolnymi zabudowanymi, gruntami pod stawami i rowami: 34 554 ha.
- Obszary objęte prawną ochroną przyrody (32,1 % pow. woj. skorygowany przez wyżej wspomniane założenie 42 % terenów/obszarów chronionych): 496 861 ha.
- Współczynnik bezpieczeństwa 10 %: 114 845 ha.

Przyjmując powyższe dane, „powierzchnia dostępna” dla rozwoju energii wiatrowej w woj. kujawsko-pomorskim wynosi **536 742 ha**.

4.2.3. Potencjał zasobów energii wiatrowej

Potencjał teoretyczny – energii wiatru dla województwa kujawsko-pomorskiego przy przyjęciu wskaźnika jednostkowego zapotrzebowania na powierzchnię = 10 ha / 1MW mocy zainstalowanej i przy obecnie stosowanych technologiach wynosi 139,3 TWh. Jest to potencjał energii niemożliwy do zastosowania, ponieważ oznacza on, iż pod elektrownie wiatrowe można przeznaczyć całą powierzchnię województwa kujawsko-pomorskiego.

Potencjał techniczny – uwzględnia liczne ograniczenia wynikające z uwarunkowań m. in. przyrodniczych, zagospodarowania przestrzennego itp.

Województwo kujawsko-pomorskie posiada 536 742 ha „powierzchni dostępnej”, ale 95% tej powierzchni⁷ znajduje się w obszarach o korzystnych warunkach wiatru. Oznacza to powierzchnię dostępną rzędu 479 321,6 ha. Biorąc pod uwagę w/w powierzchnię dostępną i wskaźnik zapotrzebowania powierzchni dla elektrowni wiatrowej wielkości 10 ha/1 MW mocy zainstalowanej, potencjał techniczny produkcji energii elektrycznej z wiatru dla woj. kujawsko-pomorskiego wynosi 47 932, 2 MW mocy zainstalowanej i 104 683 488 MWh/rok wyprodukowanej energii (104,7 TWh).

Potencjał ekonomiczny- obliczony wyżej potencjał teoretyczny należy zredukować do obszarów o najkorzystniejszych warunkach wiatrowych, bowiem te tereny będą brane pod uwagę w pierwszej kolejności. W województwie kujawsko-pomorskim około 30 % powierzchni charakteryzuje się najlepszymi warunkami wiatrowymi (1250 -2000 kWh/m²/rok) tak więc potencjał ekonomiczny produkcji energii elektrycznej z wiatru wynosi 31 405 046 kWh/m²/rok = 31,4 TWh.

Potencjał rynkowy – ogólnie szacuje się przy założeniu, iż rozwój energetyki wiatrowej w woj. kujawsko-pomorskim będzie bazował na najlepszych dostępnych technologiach, oraz że wykorzystanie zostanie ok. 30 % potencjału ekonomicznego⁸, co oznacza produkcję roczną rzędu 9 421 513, 8 MWh/rok = **9,4 TWh**.

⁷ Ze względu na różnice skal dostępnych materiałów mapowych dotyczących stref energii wiatru oszacowano, iż tereny województwa wysunięte najbardziej na pn.-zach. mogą być objęte IV strefą energetyczną wiatru

⁸ Przyjęto wg metodologii określonej w ekspertyzie pt. „Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020”

Uzyskana wartość jest znaczna, ponieważ wyprodukowanie 9,4 TWh energii w ciągu roku przez elektrownie wiatrowe pokryłoby całkowite zapotrzebowanie województwa kujawsko-pomorskiego na energię elektryczną, które w 2008 roku wynosiło 8,2 TWh.

Z racji wysokiego stopnia ogólności dostępnych danych oraz przyjętej metodyki stworzonej na potrzeby opracowań poziomu krajowego należy przyjąć, iż uzyskana wartość potencjału obciążona jest pewnym marginesem błędu.

4.2.4. Stan rozwoju energetyki wiatrowej

Z analizy danych ankietowych zebranych na przełomie 2007/2008 r. wynika, iż w woj. kujawsko-pomorskim (Rys. 9) zainstalowane było 47 285 kW mocy, co daje w przybliżeniu produkcję 103 270 440 kWh/rok (103 270,4 MWh) tj. województwo wykorzystało ok. 1% potencjału.

Z analizy danych ankietowych z maja 2009 r. wynika, iż w województwie kujawsko-pomorskim (Rys. 10) zainstalowane jest 105 745 kW mocy, co daje produkcję energii elektrycznej rzędu 230 947 080 kWh/rok, tj. 230 947 MWh/rok, tj. województwo wykorzystało ok. 2,4 % swojego potencjału. Z ankiet wynika również, iż w maju 2009 r. w trakcie realizacji były 63 elektrownie wiatrowe o mocy projektowanej 73 400 kW. Licząc istniejącą i projektowaną moc w województwie kujawsko-pomorskim w najbliższym czasie działać będzie 315 elektrowni wiatrowych zdolnych do produkcji 391 252 680 kWh/rok energii (391 252,7 MWh/rok) wykorzystując w ten sposób 4,1 % potencjału rynkowego.

Analizy rozwoju energetyki wiatrowej w województwie kujawsko-pomorskim dokonano na podstawie ankiet zebranych w latach 2007-2009. Ilość elektrowni wiatrowych na terenie województwa wzrosła ze 135 na przełomie roku 2007/2008 r. do 252 w 2009 r. tj. blisko o 86%. Moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych wzrosła z 47 285 kW do 105 745 kW, tj. ok. 124%. Oznacza to, iż powstające elektrownie wiatrowe mają coraz większą moc zainstalowaną.

Analiza przestrzenna rozmieszczenia elektrowni wiatrowych wykazała, iż w stosunku do roku 2007 elektrownie wiatrowe pojawiły się dodatkowo w 21 gminach zlokalizowanych w 7 powiatach. Na mapie elektrowni wiatrowych pojawiły się dwa nowe powiaty - rypiński i chełmiński.

Obecnie (maj 2009r.) najwięcej elektrowni wiatrowych istnieje w gminach: Pakość (23), Kruszwica (19), Dobrzyń nad Wisłą (19) i Aleksandrów Kujawski (14). Najwięcej mocy zainstalowano w gminie Dobrzyń nad Wisłą (34 300 kW), Kruszwica (12 675 kW), Pakość (5585 kW). Pod względem lokalizacji elektrowni wiatrowych województwo dzieli się wyraźnie na dwie części. Część północną, gdzie niewiele gmin posiada na swym terenie elektrownie wiatrowe i część południową (linię podziału stanowią rzeki Noteć, Wisła, Drwęca) o znacznej liczbie elektrowni wiatrowych.

Energetyka wiatrowa w województwie kujawsko-pomorskim cieszy się ogromnym zainteresowaniem, co potwierdza analiza wspomnianych już ankiet, z której wynika, iż w 2009 r. 63 elektrownie o łącznej mocy zainstalowanej 73 400 kW były w fazie projektu. Najwięcej elektrowni wiatrowych powstanie w powiecie radziejowskim (44): w gminie Radziejów (20 sztuk), Piotrków Kujawski (9), Osiecin (8), Topólka (5), Bytoń (2) oraz w powiecie rypińskim (13): w gminie Rypin (8), Brzuze (3), Rogowo (2).

Zdecydowana większość elektrowni wiatrowych zlokalizowanych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego to elektrownie wiatrowe o małej mocy jednostkowej w granicach 150-400 kW o wysokości do 30 m. Elektrownie wiatrowe o największej mocy jednostkowej 1,5 MW (i powyżej) występują w gminie Dobrzyń nad Wisłą (17 elektrowni o mocy 2MW), Kruszwica (5 elektrowni o mocy 2MW), Pakość, Dąbrowa Biskupia, Złotniki Kujawskie, Strzelno, Mogilno, Rypin, Brześć Kujawski (pojedyncze elektrownie o mocy 1,5-2 MW).

Tabela 2 Porównanie mocy zainstalowanej w istniejących elektrowniach wiatrowych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego wg danych operatorów sieci i ankiet (stan: maj 2009)

L.p.	Nazwa Gminy	Moc Przyłączenia kW (Energia i Enea)	Moc przyłączenia kW (ankiety)	Różnice
1	2	3	4	5
Powiat aleksandrowski				
1.	Aleksandrów Kujawski	1650	3000	2350
2.	M. Nieszawa	600	1000	400
3.	Waganiec	850	500	350
4.	Bądkowo	600	900	300
5.	Koneck	900	900	0
6.	Raciążek	1950	1950	0
7.	Zakrzewo	950	960	10
Powiat brodnicki				
8.	Brodnica	2250	2970	720
9.	Osiek	150	675	525
Powiat bydgoski				
10.	Dąbrowa Chełmińska	379	b.d.	-
11.	Sicienko	324	b.d.	-
12.	Koronowo	250	b.d.	-
Powiat chełmiński				
13.	Unisław	190	190	0
Powiat golubsko-dobrzyński				
14.	Ciechocin	190	300	110
15.	Golub Dobrzyń	610	160	550
Powiat inowrocławski				
16.	Dąbrowa Biskupia	2525	4940	2415
17.	Inowrocław	1925	2500	575
18.	Pakość	6635	5585	1050
19.	Janikowo	1200	1200	0
20.	Kruszwica	12700	12675	175
21.	Gniewkowo	1000	400	600
22.	Rojewo	500	450	50
23.	Złotniki Kujawskie	6400	4400	2000
Powiat lipnowski				
24.	Dobrzyń n./Wisłą	300	34300	34000
25.	Lipno	450	600	150
26.	Kikół	500	500	0
Powiat mogileński				
27.	Mogilno	3800	4000	200
28.	Strzelno	6500	2800	3700
Powiat nakielski				
29.	Szubin	550	500	50
	Kcynia	400	400	0
30.	M. i Gm. Kcynia	400	400	0
Powiat radziejowski				
31.	Dobre	1650	1950	300
32.	Osięciny	1575	750	825

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

33.	Piotrków Kujawski	2900	2350	650
34.	Radziejów	1650	1650	0
35.	Topólka	1800	1200	600
36.	M. Radziejów	b.d.	150	-
37.	Bytoń	750	750	0
Powiat toruński				
38.	Czernikowo	600	b.d.	-
Powiat włocławski				
39.	M. i Gm. Chodecz	500	500	0
40.	M. i Gm. Izbica Kujawska	1100	b.d.	-
41.	Lubanie	750	600	150
42.	M. i Gm. Lubień Kujawski	2300	2675	375
43.	Fabianki	300	300	0
44.	Brześć Kujawski	2750	2750	0
45.	Kowal	750	750	0
Powiat żniński				
46.	Barcin	2175	1950	225
47.	Żnin	900	b.d.	-
	RAZEM	78 678	105 745	27 067 (25,6%)

Źródło: Ankiety zebrane na potrzeby niniejszego opracowania, dane Enea S.A., Energa S.A.

**Tabela 3 Istniejące elektrownie wiatrowe na terenie województwa kujawsko-pomorskiego
(stan: maj 2009)**

L.p.	Nazwa Gminy	Liczba silowni wiatrowych	Moc przyłączenia kW (ankiety)
1	2	3	4
Powiat aleksandrowski			
1.	Aleksandrów Kujawski	14	3000
2.	M. Nieszawa	6	1000
3.	Waganiec	2	500
4.	Bądkowo	4	900
5.	Koneck	4	900
6.	Raciążek	10	1950
7.	Zakrzewo	4	960
Powiat brodnicki			
8.	Brodnica	9	2970
9.	Osiek	3	675
Powiat bydgoski			
10.	Dąbrowa Chełmińska	1	b.d.
11.	Sicienko	4	b.d.
12.	Solec Kuj.	2	b.d.
Powiat chełmiński			
13.	Unisław	2	190
Powiat golubsko-dobrzyński			
14.	Ciechocin	3	300
15.	Golub Dobrzyń	2	160
Powiat inowrocławski			
16.	Dąbrowa Biskupia	13	4940
17.	Inowrocław	4	2500
18.	Pakość	23	5585
19.	Janikowo	2	1200
20.	Kruszwica	19	12675
21.	Gniewkowo	2	400
22.	Rojewo	2	450
23.	Złotniki Kujawskie	6	4400
Powiat lipnowski			

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

24.	Dobrzyń n./Wisła	19	34300
25.	Lipno	2	600
26.	Kikół	1	500
Powiat mogileński			
27.	Mogilno	3	4000
28.	Strzelno	3	2800
Powiat nakielski			
29.	Szubin	1	500
30.	M. i Gm. Kcynia	1	400
Powiat radziejowski			
31.	Dobre	11	1950
32.	Osięciny	5	750
33.	Piotrków Kujawski	11	2350
34.	Radziejów	11	1650
35.	Topólka	6	1200
36.	M. Radziejów	1	150
37.	Bytoń	5	750
Powiat włocławski			
38.	M. i Gm. Chodecz	1	500
39.	Lubanie	4	600
40.	M. i Gm. Lubień Kujawski	11	2675
41.	Fabianki	2	300
42.	Brześć Kujawski	8	2750
43.	Kowal	3	750
Powiat żniński			
44.	Barcin	7	1950
RAZEM		252	105 745

Źródło: Ankiety zebrane na potrzeby niniejszego opracowania.

Zainteresowanie energetyką wiatrową wykazują nie tylko inwestorzy i właściciele gruntów, na których mają powstać elektrownie wiatrowe, ale również samorządy. Wśród wniosków złożonych do Marszałka Województwa w związku z ogłoszeniem o przystąpieniu do zmiany planu zagospodarowania przestrzennego województwa kujawsko-pomorskiego 9 zawierało prośbę o uwzględnienie możliwości budowy farm wiatrowych na terenie gmin. Są to gminy: Waganiec, Szubin, Nakło n. Notecią, Radzyń Chełmiński, Radziejów, Dębowa Łąka, Sadki, Koronowo, Pruszcz. Prośbę o określenie w województwie obszarów możliwości lokalizowania elektrowni wiatrowych z poszanowaniem środowiska geograficznego złożył Starosta Bydgoski oraz Polski Klub Ekologiczny z Torunia.

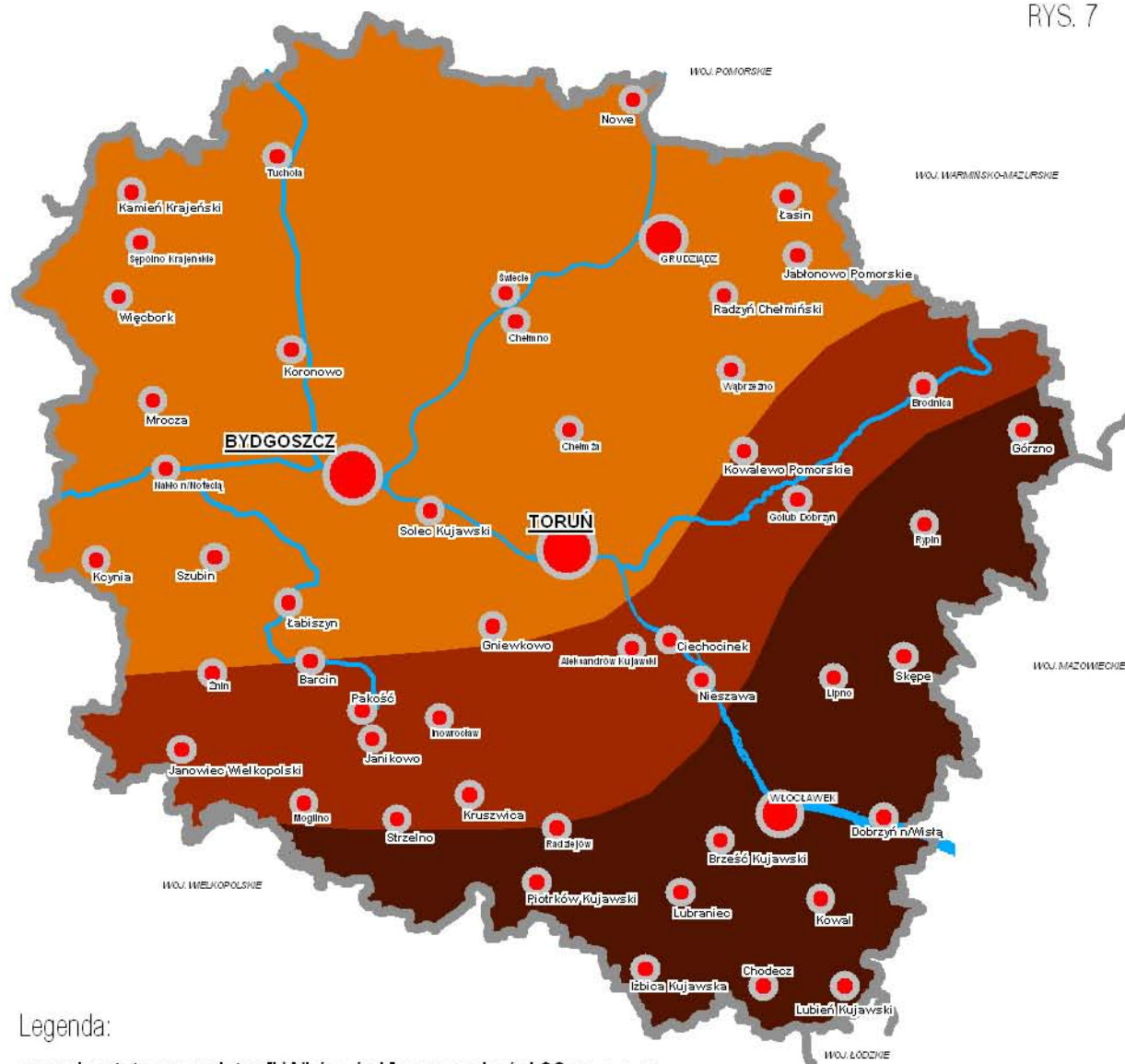


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

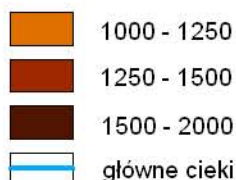
Strefy energetyczne wiatru

RYS. 7



Legenda:

energia użyteczna wiatru [$\text{kWh/m}^2/\text{rok}$] na wysokości 30 m. n.p.gr.
w klasie szorstkości "0 - 1"



miasta o liczbie ludności (tys.):



Źródło: IMGW Warszawa



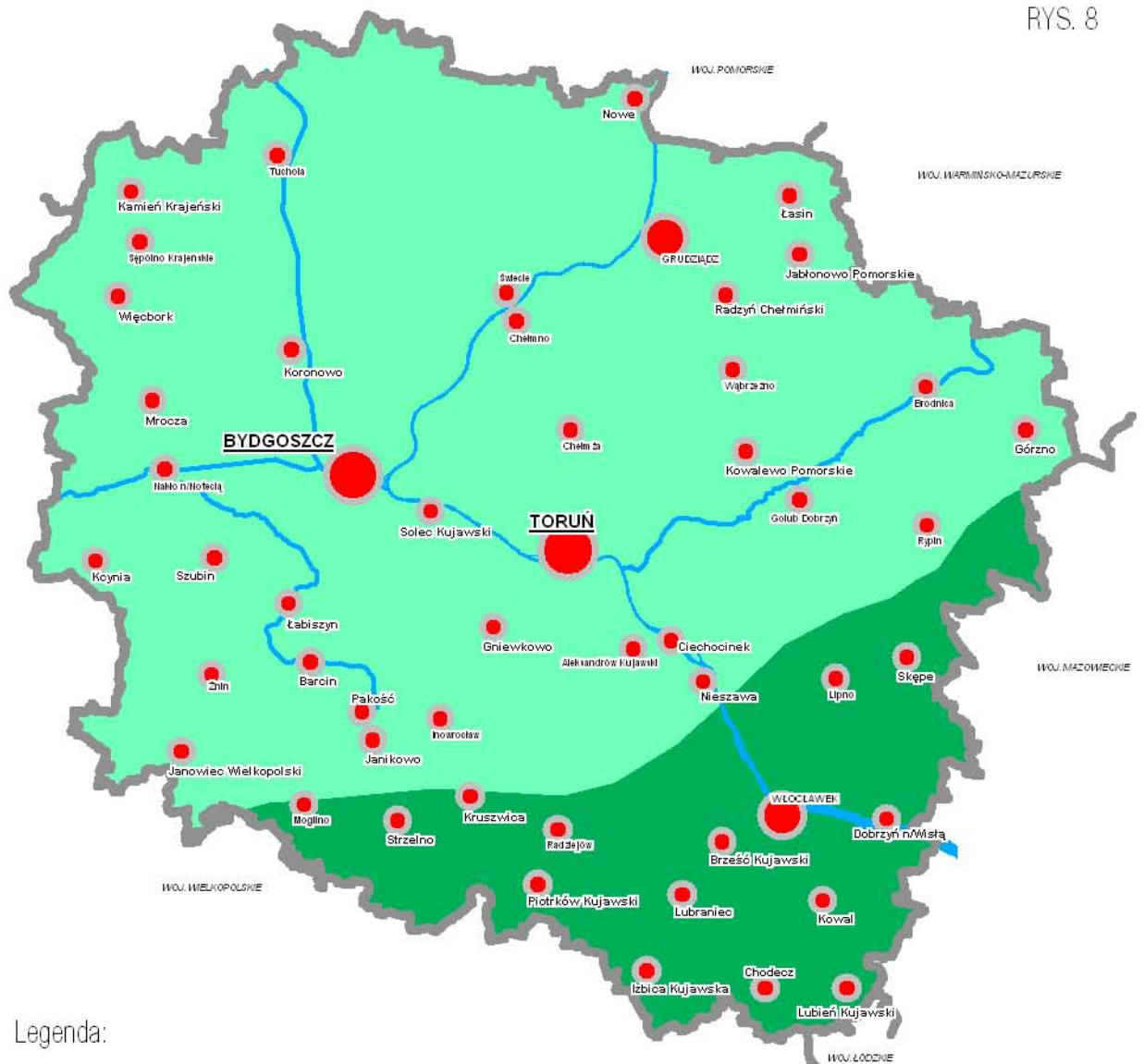


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Strefy energii wiatru

RYS. 8



Legenda:

- bardzo korzystna (II)
- korzystna (III)
- główne ciekii
- miasta o liczbie ludności (tys.):
- powyżej 200 000
- 200 000 - 90 000
- poniżej 90 000



Źródło: Ośrodek Meteorologii IMGW, Strefy energetyczne wiatru wg prof. Haliny Lorenc



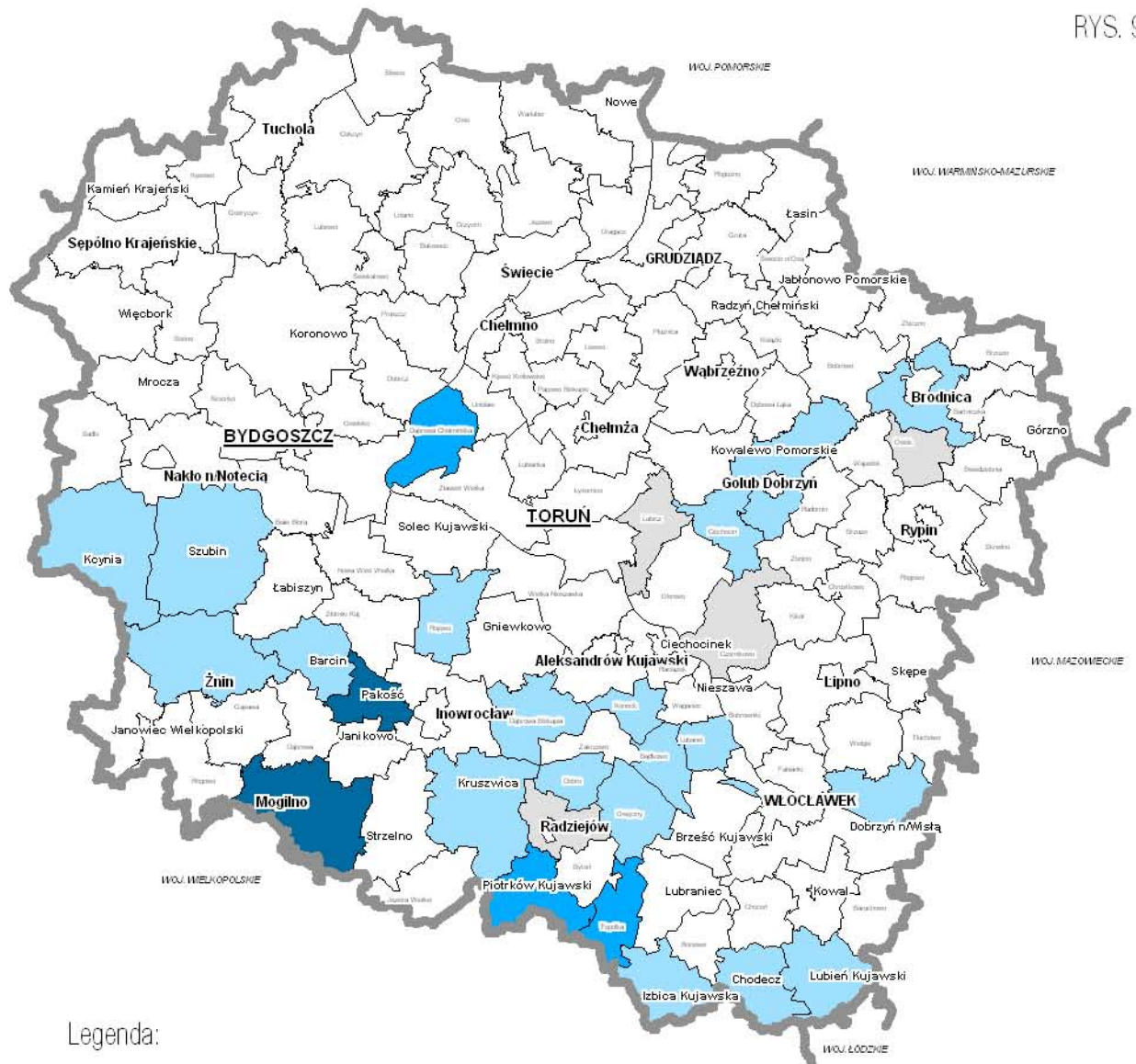


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Istniejące elektrownie wiatrowe według mocy zainstalowanej w latach 2007 - 2008

RYS. 9



Legenda:

-  poniżej 2000 kW
-  2000 kW - 5000 kW
-  powyżej 5000 kW
-  brak danych o mocy

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r.



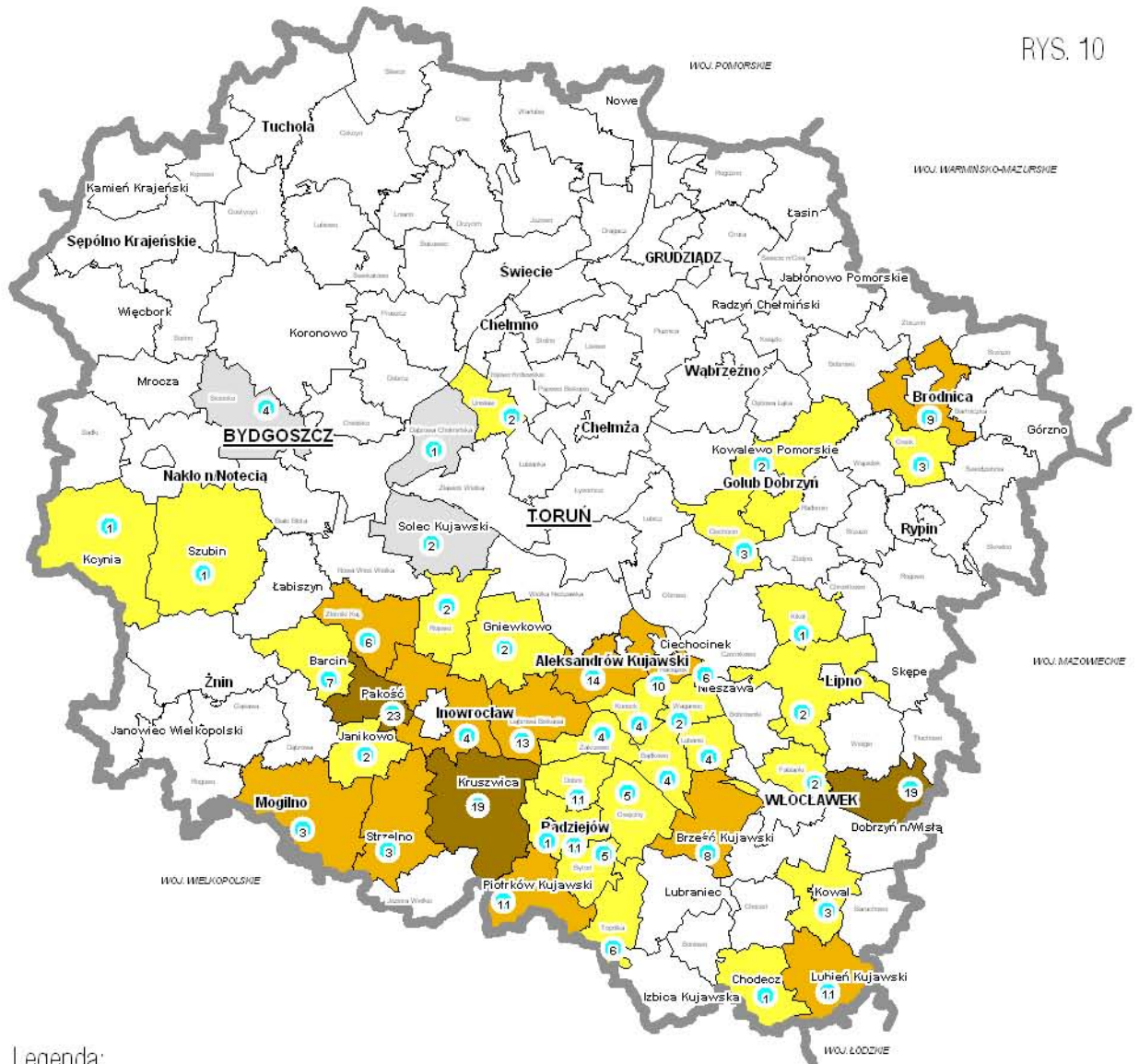


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Istniejące elektrownie wiatrowe według mocy zainstalowanej w 2009r.

RYS. 10



Legenda:

-  poniżej 2000 kW
-  2000 kW - 5000 kW
-  powyżej 5000 kW
-  brak elektrowni wiatrowych
-  brak danych o mocy
-  liczba elektrowni wiatrowych

Źródło: Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r.



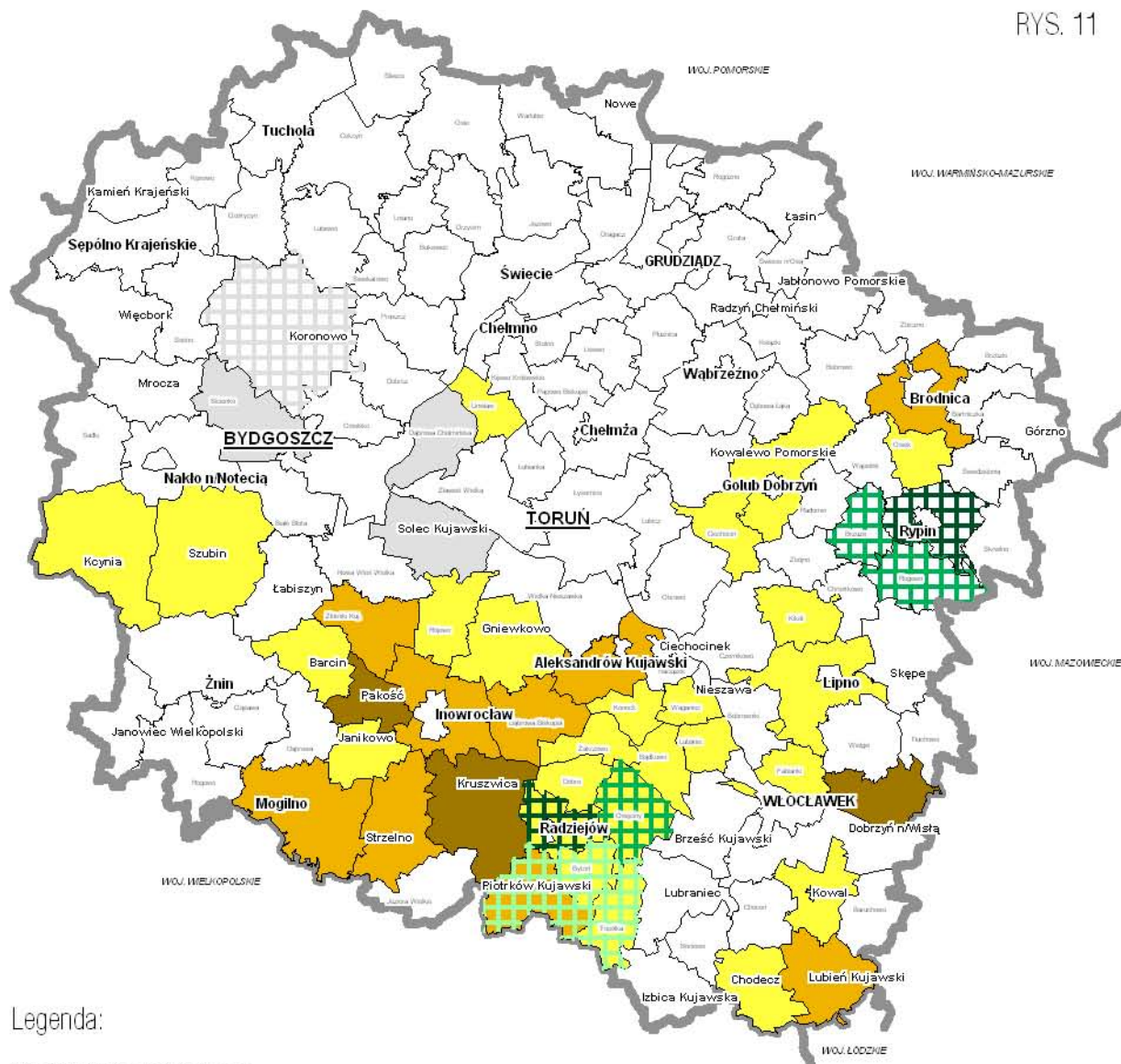


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Istniejące i projektowane elektrownie wiatrowe według mocy zainstalowanej w 2009r.

RYS. 11



Legenda:

Elektrownie istniejące

-  poniżej 2000 kW
-  2000 kW - 5000 kW
-  powyżej 5000 kW
-  brak danych o mocy

Elektrownie projektowane

-  poniżej 2000 kW
-  2000 kW - 5000 kW
-  powyżej 5000 kW
-  brak danych o mocy

Źródło: Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r.



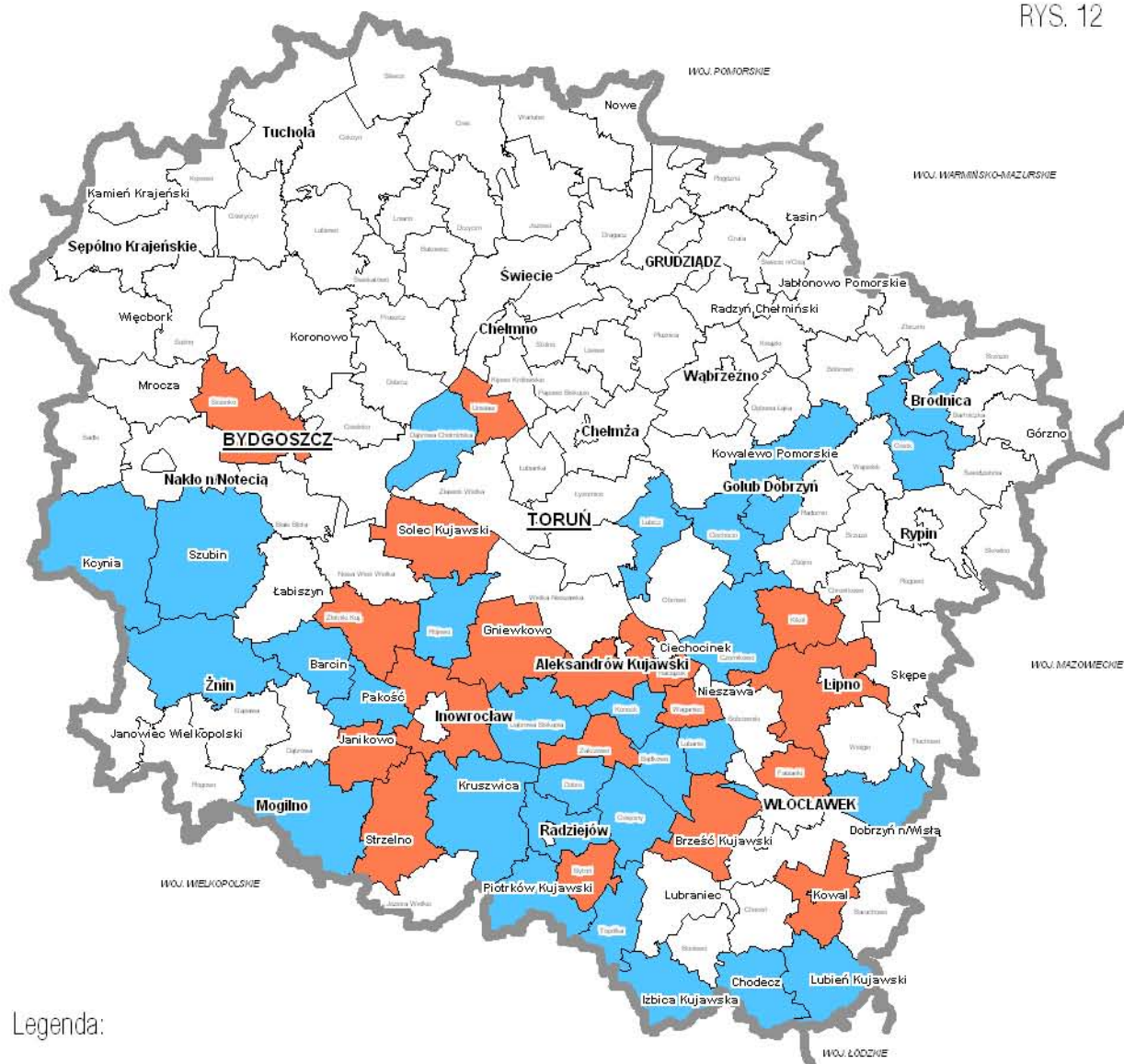


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Rozwój energetyki wiatrowej w latach 1995-2009

RYS. 12



Legenda:

-  gminy, które stanowią obszar lokalizowania elektrowni wiatrowych od roku 1995
-  gminy, które stanowią obszar lokalizowania elektrowni wiatrowych od roku 2009

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r.,
Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE)
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r.





WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE





ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dotyczących lokalizacji farm wiatrowych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego w 2009 r.

RYS. 13



Legenda:

-  granica województwa
-  granica powiatów
-  granica gmin
-  gminy, na terenie których przystąpiono do opracowywania m.p.z.p. dotyczących lokalizacji farm wiatrowych

Źródło: Analiza własne



4.3. Ocena zasobów energii słonecznej, istniejące instalacje wykorzystujące promieniowanie słoneczne

4.3.1. Potencjał rozwojowy energetyki słonecznej województwa

Słońce jest niewyczerpalnym źródłem energii, którego ilość docierająca do powierzchni Ziemi w ciągu roku jest wielokrotnie większa niż zbilansowane wszystkie zasoby energii odnawialnej i nieodnawialnej zgromadzonej na Ziemi. Jest powszechnie dostępnym, całkowicie ekologicznym (bez emisyjnym) i najbardziej naturalnym z dostępnych źródeł energii. Daje różnorodne możliwości i sposoby praktycznego jej wykorzystania. Do najbardziej powszechnych zastosowań energetyki słonecznej należą:

- Konwersja fotowoltaiczna – tzw. baterie słoneczne,
 - Urządzenia słaboprądowe,
 - Słoneczne elektrownie fotowoltaiczne,
- Wytwarzanie ciepła niskotemperaturowego (temperatura do 100⁰C) – kolektory słoneczne,
 - Ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych,
 - Ogrzewanie wody użytkowej,
 - Podgrzewanie gruntów szklarniowych,
 - Suszenie płodów rolnych i ziół,
 - Podgrzewanie stawów hodowlanych, basenów.

Jako jedno z głównych założeń wstępnych przyjęto brak możliwości rozwoju dla scentralizowanych, zawodowych systemów energetycznych opartych o instalacje solarne w województwie kujawsko-pomorskim. Obszar województwa nie posiada wystarczającego udziału energii bezpośredniego promieniowania słonecznego dla tego typu instalacji. Koszt jednostki energii byłby w tym przypadku zbyt wysoki. Rozwój energetyki solarnej w miejskich instalacjach ciepłowniczych jest mało prawdopodobny ze względu m.in. na problemy z lokalizacją dużych pól kolektorów słonecznych na terenach zurbanizowanych oraz ze względu stosunkowo duże straty przy przesyłaniu ciepła. Podobna sytuacja występuje w przypadku elektroenergetyki. W warunkach klimatycznych województwa i całego kraju budowa dużej elektrowni słonecznej jest przedsięwzięciem nieopłacalnym i nierealnym z punktu widzenia dostępnych (na poziomie realnego wykorzystania rynkowego) technologii.

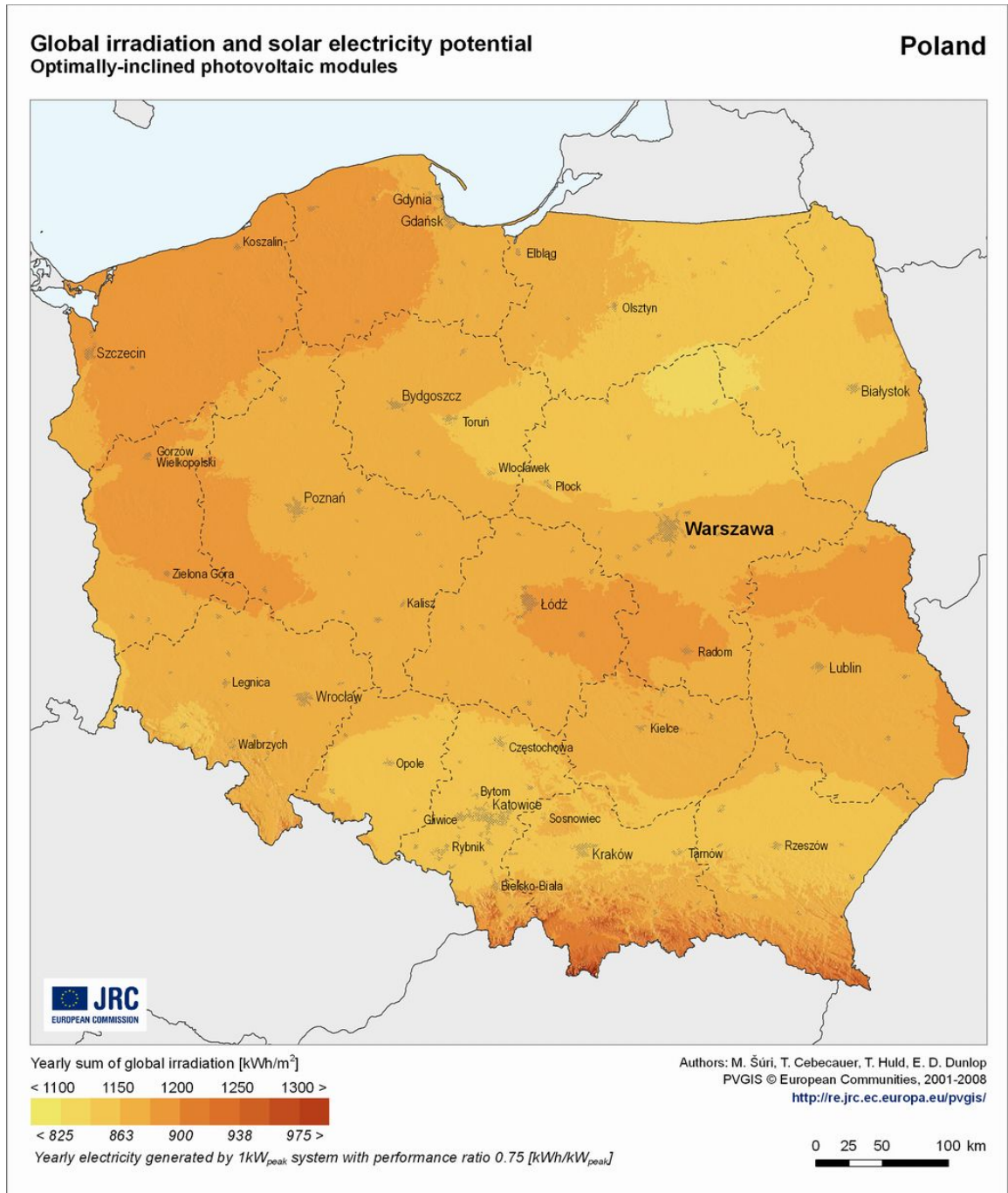
Dlatego zakłada się rozwój systemów rozproszonych, zlokalizowanych bezpośrednio u odbiorcy końcowego. Przewiduje się przede wszystkim punktowe instalowanie aktywnych systemów solarnych (zarówno kolektorów termicznych jak i ogniw fotowoltaicznych) na terenach zurbanizowanych, przeważnie na obiektach mieszkalnych lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Punktem wyjścia do oceny potencjału energii słonecznej w województwie kujawsko-pomorskim były wyniki corocznych badań przeprowadzanych przez Wspólne Centrum Badawcze (Joint Research Centre - JRC) działające pod patronatem Komisji Europejskiej, które publikuje mapy nasłonecznienia dla całej Europy, w tym Polski (Rys. 14).

Województwo kujawsko-pomorskie w swoim solarnym potencjale energetycznym na tle kraju plasuje się lekko poniżej średniej. Roczne sumy promieniowania słonecznego po-

zwalają uzyskać energię rzędu 1100 – 1150 kWh/m². Różnice wynoszące ok. 5% między poszczególnymi sumami promieniowania słonecznego nie dają jednak podstaw do określenia szczególnej gradacji przestrzennej województwa pod kątem wyznaczenia obszarów o najkorzystniejszych uwarunkowaniach do rozwoju energetyki słonecznej. Cały obszar województwa ma zbliżony potencjał w zakresie uzyskania energii z rocznego promieniowania słonecznego. Należy jednak zauważyć, że wieloletnie badania potwierdzają nieco korzystniejsze warunki występujące w północno-zachodniej części województwa, w przeciwieństwie do środkowo-wschodniej części gdzie notuje się relatywnie najniższe sumy promieniowania słonecznego.

Potencjał teoretyczny energii promieniowania słonecznego (całkowity strumień energii docierający w ciągu roku do obszaru województwa) oraz potencjał techniczny, który określono jako strumień energii promieniowania słonecznego docierający na obszar terenów zamieszkałych (zabudowanych) wynoszą odpowiednio: 10 761 i 188 TWh. Dla porównania; tak określona wielkość potencjału technicznego 28 razy pokrywa zapotrzebowanie województwa kujawsko-pomorskiego na energię elektryczną (wg danych za 2007 rok). Są to więc mało przydatne wielkości dla oceny realnego potencjału województwa w zakresie energetyki solarnej. Dlatego do oceny potencjału ekonomicznego i rynkowego wykorzystano ogólnie dostępne wyliczenia i wskaźniki wykorzystywane do określenia potrzeb odbiorców końcowych nie koncentrując się na ewentualnych ograniczeniach w podaży energii, które w przypadku rozwoju energetyki słonecznej są relatywnie najmniej odczuwalne.



Rys. 14 Roczne sumy promieniowania słonecznego i solarny potencjał energetyczny dla Polski w 2008 roku

Dla termicznej energetyki słonecznej nie prognozowano procentowego udziału poszczególnych rodzajów instalowanych kolektorów: do przygotowania ciepłej wody użytkowej (cw) i do ogrzewania pomieszczeń (co). W tym przypadku decydują czynniki rynkowe (cena, możliwości finansowe, kalkulacja ekonomiczna). Najbardziej praktyczny wydaje się system „combi”, który można wykorzystywać całorocznie; zarówno do przygotowania cw, jak i co. Na pewno żadnego ekonomicznego uzasadnienia nie ma stosowanie kolektorów słonecznych tylko do ogrzewania pomieszczeń i nie wykorzystywanie ich w okresie największego napromieniowania. Przyjęto, że z kolektorów słonecznych będą mogli korzystać zarówno mieszkańcy podłączeni do sieci ciepłowniczej jak i odbiorcy korzystający

z systemów indywidualnych. Mimo obecnej struktury taryf za ciepło sieciowe, która nie daje zbyt dużych impulsów do korzystania z systemów solarnych, zakłada się również ich rozwój w nowych osiedlach mieszkaniowych, które są obecnie przyłączone do sieci ciepłowniczej.

Do oceny potencjału ekonomicznego wykorzystano dane zawarte w publikacji „Mieszkania 2002” Głównego Urzędu Statystycznego oraz dane z Banku Danych Regionalnych. Przyjęto założenie, że do instalacji solarnych kwalifikują się w pierwszej kolejności stosunkowo nowe budynki mieszkalne. Do wyliczeń wykorzystano więc tylko obiekty wybudowane po 1988 roku wraz z prognozowaną liczbą mieszkań oddanych do użytku do 2020 roku. Przy uwzględnieniu średniej powierzchni mieszkania w województwie i łącznego zapotrzebowania na energię słoneczną w 2020 roku na poziomie 360 MJ/m^2 daje to ilość energii na poziomie 646 944 MWh. Jest to 6,56 % szacowanego potencjału ekonomicznego energetyki solarnej dla Polski w 2020 roku.

Potencjał rynkowy oceniono, podobnie jak w przypadku analiz krajowych, na poziomie 40% potencjału ekonomicznego co daje 258 778 MWh energii. Dla porównania; jest to 3,78% zapotrzebowania na energię elektryczną województwa kujawsko-pomorskiego w 2007 roku. Wymaga to zainstalowania do 2020 roku $431\,296 \text{ m}^2$ kolektorów słonecznych (przy przyjęciu wskaźnika wydajności instalacji na poziomie 60%). Przy zastosowaniu wskaźnika średniej liczby osób na 1 mieszkanie za 2007 rok daje to liczbę 139 354 osób, które w 2020 roku będą korzystały w województwie kujawsko-pomorskim z instalacji solarnych. Liczba ta uwzględnia uproszczony wskaźnik osób korzystających z obiektów czasowego zamieszkania (hotele, pensjonaty itd.). Przyjmując powyższe wyliczenia, na 1 mieszkańca województwa kujawsko-pomorskiego przypadać będzie ok. $0,21 \text{ m}^2$ kolektora. Jest to wartość niższa od zalecanej przez Europejskie Stowarzyszenie Energetyki Słonecznej (ESTIF), która wynosi od 0,5 do $1,0 \text{ m}^2$ na 1 mieszkańca. Ale uwzględniając niezbyt korzystny potencjał energetyki słonecznej województwa na tle innych regionów i obecne średnioroczne tempo wzrostu sektora kolektorów słonecznych w Polsce (25 – 30%) można przyjąć, że jest to wielkość dosyć realna.

W ocenie potencjału ekonomicznego i rynkowego fotowoltaiki założono dalszy rozwój systemów niszowych: instalacji zasilających oświetlenie uliczne, sygnalizatory świetlne, parkomaty itp. Są to uzasadnione i coraz tańsze inwestycje, przede wszystkim w miejscach oddalonych od sieci elektroenergetycznej. W Polsce obecnie zainstalowana moc w systemach fotowoltaicznych jest niewielka – 431 kWp w 2006 r. Przy założeniu 40% wzrostu sektora i przy zachowaniu udziału województwa kujawsko-pomorskiego na poziomie ok. 6% w ogólnym potencjale krajowym daje to 2 650 MWh energii, jaka będzie uzyskiwana z instalacji fotowoltaicznych do 2020 roku w województwie, jako potencjał rynkowy.

4.3.2. Stan istniejący energetyki solarnej

Zgodnie z danymi uzyskanymi z ankiet oraz informacjami własnymi uzyskanymi drogą telefoniczną z gmin pięciu powiatów (aleksandrowskiego, lipnowskiego, radziejowskiego, rypińskiego i włocławskiego) oraz pozostałych powiatów udział powierzchni kolektorów słonecznych zainstalowanych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego przedstawia poniższa tabela.

Tabela 4 Wykaz kolektorów słonecznych według gmin

Lp.	Nazwa powiatu	Powierzchnia Kolektora (m ²)	Uzyskana energia	
			(kWh/m ² /rok)	(GJ/rok)
1.	Aleksandrowski	108	54000	194,4
	M. Nieszawa	4	2000	7,2
	M. Ciechocinek	96	48000	172,8
	Gm. Bądkowo	8	4000	14,4
2.	Brodnicki	388	9000	32,4
	Gm. Bobrowo	5	2500	9
	Gm. Bartniczka	8	4000	14,4
	Gm. Zbiczno	5	2500	9
	Gm. Górzno	20	10000	36
3.	Bydgoski (łącznie ziemski i grodzki)	191,4	95700	344,52
	M. Bydgoszcz (powiat grodzki)	115,4	57700	207,72
	M. Solec Kuj.	52	2500	93,6
	Gm. Dąbrowa Chełmińska	16	8000	28,8
	Gm. Nowa Wieś Wielka	8	4000	14,4
4.	Chełmiński	234	117000	421,2
	M. Chełmno	210	105000	378
	Gm. Lisewo	20	10000	36
	Gm. Papowo Biskupie ⁴	4	2000	7,2
5.	Golubsko-Dobrzyński	20	10000	36
	M. Golub Dobrzyń	12	6000	21,6
	Gm. Ciechocin	8	4000	14,4
6.	Inowrocławski	0	0	0
7.	Grudziądzki (łącznie ziemski i grodzki)	336	168000	604,8
	M. Grudziądz (powiat grodzki)	320	160000	576
	Gm. Łasin	8	4000	14,4
	Gm. Radzyń Chełmiński	8	4000	14,4
8.	Lipnowski	210	105000	378
	M. Lipno	12	6000	21,6
	Gm. Bobrowniki	4	2000	7,2
	Gm. Lipno	168	84000	302,4
	Gm. Tuchowo	14	7000	25,2
	Gm. Skepe	12	6000	21,6
9.	Mogileński	0	0	0
10.	Nakielski	62,5	31250	112,5
	M. Nakło	12	6000	21,6
	M. Szubin	36	18000	64,8
	Gm. Szubin	14,5	7250	26,1
11.	Radziejowski	24	12000	43,2
	Gm. Dobrze	6	3000	10,8
	Gm. Topólka	4	2000	7,2

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Lp.	Nazwa powiatu	Powierzchnia Kolektora (m ²)	Uzyskana energia	
			(kWh/m ² /rok)	(GJ/rok)
	Gm. Radziejów	10	5000	18
	Gm. Osiećciny	4	2000	7,2
12.	Rypiński	32	16000	57,6
	Gm. Rypin	32	16000	57,6
13.	Sępoleński	26	13000	46,8
	Gm. Sośno	4	2000	7,2
	Gm. Sępólno Krajeńskie	11	5500	19,8
	Gm. Kamień Krajeński	4	2000	7,2
	Gm. Więcbork	7	3500	12,6
14	Świecki	56	28000	100,8
	Gm. Bukowiec	6	3000	10,8
	Gm. Dragacz	20	10000	36
	Gm. Drzycim	15	7500	27
	Gm. Lniano	9	4500	16,2
	Gm. Warlubie	6	3000	10,8
15.	Toruński (łącznie ziemski i grodzki)	369	184500	664,2
	M. Toruń (powiat grodzki)	325	162500	585
	Gm. Wielka Nieszawka	44	22000	79,2
16.	Tucholski	104	52000	187,2
	Gm. Cekcyn	80	40000	144
	Gm. Kęsowo	12	6000	21,6
	Gm. Lubiewo	12	6000	21,6
17.	Wąbrzeski	17,5	8750	31,5
	M. Wąbrzeźno	6,5	3250	11,7
	Gm. Wąbrzeźno	5	2500	9
	Gm. Książki	6	3000	10,8
18.	Włocławski (łącznie ziemski i grodzki)	94	47000	169,2
	M. Włocławek (powiat grodzki)	26	13000	46,8
	M. Kowal	4	2000	7,2
	Gm. Baruchowo	6	3000	10,8
	Gm. Boniewo	3,8	1900	6,84
	Gm. Fabianki	33	16500	59,4
	Gm. Izbica Kujawska	6	3000	10,8
	Gm. Lubraniec	12	6000	21,6
	Gm. Włocławek	2,9	1450	5,22
19.	Żniński	27	13500	48,6
	Gm. Łabiszyn	12	6000	21,6
	M. Żnin	9	4500	16,2
	Gm. Barcin	6	3000	10,8
	RAZEM POWIATY	1949,4	974700	3508,92

Źródło: Dane z ankiet, informacje z gmin pięciu powiatów aleksandrowskiego, lipnowskiego, radziejowskiego, rypińskiego i włocławskiego oraz pozostałych powiatów (kontakt bezpośredni)

Dane zamieszczone w powyższej tabeli mogą odbiegać od rzeczywistych ilości i powierzchni zainstalowanych kolektorów słonecznych na terenie województwa, gdyż obiekty te nie podlegają żadnej procedurze rejestracyjnej i uzgodnieniowej, a więc ich ilość nie może być w rzeczywisty sposób monitorowana. Zamieszczone w opracowaniu dane pochodzą z ankiet uzyskanych ze Starostw Powiatowych oraz informacji uzyskiwanych drogą telefoniczną od pracowników gmin, których wiedza w zakresie lokalizacji kolektorów słonecznych pochodziła z informacji własnych oraz informacji uzyskanych w trakcie prowadzenia prac terenowych.

Na ogólną liczbę 144 jednostek administracji samorządowej województwa kujawsko-pomorskiego w 57 jednostkach (co stanowi 39,6%) zostały zamontowane kolektory słoneczne. Najwięcej kolektorów zainstalowano w czterech największych miastach: Bydgoszczy, Toruniu, Włocławku i Grudziądzu oraz gminach otaczających. Prawdopodobnie instalowane są przede wszystkim na nowo budowanych domach jednorodzinnych osiedli stref podmiejskich. Z pozostałej części województwa wyróżniają się dodatkowo gminy powiatu Tucholskiego. Rozmieszczenie kolektorów słonecznych na terenie województwa przedstawia rys. 15.

Zainstalowane kolektory słoneczne głównie wykorzystywane są do podgrzewania wody w budynkach zabudowy jednorodzinnej, wielorodzinnej, zabudowie agroturystycznej, w ośrodkach rekreacyjnych i wypoczynkowych, w obiektach lecznictwa uzdrowiskowego, szpitalnego, w obiektach sakralnych, w obiektach oświaty, w obiektach pomocy społecznej, Państwowej Straży Pożarnej i Jednostek Ratunkowo-Gaśniczych, w obiektach sportowych. Energia słoneczna wykorzystywana jest również do zasilania sygnalizacji świetlnej, podświetlania znaków drogowych oraz parkometrów w strefach płatnego parkowania.

Przyjmując średnioroczne napromieniowanie na obszarze województwa wynoszące ok. 1000 kWh/m^2 oraz jako praktycznie osiągalną wielkość napromieniowania 500 kWh/m^2 (czynniki: minimalne wykorzystanie energii słonecznej w miesiącach zimowych i straty przemiany energii słonecznej w ciepło) wyliczono, że zainstalowane na terenie województwa kolektory słoneczne rocznie dostarczają energię rzędu $974\,700 \text{ kWh}$ ($3\,508,92 \text{ GJ}$), z czego 57,68 % do budynków budownictwa jednorodzinnego ($562\,250 \text{ kWh}$) i 42,32 % ($412\,450 \text{ kWh}$) do pozostałych. Wykorzystano zatem jedynie 0,36% potencjału rynkowego.

Zainstalowane kolektory słoneczne przyniosły wymierne efekty ekologiczno-energetyczne, czym przyczyniły się do poprawy stanu środowiska w regionie (efekt ekologiczny definiuje się jako korzyści powstałe w środowisku z tytułu zastąpienia energii pochodzącej z węgla, energią ze źródeł odnawialnych). Pozwoliły zredukować roczną emisję zanieczyszczeń, które byłyby wyemitowane do powietrza atmosferycznego przez kotłownie konwencjonalne produkujące energię $974\,700 \text{ kWh}$ o wielkości: $487,35 \text{ Mg}$ (CO_2) dwutlenku węgla, $3,90 \text{ Mg}$ (SO_2) dwutlenku siarki, $1,62 \text{ Mg}$ (NO_2) dwutlenku azotu, $0,65 \text{ Mg}$ pyłów.

Poniżej przedstawiono dwa przykłady wykorzystania energii słonecznej i osiągniętych efektów ekonomicznych.

Poniższy przykład przedstawia sposób obliczenia spodziewanej ilości energii, uzyskanej w ciągu roku z instalacji solarnej, zbudowanej z 4 kolektorów płaskich o wymiarach panelu $1.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}$ – rozwiązanie typowe dla domków jednorodzinnych

Całkowita powierzchnia instalacji solarnej;

$$A_{sol} = A_{ab} \times n = 2,0\text{m}^2 \times 4 = 8,0 \text{ m}^2$$

Ilość energii zaabsorbowanej w ciągu roku przez kolektory słoneczne:

$$E_c = \eta \times E_{sol} \times A_{sol} = 0,75 \times 1022 \text{ kWh/r} \times 8,0 = 6132 \text{ kWh}$$

Energia elektryczna pobierana przez instalację solarną w ciągu roku pracy:

$$E_{str} = Q_e \times t = 0,04 \text{ kW} \times 1700 \text{ h} = 68 \text{ kWh}$$

Ilość energii zaabsorbowanej, po uwzględnieniu wkładu energii elektrycznej

$$E_{c,rz} = E_c - E_{str} = 6132 \text{ kWh} - 68 \text{ kWh} = 6064 \text{ kWh}$$

Całkowity koszt energii zaoszczędzonej w ciągu roku, w stosunku do energii elektrycznej:

$$K_r = 6064 \text{ kWh/r} \times 0,39 \text{ zł/kWh} = 2364,96 \text{ zł/rok}$$

Gdzie:

A_{sol} – całkowita powierzchnia instalacji solarnej

A_{ab} – powierzchnia absorbera dla 1 panelu kolektora

E_c – ilość energii zaabsorbowanej w ciągu roku

η – średnia sprawność absorpcji dla kolektorów płaskich

E_{sol} – ilość energii słonecznej na 1 m² powierzchni

E_{str} – energia elektryczna pobierana przez instalację solarną

Q_{el} – średni pobór mocy elektrycznej przez instalację solarną w roku

$E_{c,rz}$ – ilość zaabsorbowanej energii po uwzględnieniu wkładu energii elektrycznej

K_r – całkowity koszt energii zaoszczędzonej w ciągu roku w stosunku do energii elektrycznej

Wynika stąd, że energia elektryczna potrzebna do pracy instalacji solarnej (pobieranej przez pompy, zawory i automatykę) stanowi tylko około 1% przetworzonej energii słonecznej. Jest to więc jeden z najbardziej ekonomicznych i ekologicznych rodzajów energii. Aby budowa instalacji solarnej np. w domku jednorodzinny była opłacalna, musi zakładać zainstalowanie minimum 6 do 8 m² powierzchni kolektorów słonecznych. Przy mniejszej powierzchni ilości energii uzyskanej w ciągu roku nie będą znaczące, a okres zwrotu kosztów znacznie się wydłuży

Drugi przykład to zastosowanie ekologicznych i nowatorskich rozwiązań polegających na:

- zastosowaniu techniki kondensacyjnej w kotłowniach gazowych,
- zastosowaniu kolektorów słonecznych do wspomaganie produkcji ciepłej wody.

do ogrzewania 13 budynków mieszkaniowych w Spółdzielni Mieszkaniowej „Domus” Poznańskiego Towarzystwa Budownictwa Społecznego w Lesznie.

Uzyskane efekty ekonomiczne po dwóch latach pracy całego systemu sprawdziły się i są dla Administratora budynku zadawalające. Poniższa tabela pokazuje koszty produkcji ciepłej wody i porównanie ich do cen z sieci miejskiej.

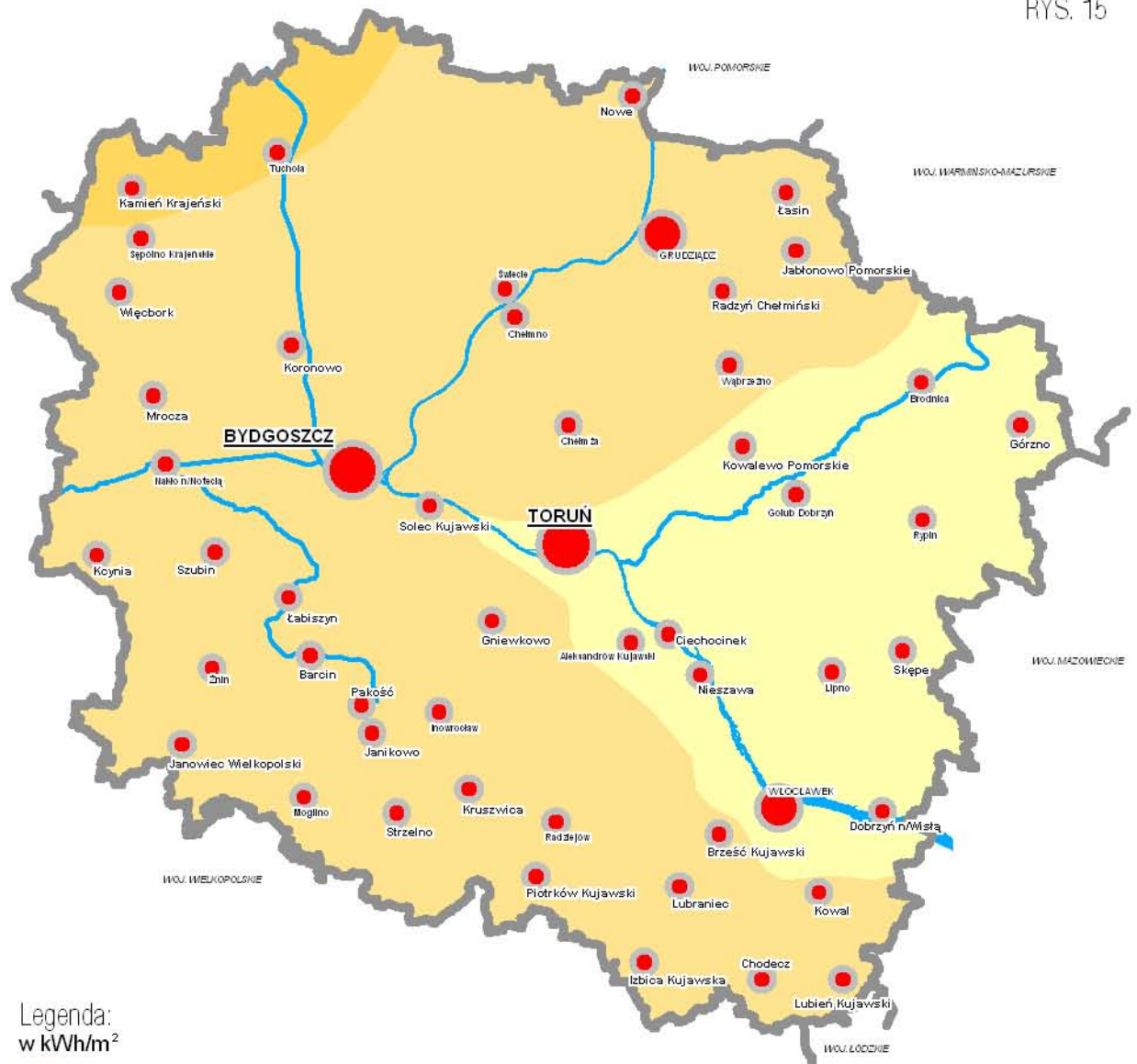


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Strefy nasłonecznienia

RYS. 15



Legenda:

w kWh/m²

1075 - 1100

1100 - 1125

1125 - 1150

główne ciek

miasta o liczbie ludności (tys.):

powyżej 200 000

200 000 - 90 000

poniżej 90 000

Źródło: Joint Research Centre - JRC



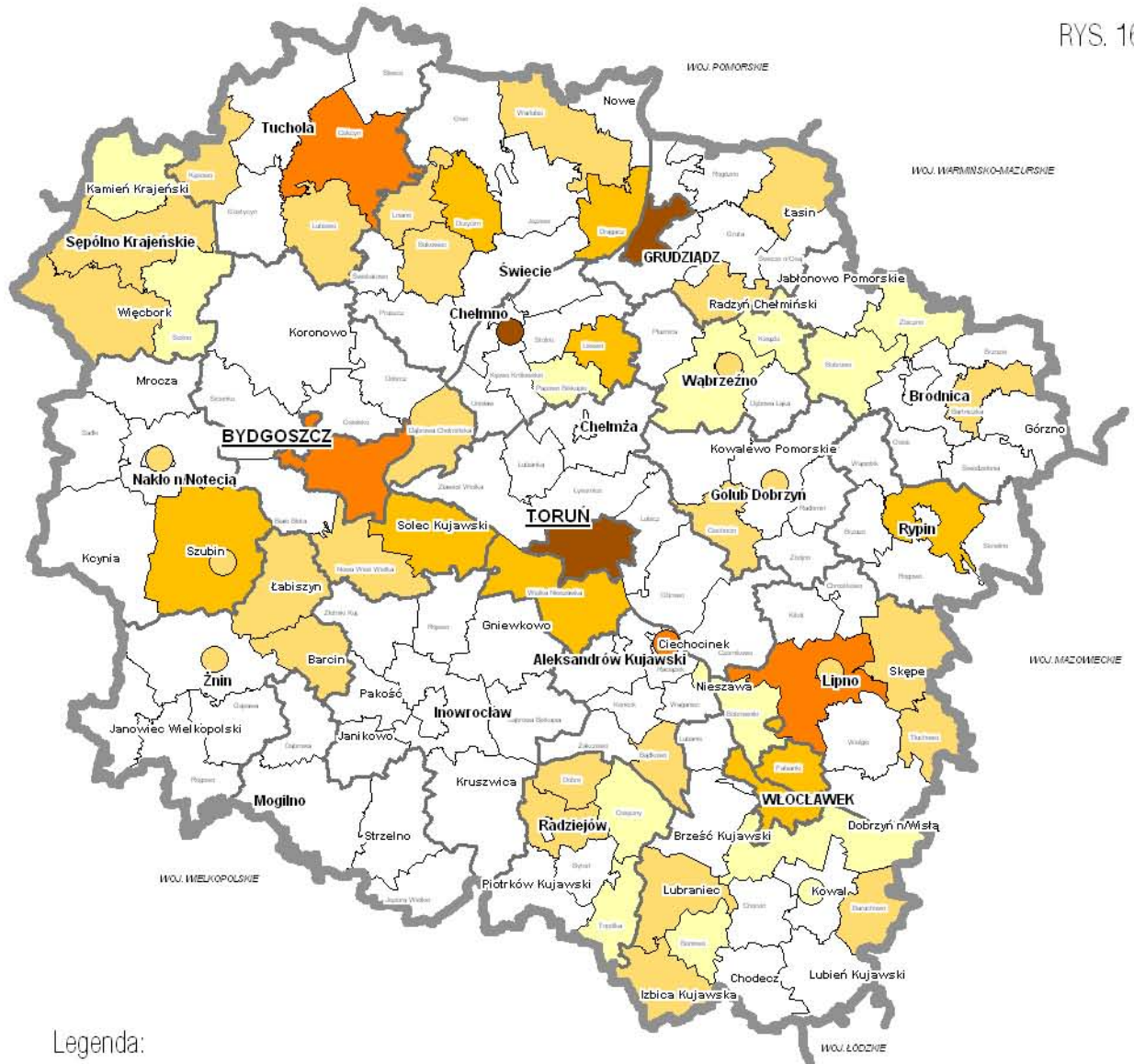


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

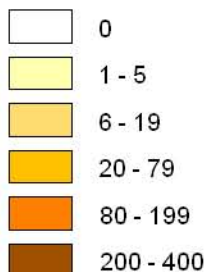
Energia słoneczna - zainstalowane kolektory słoneczne

RYS. 16



Legenda:

Powierzchnia kolektorów słonecznych [m²]



miasta w których, występują kolektory słoneczne

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r.,
Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE)
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r.
Urzędy Miast, Gmin, Starostwa Powiatowe.



Tabela 5 Ceny podgrzania 1 m³ wody

Okres porównawczy	Cena z własnej kotłowni i instalacji solarnej	Cena z sieci miejskiej
IV kw. 2000	5,92 zł/m ³	Ok. 15-16 zł/m ³ w zależności od budynku
I kw. 2001	5,35 zł/m ³	
II kw. 2001	4,95 zł/m ³	
III kw. 2001	5,41 zł/m ³	
IV kw. 2001	6,40 zł/m ³	
I kw. 2002	6,78 zł/m ³	Ok. 16-18 zł/m ³ w zależności od budynku
II kw. 2002	5,65 zł/m ³	
III kw. 2002	5,94 zł/m ³	
IV kw. 2002	5,11 zł/m ³	

Źródło: <http://www.agroenergetyka.pl>

Zastosowane kolektory słoneczne pozwoliły na znaczne obniżenie kosztów podgrzewania wody w budynkach i wynoszą ok. 1/3 w porównaniu do cen z sieci miejskiej.

Również rozliczenie średniej ceny ogrzania 1 m² powierzchni mieszkań w latach 2000/2001/2002 było korzystne i wynosiło:

z własnej kotłowni kondensacyjnej 0,7 – 0,75 zł/m²
z sieci miejskiej 1,25 – 1,40 zł/m²

4.4. Zasoby wód geotermalnych z analizą przydatności na cele energetyczne, wykorzystanie wód geotermalnych do celów energetycznych

Potencjał energii geotermalnej w porównaniu z innymi rodzajami odnawialnych zasobów energii jest wcześniej skumulowany i wieloletni. Szczegółowe analizy wielkości dostępnych zasobów prowadzą dopiero do oceny potencjału technicznego, ekonomicznego i rynkowego. Ponadto na potrzeby oceny tych potencjałów w literaturze wyodrębnia się potencjał geotermii głębokiej (wysokotemperaturowa, najczęściej są to instalacje zawodowe) i geotermii płytkiej (niskotemperaturowa, instalacje grzewcze wykorzystujące tzw. pompy ciepła w systemach rozproszonych).

Najbardziej powszechnym kryterium podziału zasobów jest głębokość występowania, temperatura (entalpia) oraz mineralizacja. Do zasobów geotermalnych zaliczane jest ciepło pochodzące z mediów o temperaturze wynoszącej co najmniej 20°C.

Zasoby dyspozycyjne wód i energii geotermalnej definiowane są jako ilość wolnej (grawitacyjnej) wody geotermalnej danego poziomu hydrogeotermalnego lub innej jednostki bilansowej możliwej do zagospodarowania w danych warunkach środowiskowych, ale bez wskazania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujęcia wody. Zasoby dyspozycyjne wyrażane są w metrach sześciennych na dobę (m³/d) lub w metrach sześciennych na rok (m³/rok), po przeliczeniu w dżulach na rok (J/rok).

W kolejnym etapie, po wykonaniu wiercenia i uzyskania przyływu, definiuje się zasoby eksploatacyjne, które uwzględniają dodatkowo optymalne parametry techniczno-ekonomiczne ujęcia. Zasoby dyspozycyjne energii geotermalnej dla rozpatrywanych zbiorników określa się dla tych obszarów, dla których współczynnik mocy $F > 1$ przy średnim rocznym współczynniku obciążenia ujęcia $LF = 1$. Współczynnik mocy jest wskaźni-

kiem określającym ile razy moc cieplna ujęcia geotermalnego przewyższa moc cieplną stanowiącą ekwiwalent nakładów kapitałowych i kosztów eksploatacji tego ujęcia, natomiast współczynnik $LF=1$ odpowiada pełnemu wykorzystaniu nominalnej mocy cieplnej ujęcia.

W województwie kujawsko-pomorskim tak jak i w Polsce istnieje znaczny potencjał geotermalny. Województwo jak niemal cała Polska leży w środkowo-europejskiej prowincji geotermalno-ropo-gazonośnej, która zawiera wody geotermalne w różnych zbiornikach (basenach).

Całkowite zasoby dyspozycyjne energii geotermalnej zakumulowane w zasięgu województwa kujawsko-pomorskiego wynoszą $1.36 \cdot 10^{18}$ J/rok, co odpowiada $3.09 \cdot 10^7$ TOE/rok (TOE - Ton of oil equivalent). Stanowi to ponad 20% sumarycznych zasobów dyspozycyjnych zakumulowanych w analizowanych zbiornikach hydrogeotermalnych w skali Polski, przy powierzchni stanowiącej ok. 7 % powierzchni Nizy Polskiego ($261\,706,5 \text{ km}^2$).

Potencjał zgromadzony jest w 6-ciu zbiornikach hydrotermalnych: dolnokredowym, górnourajskim, środkowourajskim, dolnourajskim, górnotriasowym i dolnotriasowym – tabela 6.

Tabela 6 Zasoby dyspozycyjne energii geotermalnej województwa kujawsko-pomorskiego na tle zasobów Nizy Polskiego

Zbiornik hydrotermalny		Powierzchnia badań [km ²]	Zasoby dyspozycyjne		
			Powierzchnia [km ²]	Energia [J/rok]	Energia [1TOE= 4,4E+10J]
					[TOE/rok]
I. Dolnokredowy	zbiornik	115521,6	26755,2	3,82E+17	8,68E+06
	woj. kuj.-pom.	17970,0	4622,0	5,41E+10	1,23E+00
II. Górnourajski	zbiornik	198975,5	6350,0	2,23E+17	5,07E+06
	woj. kuj.-pom.	17970,0	1468,0	5,79E+16	1,31E+06
III. Środkowourajski	zbiornik	202225,0	33275,0	9,99E+17	2,27E+07
	woj. kuj.-pom.	17970,0	8412,9	2,16E+17	4,91E+06
IV. Dolnourajski	zbiornik	158600,0	82786,0	1,73E+18	3,93E+07
	woj. kuj.-pom.	17970,0	13952,6	3,05E+17	6,93E+06
V. Górnotriasowy	zbiornik	175900,0	15125,0	7,61E+17	1,73E+07
	woj. kuj.-pom.	17970,0	2531,0	1,19E+17	2,71E+06
VI. Dolnotriasowy	zbiornik	229525,0	36100,0	2,59E+18	5,88E+07
	woj. kuj.-pom.	17970,0	9464,5	6,64E+17	1,51E+07
Niz Polski		261706,5 km ²		6,68E+18	1,52E+08
Wojew. kujawsko-pomorskie		17970 km ²		1,36E+18	3,09E+07

Źródło: „Wody geotermalne województwa kujawsko-pomorskiego, ze szczególnym uwzględnieniem dla potrzeb gospodarczych miasta Bydgoszczy, Torunia, Włocławka i Grudziądza”; GEOS, Kraków 2004

4.4.1. Charakterystyka zbiorników geotermalnych

Zbiornik dolnokredowy

Na obszarze kujawsko-pomorskiego strop tych utworów zalega na głębokościach od 200 mp.p.m. Na zachodzie i w części południowo-wschodniej województwa utwory kredy dolnej występują, w tych występowanie ograniczone jest liniami zasięgów erozyjnych. W centralnej części województwa utwory kredy dolnej są częściowo zerodowane i na tym obszarze powierzchnia stropowa zalega najpłycej (od ok. 200 mp.p.m. do ok. 2000 mp.p.m.). Strop pogrąża się w kierunkach NE i SW. Na NE do głębokości ponad 1250 mp.p.m., w rejonie otworu Gronowo 1 – Karnkowo IG1, a na SW do głębokości poniżej 1250 mp.p.m., w rejonie jeziora Gopło.

Temperatury w stropie zmieniają się w granicach od ok. 20°, do ok. 50-60°C. Maksymalne temperatury rejestrowane są w SW części województwa, w rejonie Mogilna. Podwyższonymi temperaturami charakteryzuje się NE części województwa, gdzie na linii Tuchola – Chełmno- Lipno obserwujemy lokalne podwyższenie temperatury do ponad 40°C. Centralna część województwa charakteryzuje się niskimi temperaturami stropowych partii utworów kredy dolnej - ok. 20°C.

Maksymalnymi wydajnościami charakteryzują się strefy Chełmno-Chełmża-Toruń, do 250 m³/h. W centralnej części wydajności są stosunkowo niskie, do ok. 50 m³/h.

W tej strefie położonej w SW części województwa mineralizacje wód dolnokredowej formacji wodonośnej są największe, sięgają 75 g/dm³. Na pozostałym obszarze województwa mineralizacje wód są stosunkowo niskie- zwykle nie przekraczają 15 g/dm³(rejon Chełmży).

W synklinorium mogileńsko – łódzkim są wody, które lokalnie - na zachód od Mogilna występują pod ciśnieniem artezyjskim.

Zbiornik górnójurajski

Powierzchnia stropowa jury górnej występuje najpłycej (0-100 mp.p.m) w osiowej części antyklinorium kujawsko-pomorskiego i zapada w kierunkach na NE i SW. Na NE osiąga swe maksymalne głębokości zalegania (1500 mp.p.m.) w strefie Gronowo 1 – Karnkowo IG 1. W SW części województwa, na obszarze synklinorium mogileńsko-łódzkiego powierzchnia stropowa jury górnej wykazuje znaczne deniwelacje, a miejscami sięga głębokości 2500 mp.p.m.(na S od jez. Gopło, otwór Ślesin IGH 1). Na znacznym obszarze antyklinorium pomorskiego (zachodnia część województwa) utwory jury górnej są zerodowane.

Temperatury w stropie utworów górnej jury wahają się w granicach 20-70°C, lokalnie, w okolicy wysadu Damasławek, ponad 70°C. Niskimi temperaturami charakteryzują się wody występujące w osiowej strefie antyklinorium kujawsko-pomorskiego, gdzie wartości tego wskaźnika nie przekraczają 30°C. W obrębie synklinorium pomorskiego i warszawskiego podwyższone temperatury charakteryzują obszar na E od Torunia (Chełmża-Golub Dobrzyń).

Podwyższonymi wydajnościami charakteryzują się SW części województwa kujawsko-pomorskiego, tj. rejon synklinorium mogileńsko-łódzkiego. Wydajności wodonośnych utworów górnójurajskich w tej części obszaru wzrastają w kierunku SW, od wartości

ok. 50 m³/h, do ok. 75 m³/h – na południe od Mogilna. Lokalnie, w rejonie Ciechocinka, Aleksandrowa Kujawskiego i na południe od Włocławka wydajności spadają poniżej 25 m³/h. Jest to zbiornik subartezyjski, a w dolinach większych rzek występują ciśnienia artezyjskie. W strefach odsłoneń oraz występowania bezpośrednio pod utworami czwartorzędowymi, zwierciadło wody ma charakter swobodny.

Rozkład mineralizacji wód w górnopomorskim zbiorniku wodonośnym dzieli się na trzy zasadnicze strefy: synklinorium pomorsko-warszawskiego - mineralizacje do ok. 70 g/dm³, antyklinorium pomorsko-kujawskiego (część centralna) – mineralizacje wód do ok. 20 g/dm³, synklinorium mogileńsko-łódzkiego (SW części województwa) – mineralizacje wód od 30 do ponad 100 g/dm³.

Zbiornik środkowopomorski

Na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego strop tych utworów zalega na głębokościach 250-3000 mp.p.m. W znacznej części rejonu antyklinorium pomorskiego utwory jury środkowej są zerodowane, co ogranicza potencjalne możliwości wykorzystania wód tego poziomu w powyższych rejonach. Znaczne deniwelacje stropu zaznaczają się w południowo-zachodniej części województwa, tj. w strefie synklinorium mogileńsko-łódzkiego. Tam też zalegają najgłębiej, do 3000 mp.p.m. Najmniejszymi głębokościami zalegania charakteryzuje się osiowa strefa antyklinorium kujawsko-pomorskiego, gdzie strop jury środkowej zalega na głębokościach 750-1000 mp.p.m.

Zaznaczają się dwie strefy, zróżnicowane pod względem występujących w ich obrębie temperatur: strefa synklinorium mogileńsko-łódzkiego (południowo-zachodnia część obszaru), gdzie rejestrowane są temperatury rzędu 60-80°C oraz pozostała część województwa, gdzie temperatury są niższe, rzędu 40-60°C. Niskimi temperaturami, poniżej 20°C charakteryzują się strefy przyległe do obszarów erozji utworów środkowopomorskich.

Największymi wydajnościami charakteryzują się warstwy wodonośne jury środkowej w strefie mogileńskiej – do 170 m³/h oraz lokalnie na północ od Torunia i na północny-wschód od Włocławka (ok. 120 m³/h). Niskie wydajności wód obserwowane są wzdłuż północnych granic województwa, w okolicach Ciechocinka, Aleksandrowa Kujawskiego oraz na S od Włocławka, nawet poniżej 30 m³/h.

Podwyższonymi mineralizacjami charakteryzują się wody obszarów synklinorium pomorskiego warszawskiego, mineralizacja 80-100 g/dm³ oraz obszaru synklinorium mogileńsko-łódzkiego, o mineralizacji nawet powyżej 160 g/dm³. W strefie wzdłuż osi antyklinorium kujawsko-pomorskiego mineralizacja wód zbiornika środkowej jury oscyluje w przedziale 10-50 g/dm³. Minimalne wartości charakteryzują strefy przyległe do strefy erozji osadów środkowej jury, tj. w znacznej części antyklinorium pomorskiego (w obszarze woj. kuj.-pom.).

Zbiornik dolnopomorski

Strop utworów jury dolnej w rejonie województwa odsłania się bezpośrednio pod utworami kenozoicznymi w strefie antyklinorium kujawsko-pomorskiego pomorskiego (południowo-zachód od Bydgoszczy) oraz na bardzo małym obszarze w południowej części województwa, w rejonie Izbicy (strefa wysadowa). Głębokość zalegania stropu utworów dolnopomorskich są dość mocno zróżnicowane. W strefie wschodni podkenozoicznych zalegają na głębokościach poniżej 250 mp.p.m. W południowo-zachodniej w części woje-

wództwa, w synklinorium mogileńsko-łódzkim stropowa powierzchnia jest pogrążona do głębokości rzędu 3000-3250 mp.p.m. Lokalne elewacje stropu jury dolnej występują w rejonach Ciechocinka, Aleksandrowa Kujawskiego i Konar (otwór Konary IG1). W północnej części województwa, na platformie prekambryjskiej, strop jury dolnej zalega na głębokościach 1250 mp.p.m. W rejonie Bydgoszczy strop utworów dolnojurajskich występuje na głębokości 1000-1250 mp.p.m., w Toruniu i Włocławku na głębokościach ok. 1750-2000 m. p.p.m., w Grudziądzu ok. 1500 mp.p.m.

Największymi gradientami zmienności temperatury charakteryzuje się południowo-zachodnia część zbiornika. W strefach wysadowych Inowrocław - Mogilno - Strzelno-Damasławek, temperatury wahają się w granicach 45-90°C. Niskie wartości temperatur charakteryzują wody podziemne dolnojurajskiego zbiornika w rejonach ich wychodni podkenozoicznych, gdzie temperatury spadają poniżej 20°C. Niskimi temperaturami charakteryzuje się także rejony Ciechocinka i Aleksandrowa Kujawskiego (ok.30°C), gdzie strop utworów zalega stosunkowo płytko (ok.870 mp.p.m.).

Dobrymi własnościami kolektorskimi charakteryzują się utwory liasowe synklinorium mogileńsko-łódzkiego. W tej części województwa kujawsko-pomorskiego należy spodziewać się wydajności rzędu 200 m³/h, a nawet większych. Na pozostałym obszarze wydajności oscylują w granicach 75-150 m³/h, a maksymalnymi wartościami w powyższym przedziale charakteryzują się strefy okolic Torunia, Włocławka oraz rejon Gniewkowa i Rojewa. W strefach wychodni podkenozoicznych wydajności spadają poniżej 70 m³/h. W skali regionalnej poszczególne warstwy wodonośne dolnojurajskie zbiornika wód geotermalnych stanowią jeden ciągły poziom, który w przeważającej części ma charakter naporowy. Jest to zbiornik subartezyjski, a w dolinach większych rzek występują ciśnienia artezyjskie. W strefach odsłoneń oraz występowania bezpośrednio pod utworami czwartorzędowymi, zwierciadło wody ma charakter swobodny. Strefy te są obszarami bezpośrednio lub pośrednio zasilania zbiornika dolnojurajskiego, podobnie jak strefy wychodni podkenozoicznych.

Mineralizacja wód waha się w granicach od poniżej 10 g/dm³ do ok. 160 g/dm³ w strefach wysadowych południowo-zachodniej części województwa. Generalnie można wydzielić dwie strefy podwyższonych mineralizacji wód dolnojurajskiego zbiornika geotermalnego: obszar synklinorium warszawskiego; 10-130 g/dm³ (w centralnej i wschodniej części województwa) oraz południowo-zachodnia część – strefa synklinorium mogileńsko-łódzkiego. Strefa obniżonych wartości mineralizacji występuje także w rejonie Ciechocinka (ok. 40-60 g/dm³). Obszary podkenozoicznych wychodni utworów dolnej jury charakteryzują się niskimi mineralizacjami poniżej 10 g/dm³.

Zbiornik górnotriasowy

Na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego strop utworów triasu górnego przedstawia na zróżnicowanych głębokościach, od ok. 500 mp.p.m. W rejonie Szubina do ponad 3500 mp.p.m w nieckach międzywysadowych (okolice Inowrocławia) południowo-zachodniej części województwa, w rejonie synklinorium mogileńsko-łódzkiego.

Strop triasu górnego wynurza się w kierunku północnym i północno-wschodnim, na platformie prekambryjskiej, gdzie w granicach województwa zalega na głębokościach rzędu 1200-1500 mp.p.m. W rejonie Bydgoszczy zalega na głębokościach 2000-2100 m. p.p.m.,

Torunia 2250-2500 mp.p.m, Włocławka 2750-3000 mp.p.m. i Grudziądz ok. 1700 mp.p.m.

Rozkład temperatur w stropie utworów triasu górnego jest silnie skorelowany z głębokością zalegania stropu powierzchni w części północnej i północno-wschodniej oraz występowaniem struktur halokinetycznych w południowo-zachodniej części województwa. Maksymalne temperatury rejestrowane są w okolicach Mogilna i Damasławka, odpowiednio 140°C i 110°C. Podwyższone temperatury występują lokalnie na wschód od Inowrocławia, na południowy-wschód od Włocławka oraz w rejonie jeziora Koronowskiego. Najniższe temperatury stwierdzono w rejonach: Ciechocinka, Aleksandrowa Kujawskiego (50°C) oraz na południowy-zachód od Bydgoszczy, gdzie występują wody o temp. 30-50°C.

Wydajności wodonośnych utworów triasu górnego wahają się w granicach 5-70 m³/h. Słabymi parametrami kolektorskimi charakteryzuje się przeważająca część antyklinorium pomorskiego oraz synklinorium mogileńsko-łódzkiego, w zasięgu województwa, gdzie rejestrowane są minimalne wartości utworów triasu górnego, rzędu 5 m³/h. Maksymalne wartości wydajności stwierdzono w rejonach: Torunia, Tucholi, Radziejowa (ok. 45 m³/h). Rozkład mineralizacji wód anomalii mineralizacji jest podobny do rozkładu w stropie utworów triasu dolnego. Wartości mineralizacji zmieniają się w szerokim zakresie, od 50-60 g /dm³ do ponad 360 g/dm³. Podwyższonymi wartościami charakteryzuje się cała strefa synklinorium mogileńsko-łódzkiego, gdzie lokalne maksima rejestrowane są w rejonach Mogilna, Damasławka oraz na południe i północny-zachód od Włocławka (26-300g/dm³).

Zbiornik dolnotriasowy

Strop utworów dolnotriasowych na obszarze woj. kujawsko-pomorskiego zalega na głębokościach od ok. 700 mp.p.m., antyklinorium pomorskim, strefa Szubin-Wyrzysk (na zachód od Bydgoszczy), od ponad 4250 mp.p.m. W centralnej części antyklinorium kujawskiego przynależnej do woj. kujawsko - pomorskiego. Jest to rejon położony na zachód od Włocławka. Generalny trend zapadania stropu ma kierunek z północy na południowy-zachód. W południowo-wschodniej części województwa, głównie w obrębie synklinorium mogileńsko-łódzkiego, powierzchnia stropowa wykazuje znaczne deniwelacje związane z obecnością struktur solnych w podłożu. W rejonie Bydgoszczy strop utworów triasu dolnego zalega na gł. 2500-1750 mp.p.m., w Toruniu i Włocławku na głębokości ok. 3000 mp.p.m., w Grudziądzu poniżej 2000 mp.p.m.

Temperatury w stropie utworów triasu dolnego oscylują w granicach od ok. 30 do ponad 170°C w strefach wysadowych: Mogilna i Damasławka. Podwyższonymi temperaturami charakteryzuje się także strefa wzdłuż linii Inowrocław – Toruń, gdzie temperatury oscylują w granicach 100-130°C.

Analiza wydajności wskazuje na przeciętne własności zbiornikowe utworów dolnotriasowych. Wahają się one w granicach od ok.15 do 55 m³/h. Strefy maksymalnych wydajności występują w okolicach Torunia i Włocławka (50-55 m³/h). Słabymi własnościami zbiornikowymi charakteryzują się rejon Grudziądz i południowo-zachodnia część województwa kujawsko-pomorskiego (rejon Mogilna i Radziejowa) oraz lokalnie w rejonie Sępólna Krajeńskiego i Koronowa.

Mineralizacje wód oscylują w szerokich granicach: od ok. 70 do 360-370 g/dm³. Strefy maksymalnych mineralizacji korelują się z obecnością struktur solnych (wysady, diapiry, itp.). Wyługowane roztwory solankowe infiltrują w utwory triasu dolnego i wpływają na ich podwyższoną ogólną mineralizację. Strefa podwyższonych mineralizacji występuje także w rejonie Grudziądza (ok. 320-330 g/dm³).

Strefy niskich mineralizacji w obrębie wodonośnych utworów triasu dolnego zlokalizowane są w rejonie antyklinorium pomorskiego (na zachód od Bydgoszczy)

Prawie na całym obszarze województwa kujawsko-pomorskiego dolnotriasowy zbiornik geotermalny charakteryzuje się warunkami subartezyjskimi. Wyjątek stanowi obszar Włocławek – Płock; otwór Wielgie IG-2, gdzie wody opisywanego poziomu występują pod ciśnieniem artezyjskim (samowypływ).

4.4.2. Wykorzystanie wód geotermalnych

Na terenie województwa kujawsko-pomorskiego występują wody geotermalne, których temperatura w wypływie z odwiertu wynosi co najmniej 20°C. Wody takie udokumentowano w Ciechocinku, Janiszewie k/Lubrańca, Rzadkiej Woli w rejonie Brześcia Kujawskiego oraz najcieplejsze w Maruszy k/Grudziądza.

Wody termalne do celów leczniczych i rekreacyjnych wykorzystuje się od 1932 r. w Ciechocinku i od 2001 r. w Maruszy. Żadne z tych złóż w chwili obecnej nie jest wykorzystywane jako źródło energii odnawialnej. W Polsce pierwszy zakład geotermalny wykonany został w 1993 r. w Białym Dunajcu na Podhalu. Na Niżu Polskim do tej pory powstały 4 takie obiekty: Pyrzyce (zbudowany w latach 1992–1996, temperatura 61-64°, głębokość 1641 m, mineralizacja 121 g/dm³), Stargard Szczeciński (2004 r., temperatura 87-95°C), Mszczonów (2000 r. - wody słodkie: mineralizacja 0,5 g/dm³, głębokość 1700 m, wydajność ok. 340 m³/h, temperatura 40°C (samowypływ) i Uniejów (temperatura ok. 67°C).

Ciechocinek

Wody geotermalne w Ciechocinku odkryto XII w. (Łądek Zdrój – X w.). Występują na głębokości ok. 1300 mp.p.t., osiągają temperaturę od 11 do 37° (Łądek Zdrój: 20-40°C, Cieplice: 22 do 76°C). Do zabiegów wykorzystywana jest solanka o temperaturze 27-32°C o mineralizacji 44-52 g/dm³, ujmowana studniami nr 14 i 16 z piaskowców z przewartwieniami łupków, łupków ilastych i łupków utworów jury dolnej (liasu).

Marusza k/Grudziądza

W Maruszy (ok. 3,5 km od Grudziądza) solanka pobierana jest z głębokości ok. 1630 m, a jej temperatura waha się od 42 do 44°C. Złoża pochodzą z okresu dolnojurajskiego. Oszacowano, iż zasoby złoża są praktycznie niewyczerpalne; przy wydobywaniu 20 000 litrów na godzinę, tj. prawie pół miliona litrów na dobę, solanki wystarczy na co najmniej 1000 lat. Solanka wydobywana jest za pomocą systemu eksploatacyjnego jednootworowego, otwartego i transportowana specjalnym rurociągiem do zbiornika retencyjnego o pojemności 15 tys. m³, położonego w sąsiedztwie dwóch budynków należących do Geotermii: Instytutu Balneologii oraz Studium Sylwetki. Pierwszy obiekt balneologiczny powstał w marcu 2006 r.

Toruń (badania pod kątem wykorzystania do celów energetycznych- grzewczych i produkcji energii elektrycznej)

W pobliżu Torunia znajduje się otwór wiertniczy Toruń-1, który to odwiercono w 1979 r. do głębokości 5904 m. Na głębokości 1500 m zmierzono temperaturę około 60°C, na 3500 m odpowiednio 100°C, zaś na 5500 m 140°C. Badania powtórzono w 2005 roku. Na głębokości 1000 – 2000 m stwierdzono temperatury o 10 – 15°C; niższe niż wskazywał pomiar w 1979 roku. Różnice wynikają prawdopodobnie z błędu pomiarowego temperatury, tj. nieustalanej równowagi termicznej w otworze. W najbliższym czasie planowany jest ponowny pomiar temperatury w otworze Toruń-1.

W listopadzie 2008 r. prowadzono dalsze prace wiertnicze w Toruniu (otwór Toruń TG-1). Na głębokości 2351 m specjaliści ze spółki Poszukiwania Nafty i Gazu Jasło natrafili na źródła o temperaturze ponad 60°C. Zdaniem prof. Ryszarda Kozłowskiego z Politechniki Krakowskiej na 3000 m znajdują się zapewne źródła o temperaturze prawie 90°C, a z nich już można wytwarzać prąd. Wg Przybycina temperatura wód geotermalnych w okolicach Torunia sięga nawet 200°C.

Tabela 7 Zestawienie podstawowych parametrów hydrogeotermalnych dla największych miast województwa kujawsko-pomorskiego

L.p.	Zbiornik	Strop (m)	Miąższość wód (m)	Mineralizacja (g/dm ³)	Temperatura (°C)	Wydajność (m ³ /h)
1	2	3	4	5	6	7
Bydgoszcz						
1.	Kreda dolna	< 300	0 - 150	< 2	< 20	10 - 100
2.	Jura górna	100 -500	100 - 300	10 - 30	20 - 30	15 - 35
3.	Jura środkowa	750 - 1250	140 - 170	45 - 70	35 - 45	60 - 100
4.	Jura dolna	1000 - 1250	300 - 500	40 - 70	30 - 45	90 - 120
5.	Trias górny	2000 - 2100	20 - 40	160 - 180	65	15 - 20
6.	Trias dolny	2500 - 2600	75 - 85	180 - 200	80	40 - 45
Toruń						
1.	Kreda dolna	200 - 800	100 - 200	< 10	< 30	75 - 150
2.	Jura górna	500 - 1000	300 - 400	15 - 30	25 - 45	35 - 45
3.	Jura środkowa	1200 – 1550	100 – 140	50 – 70	45 – 55	90 - 120
4.	Jura dolna	1600 - 2000	300 - 350	80 - 100	55 - 65	135 - 150
5.	Trias górny	2300 – 2450	60 – 100	150 - 180	75 - 85	50 - 70
6.	Trias dolny	2900 - 3000	90 - 110	180 - 200	100 - 110	50 - 60
Włocławek						
1.	Kreda dolna	10 – 150	5 – 80	< 2	< 20	10 -50
2.	Jura górna	150 – 400	450 – 525	10 -20	20 – 25	20 - 35
3.	Jura środkowa	1250 – 1600	140 – 160	45 – 55	45 – 50	80 - 110
4.	Jura dolna	1750 – 2000	375 – 400	80 – 100	60 – 65	140 - 150
5.	Trias górny	2800	30	240 – 260	90 – 95	15 - 25
6.	Trias dolny	3000 – 3100	100	270	90 – 100	45 - 50
Grudziądz						
1.	Kreda dolna	950 – 1000	70	5 – 7	35	75 - 100
2.	Jura górna	1050 – 1150	200	55	35 – 40	40
3.	Jura środkowa	1400 – 1500	35 – 40	65 -75	45 – 50	30 - 50
4.	Jura dolna	1500	80	70	45 – 50	100 - 125
5.	Trias górny	1700	50	240 – 260	55 – 60	20 - 25
6.	Trias dolny	1900	60	> 320	65	15 - 20

Źródło: *Wody geotermalne województwa kujawsko-pomorskiego ze szczególnym uwzględnieniem dla potrzeb gospodarczych Miasta Bydgoszczy, Torunia, Włocławka i Grudziądza-*. Towarzystwo Geosynoptyków GEOS – Kraków. Kujawsko-Pomorski Urząd Wojewódzki Wydział Środowiska i Rolnictwa w Bydgoszczy, GEOS Kraków 2004 r.

Tabela 8 Miejscowości o zdefiniowanych zasobach energii geotermalnej

Lp.	Miejscowości o stwierdzonych zasobach dyspozycyjnych	Gmina	ZBIORNIK GEOTERMALNY					
			T1	T3	J1	J2	J3	K1
powiat aleksandrowski								
1.	Aleksandrów Kujawski	Aleksandrów Kujawski	+		+			
2.	Ciechocinek	Ciechocinek	+		+			
3.	Koneck	Koneck	+		+			
4.	Nieszawa	Nieszawa	+		+			
5.	Waganiec	Waganiec	+		+			
6.	Zakrzewo	Zakrzewo	+	+	+	+		
powiat brodnicki								
7.	Bobrowo	Bobrowo			+			
8.	Brodnica	Brodnica			+			
9.	Brzozie	Brzozie			+			
10.	Górzno	Górzno			+			
11.	Grażawy	Bartniczka			+			
12.	Jabłonowo Pomorskie	Jabłonowo Pomorskie			+			
13.	Osiek	Osiek			+			
14.	Świedziebna	Świedziebna			+			
15.	Zbiczno	Zbiczno			+			
powiat bydgoski								
16.	Białe Błota	Białe Błota	+					
17.	Dąbrowa Chełmińska	Dąbrowa Chełmińska	+		+	+		
18.	Dobrcz	Dobrcz	+		+	+		
19.	Koronowo	Koronowo			+			
20.	Nowa Wieś Wielka	Nowa Wieś Wielka	+		+			
21.	Osielsko	Osielsko	+		+	+		
22.	Sicienko	Sicienko			+			
23.	Solec Kujawski	Solec Kujawski	+		+	+		
powiat chełmiński								
24.	Chełmno	Chełmno			+	+		+
25.	Kijewo Królewskie	Kijewo Królewskie	+		+	+		+
26.	Lisewo	Lisewo	+		+	+		+
27.	Stolno	Stolno	+		+	+		+
28.	Unisław	Unisław	+		+	+		+
powiat golubsko-dobrzyński								
29.	Ciechocin	Ciechocin	+	+	+	+		+
30.	Golub Dobrzyń	Golub Dobrzyń		+	+	+		+
31.	Kowalewo Pomorskie	Kowalewo Pomorskie			+	+		+
32.	Radomin	Radomin		+	+	+		
33.	Zbójno	Zbójno		+	+	+		+
powiat grudziądzki								
34.	Gruta	Gruta			+			
35.	Łasin	Łasin			+			
36.	Radzyń Chełmiński	Radzyń Chełmiński			+			
37.	Rogoźno	Rogoźno			+			
38.	Świecie nad Osą	Świecie nad Osą			+			

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

powiat inowrocławski								
39.	Dąbrowa Biskupia	Dąbrowa Biskupia	+		+	+		
40.	Gniewkowo	Gniewkowo	+		+	+		
41.	Inowrocław	Inowrocław	+		+	+		
42.	Janikowo	Janikowo	+		+	+	+	
43.	Kruszwica	Kruszwica	+		+	+	+	
44.	Pakość	Pakość	+		+			
45.	Rojewo	Rojewo	+		+	+		
46.	Złotniki Kujawskie	Złotniki Kujawskie	+		+	+		
powiat lipnowski								
47.	Bobrowniki	Bobrowniki	+		+			
48.	Chrostkowo	Chrostkowo		+	+	+		+
49.	Dobrzyń nad Wisłą	Dobrzyń nad Wisłą	+		+	+		
50.	Kikół	Kikół	+	+	+	+		+
51.	Lipno	Lipno	+			+		+
52.	Skępe	Skępe	+		+	+		+
53.	Tłuchowo	Tłuchowo	+		+	+		
54.	Wielgie	Wielgie	+		+	+		
powiat mogileński								
55.	Dąbrowa	Dąbrowa	+		+	+	+	
56.	Jeziora Wielkie	Jeziora Wielkie	+		+	+	+	+
57.	Mogilno	Mogilno	+		+	+	+	+
58.	Strzelno	Strzelno	+		+	+	+	+
powiat nakielski								
59.	Kcynia	Kcynia	+					
powiat radziejowski								
60.	Bytoń	Bytoń	+	+	+	+		
61.	Dobre	Dobre	+	+	+			
62.	Osięciny	Osięciny	+	+	+			
63.	Piotrków Kujawski	Piotrków Kujawski	+	+	+	+	+	+
64.	Radziejów	Radziejów	+		+			
65.	Topólka	Topólka	+		+	+		
powiat rypiński								
66.	Brzuze	Brzuze		+	+	+		
67.	Rogowo	Rogowo			+	+	+	
68.	Rypin	Rypin			+			
69.	Skrwilno	Skrwilno			+			
70.	Wąpielsk	Wąpielsk			+			
powiat sępoleński								
71.	Kamień Krajeński	Kamień Krajeński			+			
72.	Sośno	Sośno			+			
powiat świecki								
73.	Bukowiec	Bukowiec			+	+		+
74.	Dragacz	Dragacz			+			
75.	Drzycim	Drzycim						+
76.	Lniano	Lniano						+
77.	Osie	Osie						
78.	Pruszcz	Pruszcz	+		+	+		
79.	Świecie	Świecie			+	+		+
80.	Świekatowo	Świekatowo			+	+		
powiat toruński								
81.	Chełmża	Chełmża	+	+	+	+		+
82.	Czernikowo	Czernikowo	+	+	+	+		

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

83.	Lubicz	Lubicz	+	+	+	+		+
84.	Łubianka	Łubianka	+	+	+	+		
85.	Łysomice	Łysomice	+	+	+	+		
86.	Obrowo	Obrowo	+	+	+	+		
87.	Wielka Nieszawka	Wielka Nieszawka	+		+	+		
88.	Zławieś Wielka	Zławieś Wielka	+		+	+		
powiat tucholski								
89.	Cekcyn	Cekcyn						+
90.	Gostycyn	Gostycyn		+	+			
91.	Kęsowo	Kęsowo			+			
92.	Lubiewo	Lubiewo			+	+		
93.	Tuchola	Tuchola						+
powiat wąbrzeski								
94.	Dębowa Łąka	Dębowa Łąka			+			
95.	Książki	Książki			+			
96.	Wąbrzeźno	Wąbrzeźno			+	+		+
powiat włocławski								
97.	Baruchowo	Baruchowo	+		+	+		
98.	Boniewo	Boniewo	+		+			
99.	Brześć Kujawski	Brześć Kujawski	+		+			
100.	Chocień	Chocień	+		+			
101.	Chodecz	Chodecz	+		+			
102.	Fabianki	Fabianki	+		+	+		
103.	Izbica Kujawska	Izbica Kujawska	+		+	+		
104.	Kowal	Kowal	+		+			
105.	Lubanie	Lubanie	+		+			
106.	Lubień Kujawski	Lubień Kujawski	+	+	+			
107.	Lubraniec	Lubraniec	+		+			
powiat żniński								
108.	Barcin	Barcin	+					
109.	Gąsawa	Gąsawa	+		+	+	+	+
110.	Janowiec Wielkopolski	Janowiec Wielkopolski	+		+	+	+	+
111.	Łabiszyn	Łabiszyn	+					
112.	Rogowo	Rogowo	+		+	+		+
113.	Żnin	Żnin	+		+	+		
miasta na prawach powiatu								
114.	Bydgoszcz	Bydgoszcz	+		+	+		
115.	Grudziądz	Grudziądz			+			
116.	Toruń	Toruń	+	+	+	+		
117.	Włocławek	Włocławek	+		+	+		

Objaśnienia: T1- zbiornik triasu dolnego, T3- zbiornik triasu górnego, J1- zbiornik jury dolnej, J2- zbiornik jury środkowej, J3- zbiornik jury górnej, K1- zbiornik kredy dolnej;

Źródło: "Wody geotermalne województwa kujawsko-pomorskiego, ze szczególnym uwzględnieniem dla potrzeb gospodarczych miasta Bydgoszczy, Torunia, Włocławka i Grudziądza" – Towarzystwo Geosynoptyków GEOS, Kraków 2004 r.

Zestawienie podstawowych parametrów hydrogeometrycznych dla 4 największych miast województwa kujawsko-pomorskiego: Bydgoszczy, Torunia, Włocławka, Grudziądza zawiera tabela 7.

Listę 117 miejscowości o zdefiniowanych zasobach energii geotermalnej w obrębie kujawsko-pomorskiego, ze wskazaniem zbiornika wód, w których występują potencjalne zasoby przedstawia tabela 8. Miejscowości te rozrzucone są po całym obszarze województwa.

4.4.3. Pompy ciepła

Do oceny potencjału ekonomicznego tzw. płytkiej geotermii wykorzystano dane dotyczące mieszkalnictwa Głównego Urzędu Statystycznego. Przyjęto, że do instalacji pomp kwalifikują się nowe budynki oddane do użytkowania. Do wyliczeń wykorzystano więc liczbę mieszkań wybudowanych w latach 2004-2007, przyjmując, że jedynie 6% tych mieszkań będzie corocznie wyposażone w pompy ciepła o średniej mocy 15 kW, wraz z prognozowaną liczbą mieszkań oddanych do użytku do 2020 roku. Po określeniu średniej powierzchni mieszkań w województwie i przyjęciu wyliczonych wskaźników zapotrzebowania na energię na m² obliczonych dla pomp ciepła daje to 47 307 MWh.

Potencjał rynkowy, analogicznie do analiz krajowych przyjęto na poziomie 6%, co daje 2 838 MWh energii. Dla porównania; jest to 0,04 % zapotrzebowania na energię elektryczną województwa kujawsko-pomorskiego w 2007 roku. Wymaga to zainstalowania na terenie województwa do 2020 roku 3 421 pomp ciepła.

Brak jest dokładnych danych odnośnie ilości instalacji w województwie. Dane ankietowe są nie do końca miarodajne, choćby porównując je z informacjami odnośnie finansowania inwestycji związanych z OZE. Wynika to absolutnej dowolności w instalowaniu pomp ciepła z punktu widzenia administracyjno-prawnego. Najwięcej planowanych i istniejących instalacji zlokalizowano w Toruniu, Bydgoszczy oraz w gminach otaczających. Występują również większe instalacje w obiektach użyteczności publicznej, np.: w Muzeum Archeologicznym w Biskupinie o mocy ponad 81 kW oraz w Gimnazjum w miejscowości Nowa Wieś gmina Ciechocin o mocy 120 kW.

4.5. Zasoby biomasy, możliwości upraw roślin dla celów energetycznych, obszary preferowane dla rozwoju energetycznych na bazie biomasy

4.5.1. Pojęcie i rodzaje biomasy

W polskim prawodawstwie definicja biomasy została podana w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 maja 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii. „Biomasa” – substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także inne części odpadów, które ulegają biodegradacji. Do biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne nie zalicza się odpadów drewna mogących zawierać organiczne związki chlorowcopochodne, metale ciężkie lub związki tych metali powstałe w wyniku obróbki drewna z użyciem środków do konserwacji lub powlekania. Zgodnie z Dyrektywą 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego w sprawie promocji elektryczności produkowanej ze źródeł odnawialnych podana została następująca definicja biomasy, która oznacza biodegradowalną część produktów i odpadów oraz pozostałości z rolnictwa (włączając w to substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego), leśnictwa i pokrewnych przemysłów jak też biodegradowalną część odpadów komunalnych i przemysłowych.

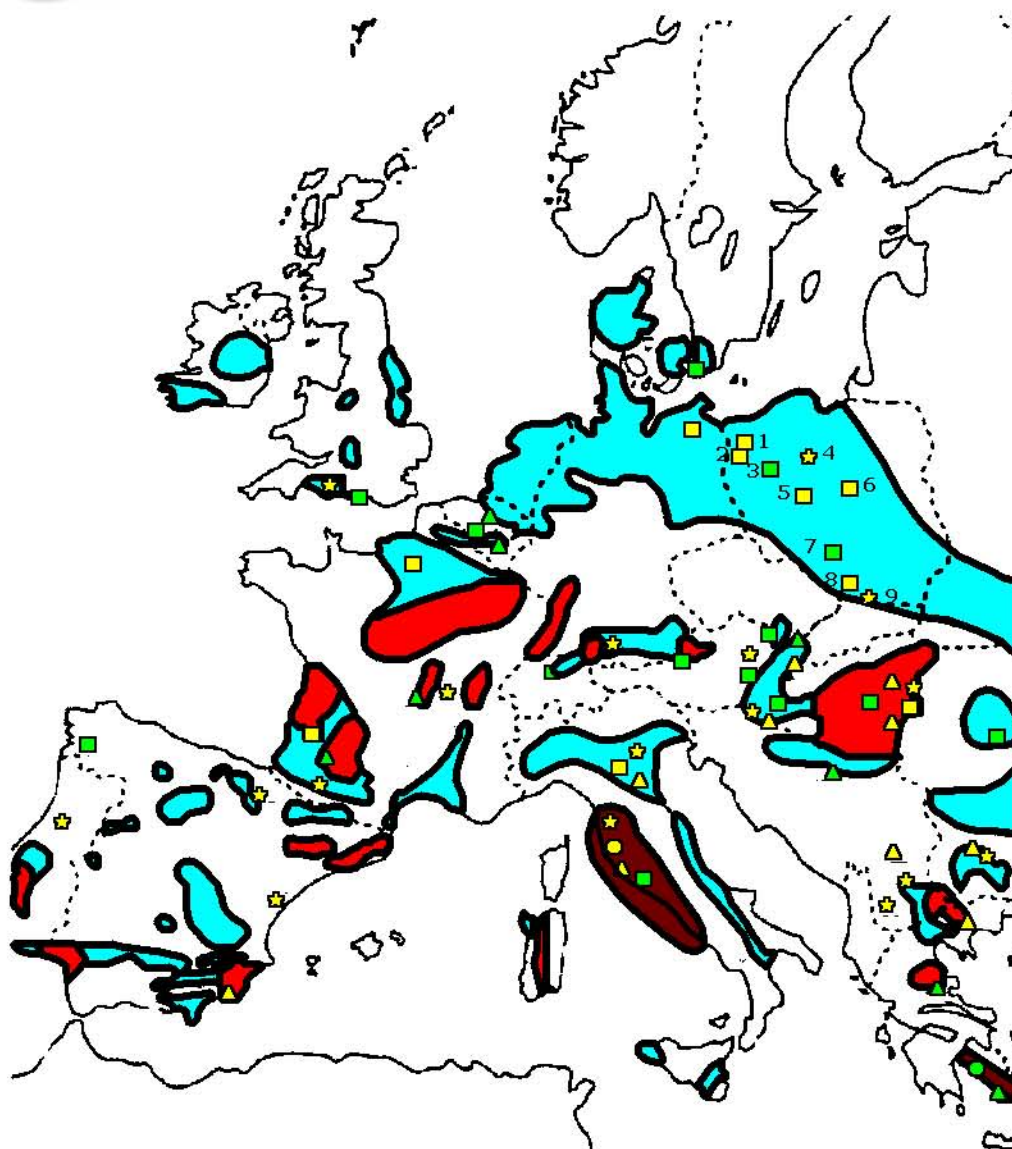


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE







ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Główne obszary geotermiczne i ich wykorzystanie

RYS. 17



LEGENDA:

-  główne baseny (nisko- i wysokotemperaturowe)
-  główne baseny (wysokotemperaturowe)
-  obszary bardzo wysokotemperaturowe i wulkaniczne
-  zespół zakładów / mniejsze projekty : ciepłownicze
-  zespół zakładów / mniejsze projekty : produkcja rolna
-  zespół zakładów / mniejsze projekty : elektrownie
-  uzdrowiska

1. Stargard Szczeciński, 2. Przyce, 3. Czarników, 4. Marusza k. Grudziądza, 5. Uniejów, 6. Mszczonów, 7. Słomniki, 8. Bańska-Białe Dunajec, 9. Zakopane

Źródło: J. Zimny, *Geoenergetyka w Europie i w Polsce*, *Nasz Dziennik* 230 (3247), 1 października 2008.



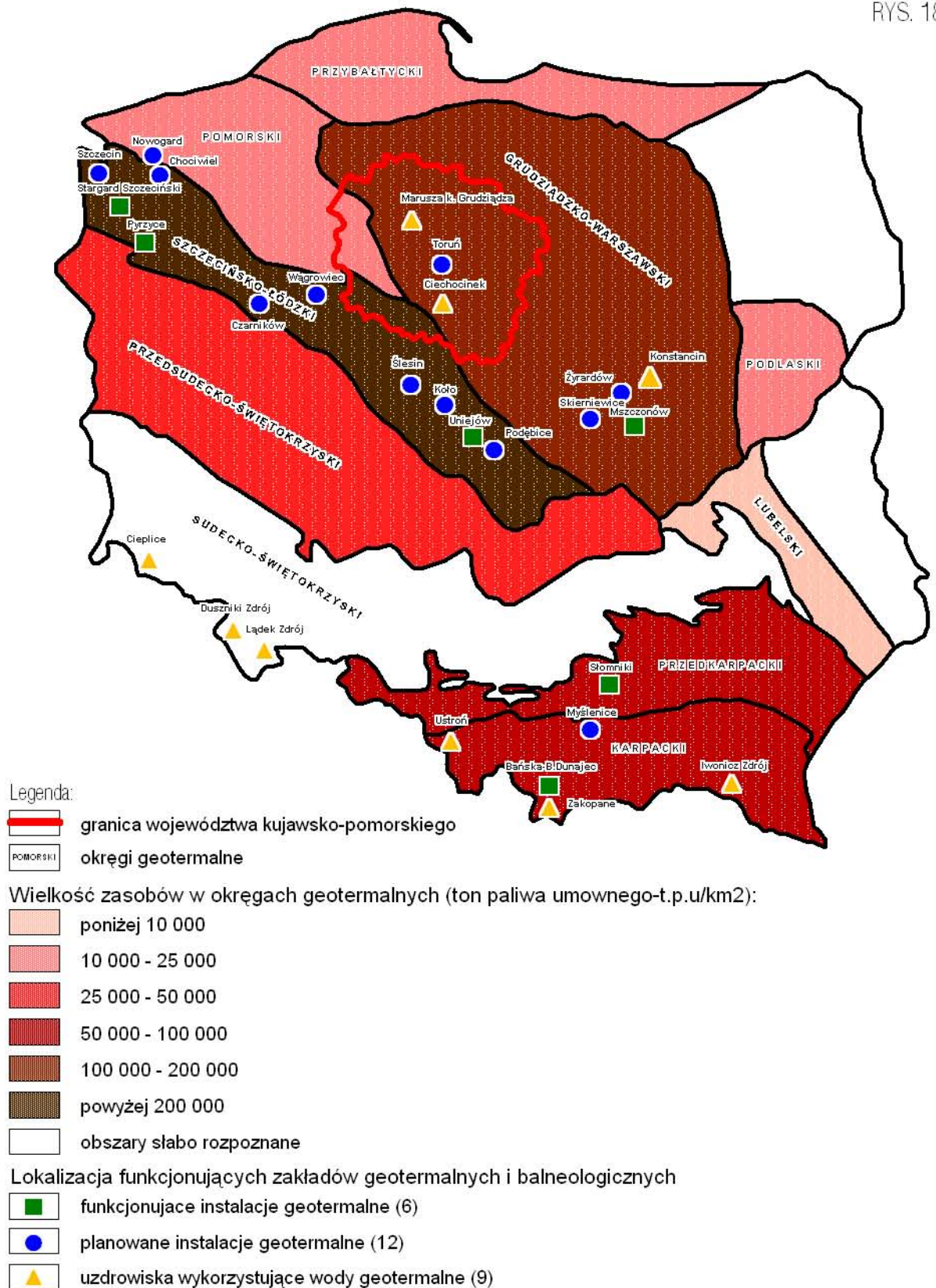


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Energia geotermalna: zakłady geotermalne i balneologiczne w Polsce
na tle jednostek geotermalnych

RYS. 18



Źródło: "Atlas zasobów geotermalnych na nizu polskim" Kraków 2006r., "Energia alternatywna w województwie kujawsko-pomorskim" Toruń 2006r.



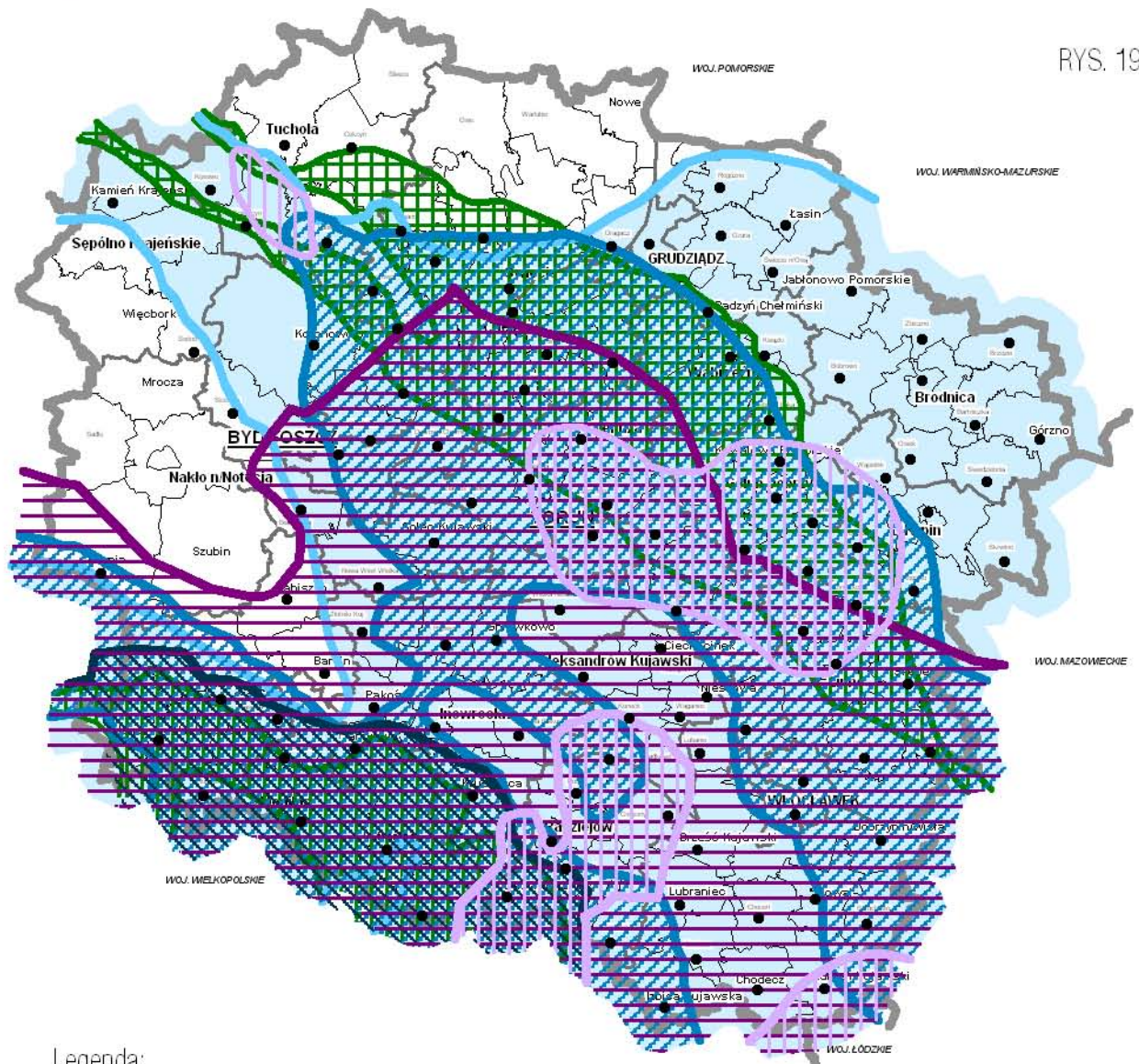


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Wody geotermalne

RYS. 19



Legenda:

● miejscowości o stwierdzonych zasobach dyspozycyjnych energii ze wskazaniem zbiornika geotermalnego

Zasoby dyspozycyjne utworów:

-  kredy dolnej
-  jury górnej (malm)
-  jury środkowej (dogger)
-  jury dolnej (lias)
-  triasu górnego
-  triasu dolnego

Źródło: "Wody geotermalne województwa kujawsko-pomorskiego, ze szczególnym uwzględnieniem dla potrzeb gospodarczych miasta Bydgoszczy, Torunia, Włocławka i Grudziądza" Towarzystwo Geosynoptyków GEOS, Kraków 2004.



W zależności od stopnia przetworzenia biomasy, wyodrębnić można następujące rodzaje surowców:

- surowce energetyczne pierwotne: drewno, słoma, rośliny energetyczne,
- surowce energetyczne wtórne: gnojowica, obornik, inne produkty dodatkowe i odpady organiczne, osady ściekowe,
- surowce energetyczne przetworzone: biogaz, bioetanol, biometanol, estry olejów roślinnych (biodiesel), biooleje, biobenzyna i wodór.

Potencjalne zasoby energetyczne biomasy można podzielić w zależności od kierunku pochodzenia na trzy grupy:

- biomasa pochodzenia leśnego,
- biomasa pochodzenia rolnego,
- odpady organiczne.

Biomasa stanowi materię wyjściową także do produkcji biopaliw płynnych (zwanych powszechnie „biopaliwami”).

Tabela 9 Wartość opałowa różnych paliw

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa [MJ/kg]
Słoma świeża	12,9-14,9
Słoma sucha	16,1-17,3
Słoma rzepaku	11,5
Nasiona rzepaku	21,9
Wytłoki rzepaku	17,5
Śruta poekstrakcyjna	14,9
Ziarno zbóż	15,0-15,5
Drewno suche	15,0
Brykiet	19,0-21,0
Pelety	22,0
Węgiel	22,7-27,5
Gaz ziemny zaazotowany	24,7
Olej opałowy	40,2-42,5

Źródło: Kieć J., 2008

Energię z biomasy można uzyskać w wyniku procesów spalania, gazyfikacji, pirolizy, fermentacji alkoholowej czy metanowej oraz wykorzystania olejów roślinnych w produkcji biokomponentów do paliw. Biomase można spalać bezpośrednio albo – ze względu na minimalną zawartość pyłu i siarki (do 1% i do 0,01%) – „uszlachetniać” nią węgiel, który z punktu widzenia ochrony środowiska ma znacznie gorsze parametry. W mieszaninie węgla z biomasą stężenie siarki ulega obniżeniu, podobnie jak i w spalinach. W efekcie, współspalanie węgla i biomasy, tzw. *co-firing*, jako nieobciążone kosztami desulfuryzacji spalin, jest tańsze. Zaoszczędzone w ten sposób środki można zainwestować w dalszy rozwój technologii upraw, pozyskiwania biomasy i energetycznego jej zagospodarowania.

Procesy uwalniające energię z biomasy, to:

- spalanie
- gazyfikacja
- piroliza
- kogeneracja (skojarzona gospodarka energetyczna lub CHP – *Combined Heat and Power*)
- kogeneracja oparta o system ORC – *Organic Rankine System*

W wyniku zastosowania metody redukcyjnej przyjętej na etapie wstępnego rozpoznania tematu oraz gromadzenia niezbędnych informacji, z niniejszego opracowania wyłączono zagadnienia dotyczące biopaliw ciekłych oraz gazowych. Szeroko rozumiany biogaz potraktowany został jako odrębny problem badawczy. Biopaliwa ciekłe całkowicie wyłączone zostały z opracowania ze względu na swoją specyfikę (paliwo pędne), która ogranicza stopień ich wykorzystania jako nośnika do produkcji energii elektrycznej lub ciepłej.

4.5.2. Uwarunkowania pozyskania i potencjał biomasy na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

W związku z przyjętą klasyfikacją biomasy stałej, jej podziału dokonano wyznaczając trzy grupy, które w dalszej części zostaną szerzej scharakteryzowane z uwzględnieniem następujących aspektów: uwarunkowań przyrodniczych, uwarunkowań techniczno-technologicznych, uwarunkowań prawno-finansowych, aspektów ekonomicznych (ocena opłacalności) oraz stanu rozwoju. Oceny potencjału biomasy na cele energetyczne dokonano w podziale na:

- biomasę pochodzącą z plantacji roślin energetycznych,
- biomasę pochodzącą z produkcji rolnej,
- biomasę pochodzenia drzewnego (z gospodarki leśnej i prac pielęgnacyjnych w terenach zieleni, sadów, itp.).

Analiza możliwości pozyskania energii pochodzącej z biomasy, jest zagadnieniem trudnym przede wszystkim ze względu na konieczność uwzględnienia licznych zmiennych. Należy zwrócić uwagę między innymi na:

- potencjalny konflikt pomiędzy rolniczym, a energetycznym wykorzystaniem przestrzeni rolniczej,
- potencjalny konflikt pomiędzy funkcjami przyrodniczymi lasów, a ich eksploatacją na cele energetyczne,
- określone wymogi techniczne i procesy technologiczne,
- złożone uwarunkowania finansowe.

Pomimo potencjalnych konfliktów pomiędzy energetycznym wykorzystaniem biomasy, a funkcją rolną lub leśną (ekologiczną), w obydwu przypadkach możliwe jest wykorzystanie powstałej biomasy na cele energetyczne, ale niezbędne jest zachowanie równowagi z podstawowym celem jej produkcji. Właśnie ten poziom równowagi – w praktyce niemożliwy do precyzyjnego określenia (ze względów ekonomicznych, przyrodniczych, politycznych, itd.) - wyznacza **teoretyczny potencjał** pozyskania biomasy z tych źródeł. Nie jest możliwe w dłuższym okresie pozyskiwanie biomasy na cele energetyczne pochodzącej z gospodarki leśnej lub z produkcji zbóż, w skali większej, niż pozwala na to zapotrzebowanie na żywność, cykl produkcyjny rolnictwa (zużycie na potrzeby własne, związane z innymi kierunkami produkcji rolnej), względy ekologiczne (zapobieganie nadmiernej

eksploatacji lasów), czy też zapotrzebowanie na drewno składane przez różnych odbiorców (głównie przemysł i budownictwo).

W przypadku plantacji roślin energetycznych szczególnie duże znaczenie ma **potencjał ekonomiczny**. **Potencjał teoretyczny** jest bowiem w praktyce warunkowany tylko występowaniem odpowiedniej jakości gleb, z dobrymi stosunkami wodnymi, w obszarach gdzie nie ma ograniczeń prawnych dla tego typu upraw. Warunek ten spełnia znaczna część województwa, zwłaszcza w jego południowej części. Jest możliwe dosyć precyzyjne wyznaczenie obszarów wykazujących teoretyczne możliwości rozwoju tego typu upraw. Potencjał ekonomiczny wiąże się z efektywnością produkcji. Niezbędne jest, by w okresie wieloletnim plantacje roślin energetycznych nie tylko były opłacalne, ale by przynosiły porównywalne lub większe dochody, niż uprawa w danych warunkach innych rodzajów płodów rolnych. Mniejsze, ale również istotne, jest znaczenie **potencjału technicznego**. Zbiór roślin energetycznych oraz ich przystosowanie do dalszego wykorzystania, wymaga specyficznych maszyn, urządzeń, technologii.

Potencjał techniczny i ekonomiczny ma duże znaczenie w przypadku biomasy pochodzącej z prac pielęgnacyjnych prowadzących w lasach, terenach zieleni miejskiej, sadach, itp. Podstawowym problemem – zarówno dla odbiorców zajmujących się bezpośrednim spalaniem biomasy, jak też jej obróbką (przygotowaniem do wykorzystania) - jest tu zapewnienie ciągłości dostaw surowca. Prace tego typu często wykonywane są okazjonalnie lub ze zbyt małą częstotliwością, by planować funkcjonowanie w oparciu o tego typu surowiec. Bardzo często w odległości, która zapewniałaby racjonalne pod względem ekonomicznym możliwości pozyskania surowca, jego dostępność jest zbyt mała.

Z powyższych względów, w niniejszym materiale skupiono się przede wszystkim na wskazaniu najważniejszych uwarunkowań pozyskania biomasy na cele energetyczne, ze zwróceniem uwagi na zagadnienia ograniczające możliwości jej pozyskania lub efektywnego wykorzystania.

4.5.3. Biomasa pozyskiwana z roślin energetycznych

Zakłada się, że w bliskiej przyszłości biomasa pochodząca z plantacji energetycznych stanowić będzie najważniejsze źródło jej pozyskania. 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 na gruntach rolniczych. Ze względu na ograniczone możliwości wykorzystania drewna opałowego z lasów, drewna odpadowego z przemysłu drzewnego czy słomy z produkcji rolnej, dla osiągnięcia zamieszczonej wyżej wskaźników konieczne będzie wykorzystanie biomasy z plantacji roślin energetycznych. Biorąc pod uwagę warunki klimatyczno – glebowe w kujawsko-pomorskim istnieje możliwość uprawy wielu różnych gatunków roślin energetycznych, w tym najbardziej popularnych i najlepiej znanych:

- wierzba wiciowa (*salix viminalis*),
- ślaziolec pensylwański, zwany malwą pensylwańską (*sida hermaphrodita*),
- trawa energetyczna w postaci miskanta olbrzymiego (*miscanthus sinensis gigantea*),
- trawa energetyczna w postaci miskanta cukrowego (*miscanthus sacchariflorus*),
- słonecznik bulwiasty, powszechnie zwany topinamburem (*helianthus tuberosus*),
- inne: topola, proso, konopie indyjskie, etc.

Odmianami roślin energetycznych, które są predestynowane do uprawy na obszarze kujawsko – pomorskiego ze względu na uwarunkowania przyrodnicze są przede wszystkim odmiany wierzby, miskanta oraz ślazorca. Na terenie województwa od wielu lat wykazywana jest wyłącznie uprawa wierzby energetycznej, niemniej jednak technologia uprawy oraz przetwórstwa miskanta i ślazorca jest znana (obydwa gatunki są z powodzeniem uprawiane np. w pomorskim). Natomiast wykorzystanie topoli w celach energetycznych jest przedmiotem badań mających na celu zarówno wyodrębnienie optymalnych dla polskich warunków odmian jak też poznanie aspektów ekonomicznych według wskaźników oceniających wielkość rocznych przyrostów, wielkości zbiorów, technologię zbiorów, itp.

Wymienione wyżej gatunki, w szczególności wierzba energetyczna wymaga stosunkowo dobrej jakości gleb. Optymalne warunki dla zakładania plantacji wierzbowych istnieją na glebach należących do III-IV klasy bonitacyjnej (ze względu na skład mechaniczny są to gleby mineralne, gliniaste, piaszczysto-gliniaste, gliniasto-piaszczyste oraz ilasto-gliniaste). Gleby piaszczyste V i VI klasy mogą być przeznaczone pod uprawę wierzby pod warunkiem, że poziom wód gruntowych nie znajduje się poniżej 1,5 m oraz zostanie zapewnione dodatkowe nawadnianie i nawożenie. Wielkość plonowania zależy bezpośrednio od zasobności i potencjału produkcyjnego gleby, a zwłaszcza od jej uwilgotnienia. Plantacje powinny być lokalizowane w rejonach, gdzie gleby od marca do końca października są dostatecznie wilgotne. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że największe przyrosty biomasy w przypadku wierzby występują od połowy czerwca do końca sierpnia. Susza w tym okresie może spowodować spadek plonowania nawet o 50% (znaczące zredukowanie wysokości i masy rośliny). W celu poprawienia pojemności sorpcyjnej gleby stosuje się zabiegi agrotechniczne z użyciem osadów ściekowych (Majtkowski W., 2007, 2008). Uwzględniając powyższe uwarunkowania klimatyczno – wodno – glebowe, województwo kujawsko – pomorskie nie wykazuje istotnych przeszkód natury przyrodniczej. Badania prowadzone od wielu lat przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bydgoszczy, a także funkcjonujące plantacje eksperymentalne oraz indywidualne, dowodzą, że rośliny energetyczne są odporne nawet na bardzo zmienne warunki klimatyczne (mroźne zimy, gorące lata), a uzyskiwane plony mogą być satysfakcjonujące.

Plantacje roślin energetycznych mają charakter wieloletni. W Polsce najstarsze wykorzystywane plantacje liczą ponad 10 lat, ale doświadczenia innych krajów wskazują na 20-30 letnie okresy ich efektywnej eksploatacji, w przypadku wierzby i co najmniej 15 letnie w przypadku miskanta. Niezwykle ważną cechą plantacji roślin energetycznych jest to, że w przeciwieństwie do innych upraw monokulturowych, nie wyjaławiają gleby. Po zakończeniu funkcjonowania plantacji możliwa jest jej likwidacja i natychmiastowe wprowadzenie innych upraw. W przypadku wierzby największe zagrożenia i ryzyko związane z założeniem i eksploatacją plantacji stanowią:

- konkurencja chwastów, szczególnie na plantacjach założonych na gruntach odłogowanych,
- wyschnięcie sztobrów, zwłaszcza w wiosennych terminach zakładania plantacji,
- możliwość zniszczenia plantacji położonych w pobliżu lasu przez zwierzynę leśną,
- wrażliwość roślin na opóźnione wiosenne przymrozki (poniżej -2°C) i preparaty chwastobójcze,
- podatność wierzby na wystąpienie szkodników i patogenów grzybowych.

Wierzba energetyczna w zależności od wybranej technologii uprawy i przetwórstwa, może być zbierana w cyklach 1 rocznych (w praktyce rzadko stosowany), 2 lub 3 letnich. Płonowanie oraz najważniejsze parametry drewna z plantacji przedstawia zamieszczona poniżej tabela.

Tabela 10 Płon suchej masy drewna wierzb krzewiastych, jego wartość kaloryczna oraz zawartość popiołu

Termin zbioru pędów	Płon suchej masy (1/ha/rok)	Wartość kaloryczna drewna (MJ/kg s.m.)	Zawartość popiołu (%)
co rok	14,81	18,56	1,89
co dwa lata	16,07	19,25	1,37
co trzy lata	21,47	19,56	1,28
Średnio	17,45	19,12	1,51

Źródło: Szczukowski, Tworkowski, Stolarski, 2003

Wybór technologii zbioru w przypadku wierzby energetycznej, a w przyszłości prawdopodobnie także topoli, jest bardzo istotny już na etapie zakładania plantacji i w praktyce nie jest możliwe dokonywanie jej zmiany bez kosztownej przebudowy plantacji od podstaw. W przypadku założenia, że zbiór będzie się dokonywał maszynowo, podstawową kwestią jest zachowanie odpowiedniej organizacji uprawy, o czym napisano wyżej. W tym miejscu należy zaznaczyć, iż przy zastosowaniu zbioru maszynowego, liczba roślin uprawianych na danej powierzchni jest znacząco (od 1,5 do ponad 2-krotnie) niższa niż w przypadku zbioru o charakterze ręcznym. Tym samym ilość potencjalnie uzyskanej biomasy jest więc znacznie większa (zbiór ręczny), jednak w przypadku zbioru mechanicznego zazwyczaj zachowuje się dłuższy cykl uprawy, co rekompensuje niższą częstotliwość zbioru. Są to aspekty, które w bardzo silnym stopniu wpływają na ekonomiczny bilans prowadzenia plantacji. Biorąc pod uwagę częstotliwość zbiorów, dłuższy czas między pozyskaniem surowca skutkuje wprawdzie osiągnięciem większego plonu suchej masy, jednak na wybór określonej technologii wpływają także czynniki ekonomiczne (dochodowość jest funkcją zarówno wielkości zbiorów, jak i częstotliwości ich dokonywania) oraz techniczne (możliwość dokonywania zbiorów -przy plantacjach prowadzonych przez dłuższy czas nie ma w praktyce możliwości dokonywania zbiorów ręcznych). W porównaniu do wierzby energetycznej, plantacja miskanta wydaje się bardziej atrakcyjna z przyczyn ekonomicznych ponieważ dostarcza relatywnie bardzo dużą ilość biomasy o małej wilgotności, a ponadto zbiór dokonywany jest corocznie. Jednak biorąc pod uwagę wysokie koszty założenia plantacji miskanta oraz krótszy okres eksploatacji samej uprawy, przewaga opłacalności w stosunku do wierzby zdaje się mieć charakter dyskusyjny.

Wśród aspektów technologicznych prowadzenia plantacji wierzby energetycznej, oprócz kwestii technik zbioru, ważne jest także przechowywanie i przetwórstwo zebranych roślin. Przechowywanie całych pędów może odbywać się w miejscu ich wytworzenia, bezpośrednio u rolnika lub grup producentów. Sezonowanie całych pędów wpływa korzystnie na obniżenie ich wilgotności, szczególnie jeśli istnieje sposobność zabezpieczenia sterty przed bezpośrednim działaniem opadów atmosferycznych. Według badań przeprowadzonych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim wilgotność pędów wierzby w ciągu nieco ponad 4 miesięcy odpowiedniego składowania obniżyła się bardzo wyraźnie (z 53% do 16%). Uzyskanie niskiej wilgotności pędów, umożliwia ich przechowywanie przez okres 2 lat

bez obniżania jakości drewna, a także podnosi wartość w obrocie. Bezpośrednio przed dostarczeniem surowca do odbiorcy korzystnym zabiegiem jest jego pocięcie na zrębki. Większe problemy stwarza magazynowanie świeżych zrębków, które uzyskuje się przy zbiorze kombajnowym. Optymalnym rozwiązaniem byłaby bezpośrednia dostawa z pola np. do ciepłowni, w praktyce jednak sprawny odbiór jest utrudniony a biomasa składowana jest w przyzmię bezpośrednio na polu. Istotne jest, aby składowisko zlokalizowane było w pobliżu dróg przejezdnych. Czas składowania zrębków na przyzmię powinien być możliwie krótki. W celu obniżenia wilgotności i ograniczenia procesów biologicznych (wydzielanie ciepła i wzrost temperatury może doprowadzić do samozapłonu) korzystne jest składowanie świeżych zrębków w zadaszonym, przewiewnym pomieszczeniu. Przeprowadzone badania wskazują, iż przechowywanie zrębków pod zadaszaniem przez okres 4 do 6 miesięcy powoduje spadek wilgotności z 45% do około 25-30%. Wilgotność surowca decyduje o jego wartości energetycznej. Ciepło spalania biomasy wierzby energetycznej wynosi ok. 19 MJ/kg s.m. Dosuszanie zebranej biomasy leży w interesie plantatora gdyż odbiorca płaci w rzeczywistości za dostarczoną energię. Zależność między procentowym udziałem wilgotności w stosunku do wartości opałowej liczonej w MJ/kg przedstawia poniższa tabela.

Tabela 11 Wartość energetyczna zrębków wierzby w zależności od wilgotności

Zrębki	Wilgotność [%]		
	0	15	45
Wartość opałowa	19,4	16 – 17,1	9,7 – 11,7

Źródło: Majtkowski W., 2007

Przechowywanie sprasowanej biomasy miskaanta o wilgotności około 20% nie stwarza problemów, z jakimi mamy do czynienia w przypadku magazynowania zrębków wierzbowych. Wartość opałowa tego paliwa waha się od 14 do 17 MJ/kg.

W przypadku niektórych roślin energetycznych istnieją istotne ograniczenia natury prawnej dotyczące prowadzenia upraw. W odniesieniu do charakteryzowanych gatunków ważne są także ograniczenia środowiskowe i przestrzenne, które zamieszczono poniżej (tabela 12)

Tabela 12 Kluczowe ograniczenia środowiskowe i przestrzenne dla upraw roślin energetycznych

Kategorie wykluczeń i ograniczeń			Inne skutki (w tym środowiskowe) wykorzystania zasobów energii odnawialnej
Obszarowa ochrona przyrody i środowiska	Ochrona gatunkowa	Konkurencja o przestrzeń	
<ul style="list-style-type: none"> - Obszary cenne przyrodniczo: • parki narodowe, • parki krajobrazowe, • rezerwy przyrody, • obszary Natura 2000, - Chronione siedliska przyrodnicze (nawet poza siedliskami chronionymi), - Korytarze ekologiczne, - Obszary o deficycie 	<ul style="list-style-type: none"> - Agrocenozy z siedliskami cennymi (chronionych) gatunków nieleśnych (roślin i zwierząt) – także poza obszarami chronionymi, - Gatunki inwazyjne, - Zasady koegzystencji dla roślin zmodyfikowanych genetycznie 	<ul style="list-style-type: none"> - Obszary planowane do zalesień, - Obszary potrzebne do produkcji rolniczej (na cele żywnościowe i inne przemysłowe), - Obszary potrzebne do „gospodarki rolnej konserwującej krajobraz i walory przyrodnicze” 	<p>Przekształcenia krajobrazu (struktury upraw i tworzenie wielkoobszarowych monokultur pozbawionych walorów przyrodniczych związanych z mozaikami agrocenoz) mogą zmniejszyć jego atrakcyjność turystyczną</p>

Kategorie wykluczeń i ograniczeń			Inne skutki (w tym środowiskowe) wykorzystania zasobów energii odnawialnej
Obszarowa ochrona przyrody i środowiska	Ochrona gatunkowa	Konkurencja o przestrzeń	
wody dla rolnictwa, - Obszary objęte dyrektywą azotanową			

Źródło: Instytut Energetyki Odnawialnej – „Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce”

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 znaczną część przestrzeni województwa z możliwości upraw miskanta i ślazuca jest zakaz wprowadzania gatunków obcych na obszary prawnie chronione, które zajmują ponad 30% powierzchni kujawsko-pomorskiego.

Udzielanie pomocy do uprawy roślin energetycznych na poziomie unijnym regulują: Rozporządzenie Rady WE 1782/2003 z dnia 29 września 2003 r. z późn. zm. oraz Rozporządzenie Komisji 1973/2004 z dnia 29 października 2004 r. W Polskim prawodawstwie zasadnicze znaczenie odnośnie zasad przyznawania pomocy do trwałych plantacji energetycznych, ma przede wszystkim Ustawa z dnia 26 stycznia 2007 r. o płatnościach do gruntów rolnych i płatności cukrowej oraz Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 i 24 kwietnia 2008 r. w sprawach:

- roślin objętych pomocą do plantacji trwałych oraz zryczałtowanych kosztów związanych z założeniem tych plantacji,
- szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy oraz szczegółowych wymagań, jakie powinny spełniać te plantacje,
- zwrotu pomocy do plantacji trwałych,
- wysokości pomocy do plantacji trwałych w 2008 r.

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi objął wsparciem bezpośrednim 4 rodzaje roślin: wierzbę, topolę, miskanta i ślazuca pensylwańskiego. Zgodnie z przyjętym krajowym prawodawstwem rolnikowi może być przyznana pomoc w formie zwrotu części zryczałtowanych kosztów poniesionych na założenie wieloletnich plantacji roślin energetycznych. Wysokość pomocy do 1 ha założonej plantacji na rok 2008 podano w zamieszczonej poniżej tabeli.

Tabela 13 Wysokość pomocy do 1 ha założonej plantacji w zależności od rodzaju rośliny

Roślina	Zryczałtowany koszt założenia 1 ha plantacji	Wysokość pomocy w % zryczałtowanych kosztów	Kwota pomocy w PLN
Wierzba	8 600	50	4 300
Topola	8 400	30	2 520
Miskant	18 000	40	7 200
Ślazuca pensylwański	10 200	40	4 080

Źródło: Ochmańska M., 2008.

W rozporządzeniu zostały określone szczególne warunki i wymagania, które należy spełnić przy ubieganiu się o pomoc do upraw energetycznych.

I tak, pomoc może być przyznana do plantacji, która:

- została założona na powierzchni minimum 1 ha i nie większej niż 100 ha w danym roku,
- została założona zgodnie z zasadami agrotechniki,
- została założona w odległości 1,5 m od granicy sąsiedniej działki, na której jest założona taka plantacja lub jest grunt leśny,
- została założona w odległości 3 m, gdy sąsiednia działka jest użytkowana jako grunt rolny,
- jest objęta wnioskiem o przyznanie płatności do upraw roślin energetycznych za rok, w którym plantacja została założona, lub za rok następujący po roku założenia plantacji

Ponadto, aby otrzymać pomoc, plantacja taka nie może być założona:

- na trwałych użytkach zielonych,
- na gruntach objętych ochroną przyrody (jeśli plan ochrony tych obszarów nie dopuszcza zakładania takich plantacji),
- zmeliorowanych, w przypadku topoli i wierzby.

Otrzymując pomoc, rolnik zobowiązany jest utrzymać plantację przez co najmniej 5 kolejnych lat, licząc od dnia złożenia wniosku o przyznanie pomocy oraz przeznaczyć w wyżej wymienionym okresie na cele energetyczne wszystkie zebrane z plantacji. Poza tym rolnik ma prawo do uzyskania płatności do upraw energetycznych. W 2008 roku stawka płatności wyniosła 45euro/ha, przy czym płatności do upraw roślin energetycznych, przyznawane są rolnikowi, jeżeli spełni określone warunki, z których najważniejszy dotyczy zawarcia umowy na dostawę surowców energetycznych z zatwierdzonymi podmiotami skupującymi lub pierwszymi jednostkami przetwórczymi i ilość dostarczonych roślin energetycznych odpowiada co najmniej plonowi reprezentatywnemu, przedstawionemu w poniższej tabeli.

Tabela 14 Plony reprezentatywne wybranych gatunków roślin energetycznych bez zróżnicowania na podział administracyjny kraju

Gatunek rośliny energetycznej	Plon reprezentatywny w decytonach/hektar
Wierzba	80 dt s.m./ha
Topoła	100 dt s.m./ha
Miskant olbrzymi	200 dt s.m./ha
Ślazier pensylwański	150 dt s.m./ha

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z ARiMR.

Najistotniejszym elementem każdej inwestycji jest bilans zysków i start. W przypadku założenia i prowadzenia uprawy wierzby energetycznej (*salix viminalis*) kalkulacja kosztów produkcji surowca w cyklu produkcyjnym plantacji przeprowadzona została przez pracowników Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego w Bydgoszczy. Symulacji kosztów dokonano w oparciu o dwa scenariusze (szczegóły w tabeli 15).

Tabela 15 Symulacja ekonomiczna dla plantacji wierzby energetycznej

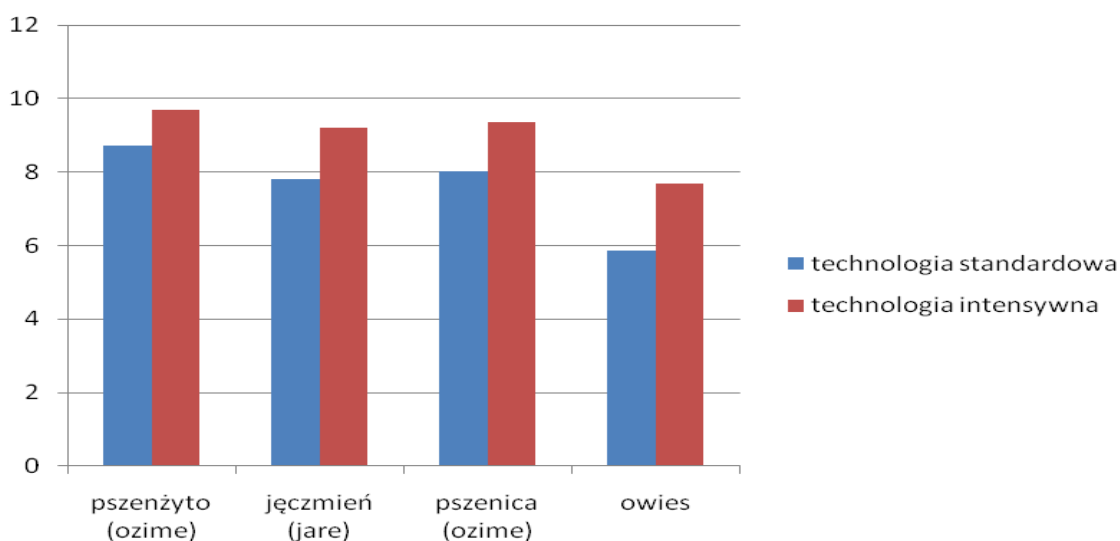
Koszt założenie 1 ha uprawy wierzby (<i>salix viminalis</i>) na glebie odłogowanej – zakup sadzonek.	Koszt założenie 1 ha uprawy wierzby (<i>salix viminalis</i>) na glebie odłogowanej – sadzonki pozyskane z własnej rozsady.
Razem koszty poniesione na przygotowanie gleby do sadzenia wierzby – ok. 1700 zł	
Koszt zakupu sadzonek (30 tys. szt. x 0,15 zł) = 4500 zł	Koszt przygotowania sadzonek z własnej plantacji (30 tys. szt. x 0,05 zł) = 1500 zł
Sadzenie ręczne – 420 zł	
Nawożenie – 40 zł	
Ochrona mechaniczna – 100 zł	
Ochrona przed szkodnikami – 100 zł	
Koszt założenia 1 ha plantacji wierzby energetycznej – ok. 6900 zł	Koszt założenia 1 ha plantacji wierzby energetycznej – ok. 3900 zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Harasimowicz-Hermann G., Hermann J., 2007

4.5.4. Biomasa pochodzenia rolniczego

Biomasę pochodzenia rolniczego dzieli się na dwie grupy, które mają potencjalnie istotne znaczenie dla energetycznego wykorzystania. Są to: ziarno zbóż, w szczególności owies oraz słoma.

Wśród wielu gatunków zbóż, których ziarna z powodzeniem mogą być wykorzystywane do uzyskania energii cieplnej najpopularniejszy jest owies. Choć wskaźnik efektywności energetycznej tego surowca jest niższy w stosunku do innych zbóż (ryc.1) to jego właściwości fizyczne czy fitosanitarne predestynują owies jako ziarno najlepsze do spalania a więc produkcji „czystej energii”.



Rys. 20 Wskaźnik efektywności energetycznej wybranych gatunków zbóż

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Owies jest zbożem jarym, o krótkim okresie wegetacji. Nie jest rośliną wrażliwą na niskie temperatury i kiełkuje w temperaturze z zakresu od 2 do 30°C. Owies ma dość małe wymagania glebowe ze względu na silny system korzeniowy, co uodparnia go na suszę i umożliwia pobieranie trudniej dostępnych składników pokarmowych. Może być uprawiany na prawie wszystkich glebach, które są zasobne w wodę (z wyłączeniem podmokłych). Ze względów ekonomicznych uprawiany jest na glebach słabszych, czyli na glebach kompleksów żytniego dobrego (klasa IVa i IVb) i słabego (klasa IVb i V), zbożowo-pastewnego mocnego (IIIb-IVa) i słabego (IVa-V). Owies posiada znakomite właściwości fitosanitarne (jest dobrym przedpołem dla innych roślin). Kolejną pozytywną cechą związaną jest z możliwością uprawy charakteryzowanej rośliny na terenach skażonych co powoduje oczyszczanie gleby z zalegających w niej metali ciężkich. W związku z długą tradycją uprawy owsa na terenie Polski, nie występują trudności pojawiające się nieraz w przypadku uprawy nowych gatunków roślin energetycznych. Rolnicy posiadają odpowiedni park maszynowy, wiedzę agrotechniczną oraz doświadczenie.

Owies, spośród wszystkich zbóż, wykazuje najlepsze cechy do spalania. W szczególności odznacza się bardzo dobrymi właściwościami (parametrami) fizycznymi, chemicznymi i energetycznymi, do których zaliczyć należy:

- stabilną wartość energetyczną kształtującą się na poziomie 18.5 MJ/kg,
- kaloryczność wynoszącą ok. 4MWh/t,
- niską wilgotnością oscylującą w granicach od 10 do 13%,
- niską zawartością popiołu na poziomie ok. 0,6%,
- mniejszą toksyczność emitowanych związków w procesie spalania w porównaniu do innych surowców energetycznych.

Powierzchnia upraw owsa w Polsce wynosi blisko 582,6 tys. ha. Dla porównania w kujawsko-pomorskim, zaledwie 13,1 tys. ha. W województwie plon owsa z 1 ha kształtuje się na poziomie 2,8 t/ha i jest nieznacznie wyższy od średniej, która dla kraju wynosi 2,5 t/ha i stanowi zaledwie ok. 40% potencjału (najwyższe plony osiągnane są w Irlandii: 6 t/ha, Holandii: 5,8 t/ha i Anglii: 5,5 t/ha).

Według Małej Encyklopedii Rolniczej, słoma to: „dojrzałe lub wysuszone źdźbła roślin zbożowych; określenia tego używa się również w stosunku do wysuszonych roślin strączkowych, lnu, rzepaku”. Do celów grzewczych może być wykorzystywany każdy rodzaj słomy: zbożowa, rzepakowa, z roślin motylkowatych, zielarskich, traw, włóknistych (len, konopie) i nowych gatunków zalecanych na wieloletnie plantacje energetyczne. Skład chemiczny słomy wybranych roślin uprawnych przedstawia zamieszczona poniżej tabela.

Tabela 16 Skład chemiczny słomy pszennej, jęczmiennej i kukurydzianej

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.

Podstawowe właściwości fizyczne słomy, a więc wysoka zawartość suchej masy na poziomie 85% oraz zdolności sorpcyjne wody i gazów były przez wiele lat decydującymi czynnikami, które określały kierunki wykorzystania charakteryzowanego surowca w gospodarstwach rolnych jako ściółki, paszy dla inwentarza oraz nawozu uzyskiwanego w procesie przyorywania bądź palenia. W ostatnim czasie rolnicze wykorzystanie słomy w Polsce spada, głównie ze względu na tendencję obniżania się pogłowia zwierząt hodowlanych. Rosną więc jej nadwyżki, na co wpływ ma również duży udział roślin zbożowych w ogólnej strukturze zasiewów. Taki stan rzeczy wymusza poszukiwanie alternatywnych metod zagospodarowania słomy. Jedną z możliwości jest jej wykorzystanie do celów energetycznych. Słoma wykorzystywana do celów energetycznych musi spełniać określone wymagania technologiczne. Najczęściej oceny jakości dokonuje się na podstawie: wartości opałowej oraz wilgotności. Najważniejszymi parametrami termofizycznymi paliw są: wartość opałowa oraz ciepło spalania, nazywane też czasami dolną wartością opałową. Parametry te zależą przede wszystkim od składu chemicznego i wilgotności materiału. Ciepło spalania jest to ilość ciepła, uzyskana podczas spalania jednostki masy paliwa stałego w atmosferze tlenu, natomiast wartość opałowa jest to ciepło spalania pomniejszone o ciepło parowania wody, uzyskanej z paliwa w procesie spalania oraz wilgoci higroskopijnej. Wartość opałowa słomy suchej jest porównywalna z wartością energetyczną drewna i zawiera się w wąskim przedziale od 15 do 18 MJ/kg. W dużej mierze uzależniona jest od gatunku rośliny, z jakiej pochodzi, a także od właściwości fizycznych, takich jak: zawartość wody i gęstość.

Tabela 17 Porównanie parametrów słomy szarej i żółtej bez podziału gatunkowego zbóż

Rodzaj słomy	Wilgotność (%)	Ciepło spalania (MJ/kg s.m.)	Popiół (% s.m.)	Siarka (% wag.)	Chlor (% wag.)
Słoma żółta	15,0	18,2	4,0	0,16	0,75
Słoma szara	15,0	18,7	3,0	0,13	0,20

Źródło: Purta J.

Lepsze efekty energetyczne daje użycie słomy suchej (szarej, sezonowanej), która w porównaniu ze słomą świeżą (żółtą) zawiera mniejsze ilości siarki i chloru (tab. 17). Spalanie surowca o większej wilgotności powoduje pogorszenie sprawności kotłów z jednoczesnym podwyższeniem emisji spalin, w których wzrasta zawartość szkodliwych dla zdrowia substancji, takich jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczna (WWA), chlorowodór oraz dioksyne.

Tabela 18 Wartość opałowa słomy

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 – 13,0
Kukurydziana	16,8	30 – 70	3,3 – 7,2

Źródło: Dwutygodnik „Agro Serwis nr 6/2009” s. 50

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 zamieszczona poniżej tabela.

Tabela 19 Stosunek masy ziarno/słoma wybranych gatunków zbóż

Rodzaj zboża	ziarno/słoma
Pszenica	1: 1,3
Żyto	1: 1,6
Jęczmień	1: 1,2
Owies	1: 1,3
Kukurydza	1: 1,0

Źródło: Dwutygodnik „Agro Serwis nr 6/2009” s. 50

Wykorzystanie słomy do celów energetycznych wymaga szczegółowych analiz. Jednym z ważnych elementów jest temperatura topnienia popiołu. I tak ze względu na niską wartość tego parametru słoma owsiana nie jest zalecana jako paliwo. W wielu opracowaniach zwraca się uwagę na konieczność stosowania tzw. dobrej praktyki rolniczej, która wymusza pozostawienie na polu części słomy jako nawozu organicznego w celu zachowania odpowiedniego poziomu próchnicy w glebie. W porównaniu z innymi, powszechnie stosowanymi nośnikami energii, słoma w postaci nieprzetworzonej jest dość uciążliwym materiałem energetycznym. Jest to spowodowane przede wszystkim dużą niejednorodnością surowca oraz zróżnicowaną wartością energetyczną (szczególnie odniesioną w stosunku do jednostki objętości).

Jeden metr sześcienny sprasowanej słomy o wilgotności do 20% waży w zależności od formy i stopnia zagęszczenia balotu od 100 do 150 kg/m³. W praktyce dla słomy suchej (szarej), wskaźnik ten oscyluje na poziomie od 100 do 120 kg/m³. Biorąc pod uwagę gabaryty w ten sposób przetworzonej słomy, podczas transportu bezpośrednio z pola do kłowni ładowność rzeczywista pojazdu praktycznie nigdy nie jest wykorzystana w pełni, co w istocie generuje dodatkowe koszty (Chochowski A., Krawiec F., 2008). Z technologicznego, ale również ekonomicznego punktu widzenia wskazane jest bezpośrednie przetworzenie słomy zbożowej na brykiety lub granulaty opałowy tzw. pellety. Powstają one w procesie ciśnieniowej aglomeracji (granulowania, brykietowania), w którym sypki materiał w wyniku działania sił zewnętrznych (naciski zagęszczające) i wewnętrznych (siły i wiązania międzycząsteczkowe) przybiera trwałą postać o określonych wymiarach geometrycznych. Celem przetwarzania biomasy jest zwiększenie jej koncentracji w jednostce objętości a więc zwiększenie gęstości nasypowej mierzonej w m³. Poza tym takie działanie pozwala na przewożenie materiału na większe odległości (ze względu na większą koncentrację biomasy opłacalność transportu wzrasta średnio do około 200-300 km). Podstawowe korzyści z przetworzenia biomasy to:

- obniżenie wilgotności a tym samym, podwyższenie koncentracji energii,
- kilkukrotne pomniejszenie kubatury pomieszczeń magazynowych,
- standaryzacja paliwa umożliwiająca zautomatyzowanie procesu spalania,
- możliwość spalania we wszystkich rodzajach pieców rusztowych,
- niższe koszty transportu przetworzonego 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 opałowa, przy wilgotności 5-10% wynosi od 15 do 17 MJ/kg.

Pellety (granulat opałowy) – 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 około 16-18 MJ/kg, przekraczającej 70% wartości kalorycznej najlepszych gatunków węgla, pellet jest najwygodniejszym rodzajem paliwa do programu współpalania (*co-firing*) w tradycyjnych zakładach ciepłowniczych. Pozostałe zalety pelletu stanowią: niewielka zawartość popiołu (poniżej 0,5%) i niska wilgotność (poniżej 8%), która czyni z granulatu materiał opałowy całkowicie odporny na procesy gnilne (Majtkowski W., 2007).

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 ze stale malejącym zapotrzebowaniem słomy na ściólkę i paszę oraz na dużą zmienność produkcji, nadwyżki tego surowca wyniosły w 2001 roku 11,6 mln ton, co w przeliczeniu na węgiel kamienny stanowi wielkość oscylującą w granicach 7 mln ton. Dane te uwzględniają słomę pozostawioną w glebie poprzez przyoranie. Wielkość tych nadwyżek jest bardzo zróżnicowana regionalnie, gdyż zależy od struktury użytkowania gruntów, struktury zasiewów, wielkości gospodarstw oraz obsady i sposobu chowu zwierząt gospodarskich. Charakterystyczną cechą rynku biomasy pochodzenia rolniczego w Polsce jest jej zróżnicowana dystrybucja przestrzenna. Średnie wielkości nadwyżek słomy w latach 1999-2001 w układzie wojewódzkim przedstawia zamieszczona poniżej tabela.

Tabela 20 Średni bilans słomy w latach 1999-2001 dla 16 województw

Województwo	Produkcja słomy	Nadwyżka słomy dla celów energetycznych
Dolnośląskie	2 045,3	331,4
Kujawsko-pomorskie	2 301,3	1 096,8
Lubelskie	2 601,0	748,2
Lubuskie	662,7	149,8
Łódzkie	1 643	381,6
Małopolskie	841,7	-74,2
Mazowieckie	2 851,3	607,2
Opolskie	1 388,7	553,0
Podkarpackie	842,0	95,6
Podlaskie	1 316,7	-126,6
Pomorskie	1 458,0	705,1
Śląskie	737,0	327,8
Świętokrzyskie	830,7	184,7
Warmińsko-mazurskie	1 591,3	698,5
Wielkopolskie	3 871,7	1 535,0
Zachodniopomorskie	1 809,3	626,8
POLSKA	26 792,0	7840,8

Źródło: Gradziuk P., 2002

Powyższe zestawienie uwzględnia wykorzystanie słomy na wszystkie potrzeby rolnicze, włącznie z zabiegami agrotechnicznymi polegającymi na pozostawieniu części materiału do mineralizacji w glebie. Tak różne wyniki wskazują jednoznacznie na duże różnice w zasobach słomy możliwych do energetycznego wykorzystania. Wśród regionów szczególnie zasobnych w analizowany surowiec wyróżnia się kujawsko-pomorskie. Kujawsko-pomorskie ze względu na dogodne warunki do rozwoju rolnictwa oraz duży udział gruntów ornych w strukturze użytków rolnych (87% - pierwsza lokata w kraju) plasuje się na drugiej pozycji z nadwyżką słomy na poziomie bliskim 1,1 mln ton. W tym miejscu należy nadmienić, że przedstawione dane z pewnością nie są przeszacowane. Trzeba wziąć pod uwagę zmiany wielkości produkcji wynikające z nowych uwarunkowań ekonomicznych, powodujące generalny wzrost produkcji zbóż i związaną z tym zwiększoną podaż słomy zarówno w skali całego kraju jak i w samym województwie kujawsko-pomorskim.

Tabela 21 Symulacja pozyskania słomy z 1ha powierzchni upraw wybranych gatunków zbóż w województwie kujawsko-pomorskim wg danych GUS z 2007 roku

Rodzaj zboża	Powierzchnia uprawy w ha	Zbiory w t	Plony w t/ha	Stosunek masy ziarno/słoma	Ilość słomy z 1ha powierzchni
Pszenica	165 329	710 363	4,3	1: 1,3	5,6
Żyto	69 599	177 576	2,6	1: 1,6	4,2
Jęczmień	127 539	440 285	3,5	1: 1,2	4,2
Owies	13 110	36 169	2,8	1: 1,3	3,6
Kukurydza	21 353	141 472	6,6	1: 1,0	6,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, zawartych w Banku Danych Regionalnych.

4.5.5. Biomasa pochodzenia „drzewnego”

Drewno jest najstarszym i łatwo dostępnym paliwem odnawialnym, które zawiera część energii słonecznej zmagazynowanej w wyniku zachodzącego procesu fotosyntezy. Tak jak w przypadku pozostałych form biomasy, istotnym aspektem ekologicznym spalania drewna odpadowego jest zerowy bilans CO₂ (masa emitowanego w spalinach dwutlenku węgla jest porównywalna do ilości tego gazu pochłanianego przez rośliny podczas ich wzrostu).

Ze względu na pochodzenie drewno dzieli się na:

- iglaste, np.: sosna, jodła, świerk, modrzew, cis, cedr i inne,
- liściaste miękkie, np.: lipa, wierzba, brzoza, olcha, topola, osika,
- liściaste twarde, np.: dąb, buk, grab, jesion, klon, orzech, jawor, grusza, akacja, wiąz.

Właściwości biomasy określają takie parametry, jak zawartość wilgoci i części lotnych oraz skład chemiczny substancji organicznej i mineralnej. Te wielkości określają także właściwości fizyczne drewna tj. jego kaloryczność, gęstość oraz porowatość. Wartość energetyczna drewna zależy przede wszystkim od jego wilgotności i gęstości, a w mniejszym stopniu od rodzaju i sposobu przygotowania. Wartość opałowa odpadów drzewnych mokrych (o naturalnej wilgotności na poziomie 50-60%) wynosi zaledwie 6-8 GJ/t, natomiast po podsuszeniu do stanu powietrznie suchego (wilgotność 10-20%) wzrasta do poziomu 14-16 GJ/t oraz do ok. 19 GJ/t przy całkowitym wysuszeniu. Przeciętne zawartości części niepalnych (popiołu) w zrębkach drzewnych (0,5-3%) oraz innych odpadach drzew-

nych są niższe niż w przypadku słomy (4%) oraz węgla (12%). W związku z tym spalanie odpadów drzewnych cechuje powstawanie mniejszej ilości pyłów lotnych oraz popiołu. Zawartość związków siarki w zrębkach drzewnych nie przekracza 0,05% i jest trzykrotnie niższa niż w przypadku słomy (0,15%) oraz kilkunastokrotnie niższa niż w przypadku węgla (0,8%).

Skład chemiczny poszczególnych części rośliny jest uzależniony od funkcji, jaką spełnia dany element. W związku z powyższym zróżnicowane parametry wykazują: łodyga, kora, nasiona itd. Drewno energetyczne składa się z:

- materiału palnego zawierającego następujące pierwiastki chemiczne:
 - węgiel (50-52 %),
 - wodór (6-6,5 %),
 - tlen (40-44 %),
 - azot (ok. 0,2 %),
 - siarka (ok. 0,1 %).
- wody o udziale objętościowym 20-60 %, która wpływa istotnie na wartość opałową paliwa.
- popiołu (wapń, magnez i potas): ok. 0,5 %.

Ponieważ drewno prawie wcale nie zawiera siarki to podczas procesu spalania drewna prawie nie powstaje trujący i szkodliwy dwutlenek siarki SO₂. Wymienione powyżej pierwiastki chemiczne tworzą następujące składniki drewna:

- celuloza (około 50% suchej masy drewna) o wartości 4,8 kWh/kg (17,3 MJ/kg); suche drewno liściaste zawiera 43-48%; suche drewno iglaste 53-54%;
- lignina (25 do 30% masy drewna) o wartości opałowej 7,5 kWh/kg (28,8 MJ/kg); związek wielocząsteczkowy (polimer lub polimer mieszany);
- polisacharydy celulozopodobne jak np. hemiceluloza (razem 20% masy drewna) o wartości opałowej 4,5 kWh/kg (16,2 MJ/kg); suche drewno zawiera 15-20%;
- żywice, woski, tłuszcze, oleje lub podobne (do 5% masy drewna) o wartości opałowej do 10 kWh/kg (16,2 MJ/kg).

Należy podkreślić, że proces lignifikacji (drewnienia) ścianek komórkowych obejmuje około 30% u gatunków iglastych, natomiast w przypadku gatunków liściastych około 20% substancji. W ostatnim czasie zainteresowanie wykorzystaniem drewna do celów energetycznych zaczęło ponownie wzrastać. Miejsca, z których najczęściej pobierane jest drewno opałowe stanowią:

- lasy, z których pozyskiwany jest surowiec w postaci: drewna opałowego grubego, drobnicy (gałęziówki) oraz odpady np. chrust, igliwie, kora, ścinki itp. Jest to drewno świeże o wilgotności od 40 do 60%,
- pobocza dróg, gdzie istnieje możliwość pozyskania pozostałości po czyszczeniu i zabiegach pielęgnacyjnych drzew przydrożnych (głównie drobnicy i gałęziówki o wilgotności od 40 do 60%),
- sady,
- zakłady przemysłu drzewnego (tartaki, zakłady przemysłu drzewnego), są źródłem: trocin, pyłów, wiór, kory, kłoców czy drewna kawałkowego. Wilgotność drewna zależy od stosowanych w produkcji wyrobów procesów technologicznych. W tartakach najczęściej są to odpady drewna świeżego o znacznej wilgotności od 35 do 50%.

W zakładach produkcyjnych wytwarzających wyroby z drewna suchego, wilgotność odpadów oscyluje w granicach od 10 do 25%,

- place budowy i inne miejsca będące składowiskiem drewna użytkowego i odpadowego.

Drewno wykorzystywane do celów energetycznych może występować w różnych postaciach: drewna kawałkowego (rąbanego), zrębków drzewnych, kory, trocin, wiórów oraz produktów przetworzonych tj. brykietu drzewnego i pelletu (granulatu). Poniżej przedstawiono, krótką charakterystykę poszczególnych surowców:

- drewno rąbane (pnie, gałęzie, korzenie, wierzchołki i szczapy), zwykle podzielone jest na kawałki o wielkości od 15 do 35 cm. Do spalania lepiej nadaje się drewno liściaste z uwagi na większą gęstość oraz mniejszą zawartość żywic, co ogranicza efekt kopcenia. Drewno kawałkowe przeznaczone do spalania powinno być powietrzno-suche, co oznacza, że w procesie suszenia w warunkach naturalnych utraciło cały nadmiar wilgoci zawarty w mikrosporach miazgi. Używanie drewna mokrego powoduje spadek wartości energetycznej i sprawności kotła. Zaraz po zbiorach wilgotność wynosi ok. 60%, a czas suszenia w głównej mierze zależy od warunków pogodowych. Wartość opałowa drewna rąbanego przy wilgotności na poziomie 20-30% podlega znacznym wahaniom od 11 do 22 MJ/kg,
- zrębki drzewne to rozdrobnione drewno o charakterystycznym romboidalnym kształcie i określonych wymiarach: długość 5-50 mm, szerokość 10-20 mm i grubość 2-8 mm. Zrębki o takim kształcie i wymiarach stosowane są w przemyśle celulozowo-papierniczym i tworzyw drzewnych. Dla zrębków energetycznych wymiary zawarte są w przedziale od 5 do 100 mm. Materiał najczęściej otrzymuje się z całych drzew podczas pierwszego trzebienia drzewostanów, wierzchołków oraz innych pozostałości po wyрубach, a w tartakach zrębki są produktem obrabiania kłód. Dzięki rozdrobnieniu drewna uzyskuje się wygodniejszy sposób magazynowania. Ze względów logistycznych uprzednie przetworzenie materiału pozwala na optymalizację kosztów transportu. Wartość opałowa zrębków wynosi od 6 do 16 MJ/kg (średnio ok. 13) przy wilgotności mieszczącej się w przedziale 20-60%. Wadą tego paliwa jest wrażliwość na zmiany wilgotności powietrza i podatność na choroby grzybowe,
- kora to zewnętrzna warstwa drewna, która charakteryzuje się niejednorodną wielkością oraz znacznym zanieczyszczeniem glebą. Kora stanowi od 10 do 15% masy pozyskiwanego drewna. Cechuje się bardzo wysoką wilgotnością, sięgającą nawet 60%. Jej wartość opałowa zawiera się w przedziale 18,5-20 MJ/kg,
- trociny stanowią około 10% drewna przerabianego w tartakach. Są także produktem ubocznym skrawania, frezowania itp. w zakładach obróbki drewna. Oczyszczone z drewna kawałkowego stanowią cenny surowiec energetyczny i mogą być wykorzystywane w kotłowniach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów przetwarzających drewno stanowiąc tym samym najtańsze paliwo. Poziom wilgotności trocin jest zróżnicowany i waha się od 6-10% do 45-65% dla trocin z niedawno ściętego drzewa. Wady trocin to trudności związane z magazynowaniem, skłonność do zaparzenia oraz podatność na zawilgocenia. Z uwagi na te słabe punkty trociny powinny być spalane w pierwszej kolejności,

- wióry są, podobnie jak trociny, produktem ubocznym przemysłu drzewnego, powstającym podczas skrawania i frezowania. Zawierają niewielką ilość zanieczyszczeń. Cechą charakterystyczną wiórów jest niska wilgotność, która waha się od 5 do 15% a ich wartość opałowa to około 15 MJ/kg,
- brykiet drzewny produkowany jest z rozdrobnionych odpadów drzewnych takich jak trociny, wióry czy zrębki, które są sprasowywane pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. Niska zawartość wilgoci sprawia, że wartość opałowa brykietów jest wyższa niż drewna. Dzięki dużemu zagęszczeniu materiału w stosunku do objętości, proces spalania jest stopniowy i powolny. Największe znaczenie gospodarcze i największą wartość handlową mają brykiety produkowane z drewna. Do przerobu nadają się praktycznie wszystkie rodzaje drewna i odpadów drzewnych, w tym zrębki i trociny. Brykietowanie następuje w prasach mechanicznych lub hydraulicznych bez stosowania żadnych substancji wiążących. O kształcie otrzymywanego brykietu decyduje rodzaj zastosowanej prasy brykietującej,
- pellety to sprasowane pod wysokim ciśnieniem suche zrębki i trociny drzew iglastych, liściastych lub ich mieszanek. Mają postać małych brykietów drzewnych o kształcie walca (pałeczki) o średnicy od 6 do 25 mm i długości kilku centymetrów. Charakteryzują się stosunkowo wysoką wartością opałową, niewielką zawartością wilgoci (ok. 10%) oraz popiołu (poniżej 1%) i substancji szkodliwych dla środowiska. Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne środowisku naturalnemu, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji. Na jakość i wartość opałową pelletów duży wpływ ma wilgotność drewna. W zależności od niej ich wartość opałowa wynosi od 16,5 do 17,5 MJ/kg. Trociny jako materiał wejściowy są odpadami poprodukcyjnymi, które pochodzą z zakładów stolarskich, tartaków itp. Żywyce i inne lepiszcze, które są naturalnymi składnikami drewna umożliwiają w określonych warunkach wyprodukowanie pelletów bez dodatkowych substancji klejących. Pellety produkuje się również z odpowiednio przygotowanych zrębków lub małych szczapek drewna,

Pomimo, iż pozyskiwanie drewna na cele opałowe kojarzy się najczęściej z jego pochodzeniem leśnym, to według niektórych źródeł duży potencjał tkwi także w biomase pozyskiwanej z prac pielęgnacyjnych w zieleni miejskiej oraz plantacjach sadowniczych. Rozbieżności źródeł w ocenie tego potencjału są bardzo duże, co być może wynika z faktu stosunkowo małego jak dotąd ich wykorzystania i trudności w realnej ocenie tych możliwości. Wskazuje się także na potencjalnie bardzo duże możliwości pozyskania surowców z odpadów powstałych już na etapie zrębów, a także w przetwórstwie drewna. O tym, jak bardzo złożone jest zagadnienie biomasy pochodzenia drzewnego świadczy fakt, że w literaturze wskazuje się na potencjalnie duże znaczenie drewna pochodzące z recyklingu (odzysk z odpadów ze składowisk), a jako surowiec pochodzenia drzewnego do celów grzewczych wskazuje się także zużyte meble, drewno rozbiórkowe, odpady budowlane, zużyte choinki.

Jedno ze źródeł (Laurow Z., 2003: Ekologiczne uwarunkowania pozyskiwania biomasy na cele energetyczne w leśnictwie. W: „Możliwości wykorzystania biomasy na cele energetyczne”. Konferencja naukowo-techniczna, Malinówka k/Ełku, 16-17 października 2003 r.) wskazuje na następujący szacunek podaży drewna na cele energetyczne (w skali całego kraju):

- drewno z lasów państwowych - 3,5 mln m³,
- odpady powstające w lasach państwowych - 2,5 mln m³,
- recykling - 3 mln m³,
- odpady przemysłowe - 3 mln m³,
- drewno z lasów prywatnych - 3 mln m³,
- sady i zieleń miejska - 20 mln m³.

Z powyższego wynika, że drewno pochodzące z lasów państwowych i prywatnych stanowi tylko 1/5 ogółu surowców drzewnych mogących być wykorzystanych dla celów opałowych.

Analizując różnego rodzaju surowce pochodzenia drzewnego należy zwrócić uwagę, że w tym przypadku ma miejsce szczególnie duża rozbieżność pomiędzy potencjałem teoretycznym, potencjałem technicznymi, potencjałem ekonomicznym a rzeczywistym wykorzystaniem. Potencjał teoretyczny jest niezwykle rozległy, natomiast już potencjał techniczny, a tym bardziej ekonomiczny – są znacznie węższe. Znaczna część surowca pochodzenia drzewnego nie jest w rzeczywistości możliwa do racjonalnego zagospodarowania, przede wszystkim ze względu na brak możliwości zapewnienia ciągłych i przewidywalnych dostaw. Warto też zwrócić uwagę na aspekty ekonomiczne – koszt pozyskania surowca jest tu stosunkowo mały w porównaniu z kosztem jego transportu, czy przystosowania do końcowego wykorzystania. Jak się wydaje, surowce drzewne bardzo dobrze nadają się do systemów indywidualnych, jako okazjonalne uzupełnienie regularnie stosowanych paliw. Faktyczne wykorzystanie drewna do celów opałowych, poza systemami indywidualnymi, jest jednak bardzo słabo rozpowszechnione.

Pomimo znacznych podobieństw w zakresie energetyczności oraz sposobu przygotowania surowca do wykorzystania w celach opałowych, każdy z wymienionych rodzajów charakteryzują istotne różnice dotyczące możliwości jego pozyskania i wykorzystania. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- **biomasa pochodząca z gospodarki leśnej**

Zagadnienie to jest wieloaspektowe – oceniając możliwości pozyskania surowców o takim pochodzeniu, należy uwzględnić między innymi:

- bardzo zróżnicowaną lesistość – lasy są na terenie województwa rozmieszczone nierównomiernie; przy przeciętnej lesistości wynoszącej ok. 23%, w skali powiatów notuje się rozpiętość od niespełna 5% do prawie 50%, a wśród gmin od 0% do ponad 80%;
- znaczną dysproporcję pomiędzy rozmieszczeniem lasów a rozmieszczeniem ludności i podmiotów gospodarczych, będących potencjalnymi konsumentami wytwarzanej energii; obszary silnie zalesione oraz ich bliskie sąsiedztwo są zazwyczaj słabo zaludnione, a w kompleksach leżących w sąsiedztwie dużych miast nie prowadzi się na dużą skalę eksploatacji drewna; ze względu na koszty transportu, drewno jako surowiec energetyczny ze względów ekonomicznych może być więc wykorzystywane głównie w sąsiedztwie miejsc jego pozyskania;
- objęcie części lasów ochroną przyrody, wpływającą na możliwości i skalę pozyskania surowca,
- prognozowanego rosnącego zapotrzebowania na drewno – wskazuje się, że popyt na drewno będzie sukcesywnie rósł. Będzie to związane przede wszystkim z zapotrzebowaniem przemysłu. Szacuje się, że obecnie w Polsce zużycie drewna w odniesieniu do

liczby mieszkańców jest 2-3 krotnie niższe, niż w innych krajach o podobnych predyspozycjach (co wskazuje na teoretyczny możliwy pułap docelowego zużycia). Uwarunkowanie to będzie wiązać się z jednej strony z większą ilością powstałych odpadów podczas zrębów i w procesach przetwórstwa, ale jednocześnie należy spodziewać się większej presji na gospodarce, a nie opałowe wykorzystanie drewna. Duży popyt może także zwiększyć ceny drewna;

- aspekty technologiczne i techniczne pozyskania drewna – na terenie województwa w wieku rębnym (dla uproszczenia przyjęto drzewostany klas wiekowych V, VI i VII, aczkolwiek bardzo liczna klasa V – 1,5-krotnie liczniejsza od klas VI i VII łącznie - nie jest w całości uznawana za klasę rębną) znajduje się około 21% drzewostanów; roczne pozyskanie w nadleśnictwach, nadzorowanych przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Toruniu, wynosi ok. 1,65 mln m³. Z tej ilości ok. 40% drewna pochodziło z cięć rębnych, natomiast 60% - z cięć pielęgnacyjnych (tzw. przedrębnych), czyli prowadzonych w drzewostanach, które nie osiągnęły jeszcze wieku rębności. Ogółem cięciami rębnymi objętych jest rokrocznie ok. 2500 ha drzewostanów dojrzałych. Średnio w lasach nadzorowanych przez RDLP w Toruniu, pozyskuje się ok. 70% miąższości, która rokrocznie przyrasta (to wskazuje na stosunkowo niewielkie rezerwy i raczej wyklucza znaczące zwiększenie pozyskania drewna bez strat środowiskowych). Udział najważniejszych grup sortymentów w drewnie pozyskiwanym przez nadleśnictwa RDLP Toruń przedstawia się następująco: iglaste tartaczne 33%, papierówki iglaste 39%, liściaste tartaczne 4%, papierówki liściaste 7%, opał iglasty i liściasty razem 6%, pozostałe sortymenty (w tym drobnica opałowa i użytkowa) 11%.

Wg danych za rok 2007 na terenie województwa pozyskano 84,9 tys. m³ drewna opałowego z grubizny iglastej oraz 73,9 tys. m³ drewna opałowego z grubizny liściastej. Ponadto pewna część z ponad 120 tys. m³ drewna małowymiarowego jest wykorzystywana na cele opałowe. Prognozuję się, że w roku 2020 na terenie województwa pozyskiwane będzie na cele opałowe ok. 350 tys. m³ drewna (jest to ok. 300 tys. ton).

Potencjalne zasoby energetyczne drewna pochodzącego z lasów są na terenie województwa zidentyfikowane i możliwe jest ich przedstawienie w ujęciu terytorialnym (wg nadleśnictw). W 2004 roku (gdą podawano sprzedaż drewna opałowego na poziomie ok. 200 tys. m³) aż 1/10 całego drewna opałowego sprzedawanego w województwie pochodziła z nadleśnictwa Dąbrowa, a łącznie nadleśnictwa Brodnica, Dąbrowa, Gniewkowo, Skrwilno, Solec Kujawski, Szubin dostarczały 36% ogółu.

Proces technologiczny pozyskiwania drewna wiąże się także z powstawaniem odpadów, nieprzydatnych do wykorzystania gospodarczego, ale możliwych do wykorzystania w celach opałowych. Uwarunkowania pozyskania tego typu surowca są bardzo zbliżone do opisanych w podpunkcie dotyczącym biomasy pochodzącej z prac pielęgnacyjnych. W praktyce możliwe jest jedynie ich okazjonalne wykorzystanie na potrzeby odbiorców indywidualnych (możliwość zakupu surowca przy okazji prowadzenia w okolicy zrębów), natomiast nie jest realne tworzenie systemów zbiorczych bazujących na tego typu surowcu. Te tzw. odpady zrębowe na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, to obecnie ok. 13 tys. m³, a przewiduje się, że w roku 2020 ich wielkość sięgnie 15 tys. m³ (czyli ok. 10-12 tys. ton).

Należy zauważyć, że województwo kujawsko-pomorskie należy do regionów o typowo, na tle innych regionów, rozwiniętej gospodarce leśnej. Lasy znajdujące się w województwie, stanowią ok. 4,6% ogólnej powierzchni lasów w Polsce (lokuje to województwo na 12 pozycji). Pod względem pozyskania grubizny, kujawsko-pomorskie stanowi 4,7% ogólnego potencjału, ale pod względem pozyskania grubizny na cele opałowe – aż 6,6% (6 lokata w kraju).

Intensywność eksploatacji lasów, wyrażona poprzez wielkość pozyskania grubizny z określonej powierzchni, jest na terenie województwa zaledwie nieco wyższa, niż przeciętnie w kraju. W latach 2005-07 wynosiła ona przeciętnie 357,5 m³/100 ha (średnia krajowa – 347,5), co lokowało kujawsko-pomorskie na 9 pozycji wśród województw (najwyższe wskaźniki – w śląskim, dolnośląskim i warmińsko-mazurskim przekraczały 450). Powyższa intensywność pozyskania drewna, przy uwzględnieniu udziału drewna opałowego, pozwala więc wyliczyć iż przeciętnie z 1 ha lasów pochodzi ok. 200 kg drewna opałowego. Wartości intensywności pozyskania drewna notowane w analizowanym okresie w kujawsko-pomorskim są stabilne, ale sytuacja obserwowana w innych regionach wskazuje na dużą coroczną zmienność skali pozyskania drewna, co ogranicza możliwość długofalowego planowania wykorzystania tego surowca. Pomimo małego udziału lasów prywatnych wielkość pozyskania drewna jest w nich nieproporcjonalnie wysoka do wartości uzyskiwanych z lasów państwowych – stwarza to zagrożenie dla ich wartości ekologicznej i raczej wyklucza trwałe utrzymanie tak dużego pozyskania drewna (w 2005 roku aż 85% powierzchni lasów należało do państwa).

W tej dziedzinie dostrzega się pewne rezerwy, pozwalające na zwiększenie skali pozyskania drewna na cele opałowe. Wynikają one ze stosunkowo niskiej intensywności eksploatacji lasów – jak pokazują dane z innych województw, może być zwiększona. Jednocześnie udział pozyskiwanego drewna przeznaczanego na cele opałowe, jest już bardzo duży i w tym zakresie nie należy oczekiwać dalszych wzrostów.

• **biomasa pochodząca z prac pielęgnacyjnych - przy drogach, w urządzonych terenach zielonych, przecinek pod liniami energetycznymi, itp.**

Teoretyczne możliwości pozyskania surowca są duże. Prognozy wskazują, że w roku 2020 surowca pochodzącego z pielęgnacji zieleni miejskiej oraz sadów, może być nawet około 4-krotnie więcej, niż pochodzącego z plantacji wierzby energetycznej (aczkolwiek o ile potencjał zieleni przydrożnej jest stabilny, to szacunki dotyczące potencjału roślin energetycznych obarczone są dużym ryzykiem błędu). Opracowanie „Energia alternatywna w województwie kujawsko-pomorskim” ocenia wielkość zasobów drewna odpadowego z poboczy dróg tylko powiatowych i gminnych oraz w miejskich terenach zurbanizowanych na ok. 8,5 tys. ton (wielkość ta w ujęciu powiatowym jest skorelowana z ich powierzchniami, aczkolwiek wyróżniają się powiaty grodzkie, gdzie ze względu na duży potencjał zieleni miejskiej, wskaźniki są bardzo wysokie – na przykład miasto Bydgoszcz skupia ponad 7% całego potencjału województwa).

Ten rodzaj biomasy charakteryzuje się jednak poważnymi ograniczeniami, które w praktyce eliminują możliwość jego wykorzystania jako regularnego źródła surowca do celów energetycznych:

- brak stałości pozyskania surowca – prace pielęgnacyjne polegające na prześwietlaniu drzew w pasach dróg, parkach, pod liniami energetycznymi, itp. nie są wykonywane

z dużą częstotliwością i w pełni regularnie – nie jest więc możliwe planowanie funkcjonowania systemów grzewczych (które muszą być dostosowane do określonego typu surowca) w sytuacji braku pewności ciągłości pozyskania surowca;

- stosunkowo mały potencjał biomasy w stosunku do powierzchni – skala pozyskania surowca w danej lokalizacji jest na tyle nie duża, że powstaje konieczność jego przewozów, nawet na dosyć znaczne odległości – należy uwzględnić fakt, iż zieleń parkowa i przydrożna nie należy do gatunków szczególnie szybko rosnących, a więc prace pielęgnacyjne mogą być dokonywane nawet w cyklach kilkuletnich;
- konieczność wstępnego przygotowania tak pozyskanej biomasy, głównie ze względu na zbyt dużą wilgotność (nawet najbardziej podstawowe przygotowanie, jakim jest suszenie, wymaga miejsca do składowania surowca).

Powyższe ograniczenia powodują, że w praktyce, poza dużymi miastami, biomasę pochodzącą z prac porządkowych należy traktować głównie jako okazjonalną możliwość pozyskania dodatkowego surowca opałowego (dla odbiorców indywidualnych), natomiast nie jest możliwe tworzenie systemów grzewczych opartych w całości na tym surowcu. Korzystniejsza sytuacja ma miejsce w dużych miastach. Skala pozyskania tego typu biomasy jest tu wyraźnie większa (większa powierzchnia terenów, w których prowadzi się tego typu prace porządkowe, większa częstotliwość prac porządkowych, także ze względów estetycznych), a dodatkowo powierzchnia miasta jest stosunkowo mała (więc ekonomicznie uzasadniony jest transport pozyskanego surowca). Sprzyjającym uwarunkowaniem jest także fakt, że w dużych miastach ograniczane są indywidualne systemy grzewcze. Oznacza to potencjalną możliwość wykorzystania tak pozyskanej biomasy przez systemy centralne, gdzie istnieją warunki do składowania pozyskiwanego surowca oraz jego przetworzenia do postaci optymalnej dla celów grzewczych (suszenia i odpowiedniego rozdrobnienia, względnie zbrakietowania, itp.).

- **biomasa pochodząca z prac pielęgnacyjnych w plantacjach sadowniczych**

W przeciwieństwie do biomasy pochodzącej z prac pielęgnacyjnych prowadzonych przy drogach lub w urządzonych terenach zielonych, jak też z przecinek pod liniami energetycznymi, biomasa pochodząca z przecinek sadów wykazuje bardzo dużo zalet dla celów energetycznych.

Przed wszystkim podkreślić należy dużą przewidywalność pewności zaopatrzenia w surowiec – plantacje sadownicze mają charakter trwały i wymagają regularnych zabiegów pielęgnacyjnych. Zazwyczaj już pojedyncze plantacje cechują się dosyć dużymi powierzchniami, ale największym walorem jest tu fakt, że najczęściej funkcjonują w ramach większych rejonów sadowniczych, gdzie ma miejsce nagromadzenie wielu plantacji. Skala wytwarzanego surowca jest więc stosunkowo duża i jest on dostępny na niewielkiej przestrzeni. Stwarza to bardzo korzystne warunki tworzenia małych lub średnich systemów, pozwalających na przykład na funkcjonowanie kotłowni obsługujących osiedle lub zespół budynków użyteczności publicznej. Ze względu na przestrzenne rozmieszczenie plantacji, tego typu systemy mogą funkcjonować praktycznie wyłącznie na terenach wiejskich (większe wsie) lub w sąsiednich małych miast.

Opracowanie „Energia alternatywna w województwie kujawsko – pomorskim” ocenia wielkość zasobów drewna odpadowego z upraw sadowniczych na ok. 10,1 tys. m³, czyli ok. 6,6 tys. ton rocznie (opracowanie to jednak przyjmuje powierzchnię sadów na terenie

województwa na poziomie 18,8 tys. ha, podczas gdy dane GUS wskazują na zaledwie 11,9 tys. ha). W powyższym opracowaniu przyjęto roczne pozyskanie ok. 350 kg surowca z 1 ha plantacji sadowniczej.

Na terenie województwa kujawsko – pomorskiego największe powierzchnie sadownicze występują w powiatach: włocławskim (1,7 tys. ha wg GUS), bydgoskim (1,4 tys. ha), inowrocławskim (1,15 tys. ha), brodnickim (1,0 tys. ha) i świeckim (0,9 tys. ha). W gminie o największej powierzchni sadów (Koronowo) wynosi ona ok. 750 ha (jest to więcej, niż w każdym – poza wymienionymi powyżej – z powiatów).

W odniesieniu do ogólnej powierzchni użytków rolnych sady stanowią w skali województwa zaledwie 1,03%. Wyraźnie wyższe wskaźniki spotyka się w powiatach: bydgoskim (2,17%), aleksandrowskim (1,73%) i włocławskim (1,66%). W skali poszczególnych gmin wyróżniają się zwłaszcza: miasto Nieszawa (14,4%), miasto Świecie (9,4%), miasto Janowiec Wielkopolski (7,6%), miasto Włocławek (6,8%), miasto Kowal (6,7%). Tak wysokie wskaźniki w tych miastach wiążą się jednak ze specyfiką gospodarki rolnej i nie świadczą o dużym potencjale dla produkcji energii.

Ciekawym wskaźnikiem, pozwalającym w sposób pośredni szacować możliwości zaspokojenia potrzeb grzewczych mieszkańców, jest odniesienie powierzchni sadów do liczby ludności. Wskaźnik ten przeciętnie w województwie przyjmuje wartość 0,58ha/100 mieszkańców (wyliczony na podstawie danych GUS), ale w niektórych gminach jest znacznie wyższy. Na uwagę zasługują zwłaszcza gminy: Górzno (obszar wiejski) - 6,94, Koronowo (obszar wiejski) - 5,88, Nieszawa - 5,17, Złotniki Kujawskie - 5,02, Choceń - 4,69, miasto Górzno - 4,62, Świdziebnia, Raciążek, Dobrzyń nad Wisłą – ponad 4. Jednak nawet w obszarach o najwyższych wskaźnikach pozyskanie surowca tego rodzaju wynosi zaledwie ok. 25 kg na 1 mieszkańca rocznie, co wskazuje na brak możliwości masowego wykorzystania drewna pochodzącego z prac porządkowych w sadach.

- **biomasa pozostająca jako odpady w przetwórstwie i w przemyśle**

Zagadnienie to łączy problem „typowej” biomasy oraz odpadów powstających na różnych etapach przetwórstwa i produkcji surowców roślinnych. W największym stopniu dotyczy to przetwórstwa drewna, ale teoretycznie może obejmować także inne rodzaje surowców roślinnych.

Możliwości identyfikacji potencjału dla tego rodzaju surowca są stosunkowo ograniczone (brak danych). Informacje uzyskane w podmiotach zajmujących się przetwórstwem drewna wskazują, że powszechnie jest wykorzystywane tego surowca na cele grzewcze na potrzeby własne zakładów (ma to duże znaczenie ekonomiczne, gdyż pozwala na znaczne oszczędności). Skala ewentualnego obrotu odpadami z przemysłu drzewnego jest niemożliwa do określenia, jednak należy przypuszczać, że może mieć znaczenie co najwyżej lokalne i raczej nie dotyczy większych systemów centralnych. Warto zauważyć, że tego typu odpady mogą być także przetwarzane – na przykład na brykiety do kominków (wówczas jednak ich stosunkowo wysoka cena eliminuje możliwość ich powszechnego wykorzystania dla celów grzewczych). Wykorzystanie poprodukcyjnych odpadów roślinnych innego pochodzenia na cele energetyczne, nie jest na terenie województwa znane. Dostępne technologie pozwalają jednak na rozwój instalacji grzewczych dostosowanych nawet do bardzo indywidualnych potrzeb i możliwości, na przykład do brykietowania i spalania pestek w zakładach przetwórstwa owocowo – warzywnego. Tego typu instalacje będą jednak

praktycznie zawsze pracować na potrzeby wewnętrzne zakładów, w których powstaje surowiec.

4.5.6. Stan rozwoju energetyki opartej na biomasie na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Na potrzeby opracowania wykonano badanie ankietowe mające na celu rozpoznanie faktycznego stanu rozwoju energetyki wykorzystującej biomasę. Badanie przeprowadzono w starostwach powiatowych w I połowie 2009 roku.

Ankieta dotyczyła funkcjonowania na terenie powiatów podmiotów zajmujących się wstępnym przetwórstwem biomasy (w celu jej przygotowania do wykorzystania energetycznego), podmioty zajmujące się wykorzystaniem biomasy do celów energetycznych oraz plany dotyczące dalszego rozwoju tego sektora energetyki. Spośród 23 powiatów, odpowiedzi udzieliły wszystkie starostwa. W 12 powiatach funkcjonują zbiorcze systemy grzewcze oparte o spalanie biomasy lub podmioty gospodarcze zajmujące się przetwarzaniem biomasy do celów energetycznych. Ponadto w części powiatów planowane jest rozpoczęcie działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem lub przetwórstwem biomasy oraz kotłowni zasilających ciepłownicze systemy zbiorcze.

Tabela 22 Dane ankietowe dotyczące ustalenia stopnia oraz możliwości wykorzystania OZE na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Nazwa Powiatu	Podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy	Funkcjonujące systemy grzewcze oparte o wykorzystanie biomasy	Plany rozpoczęcia działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, przetwórstwem biomasy lub systemów grzewczych
Brodnicki	- Zakład produkcyjny Vapo Sp. z o.o. w Brzezinkach: produkcja pelletów	- Kotłownia zakładowa: producent Mebli ANNA w Bartniczce, - Kotłownia w portierni Wytwórni Opakowań Kartonowych w Brodnicy, - Kotłownia w Brodnickim Centrum Caritas, - Kotłownia zakładowa ZPM VIDOX, Leszek Wałdowski w Brodnicy, produkująca ciepło na potrzeby stolarni oraz tapicerni, - Kotłownia Zakładu Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej przy ul. Sikorskiego w Jabłonowie Pomorskim, - Suszarnia w Zakładzie Stolarskim w Brodnicy, - Kotłownia Spółdzielni Mieszkaniowej w Brodnicy przy ul. Matejki w Górznie, - Kotłownia Spółdzielni Mieszkaniowej w Brodnicy przy ul. Grudziądzkiej w Jabłonowie Pomorskim, - Kotłownia zakładowa	Brak

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Nazwa Powiatu	Podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy	Funkcjonujące systemy grzewcze oparte o wykorzystanie biomasy	Plany rozpoczęcia działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, przetwórstwem biomasy lub systemów grzewczych
		Fabryki Mebli STOLKAR w Brodnicy, - Kotłownia Zakładu Stolarskiego PIĘTRUS w Grzybnie, - Kotłownia zakładowa Spółdzielni Inwalidów „JEDNOŚĆ” w Brodnicy	
Bydgoski	Brak	Brak	- Komunalne Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Bydgoszczy prowadzi doświadczalnie na terenie gmin: Koronowo i Białe Błota spalanie mieszanki mialu węglowego i wierzby energetycznej w ciepłowniach. KPEC Sp. z o.o. w gminie Dobrcz eksploatuje plantację wierzby energetycznej o powierzchni 50 ha, - Planuje się rozbudowę oczyszczalni ścieków „Fordon”, w której możliwe będzie zwiększenie ilości produkowanej energii elektrycznej (zakłada się, że produkcja energii wykorzystywana będzie na potrzeby obiektu).
Chełmiński	Brak	- Kotłownia dwupaliwowa opalana słomą i węglem o mocy 500KW dla osiedla mieszkaniowego w miejscowości Cepno/gmina Stolno, - Kotłownia dwupalnikowa opalana słomą i węglem o mocy 500KW dla osiedla mieszkaniowego w miejscowości Wrocławki /gmina Papowo Biskupie.	Brak
Grudziądzki	- OPEC-BIO Sp. z o.o. w Grudziądzu zajmujący się kontraktacją oraz przetwórstwem słomy do celów energetycznych.	- Elektrociepłownia Łąkowa OPEC Grudziądz Sp. z o.o. produkująca ciepło w Kogeneracji z produkcją energii elektrycznej.	Brak

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Nazwa Powiatu	Podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy	Funkcjonujące systemy grzewcze oparte o wykorzystanie biomasy	Plany rozpoczęcia działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, przetwórstwem biomasy lub systemów grzewczych
Inowrocławski	Brak	Brak	Zakład produkujący brykiety ze słomy zbóż i rzepaku zlokalizowany w Zawiszynie, gmina Rojewo o zdolności produkcyjnej 30 ton/dobę (w trakcie uzgodnień).
Nakielski	Brak	- Zakład Rolny „Ziemiołody” w Ślesinie/Gorzelnia w Sucharach: eksploatacja kotłowni opalanej balotami słomy (średnie zapotrzebowanie ok. 720 ton s.m./sezon 8 miesięcy.	Brak
Radziejowski	- Zakład produkcyjny DMD w Piotrkowie Kujawskim jako dostawca zrębków i trocin dla odbiorców indywidualnych.	- Instalacja do ogrzewania pomieszczeń w wyniku spalania balotowanej słomy.	Brak
Rypiński	- Zakład Stolarski „Zakopianka” w Mariankach, gmina Rypin: trociny, brykiet, - Tartak Cetki, gmina Rypin: trociny, - Tartak Urszulewo, gmina Skrwilno: trociny, - Tartak Okalewo, gmina Skrwilno: trociny.	- Ciepłownia-Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Rypinie-30% biomasy, - Gmina Rypin-kotłownie: Szkoła Podstawowa w Starorypinie Rządowym i Gimnazjum w Kowalkach-100% biomasy, Szkoła Podstawowa w Sadłowie i Zakroczu-30% biomasy, Szkoła Podstawowa w Borzyminie-60% biomasy, - Gmina Skrwilno-kotłownie: Szkoła Podstawowa w Skudzawach-100% biomasy, Tartak w Urszulewie-100% biomasy.	- Grupa PEP – Biomasa Energetyczna Sp. z o.o. Zakład produkcyjny, odzysk: a) Odpadowa masa roślinna: 700 ton/rok, b) Odpady pni i gałęzi z gospodarki leśnej: 3000 ton/rok, c) Trociny, wiórki, ścinki, drewno, płyta wiórowa: 105000 ton/rok, d) Odpady z chemicznej obróbki drewna: 800 ton/rok.
Sępoleński	- Grupa PEP – Biomasa Energetyczna Sp. z o.o. w Sępólnie Krajeńskim (Firma posiada zezwolenie na odzysk, ale nie rozpoczęła produkcji).	- Kotłownia osiedlowa w Więcborku-1MW (2x05MW) - Kotłownia miejska w Sępólnie Krajeńskim-6MW (2+4MW).	Brak

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Nazwa Powiatu	Podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy	Funkcjonujące systemy grzewcze oparte o wykorzystanie biomasy	Plany rozpoczęcia działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, przetwórstwem biomasy lub systemów grzewczych
Świecki	<ul style="list-style-type: none"> - GS w Świeciu (brykiety z trocin, makulatury i słomy), - Firma „Semido” w Świeciu (brykiety z trocin), - PPHU „Netj-Partner” w Serocku (brykiety ze słomy), - KKF-Faleńczyk w Pruszczu (brykiety ze słomy), - „Serafir” w Brzeźnie (brykiety ze słomy), - „Wiktorowski w Wałdowie (brykiety ze słomy). 	<ul style="list-style-type: none"> - Gmina Świekatowo: kotłownia typu Duńskiego do spalania zbelowanej słomy ogrzewająca Szkołę Podstawową, Gimnazjum i Urząd Gminy w Świekatowie, - Gmina Pruszcz: obiekty szkolne w Serocku, Łowinku i Niewieście; przedszkole w Serocku; świetlica w Parlinie; dom kultury w Serocku i Łowinku; obiekty opieki zdrowotnej w Serocku; Międzygminny Ośrodek Opiekuńczy i Rehabilitacyjny w Pruszczu; obiekt administracji UG Pruszcz oraz biblioteka i Remiza OSP, - Gmina Świecie: Saturn Menagment Świecie: kocioł fluidalny 160MW; Świecki TBS: 2 budynki mieszkalne w Grucznie 110KW; Przychodnia Zdrowia w Grucznie 40KW; Szkoła Podstawowa w Czaplach 100KW i w Terespolu 100KW. 	Brak
Toruński	Brak	Brak	4 września 2007r. powstało Toruńskie Konsorcjum AgroEnergia, którego zadaniem jest zapoczątkowanie i rozwinięcie upraw roślin energetycznych na skalę przemysłową. Pozyskana biomasa w przyszłości wykorzystana będzie do współspalania z węglem kamiennym w projektowanym kotle fluidalnym w Cergii S.A. Zakłada się, że w początkowej fazie przynajmniej 200 tys. ton biomasy będzie pochodziło z upraw energetycznych. Dopelnienie stanowiłaby biomasa będąca odpadem i pozostałością z produkcji rolnej i leśnej.

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Nazwa Powiatu	Podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy	Funkcjonujące systemy grzewcze oparte o wykorzystanie biomasy	Plany rozpoczęcia działalności podmiotów zajmujących się wytwarzaniem, przetwórstwem biomasy lub systemów grzewczych
Żniński	Brak	- kotłownia opalana biomasą w Muzeum Archeologicznym w Biskupinie, - piec grzewczy opalany słomą dla potrzeb technologicznych w Gorzelnicy Świątkowo, - terma trzody chlewnej przedsiębiorstwa Cerplon w Cerekwicy	Brak

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ankietowych ze Starostw Powiatowych

W wyniku przeprowadzonego badania uzyskano satysfakcjonujące wyniki, które pozwalają na wstępną ocenę stanu rozwoju energetyki opartej na biomacie i są zachętą do prowadzenia dalszych prac analitycznych, jak też mogą być podstawą do porównywania zmian w przypadku cyklicznego wykonywania podobnych badań. Sposób udzielenia odpowiedzi przez poszczególnych respondentów nie zawsze umożliwia precyzyjną identyfikację rodzaju wykorzystywanej biomasy, aczkolwiek najczęściej wskazuje się na funkcjonowanie małych systemów grzewczych opalanych słomą. Wyniki ankiet wskazują na istotną rozpiętość między potencjalnie dużymi możliwościami rozwoju tej dziedziny energetyki, a stosunkowo małym faktycznym stanem jej rozwoju. Jednocześnie jednak ankiety potwierdzają przyjęte na początku analiz teoretyczne założenie, że tego rodzaju paliwo może być wykorzystywane przede wszystkim na cele małych instalacji ogrzewających pojedyncze budynki lub grupy budynków, w miejscowościach wiejskich lub małych miastach. Największa koncentracja systemów grzewczych opartych na spalaniu biomasy widoczna jest w północno – zachodniej, wschodniej oraz południowo – zachodniej części województwa, w obrębie pięciu powiatów: bydgoskiego, świeckiego, brodnickiego, rypińskiego oraz żnińskiego. Założenie, że energia z biomasy będzie używana przede wszystkim na obszarach wiejskich, zyskało potwierdzenie. W kilku przypadkach (instalacje istniejące lub planowane) wskazuje się na możliwość produkcji także energii elektrycznej wskutek spalania biomasy. Interesujący jest fakt wykazywania podmiotów produkujących brykiety z trocin i zrębków, które zlokalizowane są w pobliżu wymienionych wyżej systemów ciepłowniczych, podczas gdy w szerszym ujęciu brakuje systemów nimi zasilanych. Wskazuje to pośrednio, że tego typu surowiec jest w znacznie szerszym zakresie wykorzystywany przez użytkowników indywidualnych. Wśród podmiotów zajmujących się przetwórstwem biomasy należy w tym miejscu dodatkowo wskazać trzy miasta: Grudziądz, Piotrków Kujawski oraz Sepólno Krajeńskie. Wśród odpowiedzi udzielonych przez poszczególnych respondentów na szczególną uwagę zasługuje fakt, że kilka podmiotów planuje w najbliższym czasie rozpocząć działalność związaną z wytwarzaniem czy przetwórstwem biomasy na terenie województwa kujawsko – pomorskiego w obrębie dużych ośrodków miejskich jak Bydgoszcz i Toruń, a także w Koronowie, Rypinie, Dobrczu i Białych Błotach. Przedstawione w tabeli informacje nie mogą być traktowane jako ostateczne. Prace nad opracowaniem trwają i możliwe jest rozszerzenie lub weryfikacja powyższych informacji.

Istotnym elementem, który niewątpliwie przyczynia się do szerszego wykorzystania biomasy dla celów energetycznych jest szeroko rozumiana obsługa instytucjonalna. W poniższej tabeli zamieszczono wykaz zatwierdzonych podmiotów uprawnionych do skupu surowców na cele energetyczne oraz pierwsze jednostki przetwórcze, według miejsca prowadzenia działalności.

Tabela 23 Zatwierdzone podmioty skupujące i zatwierdzone pierwsze jednostki przetwórcze według miejsc prowadzenia działalności (stan na dzień 13.03.2009)

Miejscowość	Gmina	Skup zbóż	Skup roślin energetycznych	Skup rzepaku	Przetwórstwo
Nakło n. Notecią	Nakło n. Notecią	1		1	
Bydgoszcz	Bydgoszcz	1		1	
Będzitowo	Złotniki Kuj.	2		1	1
Kałdus	Chełmno	1		2	
Racice	Kruszwica	1			
Piotrków Kujawski	Piotrków Kuj.	1		1	
Dziewierzewo	Kcynia	1		1	
Szubin	Szubin	1		1	
Lubraniec	Lubraniec	1		1	
Zalesie	Szubin	2			1
Mogilno	Mogilno	1		1	
Komorowo	Grążawy	2			1
Dobrzyń n. Wisłą	Dobrzyń n. Wisłą	1		1	
Trląg	Janikowo	1		1	
Strzelno	Strzelno	1		1	
Witosław	Mrocza	1		1	
Kawki	Bobrowo	1		1	
Brzeźno	Lubicz	1		1	
Rywałd	Radzyń Chełmiński	1		1	
Wąbrzeźno	Wąbrzeźno	2		2	
Kornatowo - Pniewite	Lisewo	1		1	
Łubianka	Łubianka	1		1	
Dobre	Dobre	1		1	
Stary Toruń	Zławieś Wielka	1		1	
Linowo	Świecie nad Osą	1		1	
Świecie	Świecie	2	1	1	
Wabcz	Stolno	2			1
Łaszewo	Pruszcz	1			1
Dźwierzno	Chełmża	1			1
Lubień Kujawski	Lubień Kujawski	2		1	1
Janowiec Wielkopolski	Janowiec Wielko-			1	1
Kościelec	Pakość			1	1
Wielka Klonia	Gostycyn	1			1
Piehcin	Barcin	1			1
Polski Konopat	Świecie	1			1
Ryńsk	Wąbrzeźno			1	1
Włocławek	Włocławek	1		1	
Kęsowo	Kęsowo	1			1

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Miejscowość	Gmina	Skup zbóż	Skup roślin energetycznych	Skup rzepek	Przetwórstwo
Żnin	Żnin	1		1	
Szewno	Świekatowo	1	1		1
Wrocki	Golub-Dobrzyń	1			1
Rogowo (Żnin)	Rogowo (Żnin)	1		1	1
Nielub	Wąbrzeźno	1			1
Małe Pułkowo	Dębowa Łąka			1	1
Sypniewo	Więcbork	1			1
Radzicz	Sadki	1			1
Grochowalsk	Dobrzyń nad Wisłą	1			1
Iłowo	Sępólno Krajeńskie	1			1
Rypin	Rypin		1		
Kobylniki	Kruszwica			1	1
Pińsko	Szubin	1		1	1
Grudziądz	Grudziądz		1		
Jaksice	Inowrocław			1	
Aleksandrów Kujawski	Aleksandrów Kujawski	1		1	
Gostycyn	Gostycyn			1	
Chocień	Chocień	1		1	
Koneck	Koneck			1	
Mała Klonia	Gostycyn			1	1
Wtelno	Koronowo	1		1	
Szczepanki	Łasin			2	
Bożejewiczki	Żnin		1		
Sępólno Kraj.	Sępólno Krajeńskie	1	1	1	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z Agencji Rynku Rolnego

Podmioty skupujące zarówno zboża jak i rośliny energetyczne rozmieszczone są na terenie kujawsko – pomorskiego w miarę równomiernie, co stwarza w dalszej perspektywie czasu możliwości do organizacji np. sieci bezpośredniej dystrybucji produktów energetycznych przeznaczonych do spalania w systemach grzewczych. Przy czym nieco większa ich koncentracja widoczna jest na obszarach o lepszych walorach środowiskowych dla produkcji rolniczej (południowa, północno – zachodnia oraz północno – wschodnia część województwa) zaś wyraźny brak podmiotów skupujących zaznacza się w północnej części województwa (obszary chronionego krajobrazu) oraz w części wschodniej, na terenie powiatów: golubsko – dobrzyńskiego i lipnowskiego.



WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Uwarunkowania pozyskania biomasy z roślin energetycznych

RYS. 21



Legenda:

- granica województwa
- granice powiatów
- miasta powiatowe
- autostrada z węzłami
- drogi krajowe
- wody powierzchniowe
- lasy
- tereny rolne przydatne pod względem przyrodniczym do prowadzenia plantacji roślin energetycznych - jednocześnie tereny "konkurowania o przestrzeń" z innymi uprawami towarowymi
- tereny nieprzydatne ze względów przyrodniczych lub z powodu charakteru użytkowania dla rozwoju plantacji roślin energetycznych
- tereny deficytu wody dla rolnictwa - wyłączone z upraw roślin energetycznych
- wielkoobszarowe formy ochrony przyrody, gdzie istnieją ograniczenia upraw gatunków obcych (miskant, słazowiec)

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r., Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r. Analizy własne.



Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania
Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku



WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Uwarunkowania pozyskania biomasy
pochodzenia drzewnego i rolniczego

RYS. 22



Legenda:

- granica województwa
- granice powiatów
- miasta powiatowe
- autostrada z węzłami
- drogi krajowe
- wody powierzchniowe
- lasy
- tereny szczególnie predestynowane do pozyskania słomy na cele energetyczne
- obszary najbardziej intensywnego pozyskania drewna opałowego z Lasów Państwowych
- obszary, w których możliwe jest pozyskanie drewna z plantacji sadowniczych
- miasta, w których istnieją realne możliwości wykorzystania drewna z prac porządkowych wzdłuż dróg i w terenach zielonych

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r., Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r. Analizy własne.





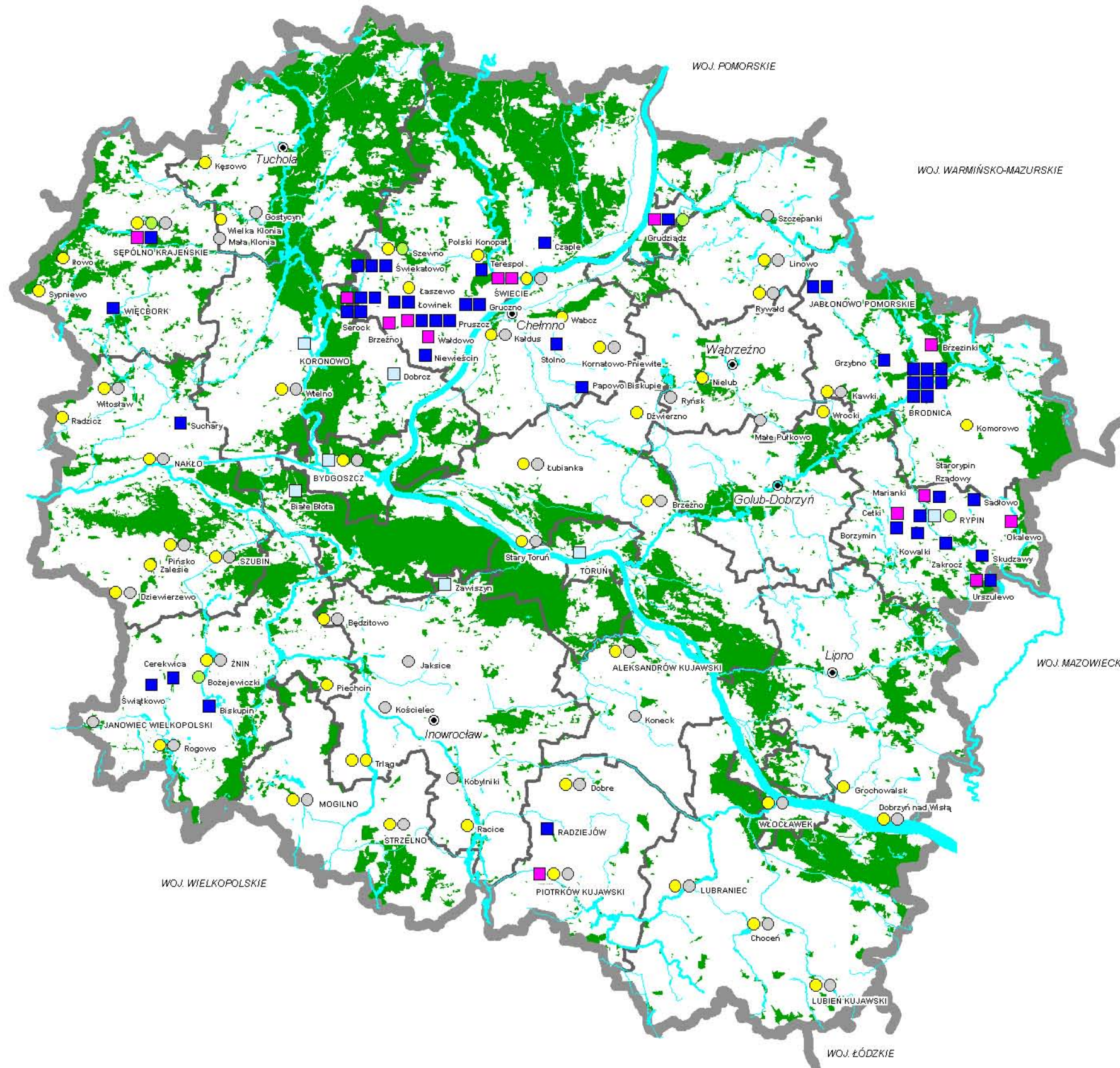
WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Stan rozwoju energetyki wykorzystującej biomasę oraz zaplecze instytucjonalne

RYS. 23



Legenda:

- granca województwa
- granice powiatów
- autostrada z węzłami
- drogi krajowe
- wody powierzchniowe
- lasy

NAKŁO miasta i miejscowości wiejskie z istniejącą lub planowaną infrastrukturą związaną z wykorzystaniem lub przetwórstwem biomasy na cele energetyczne

Nielub pozostałe miasta powiatowe

- istniejące systemy grzewcze wykorzystujące biomasę *)
- podmioty gospodarcze zajmujące się przetwórstwem biomasy do celów energetycznych *)
- skonkretyzowana deklaracja planowego podjęcia działalności w zakresie energetycznego wykorzystania biomasy *)

*) wg danych uzyskanych ze starostw powiatowych

- skup zbóż
- skup roślin energetycznych
- skup rzepaku (teoretyczna możliwość rozszerzenia działalności o skup zbóż lub roślin energetycznych)

Źródło: Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008 r., Ankieta dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009 r. Analizy własne.



4.6. Zasoby i źródła biogazu, możliwości i ograniczenia wykorzystywania biogazu, istniejące instalacje biogazowe w województwie

Biogaz jest to gaz pozyskany z biomasy, w szczególności z instalacji przeróbki odpadów zwierzęcych lub roślinnych, oczyszczalniach ścieków i składowisk odpadów.

Biogazownie to instalacje, które służą do celowej produkcji biogazu z biomasy roślinnej, odchodów zwierzęcych lub odpadów organicznych.

Można również traktować biogazownie jako miejsce utylizacji i bezpiecznego unieszkodliwiania odpadów. Metan jest gazem cieplarnianym i jako taki powinien być z tego względu spalany a nie emitowany do atmosfery.

Biogaz powstający w wyniku fermentacji beztlenowej składa się w głównej mierze z metanu (od 40% do 70%) i dwutlenku węgla (około 40-50%), ale zawiera także inne gazy, m. in. azot, siarkowodór, tlenek węgla, amoniak i tlen, jego wartość opałowa mieści się w zakresie 18-24MJ/m³. Do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej może być wykorzystywany biogaz zawierający powyżej 40% metanu.

Przepisy prawne z dziedziny ochrony środowiska w Unii Europejskiej oraz w Polsce kładą spory nacisk na prawidłową gospodarkę odpadami oraz energetykę odnawialną. Zobowiązania wynikające z realizacji Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010 oraz Programu ochrony środowiska z Planem gospodarki odpadami województwa kujawsko – pomorskiego 2010, oznaczają konieczność ograniczenia ilości odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska.

Biogaz powstaje w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne rozkładane są przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej zamienianej jest w biogaz. Zgodnie z przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej składowanie odpadów organicznych może odbywać się jedynie w sposób zabezpieczający przed niekontrolowanymi emisjami metanu. Gaz wysypiskowy musi być spalany w pochodni lub w instalacjach energetycznych, a odchody zwierzęce fermentowane.

4.6.1. Biogaz z odpadów organicznych na składowiskach odpadów

Odpady organiczne stanowią jeden z głównych składników odpadów komunalnych. Ulegają one naturalnemu procesowi biodegradacji, czyli rozkładowi na proste związki organiczne.

Odpady składowane na składowiskach są mieszaniną materiałów organicznych i nieorganicznych o różnej wilgotności. Jeżeli przyjmujemy, że w województwie żyje 2 066 136 mieszkańców i każdy z nich produkuje 250 kg odpadów rocznie, otrzymamy roczny przyrost masy odpadów komunalnych w wielkości około 516 tysięcy ton.

W warunkach optymalnych z jednej tony odpadów komunalnych może powstać około 400-500 m³ gazu wysypiskowego. Jednak w rzeczywistości nie wszystkie odpady organiczne ulegają pełnemu rozkładowi, a przebieg fermentacji zależy od szeregu czynników. Dlatego też przyjmuje się, że z jednej tony odpadów można pozyskać maksymalnie do 200 m³ gazu wysypiskowego.

Teoretycznie składowiska na terenie naszego województwa produkują rocznie około 67 mln m³ metanu. Przyjmując jak wyżej, zasoby realne do pozyskania na poziomie 30-45% wielkość teoretyczną **szacuje się na 31-47 mln m³ metanu rocznie**.

W 2007 roku na terenie naszego województwa działało zaledwie 6 instalacji do wykorzystania gazu wysypiskowego.

Wypuszczenie gazu wysypiskowego bezpośrednio do atmosfery, bez spalania w pochodni lub innego sposobu utylizacji, jest dziś w świetle obowiązujących umów międzynarodowych i przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej - niedopuszczalne.

Podstawowych wymogów technicznych nie spełnia 69 składowisk lub są zapełnione, co uniemożliwia ich dalsze funkcjonowanie i jeżeli do końca 2009r. nie dostosują swoich parametrów do obowiązujących przepisami szczególnymi wymogów będą musiały zostać zamknięte. 22 składowiska spełniają podstawowe wymogi techniczne (w tym jedno jest już zapełnione).

Na 20 funkcjonujących składowiskach wykonana została instalacja do odprowadzenia gazu składowiskowego.

Instalacje do odzysku biogazu znajdują się natomiast tylko na 6 składowiskach tj.: w Kompleksie Utylizacji Odpadów dla miasta Bydgoszczy, przy ul. Prądocińskiej w Bydgoszczy, byłym składowisku odpadów przy ul. Inwalidów w Bydgoszczy, na składowisku odpadów w Zakurzewie (gm. Grudziądz), na nieczynnym składowisku odpadów w Grudziądzu (dzielnica Rządź), na składowisku odpadów w Toruniu, w RZUOK „Rypin” w Puszczy Miejskiej oraz w RZUOK w Machnaczu (w tym 2 nieczynne i 4 funkcjonujące obecnie).

4.6.2. Biogaz z osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków

Teoretyczny potencjał dla wykorzystania biogazu z oczyszczalni ścieków do celów energetycznych jest bardzo wysoki. W województwie funkcjonują 142 komunalne oczyszczalnie ścieków (liczba ta wzrasta) oraz szereg oczyszczalni przemysłowych.

W średnich i dużych komunalnych oczyszczalniach ścieków w osadnikach wstępnych i wtórnych, powstają duże ilości osadu ze ścieków, co jest nieodłączną częścią procesu ich oczyszczania i wiąże się ze wszystkimi metodami oczyszczania, które wymagają przystosowania do dalszej utylizacji poprzez zmniejszenie jego objętości. Jednym z podstawowych procesów unieszkodliwiania nadmiernego osadu ściekowego jest jego biochemiczny rozkład, który następuje w tzw. wydzielonych komorach fermentacyjnych.

Osady ściekowe wykazują dużą zmienność składu chemicznego, zależą od właściwości ścieków, technologii oczyszczania i przeróbki osadów. Ilość osadów wydzielanych po oczyszczeniu ścieków komunalnych na współczesnych oczyszczalniach, zajmuje od 0,5% do 2% objętości wód ściekowych. Proces stabilizacji beztlenowej osadów w oczyszczalniach ścieków powoduje powstawanie biogazu jako produktu ubocznego. Należy zatem dążyć do powszechnego stosowania wydzielonych komór fermentacyjnych na oczyszczalniach ścieków.

Standardowo z 1m³ osadu (4-5% suchej masy) można uzyskać 10-20 m³ biogazu o zawartości ok. 60% metanu. Do bezpośredniej produkcji biogazu najlepiej dostosowane są oczyszczalnie biologiczne, które mają zastosowanie we wszystkich oczyszczalniach ścieków komunalnych oraz w części oczyszczalni przemysłowych. Ponieważ oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo wysokie zapotrzebowanie własne zarówno na energię cieplną

i elektryczną, energetyczne wykorzystanie biogazu z fermentacji osadów ściekowych może w istotny sposób poprawić rentowność tych usług komunalnych, uzyskiwany gaz może służyć do ogrzewania budynków technologicznych, podgrzewanie reaktorów biologicznych, komór fermentacyjnych w okresie zimowym (zapewnienie prawidłowej fermentacji wymaga temperatury 35 do 55⁰C, co w okresie zimowym wymaga podgrzewania osadu), czasem jest spalanych w formie pochodni. Ze względów ekonomicznych pozyskanie biogazu do celów energetycznych jest uzasadnione tylko na większych oczyszczalniach ścieków przyjmujących średnio ponad 8 000-10 000 m³/dobę.

Ze względu na relatywnie wysokie koszty inwestycyjne oraz inne możliwości utylizacji osadów ściekowych, w małych oraz w wielu średnich oczyszczalniach brak jest wydzielonych komór fermentacyjnych. Zebrane w procesie oczyszczania osady ściekowe są odprowadzane na poletki osadowe bądź wywożone z terenu oczyszczalni przez specjalne firmy zajmujące się ich utylizacją.

Zgodnie z kryterium ekonomicznym, tylko kilka oczyszczalni ścieków na terenie województwa kwalifikuje się do pozyskiwania biogazu, są to oczyszczalnie zlokalizowane w miejscowościach: Bydgoszcz (wszystkie 3 oczyszczalnie), Toruń, Włocławek, Brodnica, Grudziądz, Inowrocław i ewentualnie Ciechocinek. Pozostałe oczyszczalnie ścieków mają zdecydowanie mniejszą przepustowość i w ich przypadku możliwości pozyskiwania biogazu muszą być poprzedzone analizą ekonomiczną.

W literaturze brak jest szczegółowych danych oraz wskaźników pozwalających na oszacowanie potencjału teoretycznego oraz technicznego wytwarzania energii z biogazu produkowanego na terenie oczyszczalni ścieków. Szacuje się, że ze ścieków komunalnych można uzyskać do 600 m³ biogazu w przeliczeniu na 1 Mg suchej masy. Nie posiadając jednak danych o zawartości suchej masy w ściekach wskazany powyżej przelicznik jest bezużyteczny. W celu rzeczywistej oceny możliwości produkcyjnych biogazu na terenie oczyszczalni należałoby szczegółowo przeanalizować stosunek ilości produkowanego biogazu do średniej ilości oczyszczonych ścieków dla kilku takich obiektów, co dla naszego województwa jest niewykonalne z powodu braku takich instalacji.

Takie przeliczenia wykonane zostały w innych województwach (województwo śląskie) i określono, że dla najkorzystniejszych warunków na 1000 m³ wpływających do oczyszczalni ścieków w przeliczeniu na ścieki pochodzące wyłącznie z sektora komunalnego wytworzyć można 200 m³ biogazu. Jest to wskaźnik, który można wykorzystać przy wyliczeniu potencjału teoretycznego. Dla określenia potencjału technicznego należy rzeczywistą ilość oczyszczonych ścieków w oczyszczalniach, a więc ścieków komunalnych zmieszanych z wodami opadowymi, gruntowymi i ściekami przemysłowymi. Przyjęto wskaźnik na poziomie 80 m³ wytworzonego biogazu na 1000 m³ rzeczywiste wpływających do oczyszczalni ścieków.

Wyliczenia dla naszego województwa przyjęto biorąc pod uwagę rzeczywiste przepustowości wszystkich oczyszczalni ścieków, nawet tych najmniejszych, dla których w praktyce nigdy nie zostaną wybudowane biogazownie. Przyjmując najkorzystniejsze warunki i możliwość wytworzenia 200 m³ biogazu z 1000 m³ wpływających do wszystkich oczyszczalni ścieków, otrzymano potencjał teoretyczny w wysokości około 20 mln m³ rocznie biogazu. Potencjał ekonomiczny określony w podobny sposób wyniósł natomiast już tylko około 8 mln m³ biogazu rocznie.

4.6.3. Biogaz z odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych

Obeenie biomasa jest największym źródłem energii odnawialnej na świecie. Ogólnie ujmując, biomasę można określić jako substancję organiczną pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Do biomasy zaliczają się również uboczne produkty rolnicze z produkcji zwierzęcej, gospodarki komunalnej czy przetwórstwa rolno – spożywczego. Skojarzone systemy produkcji to najbardziej efektywny sposób wykorzystania surowców, w tym wszelkiego rodzaju nośników energii, jakim jest biomasa, która stanowi odnawialne źródło energii.

Powstające w gospodarstwach rolnych prowadzących produkcję zwierzęcą obornik i gnojowica ze względów ochrony środowiska powinny zostać przetworzone. Fermentacja beztlenowa w biogazowniach rolniczych, w wyniku której uzyskuje się nawóz rolniczy o korzystnych parametrach, znacznie lepszych od surowego obornika i gnojowicy, jest jedną z metod przetwarzania zarówno odchodów zwierzęcych jak i innych odpadów produkcji roślinnej. Dodatkowo w wyniku tego procesu fermentacyjnego powstaje biogaz o korzystnych właściwościach energetycznych.

Możliwości produkcji biogazu z odchodów zwierzęcych są teoretycznie dość duże; najwięcej można go uzyskać z fermentacji gnojowicy trzody chlewnej i drobiu, nawet do $0,7 \text{ m}^3/\text{kg}$ suchej masy.

Zawartość metanu w biogazie rolniczym zależy w głównej mierze od rodzaju zastosowanych odchodów zwierzęcych. Najwyższą zawartość posiada gnojowica trzody, w przedziale od 70 do 80%, nieco mniej pomiot drobiu od 60 do 80%, a najmniej gnojowica bydła od 55 do 60%. Do obliczeń należy przyjąć średnią zawartość metanu w biogazie rolniczym na poziomie 65%.

Potencjał biogazu z odchodów zwierzęcych w Polsce wynosi 3310 mln m^3 , jednak w praktyce instalacje do pozyskania biogazu mają szansę powstać tylko w dużych gospodarstwach hodowlanych. Budowa instalacji do pozyskiwania biogazu o średniej kaloryczności $23 \text{ MJ}/\text{m}^3$ jest technicznie i ekonomicznie uzasadniona w nowoczesnych gospodarstwach wielkotowarowych (powyżej 100 SD), w których zamiast obornika uzyskuje się gnojowicę. Nawet w średnich gospodarstwach (5 do 50 SD) budowa urządzeń do pozyskiwania biogazu z obornika, czy gnojowicy jest nieopłacalna. Nakłady inwestycyjne są duże, a należy bezwzględnie przestrzegać utrzymania stałej temperatury masy fermentacyjnej na poziomie $25\text{-}35^\circ\text{C}$, stąd konieczność podgrzewu zimą, instalacja powinna być kwasoodporna, ponieważ zarówno gnojowica, jak i biogaz zawierają znaczne ilości siarkowodoru oraz innych agresywnych związków.

Do dalszych obliczeń przyjęto, że z 1 m^3 płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m^3 biogazu, a z 1 m^3 obornika – ok. 30 m^3 biogazu, o wartości energetycznej około $6,5 \text{ kWh}/\text{m}^3$, tj. około $23,4 \text{ MJ}/\text{m}^3$.

Jako potencjał teoretyczny przyjęto ilość energii uzyskaną w sytuacji, w której zbierane są odchody od całej populacji hodowli zwierzęcej. W celu określenia potencjału teoretycznego przyjęto ilości zwierząt na podstawie danych GUS (wyniki Powszechnego Spisu Rolnego 2002). Na podstawie danych pogłowia zwierząt w 2002 roku obliczono teoretyczne ilości DJP (dużych jednostek przeliczeniowych), powierzchnie płyt obornikowych i zbiorników na gnojowicę i gnojówkę (zestawienia tabelaryczne z podziałem na powiaty i gminy), a w dalszej kolejności możliwe do pozyskania ilości biogazu. Powierzchnie płyt obornikowych i pojemności zbiorników na gnojówkę i gnojowicę obliczono zgodnie z rozpo-

rzządzeniem Rady Ministrów w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich z dnia 18 stycznia 2005r. (Dz. U. Nr 17 poz. 142)

Teoretyczna ilość gazu możliwa do pozyskania z gnojówki i gnojowicy wynosi około 156 mln m³ biogazu rocznie, a z obornika około 187 mln m³ biogazu rocznie.

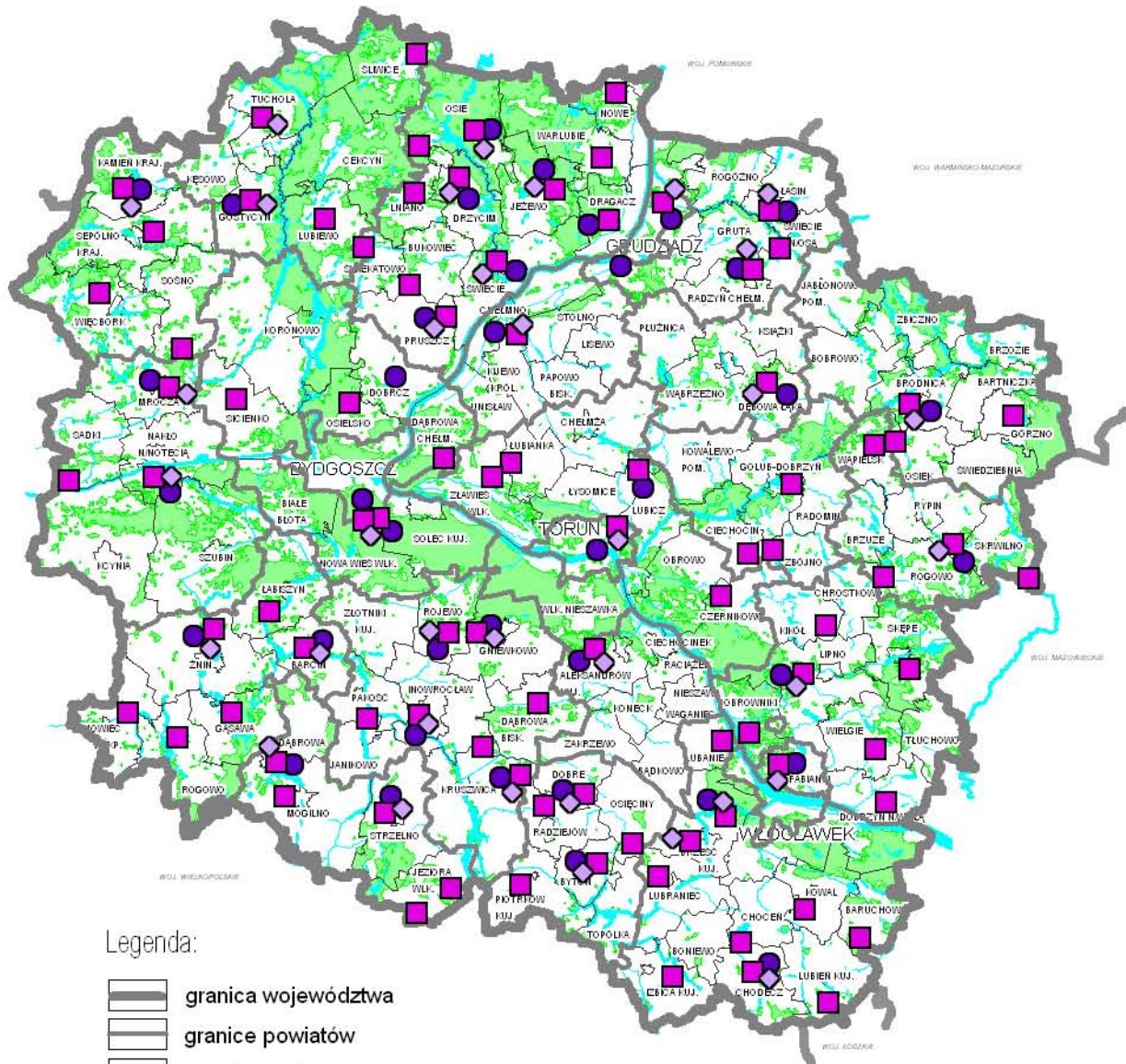


WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Składowiska odpadów

RYS. 24



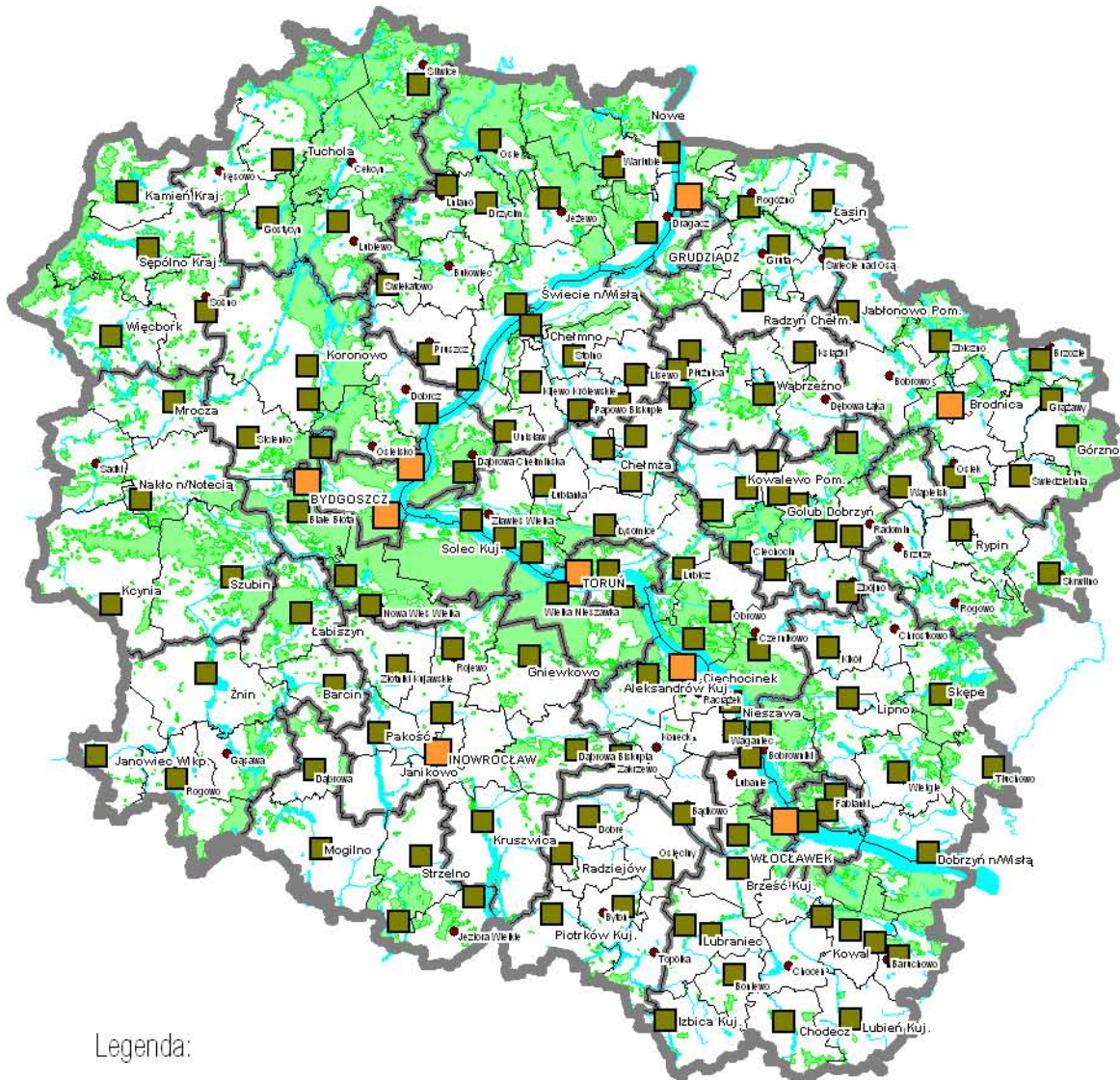
Legenda:

- granica województwa
- granice powiatów
- granice gmin
- wody powierzchniowe
- lasy









- składowiska odpadów komunalnych
- instalacje do odzysku biogazu na składowiskach odpadów
- instalacje gazu składowiskowego

Źródło: dane WIOŚ 2007r.





Legenda:

-  granica województwa
-  granice powiatów
-  granice gmin
-  wsie gminne
-  lasy
-  wody
-  oczyszczalnie kwalifikujące się do pozyskiwania biogazu ze względów ekonomicznych
-  pozostałe oczyszczalnie ścieków

Źródło: dane WIOŚ 2007r.



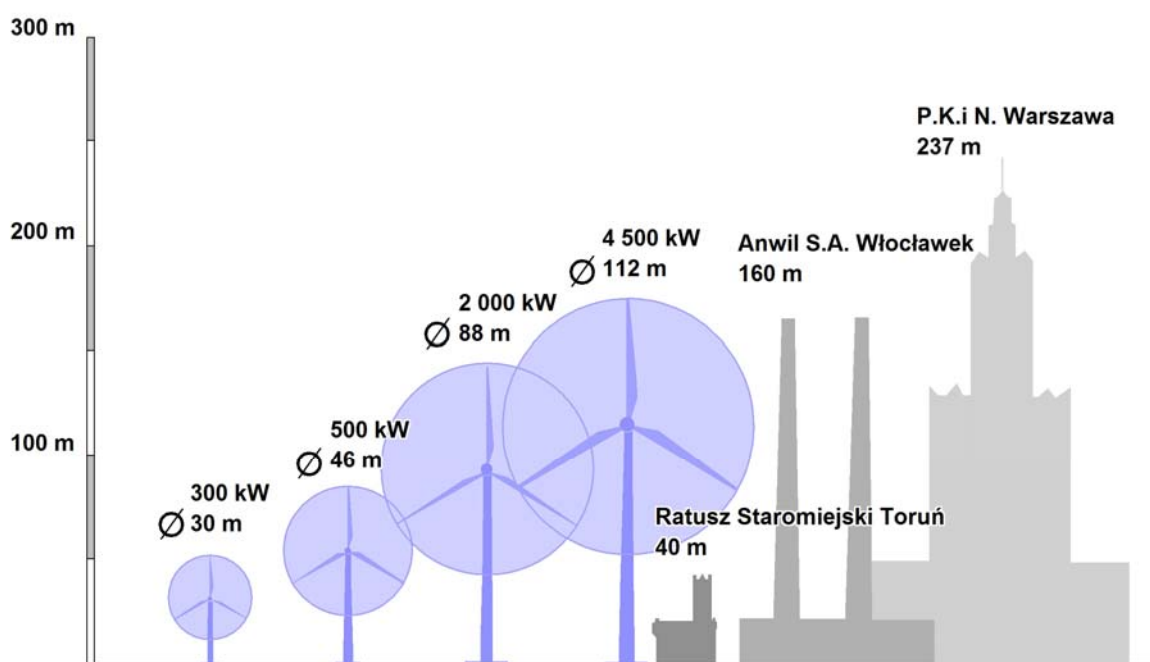
5. OBSZARY OGRANICZENIA ROZWOJU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE KUJAWSKO-POMORSKIM

5.1. Ograniczenia przestrzenno-środowiskowe

Do podstawowych barier rozwoju odnawialnych źródeł energii zaliczyć można bariery przestrzenne oraz związane z nimi bariery środowiskowe. W pierwszej kolejności dotyczy to energetyki wiatrowej, która w sposób widoczny i trwały ingeruje w struktury przestrzenne terenu województwa (w przyszłości ten sam rodzaj barier może wystąpić w przypadku rozwoju energetyki zawodowej opartej na biogazie). Bariery oraz związane z nimi konflikty wynikają z ochrony przyrody oraz z konkurencji w stosunku do innych form użytkowania przestrzeni. Obszarową ochroną przyrody i środowiska w województwie kujawsko-pomorskim objęte jest ok. 30 % jego powierzchni. Wiele najcenniejszych terenów w województwie zostało objętych więcej niż jedną formą ochrony. Zgodnie z obowiązującym prawem z inwestowania polegającego na budowie elektrowni wiatrowych wyłączone są tereny obszarów Natura 2000, rezerwatów przyrody oraz parków krajobrazowych a także obszarów chronionego krajobrazu (OChK). Jednak w przypadku obszarów chronionego krajobrazu dotychczas zezwalano na budowę tego typu obiektów. Wynikało to z interpretacji ustawy o gospodarce nieruchomościami oraz rozporządzeń wojewodów odnośnie obszarów chronionego krajobrazu. Rozporządzenie zakazuje lokalizacji inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko, a za takie uznawane są elektrownie wiatrowe. Wobec powyższego nie mogłyby być lokalizowane w OChK. Z drugiej strony jednak przepis ten nie dotyczy inwestycji uznanych w ustawie o gospodarce nieruchomościami za inwestycje celu publicznego, a tak do tej pory były interpretowane elektrownie wiatrowe. Dlatego też w województwie powstało kilka elektrowni wiatrowych w obszarach chronionego krajobrazu, np. w gminie Raciążek. Postuluje się jednak, iż wszystkie obszary, które podlegają ochronie na podstawie ustawy o ochronie przyrody, w tym również OChK powinny być wyłączone z możliwości inwestycji w postaci lokalizacji elektrowni wiatrowych. Taką też zasadę przyjęto w niniejszym opracowaniu przy obliczaniu potencjału energetycznego województwa.

Ograniczenie wynikające z konkurencji o przestrzeń odnosi się do obszarów przeznaczonych na inne niż energetyka wiatrowa potrzeby rozwojowe województwa, np. mieszkalnictwo, turystyka, infrastruktura, uzdrowiska, zalesianie, rolnictwo i inne. Należy pamiętać, że lokalizacja elektrowni wiatrowej w danym miejscu nie wpływa tylko na obszar bezpośredniego jej posadowienia czy nawet najbliższego otoczenia, ale ma wpływ na znacznie większy obszar, np. elektrownia wiatrowa o wysokości 100 m oddziałuje w istotny sposób na krajobraz nawet z odległości ok. 3 km. Najnowsze technologie pozwalają na instalowanie coraz większych elektrowni wiatrowych; o mocy 3 MW i wysokości 180 m. Ma to bardzo duże znaczenie dla wspomnianej już wcześniej zabudowy mieszkaniowej – obecnie stosuje się strefę ochronną od budynków mieszkalnych 500 m. Jednak najnowsze badania wskazują, iż odległość 400-800 m od dużych elektrowni wiatrowych nie zapewnia bezpieczeństwa, wręcz przeciwnie uznaje się, iż nawet w takiej odległości wpływ hałasu na

zdrowie ludzi nie ulega widocznemu zmniejszeniu. Niekorzystny wpływ hałasu może występować również przy odległościach rzędu 900-1600 m. Oddziaływanie elektrowni wiatrowych ma oczywiście wpływ nie tylko na zabudowę mieszkaniową (ludność) ale na wiele innych aspektów, jak choćby infrastruktura (sieci, drogi, koleje, lotniska, itp.). Strefy ochronne od sieci i urządzeń są zależne od ich rodzaju i wielkości. Konieczność zachowania odległości bezpiecznych jest jednak bezdyskusyjna i uznaje się, iż nie może być ona mniejsza niż 3 długości średnicy łopat elektrowni wiatrowej. Pod zainwestowanie polegające na lokalizacji elektrowni wiatrowych można przeznaczyć jedynie tereny „otwarte” (przyjmując pewną generalizację pojęcia), tj. głównie tereny użytków rolnych z wyjątkiem tych, będących gruntami rolnymi zabudowanymi, gruntami pod stawami i rowami. Elektrownie wiatrowe nie kolidują z wykorzystaniem rolniczym obszaru, ponieważ same siłownie zajmują powierzchnię ok. 600 m². Natomiast teren pomiędzy poszczególnymi elektrowniami stanowiącymi część farmy wiatrowej może być wykorzystywany rolniczo. Niemniej jednak „dziela” one zwarte obszary dobrych pod względem bonitacyjnym gleb i w nieznaczny sposób ograniczają ich zasoby. Dlatego wskazane byłoby, aby zwarte obszary najlepszych gleb w województwie również wykluczyć z możliwości lokalizowania elektrowni wiatrowych. Podobnie obszar aglomeracji bydgosko-toruńskiej będący strategicznym elementem struktury osadniczej należy wykluczyć z możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych, umożliwiając w ten sposób rozwój innych funkcji, pożądanym z punktu widzenia prawidłowego rozwoju społeczno-gospodarczego województwa.



Rys. 26 Elektrownie wiatrowe jako dominanta przestrzenna

Obszar województwa kujawsko-pomorskiego znajduje się w obrębie ważnego dla funkcjonowania środowiska elementu sieci systemu ekologicznego o znaczeniu krajowym i europejskim, w tym koncepcji sieci ekologicznej ECONET – POLSKA. Równoleżnikowo, przez centralną część województwa przebiega korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, który obejmuje Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką. Stanowi on łącznik pomiędzy obszarami węzłowymi w środkowej i zachodniej części Polski. Jednocześnie

korytarz ten stanowi najważniejszy łącznik ekologiczny pomiędzy Europą Wschodnią i Zachodnią. Ponadto rzeka Wisła na kierunku północnym stanowi fragment korytarza ekologicznego o znaczeniu międzynarodowym łączącego Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką z Morzem Bałtyckim.

Na terenie województwa występują następujące formy ochrony przyrody:

95 rezerwatów przyrody, które zajmują powierzchnię 17 555,8 ha, co stanowi około 1% powierzchni województwa. W tych rejonach występuje ekstensywna gospodarka rolna i leśna, co służy ochronie przyrody, a czasami nawet jej sprzyja (np. wykaszanie łąk, wypas owiec).

9 parków krajobrazowych zajmujących łącznie powierzchnię 232 762,94 ha, co stanowi około 1% ogólnej powierzchni regionu. Parki krajobrazowe na obszarze województwa są rozmieszczone nierównomiernie. W północnej części województwa znajduje się aż 7 parków, natomiast w południowej części tylko dwa.

30 obszarów chronionego krajobrazu, gdzie ochroną objęto 335 116,0 ha, co stanowi 18,7% powierzchni województwa kujawsko-pomorskiego. Obszary chronionego krajobrazu, podobnie jak parki krajobrazowe, również są rozmieszczone nierównomiernie na obszarze regionu. Najwięcej tego typu form znajduje się w dolinach rzecznych: Wisły, Brdy, Drwęcy i Osy oraz na terenie Borów Tucholskich. Gospodarowanie na tych terenach podlega ograniczeniom. Chroni się tutaj zarówno przyrodnicze, jak i kulturowe elementy krajobrazu.

1832 użytki ekologiczne zajmujące powierzchnię 4 970,5 ha, co stanowi 0,28% powierzchni województwa. Największe powierzchnie użytki ekologiczne zajmują w gminach: Sępólno Krajeńskie (428,9 ha), Warlubie (322 ha), Cekcyn (317,9 ha), Koronowo (265,2 ha), Więcbork (231,4 ha) i Sośno (218,6 ha). Są to głównie obiekty położone na terenach leśnych, pozostających w zarządzie Lasów Państwowych.

12 zespołów przyrodniczo-krajobrazowych: występujące na terenie gmin: Cekcyn, Gruta, Jeżewo, Lniano, Osie, Sępólno Krajeńskie, Warlubie, Więcbork, Wielgie i Rogowo (powiat żniński).

1 obszar funkcjonalny „Zielone Płuca Polski” obejmujący 33 gminy z północno-wschodniej części województwa o łącznej powierzchni 344 090 ha, co stanowi 19,1% powierzchni województwa.

Reasumując, w układzie administracyjnym największy odsetek powierzchni objętej ochroną krajowego systemu obszarów chronionych występuje w powiecie: sępoleńskim (66,0%), tucholskim (56,5%), brodnickim (52,5%) i świeckim (48,2%), natomiast najmniej powierzchni chronionych występuje w powiecie: nakielskim (6,1%), żnińskim (10,4%), inowrocławskim (10,5%) i radziejowskim (12,5%)

Obszary europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000 na terenie województwa kujawsko-pomorskiego obejmują zarówno Specjalne Obszary Ochrony wytypowane dla ochrony siedlisk i gatunków na podstawie Dyrektywy Siedliskowej oraz Obszary Specjalnej Ochrony wytypowane jako istotne miejsca lęgowe dla gatunków ptaków z mocy Dyrektywy Ptasiej i jako ważne miejsca przystankowe na szlakach wędrówek ptaków migrujących. Na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego wyznaczono dotychczas 6 obszarów Natura 2000 w oparciu o kryteria zawarte w tzw. Dyrektywie Ptasiej jako obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000. Natomiast 31 sierpnia 2007 r. Rada Ministrów RP zgło-

siła do Komisji Europejskiej 19 specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Również pozarządowe organizacje ekologicznie zgłosiły postulaty uzupełnienia sieci specjalnych obszarów ochrony siedlisk.

Istniejące i projektowane obszary sieci Natura 2000 rozmieszczone są nieregularnie na obszarze całego regionu. Największe powierzchnie zajmują obszary w dolinie Wisły. Większość obszarów Natura 2000 znajduje się na terenach już chronionych jako parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu.

Ważnym ograniczeniem rozwoju energetyki wiatrowej jest występowanie szlaków przelotów ptaków i potencjalna ich śmiertelność. Przez województwo kujawsko-pomorskie przebiegają jedne z najważniejszych w Europie korytarzy migracyjnych ptaków. Są to korytarze wzdłuż głównych dolin rzecznych: szlak Doliny Noteci, szlak Doliny Drwęcy oraz szlak Doliny Wisły. Ponadto na terenie województwa znajduje się szereg jezior i mokradeł stanowiących miejsca zerowania ptactwa podczas wędrówek oraz miejsca lęgowe. Lokalizacja elektrowni wiatrowych w korytarzach migracyjnych ptaków oraz w obszarach lęgowych jest niemożliwa, ponieważ stwarza zagrożenie dla migrującej tymi szlakami awifauny. Ponadto ostatnie badania wykazują istotny wpływ elektrowni wiatrowych na nietoperze, które zostają zwabiane przez pracujące elektrownie. Ten problem nie jest jednak do końca zbadany. Niemniej na terenie województwa znajdują się ważne stanowiska bytowania nietoperzy, m.in. objęte ochroną Natura 2000 Forty w Toruniu. Do najważniejszych obszarów bytowania ptactwa na terenie województwa kujawsko-pomorskiego należą:

- Jezioro Rakutowskie na terenie gmin: Baruchowo i Kowal.
- Bagienna Dolina Drwęcy na terenie gmin: Brodnica, Brzozie i Bartniczka.
- Dolina Dolnej Wisły na terenie gmin: Ciechocinek, Nieszawa, Aleksandrów Kujawski - gmina wiejska, Raciążek, Waganiec, Dąbrowa Chełmińska, Dobrcz, Osielesko, Solec Kujawski, Chełmno - gmina wiejska, Unisław, Miasto Grudziądz, Grudziądz - gmina miejska, Bobrowniki, Dragacz, Nowe, Pruszcz, Świecie, Czernikowo, Lubicz, Obrowo, Wielka Nieszawka, Zławieś Wielka, Fabianki, Lubanie, Miasto Bydgoszcz, Miasto Toruń i Miasto Włocławek.
- Jezioro Gopło na terenie gmin: Kruszwica, Jeziora Wielkie i Piotrków Kujawski.
- Żwirownia Skoki na terenie gminy Włocławek - gmina wiejska.
- Dolina Środkowej Noteci i Kanału Bydgoskiego na terenie gmin: Białe Błota, Sicienka, Kcynia, Nakło nad Notecią, Sadki, Szubin i Miasto Bydgoszcz.

Bogate zasoby środowiska przyrodniczego województwa, szczególnie obszary występowania rzadkich gatunków ptaków wskazują na potrzebę ich szczególnej ochrony. Dlatego też zaleca się, aby największe doliny rzeczne w województwie (Wisła, Noteć, Drwęca, Brda, Osa) objąć dodatkowo strefą ochronną ok. 20 km, tj. ok. 10 km licząc od osi rzeki.

Równie ważną barierą rozwoju energetyki wiatrowej są zagadnienia krajobrazowo-kulturowe. Elektrownie wiatrowe stanowią niewątpliwie dominantę w przestrzeni, niekoniernie pozytywną; są to obiekty które mogą w sposób dysharmonijny zmienić kompozycję krajobrazową. Dlatego też narastają konflikty społeczne pomiędzy chęcią zysku a prawidłowym kształtowaniem przestrzeni. Dotyczy to nie tylko lokalizowania elektrowni wiatrowych w sąsiedztwie obszarów cennych przyrodniczo, ale również w sąsiedztwie obszarów o wysokich walorach kulturowych. Skupiają one zarówno obiekty i zespoły obiektów objęte ochroną prawną jak również dobra kultury wpisane do ewidencji zabyt-

ków oraz dobra kultury współczesnej. Wśród nich znajdują się wpisane do rejestru zabytków: 2 783 obiekty i zespoły obiektów zabytków architektury i budownictwa, zabytkowe założenia zieleni i cmentarzy, 168 faktów osadniczo-kulturowych, jak również 3 pomniki historii: Stare i Nowe Miasto Toruń, Rezerwat archeologiczny w Biskupinie gm. Gąsawa oraz Stare Miasto Chełmno, jeden obiekt wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO jest to Stare i Nowe Miasto Toruń oraz 2 parki kulturowe: Park Kulturowy Wietrzychowice (Wietrzychowice – Gaj) gm. Izbica Kujawska oraz Park Kulturowy Kalwaria Pakoska (Pakość i Rybitwy) gm. Pakość. Ponadto do ewidencji zabytków prowadzonej przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Toruniu, z terenu województwa kujawsko-pomorskiego wpisanych jest 28 378 obiektów architektury i budownictwa, parków, cmentarzy i obiektów małej architektury oraz 45 732 stanowiska archeologiczne. Cenne są również zachowane historyczne układy urbanistyczne i ruralistyczne. Wszystkie one mają istotne znaczenie dla zachowania tożsamości kulturowej naszego regionu i wymagają właściwego wyeksponowania co wiąże się z ograniczeniami odnośnie sposobu zagospodarowania w strefie ich ekspozycji, w wyznaczonych strefach ochrony konserwatorskiej oraz z zachowaniem niezakłóconych zależności funkcjonalno-przestrzennych, kompozycyjnych i krajobrazowych w ich obrębie.

Na rysunku pt. „*Ograniczenia rozwoju energetyki wiatrowej na terenie województwa kujawsko-pomorskiego - zagadnienia przyrodniczo-kulturowe*” w skali 1:200 000, pokazano min. najcenniejsze obszary o wartościach kulturowych (wg dokumentacji „Opracowanie regionalne ochrona zabytkowego krajobrazu kulturowego województwa kujawsko-pomorskiego” 2001 r.). Obszary te postuluje się wyłączyć z możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Każdorazowo lokalizacja elektrowni wiatrowych powinna być poprzedzona sporządzeniem „*Studium architektoniczno-krajobrazowego*”, które winno zawierać m.in. następujące elementy (wg „Ocena ryzyka środowiskowego przy realizacji inwestycji w energetyce wiatrowej” PIGEO): określenie charakteru krajobrazu na danym terenie i występujących na nim typów krajobrazów; określenie znaczących cech krajobrazowych, na które może oddziaływać realizacja projektu; określenie kluczowych punktów widokowych oraz obserwatorów, na których może mieć wpływ widok inwestycji; wizualizacja fotograficzna projektowanej inwestycji wkomponowanej w panoramy krajobrazowe z dostępnych punktów i ciągów widokowych; oszacowanie wpływu farmy wiatrowej na zasoby krajobrazowe, ich charakter oraz wizualność oraz określenie ich znaczenia. Optymalnym rozwiązaniem byłoby przed wyznaczeniem obszarów do lokalizacji elektrowni wiatrowych przeprowadzenie „*Analizy krajobrazu kulturowo-przyrodniczego*” ze szczególnym uwzględnieniem aspektów środowiska kulturowego i możliwości wprowadzenia odnawialnych źródeł energii oraz wykonanie dla przyjętych lokalizacji i określonych parametrów technicznych elektrowni wiatrowych „*Studium oddziaływania inwestycji na krajobraz kulturowo-przyrodniczy*” zawierających dogłębne analizy krajobrazu kulturowo-przyrodniczego dające gwarancję zapewnienia obiektom, terenom i obszarom o wartościach kulturowych ich zachowanie w historycznym kształcie z utrzymaniem właściwej ekspozycji, niezakłóconej nowymi elementami, jakimi są elektrownie wiatrowe oraz z zachowaniem zależności funkcjonalno-przestrzennych, kompozycyjnych i krajobrazowych w obrębie tychże obiektów, terenów i obszarów a także pomiędzy nimi.

Posiadanie takiej wiedzy pozwoliłoby na prowadzenie prawidłowego kształtowania krajobrazu województwa. Obecnie w wyniku niekontrolowanej lokalizacji znacznej ilości elektrowni wiatrowych dochodzi do dewastacji niepowtarzalnego krajobrazu Pomorza i Kujaw, a to w konsekwencji może prowadzić do obniżenia walorów turystycznych regionu.

5.2. Ograniczenia infrastrukturalne

Dostępność do sieci rozumiana jako możliwość przyłączenia nowych źródeł energii do sieci elektroenergetycznej jest bardzo ważnym uwarunkowaniem rozwoju energetyki opartej na OZE. Dostępność tę zapewnia w pierwszej kolejności Krajowa Sieć Przesyłowa (KSP), która przesyła energię z centrów jej wytwarzania do węzłów NN/110 KV, skąd jest odbierana przez operatorów sieci dystrybucyjnej (w województwie kujawsko-pomorskim jest to Energa S.A. i Enea S.A.) i dostarczana do odbiorców końcowych na różnych poziomach napięć. Zgodnie z zapisami Prawa Energetycznego operator musi wydać warunki przyłączenia obiektu (np. farmy wiatrowej) do sieci elektroenergetycznej o ile istnieją techniczne i ekonomiczne możliwości przyłączenia obiektu do sieci. Niestety zarówno na terenie województwa kujawsko-pomorskiego jak i na terenie całego kraju występują poważne problemy w możliwościach przyłączania do sieci nowych instalacji. Dotyczy to przede wszystkim elektrowni wiatrowych. Wnioskowane do przyłączenia moce farm wiatrowych (lub poszczególnych elektrowni wiatrowych) znacznie przekraczają możliwości techniczne ich odbioru przez istniejące sieci elektroenergetyczne. Dlatego też Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. zakładają znaczny rozwój sieci na terenie całego kraju. Jak wynika z „Planu działań PSE OPERATOR S.A.„, na obszarze województwa planowane są inwestycje, których celem jest:

- zmiana strukturalna układu zasilania województwa polegająca na przebudowie istniejących linii 220 kV na linie pracujące na napięciu 400 kV oraz budowa nowych linii 400 kV. Nowe linie 400 kV umożliwią zasilanie województwa z południa oraz z północy,
- zwiększenie zdolności przesyłowej z południa na północ i z zachodu na wschód województwa, w tym zwiększenie zdolności przesyłowych do innych województw.

Należy zaznaczyć, że ilość wydanych już warunków przyłączenia powoduje, że mimo zakładanego rozwoju sieci elektroenergetycznych na terenie województwa duża ilość wniosków składanych obecnie do operatorów o przyłączenie planowanych farm wiatrowych do sieci otrzymuje i nadal będzie otrzymywać odmowy. Wynika to z braku technicznych możliwości przyłączenia farm wiatrowych do sieci elektroenergetycznej.

5.3. Ograniczenia systemowe

Dotychczas nie zostały wprowadzone do obowiązujących uregulowań ustawowych stabilne mechanizmy wsparcia dla odnawialnych źródeł energii wymienione w przyjętej w 2000 roku „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej”, w „Polityce energetycznej Polski do 2025 roku”, w „II polityce ekologicznej Państwa” oraz „Strategii zrównoważonego rozwoju Polski do 2025 roku”.

Obowiązujące rozwiązania prawne i finansowe Państwa, będące efektem podpisanych zobowiązań w stosunku do Unii Europejskiej ukierunkowane są na wsparcie przedsięwzięć, których celem jest produkcja energii elektrycznej przy udziale źródeł odnawialnych. W efekcie pomoc finansowa przeważnie trafia do dużych przedsiębiorstw energetycznych, kosztem rozwiązań lokalnych (rozproszonych), z których można się spodziewać większych korzyści ekologicznych i gospodarczo-społecznych.

Niezbędne są też zmiany w ustawach Prawo energetyczne, Prawo ochrony środowiska oraz Ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym uwzględniające lokalne zasoby odnawialnych źródeł energii. W chwili obecnej nie ma obowiązku uwzględniania w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy problematyki związanej z zagospodarowaniem lokalnych zasobów OZE. Zmiany w ustawach pozwoliłyby na uporządkowanie procesu lokalizowania inwestycji OZE, zmniejszenie zakresu konfliktów środowiskowych związanych z rozwojem energetyki odnawialnej oraz na lepsze planowanie rozwoju sieci elektroenergetycznych.

5.4. Ograniczenia ekonomiczne

Przy inwestycji wykorzystującej energię ze źródeł odnawialnych brany jest pod uwagę przede wszystkim rachunek ekonomiczny, nieuwzględniający kosztów środowiskowych, zdrowotnych, itp. Koszty te, odmiennie jak w wielu krajach Unii Europejskiej, nie są kompensowane systemami wsparcia dla odbiorców końcowych np. w postaci dopłat do kosztów zakupu energii, co powoduje że energia ze źródeł odnawialnych jest na ogół droższa od konwencjonalnej.

Przedsięwzięcia z zakresu energii odnawialnej cechuje na ogół duży udział nakładów kapitałowych (inwestycyjnych), koniecznych do poniesienia na początkowym etapie działalności w łącznych kosztach przedsięwzięcia, przy długim okresie zwrotu poniesionych nakładów. Powoduje to konieczność zaciągania kredytów inwestycyjnych o stosunkowo wysokim stopniu ryzyka, podnoszących koszty tych przedsięwzięć. Wysokie koszty kredytów wynikają m.in. z nieprzejrzystego systemu certyfikacji, który ogranicza funkcjonowanie zdrowych mechanizmów rynkowych oraz utrudnia przewidywalność długofalowych inwestycji w OZE.

5.5. Poszczególne rodzaje odnawialnych źródeł energii z punktu widzenia podstawowych ograniczeń i barier rozwoju

Hydroenergetyka:

- skomplikowana sytuacja własnościowa obiektów wodnych, mogących służyć rozwojowi małej energetyki wodnej,
- zbyt duże koszty inwestycyjne w przypadku budowy od podstaw stopnia wodnego. Niezbędne jest zidentyfikowanie i właściwe zarządzanie istniejącymi obiektami wodnymi oraz wpisywanie inwestycji energetycznych w działania inwestycyjne służące bezpieczeństwu przeciwpowodziowemu,
- duży opór lobby ekologicznego (problemy na etapie konsultacji społecznych lub nawet rozpoczęcia robót budowlanych),

- nadmierne eksponowanie aspektów ochrony środowiska w stosunku do problematyki gospodarczej – zaburzenie zrównoważonego rozwoju,
- ograniczone zasoby hydroenergetyczne.

Energetyka wiatrowa

- zły stan i niewystarczający rozwój linii elektroenergetycznych, co powoduje, że przyłączenie do sieci nowych źródeł wytwórczych jest często niemożliwe technicznie,
- lokalizacje w obszarach cennych przyrodniczo, dysharmonia krajobrazu kulturowego. Niezbędne jest wypracowanie oficjalnych, obiektywnych, transparentnych i kompromisowych zasad sporządzania i oceniania raportów oddziaływania na środowisko farm wiatrowych,
- rosnące opory społeczne w stosunku do lokalizowania elektrowni wiatrowych. Elektrownie wiatrowe postrzegane są jako element uciążliwy ze względu na hałas jaki emitują i migotanie cienia. Niezadowolenie ludności pojawia się szczególnie w sytuacjach, gdy wykorzystywane są wyeksploatowane jednostki wytwórcze, które powinny być jak najszybciej zlikwidowane. W Polsce montuje się wciąż jeszcze wiele siłowni starych, sprowadzonych z Europy Zachodniej. Są to urządzenia zawodne o małej sprawności i bardzo szkodliwym oddziaływaniu na otoczenie,
- zajętość przestrzeni (wykluczenie pewnych form użytkowania terenu wokół elektrowni wiatrowych).

Energetyka solarna

- brak prostego systemu wsparcia małych indywidualnych inwestycji w instalacje kolektorów,
- nikłe zainteresowanie samorządów lokalnych i brak rozeznania co do możliwości wsparcia rozwoju energetyki solarnej,
- brak określonej strategii państwa wykorzystania fotowoltaiki w budownictwie,
- brak świadomości społecznej odnośnie korzyści ekonomicznych i środowiskowych zastosowania energetyki solarnej.

Energetyka geotermalna

- stosunkowo mało zbadany teren województwa kujawsko-pomorskiego,
- wysoka mineralizacja wód,
- konieczność ograniczenia eksploatacji wysokotemperaturowych źródeł geotermalnych do rejonów dużych miast oraz do miast posiadających infrastrukturę, w tym sieć ciepłowniczą z licznymi odbiorcami,
- wysokie koszty wykonania odwiertów przy dużym stopniu ryzyka, co do zakładanych wstępnie parametrów (temperatura, stopień mineralizacji itp.).

Biomasa

- duże zróżnicowanie surowców energetycznych określanych umownie jako „biomasa” powoduje konieczność indywidualnej oceny ich przydatności dla celów energetycznych – uwzględniając łatwość pozyskania, możliwość zapewnienia trwałości zapotrzebowania oraz niezbędny stopień jej przygotowania do ostatecznego wykorzystania, jako stosunkowo w najwyższym stopniu przydatne wskazać należy słomę oraz rośliny

ny energetyczne, natomiast najniżej należy ocenić przydatność: biomasy pochodzącej z prac porządkowych w zieleni przydrożnej, parkowej, drewna opałowego, odpadów ze zrębów, drewna rozbiórkowego i drewna z recyklingu; pomimo pozornie bardzo szerokiego zakresu surowców określanych jako biomasa, tylko nieliczne mogą być wykorzystane do stworzenia systemów energetycznych trwale funkcjonujących w oparciu wyłącznie o te surowce – w praktyce szereg aspektów biomasy należy w ogóle wyłączyć z rozważań dotyczących możliwości rzeczywistego rozwoju efektywnych systemów energetycznych, gdyż tylko niektóre z szerokiej grupy surowców określanych jako biomasa, mogą być pozyskiwane na danym obszarze w sposób ciągły i zapewniający zachowywanie porównywalnych parametrów surowca – a jest to warunkiem sine qua non funkcjonowania systemów energetycznych opartych na biomasie,

- energetyczne wykorzystanie biomasy polega przede wszystkim (prawie wyłącznie) na wytwarzaniu energii cieplnej, a w znacznie mniejszym stopniu energii elektrycznej, co wyklucza możliwość przesyłu wytworzonej energii, a więc wskazuje konieczność lokalizacji źródeł wytwarzania energii w bezpośredniej bliskości jej odbiorców,
- specyfika technologii pozyskania i wykorzystania biomasy wskazuje, że (jako system zbiorczy, pomijając wykorzystanie indywidualne, mające znacznie korzystniejsze perspektywy rozwoju, ale niebędące przedmiotem szczegółowych analiz w niniejszym opracowaniu) jest ona szczególnie predestynowana do rozwoju w dużych miejscowościach wiejskich lub małych miastach, jako technologia grzewcza dla małych osiedli lub grup budynków użyteczności publicznej; możliwość wykorzystania biomasy dla systemów obsługujących duże miasta jest w znacznej mierze ograniczona czynnikami ekonomicznymi (zwłaszcza bardzo wysokimi kosztami transportu),
- istotnym uwarunkowaniem dla rozwoju energetyki wykorzystującej biomasę jest konieczność stosowania specjalistycznych technologii grzewczych – jednocześnie dopiero zapewnienie stosunkowo dużej podaży surowca oraz pewności zaopatrzenia, stanowi bodziec dla rozwoju tego typu technologii; ma tu miejsce negatywne sprzężenie: brak popytu na surowiec ogranicza jego wytwarzanie, ale zbyt słaba dostępność surowca stanowi barierę dla rozwoju grupy jego odbiorców – z tego powodu wskazuje się, że szczególnie pożądanym kierunkiem rozwoju jest koncentracja wytwórców i przetwórców surowca oraz jego odbiorców i budowanie partnerstwa pomiędzy tymi podmiotami; efekty koncentracji i ścisła współpraca pozwalają na zapewnienie efektywności ekonomicznej wszystkim zainteresowanym stronom,
- uprawa roślin energetycznych (jednego z najważniejszych aspektów szeroko rozumianej biomasy energetycznej) wymaga specjalistycznej wiedzy, tworzenia i utrzymywania wieloletnich plantacji, stosowania specyficznych zabiegów agrotechnicznych, a po dokonaniu zbioru – przygotowania surowca do dalszego wykorzystania – powyższe uwarunkowania wymagają wiedzy (rozwoju doradztwa), specjalistycznego sprzętu oraz znacznych nakładów (konieczność uruchomienia mechanizmów wsparcia na różnych etapach cyklu produkcji i przetwarzania),
- relatywnie niska efektywność ekonomiczna – uprawy te, przy uwzględnieniu dużych nakładów pracy i innych uwarunkowań, nie są konkurencyjne wobec innych rodza-

jów upraw; brak stabilności ekonomicznej, czyli pewności, że w okresie wieloletnim działalność ta będzie konkurencyjna wobec innych (możliwych do prowadzenia na tych samych gruntach), jest bardzo ważną barierą dla potencjalnych plantatorów,

- „konkurowanie o grunty” z innymi uprawami wymagającymi wysokich klas gruntów, zwłaszcza z pszenicą, burakami, rzepakami – rozwiązaniem mogą być tu instrumenty ekonomiczne (dofinansowanie) lub systemowe (limity produkcji dla określonych płodów).

Biogaz

- wysokie koszty inwestycyjne pozyskiwania energii z biomasy (budowa biogazowni).
- konieczność zgromadzenia w jednym miejscu odpowiedniej ilości biomasy, (dowóz odpadów rolniczych, niepewność surowca w zależności od kierunku produkcji, długoletnie umowy z rolnikami),
- brak uwzględnienia odpadów po produkcji biogazu w rozporządzeniu o liście odpadów, które można przekazywać osobom fizycznym.
- wykorzystanie energetyczne biogazu jest opłacalne tylko w połączeniu z funkcją utylizacyjną odpadów z produkcji zwierzęcej, roślinnej i spożywczej. Substancje pofermentacyjne powinny być wykorzystywane jako nawóz, ale żeby to było możliwe muszą być one ujęte w rozporządzeniach Ministra Środowiska dotyczących procesu R10 i zasad przekazywania odpadów osobom fizycznym.
- produkcji biogazu nie ujęto w Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD)
- wytwarzanie biogazu z odpadów produkcji rolnej nie jest uwzględnione w spisie działalności tzw. „Działów specjalnych produkcji rolnej”,
- brak uwarunkowań dotyczących możliwości pozyskania koncesji (i świadectw pochodzenia) przez rolników,
- słaba dostępność i przepustowość sieci elektroenergetycznej na terenach wiejskich,
- problem z odbiorem/transportem ciepła, szczególnie w okresie letnim (budowa ciepłociągów, rozproszona zabudowa zagrodowa w terenach wiejskich),
- brak różnicowania systemu wsparcia w zależności od substratu wsadowego oraz przeznaczenia biogazu (produkcja energii elektrycznej, wtłaczanie do sieci, produkcja paliwa do pojazdów).

6. Instytucje wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii

6.1. Finansowanie projektów dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii

Bank Ochrony Środowiska

Na terenie województwa kujawsko-pomorskiego funkcjonuje 7 placówek bankowych należących do Banku Ochrony Środowiska.

Znajdują się one w Bydgoszczy (2 placówki) z oddziałem w Inowrocławiu, w Toruniu (2 placówki) i we Włocławku (1 placówka).

Bank Ochrony Środowiska ma podpisaną umowę z Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Toruniu na kredytowanie w ramach linii kredytowych inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii. Przedmiotem kredytowania są obecnie:

- zakup i montaż elektrowni wiatrowych o mocy do 3 MW,
- zakup i montaż elektrowni wodnych o mocy do 5 MW,
- zakup i montaż kolektorów i baterii słonecznych i pozostałej instalacji centralnego ogrzewania,
- przyłączenie do sieci ciepłej wykorzystującej geotermalne źródła energii (ciepłociąg i węzeł),
- zakup sadzonek roślin wykorzystywanych do produkcji biomasy,
- zakup i montaż urządzeń do zbioru i przetwarzania biomasy w paliwo energetyczne.

Tabela 24 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Bydgoszcz

Rok	Przedmiot kredytowania	Liczba złożonych wniosków	Liczba udzielonych kredytów	Liczba inwestycji przekazanych do eksploatacji	Wielkość udzielonych kredytów	Źródła zagranicznej pomocy
2006	Kotłownie na biomasę	5	5	5	83 000,00	brak
	Pompy ciepła	2	2	2	111 300,00	brak
	Kolektory słoneczne	6	6	6	106 200,00	brak
2007	Kotłownie na biomasę	3	3	3	66 076,63	brak
	Pompy ciepła	5	5	5	243 854,31	brak
	Kolektory słoneczne	4	4	4	65 600,00	brak
	Elektrownie wiatrowe	2	2	2	765 840,00	brak
	Elektrownie wodne	1	1	1	500 000,00	brak
2008	Kotłownie na biomasę	4	4	4	241 792,00	brak

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

	Pompy ciepła	7	7	7	493 837,86	brak
	Kolektory słoneczne	5	5	5	56 189,41	brak
	Elektrownie wodne	1	1	1	1 306 232,00	brak
2009	Kotłownie na biomasę	1	1	1	28 262,32	brak
	Pompy ciepła	4	4	4	228 516,03	brak
	Kolektory słoneczne	1	1	1	18 478,96	brak
	Elektrownie wiatrowe	1	1	1	196 256,74	brak
RAZEM		52	52	52	4 511 436,26	

Źródło: Bank Ochrony Środowiska oddział. Bydgoszcz

Tabela 25 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Toruń

Rok	Przedmiot kredytowania	Liczba złożonych wniosków	Liczba udzielonych kredytów	Liczba inwestycji przekazanych do eksploatacji	Wielkość udzielonych kredytów	Źródła zagranicznej pomocy
2006	Kotłownie na biomasę	12	12	12	183 325,64	brak
	Pompy ciepła	3	3	3	234 555,77	brak
	Kolektory słoneczne	1	1	1	10 607,00	brak
	Elektrownie wiatrowe	4	2	2	640 000,00	brak
2007	Kotłownie na biomasę	12	12	12	585 720,95	brak
	Pompy ciepła	9	9	9	539 921,32	brak
	Kolektory słoneczne	6	6	6	95 237,55	brak
	Elektrownie wiatrowe	4	2	2	1 300 000,00	brak
2008	Kotłownie na biomasę	15	13	13	324 022,70	brak
	Pompy ciepła	20	17	17	1 009 320,00	brak
	Kolektory słoneczne	20	16	16	344 069,50	brak
	Elektrownie wiatrowe	6	1	1	10 000,00	brak
2009	Kotłownie na biomasę	10	1	1	21 200,00	brak

Odnawialne źródła energii – zasoby i możliwości wykorzystania
na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

	Pompy ciepła	8	4	4	281 713,60	brak
	Kolektory słoneczne	5	2	2	22 511,25	brak
	Elektrownie wiatrowe	4	-	-	-	brak
RAZEM		139	101	101	5 602 205,28	

Źródło: Bank Ochrony Środowiska oddział Toruń

Tabela 26 Inwestycje w zakresie OZE finansowane przez BOŚ oddział Włocławek

Rok	Przedmiot kredytowania	Liczba złożonych wniosków	Liczba udzielonych kredytów	Liczba inwestycji przekazanych do eksploatacji	Wielkość udzielonych kredytów	Źródła zagranicznej pomocy
2006	Elektrownie wiatrowe	4	4	4	1 963 100,00	brak
2007	Elektrownie wiatrowe	3	3	3	920 000,00	brak
	Kolektory słoneczne	2	2	2	17 020,00	brak
	Pompy ciepła	2	2	2	75 800,00	brak
	Kotłownie na biomasę	1	1	1	9 600,00	brak
2008	Elektrownie wiatrowe	2	2	2	885 370,00	brak
	Kotłownie na biomasę	2	2	2	31 649,30	brak
2009	Elektrownie wiatrowe	4	3	0	1 465 000,00	brak
	Kolektory słoneczne	1	1	1	95 200,00	brak
RAZEM		21	20	17	5 462 739,30	

Źródło: Bank Ochrony Środowiska oddział Włocławek

W latach 2006–2009 do Banku Ochrony Środowiska złożono ogółem 212 wniosków dotyczących udzielenia kredytów na realizację inwestycji w zakresie OZE, z czego przyznano 173 kredyty. Wielkość udzielonych kredytów przez Bank Ochrony Środowiska S.A. w województwie kujawsko-pomorskim w latach 2006–2009 wyniosła 15 576 380,84 zł. z czego:

- BOŚ S.A. oddział Toruń – 139 wniosków, 101 udzielonych kredytów na łączną sumę 5 602 205,28 zł.
- BOŚ S.A. oddział Włocławek – 21 wniosków, 20 udzielonych kredytów na łączną sumę 5 462 739,30 zł.
- BOŚ S.A. oddział Bydgoszcz – 52 wnioski, 52 udzielone kredyty na łączną sumę 4 511 436,26 zł.

Tabela 27 Wielkość udzielonych kredytów w województwie w latach 2006–2009 na poszczególne inwestycje OZE

Lp.	Przedmiot kredytowania	Wielkość udzielonych kredytów	% udział
1.	Elektrownie wiatrowe	8 145 566,74	52,3%
2.	Pompy ciepła	3 218 818,89	20,7%
3.	Elektrownie wodne	1 806 232,00	11,6%
4.	Kotłownie na biomase	1 574 649,54	10,1%
5.	Kolektory słoneczne	831 113,67	5,3%
RAZEM		15 576 380,84	100%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BOŚ S.A.

Tabela 28 Liczba inwestycji przekazanych w województwie do eksploatacji w latach 2006–2009 finansowanych przez BOŚ S.A.

Lp.	Przedmiot kredytowania	Liczba inwestycji przekazanych do eksploatacji
1.	Kotłownie na biomase	54
2.	Pompy ciepła	53
3.	Kolektory słoneczne	44
4.	Elektrownie wiatrowe	17
5.	Elektrownie wodne	2
RAZEM		170

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BOŚ S.A.

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Na podstawie wniosków złożonych przez kontrahentów, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Toruniu udziela pomocy finansowej w formie preferencyjnych pożyczek i dotacji.

Tabela 29 Liczba wniosków i wielkość dofinansowania odnawialnych źródeł energii w latach 2006 – 2009 przez wojewódzki Fundusz w Toruniu

rok	Liczba złożonych wniosków	Liczba uwzględnionych wniosków	Kwota dofinansowania (w tys. zł.)	Przedmiot dofinansowania
2006	14	8	50 96 150 155 385 Razem 836	kolektory słoneczne, kotłownie na biomase, farma wiatrowa, produkcja brykietów ze słomy, pompy ciepła
2007	8	4	30 52 350 Razem 432	kotły na biomase, pompy ciepła, panele słoneczne
2008	12	2	448 3 000 Razem 3 448	zakup siewczarni do zbioru biomas, kocioł fluidalny na biomase
2009	5	2	400 33 Razem 433	pompy ciepła, kotłownia na biomase
Łącznie 2006-2009	39	16	5 149	

Źródło: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska w Toruniu

W latach 2006-2009 złożono do Funduszu łącznie 39 wniosków, z czego uwzględniono 16, a łączna kwota dotacji wyniosła 5 149 000 zł.

Najwyższą kwotę dofinansowania tj. 3 448 000 zł. udzielono w 2008 r. na zakup sieczkarni do zbioru biomasy i kotła fluidalnego na biomasę (2 wnioski).

Przedmiotem dofinansowania były: kolektory słoneczne, kotłownie na biomasę, farmy wiatrowe, pompy ciepła, panele słoneczne, produkcja brykietów ze słomy, zakup sieczkarni do zbioru biomasy.

Tabela 30 Liczba i rodzaj odnawialnych źródeł energii dofinansowanych przez wojewódzki Fundusz w Toruniu, oddanych do użytku w latach 2006 - 2008

rok	Liczba inwestycji	Kwota dofinansowania (w tys. zł.)	Przedmiot dofinansowania
2006	2	182	kotłownie na biomasę, kolektory słoneczne, pompy ciepła
	1	50	
	4	473	
	7	Razem 705	
2007	2	68	kotłownie na biomasę, produkcja brykietów ze słomy, kolektory słoneczne, pompy ciepła
	1	155	
	2	350	
	1	52	
	6	Razem 625	
2008	1	448	sieczkarnia do zbierania bioma- sy, farma wiatrowa
	1	150	
	2	Razem 598	
Łącznie 2006-2008	15	1 928 000	

Źródło: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska w Toruniu

Liczba inwestycji oddanych do użytku w latach 2006-2008 z zakresu odnawialnych źródeł energii, dofinansowanych przez Wojewódzki Fundusz w Toruniu wyniosła 15 (7 inwestycji w roku 2006, 6 inwestycji w 2007 oraz 2 w 2008).

Łączna kwota dofinansowania na realizację powyższych inwestycji w latach 2006-2008 wyniosła 1 928 000 zł.

Przedmiotem dofinansowania były kotłownie na biomasę, kolektory słoneczne, pompy ciepła, produkcja brykietów ze słomy, farma wiatrowa oraz sieczkarnia do zbierania biomasy.

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa

Zgodnie z Ustawą z dnia 26.01.2007 r. (Dziennik Ustaw z 2007 r. Nr 35, poz. 217) o płatności do gruntów rolnych i płatności cukrowej, art. 7 ust. 3 rolnikowi, który spełnia warunki określone w rozdz. 8 Rozporządzenia Nr 1973/2004 przysługuje płatność do roślin energetycznych.

Tabela 31 Liczba złożonych wniosków o dofinansowanie do roślin energetycznych

Kampania	Liczba złożonych wniosków (szt.)	Kwota przyznanych dotacji (zł.)
2006	31	51 261,06
2007	187	297 464,28
2008	82	54 889,00
2009	29	brak danych
Razem	329	403 614,34

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych AR i MR w Toruniu

W latach 2006 – 2009 do Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Toruniu złożonych zostało ogółem 329 wniosków o dopłaty. Największe zainteresowanie dopłatami było w 2007 r. – 187 wniosków, w roku 2008 już tylko 82 wnioski. Do maja 2009 r. złożono 29 wniosków o dofinansowanie do upraw roślin energetycznych.

Ogólna wielkość udzielonych dopłat producentom rolnym do upraw energetycznych w latach 2006 – 2008 wyniosła 403 614,34 zł. przy czym najwyższa była w 2007 r. – 297 464,28 zł. (największa ilość złożonych wniosków o dofinansowanie).

Tabela 32 Rodzaje i powierzchnie upraw roślin energetycznych, na które udzielono dopłaty

Kampania	Uprawa	Powierzchnia, do której zostały przyznane płatności (ha)
2006	plantacja wierzby lub róży bezkolcowej	186,29
2007	topola	0,68
	wierzba energetyczna	119,13
	burak cukrowy	1,36
	kukurydza	24,01
	owies	9,94
	pszenżyto ozime	21,47
	rzepak jary	11,65
	rzepak ozimy	1563,04
	żyto ozime	0,68
Razem		1751,96
2008	rzepak ozimy	178,66
	wierzba energetyczna	180,45
Razem		359,11
2006 - 2008	Ogółem	2297,36

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych AR i MR w Toruniu

W 2006 r. przyznano płatności na plantacje wierzby lub róży bezkolcowej o ogólnej powierzchni 186,29 ha.

W 2007 r. dopłaty dotyczyły upraw następujących roślin energetycznych: topola, wierzba energetyczna, burak cukrowy, kukurydza, owies, pszenżyto ozime, rzepak jary, rzepak ozimy, żyto ozime. Ogólna powierzchnia upraw, na które udzielono dopłaty w 2007 r. wyniosła 1 751,96 ha.

Największą powierzchnię stanowiły uprawy rzepaku ozimego – 1 563,04 ha (tj. 89,2 % ogólnej powierzchni, do której zostały przyznane płatności).

Najmniejsze powierzchnie upraw stanowiły: uprawa topoli – 0,68 ha i żyta ozimego – 0,68 ha.

W 2008 r. przyznano płatności do upraw roślin energetycznych na ogólną powierzchnię 359,11 ha, z czego powierzchnia wierzby energetycznej stanowiła 180,45 ha a rzepaku ozimego 178,66 ha.

Na terenie województwa kujawsko-pomorskiego nie obserwuje się znaczącego wzrostu zainteresowania uprawami roślin energetycznych.

Powyższe płatności finansowane ze środków unijnych obowiązują do końca 2009 r.

W Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 przewiduje się wsparcie inwestycji mających na celu produkcję energii ze źródeł odnawialnych. W ramach Programu realizowane jest wsparcie dotyczące energii odnawialnej w zakresie następujących działań:

- modernizacja gospodarstw rolnych,
- zwiększenie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej,
- różnicowanie w kierunku działalności nierolniczej,
- tworzenie i rozwój mikroprzedsiębiorstw.

Należy jednak podkreślić, że przedsięwzięcia polegające na zakładaniu plantacji roślin na cele energetyczne zostały wyłączone z zakresu wsparcia PROW 2007-2013.

6.2. Instytucje wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii działające na terenie województwa kujawsko-pomorskiego

Problematyką rozwoju energetyki ze źródeł odnawialnych zajmuje się wiele działających na terenie województwa kujawsko-pomorskiego instytucji, ośrodków naukowo-badawczych oraz organizacji i stowarzyszeń branżowych.

Należą do nich instytucje finansowe np. banki udzielające kredytów na finansowanie inwestycji jak i jednostki, które w ramach swoich prac prowadzą działalność naukowo-badawczą, wdrożeniową oraz promocję nowych kierunków energetyki. Organizują również konferencje i szkolenia, udzielają porad inwestorom i osobom zainteresowanym rozwijaniem działalności w tym zakresie. Do najistotniejszych instytucji, organizacji i stowarzyszeń, na terenie województwa kujawsko-pomorskiego należą:

1. Bank Ochrony Środowiska, ul. Bernardyńska 13, 85-950 Bydgoszcz,
2. Bank Ochrony Środowiska, ul. Dominikańska 9, 87-100 Toruń,
3. Bank Ochrony Środowiska, ul. Kościuszki 15, 87-800 Włocławek,
4. Międzynarodowe Stowarzyszenie Biopaliw, ul. Poznańska 152, 87-100 Toruń,
5. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, 89-122 Minikowo,
 - oddział w Przysieku, 87-134 Zławieś Wielka,
 - oddział w Zarzeczewie, ul. Nizinna 9, 87-801 Włocławek 3,
6. Kujawsko-Pomorska Izba Rolnicza z siedzibą w Przysieku, 87-134 Zławieś Wielka,
7. Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, ul. Gen. Dąbrowskiego 4, 87-100 Toruń,
8. Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Toruniu, ul. Szosa Chełmińska 28, 87-100 Toruń,
9. Toruńska Agencja Rozwoju Regionalnego, ul. Kopernika 4, 87-100 Toruń,

10. Agencja Rynku Rolnego, ul. Kasztanowa 57, 85-950 Bydgoszcz,
11. Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Rolnych we Włocławku, ul. Okrzei 74, 87-800 Włocławek,
12. Hydroprojekt Spółka z o.o. ul. Dubois 9, 00-182 Warszawa, oddział we Włocławku ul. Płocka 169, 87-800 Włocławek,
13. Włocławski Centrum Edukacji Ekologicznej ul. Komunalna 4, 87-800 Włocławek,
14. Towarzystwo Elektrowni Wodnych ul. Płocka 171, 87-800 Włocławek,
15. Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych ul. Królowej Jadwigi 1, 86-300 Grudziądz,
16. Stowarzyszenie Gmin Turystycznych Pojezierza Gostynińskiego, ul. Lipowa 6, 09-520 Łąck

6.3. Instytucje wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii działające na terenie kraju

Wiele instytucji i organizacji branżowych zajmujących się zagadnieniami rozwoju i promocją energetyki ze źródeł odnawialnych swoją działalnością obejmuje obszar całego kraju.

Wzrastająca liczba instytucji i towarzystw wspierających rozwój energetyki odnawialnej świadczy o rosnącym zainteresowaniu tym tematem w Polsce.

Wśród powyższych instytucji znajdują się przede wszystkim:

1. Narodowa Agencja Poszanowania Energii SA, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa,
2. Mazowiecka Agencja Energetyczna, ul. Floriańska 10, 03-707 Warszawa,
3. Europejskie Centrum Energii Odnawialnej, ul. Jagiellońska 55, 03-301 Warszawa,
4. Instytut Paliw i Energii Odnawialnej, ul. Jagiellońska 55, 03-301 Warszawa,
5. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, ul. Józefa Wybickiego 7, 31-261 Kraków,
6. POLBIOM Polskie Towarzystwo Biomasy, ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa,
7. Polska Geotermalna Asocjacja, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
8. Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej, ul. Świętokrzyska 21, 00-049 Warszawa,
9. Polskie Towarzystwo Energetyki Wiatrowej, ul. Jaškowa Dolina 75, 80-286 Gdańsk.

7. Wnioski dotyczące perspektyw i możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii w województwie kujawsko-pomorskim

I. Wnioski ogólne

1. Konkurencyjność źródeł odnawialnych ulega ciągłej poprawie. Z jednej strony drożeją konwencjonalne surowce energetyczne, rosną wymagania w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń, zmuszające do wyboru czystszych, ale droższych paliw. Z drugiej strony postęp techniczny i technologiczny obniża koszty uzyskania energii ze źródeł odnawialnych. Także wzrost popytu na urządzenia wykorzystywane do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, prowadzący do wzrostu skali produkcji, powoduje obniżenie ich kosztów jednostkowych, a w konsekwencji obniżenie ceny końcowej tej energii.
2. Lokalne wykorzystanie energii słonecznej (przede wszystkim w postaci kolektorów) i geotermalnej (w tym pomp ciepła) oraz energetyczne wykorzystanie stałych i suchych odpadów biomasy jest najmniej szkodliwe z ekologicznego punktu widzenia i najmniej inwazyjne przestrzennie. Technologie te są szczególnie perspektywiczne w kontekście możliwego zrównania systemu wsparcia produkcji zielonej energii elektrycznej i ciepła ze źródeł odnawialnych w drugiej dekadzie XXI wieku oraz możliwej współpracy z działaniami mającymi na celu zwiększenie efektywności konwersji energetycznej u odbiorców końcowych.
3. Produkcja energii rozproszonej jest tańsza (znikome koszty przesyłu) i podnosi bezpieczeństwo energetyczne (problemy jednego małego dostawcy nie paraliżują całego systemu). Dobrym rozwiązaniem jest promowanie przydomowych instalacji (np. na biomasę, słonecznych) oraz lokalnie np. biogazowi bilansujących braki energii z innych rodzajów OZE. Dużą sprawność i bezpieczeństwo zapewniają systemy zintegrowane (kilka rodzajów OZE pracujące w jednym systemie zasilania). Wymierne oszczędności ekonomiczne zapewnia również tzw. kogeneracja rozproszona czyli skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w układach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odbiorców energii. Jest przeciwieństwem systemu zaopatrzenia w energię ciepłą i elektryczną z jednej centralnej elektrociepłowni. Zaletą kogeneracji rozproszonej jest uniknięcie kosztów rozbudowy sieci ciepłej i związanych z tym strat ciepła. Rozproszenie źródeł energii (dywersyfikacja) zwiększa bezpieczeństwo energetyczne na obszarze jej stosowania.
4. Do powszechnego rozwoju energetyki rozproszonej na bazie źródeł odnawialnych konieczne są pewne zmiany systemowe np.: zniesienie obowiązku koncesyjnego dla małych instalacji elektroenergetycznych (np. do 5kW) wraz ze zniesieniem opłat przyłączeniowych, umożliwienie sprzedaży energii osobom prywatnym czy gwarancje zakupu i ceny energii na okres zwrotu inwestycji.

II. Wnioski szczegółowe

A. **Hydroenergetyka** cechuje się drugim co do wielkości rynkowym potencjałem energetycznym w województwie. Procent wykorzystania tego potencjału jest najwyższy spośród wszystkich rodzajów OZE. W przypadku wybudowania drugiego stopnia wodnego na Wiśle nastąpi znaczny wzrost wykorzystania obecnego potencjału rynkowego. Realizacja małych elektrowni wodnych nie będzie zbyt znacząca dla zmiany ogólnego bilansu, jednak z racji ewentualnych korzyści dla poprawy stosunków wodnych ich znaczenie może być relatywnie dosyć duże.

Dalsze wykorzystanie zasobów energetycznych wód płynących powinno iść w dwóch kierunkach.

a) Pierwszy związany będzie z adaptacją istniejących urządzeń hydrotechnicznych (jazy, zastawki, śluzy itp.), znajdujących się na małych ciekach. Potencjalne możliwości w tym zakresie obrazuje zestawienie zawarte w tabeli 33 oraz przestrzenne rozmieszczenie potencjalnych elektrowni wodnych, bazujących na istniejących budowach hydrotechnicznych, przedstawione na rysunku 4.

Przyjmując szacunkowo średnią moc zainstalowanego urządzenia energetycznego rzędu 40 kW, możemy uzyskać w tym przypadku łączną moc około 0,84 MW.

Tabela 33 Wykaz istniejących budowli hydrotechnicznych stanowiących potencjalną lokalizację małych elektrowni wodnych

Lp.	Rzeka	Miejscowość	Gmina	Moc [kW]
1.	Księżówka	Wierzchnia	Górzno	b.d.
2.	Brynica	Traczyska	Górzno	b.d.
3.	Łacha	Lisa Młyn	Bobrowo	b.d.
4.	Łacha	Niskie Brodno	Brodnica M	b.d.
5.	Gardega	Rogózo - Zamek	Rogóžno	b.d.
6.	Rypienica	Dylewo	Rypin	b.d.
7.	Ruziec	Nowa Wieś	Chrostkowo	b.d.
8.	Ruziec	Nietrzeba	Chrostkowo	b.d.
9.	Mień	Józefkowo	Skepe	b.d.
10.	Mień	Żuchowo	Skepe	b.d.
11.	Kanał Łąkie	Łąkie	Skepe	b.d.
12.	Orla	Kraczki	Sadki	b.d.
13.	Sępoleńka	Sępólno Krajeńskie	Sępólno Krajeńskie	
14.	Orla	Wyrza	Mrocza	b.d.
15.	Krówka	Wierzchucinek	Sicienko	b.d.
16.	Struga Ciechocińska	Wysocki Młyn	Tuchola	b.d.
17.	Struga Ciechocińska	Nadolnik	Tuchola	b.d.
18.	Stążka	Rudzki Młyn	Cekcyn	b.d.
19.	Noteć Wsch. + Noteć Zach.	Węzeł wodny Pakość	Pakość	69
20.	Kanał GSN	Jaz Gł. Dębinek V	Łabiszyn	109
21.	Kanał GSN	Jaz Gł. Dębinek VI	Białe Błota	70

Źródło: wg danych Kujawsko Pomorskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych we Włocławku

Na etapie dalszych analiz należy brać pod uwagę stan techniczny wspomnianych budowli ich możliwości adaptacyjne dla celów hydroenergetycznych oraz opłacalność ekonomiczną. Biorąc to wszystko pod uwagę może się bowiem okazać, że taniej będzie wybudować nowy obiekt.

- b) Drugi kierunek działań to budowa od podstaw małych elektrowni wodnych. W tym przypadku konieczne będą pogłębione studia lokalizacyjne obejmujące zagadnienia związane ze środowiskiem przyrodniczym, możliwościami technicznymi realizacji takich obiektów a także analizami ekonomicznymi. Stosunkowo duże rezerwy zasobów energetycznych jakie posiadają większe cieki znajdujące się na obszarze województwa kujawsko pomorskiego stwarzają możliwości dla budowy małych elektrowni wodnych o mocy rzędu 50 – 200 kW. Wyróżnia się tutaj zwłaszcza zlewnia rzeki Drwęcy gdzie nie wykorzystane teoretyczne zasoby energetyczne szacuje się na około 9,3 MW. Biorąc jednak pod uwagę ograniczenia przestrzenne wynikające z potrzeb ochrony środowiska (Natura 2000 oraz inne formy przestrzennej ochrony środowiska) praktyczne możliwości wykorzystania zasobów energetycznych cieków zlewni rzeki Drwęcy można szacować na około 2,5 – 3,5 MW.

Spore możliwości w zakresie praktycznego wykorzystania energii wód płynących posiada zlewnia rzeki Zgłowiączki. Możliwa jest tutaj realizacja nowych elektrowni wodnych o łącznej mocy rzędu 0,25 MW.

Rezerwy energetyczne możliwe do wykorzystania posiadają zlewnie Brdy, Wdy, Osy a także Noteci. Można szacować iż na obszarze tych zlewni możliwa będzie budowa nowych elektrowni wodnych o łącznej mocy rzędu 3,0 MW.

Pozostałe cieki z uwagi na ich ograniczone zasoby energetyczne nie posiadają większego znaczenia, co nie wyklucza możliwości realizacji małych obiektów o mocy rzędu 20 – 30 kW.

Realizacja nowych inwestycji hydroenergetycznych na obszarze wspomnianych zlewni pozwoli na uzyskanie dodatkowej mocy instalowanej rzędu 7,5 MW oraz wzrostu produkcji energii elektrycznej o około 65,8 GWh. Łącznie z istniejącymi elektrowniami, w tym dużymi na Brdzie i Wdzie, da to roczną produkcję energii elektrycznej rzędu 140 GWh. W efekcie możliwe będzie uzyskanie wskaźnika wykorzystania istniejących zasobów na poziomie 73%.

- c) Największe jednak możliwości w zakresie wzrostu produkcji energii elektrycznej w oparciu o energię wodną, związane są z Wisłą. Techniczne zasoby energetyczne tej rzeki z racji korzystnych uwarunkowań, niewiele odbiegają od zasobów teoretycznych. Czynnikiem ten był jedną z głównych przesłanek powstania koncepcji lokalizacji na dolnym odcinku Wisły kaskady stopni hydroenergetycznych; jeden z nich, stopień wodny we Włocławku, funkcjonuje już od 40 lat. Wspomniana koncepcja, oprócz Włocławka, przewiduje na obszarze województwa kujawsko pomorskiego lokalizację trzech kolejnych obiektów tego typu tj. w rejonie Ciechocinka, Solca Kujawskiego oraz Chełmna.

Wymienione stopnie wodne dają praktyczną możliwość pełnego wykorzystania energetycznych zasobów technicznych tego odcinka Wisły, który jak już wcześniej wspomniano stanowi podstawowe źródło energii wód płynących na obszarze województwa kujawsko pomorskiego.

W ostatnim okresie pojawiła się realna szansa na realizację drugiego stopnia wodnego na Wiśle poniżej Włocławka. Potencjalny inwestor podjął prace mające na celu rozpoznanie wszystkich uwarunkowań lokalizacyjnych oraz realizacyjnych. Po zakończeniu wspomnianych prac ustalona zostanie lokalizacja nowego obiektu oraz jego parametry techniczne i energetyczne.

- d) Odrębnym zagadnieniem w kwestii wykorzystania potencjału energetycznego wody jest budowa elektrowni szczytowo pompowej. Obiekty tego typu ze względu na charakterystykę pracy mają bardzo wiele zalet. Podstawową z nich jest możliwość bardzo szybkiego włączenia takiej elektrowni do systemu w momencie kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną jest największe (tzw. godziny szczytu).

Na obszarze województwa kujawsko pomorskiego najkorzystniejsze warunki dla lokalizacji i eksploatacji takiego obiektu znajdują się w rejonie zbiornika włocławskiego, w strefie pomiędzy Zarzeczem a Dobrzyniem nad Wisłą. Występujące tutaj duże różnice wysokości względnej (rzędu 30 – 40 m) pomiędzy lustrem wody w zbiorniku włocławskim a północnym brzegiem dają możliwość budowy stosunkowo dużej elektrowni szczytowo - pompowej. Według wstępnych obliczeń mógłby to być obiekt o mocy instalowanej rzędu 30 – 35 MW, pracujący przez 5 godz. w ciągu doby w okresie największego zapotrzebowania na energię elektryczną. Funkcjonowanie takiej elektrowni zsynchronizowane z elektrownią wodną we Włocławku oraz farmą siłowni wiatrowych w rejonie Dobrzynia nad Wisłą dałoby znakomity efekt energetyczny. Wariantowo obiekt taki może być również zlokalizowany w rejonie istniejącej zapory na Wiśle we Włocławku. Wówczas zrzut wody ze zbiornika retencyjnego, znajdującego się w obszarze pomiędzy Zarzeczem a Kulinem powinien znajdować się w strefie brzegowej wody dolnej zbiornika włocławskiego. Tam również powinna znajdować się elektrownia. Takie rozwiązanie pozwoli uzyskać dodatkowy spad użyteczny rzędu 12 m oraz odpowiednio większą moc i produkcję energii szczytowej.

- B. Analiza obecnej sytuacji społeczno-gospodarczej na świecie wskazuje, że udział **energii wiatru** w wytwarzaniu energii elektrycznej będzie systematycznie wzrastał. Szczególnie dotyczy to krajów UE gdzie najważniejszymi problemami ostatnio stały się zachowanie bezpieczeństwa energetycznego oraz zmiany klimatu. Energetyka wiatrowa jest obecnie najbardziej rozwiniętą technologią w energetyce odnawialnej w Unii Europejskiej (60% produkcji światowej).

- a) W Polsce najlepsze warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej występują w części północnej kraju, na terenach nadmorskich. Niemniej niektóre obszary w głębi kraju również charakteryzują się bardzo dobrą wietrznością.
- b) Energetyka wiatrowa posiada w województwie kujawsko-pomorskim największy potencjał energetyczny (realny do rynkowego wykorzystania) wśród wszystkich rodzajów OZE. Potencjał ten nie jest wykorzystany w dużym stopniu, mimo gwałtownego w ostatnich latach rozwoju energetyki wiatrowej. Szacuje się (na podstawie badań prof. H. Lorenc), że znaczna część województwa kujawsko-pomorskiego (obszar południowy i południowo-wschodni - ok. 30 % powierzchni) odznacza się energią użyteczną wiatru rzędu 1250-2000 kWh/m²/rok co wskazuje na dogodne warunki rozwoju energetyki wiatrowej. Ta część województwa zostaje zagospodarowywana pod

nowe elektrownie wiatrowe najszybciej i najintensywniej. Jest to szczególnie widoczne w powiatach inowrocławskim, radziejowskim i włocławskim.

- c) Wielość barier i ograniczeń przestrzenno-społeczno-krajobrazowych powoduje, iż obliczony na wstępie opracowania potencjał ekonomiczny może ulec znacznemu obniżeniu i należy traktować go jedynie jako wartość szacunkową, choć trafnie wskazującą na znaczny potencjał województwa w zakresie rozwoju energetyki wiatrowej. Dla określenia realnego potencjału rozwoju energetyki wiatrowej w województwie należałoby opracować bardziej szczegółowy dokument poparty konkretnymi badaniami, analizami i ekspertyzami.
- d) Niepokojącym zjawiskiem jest „ekspansja” firm zajmujących się budowaniem elektrowni wiatrowych na obszary północnej części województwa (m.in. pojezierze Chełmińskie), gdzie występuje więcej terenów niewskazanych (w niniejszym opracowaniu) dla lokalizacji elektrowni wiatrowych. Wynika to z faktu, iż na południu województwa poziom „zajętości” terenu pod istniejące i planowane elektrownie wiatrowe jest już dość znaczny. Samorządy lokalne skuszone obiecwanymi dodatkowymi dochodami szybko decydują się na lokalizację na swoim terenie farm wiatrowych rozpoczynając niezbędnie procedury planistyczne (zmiany w studiach i planach zagospodarowania przestrzennego). Tak krótkowzroczne podejście może mieć jednak na dłuższą metę wiele negatywnych konsekwencji (opisane wcześniej konflikty związane z ochroną przyrody, krajobrazu kulturowego, ograniczeń w funkcji terenów, oporem społeczności lokalnych itd.), które mogą prowadzić do poważnych trudności w prawidłowym rozwoju społeczno-gospodarczym niektórych części województwa.
- e) Entuzjastycznym reakcją wielu środowisk na rozwój energetyki wiatrowej jaki miał miejsce na początku obecnej dekady, dziś przeciwstawia się głosy wątpliwości co do wpływu farm wiatrowych na środowisko przyrodniczo-kulturowe. Blisko 30 % powierzchni województwa kujawsko-pomorskiego pokryta jest obszarami chronionymi, w tym obszarami Natura 2000 z cennymi siedliskami ptaków. Ponadto na terenie województwa występuje wiele obiektów/terenów zabytkowych, w tym wpisane na listę światowego dziedzictwa UNESCO – miasto Toruń. Potrzeba ochrony tak cennych obszarów jest bezdyskusyjna i wymaga uregulowań prawnych. Nie chodzi tu tylko o określony obszar, który jest chroniony prawem, ale również o jego szeroko pojęte otoczenie krajobrazowo-kulturowe. Rośnie również opór społeczny jako reakcja na intensywny rozwój energetyki wiatrowej na obszarach wiejskich, zwłaszcza w przypadku lokalizowania używanych elektrowni wiatrowych starszych generacji (pochodzących z demontażu w krajach Europy Zach.). Do szybkiego rozwoju energetyki wiatrowej nie są przystosowane również przesyłowe sieci elektroenergetyczne. Mimo zakładanego rozwoju tych sieci na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, duża ilość wniosków składanych obecnie do operatorów o przyłączenie planowanych farm wiatrowych do sieci będzie otrzymywać odpowiedzi odmowne.
- f) Najnowsze doświadczenia krajów zachodnich, gdzie od wielu lat obserwuje się intensywny rozwój energetyki wiatrowej (np. w Niemczech), wskazują na tendencję zaostrzania niektórych ograniczeń przestrzennych. Obserwowane tempo rozwoju

energetyki wiatrowej oraz bardzo duży potencjał rynkowy wskazują, że na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego mogą występować problemy analogiczne np. jak w niektórych landach Niemiec. W związku z powyższym oraz na podstawie analiz przeprowadzonych na potrzeby niniejszego opracowania zaleca się przy lokalizacji dużych elektrowni wiatrowych dodatkowo uwzględniać następujące strefy buforowe:

- dla ochrony tras przelotów ptaków:
 - ok. 10 km od rzeki Wisły (w obie strony o osi rzeki),
 - ok. 8 km od rzek: Brdy i Drwęcy (w obie strony od osi rzek),
 - ok. 6 km od rzeki Noteci i Kanału Bydgoskiego (w obie strony od osi cieków),
- co najmniej 3 km od granic obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) wyznaczonych w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000,
- co najmniej 3 długości średnicy łopat elektrowni wiatrowej od linii kolejowych, dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych oraz od linii elektroenergetycznych wysokich napięć,
- co najmniej 1000 m od budynków mieszkalnych jednorodzinnych, budynków mieszkalnych jednorodzinnych w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej oraz budynków mieszkalnych wielorodzinnych, użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego.

C. Jednym z niższych potencjałów w województwie kujawsko-pomorskim charakteryzuje się **energetyka słoneczna**, która jednak z racji ogromnego postępu technologicznego (zwłaszcza w przypadku fotowoltaiki) oraz znikomego obecnie wykorzystania posiada obiecujące perspektywy szybkiego rozwoju zwłaszcza w systemach rozproszonych zlokalizowanych bezpośrednio u odbiorcy (przede wszystkim w nowym budownictwie indywidualnym).

- a) W najbliższych latach na terenie województwa kujawsko-pomorskiego będzie dominował rozwój systemów grzewczych. Upowszechnienie fotowoltaiki w indywidualnych systemach rozproszonych, z racji wysokich cen urządzeń oraz barier systemowych (system koncesyjny i opłaty przyłączeniowe) będzie dość utrudniony.
- b) Z biegiem czasu technologie stają się jednak coraz efektywniejsze i coraz tańsze. W ostatnich latach w masowej produkcji pojawiły się ogniwa PV drugiej generacji np.: CIGS (copper indium gallium (di)selenide), DSSC (dye-sensitized solar cell) czy ogniwa polimerowe. W ciągu najbliższych kilku lat do masowej produkcji mogą zostać wdrożone ogniwa PV trzeciej generacji pracujące całą dobę (nawet w nocy), absorbujące zakres promieniowania podczerwonego. Postęp technologiczny jaki dokonał się w ostatnich latach w fotowoltaice jest ogromny i pozwala przypuszczać, że w ciągu najbliższych dwudziestu lat (m.in. po zniesieniu w/w ograniczeń prawnych i wzmocnieniu wsparcia systemowego) pozwoli na uzyskanie widocznego udziału w rynku OZE w Polsce, a co za tym idzie również w województwie kujawsko-pomorskim.
- c) Technologie produkcji kolektorów słonecznych nie rozwijają się tak spektakularnie. Jednak mimo to sukcesywnie ulega poprawie sprawność optyczna takich instalacji; coraz nowocześniejsze materiały używane są również jako absorbery. Powszechniej-

szere wykorzystywanie kolektorów słonecznych, których montowanie na nowych budynkach jednorodzinnych staje się powoli standardem, powoduje stopniowy spadek cen grzewczych instalacji solarnych. Duże perspektywy rozwoju mają również suszarnie solarne wykorzystywane w rolnictwie, które mogą przyczynić się do obniżenia kosztów produkcji niektórych rodzajów żywności.

- D. Najmniejszy potencjał rynkowy cechuje obecnie **energetykę geotermalną**, która posiada paradoksalnie jeden z największych potencjałów teoretycznych skumulowanej energii. Jednak z racji ogromnych kosztów badań geologicznych niezbędnych do dokładnego określenia ekonomicznych możliwości wykorzystania, na dzień dzisiejszy geotermia ma znikomą rolę w ogólnym bilansie realnego potencjału energetycznego odnawialnych źródeł energii w województwie kujawsko-pomorskim. Według dostępnych analiz, w pierwszej kolejności koncepcję zagospodarowania ciepła geotermalnego na potrzeby bytowo-komunalne należałoby wiązać ze zbiornikiem dolnojurańskim. Przewidywany szybki rozwój geotermii niskotemperaturowej (pomp ciepła) nie będzie miał wielkiego znaczenia dla poziomu wykorzystania potencjału rynkowego.
- a) Zasadniczym celem eksploatacji energii geotermalnej na poziomie rynkowym jest dostęp do energii i wydajny przesył ze złóż jak najpłycej położonych, o jak najwyższej temperaturze złożowej i eksploatacyjnej oraz dużej wydajności występowania, przy jak najniższej mineralizacji. Są to podstawowe wskaźniki opłacalności inwestycji. Województwo kujawsko-pomorskie posiada teoretycznie bardzo dobre warunki do pozyskiwania energii geotermalnej. Na głębokości 2 – 3 km temperatura wód geotermalnych sięga 60 – 120°C; zasoby nie są jednak wystarczająco przebadane i udokumentowane. Wody termalne wykorzystuje się obecnie w Ciechocinku i Maruszy do celów leczniczych i rekreacyjnych. Najważniejszym zastosowaniem będzie ciepłownictwo, co przyczyni się do znacznej redukcji ilości spalanych paliw tradycyjnych i generowanych emisji zanieczyszczeń zarówno w skali lokalnej jak i globalnej. Duże możliwości zastosowań stwarzają także: rolnictwo (szklarnie, uprawy pod osłonami), suszarnictwo hodowla ryb, czy rozwijana już baleontologia (badanie właściwości leczniczych wód podziemnych i borowin z zastosowaniem ich w lecznictwie). Żadne ze złóż w chwili obecnej nie jest wykorzystywane jako źródło energii odnawialnej (wprost do celów grzewczych i produkcji energii elektrycznej). Najbardziej zasobnym zbiornikiem jest zbiornik dolnotriasowy (najgłębszy), natomiast w pierwszej kolejności do wykorzystania na cele bytowo-komunalne kwalifikuje się zbiornik dolnojurański (zajmuje największą powierzchnię) - ma najbardziej perspektywiczne zasoby.
- b) W województwie kujawsko-pomorskim wytypowanych zostało 117 miejscowości (Zespół GEOS, Tabela 8) o zdefiniowanych zasobach dyspozycyjnych energii geotermalnej wraz ze wskazaniem zbiorników o potencjalnych zasobach wód geotermalnych - miejscowości rozrzucone są po całym obszarze województwa. Terytorium województwa kujawsko-pomorskiego wymaga dalszych kosztownych badań w celu uszczegółowienia obszarów występowania, dokładniejszego określenia potencjału rynkowego przede wszystkim w rejonach koncentracji zabudowy. Jest to niezbędne do wskazania korzystnych (z punktu widzenia ekonomicznego) obszarów lokalizacji ciepłowni geotermalnych. W większych ośrodkach miejskich perspektywicznie nale-

ży rozważać przede wszystkim możliwość skojarzonego wykorzystania energii geotermalnej z innymi rodzajami energii - również konwencjonalnej (kogeneracja).

- c) Dużo większe perspektywy rozwoju rysują się przed tzw. geotermią płytką (nisko-temperaturową), która wykorzystuje tzw. pompy ciepła. Obok energetyki słonecznej jest to drugi najmniej inwazyjny przestrzennie rodzaj OZE. Z racji generalnego zastosowania w systemach rozproszonych oraz faktycznego braku barier prawnych przewiduje się szybki i widoczny wzrost ilości tego rodzaju instalacji.
- E. Przeprowadzone analizy pozwalają na dokonanie podsumowania uwarunkowań i potencjału rynkowego **energetycznego wykorzystania biomasy** na terenie województwa. Podkreślić należy, że zagadnienie to wciąż jest bardzo słabo rozwinięte – w praktyce nie ma znaczenia w ogólnym bilansie energii, dlatego rzetelna ocena wielkości potencjału rynkowego jest bardzo trudna. Istnieją tylko jednostkowe systemy zbiorcze wykorzystujące ten rodzaj energii, które choć lokalnie mają znaczenie (realizują potrzeby podmiotów, które je używają), są wciąż tylko wyjątkami, wśród tradycyjnych źródeł zasilania. W istniejących systemach dosyć często stosuje się współspalanie, natomiast funkcjonowanie całkowicie w oparciu o biomasę jest znacznie mniej popularne.
- a) Bez wątplenia techniczne perspektywy rozwoju energetyki w oparciu o zasoby biomasy są na terenie województwa bardzo duże. Pomimo istnienia pewnych ograniczeń o charakterze prawnym, przestrzennym, przyrodniczym, praktycznie na terenie całego regionu istnieją korzystne warunki rozwoju energetyki w oparciu o któryś z rodzajów biomasy, a dostępny potencjał pozwalałby na zaspokojenie potrzeb znaczącej liczby mieszkańców.
- b) Najważniejsze bariery wykorzystania biomasy na cele energetyczne, to:
- Czynniki ekonomiczne – bardzo dobrym przykładem niskiej opłacalności jest uprawa roślin energetycznych w porównaniu z innymi płodami możliwymi do pozyskania z tego samego areалу, przy uwzględnieniu niższej częstotliwości zbiorów roślin energetycznych (zbiory co 2 lub co 3 lata), większego stopnia skomplikowania upraw i zbioru, konieczności stosowania mniej popularnych technik i technologii upraw oraz zbioru, posiadania specjalistycznej wiedzy i maszyn oraz przy braku stabilności (przewidywalności) rynku w okresie wieloletnim (założenie plantacji wiąże się z co najmniej kilku-kilkunastoletnim jej użytkowaniem). Wskutek powyższego, rośliny energetyczne „przegrywają w konkurencji o glebę” z innymi tradycyjnymi uprawami mającymi bardzo podobne wymagania glebowe, a zapewniającymi pewność dochodów przy znacznie niższym ryzyku rynkowym.
 - W wielu przypadkach konieczność stosowania / montażu specjalistycznych urządzeń grzewczych, które zazwyczaj trudno wykorzystać przy zmianie na inny rodzaj paliwa.
 - Sprzężenie zwrotne pomiędzy niskim popytem na surowiec oraz niską podażą surowca – potencjalni odbiorcy powstrzymują się przed montowaniem instalacji wykorzystujących biomasę, a potencjalni wytwórcy biomasy nie rozwijają tej działalności w obawie przed brakiem odbiorców.
 - Czynniki przyrodniczo-prawne – pewne rodzaje biomasy nie mogą być pozyskiwane w niektórych obszarach chronionych. Jest to uwarunkowanie, które lokalnie

może być ważnym ograniczeniem, zwłaszcza w sytuacji korzystnych warunków przyrodniczych.

c) Podsumowując, podkreślić należy że:

- Energetyczne wykorzystanie biomasy wiąże się praktycznie wyłącznie z produkcją energii cieplnej, której przesył (w przeciwieństwie do energii elektrycznej) jest w zasadzie niemożliwy. Przewóz nieprzetworzonego surowca ze względu na stosunkowo mały ciężar właściwy oraz właściwości fizyczne jest ograniczony tylko do niewielkich odległości (decydująca kwestia kosztów transportu), a nawet dalece zaawansowane przetwarzanie surowca w miejscu jego wytwarzania nie zmienia znacząco tych warunków (pellety, zrębki, itp. wciąż zachowują niski ciężar właściwy, tym bardziej iż ich podstawowym walorem jest niska wilgotność). Oznacza to, że w przypadku biomasy bardzo istotny jest potencjał ekonomiczny (związany z rachunkiem ekonomicznym), który wskazuje na zasadność wykorzystania surowców przede wszystkim w pobliżu miejsc ich wytwarzania.
- Ze względu na dostępność surowca, pewność zasilania (zaopatrzenia) oraz zdolność do zachowania stałych parametrów dostarczanego surowca w dłuższym okresie, w praktyce istnieją możliwości rozwoju większych systemów bazujących na biomase, tylko w oparciu o słomę oraz rośliny energetyczne, a w wybranych rejonach – także na drewno pochodzące z prac porządkowych w sadach. Pozostałe rodzaje biomasy nadają się bądź do rozwoju systemów indywidualnych (zwłaszcza zużywanie przez zakłady na cele energetyczne odpadów powstających w procesie produkcyjnym), bądź tylko do okazjonalnego zastąpienia tradycyjnie używanych paliw – ze względu na parametry techniczne instalacji grzewczych dotyczy to właściwie tylko prywatnych odbiorców indywidualnych (np. ogrzewanie domostw przy pomocy okazjonalnie zakupionego drewna z prac porządkowych, itp.). Niektóre rodzaje biomasy wskazywane w literaturze, w praktyce nie nadają się w ogóle do energetycznego wykorzystania lub też koszt jej pozyskania względnie przygotowania, jest niewspółmiernie wysoki.
- Właściwości różnych rodzajów biomasy wskazują, że w przypadku biomasy pochodzącej z roślin energetycznych oraz z plantacji sadowniczych, optymalnym sposobem wykorzystania wydaje się być realizacja małych systemów grzewczych – np. na potrzeby małych osiedli w (małych) miastach lub zespołów budynków publicznych i ew. sąsiedniej zabudowy mieszkaniowej w miejscowościach gminnych. W przypadku systemów bazujących na słomie grupa docelowa jest podobna, jednak możliwa jest większa skala przedsięwzięcia. Ogrzewanie za pomocą owsa wydaje się odpowiednie przede wszystkim na potrzeby odbiorców indywidualnych. W przypadku systemów bazujących na odpadach przemysłowych (zwłaszcza rozpatrywano surowce drzewne) optymalne jest zużycie na potrzeby grzewcze zakładów, w których powstają lub ich sprzedaż na cele lokalne. W przypadku drewna odpadowego z zieleni miejskiej i zieleni przydrożnej, widzi się możliwości wykorzystania na potrzeby małych systemów centralnych w dużych miastach, gdzie skala pozyskania w stosunku do powierzchni jest relatywnie duża. Drewno opałowe pochodzące z lasów przeznaczone jest raczej do odbiorców indywidualnych, a nie do systemów centralnych. Powyższe grupy docelowe

uwzględniają właściwości fizyczne, energetyczne, konieczność wstępnego przygotowania oraz wymagania technologiczne na etapie spalania poszczególnych rodzajów biomasy. Poprzez określenie grup potencjalnych odbiorców pozwalają one na uwzględnienie w analizach nie tylko czynnika podaży biomasy, ale także potencjalnego popytu na nią, co pozwala urealnienie symulacji.

d) W przestrzeni województwa pod względem uwarunkowań wykorzystania biomasy na cele energetyczne, wyróżnić można w odniesieniu do poszczególnych rodzajów biomasy, następujące rejony:

- W zakresie pozyskania słomy:

Szczególnie istotne uwarunkowania w przypadku tego surowca, to struktura wielkościowa gospodarstw (w przypadku małych gospodarstw z mieszanymi kierunkami produkcji, zużycie słomy jest znacznie większe, a ponadto techniczne możliwości pozyskania od rozproszonych odbiorców – mniejsze) oraz kierunki produkcji, w tym struktura zasiewów.

Jako obszary szczególnie predysponowane wskazuje się powiaty zachodniej części województwa, zwłaszcza: sępoleński, nakielski, zniński, bydgoski, toruński.

- W zakresie uprawy roślin energetycznych:

Istotne ograniczenia rozwoju, to: występowanie obszarów chronionych, występowanie trwałych użytków zielonych, występowanie obszarów zmeliorowanych, występowanie deficytu wody dla potrzeb rolnictwa oraz słabe gleby. Teoretycznie, po wyeliminowaniu obszarów wskazanych powyżej, jako wyłączonych z upraw roślin energetycznych, wciąż istnieje możliwość ich uprawiania w znacznej części województwa.

Jako obszary o najlepszych predyspozycjach wskazuje się powiaty: bydgoski, świecki, toruński, nakielski, grudziądzki.

- W zakresie pozyskania drewna z plantacji sadowniczych:

Predyspozycje posiadają tylko nieliczne gminy, w których istnieje większa koncentracja plantacji sadowniczych – wymienić tu należy przede wszystkim: Koronowo, Złotniki Kujawskie, Świecie oraz północną część powiatu włocławskiego.

- W zakresie pozyskania drewna i odpadów drzewnych z lasów:

Predyspozycja posiadają przede wszystkim te części województwa, w których prowadzi się na dużą skalę zręby. Wymienić tu należy przede wszystkim obszary leżące w granicach nadleśnictw: Dąbrowa, Szubin, Skrwilno, Brodnica, Gniewkowo, Osie, Solec Kujawski, Toruń, Zamrzenica, Włocławek, Runowo, Dobrzejewice.

- W zakresie pozyskania drewna z prac porządkowych przy drogach i w terenach zielonych:

Jako obszary o relatywnie dobrych uwarunkowaniach wskazuje się największe miasta, gdzie duża powierzchnia terenów zielonych gwarantuje regularną dostawę surowców – Bydgoszcz, Toruń, Włocławek.

- W zakresie energetycznego wykorzystania zbóż (zwłaszcza owsa):

Predyspozycje posiadają przede wszystkim obszary cechujące się dużym udziałem niskich klas gleb, nieużytków, terenów przeznaczonych docelowo pod zalesienia. Tereny te mogą być wykorzystywane do uprawy owsa na cele energetyczne.

ne. Ze względu na niską przydatność rolniczą gleb, wskazuje się zwłaszcza powiaty tucholski, lipnowski i rypiński.

F. Jeden z większych potencjałów rynkowych w województwie, choć obecnie marginalnie wykorzystywany, ma **energetyka oparta na biogazie**, zarówno z odpadów organicznych, zwierzęcych jak i z osadów ściekowych. W przypadku budowy biogazowni zawodowych mogą wystąpić konflikty analogiczne jak w przypadku elektrowni wiatrowych (zakłócenia krajobrazu, brak akceptacji społecznej itp.). Szansą dla budowy biogazowni rolniczych będzie przyjęcie zmian w ustawie Prawo energetyczne, dotyczących przeliczania na zieloną energię, włączania do sieci gazowniczej biogazu powstałego z fermentacji i spalania odpadów w rolnictwie. Producenci, za produkcję energii w skojarzeniu, będą mogli otrzymywać certyfikaty dla odnawialnych źródeł energii. Wiele problemów przestrzennych związanych z lokalizacją biogazowni rozwiązałyby szczególnie możliwość włączania wyprodukowanego gazu bezpośrednio do istniejących sieci. Zwiększyłyby to radykalnie zasięg oddziaływania takich instalacji. Należy więc wspierać wszelkie działania, które w przyszłości będą umożliwiały ten rodzaj kogeneracji.

- a) Budowa biogazowni jest jedną z droższych inwestycji pozyskiwania zielonej energii, lecz jej realizacja stanowi najkrótszy proces inwestycyjny (np. farmy wiatrowe o podobnej mocy są tańsze, ale ich realizacja zajmuje więcej czasu).
- b) Zgodnie z kryterium ekonomicznym, tylko kilka oczyszczalni ścieków na terenie województwa kwalifikuje się do pozyskiwania biogazu, są to oczyszczalnie zlokalizowane w miejscowościach: Bydgoszcz, Toruń, Włocławek, Brodnica, Grudziądz, Inowrocław i ewentualnie Ciechocinek. Pozostałe oczyszczalnie ścieków mają zdecydowanie mniejszą przepustowość i możliwości pozyskiwania biogazu muszą być poprzedzone analizą opłacalności inwestycji.
- c) Największe możliwości dla lokalizacji biogazowni rolniczych opierających się na wykorzystaniu obornika/gnojowicy, występują w powiatach: włocławskim, znińskim i inowrocławskim.

III. Wnioski końcowe

1. Z racji wspomnianych wcześniej problemów zgłaszanych przez operatorów sieci z odbiorem energii elektrycznej produkowanej z OZE, łatwiej będzie rozwijać gałęzie energetyki związanej z produkcją ciepła, zarówno w systemach rozproszonych jak i zbiorczych.
2. Aby właściwie rozwijać produkcję energii elektrycznej opartej o OZE (przede wszystkim energetyki wiatrowej i hydroenergetyki) potrzebne są gruntowne modernizacje sieci elektroenergetycznych oraz racjonalne gospodarowanie przestrzenią, które zniweluje potencjalne konflikty społeczne i środowiskowe. Najmniej problematyczny wydaje się rozwój geotermii niskotemperaturowej oraz energetyki solarnej, jednak w przypadku fotowoltaiki należy dokonać zmian w przepisach regulujących obrót energią elektryczną.
3. Województwo kujawsko-pomorskie posiada duże możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii, jednak nie we wszystkich rodzajach OZE potencjał rynkowy jest na tyle znaczny, by mógł w sposób widoczny wpłynąć na bilans energetyczny regionu. Dalszy rozwój OZE w województwie kujawsko-pomorskim będzie prawdopodobnie przebiegał dwutorowo:

- a) Pierwszy kierunek rozwoju to systemy rozproszone – głównie związane z energią solarną, geotermią niskotemperaturową (pompy ciepła) oraz częściowo biomasą.
 - b) Drugi kierunek to większe (częściowo zawodowe) systemy energetyczne związane z rozwojem hydroenergetyki, energetyki wiatrowej, energetyki opartej na biomasie i biogazie oraz energetyki opartej o wysokotemperaturowe źródła geotermalne.
4. Szczególną uwagę należy zwrócić na rozwój energetyki wiatrowej. Z racji tego, iż jest ona najbardziej „inwazyjnym” w zakresie zagospodarowania przestrzennego rodzajem OZE, należy podjąć odpowiednie kroki aby zminimalizować ewentualne negatywne skutki jej rozwoju, poprzez prowadzenie prawidłowej polityki przestrzennej zarówno o charakterze lokalnym, jak i regionalnym. Należy podkreślić, iż Marszałek Województwa nie ma szerokich i wyraźnie określonych możliwości oraz narzędzi prawnych kształtowania rozwoju przestrzennego w zakresie rozwoju energetyki wiatrowej. Nie może jednoznacznie decydować np. o zezwoleniu lub też zakazie lokalizowania elektrowni wiatrowych na określonym terenie. Kształtowanie takiej polityki może polegać jedynie na niewspieraniu tego typu działalności poprzez umieszczenie odpowiednich zapisów w dokumentach rangi wojewódzkiej lub też na podejmowaniu działań interwencyjnych oferujących samorządom lokalnym różnego rodzaju wsparcie (np. organizacyjne lub finansowe) w rozwijaniu innych rodzajów OZE zamiast energetyki wiatrowej. W związku z powyższym kreują się dwie ścieżki następujące postępowania:
- a) należy opracować „wyciąg” z niniejszego dokumentu zawierający część tekstową i graficzną dla każdej gminy w województwie, z zaleceniem zastosowania zawartych w nim propozycji dla prowadzenia lokalnej polityki przestrzennej w zakresie rozwoju energetyki wiatrowej,
 - b) wprowadzić propozycje zawarte w niniejszym opracowaniu do innych dokumentów strategicznych rangi wojewódzkiej, np. Planu Zagospodarowania Przestrzennego Województwa, Strategii Rozwoju Województwa, wojewódzkiego Programu Ochrony Środowiska itp.



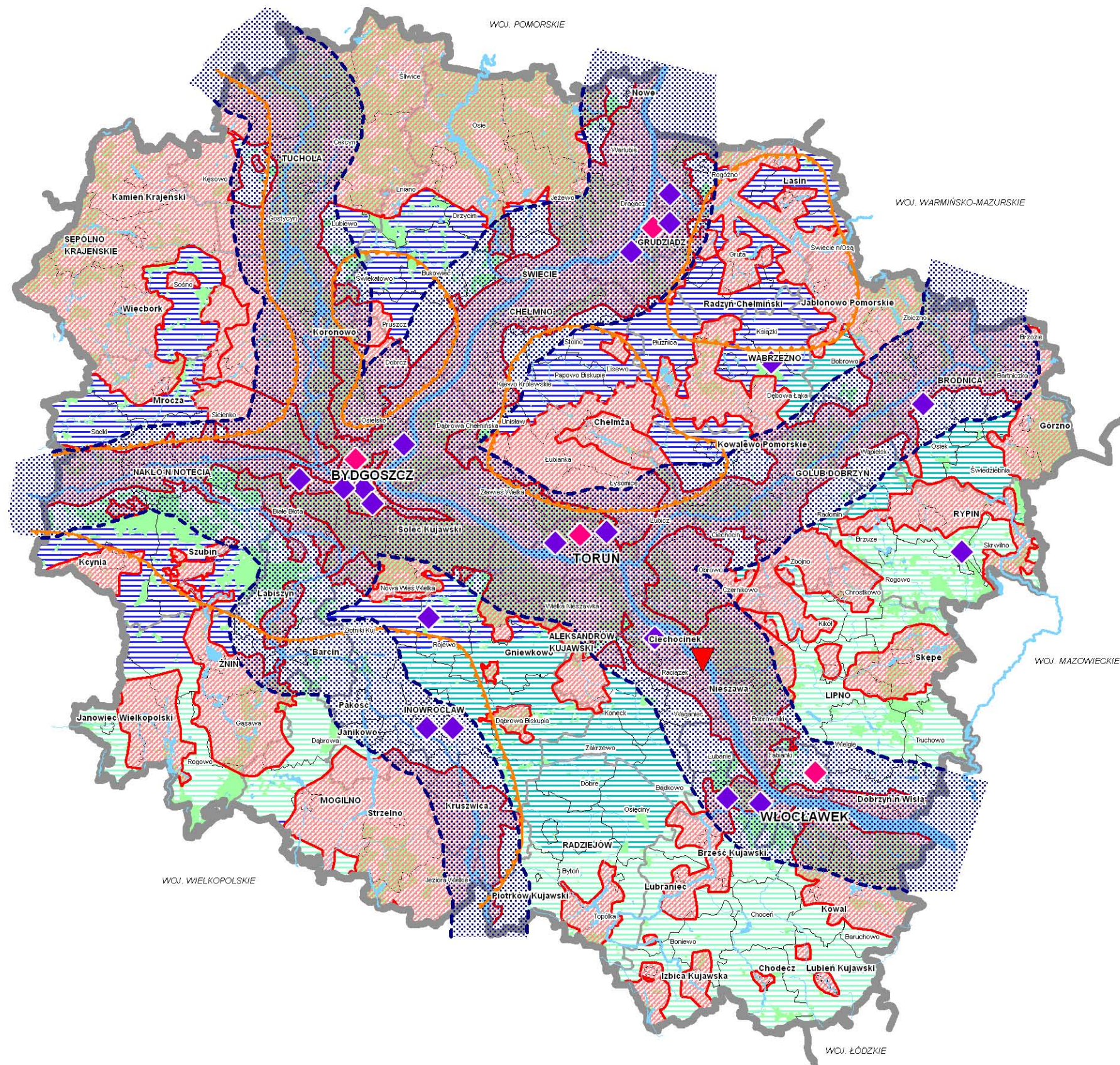
WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO-POMORSKIE

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

1:750 000

Perspektywy i możliwości rozwoju
odnawialnych źródeł energii
- główne założenia

RYS. 27



Legenda:

- granica województwa
- granice powiatów
- granice gmin
- wody powierzchniowe
- lasy
- obszary wskazane do wyłączenia z lokalizacji elektrowni wiatrowych / planowane
- obszary, na których dopuszcza się lokalizację elektrowni wiatrowych przy uwzględnieniu ograniczeń indywidualnych, gdzie:
 - mogą wystąpić bardzo istotne ograniczenia przyrodniczo-rolnicze
 - mogą wystąpić istotne ograniczenia przyrodniczo-rolnicze
 - mogą wystąpić mało istotne ograniczenia przyrodniczo-rolnicze
 - strefy buforowe od największych rzek województwa do ochrony tras przelotów ptaków
- planowana lokalizacja drugiego stopnia wodnego na Wiśle, poniżej Włocławka
- miasta wskazane do wykorzystania wód geotermalnych w bilansach energetycznych
- tereny wskazane do pozyskania słomy na cele energetyczne
- istniejące i planowane instalacje do pozyskania biogazu

Źródło: Analizy własne



8. Materiały źródłowe

- Ankiety do gmin Departamentu Infrastruktury Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu, 2008
- Ankieta do Starostw Powiatowych dotycząca ustalenia oraz możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) na terenie województwa kujawsko-pomorskiego, 2009, Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku
- Berent – Kowalska G., Jurgaś A., Kacprowska J., Kacperczyk G., 2008., Energia ze źródeł odnawialnych w 2007 r., Główny Urząd Statystyczny Departamentu Przemysłu, Ministerstwo Gospodarki – Departament Energetyki, Warszawa
- Bieliński K., Flizikowski J., 2000, Projektowanie środowiskowych procesorów energii, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno – Rolniczej, Bydgoszcz
- Bochat P., Janowicz L., 2009, Energetyczne wykorzystanie biomasy rolniczej. Agro Serwis
- Borkowska H., Styk B., 2006., Ślázowiec pensylwański – uprawa i wykorzystanie., Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Lublin: s.27-32
- Buczkowski R., Cichosz M., Igliński B., 2008, Energia alternatywna w województwie kujawsko – pomorskim, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń
- Chochowski A., Krawiec F., 2008., Zarządzanie w energetyce – Koncepcje, zasoby, strategie, struktury, procesy i technologie energetyki odnawialnej. Centrum Doradztwa i Informacji DIFIN, Warszawa
- Energia alternatywna w województwie kujawsko-pomorskim – monografia, 2006, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń
- Głaz J., 2005., Ocena „Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej” oraz kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy leśnej wraz z propozycją działań, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa
- Gradziuk P., 2006. Techniczno – ekonomiczne aspekty wykorzystania słomy i ziarna zbóż na cele energetyczne, Materiały z 2 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej, Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Przysiek: s.33-45
- Gradziuk P., Grzybek A., Kowalczyk K., 2001. Słoma – energetyczne paliwo, Polskie Towarzystwo Biomasy PolBiom, Warszawa
- Górecki W., Hajto M., 2006, Atlas zasobów geotermalnych na Niziu Polskim - Formacje paleozoiku, Kraków
- Górecki W., Hajto M., 2006, Atlas zasobów geotermalnych na Niziu Polskim – Formacje mezozoiku, Kraków
- Hanning C., 2009, Sleep disturbance and wind turbine noise
- Harasimowicz – Hermann G., Hermann J., 2007. Uprawa wierzby krzewiastej na cele energetyczne alternatywą dla spalania słomy i zachowania żyzności gleby, UTP, Bydgoszcz: s.46-50, 61-62
- Hrynkiewicz A., 2002, Energia – wyzwanie XXI wieku, Wydawnictwo UJ, Kraków: s.34-37
- Hydroprojekt Sp. z o.o. Włocławek

- Janota-Brzozowski J., 2005, Ocena „Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej” oraz kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej wraz z propozycją działań, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa
- Janowicz L., 2007, Energetyczne wykorzystanie biomasy rolniczej, Materiały z 3 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej, Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Przysiek: s.4-7
- Jastrzębska G., 2007, Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa
- Kępińska B., 2006, Energia geotermalna- aktualny stan i perspektywy wykorzystania w Polsce –Przegląd Geologiczny, vol. 54 nr 8
- Kieć J., 2008, Znaczenie Biomasy. Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej, Kraków Kujawsko-Pomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Włocławku
- Kumider J., Zielnica J., 2006, Bioenergetyka szansą dla środowiska naturalnego, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań
- Kwapisz M., Prezentacja dotycząca efektywności energetycznej wybranych gatunków zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin
- Lewandowski W., 2006, Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa
- Majtkowski W., Majtkowska G., 2005. Trawy źródłem energii. Agro Serwis, wrzesień 2009
- Majtkowski W. 2006. Źródła biomasy do celów energetycznych. Materiały z 2 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej. Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie. Przysiek: s.49-55
- Majtkowski W. 2007. Agrotechnika wieloletnich roślin na cele energetyczne, Materiały z 3 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej, Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie. Przysiek: s.16-19
- Majtkowski W., 2007, Uprawa i wykorzystanie roślin energetycznych, Kujawsko – Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Minikowo
- Majtkowski W., 2008, Rośliny źródłem biomasy na cele energetyczne, Towarzystwo Rozwoju Powiatu Kwidzyńskiego, Europejskie Centrum Energetyki Odnawialnej, Kwidzyn
- Majtkowski W., 2008, Rynek biomasy na przykładzie województwa kujawsko – pomorskiego. Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie, Płońsk
- III Międzynarodowa Konferencja Procesów Energii ECO-EURO-ENERGIA 7-8 czerwca 2006 - Materiały konferencyjne, Bydgoszcz
- IV Międzynarodowa Konferencja Procesów Energii ECO-EURO-ENERGIA, 26-27 czerwca 2007 - Materiały konferencyjne, Bydgoszcz
- Mikulski Z., 1994, Gospodarka wodna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020, 2007, Instytut Energetyki Odnawialnej przy współpracy Instytutu na Rzecz Ekorozwoju - eksperytyza, Warszawa

- Ocena ryzyka środowiskowego przy realizacji inwestycji w energetyce wiatrowej. 2008, Przewodnik dla inwestorów, Polska Izba Gospodarcza Energii Odnawialnej
- Ochmańska M., Jaroszewski J., 2006, Rodzaje biomasy i możliwości jej wykorzystania, Kujawsko – Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Zarzeczewo
- Ochmańska M., 2008, Plantacje energetyczne z dopłatą, Kujawsko – Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Zarzeczewo
- Odpady komunalne na terenie województwa kujawsko – pomorskiego: koncepcja gospodarowania, listopad 2006 – opracowanie wykonano na zlecenie Województwa Kujawsko – Pomorskiego, Toruń
- Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego, wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa, 2005, Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach, Katowice
- Program ochrony środowiska z planem gospodarki odpadami województwa kujawsko – pomorskiego 2010 (przyjęty przez Sejmik Województwa Kujawsko – Pomorskiego uchwałą Nr XXIV/468/08 z dnia 03 lipca 2008r)
- Program Rozwoju Energetyki Wiatrowej w Polsce na lata 2002-2005, Ministerstwo Środowiska
- Przyrodniczo-przestrzenne aspekty lokalizacji energetyki wiatrowej w województwie warmińsko-mazurskim, 2006, Warmińsko-Mazurskie Biuro Planowania Przestrzennego w Olsztynie, Filia w Elblągu
- Raport ekspertów sektora OZE, 2008, Kongres ekspertów rynku odnawialnych źródeł energii „Energetyczny Przełom”, Warszawa
- PSEW (2008). Wytyczne w zakresie oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na ptaki, Szczecin
- Raport ekspertów sektora OZE 2008 (materiał na Kongres pn. „Energetyczny Przełom”, Kancelaria Prawna Hałas i Wspólnicy
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Poznaniu
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku
- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich z dnia 18 stycznia 2005r. (Dz. U. Nr 17 poz. 142)
- Stolarski M., 2006, Opłacalność uprawy wierzby na cele energetyczne, Materiały z 2 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej, Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Przysiek: s.46-48
- Wach E., 2006, Techniczno – ekonomiczne aspekty wykorzystania drewna i paliw pochodnych do celów grzewczych, Materiały z 2 Regionalnego Forum Energetyki Odnawialnej, Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Przysiek: s.24-32

Wiśniewski G. (red.), 2007, Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020, Instytut Energetyki Odnawialnej, Europejskie Centrum Energetyki Odnawialnej, Warszawa

Wody geotermalne województwa kujawsko-pomorskiego, ze szczególnym uwzględnieniem dla potrzeb gospodarczych miasta Bydgoszczy, Torunia, Włocławka i Grudziądz, 2004, Towarzystwo Geosynoptyków GEOS, Kraków

Zdulski W., 2005, Studium możliwości realizacji elektrowni szczytowo – pompowej w rejonie zbiornika włocławskiego, materiał roboczy

Wykaz witryn internetowych:

<http://www.agroenergetyka.pl> (wejście 23.04.2009)

<http://www.biomasa.org> (wejście 23.03.2009)

<http://www.boell.pl> (wejście 9.10.2009)

<http://www.coach-bioenergy.eu> (wejście 6.05.2009)

<http://dlaklimatu.pl> (wejście 25.03.2009)

<http://www.ekoenergia.pl> (wejście 14.04.2009)

<http://www.ewea.org> (wejście 2.04.2009)

<http://www.geoland.pl> (wejście 7.03.2009)

<http://www.imgw.pl> (wejście 27.04.2009, 24.08.2009)

<http://kprm.gov.pl> (wejście 3.10.2009)

<http://www.ure.gov.pl> (wejście 22.06.2009)

<http://www.portfel.pl> (wejście 2.11.2009)

<http://www.psew.pl> (wejście 16.03.2009, 25.08.2009)

<http://re.jrc.ec.europa.eu> (wejście 3.03.2009)

<http://solaris18.blogspot.com> (wejście 2.03.2009)

<http://seo.org.pl> (wejście 1.08.2009)