

2013

# WOJEWÓDZKI PROGRAM ROZWOJU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII DLA WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO ZAŁĄCZNIK NR 1

## Zamawiający:

Województwo Podkarpackie  
Al. Łukasza Cieplińskiego 4  
35-010 Rzeszów



## Wykonawca:

CASE-Doradcy Sp. z o.o.  
ul. Polna 40 lok. 212  
00-635 Warszawa



Publikacja dofinansowana przez  
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej w Rzeszowie

Rzeszów 2013



## Spis treści

<b>1. Uwarunkowania formalno – prawne, środowiskowe i techniczne rozwoju odnawialnych źródeł energii.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Prawo i dokumenty strategiczne europejskie.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Prawo i dokumenty strategiczne krajowe .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3. Prognozy rozwoju OZE .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4. Rozwój energetyki odnawialnej w aspekcie uwarunkowań w zakresie ochrony przyrody .....</b>	<b>32</b>
<b>1.5. Bezpieczeństwo energetyczne a rozwój odnawialnych źródeł energii</b>	<b>36</b>
<b>1.6. Innowacyjność w sektorze OZE .....</b>	<b>38</b>
<b>2. Charakterystyka województwa podkarpackiego .....</b>	<b>43</b>
<b>2.1. Ludność .....</b>	<b>43</b>
<b>2.2. Powierzchnia.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3. Podmioty gospodarki narodowej.....</b>	<b>47</b>
<b>2.4. Rynek pracy .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5. Rolnictwo .....</b>	<b>50</b>
<b>3. Diagnoza stanu obecnego sektora energetycznego województwa podkarpackiego.....</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Charakterystyka systemu elektroenergetycznego .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2. Charakterystyka ciepłownictwa .....</b>	<b>59</b>

<b>3.3. Charakterystyka gazownictwa .....</b>	<b>66</b>
<b>4. Bilans energetyczny województwa podkarpackiego .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1. Zasoby surowców energetycznych.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. Zapotrzebowanie na energię pierwotną w podziale na nośniki.....</b>	<b>76</b>
<b>4.3. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki - energia elektryczna.....</b>	<b>78</b>
<b>4.4. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki - ciepłownictwo.....</b>	<b>80</b>
<b>5. Stan obecny odnawialnych źródeł energii w województwie podkarpackim .....</b>	<b>81</b>
<b>6. Potencjał odnawialnych źródeł energii.....</b>	<b>87</b>
<b>6.1. Potencjał energetyki wodnej .....</b>	<b>87</b>
<b>6.2. Potencjał energetyki wiatrowej .....</b>	<b>93</b>
<b>6.3. Potencjał energetyki słonecznej .....</b>	<b>116</b>
<b>6.4. Potencjał wykorzystania biomasy .....</b>	<b>162</b>
<b>6.5. Potencjał produkcji biogazu .....</b>	<b>187</b>
<b>6.6. Potencjał energetyki geotermalnej .....</b>	<b>213</b>
<b>Spis rysunków .....</b>	<b>231</b>
<b>Spis tabel.....</b>	<b>233</b>

# **1. Uwarunkowania formalno – prawne, środowiskowe i techniczne rozwoju odnawialnych źródeł energii**

## **1.1.Prawo i dokumenty strategiczne europejskie**

Podstawowymi dokumentami i aktami prawnymi UE w tym zakresie są:

*Biała Księga – „Energia dla przyszłości: Odnawialne źródła energii” (1997)*

Istotnym dokonaniem w zakresie odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej, stało się przyjęcie przez Komisję Europejską Białej Księgi w 1997 r. Głównym celem tego dokumentu było zwiększenie produkcji energii z OZE w krajach UE. Wychodząc z założenia, że kraje członkowskie nie wykorzystują istniejącego potencjału do produkcji energii z odnawialnych źródeł, przyjęto za cel strategiczny podwojenie udziału OZE w bilansie paliwowo – energetycznym Unii z 6% w 1995 roku do 12% w roku 2010. W Białej Księdze zarysowano strategię oraz plan działania, pozostawiając krajom członkowskim dopracowanie własnej strategii. Dokument zawiera również szereg narzędzi służących osiągnięciu wyznaczonego celu, z których poszczególne Państwa mogą korzystać w zależności od wyboru źródeł i technologii OZE.

Do korzyści płynących z realizacji celu Białej Księgi należy zaliczyć:

- wzrost bezpieczeństwa energetycznego,
- promocję regionalnego rozwoju gospodarczego,
- ochronę środowiska naturalnego,
- tworzenie nowych miejsc pracy.

Autorzy Księgi wskazują perspektywy wzrostu produkcji OZE do roku 2010. Przedstawiają plan działania oraz rozwiązania w konkretnych rodzajach energetyki np.:

- ograniczenie budowy dużych elektrowni wodnych ze względu na ich szkodliwy wpływ na środowisko, wskazując jednocześnie modernizację obecnie nieczynnych małych elektrowni wodnych oraz ich rozwój,
- zwiększenie wykorzystania odpadów z przemysłu drzewnego, leśnictwa i rolnictwa, a także upraw roślin energetycznych, przyczyniając się do wzrostu produkcji biopaliw,
- konieczność dopracowania nowych rozwiązań ułatwiających podłączenia elektrowni wiatrowych do sieci elektroenergetycznej,
- rekomendacje w zakresie systemów fotowoltaicznych, do rozwoju układów zintegrowanych z budynkami oraz dużych systemów centralnych,

- rekomendacje do modyfikacji prawa budowlanego w celu możliwości rozwoju pasywnych systemów słonecznych, zwłaszcza w przypadku modernizacji starych lub budowy nowych budynków.

Kampania wdrożeniowa Białej Księgi, rozpoczęta w 1999 r. przez Komisję Europejską, przewidywała:

- zaopatrzenie 100 lokalnych społeczności w energię w 100% pochodzącą ze źródeł odnawialnych,
- zainstalowanie 1 000 MW instalacji na biogaz,
- zainstalowanie 10 000 MW dużych elektrowni wiatrowych,
- zainstalowanie 10 000 MW systemów, wykorzystujących biomasę do produkcji energii elektrycznej i ciepłej w skojarzeniu,
- ogrzanie 1 000 000 mieszkań biomasą,
- zainstalowanie 1 000 000 systemów fotowoltaicznych,
- zainstalowanie 15 000 000 m<sup>2</sup> kolektorów słonecznych.

Na podstawie Białej Księgi w kolejnych latach przygotowano i wprowadzono dyrektywę w sprawie promocji energii elektrycznej z OZE oraz dyrektywę promującą rozwój biopaliw.

*Zielona Księga - „Ku europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego” (2001)*

Dokument przedstawia długofalową strategię rozwoju energetyki Państw członkowskich UE, skupiając się na sześciu priorytetowych obszarach:

1. Energetyka na rzecz wzrostu gospodarczego i tworzenia nowych miejsc pracy w Europie: dokończenie budowy europejskich rynków wewnętrznych energii elektrycznej i gazu.
2. Wewnętrzny rynek energetyczny zapewniający bezpieczeństwo dostaw: solidarność państw członkowskich.
3. Bezpieczeństwo i konkurencyjność zaopatrzenia w energię: w kierunku bardziej zrównoważonej, efektywnej i zróżnicowanej energii.
4. Zintegrowane podejście, aby stawić czoła zmianie klimatu.
5. Zachęcanie do innowacji: strategiczny plan europejski w zakresie technologii energetycznych.
6. Spójna zewnętrzna polityka energetyczna.

W Zielonej Księdze zawarty jest apel do zmiany zachowań odbiorców w zakresie zapotrzebowania na energię. Jednym z narzędzi rekomendowanych do osiągnięcia tego celu jest częstsze stosowanie instrumentów podatkowych do lepszej kontroli zapotrzebowania i zużycia energii, z większym

szacunkiem dla środowiska naturalnego. Zaleca się podatki lub opłaty quasi – podatkowe, a także nakładanie kar za szkodliwy wpływ korzystania z energii na środowisko. Wśród instrumentów finansowych wspierających rozwój OZE, na uwagę zasługują ulgi podatkowe, bezpośrednie bezzwrotne wsparcie finansowe, dofinansowanie inwestycji OZE. W przemyśle budowlanym i transporcie powinna być stosowana aktywna polityka oszczędności energii. Kluczem do zmian jest rozwój odnawialnych źródeł energii, które są priorytetem w walce z globalnym ociepleniem.

*ZIELONA KSIĘGA w sprawie racjonalizacji zużycia energii, czyli jak uzyskać więcej mniejszym nakładem środków z 2005 r.*

Dokument wskazuje możliwości uzyskania oszczędności oraz inicjuje szerszą dyskusję na temat sposobu przyjęcia konkretnego planu działań w celu wykorzystania oszczędności z racjonalizacji zużycia energii. W warunkach niestabilnych cen ropy, dokument przyczynia się do ograniczenia uzależnienia energetycznego od innych krajów, a także do ożywienia gospodarki UE oraz przeciwdziałania zmianom klimatycznym.

*Zielona Księga „Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii” z 2006 roku*

Celem dokumentu jest polityka energetyczna Europy, oparta na 3 filarach:

1. Trwałości – rozwój istniejących źródeł energii odnawialnej oraz nośników energii niskoemisyjnej, alternatywnych paliw, racjonalizacja zapotrzebowania na energię w Europie poprzez zmniejszenie popytu, powstrzymanie zmian klimatycznych oraz poprawa jakości powietrza.
2. Konkurencyjności – przedstawienie korzyści z otwarcia rynku energii dla konsumentów oraz gospodarki UE, zachęcanie do inwestycji w produkcję zielonej energii oraz racjonalnego jej wykorzystania, utrzymanie wysokiej pozycji Europy w rozwoju technologii energetycznych oraz złagodzenie wpływu światowego wzrostu cen energii na gospodarkę UE.
3. Bezpieczeństwie zaopatrzenia w energię – zapewnienie wszystkim obywatelom i przedsiębiorstwom dostępu do energii, odpowiednie przygotowanie Europy do radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych, poprawę dostępu do zasobów ogólnoswiatowych dla przedsiębiorstw europejskich, działania idące w kierunku ograniczenia uzależnienia Europy od międzynarodowej energii poprzez np. zmniejszenie popytu, wykorzystanie konkurencyjnej energii własnej i odnawialnej.

*Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków*

Celem niniejszej dyrektywy jest promowanie poprawy charakterystyki energetycznej budynków we Wspólnocie, z uwzględnieniem zewnętrznych i lokalnych warunków klimatycznych,

wewnętrznych wymagań klimatycznych oraz opłacalności. Zgodnie z Dyrektywą, w aktach prawnych każdego państwa UE, przed rozpoczęciem budowy budynków o łącznej powierzchni użytkowej powyżej 1 000 m<sup>2</sup>, powinny być rozważane wszelkie dostępne (w miarę możliwości) rozwiązania związane z sektorem OZE np. systemy dostawy energii oparte na energii odnawialnej, CHP, ogrzewanie/chłodzenie lokalne lub blokowe, pompy ciepłe itd.

*Dyrektywa 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie wspierania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na rynku wewnętrznym energii oraz zmieniająca dyrektywę 92/42/EWG*

Dyrektywa ma na celu zwiększenie efektywności energetycznej i poprawę bezpieczeństwa dostaw w UE. Dokument określa ramy dla wspierania i rozwoju produkcji ciepła i energii elektrycznej na wewnętrznym rynku energii, w układzie kogeneracji o wysokiej wydajności, opartej na popycie na ciepło użytkowe i oszczędnościach w energii pierwotnej. Dyrektywa uwzględnia specyficzne uwarunkowania krajowe poszczególnych Państw, a szczególnie panujące u nich warunki klimatyczne i ekonomiczne.

*Dyrektywa 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lipca 2005 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię oraz zmieniająca dyrektywę Rady 92/42/EWG, oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 96/57/WE i 2000/55/WE*

Celem Dyrektywy są następujące działania:

- zmniejszenie potencjalnego szkodliwego wpływu produktów wykorzystujących energię (PWE) na środowisko,
- ustalenie wymogów do wprowadzenia na rynek, produktów wykorzystujących energię,
- zrównoważenie rozwoju poprzez zwiększenie efektywności energetycznej i poziomu ochrony środowiska przy jednoczesnym zwiększaniu bezpieczeństwa dostaw energii.

Dyrektywa nie ma zastosowania do środków przewozu osób lub rzeczy.

*Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych oraz uchylająca dyrektywę Rady 93/76/EWG*

Dyrektywa określa cele orientacyjne oraz stwarza mechanizmy, ramy instytucjonalne, finansowe i prawne do poprawy efektywności końcowego wykorzystania energii we Wspólnocie. Do osiągnięcia określonych celów niezbędne jest usunięcie istniejących barier rynkowych i niedoskonałości rynku, które utrudniają rozwój i promowanie usług energetycznych, a także



dostarczenie odbiorcom końcowym innych środków poprawy efektywności energetycznej. Dyrektywa zobowiązuje Państwa Członkowskie do osiągnięcia krajowego celu indykatywnego w zakresie oszczędności energii w wysokości 9% do 2014 r. poprzez efektywne kosztowo, wykonalne i rozsądne środki. Wzorcową rolę w dziedzinie objętej niniejszej Dyrektywą odgrywa sektor publiczny, który ma za zadanie:

- dawać dobry przykład w zakresie inwestycji, utrzymania i innych wydatków na urządzenia zużywające energię, usługi energetyczne i inne środki poprawy efektywności energetycznej,
- włączać kwestie związane z poprawą efektywności energetycznej do inwestycji, odpisów amortyzacyjnych i budżetów operacyjnych,
- dążyć do stosowania kryteriów efektywności energetycznej w procedurach przetargowych na zamówienia publiczne, jako że taka praktyka została umożliwiona przez dyrektywę 2004/17/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień przez podmioty działające w sektorach gospodarki wodnej, energetyki, transportu i usług pocztowych i dyrektywę 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie koordynacji procedur udzielenia zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi.

*Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE*

Celem nadrzędnym Dyrektywy jest promowanie energii ze źródeł odnawialnych, którego realizację ma wesprzeć szereg narzędzi oraz procedur administracyjnych, informacji i szkoleń. Dokument określa cele ogólne w odniesieniu do całkowitego udziału energii z odnawialnych źródeł w końcowym zużyciu energii brutto dla krajów członkowskich UE oraz udziału OZE w transporcie. Zakłada się, że do roku 2020 r. nastąpi zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii brutto przez UE do 20 % (dla Polski jest to 15%), zaś w zużyciu energii w transporcie do co najmniej 10%. Dyrektywa wprowadza również obowiązek sporządzania krajowych planów działania w zakresie energii pozyskiwanej z OZE. Każde państwo członkowskie ma obowiązek opracować krajowy plan działania w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych zużytej w sektorze transportowym, sektorze energii elektrycznej, sektorze ogrzewania i chłodzenia do 2020 r. Zgodnie z Dyrektywą, państwa Wspólnoty podejmują odpowiednie kroki, mające na celu zbudowanie infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej sieci elektroenergetycznej, inteligentnych sieci, obiektów magazynowania oraz systemu elektroenergetycznego. Efektem tego działania ma być bezpieczne działanie systemu elektroenergetycznego podczas przystosowania go do dalszego rozwoju wytwarzania energii elektrycznej z OZE, w tym również połączeń wzajemnych między państwami zarówno w granicach Unii jak i z państwami spoza UE.



*Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1227/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie integralności i przejrzystości hurtowego rynku energii (REMIT)*

Rozporządzenie dotyczy zachowań uczestników hurtowych rynków (zwane dalej „hurtowymi rynkami energii”), na których sprzedawane są energia elektryczna, gaz ziemny, usługi przesyłowe na terenie UE oraz związane z nimi instrumenty pochodne. Rozporządzenie dotyczy również odbiorców końcowych, których roczne zużycie energii elektrycznej lub gazu ziemnego wynosi 600 GWh lub więcej. Na mocy REMIT zakazane są praktyki uczestników rynku, które mają na celu wywieranie wpływu na poziom cen na hurtowych rynkach energii.

*Dyrektywa 2009/72/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE.*

Główne założenia:

- obowiązek zapewnienia niezależności organom regulacyjnym oraz zwiększenie zakresu kompetencji tych organów – m.in. w zakresie obowiązków dot. budowania wspólnotowego rynku energii,
- zaostrzenie kryteriów unbundling<sup>1</sup> u<sup>1</sup>,
- OSP – rozdział własnościowy albo ISO albo ITO (niezależny) OSP z bardzo restrykcyjnymi kryteriami jego niezależności),
- obowiązek zapewnienia tzw. usługi powszechnej,
- położenie nacisku na prawa Konsumentów,
- czas trwania procedury zmiany sprzedawcy – max. 3 tyg.,
- „inteligentne” liczniki energii u 80% odbiorców w okresie do 2020 r.,
- utworzenie ENTSO (agencja ds. współpracy operatorów),
- utworzenie ACER (agencja ds. współpracy organów regulacyjnych).

*Dyrektywa 2009/29/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych*

Najważniejszym problemem polskiej energetyki obecnie i w najbliższych latach jest wdrożenie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r., zmieniającej dyrektywę 2003/87/WE o usprawnieniu i rozszerzeniu wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych („Dyrektywa EU ETS”). Wprowadziła ona w artykule 10c możliwość przejściowego przydziału bezpłatnych uprawnień dla producentów energii elektrycznej. Celem tej derogacji, zdaniem rządu, miało być ograniczenie wzrostu cen energii, który

---

<sup>1</sup> Rozdzielenia operatorów systemu przesyłowego (OSP) oraz operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD).

byłby nieunikniony w przypadku pełnego aukcjoningu<sup>2</sup> uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> od 2013 r. Po zakończeniu negocjacji dyrektywy w grudniu 2008 r. szacowano korzyści z tytułu derogacji na 60 mld EUR w okresie 2013-2019.

*Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE*

Nowa Dyrektywa, poprzez ustanowienie wspólnej struktury ramowej w celu obniżenia o 20% zużycia energii pierwotnej w UE, stanowi istotny czynnik wpływający na powodzenie realizacji unijnej strategii energetycznej na rok 2020. Dokument wskazuje środki, pozwalające stworzyć odpowiednie warunki do poprawy efektywności energetycznej również po tym terminie. Ponadto, Dyrektywa określa zasady, na jakich powinien funkcjonować rynek energii tak, aby wyeliminować m.in. wszelkie nieprawidłowości ograniczające efektywność dostaw. Akt prawny przewiduje także ustanowienie krajowych celów w zakresie efektywności energetycznej na rok 2020.

*Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/W*

Niniejsza dyrektywa ustanawia system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie (zwany dalej „systemem wspólnotowym”) w celu wspierania zmniejszania emisji gazów cieplarnianych w efektywny pod względem kosztów oraz skuteczny gospodarczo sposób.

*Plan działań dla gospodarki emisyjnej do 2050 r.*

Zgodnie z przedstawionym w Planie stanowiskiem, Unia Europejska stoi obecnie przed koniecznością transformacji sektora energii w horyzoncie 2050 r., gdyż wg IEA niezbędne jest praktycznie całkowite pozbycie się przemysłowych emisji gazów cieplarnianych, przede wszystkim dwutlenku węgla. Przypomina również, że w ramach dotychczasowej polityki klimatyczno – energetycznej, Unia Europejska przyjęła zobowiązania zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, oszczędzania energii oraz rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w celu przeciwdziałania zmianom klimatu. Równolegle, Wspólnota będzie mogła ograniczać niekorzystne efekty uzależnienia od importu paliw kopalnych, zwłaszcza ropy naftowej i gazu ziemnego. W związku z ww. założeniem, istnieje pilna potrzeba zwiększenia produkcji energii wewnątrz UE ze źródeł nisko – emisyjnych, szczególnie w oparciu o nowoczesne technologie z obszaru odnawialnych źródeł energii oraz intensyfikację oszczędności energii.

---

<sup>2</sup> Handlu certyfikatami związanymi z emisją CO<sub>2</sub> na aukcjach.

Unia zobowiązała się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> o 20% do roku 2020. Plan przedstawia działania przewidując, że do 2030 r. redukcja wyniosłaby 40% w 2040 r. – 60%, a w 2050 r. – 80%. W całej Wspólnocie panuje pełna zgodność co do tego, że myśląc o następnych pokoleniach powinniśmy dbać o naturalne środowisko, w tym zmierzać do obniżki emisji CO<sub>2</sub>. Problematicznym zagadnieniem jest sposób realizacji narzuconego celu.

Na szczycie unijnym w marcu 2012, Państwo Polskie zawetowało *"Plan działań dla gospodarki emisyjnej do 2050 r."*, stojąc na stanowisku, że tak szybka transformacja rynku energetycznego zbyt obciąży polską gospodarkę oraz wpłynie na wyższe koszty energii i produkcji przemysłowej obniżając konkurencyjność naszych firm. Ponad to Rząd Polski uważa, że definiowanie polityki klimatycznej w ramach UE jest przedwczesne w warunkach, gdzie Unia odpowiada jedynie za 7 proc. światowej emisji CO<sub>2</sub>.

Tabela 1. Kroki milowe w zakresie energetyki odnawialnej UE adaptowane do warunków polskich.

Lata	Plan działań
2010	Rada Ministrów przyjęła dokument „Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”
2011	Rada Ministrów przyjęła opracowany przez Ministerstwo Gospodarki dokument „Uzupełnienie do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”
2012	Projekt polskiej ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii; ostatni projekt ustawy został przedstawiony w październiku 2012 r.
2020	UE ma osiągnąć 20% udziału energii odnawialnej w ostatecznym zużyciu energii (Polska – 15%) oraz 10% udziału energii odnawialnej w transporcie.
2020-2025	Rozpoczęcie wytwarzania energii elektrycznej z zastosowaniem ogniw fotowoltaicznych na dużą skalę oraz produkcja bioetanolu drugiej generacji, biodiesla drugiej generacji i biowodoru (wg Polityki Energetycznej Polski 2030)
2030	Zgodnie z unijnym dokumentem „Plan działań dla gospodarki emisyjnej do 2050 r.”, redukcja CO <sub>2</sub> ma wynieść 40%
2040	Zgodnie z unijnym dokumentem „Plan działań dla gospodarki emisyjnej do 2050 r.”, redukcja CO <sub>2</sub> ma wynieść 60%
2050	Unijna mapa drogowa przewiduje redukcję emisję CO <sub>2</sub> na poziomie 85-90%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów dotyczące OZE w UE i PL.

*Europa 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*

Realizacja założonych w strategii celów ma pomóc w przyspieszeniu wyjścia z kryzysu gospodarczego, zapobieżeniu podobnemu kryzysowi w przyszłości, a także w tworzeniu podstaw zrównoważonego rozwoju. W tym dokumencie założono, że priorytetem jest rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji, przyjaznej środowisku, a jednocześnie bardziej konkurencyjnej. Strategia składa się z 3 priorytetów:

- inteligentny rozwój: rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji,
- zrównoważony rozwój: wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej,
- rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu: wspieranie gospodarki o wysokim poziomie zatrudnienia, zapewniające wysoką spójność społeczną i terytorialną.

Realizacja priorytetu środowiskowego ma na celu ograniczenie emisji dwutlenku węgla, o co najmniej 20% (w porównaniu z poziomem z 1990 roku), zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii finalnej do 20% oraz zwiększenie efektywności wykorzystania energii o 20%. Zapisy te są aprobatą zapisów pakietu klimatyczno – energetycznego przyjętego na szczycie Rady Europejskiej w dniach 11-12 grudnia 2008 roku. Strategia ta składa się z siedmiu inicjatyw przewodnich, a jedną z nich jest inicjatywa dotycząca efektywnego korzystania z zasobów. Inicjatywa ta ma na celu stworzenie ram strategicznych, wspierających zmiany prowadzące do przejścia na niskoemisyjną gospodarkę opartą na efektywnym korzystaniu z zasobów, pozwalających na:

- poprawę wyniku ekonomicznego przy jednoczesnym ograniczeniu wykorzystania zasobów,
- określenie i stworzenie nowych możliwości wzrostu gospodarczego i szerszej działalności innowacyjnej oraz zwiększenie konkurencyjności UE,
- zapewnienie bezpieczeństwa dostaw podstawowych zasobów,
- przeciwdziałanie zmianom klimatu i ograniczenie wpływu korzystania z zasobów na środowisko.

## Inne dokumenty UE o charakterze strategicznym

Zadania sformułowane w Dyrektywie 2006/32/WE z dnia 5 kwietnia 2006 roku dotyczące efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych były m.in. podstawą do wydania Komunikatu Komisji Europejskiej z dnia 19 października 2006 roku pt. *Plan działania na rzecz racjonalizacji zużycia energii: sposoby wykorzystania potencjału*. Komunikat ten, wraz z kolejnym komunikatem z 10 stycznia 2007 roku wyznaczał konkretne cele do osiągnięcia przez państwa Wspólnoty w zakresie efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii, tzw. *pakiet 3 x 20 (Pakiet klimatyczny)*. Cele te zakładają podjęcie działań, które doprowadzą do:

- wzrostu efektywności energetycznej o 20%,
- zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, a głównie emisji CO<sub>2</sub>, o 20%,
- 20% udziału energii z odnawialnych źródeł w bilansie energetycznym do roku 2020,
- osiągnięcie 10% udziału energii z odnawialnych źródeł w transporcie do 2020 r.

*Komunikat na rzecz konkurencyjnej, zrównoważonej i bezpiecznej energii do roku 2020 z dn. 10 listopada 2010 r.*

W przyjętym komunikacie Komisja Europejska określiła pięć priorytetów:

- oszczędność energii,
- ogółouropejski zintegrowany rynek energii wraz z infrastrukturą,
- 27 państw - jeden głos w świecie w sprawach energii,
- przywództwo Europy w dziedzinie technologii energetycznych i innowacji,
- bezpieczna, pewna i niedroga energia dzięki aktywnym konsumentom.

*Rezolucja Parlamentu Europejskiego pt. „W kierunku nowej strategii energetycznej dla Europy 2011-2020” z końca 2010 r.*

Dokument przedstawia działania na rzecz wzrostu efektywności energetycznej we Wspólnocie i ma służyć skuteczniejszemu prawodawstwu UE w sektorze energetycznym. W dokumencie, w punkcie dotyczącym „*lepszego wykorzystania potencjału UE w zakresie efektywności energetycznej i energii odnawialnej*” zapisano, że „*wydajność energetyczna i energooszczędność powinny być kluczowymi priorytetami każdej przyszłej strategii, ponieważ są one opłacalnym sposobem zmniejszenia zależności energetycznej UE i zwalczania zmiany klimatu, przyczyniającym się do tworzenia nowych miejsc pracy*”.

Istotnym zapisem tego dokumentu jest konieczność wprowadzenia sankcji za nieprzestrzeganie przepisów służących wewnętrznemu europejskiemu rynkowi energii. Podkreśla się również znaczenie aktywnego wsparcia wspólnych działań, które stanowić będą o konkurencyjności unijnej gospodarki.

*Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego z dnia 8 marca 2011 r. pt. „Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011r.”*

Według szacunków Komisji, UE jest na drodze do osiągnięcia zaledwie połowy celu jakim było zmniejszenie zużycia energii o 20%. Największy potencjał w zakresie oszczędności energii postrzegany jest w budynkach. Plan koncentruje się na instrumentach mających doprowadzić do uruchomienia procesu renowacji budynków publicznych i prywatnych oraz do poprawy energooszczędności stosowanych w nich elementów składowych i używanych w nich urządzeń. Budynki publiczne powinny cechować się wysokimi standardami efektywności energetycznej a wskaźnik ich renowacji powinien zostać co najmniej podwojony. Komisja zobowiąże władze do poddawania renowacji co najmniej 3% swoich budynków (według powierzchni) rocznie.

Po budownictwie, największy potencjał poprawy efektywności energetycznej cechuje przemysł. W przemyśle planuje się wprowadzenie wymogów dotyczących efektywności urządzeń przemysłowych, lepsze informowanie małych i średnich przedsiębiorstw oraz dążenie do wprowadzenia audytów energetycznych i systemów zarządzania energią.

*Rezolucja parlamentu Europejskiego z dnia 12 marca 2008 w sprawie zrównoważonego rolnictwa i biogazu: potrzeba przeglądu prawodawstwa UE (2007/2107(INI))*

Dokument podkreśla istotne znaczenie biogazu dla zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz ochrony środowiska naturalnego. Jednocześnie rekomendowana produkcja biogazu powinna być oparta na odpadach z przemysłu rolno – spożywczego. Rezolucja zachęca państwa UE do wykorzystania ogromnego potencjału biogazu poprzez tworzenie sprzyjających warunków oraz utrzymanie i rozwijanie systemów wsparcia w celu pobudzenia inwestycji w biogazownie.

Komisja Europejska 27 marca 2013 r. przedstawiła ramy prawne dla unijnej polityki energetycznej i klimatycznej w tzw. *Zielonej Księdze Ramy polityki w zakresie klimatu i energii do roku 2030*. Zielona księga porusza szereg różnych kwestii, między innymi:

- Jakiego rodzaju cele w dziedzinie klimatu i energii należy zrealizować do 2030 roku? Jaki powinny mieć charakter i jaki powinien być ich poziom?
- Jak zapewnić spójność różnych instrumentów polityki?
- W jaki sposób system energetyczny może się przyczynić do zwiększenia konkurencyjności UE?
- Jak uwzględnić różnice pod względem możliwości działania poszczególnych państw członkowskich?

Komisja zamierza do końca 2013 roku przedstawić ramy działania w dziedzinie polityki klimatycznej i energetycznej UE na okres do roku 2030.



## 1.2. Prawo i dokumenty strategiczne krajowe

Podstawowym dokumentem prawa krajowego, regulującym zagadnienia energetyki odnawialnej jest Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* (tekst jednolity Dz. U. z 2012 r., poz. 1059 z późn. zm.).

*Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r.*

Ustawa jest podstawowym aktem prawnym w zakresie energetyki w Polsce. Określono w niej zasady kształtowania polityki energetycznej państwa, w tym zaopatrzenia i użytkowania paliw oraz energii. Celem ustawy jest:

- tworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju kraju,
- zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego,
- zapewnienie oszczędnego i racjonalnego użytkowania paliw i energii,
- wspieranie rozwoju konkurencji,
- przeciwdziałanie negatywnym skutkom naturalnych monopolii,
- zapewnienie uwzględniania wymogów ochrony środowiska,
- wypełnienie zobowiązań wynikających z umów międzynarodowych oraz równoważenia interesów przedsiębiorstw energetycznych i odbiorców paliw i energii.

W dokumencie wskazano właściwe organy do prowadzenia gospodarki paliwami oraz energią. Prawo energetyczne dało podstawy prawne do zwiększenia wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych poprzez nałożenie na operatorów systemu elektroenergetycznego obowiązku zapewnienia odbioru energii elektrycznej, wytworzonej z odnawialnych źródeł energii oraz wysokosprawnej kogeneracji. Ustawa włącza także samorządy gminne w realizację polityki energetycznej państwa poprzez opracowanie projektu planu zaopatrzenia w ciepło, energie elektryczną i paliwa gazowe.

W art. 3 pkt. 20 ww. ustawy znajduje się definicja OZE, według której odnawialnym źródłem energii jest „*źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych*”.

Dość istotnym zapisem dla energetyki wiatrowej są art. 9a oraz 9c ust.6, które oznaczają, że producent energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych ma priorytet w zakresie zakupu energii jak i dostępu do systemów dystrybucyjnych i przesyłowych.



Do ustawy Prawo energetyczne wydano szereg rozporządzeń wykonawczych regulujących sposób produkcji jak i wykorzystanie OZE. Do najważniejszych z nich należą:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii* (Dz. U. z 2010 r., Nr 34, poz. 182).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 sierpnia 2011 r. *w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną* (Dz. U. z 2011 r., Nr 189, poz. 11260).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lutego 2008 r. *zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego* (Dz. U. z 2008 r., Nr 30, poz. 178).

W zakresie energetyki oraz odnawialnych źródeł energii należy wyszczególnić następujące dokumenty, mające znaczenie programowe oraz strategiczne:

*Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych* (Dz. U. 2006 r., nr 169 poz. 1199) określa m.in. zasady: wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania biokomponentów; wytwarzania przez rolników biopaliw ciekłych na własny użytek; wykonywania działalności gospodarczej w zakresie wprowadzania do obrotu biokomponentów i biopaliw ciekłych oraz określania i realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego; przeprowadzania kontroli.

*Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów* (Dz. U. 2008 r., nr 223 poz. 1459) wspiera przedsięwzięcia mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na energię oraz jej strat; całkowitą lub częściową zamianę źródeł energii na źródła odnawialne lub zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji. Ustawa określa zasady finansowania ze Środków Funduszu Termomodernizacji i Remontów części kosztów przedsięwzięć termomodernizacyjnych i remontowych.

*Polityka ekologiczna Państwa na lata 2009 – 2012 z perspektywą do roku 2016*, jako jeden z podstawowych celów wyznacza kierunki działań prowadzące do zwiększenia efektywności energetycznej gospodarki i zaoszczędzenie 9% energii finalnej do roku 2017, określa priorytety w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a także wskazuje kierunek działań koniecznych dla zapewnienia właściwej ochrony środowiska naturalnego. Planowane działania w obszarze ochrony środowiska w Polsce wpisują się w priorytety w skali Unii Europejskiej i cele VI Wspólnotowego Programu Działań w zakresie środowiska naturalnego.

Wśród działań priorytetowych, znaczący wpływ na rozwój odnawialnych źródeł energii i efektywność energetyczną mają: ochrona atmosfery, ochrona wód, gospodarka odpadami oraz modernizacja systemu energetycznego.

Zgodnie z ostatnim przeglądem wspólnotowej polityki ochrony środowiska, do najważniejszych wyzwań należy zaliczyć:

- działania na rzecz zapewnienia realizacji zasady zrównoważonego rozwoju,
- przystosowanie do zmian klimatu,
- ochronę różnorodności biologicznej.

Analizując krajowe uwarunkowania programowe należy wziąć pod uwagę krajową politykę klimatyczną. Zobowiązania międzynarodowe Polski w zakresie zmian klimatu wynikają z postanowień Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, a w szczególności Protokołu z Kioto. Polska ratyfikowała Konwencję w dniu 28 lipca 1994 r. i jest zobowiązana m.in. do:

- opracowania i wdrożenia państwowej strategii redukcji emisji gazów cieplarnianych, w tym także mechanizmów ekonomicznych i administracyjnych oraz okresowej kontroli jej wdrażania,
- inwentaryzacji emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych dla każdego roku według metodologii przyjętej przez Konferencję Stron i na tej podstawie monitoringu zmian emisji,
- opracowania długookresowych scenariuszy redukcji emisji dla wszystkich sektorów gospodarczych, oddzielnie dla każdego gazu,
- prowadzenia badań naukowych w zakresie problematyki zmian klimatu,
- opracowania okresowych raportów rządowych (co dwa lata) dla Konferencji Stron zawierających szczegółowe informacje o wypełnianiu ww. zobowiązań.

*Strategia rozwoju energetyki odnawialnej to dokument rządowy przyjęty uchwałą Sejmu z dnia 23 sierpnia 2001 r.*

Jego celem strategicznym było zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo – energetycznym kraju do 7,5% w 2010 r. oraz do 14% w 2020 r. w strukturze zużycia nośników pierwotnych. Dokument ten wskazuje również prawne, finansowe, informacyjne i inne bariery utrudniające rozwój OZE w Polsce.

Spośród dokumentów o najważniejszym obecnie znaczeniu dla rozwoju OZE w Polsce, należy wymienić *Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych oraz Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*

Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 7 grudnia 2010 r., określa krajowe cele do osiągnięcia w 2020 r. w zakresie udziału energii z OZE zużytej w sektorach: energii elektrycznej, transportu, ogrzewania i chłodzenia. Uwzględnia wpływ polityki efektywności energetycznej na końcowe zużycie energii oraz środki, które należy podjąć dla osiągnięcia krajowych celów ogólnych w zakresie udziału OZE w wykorzystaniu energii finalnej. Opracowana strategia wspiera rozwój nowych oraz istniejących zasobów biomasy, a także wskazuje środki, które należy podjąć w celu wypełnienia stosownych zobowiązań wynikających z Dyrektywy 2009/28/WE. W dokumencie określono również jak powinna przebiegać współpraca między organami władzy lokalnej, regionalnej oraz krajowej. Rekomenduje się, żeby szacowana nadwyżka energii ze źródeł odnawialnych mogła zostać przekazana innym państwom UE.

Krajowy Plan Działania dotyczący efektywności energetycznej zawiera:

1. Opis planowanych:

- programów poprawy efektywności energetycznej określających działania mające na celu poprawę efektywności energetycznej,
- przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej w poszczególnych sektorach gospodarki, niezbędnych dla realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią.

2. Analizę i ocenę wykonania krajowego planu działań dotyczącego efektywności energetycznej za poprzedni okres.

3. Informacje o:

- postępie w realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią,
- podjętych działaniach mających na celu usunięcie przeszkód w realizacji krajowego celu w zakresie oszczędnego gospodarowania energią.

*Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku (PEP 2030)* przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 r., jest długoterminową strategią rozwoju sektora energetycznego, zawierającą prognozę zapotrzebowania na paliwa i energię. Dokument zakłada rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii z jednoczesnym ograniczeniem złego wpływu energetyki na środowisko. W celu poprawy efektywności energetycznej oraz rozwoju odnawialnych źródeł energii, powinny sprzyjać następujące działania:

- dążenie do utrzymania zeroenergetycznego wzrostu gospodarczego, tj. rozwoju gospodarki następującego bez wzrostu zapotrzebowania na energię pierwotną,

- konsekwentne zmniejszanie energochłonności polskiej gospodarki do poziomu UE – 15.

Szczegółowymi celami w tym obszarze są:

- zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej poprzez budowę wysokosprawnych jednostek wytwórczych,
- dwukrotny wzrost do roku 2020 produkcji energii elektrycznej wytwarzanej w technologii wysokosprawnej kogeneracji, w porównaniu do produkcji w 2006 r.,
- zmniejszenie wskaźnika strat sieciowych w przesyłach i dystrybucji poprzez m.in. modernizację obecnych i budowę nowych sieci, wymianę transformatorów o niskiej sprawności oraz rozwój generacji rozproszonej,
- wzrost efektywności końcowego wykorzystania energii,
- zwiększenie stosunku rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną do maksymalnego zapotrzebowania na moc w szczycie obciążenia, co pozwala zmniejszyć całkowite koszty zaspokojenia popytu na energię elektryczną.

Głównymi celami krajowej polityki energetycznej w zakresie rozwoju wykorzystania OZE są:

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

Zgodnie z PEP 2030 w latach 2006 – 2020, największą dynamikę wzrostu zanotują: energetyka wiatrowa (54 razy) i ciepło słoneczne (35 razy). Do 2020 r., przewiduje się, że energetyka wiatrowa, produkcja biogazu i biomasy stałej oraz biopaliwa transportowe, będą stanowić ponad 90% zużycia energii ze wszystkich źródeł odnawialnych, zaś technologie odnawialne łącznie stanowić będą 25,4% całkowitej mocy wytwórczej (22,6% w 2030 r.).

### *Polska 2025. Długookresowa strategia trwałego i zrównoważonego rozwoju*

Dokument opiera się na zasadzie trwałego i zrównoważonego rozwoju zgodnie z art. 5 Konstytucji RP. Czytamy w nim, że „proces, który charakteryzuje się dążeniem do osiągnięcia trwałego rozwoju gospodarczego i społecznego poprzez zapewnienie dostępu do zasobów zarówno odnawialnych, jak i nieodnawialnych, wzrostu jakości życia w czystym i naturalnym środowisku, wzrostu ekonomicznego dokonującego się poprzez bardziej efektywne wykorzystanie surowców i innych zasobów przyrody, racjonalizację zużycia energii i pracy, a także rozwój proekologicznych technologii oraz ochrony dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego. Istotą tak rozumianego trwałego i zrównoważonego rozwoju jest powiązanie szybkiego rozwoju gospodarczego i wzrostu jakości życia ludności z poprawą stanu środowiska przyrodniczego i dążeniem do zachowania go w dobrym stanie dla przyszłych pokoleń”.

Dokument jest planem strategicznym zawierającym analizę celów i uwarunkowań rozwoju kraju, kierunki działań oraz narzędzia wdrażania i monitorowania strategii. W Planie zaakcentowane jest powiązanie polityki energetycznej oraz ochrony środowiska, jako elementu realizacji polityki zrównoważonego rozwoju na poziomie krajowym.

W następstwie powyższego dokumentu oraz zmian uwarunkowań, które pojawiły się od czasu jego przygotowania, zespół doradców strategicznych premiera RP, opracował raport pt. „Polska 2030. Wyzwania rozwojowe” ogłoszony w dniu 17 czerwca 2010 r. W raporcie o charakterze „zielonej księgi”, wymienionych jest 10 najważniejszych wyzwań, które stoją przed Polską w latach 2011 – 2030. Należą do nich:

- wzrost i konkurencyjność gospodarki,
- sytuacja demograficzna,
- wysoka aktywność zawodowa oraz adaptacyjność zasobów pracy,
- odpowiedni potencjał infrastruktury,
- bezpieczeństwo energetyczno-klimatyczne,
- gospodarka oparta na wiedzy oraz rozwój kapitału intelektualnego,
- solidarność i spójność regionalna,
- poprawa spójności społecznej,
- sprawne państwo,
- wzrost kapitału społecznego.

Raport stworzył ramy do opracowania długookresowej strategii rozwoju kraju i stanowi podstawę do przeglądu i uporządkowania strategii rządowych, poprzez pryzmat uwzględnienia ich spójności z ww. celami strategicznymi.

*Ustawa z dnia 28 kwietnia 2011 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych ( Dz. U. z 2011 r., nr 122 poz. 695)*

Ustawa określa zasady funkcjonowania systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.

System handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, zwany dalej „systemem”, obejmuje emisję gazów cieplarnianych z:

1. Instalacji:

- w której jest prowadzona działalność powodująca ich emisję,
- która spełnia wartości progowe odniesione do zdolności produkcyjnych– zwanej dalej „instalacją objętą systemem”.

2. Operacji lotniczej.

*Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej ( Dz. U. z 2011 r., nr 94 poz. 551)*

Ustawa określa:

- krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią,
- zadania jednostek sektora publicznego w zakresie efektywności energetycznej,
- zasady uzyskania i umorzenia świadectwa efektywności energetycznej,
- zasady sporządzania audytu efektywności energetycznej,
- uprawnień audytora efektywności energetycznej

*Ustawa z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji ( Dz. U. z 2009 r., nr 130 poz. 1070)*

Ustawa określa:

- zadania Krajowego ośrodka bilansowania i zarządzania emisjami,
- zasady funkcjonowania Krajowego systemu bilansowania i prognozowania emisji,
- zasady zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji,
- zasady funkcjonowania Krajowego rejestru jednostek Kioto,
- zasady obrotu i zarządzania jednostkami Kioto,
- zasady funkcjonowania Krajowego systemu zielonych inwestycji oraz Rachunku klimatycznego,



- warunki i zasady realizacji projektów wspólnych wdrożeń na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej,
- warunki i zasady realizacji poza terytorium Rzeczypospolitej Polskiej:
  - projektów wspólnych wdrożeń,
  - projektów mechanizmu czystego rozwoju.

*Ustawa o odnawialnych źródłach energii. Projekt z dnia 4 października 2012 r.*

Ustawa określa:

- zasady i warunki wykonywania działalności w zakresie wytwarzania energii elektrycznej, ciepła lub chłodu z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii,
- zasady i warunki wykonywania działalności w zakresie wytwarzania energii elektrycznej, ciepła lub chłodu z biogazu rolniczego lub wytwarzania biogazu rolniczego w instalacjach odnawialnego źródła energii,
- zasady i warunki przyłączenia do sieci instalacji odnawialnego źródła energii,
- mechanizmy i instrumenty wspierające wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła lub chłodu z odnawialnych źródeł energii w instalacjach odnawialnego źródła energii, wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła lub chłodu z biogazu rolniczego oraz wytwarzanie biogazu rolniczego w instalacjach odnawialnego źródła energii,
- zasady wydawania gwarancji pochodzenia energii elektrycznej wytwarzanej z odnawialnego źródła energii i energii elektrycznej wytwarzanej z biogazu rolniczego w instalacjach odnawialnego źródła energii,
- zasady opracowania i realizacji krajowego planu działania w zakresie odnawialnych źródeł energii oraz sposób monitorowania rynku energii elektrycznej, ciepła lub chłodu z odnawialnych źródeł energii, biogazu rolniczego, a także rynku biokomponentów, paliw ciekłych i biopaliw ciekłych stosowanych w transporcie,
- warunki i tryb certyfikowania instalatorów mikroinstalacji i małych instalacji oraz akredytowania organizatorów szkoleń,
- zasady współpracy międzynarodowej w zakresie wspólnych projektów energetycznych oraz współpracy międzynarodowej w zakresie odnawialnych źródeł energii.

*Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych i źródłach energii ( Dz. U. z 2008 r., nr 156 poz. 969)*

Rozporządzenie określa szczegółowy zakres obowiązku uzyskania i przedstawienia Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki, zwanemu dalej „Prezesem URE”, do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych



w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, w tym:

- rodzaje odnawialnych źródeł energii,
- parametry techniczne i technologiczne wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła wytwarzanych w odnawialnych źródłach energii,
- wymagania dotyczące pomiarów, rejestracji i sposobu obliczania ilości energii elektrycznej lub ciepła wytwarzanych w odnawialnych źródłach energii za pomocą instalacji wykorzystujących w procesie wytwarzania energii nośniki energii, o których mowa w art. 3 pkt 20 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. — *Prawo energetyczne*, zwanej dalej „ustawą”, oraz inne paliwa,
- miejsce dokonywania pomiarów ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii na potrzeby realizacji obowiązku potwierdzania danych, o którym mowa w art. 9e ust. 5 ustawy,
- wielkość i sposób obliczania udziału energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii, wynikającej z obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, o których mowa w art. 9e ust. 1 ustawy, w sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom końcowym, w okresie kolejnych 10 lat,
- sposób uwzględniania w kalkulacji cen energii elektrycznej i ciepła ustalanych w taryfach przedsiębiorstw energetycznych, o których mowa w art. 9a ust. 1, 6 i 7 ustawy: a) kosztów uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia.

*Polityka klimatyczna Polski - Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020 została przyjęta przez Radę Ministrów 4 listopada 2003 roku.*

Dokument powstał w związku z obowiązkiem podjęcia działań zabezpieczających przed trwałymi zmianami klimatu globalnego, wynikającym z zobowiązań wobec Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu a przede wszystkim z Protokołu z Kioto.

W dokumencie zostały omówione podstawowe problemy i uwarunkowania polityki klimatycznej Polski oraz działania zapobiegające zmianom klimatycznym w każdym sektorze gospodarczym: energetyce, przemyśle, transporcie, rolnictwie, leśnictwie, gospodarce odpadami i ściekami oraz w sektorze użyteczności publicznej, usług oraz gospodarstw domowych.

Celem strategicznym polityki klimatycznej jest „włączenie się Polski do wysiłków społeczności międzynarodowej na rzecz ochrony klimatu globalnego poprzez wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza w zakresie poprawy wykorzystania energii, zwiększania zasobów leśnych i glebowych kraju, racjonalizacji wykorzystania surowców i produktów przemysłu oraz racjonalizacji zagospodarowania odpadów, w sposób zapewniający osiągnięcie maksymalnych, długoterminowych korzyści gospodarczych, społecznych i politycznych”.

### *Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010 – 2020*

Dokument został opracowany przez Ministerstwo Gospodarki we współpracy z Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi i przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 13 lipca 2010 r.

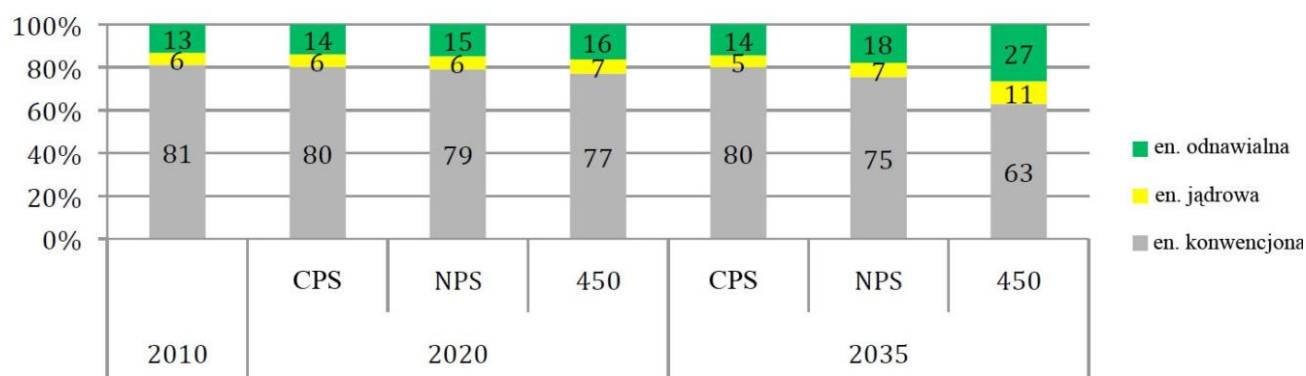
Zasadniczym celem dokumentu jest optymalizacja systemu prawno-administracyjnego w zakresie zakładania biogazowni rolniczych w Polsce oraz wskazanie możliwości współfinansowania tego typu instalacji ze środków krajowych oraz unijnych. W dokumencie zakłada się, że do 2020 roku, w każdej polskiej gminie wiejskiej oraz w tych, gdzie występują duże zasoby areału do produkcji biomasy, powstanie średnio jedna biogazownia wykorzystująca biomasę pochodzenia rolniczego. Działania takie mają na celu harmonizację działań krajowych rządu z priorytetami Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej.

Dokument wychodzi naprzeciw podnoszonym postulatom o konieczności ustanowienia systemu promującego i wspierającego produkcję biogazu rolniczego i wykorzystanie go do produkcji energii elektrycznej i ciepła.

## **1.3.Prognozy rozwoju OZE**

### **Globalne prognozy rozwoju OZE**

Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) w raporcie pn. World Energy Outlook 2012 (WEO – 2012) wskazuje stały od kilku lat wzrost mocy energetyki wodnej, szybki rozwój energetyki wiatrowej i słonecznej co ugruntowało pozycję źródeł odnawialnych jako niezbędnej części bilansu światowych źródeł energii. Prognozuje się, że energia odnawialna do 2035 roku będzie stanowiła prawie jedną trzecią konsumpcji energii na świecie. Szacuje się, że OZE staną się drugim największym na świecie źródłem wytwarzania energii elektrycznej przed 2015 r. (około połowy udziału węgla) a przed 2035 r. zbliżą się one do pozycji węgla. Z raportu wynika, że światowe źródła bioenergii są wystarczające dla spełnienia przewidywań dotyczących zapewnienia podaży biopaliw i biomasy bez konkurowania z produkcją żywności. Na rozwój OZE wpływają po części spadające koszty technologii (koszty inwestycyjne oraz koszty eksploatacyjne), wzrastające ceny paliw kopalnych, uwarunkowania prawne związane z ograniczeniem CO<sub>2</sub>. Obserwowany dynamiczny rozwój tego sektora wynika z jego subsydiowania ( w roku 2011 r. to 88 miliardów USD, a w roku 2035 to 240 miliardów USD). Scenariusze zaprezentowane przez IEO w raporcie WEO-2012 pokazują, że do roku 2035 źródła odnawialne będą stosowane do wytwarzania energii w coraz większym stopniu, ale paliwa kopalne nadal będą dominować światowy bilans energetyczny co przedstawia rysunek nr 1.



Rysunek 1. Udział źródeł energii według kategorii i scenariusz (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012)

#### Objaśnienia do scenariuszy:

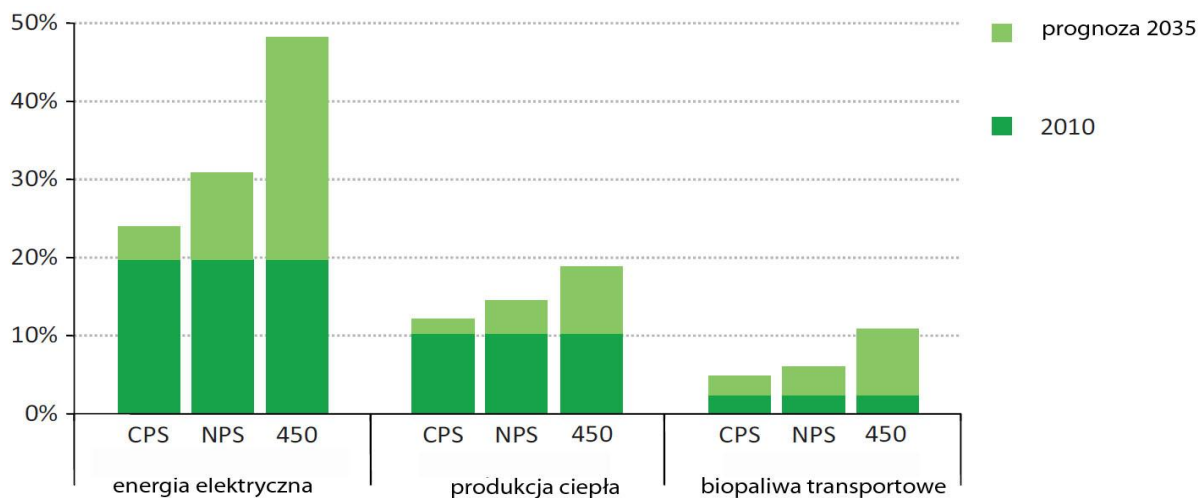
NPS – Scenariusz Nowych Polityk (The New Policies Scenario) opisuje wariant podstawowy i zakłada uzgodnienie polityki energetycznej krajów świata.

CPS – Scenariusz Polityk Bieżących (The Current Policies Scenario) kreśli wizję świata, opartego na kontynuacji aktualnych polityk i środków ich realizacji.

450 – Scenariusz 450 (The 450 Scenario) jako stosowany model wprowadza plan działań („mapę drogową”) w sektorze energii, zapewniający ograniczenie przyrostu średniej globalnej temperatury do 2oC, co zgodnie z przyjętymi założeniami oznaczać ma ograniczenie długoterminowego stężenia gazów cieplarnianych (GHG) w atmosferze do ok. 450 ppm. równoważnika dwutlenku węgla.

Na rysunku nr 2. przedstawiono udział OZE w produkcji energii elektrycznej, ciepła i biopaliw transportowych wg scenariuszy.

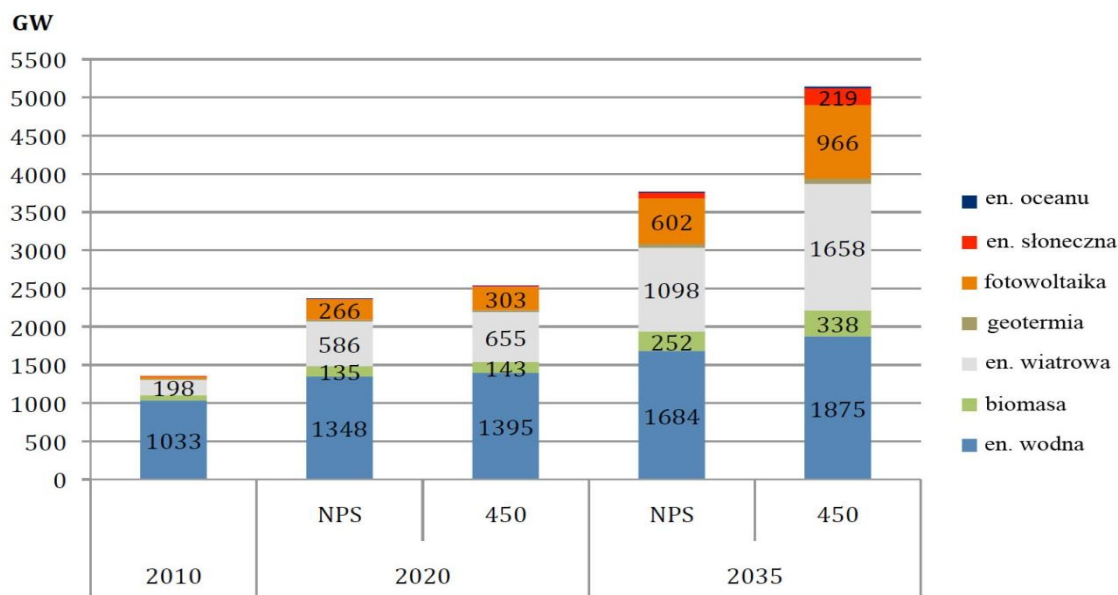
Scenariusz Nowych Polityk traktowany jest przez IEA jako najbardziej prawdopodobny i kształtowany w zasadniczej mierze przez kraje spoza OECD. Dotyczy to wszystkich sektorów i technologii energetycznych.



Note: CPS = Current Policies Scenario; NPS = New Policies Scenario; 450 = 450 Scenario.

Rysunek 2. Udział odnawialnych źródeł energii według kategorii i scenariusz (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012)

Na rysunku nr 3. przedstawiono prognozę globalnego rozwoju rynku energii odnawialnej w podziale na poszczególne źródła



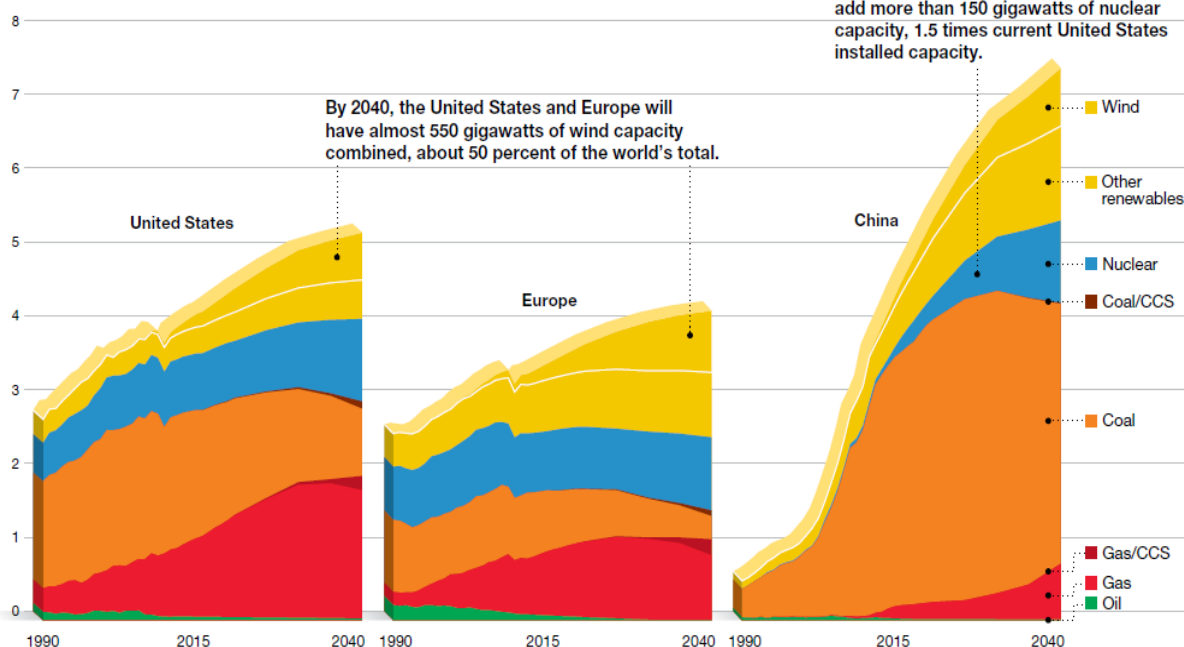
Rysunek 3. Globalny rozwój OZE (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012)

W scenariuszu nowych polityk ponad 3/4 przyrostu mocy zainstalowanej, przypadająca na źródła wiatrowe i znakomita większość przyrostu mocy zainstalowanej w źródłach solarnych, wystąpi w USA, UE, Chinach i Indiach.

Raport „2012 The Outlook for Energy: a View to 2040” przedstawia rozwój produkcji i konsumpcji energii m.in. w Europie, USA i Chinach, a także w skali globalnej. Wg raportu w Europie przewiduje się największy rozwój OZE, a następnie energetyki gazowej i nuklearnej. We wszystkich regionach świata będzie następował spadek zużycia węgla jako źródła energii. Zaś globalny popyt na energię w latach 2010 – 2040 wzrośnie o około 30%, w tym głównie w krajach nie będących członkami OECD (60% w tym samym okresie). Prognozuje się, że w 2040 roku energia elektryczna osiągnie 40% udziału w światowym zużyciu energii ogółem.

#### Electricity generation by fuel

Thousands of terawatt hours



Rysunek 4. Porównanie struktury zużycia energii pierwotnej do produkcji energii elektrycznej w USA, Europie i Chinach w latach 1990-2040 (Źródło: 2012 The Outlook for Energy: A View to 2040, [www.exxonmobil.com/energyoutlook](http://www.exxonmobil.com/energyoutlook))

## Scenariusze rozwoju energetyki odnawialnej w UE

Prognozowany udział odnawialnych źródeł energii w zużyciu finalnym energii elektrycznej w UE w podziale na scenariusze przedstawia tabela nr 2.

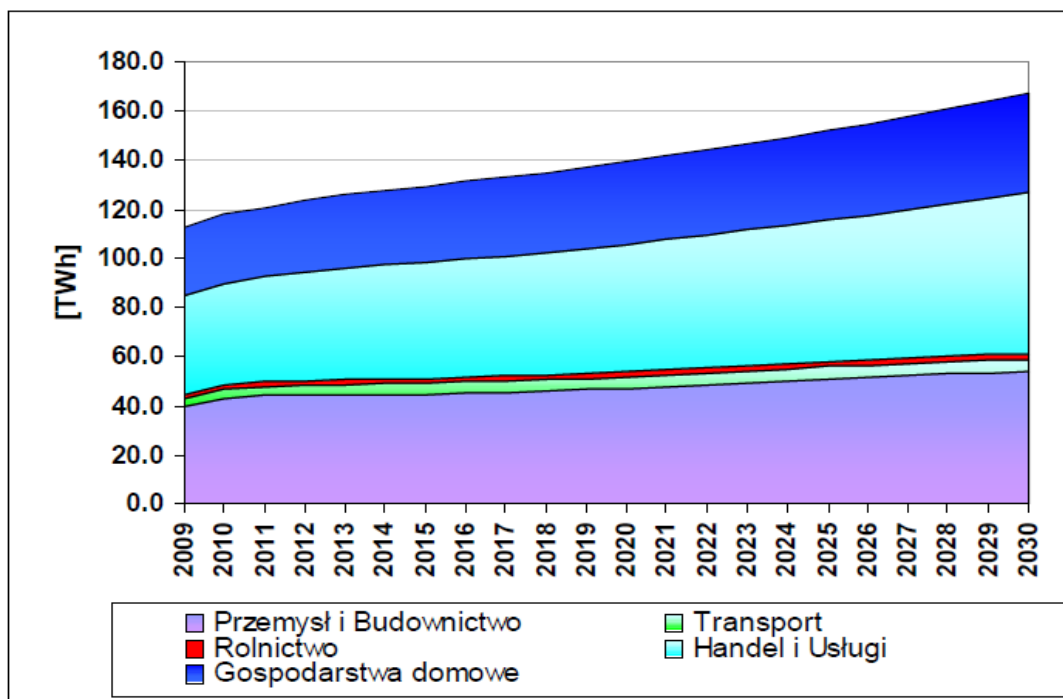
Tabela 2. Udział energii odnawialnej w konsumpcji energii elektrycznej wg różnych prognoz (dla UE)

Scenariusz	Rok	Udział %
EC (2009) "Energy Trends 2030"	2030	36
IEA WEO (2012) "New Policies"	2035	43
EREC (2010) RE-thinking 2050	2030	65
SEI (2009) Europe's Share of the Climate Challenge	2030	75
EC (2011) "Energy Roadmap 2050" "High Renewables"	2050	97
EREC (2010) RE-thinking 2050	2050	100

Źródło: Opracowanie własne

## Prognoza rozwoju krajowej energetyki odnawialnej

Zapotrzebowanie na energię elektryczną wg Agencji Rynku Energii S.A. (ARE) ma wzrosnąć w 2030 roku do 167,6 TWh (wobec 119,4 TWh w 2010 roku). Na wzrost składają się przede wszystkim: relatywnie niskie tempo rozwoju gospodarczego kraju (na poziomie około 3,4% średniorocznie), w tym zmniejszający się udział przemysłu energochłonnego, działania proefektywnościowe oraz przewidywane wykorzystanie istniejących jeszcze rezerw transformacji rynkowej. Zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie rosło we wszystkich sektorach gospodarki, co przedstawiono na rysunku nr 5.



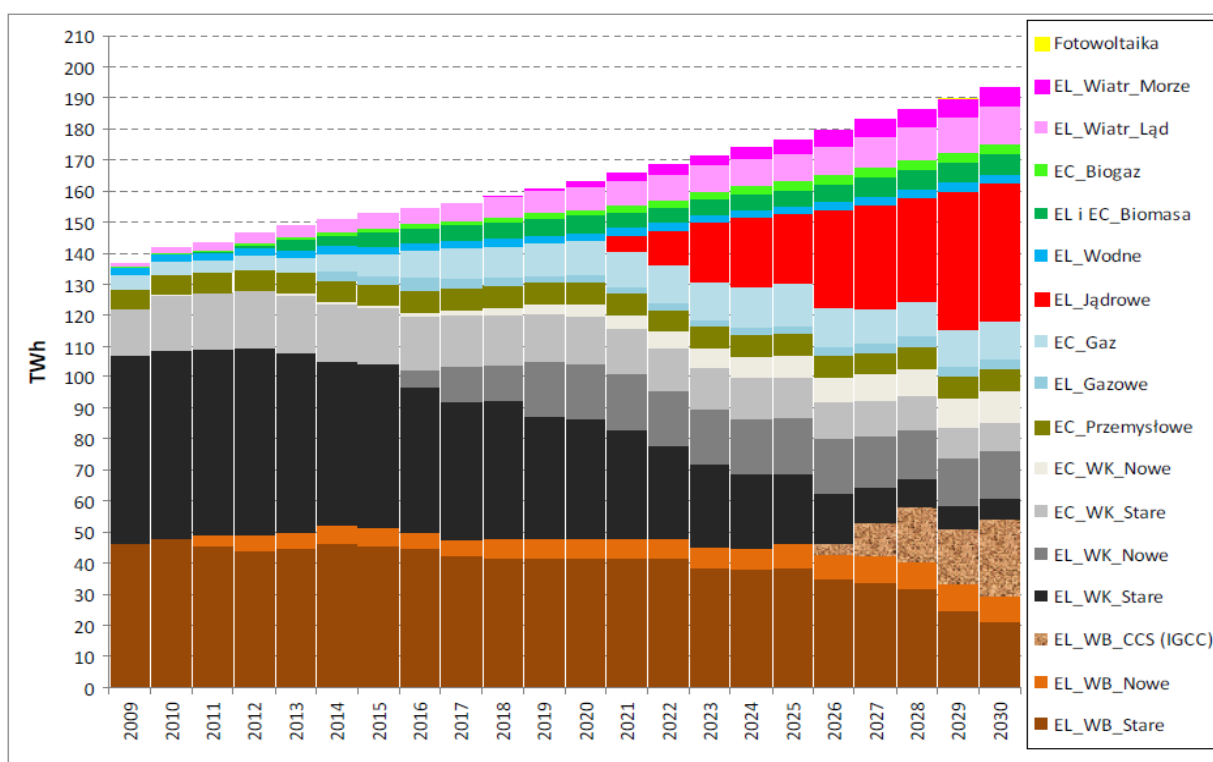
Rysunek 5. Prognoza zapotrzebowania finalnego na energię elektryczną w podziale na sektory  
(Źródło: Aktualizacja Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030. ARE wrzesień 2011 r.)

Najwyższy, procentowy wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną prognozowany jest w sektorze usług (o około 60%), a także w sektorze gospodarstwach domowych (o 50%), co jest związane z poprawą sytuacji ekonomicznej w Polsce. W gospodarstwach domowych główną przyczyną wzrostu jest poprawa standardu życia i związane z tym bogatsze wyposażenie mieszkań w urządzenia elektryczne, a także zmiany intensywności wykorzystania tych urządzeń. Wskaźnik zużycia energii elektrycznej na jednego mieszkańca w Polsce wciąż należy do jednych z najniższych w UE, zatem należy spodziewać się wzrostu w tym sektorze. Zapotrzebowanie na finalną energię elektryczną w przemyśle wrośnie o ok. 22% w 2030 roku, w porównaniu z rokiem bazowym tj. 2008 r., jest to łagodny wzrost, wynikający z umiarkowanej prognozy wartości dodanej w tym sektorze, a także malejącego znaczenia przemysłu energochłonnego w tworzeniu PKB. Mimo to, przemysł jako jeden z największych odbiorców energii elektrycznej w 2008 roku, nadal pozostanie znaczącym konsumentem. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w rolnictwie, które głównie związane jest z pokryciem potrzeb produkcji rolniczej wzrasta nieznacznie. W prognozie zapotrzebowania na energię elektryczną w transporcie uwzględniono plany rozwoju szybkiej kolei w Polsce, a także rozwój rynku pojazdów z napędem elektrycznym.

Produkcja energii elektrycznej netto, (patrz rysunek nr 6.) ma do 2030 roku wzrosnąć do 193,3 TWh wobec 141,9 TWh w 2010 roku, co oznacza wzrost o 36,3 %. Ilość energii elektrycznej wytwarzanej z gazu ziemnego rośnie w całym okresie prognozy, przede wszystkim



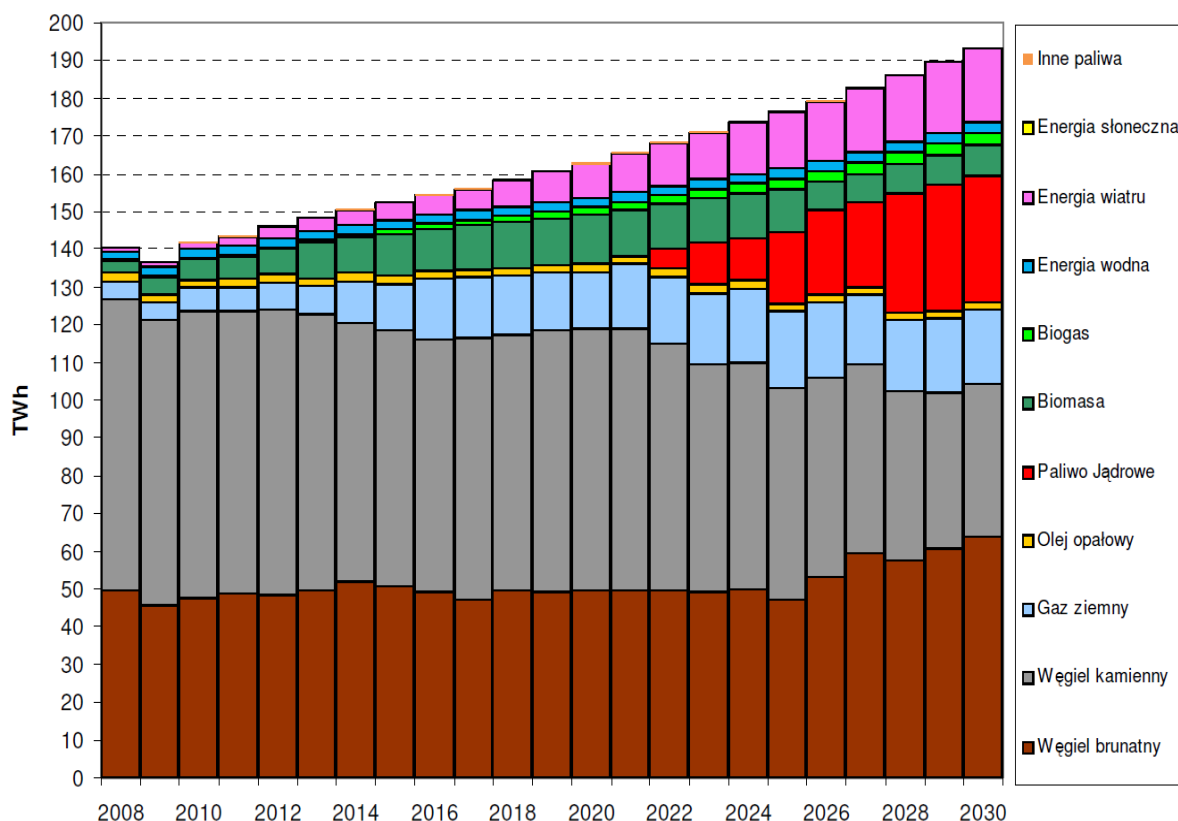
w elektrociepłowniach, które uzyskują dodatkowe przychody z tytułu sprzedaży świadectw pochodzenia z kogeneracji gazowej. Dzięki temu udział tego paliwa w bilansie produkcji energii elektrycznej wzrasta z 3% do 10%. Uzyskane wyniki wskazują zatem na istotną rolę jaką może odegrać to paliwo w najbliższych dekadach w polskim systemie energetycznym. Rola ta jest jednakże silnie uwarunkowana przyszłą ceną gazu oraz w równie ważnym stopniu ceną uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>. Energia jądrowa pojawia się w strukturze produkcji energii elektrycznej po 2020 roku i osiąga 17% udział w 2030 roku. Istotnym elementem zaprezentowanej struktury jest produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, w szczególności z elektrowni wiatrowych, których udział w bilansie rośnie z 1% do 10%.



Rysunek 6. Prognozowana struktura produkcji energii elektrycznej netto

(Źródło: Aktualizacja Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030. ARE wrzesień 2011 r.)

Na rysunku nr 7. przedstawiono strukturę produkcji energii elektrycznej netto według paliw.



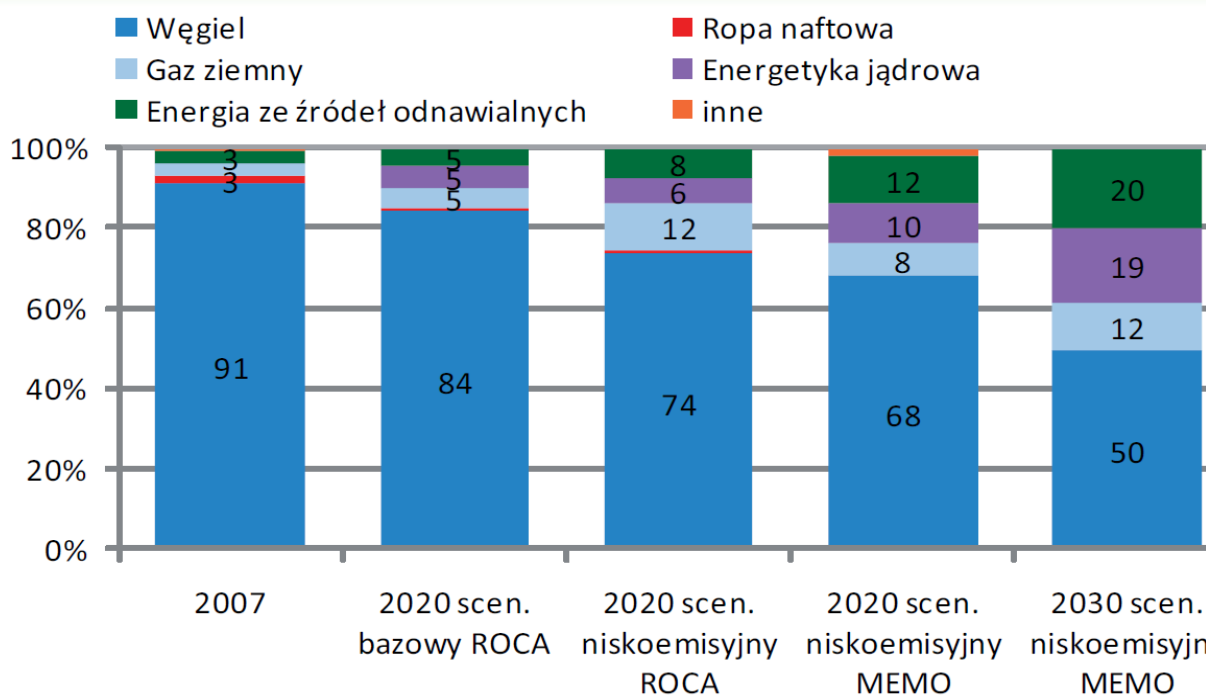
Rysunek 7. Struktura produkcji energii elektrycznej netto według paliw

(Źródło: Aktualizacja Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2030. ARE wrzesień 2011 r.)

Wg ARE udział węgla kamiennego w produkcji energii elektrycznej zmniejszy się z 55% (2008 r.) do 21% na koniec 2030 r. Przewiduje się, że ilość energii elektrycznej wytwarzanej z gazu ziemnego wzrośnie w całym okresie prognozy, przede wszystkim w elektrociepłowniach, które uzyskują dodatkowe przychody z tytułu sprzedaży świadectw pochodzenia z kogeneracji gazowej. Dzięki temu udział tego paliwa w bilansie produkcji energii elektrycznej wzrośnie do 10% z 3% (w roku 2008). Ważnym elementem struktury nośników energii jest produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Szacuje się, że z OZE będzie możliwe uzyskanie 18 – 20% udziału energii elektrycznej. Istotnym źródłem energii odnawialnej ma być energetyka wiatrowa, której udział w bilansie paliwowym ma wynieść 10% w 2030 r..

W raporcie Banku Światowego z 2011 r. pn. „Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce” oszacowano potencjał gospodarki polskiej w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych

do roku 2030. Na rysunku poniżej przedstawiono scenariusze wytwarzania energii elektrycznej dla Polski.



Rysunek 8. Obecna i prognozowana struktura źródeł wytwarzania energii elektrycznej w Polsce, w 2020 roku i 2030 roku  
(Źródło: „Transformacja w kierunku gospodarki niskoemisyjnej w Polsce”, Bank Światowy, 2011 rok)

Scenariusz bazowy modelu ROCA przewiduje, że w 2020 roku wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce będzie w dużym stopniu bazowało na węglu (84%), podczas gdy gaz (5%) i energia ze źródeł odnawialnych (5%) będą odgrywały mniejszą rolę. Według prognoz modelu ROCA (scenariusz niskoemisyjny) do 2020 roku węgiel będzie w dalszym ciągu dominującym źródłem energii 74% (wobec 8% udziału OZE). Również zgodnie prognozami według prognoz modelu MEMO (scenariusz niskoemisyjny) do roku 2020 węgiel będzie dominującym źródłem energii 68% (wobec 12% udziału OZE) wytwarzanej w Polsce energii elektrycznej. Z kolei w 2030 roku, przy realizacji ambitnego programu redukcji emisji (scenariusz niskoemisyjny MEMO 2030), udział węgla może spaść do tego stopnia, że będzie on źródłem zaledwie połowy wytwarzanej w Polsce energii elektrycznej a OZE 20%.

## **1.4.Rozwój energetyki odnawialnej w aspekcie uwarunkowań w zakresie ochrony przyrody**

### **Energetyka wiatrowa**

Elektrownie wiatrowe zaliczane są do tzw. czystych źródeł wytwarzania energii elektrycznej. Siła wiatru wykorzystywana w farmach wiatrowych do produkcji energii elektrycznej nie powoduje zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Ponieważ pracy elektrowni wiatrowych nie towarzyszy emisja do otoczenia gazów cieplarnianych oraz innych zanieczyszczeń, a wytwarzanie energii elektrycznej nie wiąże się z eksploatacją zasobów, które mogą ulec wyczerpaniu. Użytki rolne, na których są zlokalizowane farmy wiatrowe mogą być bez większych problemów wykorzystane do m.in. produkcji rolniczej.

Analizując oddziaływanie w czasie eksploatacji elektrowni wiatrowych na środowisko przyrodnicze należy wziąć pod uwagę:

- Oddziaływanie na środowisko akustyczne – pracujące turbiny wiatrowe są źródłem hałasu stałego w czasie, o niskim natężeniu<sup>3</sup>. Turbina wiatrowa jest źródłem dwóch rodzajów hałasu: mechanicznego – emitowanego przez przekładnię i generator. W nowoczesnych rozwiązaniach coraz częściej stosuje się turbiny niskoszumowe. Drugi rodzaj hałasu to szum aerodynamicznego emitowany przez obracające się łopaty wirnika, którego natężenie jest uzależnione od „prędkości końcówek” łopat (tzw. tip speed). Natężenie emitowanego przez farmę hałasu uzależnione jest od: sposobu rozmieszczenia turbin w obrębie farmy, ich rozwiązania technologicznego, ukształtowania terenu, prędkości i kierunku wiatru oraz rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu. Podstawowym sposobem na ograniczenie uciążliwości hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe jest utrzymanie odpowiedniej odległości tych instalacji od terenów, dla których wyznaczono normy w zakresie klimatu akustycznego.
- Oddziaływanie infradźwięków – według wielu obiegowych opinii praca turbin wiatrowych może wywoływać duży poziom infradźwięków, co stanowi zagrożenie dla otoczenia<sup>4</sup>. Infradźwięki mogą wystąpić w środowisku nawet w znacznych odległościach od turbiny.
- Oddziaływanie pola elektromagnetycznego<sup>5</sup> - ze względu na lokalizację turbiny wiatrowej na wysokości ok. 100 m nad poziomem gruntu poziom pola elektromagnetycznego

---

<sup>3</sup> Szacuje się, że średnia wartość szumów generowanych przez pojedynczy generator wiatrowy o mocy 1 MW odczuwanych w odległości 300 m może wynieść maksymalnie 45 dB.

<sup>4</sup> Energia towarzysząca infradźwiękom może wywoływać zjawisko rezonansu narządów wewnętrznych człowieka, odczuwalne już od 100 dB. Poziom ciśnienia akustycznego 162 dB, przy częstotliwości 2 Hz, wywołuje ból ucha środkowego.

generowanego przez elementy elektrowni na poziomie terenu (na wysokości 2 m) jest w praktyce pomijalny.

- Negatywny wpływ na zwierzęta – drgania wywołane pracującymi turbinami mogą wpływać negatywnie na zwierzęta mieszkające w ich obszarze. Elektrownie wiatrowe mogą być również niebezpieczne dla przelatujących ptaków i nietoperzy. Wzrost zagrożenia dla migrujących ptaków jest związany z tym, że farmy wiatrowe są najczęściej zlokalizowane w miejscach występowania dużych prądów powietrznych. Jednak opinie naukowców na temat negatywnego oddziaływania farm wiatrowych na wielkość populacji ptaków oraz negatywne oddziaływanie na zwierzęta żyjące wokół farm są podzielone i często przeciwstawne.
- Zajmowanie terenu – np. elektrownia wiatrowa o mocy 1 MW wymaga areału o powierzchni około 10 ha.
- Zaburzenie krajobrazu – farmy wiatrowe mogą wpływać na zmniejszenie walorów turystycznych. Szczególnie w miejscach gdzie będą dominującym składnikiem krajobrazu i na terenach o wybitnych walorach krajobrazowych, ze szczególnym wyróżnieniem parków krajobrazowych i obszarów chronionych. Negatywny wpływ farmy wiatrowej na otaczający ją krajobraz maleje wraz ze wzrostem odległości od inwestycji.

## **Energia słoneczna**

Energia promieniowania słonecznego wykorzystywana do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej nie powoduje zanieczyszczeń (powietrza, wody i gleby) i nie jest źródłem emisji hałasu. Analizując oddziaływanie dużych elektrowni słonecznych na środowisko przyrodnicze należy wziąć po uwagę:

- Zajmowanie terenu – elektrownia słoneczna (fotowoltaika) o mocy zainstalowanej 1 MW zajmuje teren od 0,59 do 0,8 ha.
- Wpływ na florę – zastosowanie modułów słonecznych może powodować zaciemnienie, co w konsekwencji może wpłynąć na wegetację roślin.
- Wytwarzanie odpadów niebezpiecznych – w elektrowniach słonecznych wykorzystuje się do magazynowania energii akumulatory, które po okresie użytkowania stają się odpadem niebezpiecznym. W wyniku niewłaściwego składowania akumulatora po okresie jego użytkowania istnieje możliwość skażenia gleby i wód.

---

<sup>5</sup> Dopuszczalne wartości parametrów fizycznych pól elektromagnetycznych zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. z 2003 r., Nr 192, poz. 1883).

## **Energia biomasy**

Biomasa mimo iż jest zaliczana do odnawialnych źródeł energii odznacza się dość istotnym oddziaływaniem na środowisko. Spalanie biomasy charakteryzuje się często zbliżoną, a nawet większą emisją niebezpiecznych zanieczyszczeń (takich jak NO<sub>x</sub>, czy pyły), niż ma to miejsce przy spalaniu paliw kopalnych. Dodatkowo sama produkcja biomasy oraz jej przetwarzanie wywołuje szereg negatywnych skutków dla środowiska.

Rozpatrując oddziaływanie biomasy jako źródła energii na środowisko przyrodnicze należy wziąć pod uwagę:

- Zajmowanie terenu do produkcję biomasy pochodzenia rolniczego – szacuje się, że do wytworzenia 1 MW należy przeznaczyć pod uprawę od 50 do 100 ha użytków rolnych.
- Intensywność upraw – szczególnie roślin wieloletnich, w wyniku zbyt dużej intensywności upraw może nastąpić wyjałowienie gleby.
- Bioróżnorodność – produkcja roślin na cele energetyczne w przypadku zmiany użytkowania gruntów lub wprowadzenia do uprawy nowych roślin może wpłynąć dodatnio lub ujemnie na różnorodność biologiczną danego obszaru. Wpływ ten jest zależny od zakresu wprowadzanych zmian w dotychczasowej strukturze upraw, zakresu zmian w agrotechnice jak również typu wprowadzanych upraw. Zagrożeniem dla bioróżnorodności jest powstanie wielkich obszarów monokultur znacząco redukujących bogactwo gatunków naturalnych występujących w obecnych zróżnicowanych systemach użytkowania gruntów.
- Glebę – rośliny przeznaczone na cele energetyczne mogą przyczyniać się do rekultywacji gleb zdegradowanych, jak również powodować degradację gleb. Wpływ ten zależy od typu rośliny i stosowanej technologii uprawy.
- Emisję gazów cieplarnianych – pozytywnie postrzegane są uprawy, które nie wymagają dużego nawożenia azotowego lub ich system korzeniowy dostarcza do gleby dużych ilości substancji organicznej. Uprawy wieloletnie i trawy odznaczają się korzystniejszym bilansem emisji gazów cieplarnianych niż uprawy jednoroczne (głównie ze względu na relatywnie niższe nakłady energetyczne, niższe nakłady na środki ochrony roślin i niższe dawki nawozów w przeliczeniu na jeden okres wegetacji).
- Emisję pyłu do atmosfery – wykorzystanie biomasy w energetyce rozproszonej może powodować tzw. niską emisję.
- Zużycie wody – produkcja biomasy na cele energetyczne może wpływać na dostępność i jakość wód. Rozpatrując natomiast poziom zużycia wody w elektrowniach opalanych biomasą jest bardzo zbliżony do poboru wody w elektrowniach węglowych, co może wpływać na zubożenie zasobów wodnych.

## **Energia geotermalna**

Analizując możliwość wykorzystania energii geotermalnej jako źródła energii na środowisko przyrodnicze należy wziąć po uwagę:

- Eksploatację zasobów naturalnych – wydobywana na powierzchnię ziemi woda jest zasolona (wielkość zasolenia waha się od kilku do kilkuset g/dm<sup>3</sup>), w związku z czym po schłodzeniu należy ją ponownie wtłoczyć w głąb ziemi, aby uniknąć zasolenia wód powierzchniowych.
- Emisję zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego – w niektórych instalacjach geotermalnych wraz z wodą wydobywają się na powierzchnię gazy (np. H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) oraz radon<sup>6</sup>, który jest produktem rozpadu promieniotwórczego uranu.
- Wzrost sejsmiczności – stosowanie w geotermii technologii HDR (Hot Dry Rocks) może wpłynąć na wzrost sejsmiczności. W czasie szczelinowania hydraulicznego pękające skały generują drgania (i jak na razie wydaje się, że nie da się ich uniknąć). Należy ograniczyć stosowanie tej metody do obszarów sejsmicznie stabilnych dla eliminacji niebezpieczeństwa drgań.

## **Energia wód**

Cechą charakterystyczną energetyki wodnej jest jej duży wpływ na lokalne środowisko. Oddziaływania elektrowni wodnych na środowisko silnie zależą od ich lokalizacji i zastosowanej technologii. Na przykład derywacja elektrowni wysokospadowej, zmieniająca znaczny odcinek biegu rzeki górskiej (rurociągi ciśnieniowe), powoduje znacznie większe i bardziej szkodliwe oddziaływanie na środowisko niż obiekt niskospadowy dobrze wkomponowany w krajobraz.

Budowa zbiorników na płaskim terenie powoduje zalewanie dużych obszarów gruntu przy nieznacznym wzroście poziomu wody. Po spadku poziomu wody odsłonięty zostaje teren zdegradowany przez wodę, a jego duża wilgotność sprzyja powstawaniu procesów gnilnych i emisji szkodliwych substancji do otoczenia.

Poprawnie zaprojektowana i zlokalizowana elektrownia wodna reguluje stosunki wodne, umożliwia również nawadnianie przyległych do niej obszarów. Zbiornik wodny wybudowany na potrzeby elektrowni może być również źródłem wody dla ludności i pobliskiego przemysłu. Dodatkowo zbiornik wodny może służyć jako zbiornik retencyjny w okresie zagrożenia powodzią, a także może mieć znaczenie rekreacyjne jako kąpielisko.

---

<sup>6</sup> Radon wydobywa się ze studni geotermalnej wraz z parą. Jest to jak na razie nie rozwiązany problem techniczny w energetyce geotermalnej.



Analizując oddziaływanie na środowisko przyrodnicze hydroenergetyki należy wziąć pod uwagę:

- Oddziaływanie akustyczne – hałas powstaje głównie podczas działania wyposażenia elektromechanicznego – turbiny. W dzisiejszych warunkach poziom hałasu wewnątrz hali maszyn można w razie potrzeby zredukować do 70 dB.
- Oddziaływanie na krajobraz - integracja wizualna jest ważna dla społeczeństwa, które coraz mniej akceptuje zmiany zewnętrzne narzucone swojemu otoczeniu. Problem ten jest szczególnie skomplikowany w przypadku elektrowni w regionach wysokogórskich lub zurbanizowanych. Założenia projektowe i rozmieszczenie poszczególnych elementów elektrowni mogą mieć bezpośredni wpływ na poziom akceptacji społecznej całości inwestycji.
- Oddziaływanie biologiczne – w zależności od rodzaju elektrowni wodnej zaobserwować można niekorzystne oddziaływanie na ryby żyjące w dolnym biegu rzeki – może występować osadzanie się na odsłoniętej powierzchni ikry świeżo złożonej w rejonach tarła i w ten sposób wywierać wpływ na reprodukcję, wylęg, hodowlę i wędrówkę narybku, a także na przestrzeń życiową dorosłych ryb.

### 1.5. Bezpieczeństwo energetyczne a rozwój odnawialnych źródeł energii

Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii jest jednym z najważniejszych kierunków Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku (PEP 2030). Dokument ten zawiera rozwiązania wychodzące naprzeciw najważniejszym wyzwaniom polskiej energetyki zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i do 2030 r.

Bezpieczeństwo energetyczne zdefiniowano w PEP 2030 w następujący sposób: „Przez bezpieczeństwo dostaw paliw i energii rozumie się zapewnienie stabilnych dostaw paliw i energii na poziomie gwarantującym zaspokojenie potrzeb krajowych i po akceptowanych przez gospodarkę i społeczeństwo cenach, przy założeniu optymalnego wykorzystania krajowych zasobów surowców energetycznych oraz poprzez dywersyfikację źródeł i kierunków dostaw ropy naftowej, paliw ciekłych i gazowych.” Tą definicję można przełożyć na poziom województwa. Zwiększenie wykorzystania tych źródeł w województwie podkarpackim niesie za sobą większy stopień uniezależnienia się od dostaw energii z poza regionu. Bezpieczeństwo energetyczne to aspekt energetyczny, który obejmuje bilansowanie strony popytowej i podaźowej oraz zagadnienia techniczne związane z infrastrukturą techniczną i jej zarządzaniem. Zbilansowanie energetyczne województwa polega na zrównoważonym dostosowaniu, podaży do prognozowanego zapotrzebowania na energię i paliwa, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych i ekologicznych oraz możliwości zarządzania popytem na energię, bez ograniczania zaspokojenia potrzeb odbiorców na energię użyteczną. Niezawodność systemu jest pojęciem nadrzędnym dla poszczególnych systemów

sieciowych w aspekcie technicznym. Niezawodność systemu to zdolność do dostarczania odbiorcom wymaganej ilości paliw i energii przy zachowaniu określonych standardów. Dotychczas był to podstawowy czynnik decydujący o bezpieczeństwie dostaw energii odbiorcom, ale postęp techniczny pozwala obecnie na stosowanie rozwiązań, co najmniej częściowo niezależnych od systemów sieciowych. Do takich rozwiązań należy rozwój generacji rozproszonej opartej w głównej mierze o odnawialne źródła energii.

Wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo – energetycznym województwa przyczyni się do poprawy efektywności wykorzystania i oszczędzania zasobów surowców energetycznych, poprawy stanu środowiska m.in. przez redukcję emisji zanieczyszczeń do atmosfery, gleby i wód oraz redukcję ilości wytwarzanych odpadów. Przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego województwa a w szczególności do poprawy zaopatrzenia w energię na terenach o słabo rozwiniętej infrastrukturze energetycznej. Potencjalnie największym odbiorcą energii wytworzonej ze źródeł odnawialnych w województwie może być rolnictwo i mieszkalnictwo (głównie w wyniku rozwoju generacji rozproszonej opartej na OZE). Energetyka rozproszona to zwykle niewielkie jednostki wytwórcze zlokalizowane blisko odbiorcy, co pozwala na podniesienie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego oraz zmniejszenie strat przesyłowych. Ponadto wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych cechuje się niewielką lub zerową emisją zanieczyszczeń, co zapewnia pozytywne efekty ekologiczne.

Aspekt ekonomiczny bezpieczeństwa energetycznego województwa sprowadza się przede wszystkim do zapewnienia akceptowanej przez odbiorców końcowych ceny użytecznych nośników energii, określonych w umowach cywilnoprawnych lub w taryfach.

Jedną ze strategii zintegrowanych jest bezpieczeństwo energetyczne i środowisko. Zgodnie z założeniami do nowego systemu zarządzania rozwojem kraju, Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska opracowały w czerwcu 2010 r. założenia do spójnej strategii środowiskowo – energetycznej, zawierającej główne cele i ustalenia obowiązujących dokumentów strategicznych. 16 września 2011 r. Ministerstwo Gospodarki przedstawiło projekt tego dokumentu, który ma charakter spajający dotychczasowe dokumenty strategiczne w obszarze energetyki i środowiska. Dla wyznaczenia kierunków interwencji przyjęto, iż zharmonizowanie polityki energetycznej z wymogami ochrony środowiska stworzy efekt synergii, przyczyniający się do zwiększenia efektywności prowadzonych działań, przy jednoczesnej racjonalizacji w wydatkowaniu środków z budżetu państwa. „Strategia Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko” stanowi odpowiedź na najważniejsze wyzwania stojące przed Polską w perspektywie do 2020 r. w zakresie środowiska i energetyki, z uwzględnieniem zarówno celów unijnych, jak i priorytetów krajowych. W kontekście unijnym realizuje zapisy strategii Europa 2020.

## 1.6. Innowacyjność w sektorze OZE

### Energetyka wiatrowa

Energetyka wiatrowa jest technologią dojrzałą. Obecnie prowadzi się pracę mającą na celu zwiększanie wydajności turbin i wykorzystywanie synchronicznych generatorów pracujących w układzie Direct Drive, zamiast szeroko używanych dziś generatorów asynchronicznych, które wymagają użycia przekładni.

Perspektywy rozwoju morskich farm wiatrowych zależą od innowacyjnych rozwiązań w zakresie fundamentów. Przyszłość morskich farm wiatrowych będzie zależała od nowoczesnych innowacyjnych rozwiązań w zakresie budowy fundamentów na głębokości 30 – 60 metrów oraz w dłuższej perspektywie na głębokości ponad 60 metrów. Innowacyjnym rozwiązaniem alternatywnym wobec powszechnie stosowanych filarów typu mono są podstawy kratownicowe, które można stosować na wodach o głębokości od 30 do 60 metrów oraz dla morskich farm wiatrowych bardzo oddalonych od brzegu prawdopodobnym rozwiązaniem wydają się podstawy pływające. Podstawy kratownicowe znajdują się już prawie w komercyjnej fazie rozwoju, natomiast podstawy pływające są na etapie badań prototypowych.

### Fotowoltaika

W ostatnich 10 – ciu latach nastąpił ogromny postęp w dziedzinie materiałów i technologii stosowanych do produkcji ogniw i modułów fotowoltaicznych. Kwestią podstawową, powiązaną z kosztami produkcji modułów fotowoltaicznych, jest materiał stosowany do ich budowy. Od wielu lat prowadzi się badania nad wyborem odpowiedniego materiału pod względem właściwości fotoelektrycznych. Do chwili obecnej głównym surowcem do wytwarzania ogniw/modułów słonecznych jest krystaliczny krzem.

Rozwój technologii ogniw z krzemu krystalicznego napotkał ostatnio na barierę rozwojową w postaci zużycia krzemu na wytworzenie jednostkowej powierzchni baterii słonecznej. Technologia cięcia mechanicznego monokryształów lub odlewów krzemowych powoduje straty materiału związane z grubością narzędzia tnącego: piły lub drutu. Obecnie poszukiwane są metody produkcji płytek krzemowych o grubości 0,05 mm lub mniejszej z wyeliminowaniem odpadów wywołanych cięciem mechanicznym.

Opracowano kilka grup innych materiałów, które mogą z nim konkurować, zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym. Dobre właściwości wykazują warstwy otrzymywane na monokrystalicznych podłożach z arsenku galu (GaAs) lub germanowych (Ge). Ogniwa wykonane na ich bazie są strukturami cienkowarstwowymi. Koszty produkcji tych typów ogniw są obecnie wysokie.

Aktualnie najbardziej obiecującymi materiałami z grupy cienkowarstwowych ogniw fotowoltaicznych są polikrystaliczne struktury heterozłączone, zawierające dwuselenek galowo – indowo – miedziowy CIGS<sup>7</sup> ( $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Se}_2$ ) czy tellurek kadmu  $\text{CdTe}$ <sup>8</sup>.

Kolejną grupą są ogniwa fotowoltaiczne barwnikowe i organiczne. Tego typu ogniwa obecnie nie mają zastosowań komercyjnych, znajdują się na etapie badań laboratoryjnych.

Innowacyjne instalacje koncentratorowe wykorzystujące niewielkie lecz wysokowydajne ogniwa słoneczne w połączeniu z odbłyśnikami zwierciadlanymi są możliwe do zastosowania tylko w warunkach czystego nieba. Warunki takie panują na pustyniach. Najbliższa jest Sahara i rozważane są w krajach UE możliwości produkcji energii fotowoltaicznej na tym terenie. Realizacja tego celu wymaga opracowania technologii transferu energii elektrycznej na odległości przynajmniej ok. 2 tys. km.

Obecnie rozważa się przesyłanie prądu na tak dużą odległość wykorzystując sieci HVDC<sup>9</sup>.

### **Magazynowanie energii elektrycznej**

Rozwój technologii magazynowania energii powoduje, że stają się one jedną z interesujących opcji wspierających harmonijną integrację dużej liczby odnawialnych źródeł energii, w tym głównie farm wiatrowych, z systemem elektroenergetycznym.

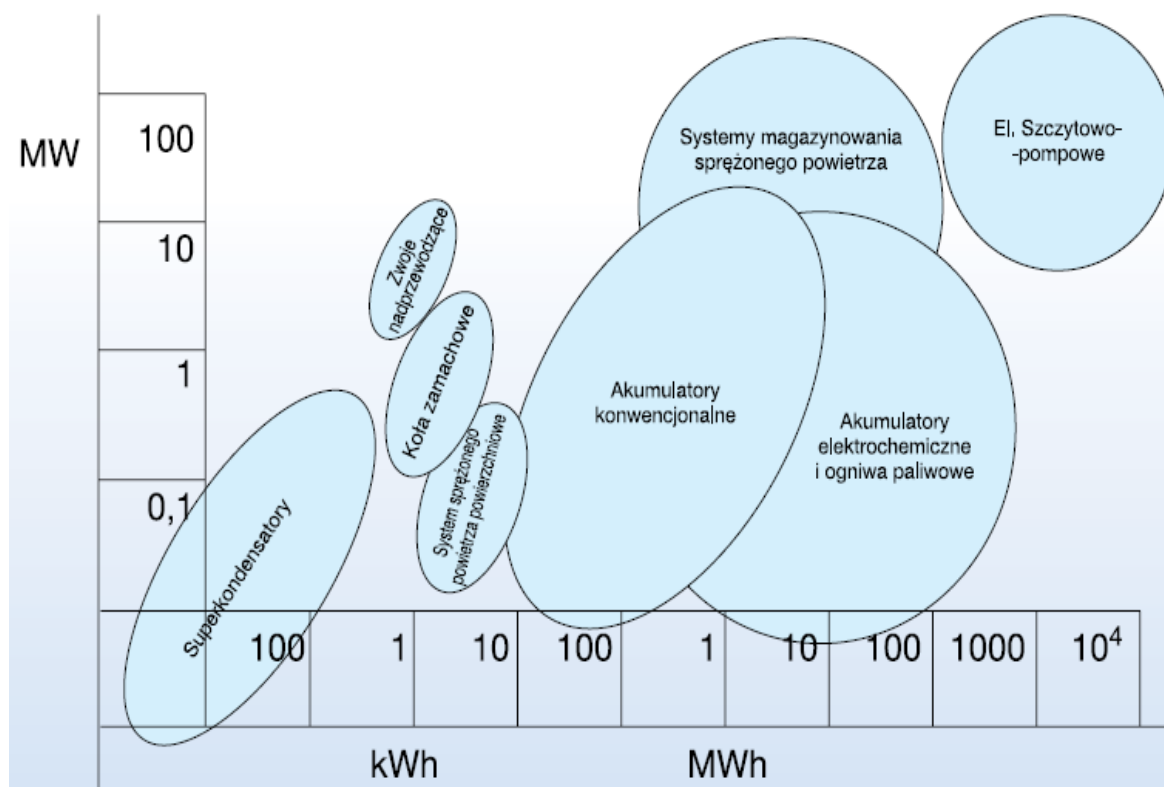
Rysunek nr 9. prezentuje rozkład podstawowych technologii magazynowania energii elektrycznej z punktu widzenia możliwości uzyskania mocy elektrycznej z pojedynczej instalacji oraz ilości energii elektrycznej zmagazynowanej w ramach jednego cyklu jej pracy.

---

<sup>7</sup> Ogniwa CIGS wykonane są z mieszaniny półprzewodników takich jak miedź, ind, gal, selen. Sprawność ogniwa wynosi 12-14%.

<sup>8</sup> Ogniwa  $\text{CdTe}$  wykonane są z półprzewodnikowego tellurku kadmu. W tej technologii zazwyczaj cały moduł zbudowany jest z jednego ogniwa a jego sprawność wynosi 10-12%.

<sup>9</sup> Linia wysokiego napięcia prądu stałego.



Rysunek 9. Rozkład typowych mocy jednostkowych i zdolności magazynowania dla wybranych grup technologii magazynowania energii (Źródło: LundP. D., Paatero J.V.: Energy Storage Options for Improving Wind Power Quality. Nordic Wind Conference, Espoo, Finland, 22-23 May 2006)

Powszechnie wykorzystywanym magazynem energii jest elektrownia szczytowo – pompowa. Jest to technologia wielkoskalowa, gdyż możliwe do uzyskania moce mogą mieć znaczenie z punktu widzenia całego systemu elektroenergetycznego. Jednak konieczność posiadania dwóch zbiorników wody z odpowiednią różnicą jej poziomów wpływa na ograniczenie możliwości lokalizacyjnych tego typu obiektów. Pozostałe technologie zaprezentowane na rysunku nr 9. są stopniowo wprowadzane lub przygotowywane do wprowadzenia do użytkowania dla potrzeb łagodzenia m.in. wpływu farm wiatrowych na system elektroenergetyczny. Ocenia się, że największe osiągnięcia w tym zakresie mają obecnie firmy elektroenergetyczne w USA oraz w Japonii. Cechą charakterystyczną ograniczającą możliwość wykorzystania technologii w skali przemysłowej są nadal wysokie jednostkowe nakłady inwestycyjne odniesione do mocy zasobnika. Należy jednak oczekiwać, że w miarę postępu technologicznego oraz rozwoju produkcji ich koszty jednostkowe powinny się obniżyć.

W celu rozbudowania i wzmocnienia sieci energetycznej prowadzone są próby i testy baterii, wykorzystania ciekłej soli w projektach dotyczących skoncentrowanej energii słonecznej (ang. Concentrated Solar Power, CSP) oraz kreatywnych rozwiązań związanych z magazynowaniem rozproszonym po stronie odbiorcy.

Biorąc pod uwagę dojrzałość poszczególnych technologii magazynowania energii oraz dotychczasowe doświadczenia zagraniczne z ich stosowania, technologiami preferowanymi do tego celu i wykorzystania w działalności Operatora Systemu Przesyłowego mogą być wybrane technologie zasobników bateryjnych oraz instalacje magazynowania energii w postaci sprężonego powietrza.

## **Energetyka geotermalna**

Pozyskiwanie energii geotermalnej jest jedną z najczystszych dostępnych technologii, która może generować energię elektryczną oraz ciepło przy niewielkiej lub zerowej emisji gazów cieplarnianych. Jednak czasochłonność na etapie inwestycyjnym, wysokie koszty i ryzyko związane z budową elektrowni/ciepłowni geotermalnej ograniczają ich rozwój rynkowy. Najnowsze, opracowywane przez naukowców rozwiązania technologiczne pozwalają na łatwiejszy dostęp do źródeł, a także ograniczenie kosztów i czasu wiercenia. Najbardziej obiecującą nową technologią wiercenia jest spalacja hydrotermalna (ang. hydrothermal spallation), polegająca na użyciu gorącego płynu pod ciśnieniem do wywołania mikropęknięć w skale i wypłukiwania jej z otworu wiertniczego. Zaś w samej energetyce geotermalnej doskonalą się innowacyjne technologie pozwalające na tworzenie „sztucznych” rezerwuarów geotermalnych (ang. EGS – engineered geothermal systems), zwanych również systemami gorących suchych skał (ang. HDR – hot dry rock). Pozwalają one na wytwarzanie energii elektrycznej z zasobów geotermalnych prawie w każdym miejscu na świecie. Wykorzystywana w tych technologiach jest energia geotermalna suchych skał, które nie przepuszczają wody (przede wszystkim w granitach), występujących na dużych głębokościach (minimum 5 000 m) i przykrytych skałami słabo przewodzącymi ciepło. Energię tą można pozyskiwać przez wtłaczanie w naturalne lub sztucznie wytworzone szczeliny skalne pod dużym ciśnieniem wody, która przejmuje ciepło gorących skał, po czym jest wypompowywana na powierzchnię Ziemi i wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej i /lub ciepła.

## **Koszty inwestycji w OZE**

Koszty inwestycji podaje się w przeliczenia na 1 MW mocy zainstalowanej. Koszt ten różni się z zależności od inwestycji. Często „orientacyjne” koszty inwestycji w energetyce podaje się za U.S. Department of Energy (DOE)<sup>10</sup>. Poniżej, w tabeli nr 3. podano średnie koszty inwestycji w odnawialne źródła energii.

---

<sup>10</sup> Dane publikowane przez biuro analiz energetycznych departamentu energetycznego USA.



Tabela 3. Porównanie kosztów związanych z produkcją energii elektrycznej z różnych źródeł wg oceny DOE

Wyszczególnienie	Moc nominalna (MW)	Bezpośrednie nakłady inwestycyjne (USD/kW)	Stale koszty eksploatacji (USD/kW)	Zmienne koszty eksploatacji (USD/MWh)
<b>Biomasa</b>				
Biomasa CC	20	8 180	356,07	17,49
Biomasa BFB	50	4 114	105,63	5,26
<b>Wiatr</b>				
Wiatr na lądzie	100	2 213	39,55	0,00
Wiatr morski	400	6 230	74,00	0,00
<b>Słońce</b>				
Słońce termiczne	100	5 067	67,26	0,00
Małe fotowoltaiczne	20	4 183	27,75	0,00
Duże fotowoltaiczne	150	3 873	24,69	0,00
<b>Energia Geotermiczna</b> cykl binarny	50	4 362	100,00	0,00
<b>Odpady municypalne</b>				
<b>Hydro</b>				
Hydroelektrownia	500	2 936	14,13	0,00
Pompowo-szczytowa	250	5 288	18,00	0,00

Skróty: PC- pulverised coal. pył węglowy. najnowsza technologia. IGCC – integrated gasification combined cycle . NGCC natural gas combined cycle. biomass CC - biomass integrated gasification/combined cycle (BIG/CC) technology . biomass BFB - bubbling fluidized bed boilers (BFB). circulating fluidized bed boilers (CFB). MSW – municipal solid waste-termiczna utylizacja śmieci

Źródło: Opracowanie własne na podstawie “Updated Capital Cost Estimates for Electricity Generation Plants April 2013 U. S. Energy Information Administration, Office of Energy Analysis, U.S. Department of Energy , Washington, DC 20585”

## 2. Charakterystyka województwa podkarpackiego

### 2.1. Ludność

W świetle wyników Narodowego Spisu Powszechnego Ludności i Mieszkań 2011 (stan w dniu 31 marca 2011 r.) obszar województwa zamieszkiwało 2022 tys. osób, tj. 5,3% ogółu ludności Polski. Gęstość zaludnienia na 1 km<sup>2</sup> wynosiła 113 osób (dziewiąta lokata w kraju). Ludność mieszkająca w miastach stanowiła 41,5% ludności województwa. Ludność Podkarpacia cechuje dość wysoki poziom przyrostu naturalnego, tj. różnicy między liczbą urodzeń żywych i zgonów. W 2011 r. ukształtował się on na poziomie 2916, podczas gdy rok wcześniej wyniósł 3702, zaś przed sześcioma laty 2236. Współczynnik przyrostu naturalnego w 2011 r. osiągnął wartość 1,4‰ i był niższy niż w 2010 roku (1,8‰), ale wyższy niż w 2005 r. (1,1‰). Omawiany wskaźnik dla Polski osiągał znacznie niższe wartości we wszystkich analizowanych okresach, a w 2011 r. ukształtował się na poziomie 0,3‰. W 2011 r. w województwie podkarpackim saldo migracji wewnętrznych i zagranicznych ludności na pobyt stały było ujemne (taką sytuację notuje się w województwie już od wielu lat). W wyniku migracji liczba ludności Podkarpacia zmniejszyła się w 2011 r. o 2177 osób, co w przeliczeniu na 1000 mieszkańców województwa wynosi minus 1,0 (w kraju minus 0,1). Oznacza to, że liczba osób wymeldowanych z pobytu stałego w ciągu omawianego okresu przekroczyła liczbę osób zameldowanych na pobyt stały w tym czasie.

W województwie podkarpackim występuje niski poziom gęstości zaludnienia. Jest on na poziomie 70% średniej krajowej. W samym województwie podkarpackim, w ujęciu powiatowym występuje duża rozpiętość w pod kątem liczby przypadających na 1 km<sup>2</sup>. Różnica między powiatem o największej gęstości zaludnienia (powiat grodzki Rzeszowski), a powiatem o najmniejszej gęstości zaludnienia (powiat bieszczadzki) wynosi prawie 80 razy. Ponadto występuje zauważalne zróżnicowanie pod kątem gęstości zaludnienia w zależności od szerokości geograficznej województwa. Wpływa to na wzrost długości sieci niskiego napięcia (przyłączenia odbiorców końcowych) przez co występują duże straty przesyłowe.

Szczegóły odnośnie gęstości zaludnienia w województwie podkarpackim prezentuje tabela nr 4.

Tabela 4. Gęstość zaludnienia w powiatach województwa podkarpackiego

Wyszczególnienie	Ludność na 1 km <sup>2</sup>
<b>Powiaty:</b>	
bieszczadzki	20
brzozowski	123
dębicki	174
jarosławski	119
jasielski	139
kolbuszowski	81
krośnieński	121
leski	32
leżajski	120
lubaczowski	44
łańcucki	176
mielecki	155
niżański	86
przemyski	61
przeworski	114
ropczycko-sędziszowski	134
rzeszowski	142
sanocki	79
stałowowolski	131
strzyżowski	124
tarnobrzegi	104
<b>Miasta na prawach powiatu:</b>	
Krosno	1 088
Przemyśl	1 392
Rzeszów	1 564
Tarnobrzeg	569

Źródło: Opracowanie własne

## 2.2. Powierzchnia

Powierzchnia geodezyjna województwa podkarpackiego w 2011 r. ( GUS według stanu w dniu 1 stycznia 2011 r.) wynosiła 1 784,6 tys. ha i stanowiła 5,7% powierzchni kraju. Użytki rolne zajmowały 954,2 tys. ha, tj. 53,5% ogólnej powierzchni województwa, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione – 717,5 tys. ha (40,2%), grunty zabudowane i zurbanizowane – 77,5 tys. ha (4,3%), grunty pod wodami powierzchniowymi – 20,3 tys. ha (1,1%). Pozostałe 15,1 tys. ha (0,9% ogólnej powierzchni województwa) zajmowały użytki ekologiczne, nieużytki i tereny różne.

Tereny miejskie zajmowały łącznie obszar 118,6 tys. ha, tj. 6,6% ogólnej powierzchni województwa, a tereny wiejskie 1 666,0 tys. ha, co stanowiło 93,4% powierzchni województwa.

W końcu 2011 r. łączna powierzchnia gruntów, które utraciły całkowicie wartość użytkową (grunty zdewastowane) oraz gruntów, których wartość użytkowa rolnicza lub leśna zmalała (grunty zdegradowane) wyniosła 1,8 tys. ha. W ciągu roku zrehabilitowano 251 ha, a zagospodarowano 216 ha gruntów (głównie na cele rolnicze – 96,3%).

Natomiast w trybie przepisów prawnych o ochronie gruntów rolnych i leśnych z produkcji rolniczej i leśnej wyłączono 197 ha gruntów, w tym 90,9% (179 ha) stanowiły użytki rolne, z których 90,5% stanowiły gleby najwartościowsze I-III klasy bonitacyjnej, a 9,5% gleby klasy IV i niższe oraz 17 ha gruntów leśnych. Spośród wyłączonych gruntów rolnych i leśnych największy odsetek (46,7%) przeznaczono pod użytki kopalne, 34,5% – pod budowę osiedli mieszkaniowych, 6,1% – na tereny przemysłowe, 0,5% – na tereny komunikacyjne, a na inne cele – 12,2%.

Zgodnie z danymi prezentowanymi przez Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w roku 2011 województwo podkarpackie miało jeden z najmniejszych odsetków powierzchni objętej pokryciem planistycznym w kraju (7,9%). Mniejszy odsetek pokrycia miały tylko województwa: lubelskie oraz kujawsko – pomorskie.

Tabela 5. Wskaźniki pokrycia planistycznego obowiązującymi planami miejscowymi w województwach w 2011 r.

Województwo	Liczba planów				Powierzchnia planów			
	ogółem	w tym na podstawie ustawy z 2003 r.	% planów ogółem	ogółem (tys. ha)	% powierzchni (pokrycie planistyczne)	% powierzchni zajętej przez plany według ustawy z 2003 r.	przeciętna powierzchnia planu (ha)	
							ogółem	w tym plany na podstawie ustawy z 2003 r.
Dolnośląskie	4 782	2 328	48,7	1 106	55,4	30,3	231	259
Kujawsko-Pomorskie	3 011	999	33,2	83	4,6	3,0	28	54
Lubelskie	1 075	501	46,6	1 432	57,0	20,3	1 332	1 016
Lubuskie	1 230	599	48,7	97	7,0	4,9	79	114
Łódzkie	1 468	682	46,4	537	29,5	12,6	366	337
Małopolskie	1 981	1 143	57,7	960	63,2	49,2	484	653
Mazowieckie	3 643	1 300	35,7	1 041	29,3	12,9	286	353
Opolskie	919	428	79,2	346	36,8	15,4	377	340
Podkarpackie	<b>3 624</b>	<b>786</b>	<b>21,7</b>	<b>140</b>	<b>7,9</b>	<b>5,6</b>	<b>39</b>	<b>128</b>
Podlaskie	1 010	473	46,8	294	14,5	8,7	291	371
Pomorskie	4 509	2 200	48,8	286	15,6	9,9	64	83
Śląskie	2 527	1 529	60,5	768	62,3	42,7	304	344
Świętokrzyskie	626	302	48,2	254	21,7	19,3	406	747
Warmińsko-Mazurskie	1 888	974	51,6	286	11,8	6,1	152	152
Wielkopolskie	6 230	2 553	41,0	489	16,4	5,4	79	63
Zachodniopomorskie	1 649	713	43,2	376	16,4	5,1	228	165
Polska ogółem	<b>40 171</b>	<b>17 510</b>	<b>43,6</b>	<b>8 496</b>	<b>27,2</b>	<b>14,2</b>	<b>212</b>	<b>254</b>

Źródło: „Analiza stanu i uwarunkowań prac planistycznych w gminach na koniec 2011 roku” opracowana przez Zespół Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN na zlecenie Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej

### 2.3. Podmioty gospodarki narodowej

W końcu 2011 r. rejestr liczył 151,1 tys. podmiotów mających siedzibę na terenie województwa podkarpackiego (bez osób prowadzących gospodarstwa indywidualne w rolnictwie), tj. o 17,7% więcej niż w 2000 r. Podmioty z Podkarpacia stanowiły 3,9% ogółu podmiotów zarejestrowanych w Polsce. Zdecydowana większość podmiotów (145,0 tys., tj. 96,0%) należała do sektora prywatnego. Wśród podmiotów sektora prywatnego 80,1% (116,1 tys.) stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą, głównie handlową – 31,5%, budowlaną – 14,8%, w zakresie przetwórstwa przemysłowego – 10,1% oraz działalność profesjonalną, naukową i techniczną – 8,6%. Ponad 3/4 osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą stanowiły podmioty jednoosobowe. Do rejestru REGON wypisane były również 9 674 spółki cywilne, 7 996 spółek handlowych (w tym: 244 spółki akcyjne, 6 115 spółek z ograniczoną odpowiedzialnością, 96 spółek partnerskich, 1 361 spółek jawnych), 5 822 stowarzyszenia i organizacje społeczne, 2 351 wspólnot mieszkaniowych, 738 spółdzielni oraz 277 fundacji. Podmioty sektora publicznego (6,1 tys.) stanowiły w rejestrze 4,0%. W 2011 r. zarejestrowano 13,8 tys. nowych podmiotów gospodarki narodowej, w tym 12,2 tys. osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą i 0,6 tys. spółek handlowych. Najwięcej nowych podmiotów zarejestrowano w sekcjach: handel; naprawa pojazdów samochodowych – 3,9 tys. podmiotów (28,3% ogółu nowo zarejestrowanych), budownictwo – 2,2 tys. (15,9%), przetwórstwo przemysłowe – 1,2 tys. (8,7%). W porównaniu z rokiem 2010 zarejestrowano o ponad 2 tys. mniej nowych podmiotów, tj. o 13,1%.

W omawianym roku z podkarpackiego rejestru REGON wyrejestrowano 15,0 tys. podmiotów, w tym 14,3 tys. osób fizycznych prowadzących działalność gospodarczą i 0,1 tys. spółek handlowych. Największą liczbę wykreślonych podmiotów odnotowano w sekcjach: handel; naprawa pojazdów samochodowych – 5,4 tys. podmiotów (36,0% ogółu wyrejestrowanych), budownictwo – 2,3 tys. (15,3%), przetwórstwo przemysłowe – 1,3 tys. (8,7%).

W 2011 r. wśród spółek handlowych 79,5% stanowiły spółki kapitałowe, a 20,5% spółki osobowe. W porównaniu z rokiem 2000 liczba spółek handlowych zwiększyła się ponad dwukrotnie, przy czym liczba spółek kapitałowych wzrosła o 80,2%, a osobowych – ponad 51 – krotnie. Wzrosła również liczba spółek handlowych z kapitałem zagranicznym z 560 w 2000 r. do 1 042 w 2011 r., tj. o 86,1%. Najwięcej podmiotów zarejestrowanych w rejestrze REGON miało siedzibę w Rzeszowie (21,5 tys.) i powiecie rzeszowskim (10,2 tys.), a najmniej w powiatach: bieszczadzkim (2,1 tys.), leskim (2,7 tys.) i lubaczowskim (3,0 tys.).

Funkcjonujące na terenie województwa podkarpackiego podmioty gospodarcze umożliwiły na wytworzenie w roku 2010 PKB na poziomie 52,5 mln PLN. Udział województwa podkarpackiego w tworzeniu krajowego PKB wynosił 3,71% (11ste miejsce w kraju). PKB per capita w województwie podkarpackim w roku 2010 był na najniższym poziomie spośród wszystkich województw w Polsce i wynosił niecałe 25 tys. PLN na mieszkańca. Wartość ta stanowiła 67,32% PKB per capita liczonego dla całego kraju. Szczegóły prezentuje tabela nr 6.



Tabela 6. PKB i PKB per capita w poszczególnych województwach w 2010 r.

Województwa	Produkt krajowy brutto		Produkt krajowy brutto na 1 mieszkańca	
	w mln PLN	struktura	w PLN	Porównanie do Polski
<b>Polska</b>	<b>1 416 585</b>	<b>100,00%</b>	<b>37 096</b>	<b>100,00%</b>
Dolnośląskie	120 120	8,48%	41 750	112,55%
Kujawsko-pomorskie	64 379	4,54%	31 107	83,86%
Lubelskie	54 042	3,81%	25 079	67,61%
Lubuskie	31 684	2,24%	31 348	84,51%
Łódzkie	86 765	6,12%	34 180	92,14%
Małopolskie	104 089	7,35%	31 501	84,92%
Mazowieckie	315 826	22,29%	60 359	162,71%
Opolskie	30 380	2,14%	29 498	79,52%
<b>Podkarpackie</b>	<b>52 512</b>	<b>3,71%</b>	<b>24 973</b>	<b>67,32%</b>
Podlaskie	32 090	2,27%	26 985	72,74%
Pomorskie	79 577	5,62%	35 597	95,96%
Śląskie	184 038	12,99%	39 677	106,96%
Świętokrzyskie	35 681	2,52%	28 134	75,84%
Warmińsko-mazurskie	38 871	2,74%	27 228	73,40%
Wielkopolskie	131 885	9,31%	38 629	104,13%
Zachodniopomorskie	54 647	3,86%	32 268	86,99%

Źródło: Rocznik Statystyczny Województwa Podkarpackiego 2012 r.

## 2.4. Rynek pracy

### Zatrudnienie

W 2011 roku przeciętne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw w województwie podkarpackim ukształtowało się na poziomie 232,6 tys. osób, tj. o 3,3% wyższym niż w 2010 r. (wobec wzrostu o 2,6% przed rokiem). W kraju przeciętne zatrudnienie wzrosło o 3,4% w stosunku do 2010 r., a w odniesieniu do 2009 r. było wyższe o 1,0%.

Czynnikiem wpływającym na rozwój gospodarki województwa jest m.in. udział i zmiany w strukturze zatrudnienia dwóch najliczniejszych sekcji. W 2011 r. przeciętne zatrudnienie w przetwórstwie przemysłowym wyniosło 110,0 tys. osób, tj. 47,3% ogółu zatrudnionych i obniżyło się do roku poprzedniego o 0,4 pkt proc. W sekcji handel; naprawa pojazdów samochodowych zatrudnienie wyniosło 50,1 tys. osób, tj. 21,5% ogółu zatrudnionych i było niższe o 0,9 pkt proc. w stosunku do 2010 r. W 2011 r. w porównaniu z rokiem poprzednim znacząco wzrosło zatrudnienie m.in. w sekcjach: zakwaterowanie i gastronomia (o 8,4%) oraz budownictwo (o 6,8%). Mniejszy wzrost zatrudnienia wystąpił w górnictwie i wydobywaniu (o 5,5%), transporcie i gospodarce magazynowej (o 5,2%) oraz obsłudze rynku nieruchomości (o 4,4%). Niższe przeciętne zatrudnienie zanotowano w dwóch sekcjach: wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną i gorącą wodę (o 15,2%) oraz handel; naprawa pojazdów samochodowych (o 0,8%).

### Bezrobocie

W końcu grudnia 2011 r. liczba bezrobotnych zarejestrowanych w powiatowych urzędach pracy województwa podkarpackiego wyniosła 146,2 tys. osób i była wyższa od zanotowanej przed rokiem (o 3,9 tys. osób, tj. o 2,8%), natomiast niższa niż w 2005 r. (o 17,7 tys. osób, tj. o 10,8%). W kraju na koniec 2011 r. liczba bezrobotnych była o 1,4% wyższa niż rok wcześniej, ale w stosunku do 2005 r. niższa o 28,5% i spadek ten był znacznie większy niż w skali województwa.

Końcem grudnia 2011 r. w województwie podkarpackim wśród bezrobotnych, podobnie jak w kraju, przeważały kobiety, które stanowiły 52,9% ogółu zarejestrowanych w powiatowych urzędach pracy. Liczba bezrobotnych kobiet wyniosła 77403 i w porównaniu z grudniem 2010 r. zwiększyła się o 5,5%, a ich udział w ogólnej liczbie bezrobotnych zwiększył się o 1,3 pkt proc. Bezrobocie nadal dotyczyło przede wszystkim ludzi młodych. W końcu grudnia 2011 r. najliczniejszą grupę wśród bezrobotnych stanowiły osoby w wieku od 25 do 34 lat oraz od 18 do 24 lat. Ich odsetek w ogólnej liczbie bezrobotnych w końcu 2011 r. wyniósł odpowiednio: 31,2% i 23,8%. Osoby w wieku od 35 do 44 lat stanowiły 19,6% bezrobotnych, od 45 do 54 lat – 17,6%, a powyżej 54 lat – 7,8%.

## 2.5. Rolnictwo

Powierzchnia ogólna gospodarstw rolnych w porównaniu z danymi z 2010 r. była mniejsza o 9,2 tys. ha, tj. o 1,1%. Z ogólnej powierzchni gospodarstw rolnych w użytkowaniu jednostek sektora prywatnego znajdowało się 800,0 tys. ha, tj. 95,9% gruntów, w tym w użytkowaniu gospodarstw indywidualnych – 785,2 tys. ha, tj. 94,1% powierzchni gruntów ogółem. Jednostki sektora publicznego użytkowały 34,3 tys. ha, tj. 4,1% powierzchni gruntów ogółem. Użytki rolne zajmowały 689,9 tys. ha, tj. 38,7% powierzchni województwa i w porównaniu z 2010 r. zmniejszyły się o 3,1 tys. ha (o 0,5%). W ogólnej powierzchni użytków rolnych w gospodarstwach rolnych, 603,6 tys. ha zajmowały użytki rolne w dobrej kulturze (87,5%). Użytki rolne pozostałe zajmowały 86,4 tys. ha, tj. 12,5% powierzchni użytków rolnych. W powierzchni użytków rolnych będących w dobrej kulturze – grunty pod zasiewami w gospodarstwach rolnych zajmowały 326,8 tys. ha i stanowiły 54,5% powierzchni.

Powierzchnia gruntów ugorowanych stanowiła 8,0% powierzchni użytków w dobrej kulturze i 7,0% użytków rolnych ogółem i wyniosła w 2011 r. 48,2 tys. ha. Ogólna liczba gospodarstw rolnych w 2011 r. wyniosła 270,0 tys. i w porównaniu z 2010 r. zwiększyła się o 8,6 tys., tj. o 3,3%. Gospodarstw rolnych powyżej 1 ha użytków rolnych było 148,2 tys. (54,9% wszystkich gospodarstw rolnych). Gospodarstw indywidualnych powyżej 1 ha użytków rolnych było 148,0 tys. (54,9% ogółu gospodarstw indywidualnych), tj. o 3,0 tys. (o 2,1%) więcej w porównaniu z rokiem poprzednim. Gospodarstw indywidualnych do 1 ha użytków rolnych było 121,8 tys., tj. o 5,5 tys. (o 4,8%) więcej niż w 2010 r.

Wśród gospodarstw indywidualnych powyżej 1 ha użytków rolnych najliczniejszą grupę stanowiły gospodarstwa o powierzchni użytków rolnych 2 – 5 ha (42,3% gospodarstw powyżej 1 ha), które także w powierzchni użytków rolnych miały największy udział (34,9% użytków rolnych gospodarstw powyżej 1 ha). Mniej liczną grupę stanowiły gospodarstwa o powierzchni 1 – 2 ha użytków rolnych (analogicznie: 38,8% i 13,4%). Gospodarstwa o powierzchni powyżej 10 ha użytków rolnych stanowiły 5,1% i gospodarowały na 29,5% użytków rolnych. Przeciętna powierzchnia użytków rolnych gospodarstwa rolnego w 2011 r. wyniosła 2,56 ha (w kraju 6,85 ha). Przeciętna powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwach rolnych powyżej 1 ha użytków rolnych wyniosła 4,30 ha (w kraju 9,19 ha) i w porównaniu z 2010 r. Grunty ugorowane w roku 2011 zajmowały powierzchnię 48,2 tys. ha. Stanowiły one 7% powierzchni użytków rolnych. Pod kątem wykorzystania użytków rolnych województwo podkarpackie wypada najgorzej w Polsce. Średnia dla kraju wynosi 3%.

### Warunki glebowe

Obszar województwa podkarpackiego charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną rzeźbą terenu. Różnica między najwyższymi wzniesieniami, a miejscami najniżej położonymi wynosi 1000 m. Na nizinnych obszarach występują głównie gleby bielcowe, wytworzone z piasków, glin,

iłów i utworów pyłowych. W dolinach rzek Wisły, Sanu, Wisłoki i Wisłoka zalegają mady. W rejonie Jarosławia, Przemyśla i Przeworska występują czarnoziemy, należące do najlepszych gleb w województwie.

Na obszarach wyżynnych i górskich przeważają gleby brunatne i bielcowe, wytworzone ze skał fliszowych. Województwo posiada ogólnie korzystne warunki przyrodnicze dla produkcji rolniczej. Uśredniony wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (uwzględniający jakość gleb, warunki klimatyczne i wodne oraz rzeźbę terenu) wynosi 70,4 pkt (Polska – 66,6 pkt).

Jakość gleb pod względem przydatności do produkcji rolniczej określają klasy bonitacyjne od I do VI, przy czym klasa I oznacza najwyższą wartość rolniczą, a klasa VI – najniższą. Na Podkarpaciu największą powierzchnię użytków rolnych zajmują gleby IV, III i V klasy bonitacyjnej, zajmują one łącznie 87,2% użytków rolnych. Udział gleb bardzo słabych (VI klasa), nadających się pod zalesienia, wynosi 7,4%. Natomiast udział gleb najlepszych (klasa I) i bardzo dobrych (klasa II) jest niewielki – łącznie zajmują 5,4% powierzchni użytków rolnych. Czynnikiem obniżającym jakość gleb jest znaczne ich zakwaszenie. Około 71% powierzchni użytków rolnych wymaga wapnowania.

### **3. Diagnoza stanu obecnego sektora energetycznego województwa podkarpackiego**

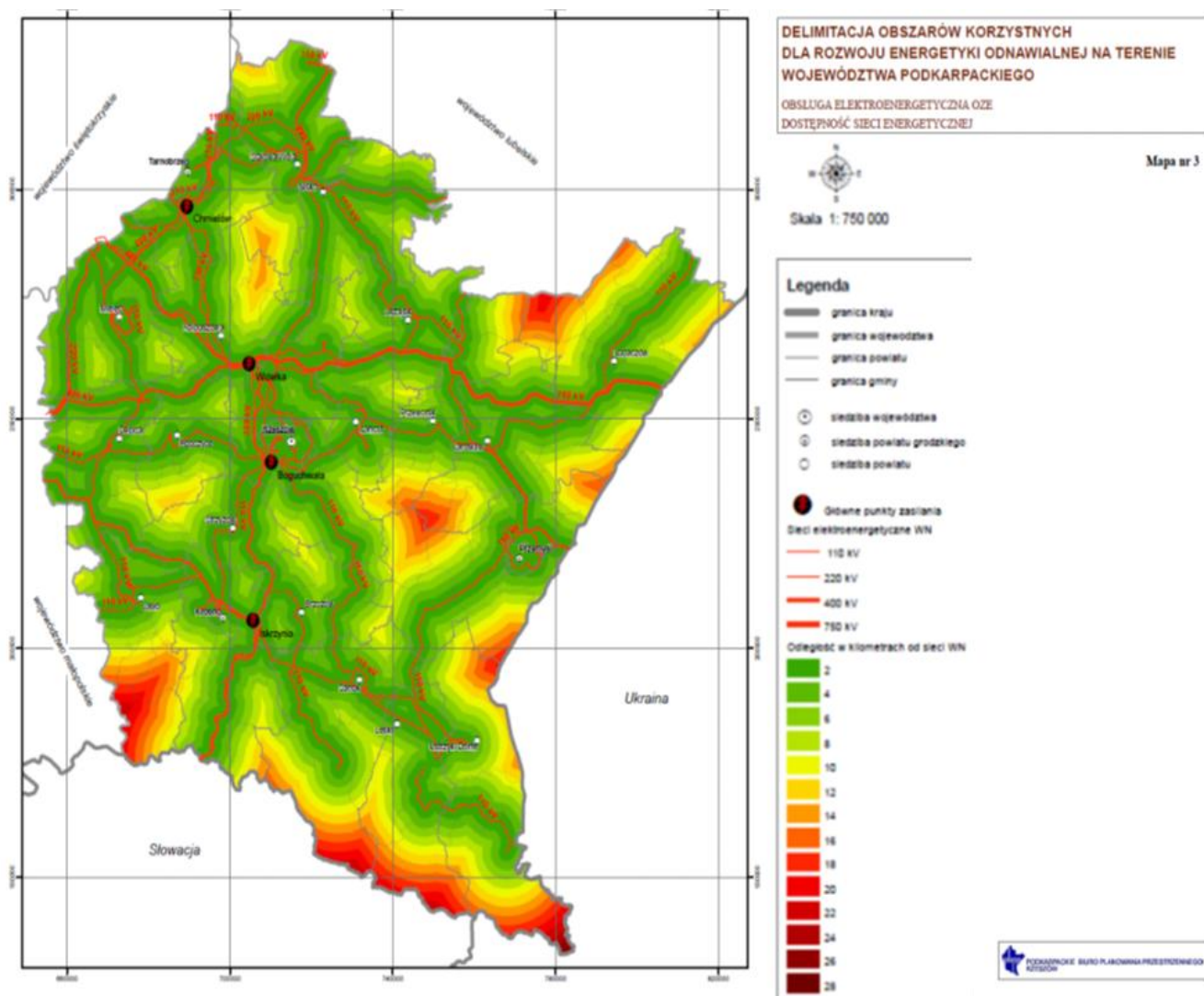
#### **3.1. Charakterystyka systemu elektroenergetycznego**

Na terenie województwa podkarpackiego zlokalizowana jest Elektrownia Stalowa Wola grupy Tauron o mocy zainstalowanej 341 MW oraz Zespół Elektrowni Wodnych Solina – Myczkowce PGE Energia Odnawialna pełniący funkcję elektrowni szczytowo pompowej. Do województwa podkarpackiego energia elektryczna dostarczana jest z Krajowej Sieci Przesyłowej najwyższych napięć liniami o napięciu 400 kV i 220 kV, którymi zarządzają Polskie Sieci Elektroenergetyczne Operator S.A. (PSE – Operator S.A.), Linie KSP 400 i 220 kV doprowadzają zasilanie z Elektrowni Połaniec a linie 220 kV z Elektrowni Stalowa Wola.

Na terenie województwa znajdują się elektrociepłownie: Rzeszów, WSK Rzeszów i WSK Mielec. Główne węzły energetyczne województwa znajdują się w Widelce koło Rzeszowa, gdzie zlokalizowano stację systemową 750/400/110 kV, w Boguchwale, gdzie funkcjonuje stacja 220/110/30/15/ kV oraz w Iskrzyni koło Krosna stacja 400/110kV. Do stacji w Widelce wysokie napięcie doprowadzone jest z Połańca i Tarnowa, natomiast wyprowadzenia liniowe 110 kV doprowadzają moc do stacji: Kolbuszowa, Leżajsk, Głuchów, Rzeszów /4 linie/, Boguchwała /2 linie/. Stacja Boguchwała zasilana jest linią 220 kV z Chmielowa. Powiązana jest wyprowadzeniami 110 kV z Widelką, Rzeszowem, Sędziszowem, Stalową Wolą, Głuchowem k., Łańcuta, Dynowem. Stacja Iskrzynia zasilana jest dwutorową linią 400 kV z Rzeszowa i wyprowadzona jest do Słowacji stacja Lemieszany. Linie 110 kV będące powiązaniem między stacjami redukcyjnymi, stanowią sieć rozdzielczą wysokiego napięcia w województwie i obsługiwane są obecnie przez PGE Dystrybucja S.A. Oddział Rzeszów, PGE Zamojska Korporacja Energetyczna i ENION GRUPA TAURON Spółka Akcyjna.

Początek systemu dystrybucji energii elektrycznej stanowią stacje redukcyjne 1 – go stopnia to jest „Główne Punkty Zasilania”. W GPZ-ach następuje transformacja napięcia wysokiego 100kV na średnie 30, 15 kV, które jest napięciem sieci rozdzielczych gminnych i miejskich. Drugi stopień transformacji tj. obniżenie napięcia średniego 30, 15 kV do wartości 0,4 kV odbywa się w stacjach transformatorowych, które są źródłem konsumpcyjnej i oświetleniowej energii elektrycznej.

Infrastruktura elektroenergetyczna pracująca na napięciu 110 kV jest rozmieszczona nierównomiernie na obszarze województwa (rys. poniżej), co rzutuje na funkcjonowanie i parametry sieci rozdzielczej średniego napięcia. Dotyczy to warunków napięciowych odbiorców istniejących jak i stworzenie możliwości przyłączeniowych źródeł OZE.



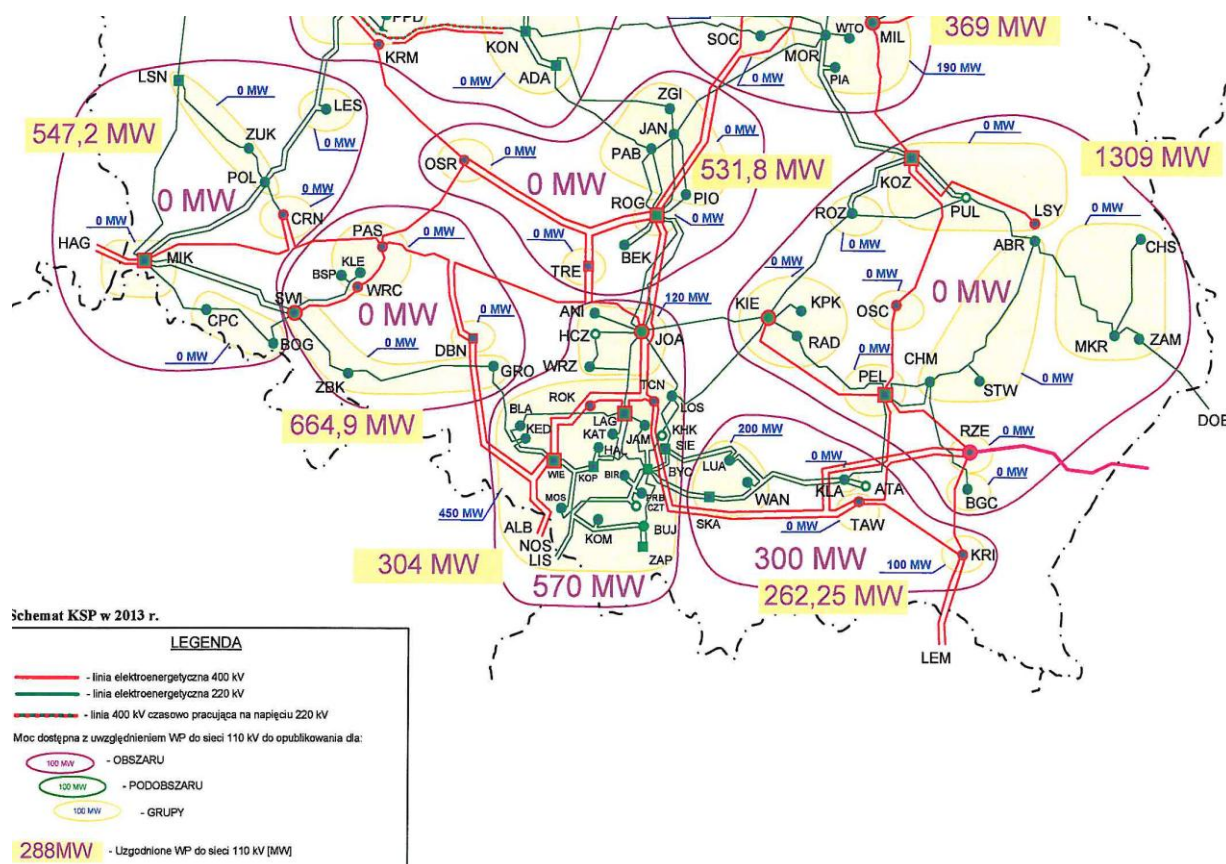
Rysunek 10. Dostępność sieci przesyłowych w województwie podkarpackim  
(Źródło: Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego – Aktualizacja 2013 r.)

Duża część stacji energetycznych to rozwiązania stare, liczące ponad 30 lat. Również istniejące linie 110 kV i sieci średnich napięć to sieci ponad 30 letnie. Ich awaryjność wzrasta, choć nie odbiega zasadniczo od średniej krajowej.

Zbyt mała moc stacji transformatorowych stanowi barierę w rozwoju energetyki odnawialnej. Również sieci napowietrzne niskiego napięcia w bardzo wielu przypadkach pracują, jako sieci promieniowe bez możliwości rezerwowego zasilania w przypadku awarii lub remontów.

Warto również nadmienić, że jednym z głównych ograniczeń rozwoju odnawialnych źródeł energii, o mocy zainstalowanej powyżej 4-6 MW są małe możliwości przyłączenia do sieci energetycznych. Na poniższym rysunku zaprezentowano schemat sieci przesyłowej PSE Operator z dostępnymi mocami przyłączeniowymi na rok 2013.





Rysunek 11. Schemat sieci przesyłowej z dostępnymi mocami przyłączeniowymi - stan wyjściowy rok 2013  
(Źródło: „Informacja o dostępności mocy przyłączeniowej do sieci przesyłowej (stan na 31 maja 2013 roku), PSE Operator S.A.)

W „Delimitacji obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego. Aktualizacja 2013 r.” zamieszczono tabelę zawierającą informacje odnośnie możliwości Operatorów Systemów Dystrybucyjnych w zakresie przyłączenia do sieci 110 kV. Z zamieszczonych danych wynika, że możliwości przyłączenia do sieci do roku 2016 wystąpią tylko Grupie Połaniec i Grupie Ropczyce.

Szczegóły prezentuje tabela nr 7.



Tabela 7. Możliwości Operatorów Systemów Dystrybucyjnych w zakresie przyłączenia do sieci 110 kV

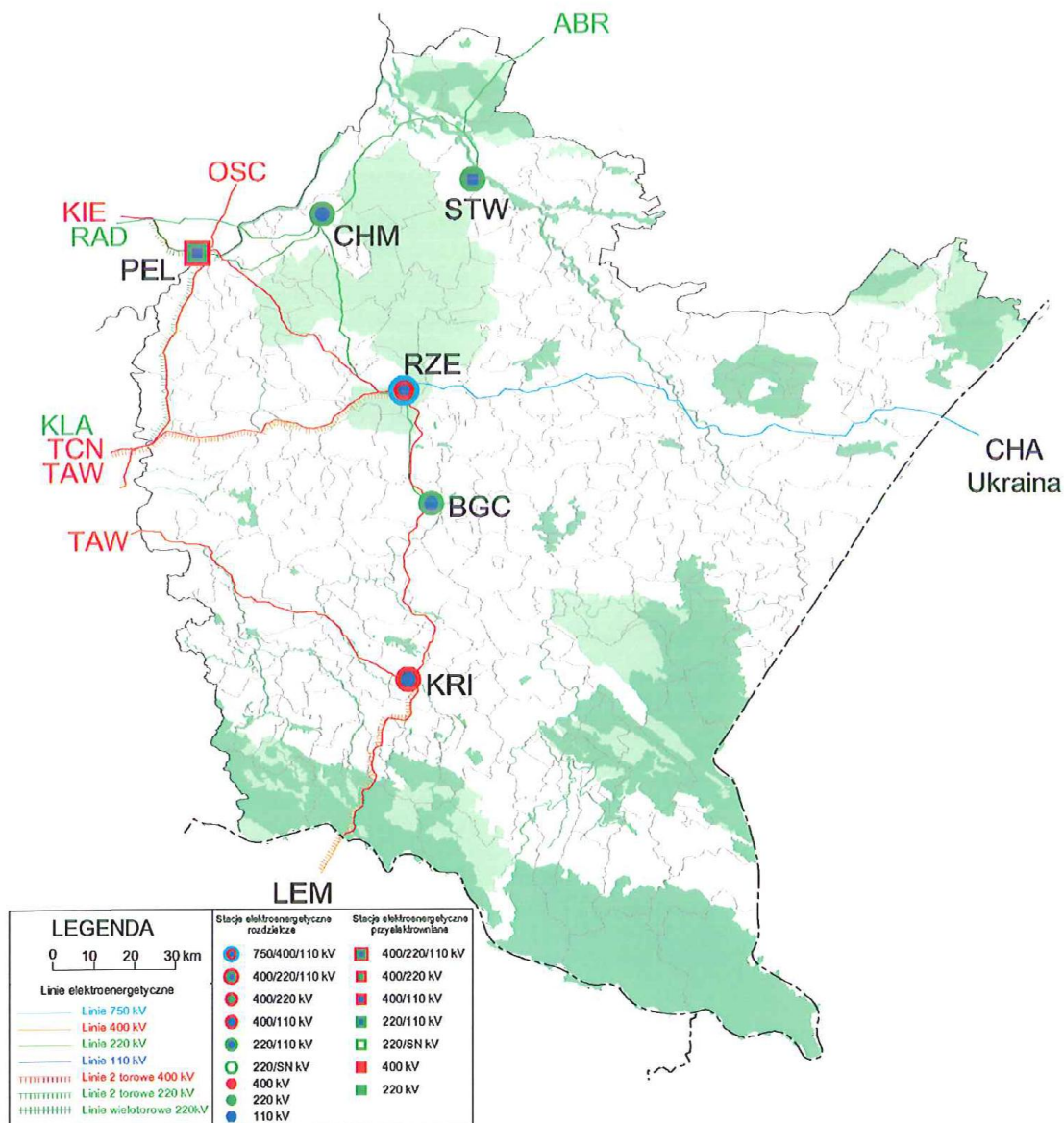
Nazwa grupy	Węzły w grupie	Rok				
		2012	2013	2014	2015	2016
Grupa Przemyśl	Bircza, Medyka*, Przemyśl, Przemyśl Bakończyce, Przemyśl Przekopana, Przemyśl Głębocka, Radymno	0	0	0	0	0
Grupa Jarosław	Jarosław, Jarosław Północ, Lubaczów, Munina, Tomaszów Południe, Tomaszów Północ, Ułhówek,	0	0	0	0	0
Grupa Łańcut	Husów*, Łańcut, Łańcut Fabryka Śrub*, Przeworsk	0	0	0	0	0
Grupa Zamość	Hrubieszów, Hrubieszów Południe, Józefów, Krasnobród, Mokre, Poturzyn, Szczepietnica, Tyszowce, odg. do Krasnobrodu, Zamość, Zamość Janowice, Zamość Majdan, Żółkiewka	0	0	0	0	0
Grupa Biłgoraj	Biłgoraj, Biłgoraj Południe, Sieniawa, Tarnogród	0	0	0	0	0
Grupa Leżajsk	Leżajsk, Leżajsk Siedlanka, Sokołów, Sarzyna*, EC Nowa Sarzyna*,	0	0	0	0	0
Grupa Rzeszów	Boguchwała, Głogów, Kolbuszowa, Rzeszów Baranówka, Rzeszów Centralna, Rzeszów EC, Rzeszów DMS, Rzeszów Staromieście, Rzeszów Nowe Miasto, Rzeszów Zaczernie, Staroniwa, Rzeszów Krasne, Rzeszów WSK*, Rzeszów*	0	0	0	0	0
Grupa Krosno Iskrzynia	Besko, Brzozów, Iwonicz, Krosno Iskrzynia*, Rzepedź, odg. do Beska, Karlików*	0	0	0	0	0
Grupa Krosno Podkarpacka	Jedlicze*, Krosno, Krosno Podkarpacka, Krosno Polmo*, Krosno Huta*, Krosno, Wisze, Strzyżów	0	0	0	0	0
Grupa Niegłowice	Biecz, Hankówka, Gamrat 1*, Gamrat 2*, Niegłowice, Rafineria Jasło*	0	0	0	0	0

Nazwa grupy	Węzły w grupie	Rok				
		2012	2013	2014	2015	2016
Grupa Stalowa Wola	Gorzyce*, Janów Lubelski, Nisko, Rudnik, Stalowa Wola, Stalowa Wola Miasto, Stalowa Wola Posanie, Zaklików, odg. do Stalowej Woli Miasto, Huta RPZ-0*, Huta RPZ-1*, Huta RPZ-2*, Huta RPZ-3*	0	0	0	0	0
Grupa Chmielów	Chmielów*, HS Sandomierz*, Machów, Machów GPZ 1*, Nowa Dęba, Olendry, Piaseczno WOE, Tarnobrzeg, Trześń, Sandomierz	0	0	0	0	0
Grupa Połaniec	Grzybów, CS2*, CS2 Promień*, Mielec, Mielec Smoczka, Mielec WSK*, Cegielnia Oleśnica*, Połaniec*, Staszów, Stopnica	0	15	15	15	15
Grupa Ropczyce	Ropczyce, Sędziszów Małopolski	20	20	20	20	20
Grupa Sanok	Dynów, Lesko, Sanok, Sanok Trepca, Stomil Sanok*, Solina*, Ustrzyki, Zasław*	0	0	0	0	0

(\*) stacje niebędące własnością OSD zarządcy lub odbiorcy przemysłowi.

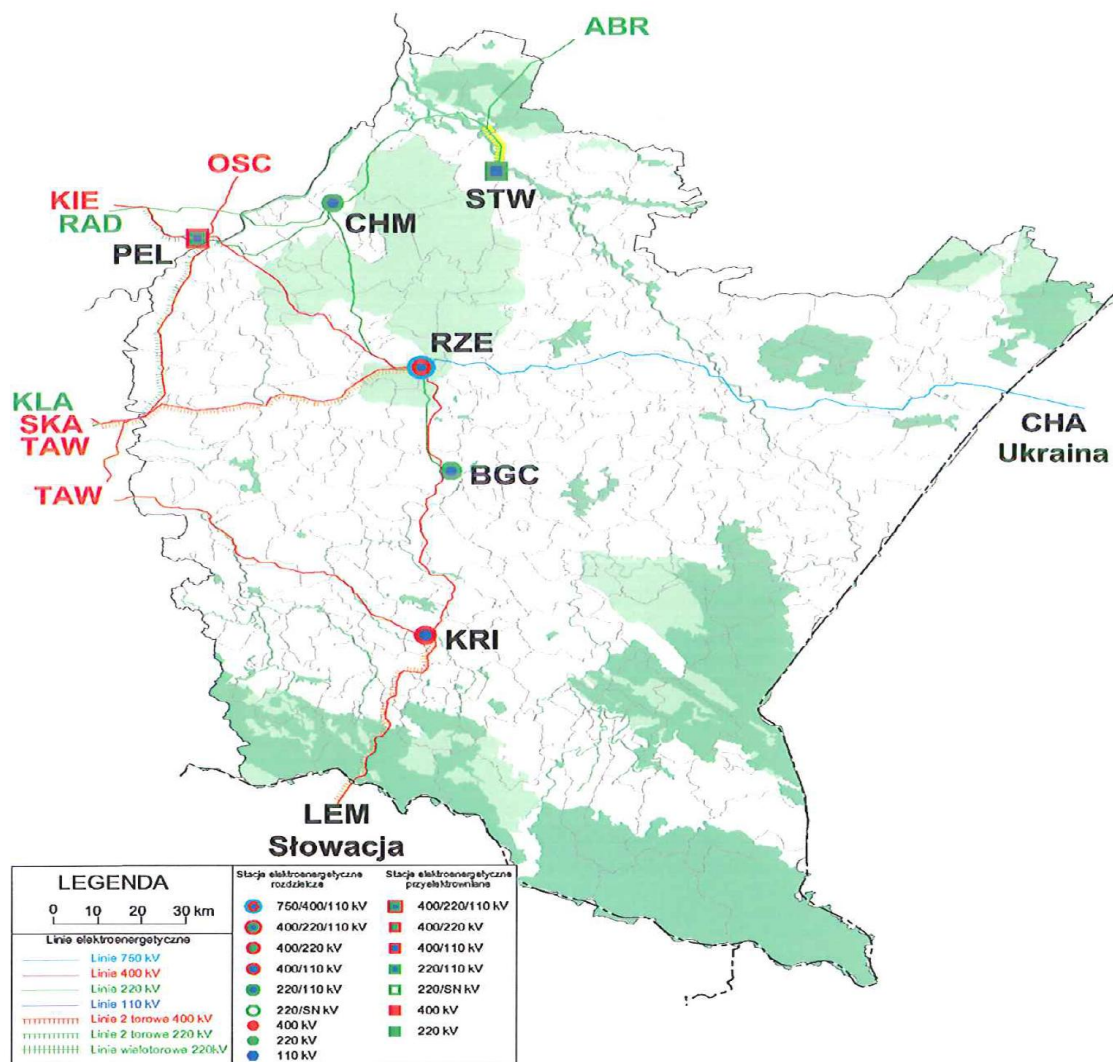
Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne. Stan na 31 lipiec 2012r. oraz dostępne moce przyłączeniowe do roku 2017 [w ] Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego Aktualizacja”, Rzeszów, 2013

Na rysunku nr 12. przedstawiono schemat sieci przesyłowej stan na 2012 rok.



Rysunek 12. Schemat sieci przesyłowych stan na 2012 r.  
(Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.)

Na rysunku poniżej przedstawiono schemat sieci przesyłowej z planami rozbudowy na rok 2025.



Rysunek 13. Schemat sieci przesyłowej z planami rozbudowy na rok 2025  
(Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.)

Poniżej przedstawiono wykaz planowanych inwestycji:

- rozbudowa stacji Stalowa Wola o rozdzielnię 220 kV (zakończenie planowane na 2014 r.),
- budowa linii 220 kV Stalowa Wola - punkt nacięcia linii Chmielów-Abramowice (zakończenie planowane na 2014 r.),

- modernizacja linii 220 kV Stalowa Wola-Chmielów (OPGW) (zakończenie planowane na 2014 r.),
- modernizacja stacji 220/110 kV Chmielów (zakończenie planowane na 2015 r.),
- rozbudowa i modernizacja stacji 750/400/110 kV Rzeszów (zakończenie planowane na 2014 r.),
- budowa stacji 400/110 kV Boguchwała Bis i wprowadzenie do niej linii 400 kV Rzeszów - Krosno (zakończenie planowane na 2030 r.),
- budowa linii 400 kV Mokre - Jarosław - Rzeszów (zakończenie planowane na 2030 r.),
- budowa układu połączeń z systemem ukraińskim z wykorzystaniem istniejącej linii 750 kV Rzeszów-Chmielnicka (Planuje się uruchomienie linii do 2020 r. Termin realizacji będzie uszczegółowiony po uzgodnieniach z operatorem ukraińskim.),
- budowa stacji 400/110 kV Jarosław (zakończenie planowane na 2030 r.).

Dostępność mocy przyłączeniowych do sieci dystrybucyjnej wysokiego napięcia, po uwzględnieniu planowanej rozbudowy po roku 2025 na terenie województwa podkarpackiego, będzie możliwa tylko w przypadku realizacji planowanej rozbudowy sieci dystrybucyjnej. Należy zwrócić uwagę, że inwestycje w OZE są traktowane jako zasadniczy element w ochronie klimatu. Natomiast inwestycje związane z rozbudową sieci i odbudową mocy wytwórczych są niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej.

### **3.2.Charakterystyka ciepłownictwa**

Charakterystyczną cechą podmiotów prowadzących działalność w obszarze wytwarzania ciepła jest lokalny zasięg ich działania. Z kolei dystrybutor ciepła ma również silnie ograniczone możliwości pozyskiwania odbiorców, ponieważ decydują o tym parametry istniejących sieci i ich zasięg oraz wysokie koszty budowy nowych sieci przesyłowych. Ponadto sektor zaopatrzenia w ciepło charakteryzuje znaczna liczba przedsiębiorstw o zróżnicowanym rodzaju działalności i wielkości zaangażowania w działalność ciepłowniczą. Moce wytwórcze sektora ciepłownictwa zarówno analizując poziom krajowy jak i województwa podkarpackiego są rozdrobnione i zróżnicowane. W województwie podkarpackim ciepło wytwarzane jest w elektrociepłowniach, ciepłowniach oraz kotłowniach komunalnych, których w regionie jest 1087 (wg danych GUS – Bank Danych Lokalnych stan na 2011 r.). W województwie funkcjonują duże elektrociepłownie takie jak: PGE Elektrociepłownia (EC) Rzeszów S.A., Elektrociepłownia Mielec Sp. z o.o. i Elektrociepłownia Nowa Sarzyna Sp. z o. o.

Według badań URE w 2011 r. moc zainstalowana przedsiębiorstw wytwarzających ciepło w województwie podkarpackim wynosiła 1,8 tys. MW, z czego moc wykorzystana była na poziomie 1,3 MW. Stosunek mocy zainstalowanej do wykorzystanej w województwie



podkarpackim był na jednym z najkorzystniejszych (najwyższych poziomów w kraju). Szczegóły zaprezentowano w tabeli nr 8.

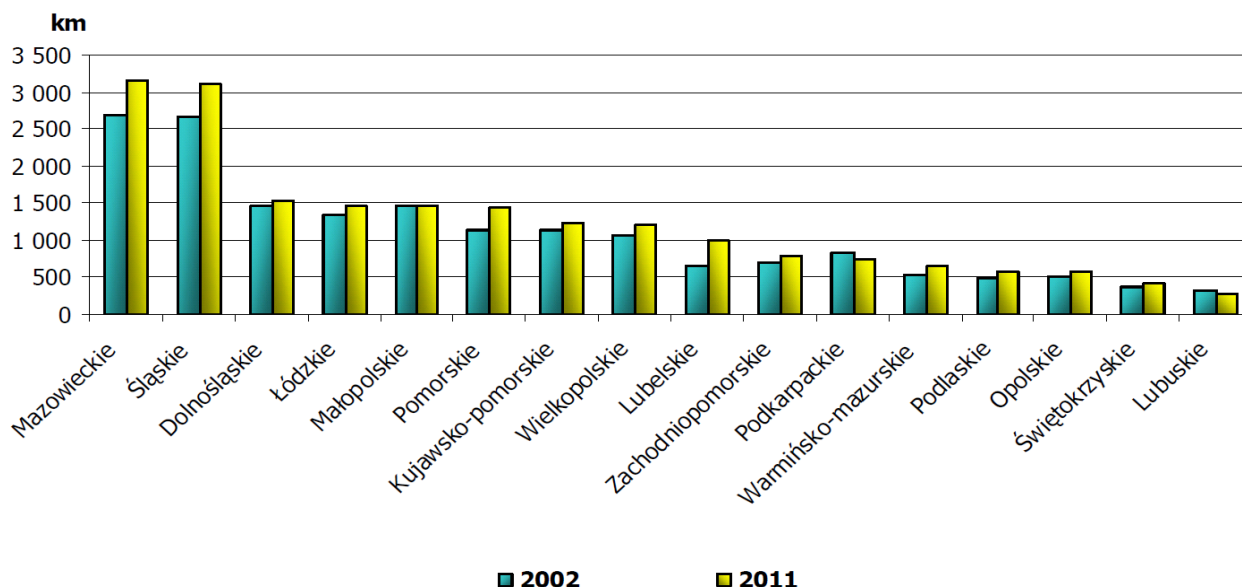
Tabela 8. Moc zainstalowana, osiągalna i wykorzystana według województw

Województwa	Liczba przedsiębiorstw, które podały informacje			Przeciętne zatrudnienie			Moc zainstalowana			Moc osiągalna			Moc wykorzystana*	
	2002	2010	2011	2002	2010	2011	2002	2010	2011	2002	2010	2011	2010	2011
Polska	764	445	433	58 210	38 222	37 134	70 952,8	59 263,5	58 301,0	67 285,4	58 097,7	57 561,1	43 312,3	42 990,1
Dolnośląskie	49	26	25	3 843	2 476	2 279	4 675,4	4 270,1	4 057,2	4 366,5	4 235,5	4 049,7	3 343,9	3 329,1
Kujawsko-pomorskie	57	30	29	3 626	2 561	2 494	5 860,6	5 414,0	5 322,4	5 710,9	5 406,3	5 319,6	3 711,0	3 732,0
Lubelskie	40	23	23	2 633	1 853	1 794	3 298,3	2 840,5	2 806,2	3 130,0	2 766,8	2 731,8	1 917,6	1 907,6
Lubuskie	27	12	11	1 824	837	547	1 470,4	1 119,3	1 055,9	1 282,4	946,3	908,0	737,2	712,8
Łódzkie	49	27	27	4 308	2 474	2 579	4 876,2	3 406,2	3 475,8	4 640,5	3 665,0	3 757,1	3 153,4	3 149,9
Małopolskie	47	27	25	3 645	2 573	2 481	5 708,9	4 359,6	4 338,4	5 414,4	4 137,6	4 113,6	2 718,8	2 672,5
Mazowieckie	69	45	44	7 695	5 006	4 779	10 201,3	9 543,8	9 410,5	9 945,6	9 587,6	9 471,4	7 563,7	7 455,4
Opolskie	23	12	12	1 352	1 034	1 018	2 156,9	1 658,4	1 612,5	1 888,0	1 619,2	1 581,4	1 361,2	1 369,0
Podkarpackie	43	31	28	2 406	1 757	1 563	2 981,7	2 191,1	1 803,1	2 819,7	2 156,2	1 769,9	1 547,7	1 313,1
Podlaskie	25	18	18	1 852	1 496	1 464	1 527,5	1 299,7	1 299,7	1 447,8	1 266,6	1 266,6	1 088,6	1 089,3
Pomorskie	54	30	30	3 790	2 207	2 157	3 847,7	3 759,2	3 760,4	3 753,4	3 384,8	3 394,1	2 763,7	2 770,5
Śląskie	97	53	52	11 079	6 972	7 108	13 869,7	10 671,4	10 877,6	12 863,3	10 527,7	10 873,9	6 896,3	7 008,6
Świętokrzyskie	27	17	17	2 088	1 533	1 521	1 715,8	1 386,1	1 396,1	1 605,8	1 336,7	1 346,9	1 001,0	1 009,9
Warmińsko-mazurskie	46	27	26	2 199	1 660	1 630	1 650,3	1 544,9	1 494,6	1 605,7	1 527,4	1 483,9	1 269,1	1 231,7
Wielkopolskie	64	37	36	3 387	2 088	2 056	4 193,4	3 150,9	3 160,0	4 048,1	3 127,6	3 133,7	2 332,4	2 361,0
Zachodniopomorskie	47	30	30	2 482	1 695	1 663	2 918,7	2 648,1	2 430,6	2 763,5	2 406,6	2 359,4	1 906,8	1 878,0

\* W badaniu za 2002 rok nie zbierano danych dotyczących mocy wykorzystanej.

Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.

W całym województwie wg stanu na 2011 r. długość sieci ciepłej przesyłowej wynosiła 638,4 km, zaś sieci ciepłej połączeń do budynków i innych obiektów to 348,1 km. Na rysunku nr 14. przedstawiono długość sieci ciepłowniczej według województw.

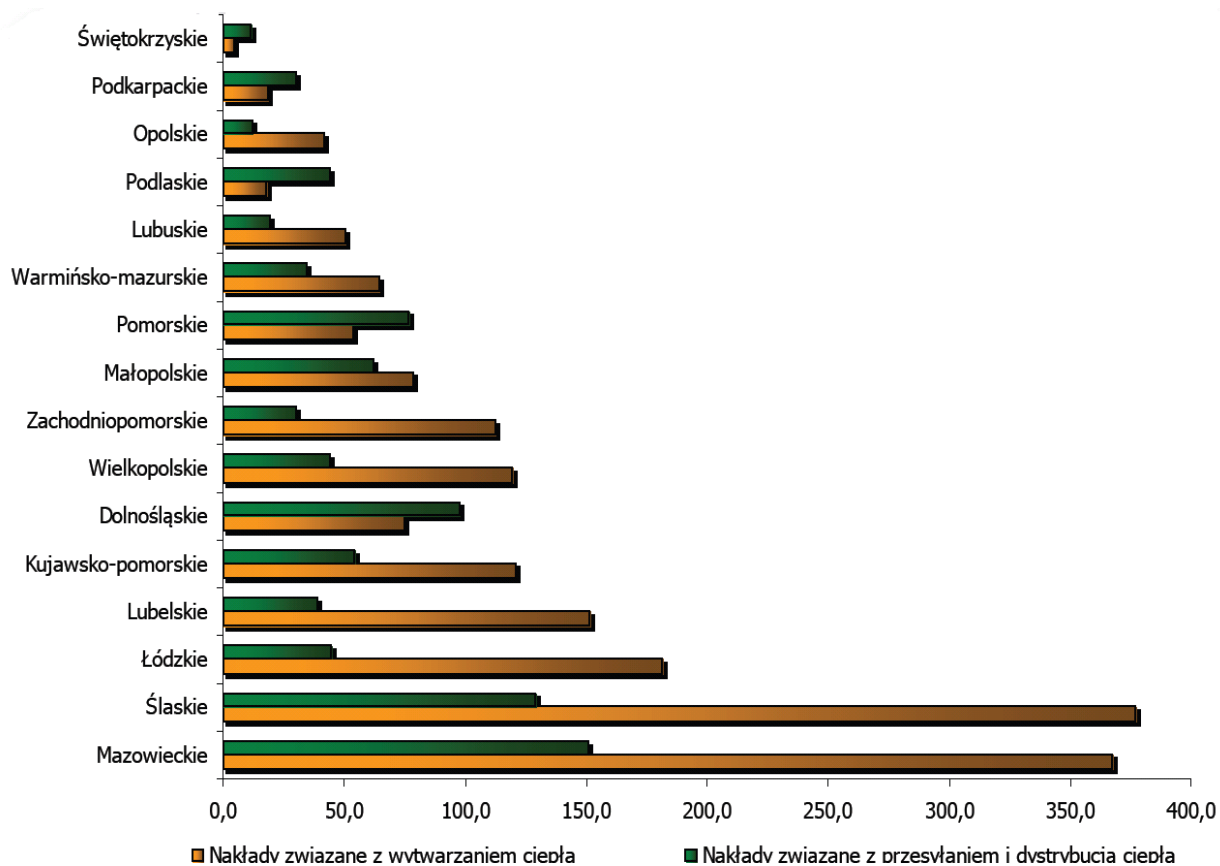


Rysunek 14. Długość sieci ciepłowniczej według województw. (Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.)

Według badań URE w 2011 r. udział przedsiębiorstw inwestujących wzrósł w stosunku do 2002 r. o 23,3%. Ponad 67% nakładów przedsiębiorstwa przeznaczyły na inwestycje w źródła ciepła, pozostałą część w sieci dystrybucyjne. Od 2002 r. nakłady w źródła wzrosły o 148%, podczas gdy inwestycje w sieci wzrosły o 63%.

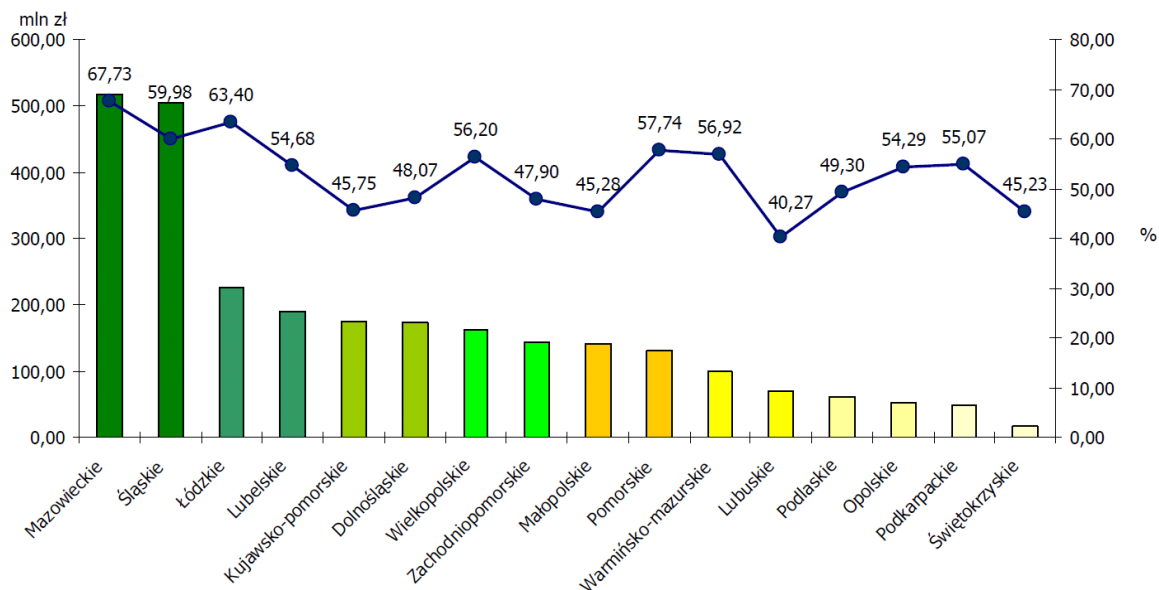
Poziom nakładów w poszczególnych województwach został przedstawiony na rysunku nr 15.





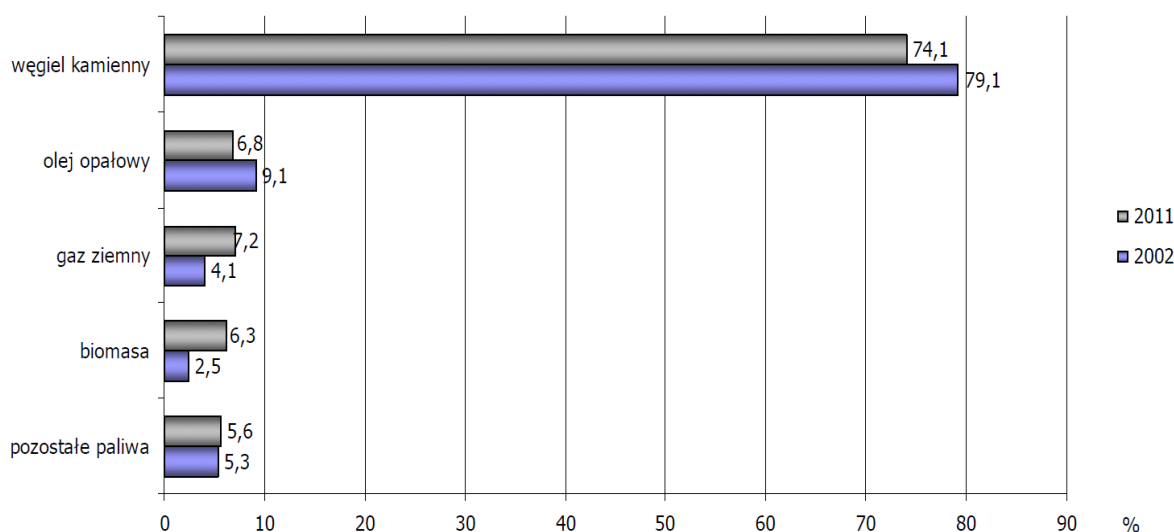
Rysunek 15. Nakłady inwestycyjne według województw w 2011 r. [mln PLN]. (Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.)

Na rysunku nr 16. przedstawiono nakłady inwestycyjne oraz wskaźnik dekapitalizacji majątku trwałego według województw.



Rysunek 16. Nakłady inwestycyjne oraz wskaźnik dekapitalizacji majątku trwałego w 2011 r. według województw w 2011 r. (Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.)

W kraju (wg URE – stan na 2011 r.) podstawowym paliwem w źródłach ciepła wykorzystywanym do jego wytwarzania nadal był węgiel kamienny. Należy zauważyć, że udział ciepła produkowanego z wykorzystaniem węgla kamiennego systematycznie maleje, w 2011 r. wynosił on 74,1%, i zmniejszył się od 2002 r. o 5 punktów procentowych. Zwiększa się nieustannie udział ciepła uzyskiwanego w wyniku spalania biomasy – od 2002 r. produkcja ciepła z biomasy wzrosła 2,5 krotnie.



Rysunek 17. Krajowa struktura produkcji ciepła według stosowanych paliw w 2002 i 2011 r. (Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.)

W kraju występuje duże zróżnicowanie terytorialne udziału poszczególnych paliw w wytwarzaniu ciepła. W trzech województwach (wg URE w 2011 r.) ponad 90% ciepła wytwarzane było z węgla kamiennego: w warmińsko-mazurskim (94,1%), opolskim (92,6%) i świętokrzyskim (92,0%), natomiast w województwie lubuskim najmniej, bo tylko 18,9%. W województwie mazowieckim ponad 25% wytwarzanego ciepła pochodziło z oleju opałowego ciężkiego, natomiast w województwie lubuskim aż 76,0% ciepła wytworzone zostało z gazu ziemnego. Gaz ziemny w znaczących ilościach zużywany był do wytwarzania ciepła jeszcze w województwach: podkarpackim (33,8%) i lubelskim (14,0%). Natomiast najwięcej ciepła z biomasy wytwarzane było w województwach: kujawsko-pomorskim (24,5%), podlaskim (14,8%) i pomorskim (14,3%) oraz dolnośląskim (10%).

W 2011 r. wolumen sprzedanego ciepła odbiorcom przyłączonym do sieci ogółem w kraju wyniósł 240 406,2 TJ. Sprzedaż energii cieplnej w województwie podkarpackim kształtowała się na poziomie 5 745 TJ, (2,4% udział w sprzedaży ciepła w kraju). Szczegółowe dane dotyczące produkcji i rozdysponowania ciepła przedstawiono w tabeli nr 9.

Tabela 9. Produkcja i rozdysponowanie wytworzonego ciepła według województw w 2011 r.

Województwa	Liczba przedsiębiorstw, które podały informacje	Przeciętne zatrudnienie	Produkcja ciepła		Ciepło z odzysku	Zużycie ciepła na potrzeby własne	Ciepło oddane do sieci	Straty ciepła	Ciepło dostarczone do odbiorców przyłączonych do sieci
			ogółem	w tym w kogeneracji					
		etat	TJ						
Polska	476	38 307	392 046,3	252 159,9	29 235,1	146 934,1	274 347,2	33 941,3	240 406,0
Dolnośląskie	31	2 363	23 487,6	14 905,8	896,9	2 364,4	22 020,1	3 067,0	18 953,1
Kujawsko-pomorskie	30	2 500	47 010,0	36 059,5	468,5	30 792,8	16 685,7	1 957,0	14 728,7
Lubelskie	28	2 284	20 915,0	12 878,0	4 426,8	14 637,5	10 704,3	1 364,2	9 340,1
Lubuskie	13	561	5 556,5	4 509,3	-	1 079,7	4 476,8	556,1	3 920,7
Łódzkie	31	2 762	23 655,9	16 741,3	-	993,1	22 662,7	3 124,2	19 538,6
Małopolskie	29	2 595	24 034,4	17 462,8	4 031,9	10 410,4	17 656,0	2 122,3	15 533,7
Mazowieckie	45	4 851	83 050,8	60 340,0	5 974,3	33 493,8	55 531,3	6 380,3	49 151,0
Opolskie	14	1 046	10 649,6	2 766,3	2 390,2	7 020,2	6 019,6	749,1	5 270,5
Podkarpackie	33	1 616	8 767,5	3 144,4	-	1 987,9	6 779,6	1 031,8	5 747,8
Podlaskie	18	1 464	8 202,5	4 049,7	-	126,8	8 075,7	1 070,7	7 005,0
Pomorskie	30	2 157	31 044,5	24 645,1	6 056,5	19 492,3	17 608,6	2 605,8	15 002,8
Śląskie	59	7 172	52 625,3	31 210,9	4 394,3	13 468,9	43 550,6	5 060,6	38 490,0
Świętokrzyskie	19	1 547	8 309,7	3 026,1	-	577,2	7 732,5	679,6	7 052,9
Warmińsko-mazurskie	26	1 630	10 087,0	2 631,5	-	1 578,8	8 508,2	897,3	7 610,9
Wielkopolskie	39	2 088	18 020,0	11 012,1	-	1 748,8	16 271,1	1 915,6	14 355,6
Zachodniopomorskie	31	1 670	16 630,2	6 777,1	595,6	7 161,4	10 064,4	1 359,8	8 704,6

Źródło: URE Energetyka cieplna w 2011 r.

W 2011 r. średnia jednoskładnikowa cena ciepła sprzedawanego z sieci ciepłowniczych w kraju, ukształtowała się na poziomie 46/21 zł/GJ.

W tabeli nr 10. przedstawiono ceny ciepła w poszczególnych województwach.

Tabela 10. Średnie ceny ciepła w województwach

Województwa	Średnia cena ciepła sprzedawanego bezpośrednio ze źródeł <sup>90)</sup>	Średnia jednoskładnikowa cena ciepła sprzedawanego z sieci ciepłowniczych <sup>91)</sup>
	[zł/GJ]	
<b>Polska</b>	<b>28,25</b>	<b>46,21</b>
Dolnośląskie	31,62	49,76
Kujawsko-pomorskie	31,02	48,81
Lubelskie	28,68	44,49
Lubuskie	41,71	45,12
Łódzkie	28,64	42,95
Małopolskie	25,67	44,34
Mazowieckie	22,81	39,12
Opolskie	45,55	52,65
Podkarpackie	36,73	50,35
Podlaskie	33,37	48,93
Pomorskie	28,40	51,74
Śląskie	30,13	47,77
Świętokrzyskie	27,43	53,85
Warmińsko-mazurskie	33,17	47,46
Wielkopolskie	30,53	49,69
Zachodniopomorskie	35,55	52,74

<sup>90)</sup> Średnia cena ciepła sprzedawanego bezpośrednio ze źródeł obliczona została, jako iloraz sumy przychodów ze sprzedaży mocy, ciepła i nośnika ciepła oraz sumy wolumenu sprzedaży ciepła bezpośrednio ze źródeł.

<sup>91)</sup> Średnia jednoskładnikowa cena ciepła sprzedawanego z sieci ciepłowniczych obliczona została jako iloraz sumy przychodów ze sprzedaży mocy, ciepła, nośnika ciepła, przychodów z przesyłania i dystrybucji oraz sumy wolumenu ciepła sprzedanego z sieci ciepłowniczych.

Źródło: URE

Poziom cen i stawek opłat zależy od wielu czynników, np. wielkości i rodzaju źródła ciepła, poziomu stałych i zmiennych kosztów, kosztów strat mocy, ciepła i nośnika ciepła, charakterystyki potrzeb cieplnych odbiorców oraz od rodzaju paliwa zużywanego do produkcji ciepła. Cena ciepła w województwie podkarpackim była o 9% wyższa od średniej krajowej.

### **3.3.Charakterystyka gazownictwa**

Według danych URE w 2012 r. całkowite zużycie gazu ziemnego w Polsce wyniosło, 15 436,22 mln m<sup>3</sup>. Dostawy gazu z zagranicy, w ilości 11 265,8460 mln m<sup>3</sup>, uzupełniane były gazem pochodzącym ze źródeł krajowych w ilości 4 317,27 mln m<sup>3</sup>, co stanowiło blisko 27% całkowitego zaopatrzenia kraju w gaz ziemny.

Hurtowy segment rynku gazu ziemnego w 2012 r. w Polsce zdominowany był przez przedsiębiorstwo PGNiG S.A. Należy jednak zaznaczyć, iż segment ten sukcesywnie się rozwija. Liczba podmiotów działających w kraju mogących prowadzić obrót paliwem gazowym wynosi 97 ( stan na koniec 2012 r.).

W tabeli nr 11. przedstawiono informacje dotyczące zdolności przesyłowych na połączeniach międzysystemowych krajowego systemu przesyłowego, zarządzanego przez OGP GAZ – SYSTEM S.A.

Tabela 11. Zdolności przesyłowe na połączeniach międzysystemowych krajowego systemu przesyłowego, zarządzanego przez OGP GAZ-SYSTEM S.A.

Nazwa operatora systemu	Kraj operatora	Miejsce połączenia	Kierunek dostaw	Rodzaj składowanych nominacji	Jednostka	Całkowita zdolność przesyłowa ciągła <sup>1)</sup>	Całkowita zdolność przesyłowa przerywana <sup>2)</sup>	Zarezerwowane zdolności przesyłowe ciągłe	Zarezerwowane zdolności przesyłowe przerywane	Niezarezerwowane zdolności przesyłowe ciągłe	Niezarezerwowane zdolności przesyłowe przerywane	Przesył zrealizowany <sup>3)</sup>
ONTRAS	Niemcy	Lasów	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	1 370,88	1 547	1 405	176	0	1 370	1 078
					GWh	15 285	17 244	15 670	1 967	0	15 277	12 011
ONTRAS	Niemcy	Gubin	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	17,57	17,57	17,57	0	0	18	4,37
					GWh	196	196	196	0	0	196	49
Severomorawskie plynarske	Czechy	Branice	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	1,405	1,405	0,606	0,799	0,799	0,606	0,227
					GWh	16	16	7	9	9	7	3
Severomorawskie plynarske	Czechy	Cieszyn (V-IX)	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	58,02	381,89	58,02	345,32	0	36,57	58,60
					GWh	652	4 289	652	3 878	0	411	659
Severomorawskie plynarske	Czechy	Cieszyn (I – IV; X – XII)	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	531,65	531,65	531,65	30,67	0	500,98	509,83
					GWh	5 970	5 970	5 970	34	0	5 626	5 706
Ukrtransgaz	Ukraina	Drozdowice	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	4 571	5 645	4 323	1 387	248	4 258	3 577
					GWh	51 606	63 727	48 802	15 660	2 805	48 068	40 016
Bieltransgaz	Białoruś	Tietierowka	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	237,2	237,2	237,2	0	0	237	86,7
					GWh	2 644	2 644	2 644	0	0	2 644	967
Bieltransgaz	Białoruś	Wysokoje	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	5 482	5 482	3 264	2 226	2 218	3 256	3 055
					GWh	61 124	61 124	36 394	24 820	24 730	36 304	34 140
OGP GAZ-SYSTEM SA	Polska	Lwówek	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	2 372	2 372	1 212	1 204	1 160	1 168	1 247
					GWh	26 373	26 373	13 472	13 384	12 901	12 989	13 872
OGP GAZ-SYSTEM SA	Polska	Włocławek	Polska	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	3 074	3 074	1 745	1 664	1 329	1 411	1 861
					GWh	34 187	34 187	19 409	18 501	14 778	15 686	20 700
ONTRAS	Niemcy	Kamminke	Niemcy	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	131,76	131,76	67,64	0	64	132	2,99
					GWh	1 466	1 466	752	0	714	1 466	33
Ukrtransgaz	Ukraina	Hermanowice	Ukraina	doba/godzina	mln m <sup>3</sup> /rok	0	441,6	0	105,7	0	336	49,1
					GWh	0	4 981	0	1 882	0	3 100	554

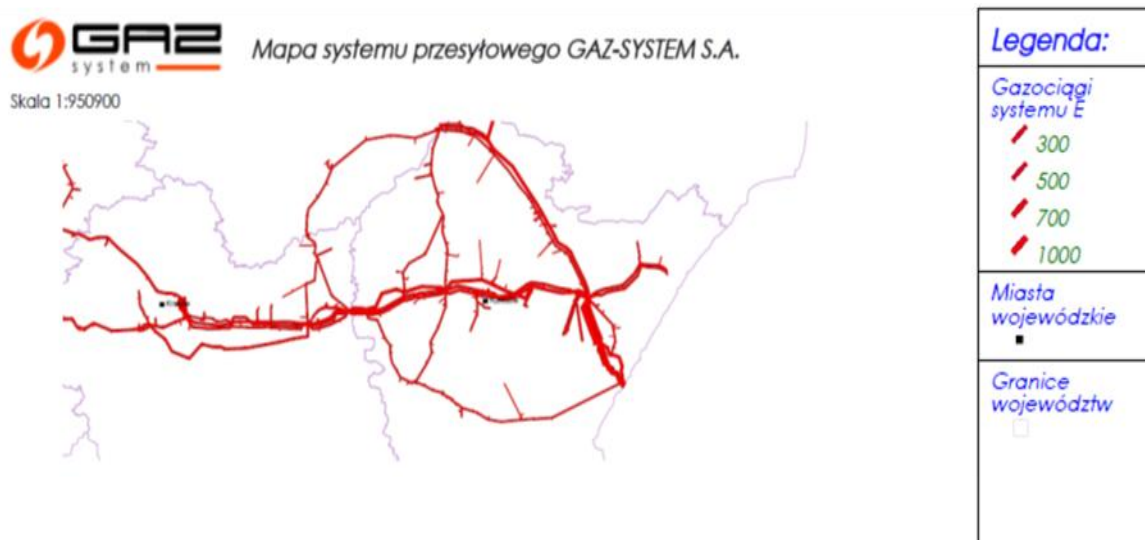
1) Maksymalna ciągła zdolność przesyłowa, jaką operator systemu przesyłowego może zaoferować użytkownikom sieci, biorąc pod uwagę integralność systemu i wymagania eksploatacyjne sieci przesyłowej.

2) Zdolność przerywana na IV poziomie pewności dostaw zgodnie z IRIESP i Taryfą dla usług przesyłania.

3) Przesył zrealizowany w miesiącach 7–12 2012 r. wyliczony w oparciu o średniomiesięczne ciepło spalania dla danego punktu wejścia/wyjścia.

Źródło: OGP GAZ-SYSTEM S.A.

Region Podkarpacia jest obszarem, przez który przesyłany jest do pozostałych regionów Polski gaz ziemny importowany z Federacji Rosyjskiej oraz Ukrainy (system przesyłowy ilustruje rysunek nr 18.). Na terenie województwa znajduje sześć głównych gazociągów wysokoprężnych, które przesyłają gaz ziemny.



Rysunek 18. Mapa systemu przesyłowego OGP Gaz-System w woj. podkarpackim.  
(Źródło: OGP GAZ-SYSTEM S.A.)

Województwo podkarpackie posiada sieć gazociagową o ogólnej długości 18,56 tys. km, z czego 1,87 tys. km stanowi sieć przesyłowa, z kolei 16,7 tys. km to sieć rozdzielcza (wg GUS stan na 2011 r.). Podłączonych budynków do sieci gazowej jest 342 554, zaś gospodarstw domowych odbierających gaz jest 458 409, które zużywają 244 564,9 tys. m<sup>3</sup> gazu. Spośród tych odbiorców gazu 262 937 gospodarstw domowych znajduje się w miastach. Ponad 80,1 tys. gospodarstw domowych ogrzewa mieszkania gazem ziemnym, którego zużycie wynosi 120 524,6 tys. m<sup>3</sup>. Z sieci gazowej korzysta 1 528 687 osób, co stanowi 72,% ludności województwa. W miastach z instalacji gazowych korzysta 89% ludności, z kolei na wsi 60%. Gęstość sieci gazowej województwa jest jedną z najwyższych w Polsce.



W tabeli nr 12. przedstawiono zestawienie dotyczące sieci gazowej.

*Tabela 12. Sieć gazowa w województwie podkarpackim (stan na 2011 r.).*

Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość
długość czynnej sieci ogółem w m	m	18 560 596
długość czynnej sieci przesyłowej w m	m	1 867 958
długość czynnej sieci rozdzielczej w m	m	16 692 638
czynne przyłącza do budynków mieszkalnych i niemieszkalnych	szt.	342 554
odbiorcy gazu	gosp. dom.	458 409
odbiorcy gazu ogrzewający mieszkania gazem	gosp. dom.	145 386
odbiorcy gazu w miastach	gosp. dom.	262 937

*Źródło: Dane GUS Bank Danych Lokalnych*

Elementem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju jest stopień dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego z zagranicy i portfolio kontraktowe na dostawy gazu do Polski.

Na rysunku nr 19. przedstawiono plany rozwoju sieci przesyłowej.



Inwestycja	Srednia mm	Długość km	Inwestycja	Srednia mm	Długość km	Inwestycja	Srednia mm	Długość km
<b>Planowane inwestycje do 2014r.</b>			<b>Planowane inwestycje do 2018r.</b>			<b>Planowane inwestycje do 2023r.</b>		
1	Wiczlino – Reszki – Kosakowo	500 23	7	Polkowice – Zary	300 66	25	Rembelszczyna – Wronów	do 1000 135
2	Świnoujście – Szczecin	800 80	8	Łasów – Jełenów	do 700 19	26	Rozwadow – Końskowola – Wronów	700 65
3	Szczecin – Gdańsk	700 265	9	Gatów – Kiełczów	500 54	27	Wronów – Kozienke	500 35
4	Szczecin – Lwówek	700 186	10	Czeszów – Wierzchowice	1000 13	28	Jarosław – Rozwadow	700 60
5	Gustorzyn – Odolanów	700 168	11	Czeszów – Kiełczów	1000 32	29	Hermanowice – Jarosław	700 39
6	Rembelszczyna – Gustorzyn	700 176	12	Hermanowice – Strachocina	700 80			
			13	Zdzieszowice – Wrocław	1000 130			
			14	Rembelszczyna – Mory	700 29			
			15	Mory – Wola Karczevska	700 56			
			16	Strachocina – Pogórska Wola	700 120			
			17	Pogórska Wola – Tworzeń	700 160			
			18	Tworzeń – Kędzierzyn	700 47			
			19	Polska – Słowacja	1000 64			
			20	Tworzeń – Tworzeń	700 56			
			21	Zdzieszowice – Kędzierzyn	1000 19			
			22	Polska – Czechy	1000 60			
			23	Lwówek – Odolanów	1000 162			
			24	Polska – Litwa	700 365			

Rysunek 19. Planowany rozwój sieci przesyłowej do roku 2021. (Źródło: OGP GAZ-SYSTEM S.A.)

## 4. Bilans energetyczny województwa podkarpackiego

### 4.1. Zasoby surowców energetycznych

#### Ropa naftowa

W Polsce w roku 2011 były udokumentowane 84 złoża ropy naftowej. Obecnie zasoby tych złóż są na wyczerpaniu. Największe znaczenie gospodarcze mają złoża ropy naftowej występujące na Niżu Polskim.

W zapadlisku przed karpackim złoża ropy naftowej występują w podłożu trzeciorzędu, w osadowych utworach mezozoicznych typu platformowego (głównie w węglanowych utworach jury, rzadziej w piaskowcach kredy), przeważnie pod uszczelniającymi utworami ilastymi miocenu. Są to w większości złoża typu warstwowego, ekranowane stratygraficznie, litologicznie lub tektonicznie. Ropy tego regionu należą do lekkich i średnich (o gęstości 0,811 – 0,846 g/cm<sup>3</sup>). Zawartość parafiny waha się w nich od 2,32 do 9,37%, a siarki – średnio od 0,45 do 0,85%.

Wielkość udokumentowanych zasobów ropy naftowej i kondensatu oraz stopień ich rozpoznania i zagospodarowania przedstawiono w tabeli nr 13.

Tabela 13. Wielkość udokumentowanych zasobów ropy naftowej i kondensatu oraz stopień ich rozpoznania i zagospodarowania w województwie podkarpackim (stan na koniec 2011 r.)

Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
1	Bobrka-Rogi	E	121,32	7,66	2,31	krośnieński
2	Brzegi Dolne	E	1,04	0,51	-	bieszczadzki
3	Czarna	E	2,18	1,36	0,20	bieszczadzki
4	Dwernik	E	tylko pzb.	-	0,25	bieszczadzki
5	Folusz-Pielgrzymka	E	tylko pzb.	-	0,87	jasielski
6	Grabownica	E	8,78	8,78	2,88	brzozowski
7	Harkłowa	E	6,13	3,02	0,73	jasielski
8	Iwonicz-Zdrój	E	0,07	0,07	0,47	krośnieński
9	Jaszczew	E	39,26	3,93	0,86	jasielski- krośnieński

Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
10	Krościenko	E	18,20	2,83	0,03	krośnieński. m Krosno
11	Łodyna	E	25,50	1,78	1,41	bieszczadzki, leski
12	Mrukowa	E	tylko pzb.	-	0,03	jasielski
13	Osobnica	E	36,02	7,16	2,54	jasielski
14	Potok	E	28,09	8,27	0,78	krośnieński
15	Rej-Grabownica-Wieś	E	10,92	6,16	0,03	brzozowski
16	Roztoki	E	16,74	3,54	0,93	jasielski
17	Turaszówka	E	3,20	2,39	0,49	m. Krosno
18	Turze Pole-Zmiennica	E	5,14	5,14	0,67	brzozowski
19	Wańkowa	E	98,51	25,66	3,24	bieszczadzki, leski
20	Węglówka	E	68,79	11,02	1,81	krośnieński
21	Wola Jasienicka	E	Tylko pzb.	0,50	0,12	brzozowski, krośnieński
22	Zatwarnica	E	1,93	0,95	0,11	bieszczadzki

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

## Gaz ziemny

Województwo podkarpackie posiada około 40% zasobów krajowego gazu ziemnego. Roczne pozyskanie tego surowca to 30% wydobywania w kraju. Na terenie województwa znajdują się trzy podziemne magazyny gazu (Brzeźnica, Husów oraz Strachocina, których właścicielem jest Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo). Łączne zdolności podkarpackich magazynów wynoszą 795 mln m<sup>3</sup> gazu ziemnego, co stanowi około 38% krajowych zdolności magazynowania tego surowca.

Tabela 14. Wielkość zasobów wydobywanych gazu ziemnego ze złóż gazowych oraz złóż ropnych i kondensatowych, z uwzględnieniem stopnia ich rozpoznania i stanu zagospodarowania w woj. podkarpackim (w mln m<sup>3</sup>)

Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
1	Blizna-Ocieka	P	120,00	-	-	mielecki
2	Brzezówka	E	17,19	10,71	0,26	ropczycko-sędziszowski
3	Brzeźnica	G	46,09	46,09	0,04	dębicki
4	Brzózka Królewska	R	24,00	-	-	leżajski
5	Bruszkowiczki (Przemysł)	E	209,08	78,77	13,66	przemyski
6	Chałupki-Dębniańskie	E	139,74	59,62	22,06	leżajski-przeworski
7	Chotyniec	P	40,00	-	-	jarosławski
8	Cierpisz	E	774,86	319,80	-	ropczycko-sędziszowski
9	Czarna Sędziszowska	T	32,94	12,52	-	ropczycko-sędziszowski
10	Dzików	E	986,92	222,93	51,18	lubaczowski
11	Góra Ropczycka	P	163,26	59,15	-	ropczycko-sędziszowski
12	Grodzisko Dolne	E	131,00	82,43	4,49	leżajski
13	Gubernia	E	0,13	-	0,90	jarosławski-przemyski
14	Husów	G	372,88	372,88	-	łańcucki
15	Husów –Albigowa - Krasne	E	617,27	141,59	16,34	łańcucki, rzeszowski
16	Jarosław	E	880,92	14,28	18,20	jarosławski
17	Jasionka	E	1 310,91	832,77	76,82	rzeszowski
18	Jastrząbka Stara	E	1,09	0,81	0,07	dębicki

Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
19	Jeżowe NW	E	22,31	18,62	2,43	nizański
20	Jodłówka	E	1 000,17	89,38	12,55	jarosławski
21	Kąty	E	14,17	11,06	1,93	rzeszowski
22	Kielanówka -Rzeszów	E	2 493,12	241,04	72,60	m. Rzeszów, rzeszowski
23	Korzeniów	Z	-	-	-	dębicki
24	Korzeniew (gaz)	Z	Tylko poz,	-	-	dębicki
25	Kupno	E	138,66	122,27	35,45	kolbuszowski, rzeszowski
26	Kuryłówka	E	218,13	42,89	34,10	łęzański
27	Lipnica-Dzikowiec	R	154,00	-	-	kolbuszowski
28	Lubaczów	E	442,15	189,14	36,32	lubaczowski
29	Lubliniec-Cieszanów	P	188,39	103,83	-	lubaczowski
30	Mirocin	E	658,08	260,71	35,18	jarosławski, przeworski
31	Mołodycz	P	100,00	70,17	-	jarosławski
32	Morawsko	E	216,43	56,45	6,15	jarosławski
34	Niwiska	Z	Tylko pzb,	-	-	kolbuszowski
35	Nosówka	E	7,23	7,23	1,24	rzeszowski
36	Nosówka (gaz)	E	425,66	201,57	14,24	ropczycko- sędziszowski, rzeszowski
37	Nowosielce	E	82,93	39,05	0,07	nizański
38	Palikówka	E	704,11	215,00	17,07	łańcucki- rzeszowski

Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
39	Pilzno Południe	E	919,49	451,04	85,26	dębicki
40	Pogwizdów	P	82,00	54,75	-	łańcucki
41	Pruchnik - Pantalowice	E	568,00	238,35	19,62	jarosławski, przeworski
42	Przemyśl	E	10 418,23	2142,22	558,73	jarosławski, przemyski
43	Przeworski	E	188,09	4,84	1,35	przeworski
44	Rączyna	E	231,60	123,53	8,17	jarosławski, przeworski
45	Rokietnica	P	120,00	-	-	jarosławski
46	Rudka	E	219,52	138,26	4,59	leżajski, przeworski
47	Rudołowice	P	400,00	-	-	przeworski
48	Sarżyna	E	47,71	31,69	8,35	leżajski
49	Smolarzyny	E	180,85	44,09	0,94	łańcucki
50	Sokołów	P	26,00	-	-	rzeszowski
51	Stobierna	E	203,87	192,74	10,60	rzeszowski
52	Tarnogród-Wola Różaniecka	E	313,49	149,23	32,73	przeworski
53	Terliczka	E	491,23	338,59	3,28	rzeszowski
54	Tryńcza	P	20,00	-	-	przeworski
55	Trzebownisko	E	340,81	154,97	10,02	rzeszowski
56	Uszkowce	Z	-	-	-	lubaczowski
57	Wola Obszańska	E	340,24	281,21	27,20	lubaczowski
58	Wola Rokietnicka	R	109,53	-	-	jarosławski, przemyski



Lp.	Nazwa złoża	Stan zag. złoża	Zasoby Wydobywane bilansowe	Zasoby przemysłowe	Wydobycie	Powiat
59	Wola Zarczycka	P	16,00	-	-	leżajski
60	Wygoda	E	11,65	1,13	0,54	dębicki
61	Zagorzycze	E	168,94	92,02	14,33	ropczycko - sędziszowski
62	Zalesie	E	2 586,89	139,32	119,72	m. Rzeszów, rzeszowski
63	Załęże	P	152,31	134,70	-	m. Rzeszów, rzeszowski
64	Żołynia-Leżajsk	E	707,16	183,16	38,91	leżajski, przeworski
65	Żukowice	T	96,72	-	-	dębicki

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

#### 4.2. Zapotrzebowanie na energię pierwotną w podziale na nośniki

Zużycie poszczególnych paliw na terenie województwa podkarpackiego odpowiadające zapotrzebowaniu na energię pierwotną w podziale na nośniki energii w roku 2011 przedstawiono w tabeli nr 15.

Tabela 15. Zużycie paliw na terenie województwa podkarpackiego

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Rok 2011
1	Zużycie węgla kamiennego	[tys. Mg]	1 659
2	Zużycie gazu ziemnego	[TJ]	34 539
3	Zużycie gazu ciekłego (bez pojazdów)	[tys. Mg]	16
4	Zużycie lekkiego oleju opałowego	[tys. Mg]	27
5	Zużycie ciężkiego oleju opałowego	[tys. Mg]	8

Źródło: GUS, Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r., Warszawa 2012

Zużycie węgla kamiennego w województwie podkarpackim w 2011 roku wynosiło 1 659 tys. Mg. Przy całkowitym zużyciu węgla kamiennego w Polsce w 2011 roku wynoszącym 79 108 tys. Mg zużycie tego surowca w województwie stanowiło 2,1% zużycia krajowego (13 miejsce w kraju). W strukturze zużycia węgla kamiennego w 2011 roku na terenie województwa największy udział, wynoszący 683 tys. Mg (41,17% łącznego zużycia węgla), przypadał na zużycie węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach. W następnej kolejności znalazło się wynoszące 636 tys. Mg (38,34%) zużycie w tzw. sektorze drobnych odbiorców (zdefiniowane w sprawozdawczości, jako zużycie bezpośrednie danego nośnika energii przez podmioty nieobjęte regularnymi badaniami statystycznymi, tu w podziale na gospodarstwa domowe, rolnictwo oraz pozostałych odbiorców) oraz zużycie węgla kamiennego na potrzeby kotłów ciepłowniczych energetyki zawodowej i ciepłowni zawodowych wynoszące 168 tys. Mg (10,13%). Strukturę zużycia węgla kamiennego w województwie podkarpackim w przedstawiono w tabeli nr 16.

Tabela 16. Zużycie węgla kamiennego

Wyszczególnienie	Zużycie	Struktura
Elektrownie i elektrociepłownie	683	41,17
Kotły ciepłownicze energetyki zawodowej i ciepłownie zawodowe	168	10,13
Ciepłownie niezawodowe	46	2,77
Przemysł i budownictwo*	126	7,59
Transport	0	0
Sektor drobnych odbiorców	636	38,34
Zużycie ogółem	1 659	100

\* nie obejmuje zużycia bezpośredniego na ogrzewanie w podmiotach zaliczanych do sekcji E

Źródło: GUS, Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r., Warszawa 2012

Zużycie gazu ziemnego w województwie podkarpackim wyniosło w 2011 roku 34 539 TJ, co stanowi około 6,7% zużycia krajowego, wynoszącego dla tego roku 515 162 TJ. W przypadku zużycia gazu ziemnego największy udział zanotowano dla sektora drobnych odbiorców 37,4%. Kolejne w zestawianiu zużycia gazu ziemnego w województwie zanotowano w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych (31%) oraz w przemyśle i budownictwie (30%), co stanowi łącznie ok. 61% zużycia gazu w województwie podkarpackim.

Tabela 17. Zużycie gazu ziemnego w województwie podkarpackim w 2011 r.

Wyszczególnienie	Zużycie [TJ]	Struktura [%]
Elektrownie i elektrociepłownie zawodowe	10 718	31,0
Elektrociepłownie przemysłowe	163	0,5
Kotły ciepłownicze energetyki zawodowej	6	0,0
Ciepłownie niezawodowe	116	0,3
Ciepłownie zawodowe	152	0,4
Przemysł i budownictwo*	10 353	30,0
Transport	110	0,3
Sektor drobnych odbiorców	12 921	37,4

\* nie obejmuje zużycia bezpośredniego na ogrzewanie w podmiotach zaliczanych do sekcji E

Źródło: GUS, Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r., Warszawa 2012

Dla gazu ciekłego (16 tys. Mg) i lekkiego oleju opałowego (27 tys. Mg) największe zużycie zanotowano dla sektora drobnych odbiorców, natomiast w przypadku ciężkiego oleju opałowego maksymalny udział, wynoszący łącznie 6 tys. Mg przypadł na elektrownie przemysłowe oraz przemysł i budownictwo.

#### 4.3. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki – energia elektryczna

W 2011 roku zużycie energii elektrycznej w podziale na tzw. sektory ekonomiczne (patrz nomenklatura GUS) dla województwa podkarpackiego wyniosło 5091 GWh, co stanowi 3,5% krajowego zużycia. Szczegółowe zestawienie przedstawiono w tabeli nr 18.

Tabela 18. Zużycie energii elektrycznej w województwie podkarpackim w 2011 r.\*

Wyszczególnienie	Zużycie [GWh]	Struktura [%]
Zużycie własne elektrowni i elektrociepłowni zawodowych (razem z kotłami ciepłowniczymi energetyki zawodowej)	183	3,6
Zużycie własne ciepłowni zawodowych	10	0,2
Górnictwo	53	1,0
Przemysł i budownictwo	1 754	34,5
Dostawa wody; gospodarowanie odpadami	87	1,7
Transport	118	2,3
Sektor drobnych odbiorców	2 886	56,7
Zużycie ogółem	5 091	100,0

\* nie obejmuje zużycia w podmiotach zaliczanych do sekcji D (PKD 2007)

Źródło: GUS, Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r., Warszawa 2012

W województwie podkarpackim w porównaniu do 2005 r. odnotowano wzrost zużycia energii elektrycznej o niespełna 17%. W tabeli nr 19. przedstawiono szczegółowe dane dotyczące zużycia energii elektrycznej w województwie podkarpackim w poszczególnych latach.

Tabela 19. Zużycie energii ogółem w woj. podkarpackim

Jednostka	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.
GWh	4 354	4 812	4 827	4 997	4 735	5 000	5 090

Źródło: GUS 2013, Bank Danych Lokalnych

## Produkcja energii elektrycznej

Wielkość produkcji energii elektrycznej w województwie podkarpackim w ostatnich latach utrzymywała się na zbliżonym poziomie, co przedstawia tabela nr 20. Udział województwa w krajowej produkcji energii elektrycznej jest stabilny i wynosi 1,7%.

Tabela 20. Produkcja energii elektrycznej w województwie podkarpackim [GWh].

Jednostka terytorialna	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.
woj. Podkarpackie	2 626,5	2 631,1	2 724,0	2 727,2	2 723,2	2 662,3	2 876,5
Polska	156 935,6	161 742,7	159 347,8	155 305,4	151 720,2	157 657,6	163 547,9

Źródło: GUS 2013, Bank Danych Lokalnych.

#### 4.4. Zapotrzebowanie na energię finalną w podziale na sektory gospodarki – ciepłownictwo

Ciepło dostarczane do odbiorców może mieć różne przeznaczenie. Dominujące są potrzeby ogrzewania i wentylacji obiektów, podgrzewanie wody użytkowej oraz zastosowania technologiczne u odbiorców przemysłowych. Głównymi odbiorcami ciepła są sektory: bytowo – komunalny oraz przemysłowy. Sektor przemysłowy ograniczył swoje zapotrzebowanie znacząco w ostatnich dwóch dekadach z powodu rezygnacji z energochłonnych technologii oraz redukcji produkcji. Sektor socjalno – bytowy także racjonalizuje zużycie energii poprzez termomodernizacje obiektów, budownictwo energooszczędne i stosowanie indywidualnych, nowoczesnych źródeł pozyskiwania ciepła. Wszystkie te działania prowadzą obecnie do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło, w tym w szczególności ciepło sieciowe. Ponadto zapotrzebowanie na ciepło jest silnie uzależnione od warunków atmosferycznych w sezonie grzewczym jesienno – zimowym. Wahania wynikające ze zmiennych warunków zewnętrznych zniekształcają obraz tendencji zachodzących na rynku w porównaniach krótkookresowych.

Tabela 21. Zużycie ciepła w województwie podkarpackim w 2011 r.\*

Wyszczególnienie	Zużycie [TJ]	Struktura [%]
Przemysł i budownictwo	6 487	50,2
w tym z produkcji własnej	4 219	32,6
Transport	35	0,2
Sektor drobnych odbiorców	6 412	49,6
Zużycie ogółem	12 934	100,0

\* nie obejmuje zużycia w podmiotach zaliczanych do sekcji B, D i E (PKD 2007).

Źródło: GUS, Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r., Warszawa 2012.

## 5. Stan obecny odnawialnych źródeł energii w województwie podkarpackim

Zgodnie z danymi publikowanymi przez GUS w roku 2011<sup>11</sup> produkcja energii w województwie podkarpackim była na poziomie 2 876,5 GWh. Produkcja energii wytworzonej z odnawialnych nośników energii była na poziomie 319,7 GWh, co stanowiło 11,1% całkowitej wielkości wytworzonej na terenie województwa energii. Udział ten był większy od średniego udziału energii wytworzonej z OZE w całkowitej wielkości produkcji energii liczonego dla całego kraju o 3,1 p.p. Porównując województwo podkarpackie z innymi województwami widać, że plasuje się ono na 7 miejscu pod kątem udziału wytworzonej energii z OZE w całkowitej produkcji energii na terenie danego województwa. Szczegóły prezentuje tabela nr 22.

Tabela 22. Produkcja energii elektrycznej ogółem oraz z odnawialnych źródeł energii wg województw w 2011 r.

Jednostka terytorialna	ogółem	z odnawialnych nośników energii	udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem
	GWh	GWh	%
<b>POLSKA</b>	<b>163 547,9</b>	<b>13 136,9</b>	<b>8,0</b>
Lódzkie	33 006,2	603,0	1,8
Mazowieckie	22 408,2	1 194,1	5,3
Małopolskie	6 984,8	868,6	12,4
Śląskie	33 037,1	1 678,1	5,1
Lubelskie	2 030,9	18,3	0,9
<b>Podkarpackie</b>	<b>2 876,5</b>	<b>319,7</b>	<b>11,1</b>
Podlaskie	796,4	388,9	48,8
Świętokrzyskie	8 527,7	883,9	10,4
Lubuskie	2 393,6	191,2	8,0
Wielkopolskie	12 948,9	1 009,5	7,8

<sup>11</sup> Na dzień sporządzania „Programu” nie były dostępne dane GUS dotyczące produkcji energii za rok 2012.



Jednostka terytorialna	ogółem	z odnawialnych nośników energii	udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem
	GWh	GWh	%
Zachodniopomorskie	8 877,5	1 451,7	16,4
Dolnośląskie	13 350,5	703,5	5,3
Opolskie	9 004,7	308,8	3,4
Kujawsko-pomorskie	3 411,3	2 063,3	60,5
Pomorskie	3 252,8	1 002,3	30,8
Warmińsko-mazurskie	640,8	452,1	70,6

Źródło: BDL, GUS

Zgodnie z danymi prezentowanymi przez URE odnawialnym źródłem energii, które posiadało największą moc zainstalowaną w roku 2012 była elektrownia szczytowo pompowa w powiecie leskim (Zespół Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce S.A.) – 208,3 MW mocy zainstalowanej. Należy zaznaczyć jednak, że tej wielkości elektrownie wodne często nie są traktowane jako energetyka odnawialna, dla której umownie przyjętą granicą górną jest 10 MW mocy zainstalowanej. To rozróżnienie jest istotne z powodu znaczącego oddziaływania na środowisko, jakie mają elektrownie o mocy takiej jak ZEW Solina – Myczkowce. Wliczając zatem energię wyprodukowaną w tych elektrowniach do OZE, należy pamiętać, że spory procent przyjmując rygorystyczne podejście nie będzie jednak zakwalifikowany jako energia odnawialna.

Drugim źródłem energii odnawialnej pod kątem ogólnej mocy zainstalowanej były elektrownie wiatrowe. Łączna moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych wynosiła prawie 62 MW. Trzecim, pod kątem wielkości mocy zainstalowanej, odnawialnym źródłem energii była energetyka wodna (elektrownie wodne przepływowe). Ich łączna moc zainstalowana w województwie podkarpackim wynosiła 10,51 MW. Moce zainstalowane w obiektach wytwarzających energię z: biomasy z odpadów leśnych, rolniczych i ogrodowych; biogaz z oczyszczalni ścieków oraz biogazu składowiskowego były nieznaczące. Ich moce zainstalowane wynosiły odpowiednio 1,98 MW, 1,64 MW i 2,74 MW. Należy pamiętać, że powyższe informacje dotyczą źródeł wytwarzających energię elektryczną odprowadzaną do systemu energetycznego. Powiatami, w których moc zainstalowana OZE w roku 2012 była na poziomie większym niż 15 MW były: powiat leski (moc zainstalowana 208,3 MW), powiat krośnieński (moc zainstalowana 20,23 MW, z czego 20,17 MW było w 7 farmach wiatrowych), powiat przemyski (moc zainstalowana

18,38 MW w 4 farmach wiatrowych), powiat sanocki (moc zainstalowana 18 MW w 1 farmie wiatrowej). W roku 2012 w województwie podkarpackim było 6 powiatów, w których ( zgodnie z danymi URE ) nie było obiektów wytwarzających energię elektryczną z OZE.

Szczegółowe dane przedstawia tabela nr 23.

Tabela 23. Moc zainstalowana w odnawialnych źródłach energii, rok 201.

Powiat	wytworzące z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych		elektrownia wodna przepływowa		elektrownia wodna szczytowo-pompowa lub przepływowa z członem pompowym		wytworzące z biogazu z oczyszczalni ścieków		elektrownia wiatrowa na lądzie		wytworzące z biogazu składowiskowego	
	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]
bieszczadzki	1	1,40										
brzozowski			1	0,01								
dębicki			1	0,83			1	0,19				
jarosławski			2	0,19			1	0,19	2	0,60		
jasielski			1	0,05			1	0,22	2	0,83		
kolbuszowski	1	0,58	1	0,05					1	0,29		
krośnieński			2	0,09					7	20,17	1	0,06
leski			2	8,30	1	200,00						
leżajski												

Powiat	wytwarzające z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych		elektrownia wodna przepływowa		elektrownia wodna szczytowo- pompowa lub przepływowa z członem pompowym		wytwarzające z biogazu z oczyszczalni ścieków		elektrownia wiatrowa na lądzie		wytwarzające z biogazu składowiskoweg o	
	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczb a [szt.]	Moc [MW]
lubaczowski												
łańcucki												
m.Krosno							1	0,38			1	0,37
m.Przemyśl							1	0,34				
m.Rzeszów			1	0,66			1	1,01				
m.Tarnobrzeg												
mielecki							1	0,19	5	2,80		
niżański												
przemyski									4	18,38		

Powiat	wytworzące z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych		elektrownia wodna przepływowa		elektrownia wodna szczytowo- pompowa lub przepływowa z członem pompowym		wytworzące z biogazu z oczyszczalni ścieków		elektrownia wiatrowa na lądzie		wytworzące z biogazu składowiskowego	
	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]	Liczba [szt.]	Moc [MW]
przeworski			1	0,10								
ropczycko-sędziszowski											1	1,22
rzeszowski									1	0,25		
sanocki									1	18,00		
stalowowolski			1	0,04			1	0,21	1	0,68		
strzyżowski												
tarnobrzeski												
Województwo Podkarpackie	2	1,98	13	10,32	1	200,00	8	2,74	24	61,99	3	1,65

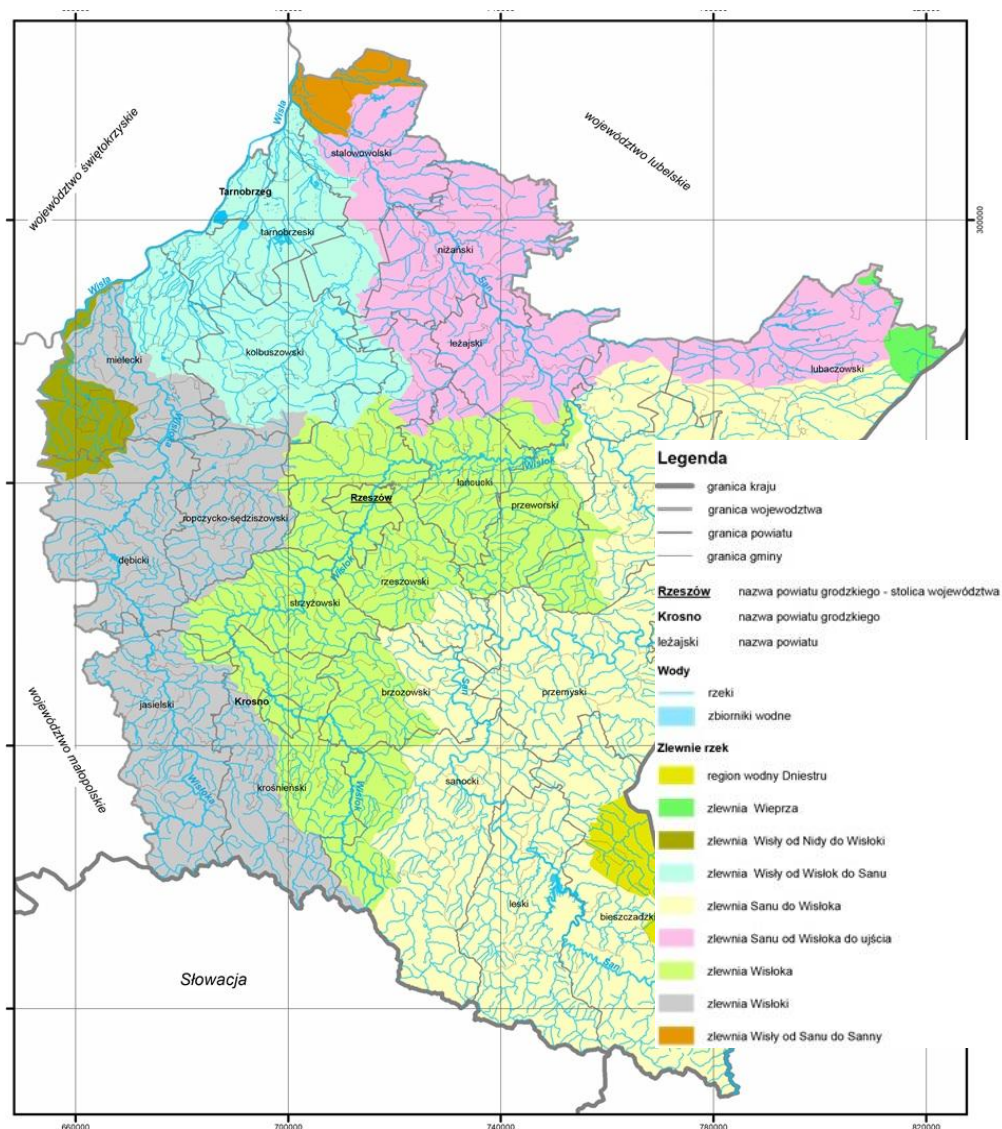
Źródło: „Mapa odnawialnych źródeł energii”, Urząd Energetyki Odnawialnej, 2012 rok.

## 6. Potencjał odnawialnych źródeł energii

### 6.1. Potencjał energetyki wodnej

#### Wprowadzenie

Teren województwa podkarpackiego niemal w całości należy do zlewni Wisły, za wyjątkiem rzeki Strwiąża w powiecie bieszczadzkim, która jest prawostronnym dopływem Dniestru (zlewnia Morza Czarnego).



Rysunek 20. Zlewnie drugiego i trzeciego rzędu na obszarze województwa podkarpackiego.

(Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego – Aktualizacja 2013 r.”)



### ***Metodyka obliczenia potencjału***

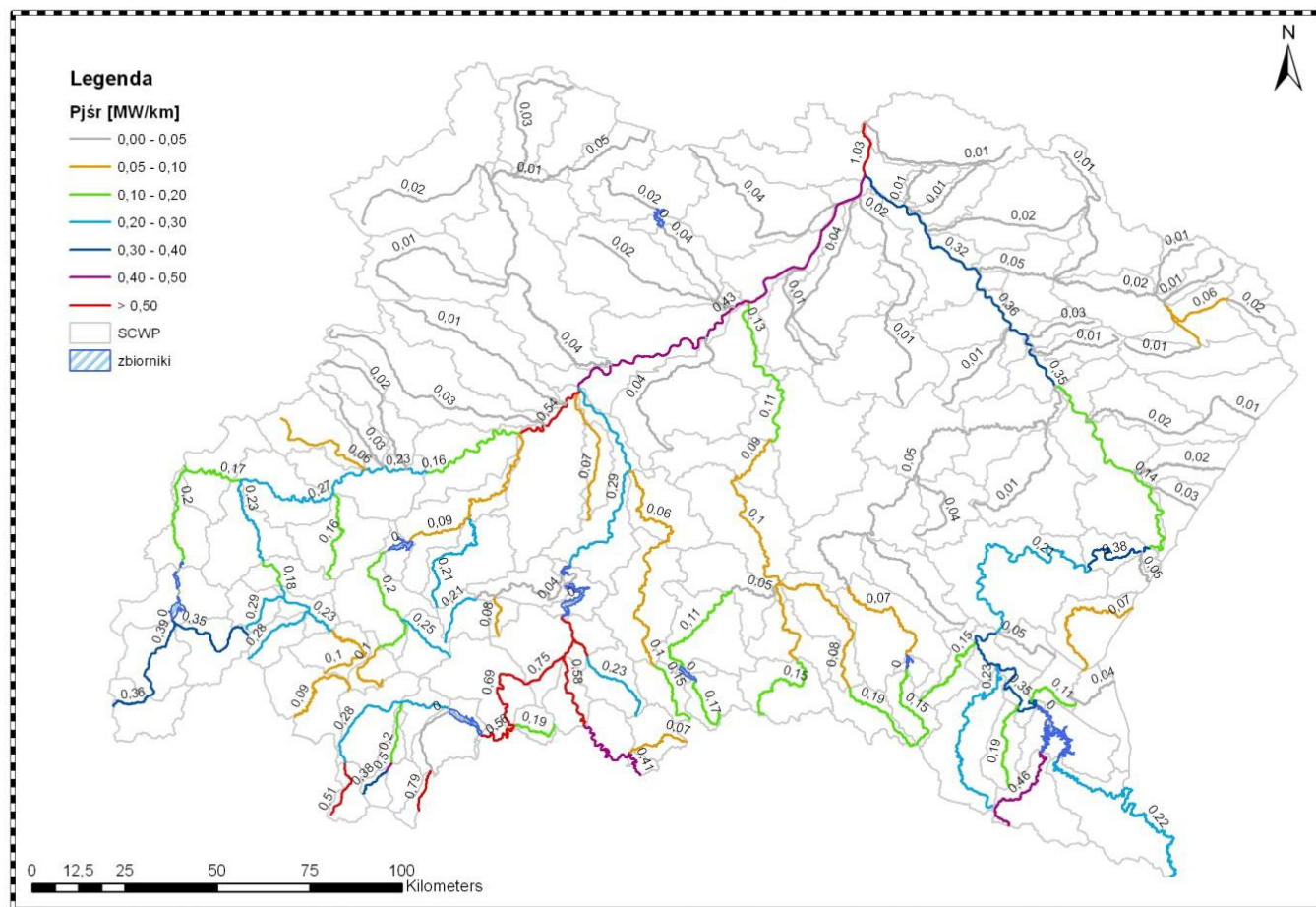
Ostatnim kompleksowym opracowaniem, w którym zostały wyliczone zasoby energetyczne rzek polskich był „*Kataster sił wodnych Polski*” opublikowany w 1961 roku (Hoffman 1961). Opracowaniem objęto wszystkie rzeki lub ich odcinki o potencjale jednostkowym przekraczającym 100 kW/km. Obliczenia profesora Hoffmana przytaczane są w aktualnych publikacjach dotyczących zarówno hydroenergetyki jak również gospodarki wodnej. Teoretyczne średnie zasoby energii wodnej rzek Polski obliczone w latach sześćdziesiątych wynoszą ok. 23 tys. GWh/rok, przy czym wielkość zasobów nadających się do wykorzystania (zasoby techniczne) oceniono na ok. 12 tys. GWh/rok (52% zasobów teoretycznych).

Obecnie brak jest w pełni aktualnych badań oceniających potencjał energetyczny rzek na terenie Podkarpacia. Teoretyczne wyliczenia zostały przeprowadzone na zlecenie Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie („*Wytyczne do uwarunkowań rozwoju hydroenergetyki w obszarze działania RZGW w Krakowie*”, Kraków 2010).

Według tych wyliczeń, uwzględniających zaktualizowane na rok 2010 SSQ (średnie przepływy roczne) największymi potencjałami teoretycznymi na terenie Podkarpacia dysponują rzeki:

- San - 0,26 MW/km,
- Wiśłoka – 0,11 MW/km,
- Wiśłok – 0,07 MW/km.

Największym jednak potencjałem (0,37 MW/km) dysponuje górna Wisła. Rzeka ta stanowi granicę województwa i nie można jej w pełni rozpatrywać jako samodzielnego zasobu województwa. Potencjał wyliczony został przy założeniu, że co 1 km zostaje umieszczona elektrownia wodna odpowiadająca możliwej do osiągnięcia mocy dzięki spadowi i przepływowi wód na danym terenie.



Rysunek 21. Potencjał teoretyczny głównych rzek będących w zarządzie RZGW Kraków  
(Źródło: „Wytyczne do uwarunkowań rozwoju hydroenergetyki w obszarze działania RZGW w Krakowie”, Kraków 2010)

Analiza dla województwa podkarpackiego została przeprowadzona w ramach prac nad „Bazą danych odnawialnych źródeł energii” – o nią oparte też dane w „Delimitacji...”. Wyliczenia przeprowadzone na rzecz „Bazy danych...” zostały oparte o ogólnie przyjętą metodykę wyliczenia potencjału wód płynących. W analizie poniżej przedstawiono potencjały bazujące właśnie na tych wyliczeniach, jednak z uwzględnieniem zaleceń z „Poradnika Małych Elektrowni Wodnych” (TRMEW 2005), które zakłada czas pracy elektrowni wodnej na poziomie 5500 godzin/rok (w analizie bazy danych produkcję techniczną energii założono na poziomie od 8400 do 8760 godzin/rok (rok to 8760 godzin). Założony w wyliczeniach czas pracy elektrowni jest całkowicie nierealny. Także czas pracy elektrowni według poradnika zakłada bardziej stabilne przepływy, które w praktyce są nieosiągalne w wypadku rzek o górskiej charakterystyce przepływów (większość rzek na terenie województwa). Te cieki wodne charakteryzują się znaczącymi wahaniami średnich przepływów, w niektórych okresach całkowicie wykluczających efektywną pracę elektrowni. Bardziej realnym wydaje się w tych warunkach przyjęcie wartości na poziomie 2/3 sugerowanej w Poradniku MEW (3685 godz./rok).

Tabela 24. Zasoby energetyczne - teoretyczne oraz użyteczne, obliczone wg. modelu, - na rzekach o mocy powyżej 0,5 MW średniorocznie, uzyskiwanych z modelowo zagęszczonych hydrogeneracji

L.p.	Nazwa powiatu	Rzeki uwzględnione w potencjale hydrogeneracji $P \geq 0,5$ MW	Teoretyczny potencjał energii w strudze rzeki [MWh/rok]	Moc średnia użyteczna hydrogeneracji w powiatach [MW]	Użyteczna technicznie hydrogeneracja roczna w powiatach [MWh]	Uwagi
1.	brzozowski	San, Wisłok	91 156,18	2,6	9 581	do zasobów energii nie wliczono dopływów nie rokujących uzyskania poziomu hydrogeneracji średniorocznie 0,5 MW
2.	dębicki	Wisłoka z ujściem dopływu Wielopolka	83 770,02	2,3	8 476	
3.	jarosławski	San z ujściem rzek: Lubaczówka, Szkoło, Wisznia	97 528,31	2,74	10 097	
4.	jasielski	Wisłoka z ujściem rzeki Jesiołka, Ropa	70 523,31	1,93	7 112	
5. 6.	krośnieński i m. Krosno	Wisłok	22 497,94	0,62	2 285	
7.	leski	San z ujściem rzeki Hoczewka i zaporą Myczkowce	165 340,09	4,64 (5,3*)	19 531	* po korekcie uwzględniającej sprawność generacji EW Myczkowce oraz poziomu wypływu obniżonego sztolnią
8.	leżajski	San, Wisłok	21 355,00	0,59	2 174	
9.	mielecki	Wisłoka z ujściem rzeki Tuszyńka	70 338,29	1,93	7 112	

L.p.	Nazwa powiatu	Rzeki uwzględnione w potencjale hydrogeneracji $P \geq 0,5$ MW	Teoretyczny potencjał energii w strudze rzeki [MWh/rok]	Moc średnia użyteczna hydrogeneracji w powiatach [MW]	Użyteczna technicznie hydrogeneracja roczna w powiatach [MWh]	Uwagi
10.	niżański	San z ujściem rzeki Tanew	195 761,30	5,5	20 268	Tanew, na odcinku od ujścia do granicy województwa, zabudowana max. zagęszczonymi spiętrzeniami, da moc 0,5 MW
11.	przemyski	San z ujściem rz. Wiar	196 878,46	5,53	20 378	
12.	przeworski	San, Wisłok z ujściem rzeki Mleczka	16 576,98	0,46	1 695	
13. 14.	rzeszowski i m. Rzeszów	San, Wisłok z ujściem rzeki Strug	59 836,96	1,65	6 080	
15.	sanocki	San z ujściem rzeki Oślawa; Wisłok	173 203,21	4,85	17 872	
16.	stalowolski	San z ujściem rzeki Bukowa	117 087,26	3,29	12 124	
17.	strzyżowski	Wisłok z ujściem rzeki Stobnica	18 367,02	0,5	1 843	
Razem			1400220,33	39,13	146 626	
				*(39,83)		
L.p.	Powiat	Rzeki niskiego poziomu energetycznego i potoki			Uwagi	

L.p.	Nazwa powiatu	Rzeki uwzględnione w potencjale hydrogeneracji $P \geq 0,5$ MW	Teoretyczny potencjał energii w strudze rzeki [MWh/rok]	Moc średnia użyteczna hydrogeneracji w powiatach [MW]	Użyteczna technicznie hydrogeneracja roczna w powiatach [MWh]	Uwagi
18.	bieszczadzki	nie analizowano obszaru, jako chronionego przyrodniczo i krajobrazowo			Potencjał energetyczny górskich rzek i potoków jest oczywisty, jednak walory krajobrazowe jak i brak dogodnych przyłączy sieci, wykluczają przeprowadzanie dalszych analiz.	
19.	kolbuszowski	rzeka Przyrwa; górny bieg rzeki Łęg - $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ z MEW Wilcza Wola - $Q = 0,055 \text{ MW}$			Rzeki tego powiatu nie rokują lokalizacji dla hydrogeneracji o mocy użytecznej większej od $0,5 \text{ MW}$ ; lokalizacja małych generacji o znaczeniu lokalnym - mogą być poszukiwane w gminach obejmujących te rzeki	
20.	lubaczowski	rzeka Lubaczówka - powyżej m. Zapałów - przepływ $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; w obszarze powiatu maleje rzeka Tanew - źródła i górny bieg; rzeka Wirowa - dopływ Tanwi;			j.w .	
21.	ropczycko - sędziszowski	rzeka Wielopolka; rzeka Tuszyńska - górny bieg			j.w .	
22. 23.	tarnobrzeski i m. Tarnobrzeg	rzeka Łęg - przepływ $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , u ujścia $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ przy małym spadku; rzeka Trześniówka - przebieg dolny z małymi spadkami			j.w .	

Źródło: Opracowanie własne

Należy zwrócić uwagę, że największym potencjałem dysponują powiaty położone nad Sanem, a w następnej kolejności powiaty położone nad Wisłoką – co zgadza się z wyliczeniami potencjału teoretycznego opracowanymi przez RZGW w Krakowie.

Analizując potencjał techniczny hydroenergetyki zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyko wystąpienia konfliktów społeczno-środowiskowych, które mogą wystąpić na etapie realizacji inwestycji. W wyniku ustaleń z Zespołem Koordynującym ds. opracowania Programu z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego ustalono obszary, na których

występują ryzyka konfliktów społeczno- środowiskowych. Szczegółowe informacje odnośnie klasyfikacji ryzyk wraz z ich graficzną prezentacją zamieszczono w *Programie*.

Na chwilę obecną nie ma spójnego programu hydroenergetycznego zagospodarowania obszaru województwa. Stworzenie takiego programu oraz wykorzystanie na szerszą skalę małej energetyki wodnej w połączeniu z programem małej retencji pozwoliłoby na uregulowanie stosunków wodnych – zmniejszenie ryzyka powodzi oraz zwiększenie zasobów wody ( pod tym względem Polska staje się bowiem pomimo powodzi krajem coraz uboższym).

## 6.2.Potencjał energetyki wiatrowej

### ***Wprowadzenie***

Wiatr – to ruch powietrza atmosferycznego względem powierzchni ziemi. Wiatr jest wynikiem nierównomiernego rozkładu ciśnienia w atmosferze, powodowanego nagrzewaniem promieniami słonecznymi powietrza. Powoduje to ruchy mas powietrza w kierunku pionowym rozdzielający się na dwa strumienie w górnych warstwach atmosfery – w kierunku bieguna północnego i południowego oraz w warstwie przyziemnej w kierunku odwrotnym.

Różne typy elektrowni do produkcji energii – prądu wymaga innej siły wiatru do rozruchu i osiągnięcia pełnej mocy generatora, niektóre turbiny zaczynają produkcję energii elektrycznej już od 2,5 m/s, inne do rozpoczęcia produkcji potrzebują wiatru o sile 5 m/s, decyduje tu również moc i ilość generatorów, rozpiętość łopat oraz wysokość wieży.

Prędkość wiatru zależy od różnicy ciśnień między obszarami wyżu, a obszarami niżu, odległości między nimi, ukształtowania terenu. Na kierunek wiatru ma wpływ ruch obrotowy ziemi wywołując siły odśrodkowe. Wiatr jest zjawiskiem zmiennym, w związku z tym określenie wielkości energii możliwej do uzyskania w danej chwili na danym terenie jest zadaniem trudnym, jednak można w dłuższym okresie czasu ocenić z większym prawdopodobieństwem łączną produkcję energii dla danej turbiny. Energia kinetyczna wiatru zależy od jego prędkości, od temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego.

Energia wiatru to energia kinetyczna poruszających się mas powietrza. Strumień energii poruszającego się powietrza określa wzór:

$$E = 0,5r \cdot v^3 \cdot F$$



gdzie:

$r$  - gęstość powietrza,  $\text{kg/m}^3$ ,

$v$  - prędkość powietrza,  $\text{m/s}$ ,

$F$  - powierzchnia zakreślona skrzydłami wirnika,  $\text{m}^2$ .

Do zamiany energii kinetycznej wiatru na energię mechaniczną lub dalej elektryczną służą urządzenia zwane siłowniami wiatrowymi. Wydajność siłowni wiatrowej (w kWh/rok) określa się wzorem:

$$E_W = E_p \cdot F \cdot h$$

gdzie:

$E_p$  - potencjał energetyczny wiatru  $\text{kWh/m}^2$  powierzchni zakreślonej skrzydłami wirnika na rok,

$h$  - sprawność całkowita (wirnik, przekładnia, generator).

Sprawność zamiany energii kinetycznej, dalej potencjalnej wiatru na energię mechaniczną i na elektryczną nie przekracza 40-50% i w dużym stopniu zależy od rozwiązań konstrukcyjnych, prędkości wiatru oraz lokalizacji siłowni wiatrowych.

Np. zmiana temperatury od  $+15^\circ\text{C}$  do  $0^\circ\text{C}$  przy stałym ciśnieniu powoduje wzrost energii wiatru o ok. 6%. Natomiast przy stałej temperaturze spadek ciśnienia od 103,7 kPa do 97,3 kPa obniża energię strumienia powietrza o ok. 6%.

Prędkość wiatru wzrasta wraz z wysokością, im wyżej posadowiony zostanie generator tym większą prędkość wiatru wykorzysta do produkcji energii. Ważnym elementem jest również stałość występowania wiatru w danym miejscu.

### **Zasady wyznaczania ograniczeń dla energetyki wiatrowej**

Przy budowie elektrowni wiatrowych mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tzn. przekraczających wysokość wieży 30 m) należy wziąć pod uwagę szereg czynników mogących w sposób znaczący ograniczyć ich lokalizację. Najważniejsze z nich:

- Ograniczenia środowiskowe. Nie jest możliwe lokalizowanie elektrowni wiatrowych na terenie parków narodowych oraz rezerwatów przyrody. Terenami nie wskazanymi do lokalizacji elektrowni wiatrowych są też parki krajobrazowe oraz obszary należące do sieci Natura 2000 (objęte ochroną z tytułu dyrektywy siedliskowej oraz dyrektywy ptasiej). W tym ostatnim wypadku istnieją jednak wytyczne Komisji Europejskiej wskazujące

na jakich zasadach oraz z zachowaniem jakich środków możliwe jest lokalizowanie na obszarach naturalnych elektrowni wiatrowych („*Wytyczne. Rozwój energetyki wiatrowej i sieć Natura 2000*” *Komisja Europejska 2011*)<sup>12</sup>. W kontekście tego dokumentu istnienie na danym terenie obszarów naturalnych nie stanowi samo z siebie czynnika wykluczającego budowę elektrowni wiatrowych.

- Dostępność do sieci elektroenergetycznej oraz możliwości przyłączenia mocy do tych sieci. Czynnikiem ten z powodów praktycznych najbardziej ogranicza możliwość budowania nowych elektrowni wiatrowych. Ograniczenia te przedstawiono w opracowaniu dotyczącym potencjału energetyki wiatrowej. W układzie powiatowym. Aby ująć to jeszcze dokładniej należałoby uwzględnić lokalizację GPZ i określić promień, w jakim ekonomicznie sensowne jest podciągnięcie do niego linii energetycznej – ta odległość uzależniona jest od tego, jaka moc ma zostać przyłączona do sieci, aby z punktu widzenia inwestora zachować racjonalną strukturę kosztów. Dla dużych farm wiatrowych (kilkadziesiąt i więcej MW) odległość ta może wynosić kilkanaście kilometrów. Chodzi o dystans do pierwszej elektrowni (wieży), nie o wszystkie elektrownie.
- Szorstkość terenu. Czynnikiem ograniczającym rozwój energetyki wiatrowej jest wysoki wskaźnik lesistości terenu województwa, który wynosi ok. 36%. Pod tym względem dominującym obszarem jest obszar południowo-wschodni województwa i obszar północny. Obszar południowy w zasadzie całkowicie pokryty jest lasami, co uniemożliwia w tej części województwa podkarpackiego rozwój energetyki wiatrowej. W miarę zbliżania się do centralnej części województwa, teren staje się coraz mniej złożony i zalesiony, przez co staje się bardziej korzystny do lokowania elektrowni wiatrowych. Kolejnym czynnikiem ograniczającym rozwój energetyki wiatrowej województwa podkarpackiego jest zabudowa luźna, która jest dominującą prawie na całej powierzchni województwa. Będzie to utrudniać lokalizację dużych farm wiatrowych ze względu na hałas i w związku z tym wymagane odległości elektrowni wiatrowych od budynków mieszkalnych.
- Oddziaływanie na zdrowie człowieka. Jedną z często podnoszonych uciążliwości, związanych z pracą elektrowni wiatrowych jest migotanie cienia rzucanego na powierzchnię terenu przez wirniki siłowni. Zwraca się także uwagę na efekt stroboskopowy, który występuje w momencie, gdy obracające się łopaty wirnika odbijają promienie słoneczne. Powstające w ten sposób refleksy świetlne mogą zaburzać pole widzenia organizmów żywych. Jest to zjawisko silnie uzależnione od wędrówki słońca i stopnia zachmurzenia nieba. Stosowanie farb przeciwirefleksowych na łopatach wirnika pozwoliło praktycznie wyeliminować efekt stroboskopowy. Zagadnienie oddziaływania migotających cieni turbin wiatrowych na organizm człowieka jest jak dotychczas słabo rozpoznane. Poza relacjonowanymi w badaniach ankietowych takimi reakcjami jak zdenerwowanie,

---

<sup>12</sup> [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind\\_farms\\_pl.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms_pl.pdf)

irytacja czy zmęczenie brak jest potwierdzonych medycznie oddziaływań. Pewne, potencjalne zagrożenie dostrzega się jedynie w przypadku osób chorych na epilepsję o podłożu światłowrażliwym. U takich osób ataki epilepsji mogą następować w wyniku ekspozycji na migotanie światła o częstotliwości około 16-25 Hz (czyli 16-25 błysków na sekundę), a w skrajnych przypadkach nawet 3 Hz. Elektrownie wiatrowe mogą być źródłem migotania światła o częstotliwości nie większej od 3 Hz i dlatego według opinii Brytyjskiego Towarzystwa Epilepsji ten element pracy siłowni wiatrowych nie jest źródłem ataków epilepsji światłowrażliwej. Efekt migotania cienia zależy od szeregu czynników, z których najważniejsze to: szerokość geograficzna, wysokość kąta Słońca (zależna od pory dnia i pory roku) oraz zachmurzenie. Wykazano, że w odległość powyżej 500 m od elektrowni wiatrowej (o mocy 2 MW) nie powinno występować znaczące negatywne oddziaływanie na zdrowie (bioklimat), związane z ewentualnym przekraczaniem dopuszczalnych poziomów hałasu, infradźwięków, poziomu wibracji oraz innych nieokreślonych normatywnie uciążliwości jak widzialny jednostajny ruch łopat. Efekt stroboskopowy jest odczuwalny w porównywalnych szerokościach geograficznych średnio w promieniu do 500 m (Michalczyk W. i in. 2011, Przestrzenne aspekty lokalizacji energetyki wiatrowej w województwie lubelskim, BPP w Lublinie, 2011.). Mówiąc o promieniu nie należy rozumieć idealnego koła wokół elektrowni, a jedynie o wartościach uśrednionych. Zasięg wpływu na bioklimat człowieka w poszczególnych wypadkach może bowiem się różnić, co zależy od szeregu czynników lokalnych, dlatego konieczne jest każdorazowa indywidualna analiza (ukształtowanie terenu, kierunki wiatru, wysokość wieży, warunki mikroklimatyczne itp.). Należy zaznaczyć, że stopień uciążliwości elektrowni wiatrowych jest uzależniony m.in. od wysokości, mocy i liczby turbin oraz prędkości obrotów (dlatego ma znaczenie m.in. konkretny producent i parametry planowanej do montażu elektrowni, gdyż charakteryzują się specyficznymi parametrami pracy, od których z kolei uzależniony jest wpływ na środowisko). Wartości, które dla jednych elektrowni będą bezpieczne z punktu widzenia oddziaływania na bioklimat dla innych elektrowni o tej samej mocy w tej samej lokalizacji będą niewystarczające, a dla kolejnych będą zbyt rygorystyczne.

Powyższe ograniczenia uzależnione są też od ilości i mocy planowanych do ulokowania elektrowni. Im większa liczba i im większa moc tym większego znaczenia nabierają wymienione wyżej czynniki.

Powyższe ograniczenia nie dotyczą niskich urządzeń (do 30 m), a zatem nie zaliczających się do przedsięwzięć znacząco oddziałujących na środowisko.

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Na terenie województwa podkarpackiego pod względem ukształtowania terenu można wyróżnić trzy obszary:

- obszar południowy charakteryzujący się stosunkowo dużą zmiennością wysokości n.p.m. (ze szczytami sięgającymi 1300 m n.p.m.),
- obszar południowo-centralny o znacznej pagórkowatości (dominują tereny pagórkowate o wzniesieniach o wysokości ok. 400-500 m nad poziomem morza, które są najczęściej niezabudowanymi terenami rolniczymi),
- obszar północny z dużą ilością stosunkowo płaskich, równinnych terenów.

Analizy wskazują, że pomimo stosunkowo złożonego ukształtowania terenu w obszarze województwa podkarpackiego znajduje się wiele terenów otwartych ze wszystkich kierunków, a szczególnie z kierunku południowego, południowo – zachodniego i zachodniego, z których to, jak wskazują badania róży wiatrów, wiatr wieje z największą prędkością i o największej liczbie godzin w roku. Do lokowania elektrowni wiatrowych predysponowane zatem będą wszelkie lokalizacje znajdujące się na w otwartym terenie na szczytach wzniesień.

Czynnikiem ograniczającym rozwój energetyki wiatrowej jest wysoki wskaźnik lesistości terenu województwa, który wynosi ok. 36%. Pod tym względem dominującym obszarem jest obszar południowo-wschodni województwa i obszar północny. Obszar południowy w zasadzie całkowicie pokryty jest lasami, co uniemożliwia w tej części województwa podkarpackiego implementowanie energetyki wiatrowej. W miarę zbliżania się do centralnej części województwa, teren staje się coraz mniej złożony i zalesiony, przez co staje się bardziej korzystny do lokowania elektrowni wiatrowych.

Kolejnym czynnikiem ograniczającym rozwój energetyki wiatrowej województwa podkarpackiego jest zabudowa luźna, która jest dominującą prawie na całej powierzchni województwa. Będzie to utrudniać lokalizację dużych farm wiatrowych ze względu na hałas i w związku z tym wymagane odległości elektrowni wiatrowych od budynków mieszkalnych.

Te dwa ostatnie czynniki decydują o klasie szorstkości terenu. Na terenie województwa podkarpackiego, wyróżniono cztery główne klasy szorstkości, które zostały przedstawione na mapie szorstkości. Za pomocą szorstkości terenu opisuje się opór, jaki napotyka wiatr przepływając przez dany obszar terenu powodujący spadek jego prędkości. Szorstkość jest zależna od rodzaju pokrycia terenu, jak i przeszkód na tym terenie się znajdujących. Przyjmuje ona różne wartości dla takich terenów jak: woda, pola uprawne, obszary rolnicze, lasy czy też miasta. Im wiatr napotyka większą szorstkość terenu, tym bardziej wytraca swoją prędkość. Na terenach leśnych i w miastach, szorstkość tych obszarów będzie znacznie wpływać na przepływające powietrze, istotnie zwalniając jego przepływ. Obszary otwarte i płaskie, takie jak łąki i pola, będą wpływały w sposób umiarkowany na przepływające powietrze.

Do opisu wpływu terenu na przepływające powietrze w energetyce wiatrowej stosuje się pojęcie klasy szorstkości lub długości szorstkości. W tabeli nr 25., zamieszczonej poniżej przedstawiono klasy szorstkości ich długość oraz odpowiadający tym wielkościom opis terenu.

Tabela 25. Klasy szorstkości terenu

Klasa szorstkości	Długość szorstkości [m]	Energia [%]	Rodzaj terenu
0	0.0002	100	Powierzchnia wody.
0.5	0.0024	73	Całkowicie otwarty teren np. trawiasta łąka itp.
1	0.03	52	Otwarte pola uprawne z niskimi zabudowaniami (pojedynczymi). Tylko lekko pofalowane tereny.
1.5	0.055	45	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o ok. 1250 metrów.
2	0.1	39	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o ok. 500 metrów.
2.5	0.2	31	Tereny uprawne z licznymi zabudowaniami i sadami lub 8 metrowe żywopłoty oddalone od siebie o ok. 250 metrów.
3	0.4	24	Wioski, małe miasteczka, tereny uprawne z licznymi żywopłotami las lub pofalowany teren.
3.5	0.8	18	Duże miasta z wysokimi budynkami.
4	1.6	13	Bardzo duże miasta z wysokimi budynkami.

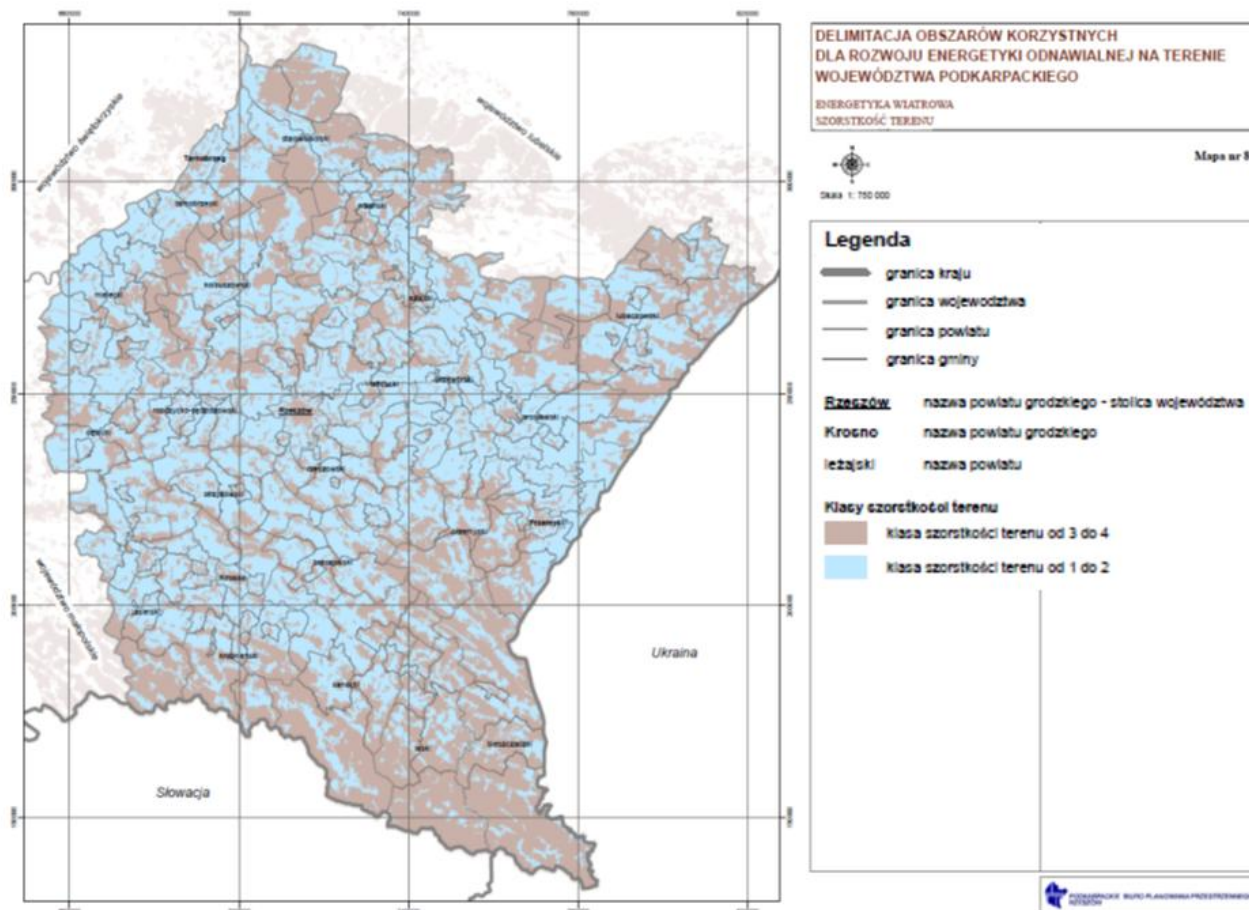
Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”

Najbardziej predysponowanymi obszarami do implementacji energetyki wiatrowej są obszary o klasach szorstkości 1 i 2. Takimi terenami są w szczególności lekko pofalowane tereny łąk i pól uprawnych z niskimi nielicznymi zabudowaniami. Natomiast obszary o klasach szorstkości 3 i 4 nie są predysponowane do lokowania elektrowni wiatrowych.

Teren województwa podkarpackiego, jak już wspomniano charakteryzuje się dużą złożonością ukształtowania jak i szorstkości terenu. Obszary zalesione i zabudowane o klasach szorstkości 3 i 4 występują w dużej części województwa (szczególnie na południu), choć i w tej części województwa można znaleźć obszary o preferowanych klasach szorstkości (1 i 2). Większe



obszary o klasie szorstkości 1 i 2 znajdują się natomiast w centralnej i północnej części województwa, co przedstawiono na mapie szorstkości terenu.



Rysunek 22. Mapa klas szorstkości terenu województwa podkarpackiego.

(Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”)

W województwie podkarpackim dominuje zabudowa rozproszona, w sporej części rozrzucona poza większymi i mniejszymi miejscowościami o typowej zwartej i przemysłowej zabudowie. Rozproszona zabudowa, o niskiej gęstości, ale obejmująca większość terenów głównie rolniczych, rozsiana wśród pól w znaczącym stopniu ogranicza możliwości lokowania elektrowni wiatrowych z kilku powodów: tereny zabudowane są zaliczane do 3 i 4 klasy szorstkości, a przy silnym rozproszeniu zabudowy trudno znaleźć lokalizację wystarczająco odległą od siedzib ludzkich by wiatraki tam wstawione nie oddziaływały na człowieka.

Kolejnym kluczowym czynnikiem dla lokalizacji elektrowni wiatrowej są zasoby wiatru. Dla województwa podkarpackiego odpowiednie badania były przeprowadzone dla Bazy danych OZE województwa podkarpackiego. Warto zaznaczyć, że do wyników badań należy odnosić się ostrożnie, ponieważ opierają się na badaniach dla masztów oraz stacji meteorologicznych,



a następnie zostały za pomocą modelu matematycznego, uwzględniającego czynniki przestrzenne ułożone dla terenu całego województwa. Stąd otrzymane wyniki mogą być obarczone dosyć sporym błędem. Lokalizację stacji pomiarowych pokazuje tabela poniżej.

Tabela 26. Pomiary rzeczywiste będące podstawą określenia zasobów wiatru województwa podkarpackiego

Miejscowość	Powiat	Średnia roczna prędkość wiatru [m/s]	Okres badawczy [lat]	Wysokość pomiaru [m n.p.g. <sup>13</sup> ]
Barwinek	krośnieński	3,8	1	12
Dukla	krośnieński	4,1	1	12
Jasionka	rzeszowski	4,7	1	12
Krosno	m. Krosno	3,3	10	10
Lesko	leski	2,8	10	10
Równe	krośnieński	5,6	1	40
Rymanów	krośnieński	5,6	1	20
Rzeszów	m. Rzeszów	3,1	7	10
Sandomierz	Sandomierski (woj. świętokrzyskie)	3,3	10	10

Źródło: Opracowanie własne na podstawie bazy danych OZE województwa podkarpackiego.

Jak widać z powyższego zestawienia występuje nadreprezentacja powiatów południowych (krośnieński i leski), co spowodowane jest szczególną wietrznością tych okolicach (przełęcz dukielska) oraz lokalizacją w mieście Krośnie lotniska. Praktycznie żadnych pomiarów rzeczywistych nie ma dla wschodnich terenów województwa, co oznacza, że przedstawione niżej wyniki dla tych lokalizacji mogą być obarczone większym błędem. Należy też zwrócić uwagę, że w modelu wykorzystano tylko dane pochodzące z masztu do pomiaru wiatru w jednej lokalizacji (Równe). Pozostałe są typowymi stacjami meteo. Wszelkie wyliczenia potencjału wiatru i generowanej z tego źródła energii będą obarczone trudnymi do oszacowania błędami źródłowymi wyliczeń potencjału.

<sup>13</sup> m n.p.g. – metrów nad poziomem gruntu.

Zasoby teoretyczne województwa podkarpackiego wyznaczone przez średnią gęstość mocy wiatru wydają się być stosunkowo wysokie. Klasę trzecią pod względem zasobów energetycznych wiatru (średniej gęstości mocy) posiada około 75% obszaru województwa podkarpackiego, klasę drugą ok. 6%, klasę czwartą ok. 16% i klasę piątą ok. 3%. Zwłaszcza południowa część województwa podkarpackiego charakteryzuje się częstym występowaniem czwartej klasy wiatru, a także lokalnie piątej klasy (na wysokości 50 m). Jednak obszary te charakteryzują się stosunkowo skomplikowanym ukształtowaniem i dużą szorstkością terenu. Dlatego do lokowania elektrowni wiatrowych najbardziej predysponowaną jest część południowo – centralna, w której dominuje klasa szorstkości 1 i 2, a teren pod względem wiatrowym można zakwalifikować do trzeciej i czwartej klasy ( lokalnie piątej ). Natomiast w miarę przesuwania się na północ gęstość mocy wiatru nieco spada, choć dominuje tam klasa trzecia pod względem wiatrowym, to także stosunkowo duże obszary charakteryzują się czwartą klasą. Szczególnie w części centralnej, gdzie dominują klasy 3 i 4 pod względem zasobów wiatru występują obszary otwarte o klasie szorstkości 1 – 2.

Przestrzenny rozkład energii wiatru w województwie podkarpackim przedstawiony na mapach średniej gęstości mocy i klas wiatru na wysokościach 30 – 50 – 70 m wskazuje, że województwo podkarpackie posiada stosunkowo dobre warunki wiatrowe, szczególnie w obszarze południowym i południowo – centralnym.

Na terenie województwa można wyróżnić obszary szczególnie predysponowane pod względem wiatrowym, takie jak:

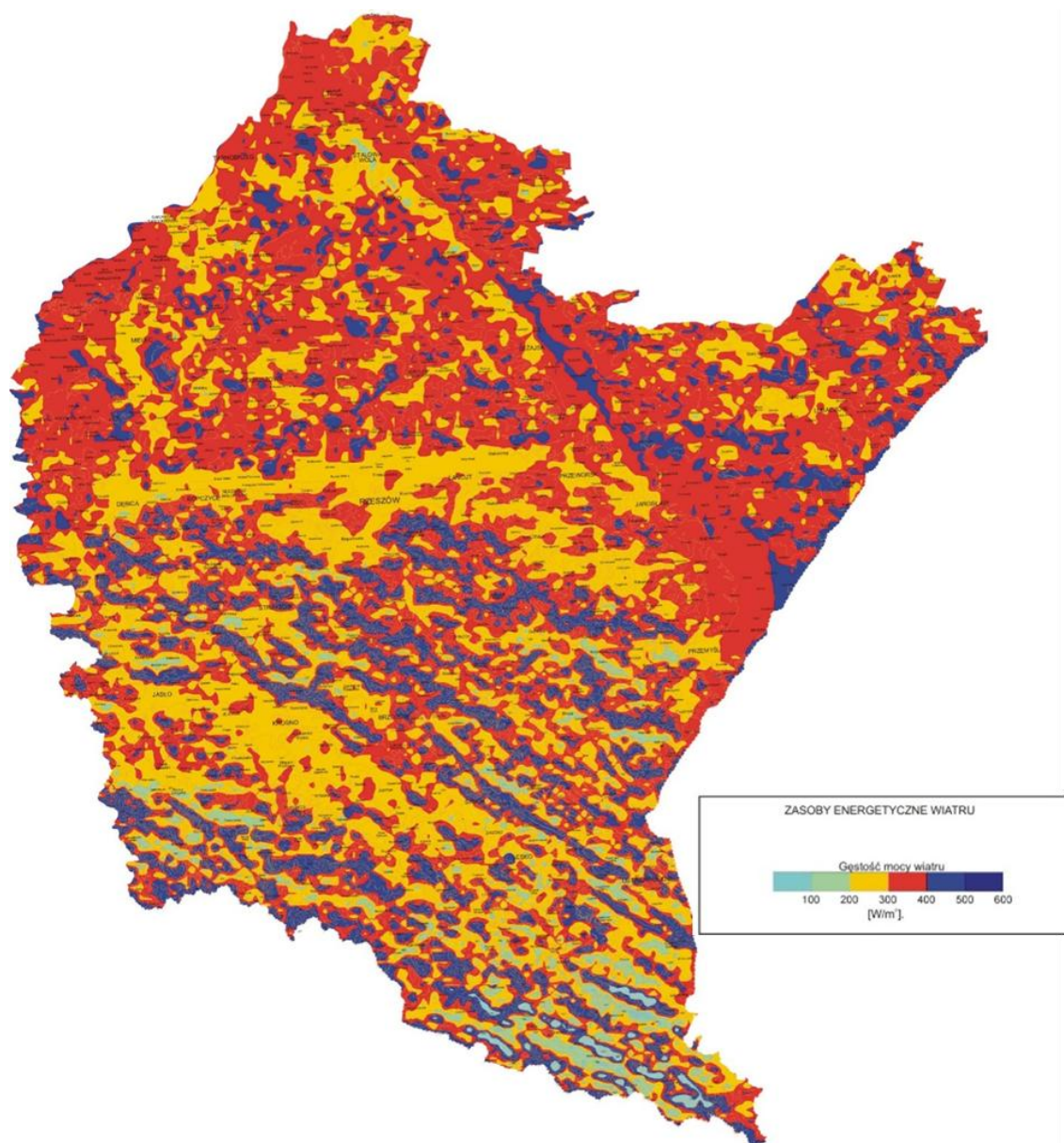
- południowe część powiatów leskiego i jasielskiego,
- południowe i północne części powiatów krośnieńskiego (ze szczególnym uwzględnieniem gmin Rymanów i Dukla), bieszczadzkiego i sanockiego,
- obszary centralnej części województwa tj. obszar powiatu brzozowskiego, przemyskiego i strzyżowskiego,
- południowe części powiatów, rzeszowskiego, dębickiego i ropczycko-sędziszowskiego.

Właśnie na tych obszarach województwa podkarpackiego dominuje czwarta klasa wiatru, a lokalnie spotykane są klasy piąte. Wykorzystanie tych zasobów w w/w obszarach jest niestety znacząco ograniczone przez duże zalesienie (zalesienie województwa podkarpackiego wynosi ok. 36%) i złożone ukształtowanie terenu, a także wynikające z różnych form ochrony środowiska.

Tabela 27. Klasy zasobów wiatru

Klasa terenu pod względem zasobów energetycznych wiatru	Prędkość wiatru [m/s]	Gęstość mocy wiatru [W/m <sup>2</sup> ]
1 – tereny o bardzo słabych warunkach wiatrowych	<4,5	<100
2 – tereny o słabych warunkach wiatrowych	4,5 – 5,5	100-200
3 – teren o umiarkowanych warunkach wiatrowych	5,5 – 6,5	200-300
4 – tereny o dobrych warunkach wiatrowych	6,5 – 7,5	300-500
5 – tereny o bardzo dobrych warunkach wiatrowych	>7,5	>500

Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”



Rysunek 23. Potencjał teoretyczny wiatru wyrażony przez średnią gęstość mocy wiatru na terenie województwa podkarpackiego na wysokości 70 m npg.

(Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”)

Ogólne uwarunkowania rozwoju energetyki wiatrowej z uwzględnieniem kluczowych czynników przedstawiono w tabeli nr 28. Nie uwzględniono wśród nich inwestycji będących dopiero na etapie oceny oddziaływania na środowisko (według danych RDOŚ w Rzeszowie na luty 2013 r. jest 88 takich projektów), a jedynie te, które mają wydane warunki przyłączenia

do sieci elektroenergetycznej i podpisane umowy z operatorami systemu dystrybucyjnego (w większości wypadków PGE Dystrybucja, w jednym wypadku powiatu mieleckiego Tauron Dystrybucja). Powodem takiego podejścia jest bardzo niska dostępność mocy przyłączeniowych dla sieci powyżej 1 kV, co zostało również przedstawione w tabeli nr 28.

Tabela 28. Czynniki istotne dla rozwoju energetyki wiatrowej na terenie województwa podkarpackiego

Powiat	Dominująca wielkość zasobów energetycznych wiatru na terenie gminy – średnia gęstość mocy wiatru (klasa wiatru)	Największa wielkość zasobów energetycznych wiatru dostępna w wybranej lokalizacji na terenie gminy – średnia gęstość mocy wiatru (klasa wiatru)	Przeważająca klasa szorstkości	Powierzchnia użytków rolnych (ha) (2010)	Powierzchnia objęta różnymi formami ochrony przyrody - % (2011)	Możliwości przyłączeniowe energetyki wiatrowej do sieci elektro-energetycznej dystrybucyjnej/przesyłowej - MW mocy zainstalowanej (2014)	Istniejące moce w energetyce wiatrowej (MW)	Moce spodziewane do przyłączenia (zawarte umowy na przyłączenie nowych mocy) - MW
Bieszczadzki	2-3-4	5	3	16882,77	82,5	0	0	-
Brzozowski	3	5	2-3	21221,01	48,7	0	0	1,8
Dębicki	3	5	2-3	37407,11	5,5	20	0	-
Jarosławski	3-4	5	1-2	53870,11	24,0	0	0,6	-
Jasielski	3	5	3	33324,63	36,4	0	0,825	49,8
Kolbuszowski	3	4	1-2	28671,88	49,4	0	0	-
Krośnieński	3	5	1-3	33070,41	63,8	0/250*	14,02	126,25
Leski	2-3	5	3	15683,07	98,4	0	0	-
Leżajski	3	4	2-3	24448,06	42,1	0	0	-
Lubaczowski	3-4	4	2	45129,64	47,9	0	0	-
Łańcucki	3	4	1-2	33260,14	21,1	0	0	82
Mielecki	3	4	2-3	43758,10	13,2	5	2,8	4,6
Niżański	2-3	4	3	25948,20	0,0	0	0	-
Przemyski	2-3-4	5	2-3	46871,93	70,7	5	18,375	-
Przeworski	3	4	1-2	35016,00	45,1	0	0	-
Ropczycko-Sędziszowski	2-3	4	1-2-3	20449,95	33,3	20	0	-

Powiat	Dominująca wielkość zasobów energetycznych wiatru na terenie gminy – średnia gęstość mocy wiatru (klasa wiatru)	Największa wielkość zasobów energetycznych wiatru dostępna w wybranej lokalizacji na terenie gminy – średnia gęstość mocy wiatru (klasa wiatru)	Przeważająca klasa szorstkości	Powierzchnia użytków rolnych (ha) (2010)	Powierzchnia objęta różnymi formami ochrony przyrody - % (2011)	Możliwości przyłączeniowe energetyki wiatrowej do sieci elektro-energetycznej dystrybucyjnej/ przesyłowej - MW mocy zainstalowanej (2014)	Istniejące moce w energetyce wiatrowej (MW)	Moce spodziewane do przyłączenia (zawarte umowy na przyłączenie nowych mocy) - MW
Rzeszowski	3	4	2-3-4	54450,18	38,3	0/200*	0,25	35
Sanocki	3	5	1-3	41490,24	81,8	0	18	-
Stalowowolski	3	4	3	17037,46	5,2	10	0,675	-
Strzyżowski	2-3	5	2-3	19981,07	46,0	0	0	-
Tarnobrzeski	3	4	1-3	19273,26	bd	0/200*	0	-

\*oznacza moc przyłączeniową w węźle PSE Operator

Kolorem zaznaczono powiaty najbardziej interesujące z punktu widzenia możliwości rozwoju energetyki wiatrowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy danych OZE województwa podkarpackiego, „Delimitacji obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.” Banku Danych Lokalnych GUS (2010,2011), danych URE na 31.12.2012 oraz PSE Operator, PGE Dystrybucja o /Rzeszów i Tauron Dystrybucja (dane na koniec marca 2013)



Do wyliczenia potencjału technicznego dużej energetyki wiatrowej przyjęto następujące założenia:

- Techniczne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych istnieją na terenach rolnych, na których nie ma ograniczeń środowiskowych oraz innych.
- Dla współczesnych elektrowni wiatrowych zapotrzebowanie na powierzchnię przyjmuje się z reguły 10 ha na 1 MW mocy zainstalowanej.
- Przy obecnych możliwościach technologii energetyki wiatrowej przyjmuje się, że możliwe jest efektywne technicznie wykorzystanie obszarów o prędkościach wiatru powyżej 5 m/s oraz gęstości energii powyżej 200 W/m<sup>2</sup> (na wysokości 50 m nad poziomem gruntu).
- Założono, że ograniczenia środowiskowe dla danego powiatu w równej mierze odnoszą się do wszystkich rodzajów terenu. W praktyce może nie być to prawdą, bo ograniczenia środowiskowe w niewielkim tylko stopniu występują na terenie miast i ogólnie terenie zabudowanym, co zwiększa prawdopodobieństwo, że tereny wskazane pod lokalizację będą w większym procencie objęte ochroną uniemożliwiającą budowę elektrowni wiatrowych.
- Dla poszczególnych klas zasobów przyjęto następujące możliwości wykorzystania terenu pod inwestycję w energetykę wiatrową (wartości odnoszą się do % areалу rolnego):

Klasa zasobów a możliwe wykorzystanie terenu
5 = 100%
4 = 70%
3,5 = 50%
3 = 40%
2,5 = 20%
2 = 10%

- Dla poszczególnych klas szorstkości przyjęto następujące możliwości praktyczne wykorzystania wiatru, wynikające z samych opisów klas szorstkości:

Szorstkość a procent możliwej do wykorzystania energii wiatru
1 = 30%
1,5=55%
2=61%
2,5 =69%
3=76%

- Założono średni efektywny czas pracy elektrowni wiatrowej w ciągu roku na poziomie 22%.

W poniższym wyliczeniu nie uwzględniono jednak rodzajów ograniczeń wskazanych w „*Delimitacji obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego. Aktualizacja 2013 r.*” (PBPP, Rzeszów 2013). Nie wszystkie elementy, mające wpływ na delimitację zostały w tym wypadku przyjęte w oparciu o obiektywne przesłanki. Wątpliwości budzi przyjęcie strefy 500 metrów od zabudowań jako granicy ochronnej. Nie jest to sankcjonowane żadnym przepisem, nie jest też racjonalne. Podstawą dla wyznaczenia strefy ochronnej w każdym wypadku powinny być przeprowadzone na etapie oceny oddziaływania na środowisko badania dla każdej inwestycji indywidualnie. Dzieje się tak dlatego, że wpływ na obszar oddziaływania inwestycji na człowieka może mieć szereg czynników: wysokość wieży, moc zainstalowana turbiny, ukształtowanie terenu, przeważające wiatry (róża wiatrów) oraz wynikające stąd takie elementy jak rozkład izofon czy zakres obszaru objęty efektem migotania cienia. Dlatego 500 m często może być zbyt dużo, ale czasami może się okazać niewystarczające i decydowanie o tym w sposób administracyjny, arbitralny i nie poprzedzony badaniami nie jest dobrym rozwiązaniem. Na podobnej zasadzie arbitralnym podejściem jest

przyjęcie strefy buforowej 5 km wokół obszarów NATURA 2000. Co więcej, obszary NATURA 2000 nie są z definicji wyłączone z lokalizacji inwestycji w energetykę wiatrową – istnieje specjalne opracowanie Komisji Europejskiej, która opisuje zasady, na jakich jest to dopuszczalne („Wytyczne. Rozwój energetyki wiatrowej i sieć Natura 2000” Komisja Europejska 2011)<sup>14</sup>. Dyskusyjne jest też przyjęcie 500 m wokół potencjalnej zabudowy z otoczką (identyfikacja tych terenów miałaby się odbywać na podstawie Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego gmin), bowiem dokumenty, które stanowiłyby podstawę takiego zakazu nie są wiążące i mogą być stosunkowo łatwo zmienione przez Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego – co rodzi pole do nadużyć w stosowaniu tego podejścia. Dopiero MZPM można traktować jako dokument w pełni wiążący, ale ma go niewiele gmin. Co więcej, w praktyce są one często przygotowywane dla konkretnej lokalizacji i dla konkretnej inwestycji.

---

<sup>14</sup> [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind\\_farms\\_pl.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms_pl.pdf)

## Wyniki obliczeń potencjału technicznego

Tabela 29. Potencjał techniczny energetyki wiatrowej na Podkarpaciu

Powiat	Powierzchnia użytków rolnych (ha) (2010)	Powierzchnia objęta różnymi formami ochrony przyrody - % (2011)	Obszar potencjalnie dostępny pod elektrownie wiatrowe (ha)	Procent terenów atrakcyjny ze względu na dominującą wartość zasobów energetycznych	Powierzchnia dostępnych terenów potencjalnie interesujący dla inwestorów (ha)	Ograniczenie wynikające z klasy szorstkości	Powierzchnia terenów potencjalnie dostępnych pod inwestycje z uwzględnieniem szorstkości (ha)	Potencjalna moc elektrowni (MW)	Produkcja energii elektrycznej (GWh)
Bieszczadzki	16 882,77	82,50%	2954,48	40,00%	1 181,79	100%	0,00	0,00	0,00
Brzozowski	21 221,01	48,70%	10 886,38	40,00%	4 354,55	69%	1 349,91	134,99	260,15
Dębicki	37 407,11	5,50%	35 349,72	40,00%	14 139,89	69%	4 383,37	438,34	844,76
Jarosławski	53 870,11	24,00%	40 941,28	50,00%	20 470,64	55%	9 211,79	921,18	1 775,30
Jasielski	33 324,63	36,40%	21 194,46	40,00%	8 477,79	76%	2 034,67	203,47	392,12
Kolbuszowski	28 671,88	49,40%	14 507,97	40,00%	5 803,19	55%	2 611,43	261,14	503,28
Krośnieński	33 070,41	63,80%	11 971,49	40,00%	4 788,60	76%	1 149,26	114,93	221,49
Leski	15 683,07	98,40%	250,93	30,00%	75,28	76%	18,07	1,81	3,48

Powiat	Powierzchnia użytków rolnych (ha) (2010)	Powierzchnia objęta różnymi formami ochrony przyrody - % (2011)	Obszar potencjalnie dostępny pod elektrownie wiatrowe (ha)	Procent terenów atrakcyjny ze względu na dominującą wartość zasobów energetycznych	Powierzchnia dostępnych terenów potencjalnie interesujący dla inwestorów (ha)	Ograniczenie wynikające z klasy szorstkości	Powierzchnia terenów potencjalnie dostępnych pod inwestycje z uwzględnieniem szorstkości (ha)	Potencjalna moc elektrowni (MW)	Produkcja energii elektrycznej (GWh)
Leżajski	24 448,06	42,10%	14 155,43	40,00%	5 662,17	69%	1 755,27	175,53	338,28
Lubaczowski	45 129,64	47,90%	23 512,54	50,00%	11 756,27	61%	4 584,95	458,49	883,61
Łańcucki	33 260,14	21,10%	26 242,25	40,00%	10 496,90	55%	4 723,61	472,36	910,33
Mielecki	43 758,10	13,20%	37 982,03	40,00%	15 192,81	69%	4 709,77	470,98	907,67
Niżański	25 948,20	0,00%	25 948,20	20,00%	5 189,64	76%	1 245,51	124,55	240,04
Przemyski	46 871,93	70,70%	13 733,48	40,00%	5 493,39	69%	1 702,95	170,30	328,19
Przeworski	35 016,00	45,10%	19 223,78	40,00%	7 689,51	55%	3 460,28	346,03	666,87
Ropczycko- Sędziszowski	20 449,95	33,30%	13 640,12	20,00%	2 728,02	61%	1 063,93	106,39	205,04
Rzeszowski	54 450,18	38,30%	33 595,76	40,00%	13 438,30	76%	3 225,19	322,52	621,56
Sanocki	41 490,24	81,80%	7 551,22	40,00%	3 020,49	61%	1 177,99	117,80	227,02

Powiat	Powierzchnia użytków rolnych (ha) (2010)	Powierzchnia objęta różnymi formami ochrony przyrody - % (2011)	Obszar potencjalnie dostępny pod elektrownie wiatrowe (ha)	Procent terenów atrakcyjny ze względu na dominującą wartość zasobów energetycznych	Powierzchnia dostępnych terenów potencjalnie interesujący dla inwestorów (ha)	Ograniczenie wynikające z klasy szorstkości	Powierzchnia terenów potencjalnie dostępnych pod inwestycje z uwzględnieniem szorstkości (ha)	Potencjalna moc elektrowni (MW)	Produkcja energii elektrycznej (GWh)
Stalowowolski	17 037,46	5,20%	16 151,51	40,00%	6 460,60	76%	1 550,55	155,05	298,82
Strzyżowski	19 981,07	46,00%	10 789,78	20,00%	2 157,96	76%	517,91	51,79	99,81
Tarnobrzeski	19 273,26	bd	19 273,26	20,00%	3 854,65	61%	1 503,31	150,33	289,72
								<b>5 197,97</b>	10 017,53

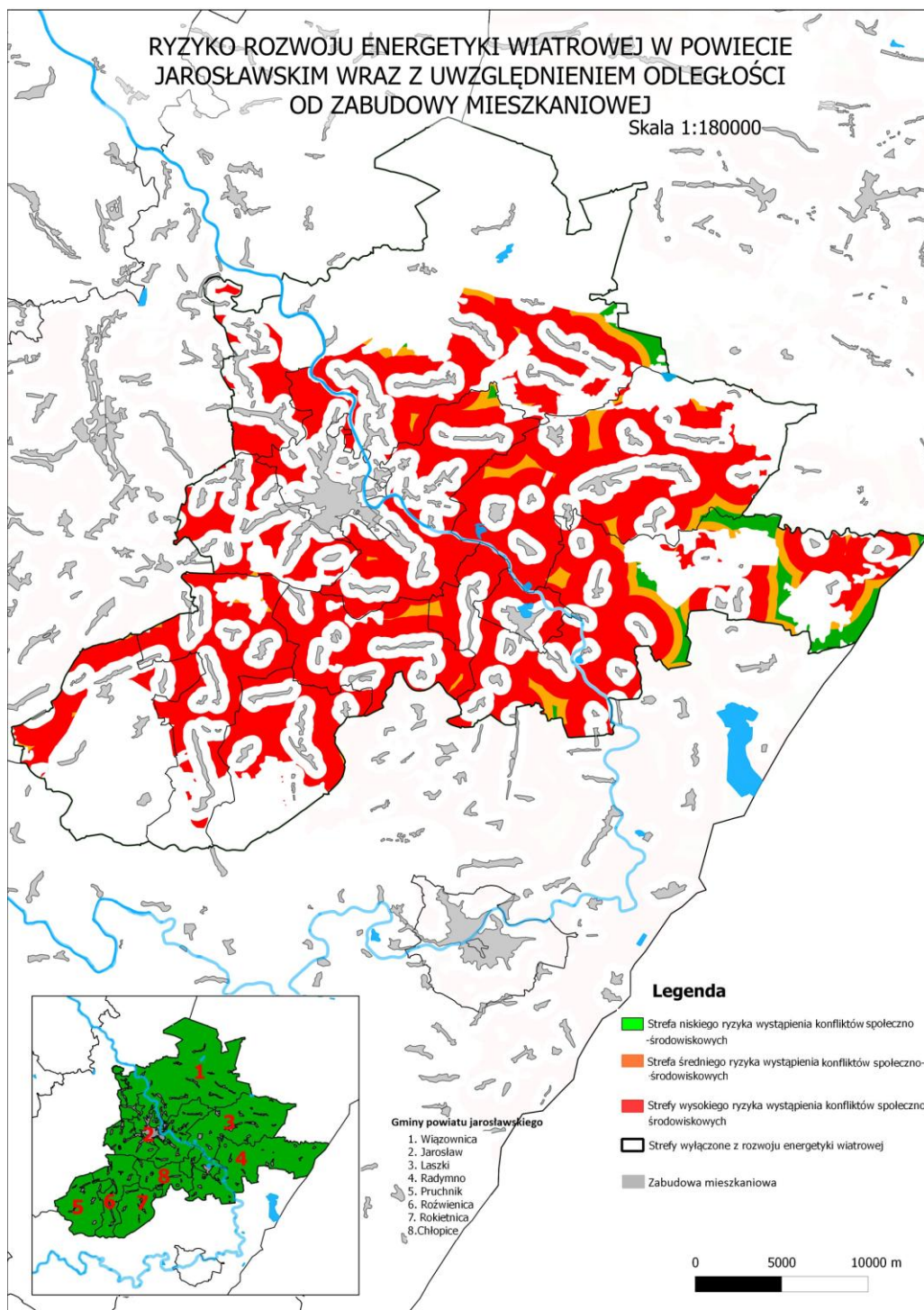
Źródło: Opracowanie własne

Realne zasoby są mniejsze i ograniczone są w największym stopniu przez dostępność sieci elektroenergetycznej. Jeżeli kierować się tym kryterium to techniczny potencjał w zakresie mocy zainstalowanej na Podkarpaciu wynosi: 55,545 MW obecnie zainstalowanej mocy + 299,45 MW mocy, na którą wydane są już decyzje i podpisane umowy + 705 MW dostępnej mocy = 1 059,995 MW (niemal pięciokrotnie mniej od wyliczonego potencjału).

Analizując potencjał wiatru zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyka wystąpienia konfliktów społeczno-środowiskowych, które mogą wystąpić w przypadku realizacji inwestycji. W wyniku ustaleń z Zespołem Kooordynującym ds. opracowania *Programu* z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego ustalono obszary, na których występują ryzyka konfliktów. Szczegółowe informacje odnośnie klasyfikacji ryzyk wraz z ich graficzną prezentacją zamieszczono w *Programie*.

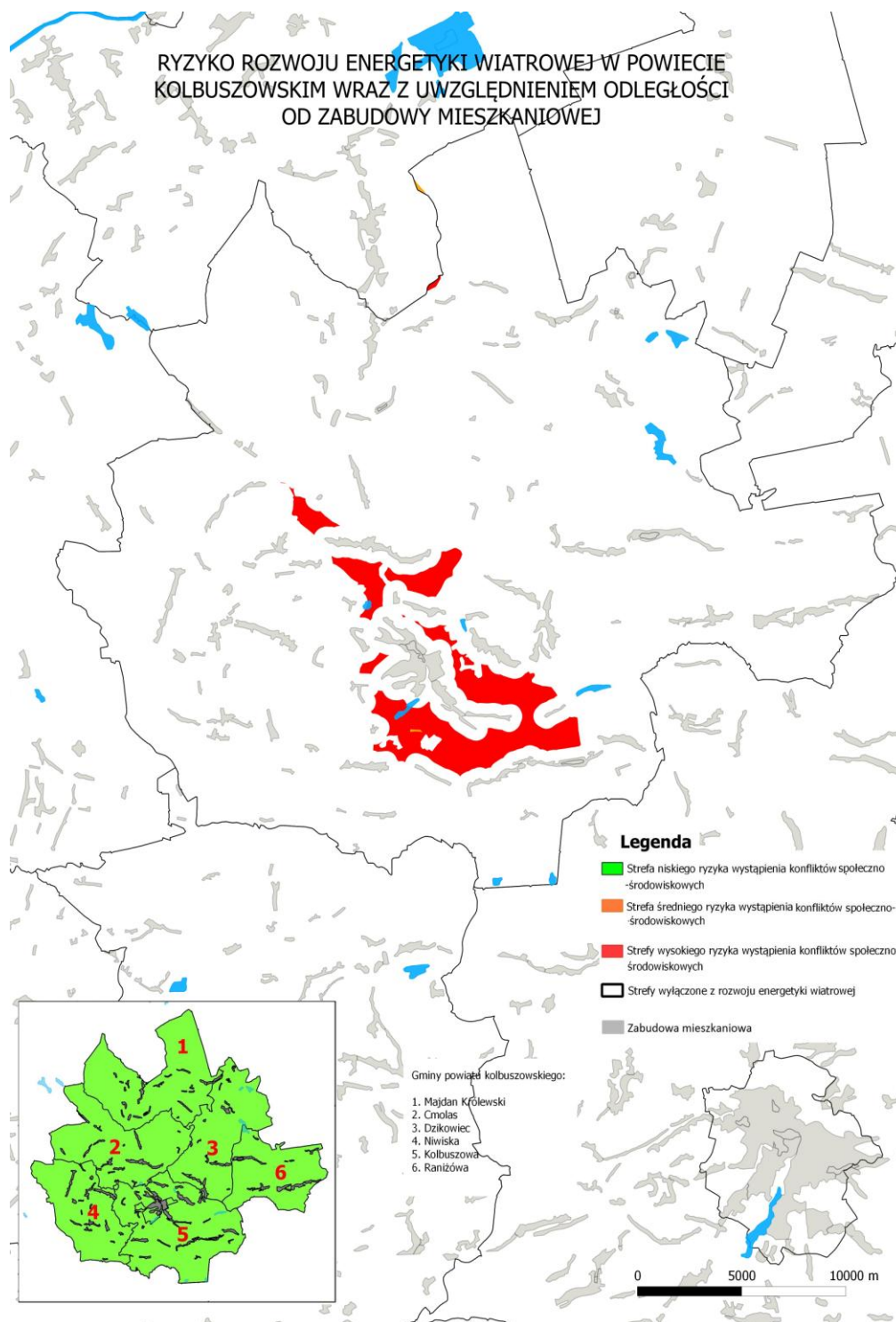
Na rysunkach nr 24 i 25 zaprezentowane zostały mapy na poziomie powiatowym z wprowadzonymi ograniczeniami społeczno-środowiskowymi, dla powiatu jarosławskiego (powiatu o największym zidentyfikowanym potencjale technicznym energetyki wiatrowej) oraz powiatu kolbuszowskiego (powiatu, z którego podczas przeprowadzonych konsultacji społecznych wpłynęło najwięcej uwag dotyczących wprowadzenia ograniczeń na terenie powiatu możliwości rozwoju energetyki wiatrowej).





Rysunek 24. Mapa wynikowa ograniczeń rozwoju energetyki wiatrowej w powiecie jarosławskim z uwzględnieniem uwarunkowań społeczno-środowiskowych oraz odległości od zabudowy mieszkaniowej<sup>15</sup> (Źródło: Opracowanie własne)

<sup>15</sup> Biorąc pod uwagę strefy niskiego ryzyka wystąpienia konfliktów społeczno-środowiskowych potencjał wynosi niecałe 100 GWh, strefy średniego ryzyka niecałe 300 GWh, strefy wysokiego ryzyka nieco ponad 1700 GWh.



Rysunek 25. Mapa wynikowa ograniczeń rozwoju energetyki wiatrowej w powiecie kolbuszowskim z uwzględnieniem uwarunkowań społeczno-środowiskowych oraz odległości od zabudowy mieszkaniowej<sup>16</sup> (Źródło: opracowanie własne)

<sup>16</sup> Biorąc pod uwagę strefy wysokiego ryzyka nieco ponad 500 GWh.

### **6.3. Potencjał energetyki słonecznej**

#### ***Wprowadzenie***

Zasoby energii słonecznej w Polsce charakteryzuje się przede wszystkim bardzo nierównomiernym rozkładem czasowym w cyklu roboczym. 80% całkowitej rocznej sumy nasłonecznienia przypada na półrocze wiosenno – letnie, od początku kwietnia do końca września. Oznacza to, że pozyskana dzięki temu źródłu energia nie będzie równomiernie rozłożona w czasie, a największy uzysk osiąga się w okresie od wiosny do jesieni.

Zasoby energii promieniowania słonecznego są wielokrotnie większe od innych odnawialnych zasobów energii dostępnych w Polsce. Trudno zatem znaleźć wspólny mianownik przy ich zestawianiu razem z innymi zasobami w bilansie energii, zwłaszcza w krótkim i średnim okresie.

#### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Najwłaściwszym podejściem metodycznym w takiej sytuacji wydaje się ocena potencjału wybranych, możliwych do zastosowania w danym okresie technologii – przetworników energii promieniowania słonecznego – w konkretne nośniki energii w specyficznych zastosowaniach. W niniejszym opracowaniu skoncentrowano się na możliwości wykorzystania energii słonecznej do wytwarzania energii elektrycznej (za pomocą ogniw fotowoltaicznych).

Wartością najistotniejszą dla potencjalnego uzysku energii jest nasłonecznienie. Średnio na terenie Podkarpacia każdy metr kwadratowy terenu (powierzchni horyzontalnej) otrzymuje w postaci promieniowania słonecznego w ciągu roku ponad 1056 kWh (3,8 GJ) energii. Taka ilość energii stanowi ekwiwalent około 130 kg paliwa umownego lub 90 kg oleju ekwiwalentnego.

Tabela 30. Sumy miesięczne i roczne promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię poziomą

Wyszczególnienie	W okresie roku	Miesiące											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>F<sub>całkowite</sub></b>	1056,0	26,8	45,7	81,5	111,1	149,6	152,1	155,0	136,5	91,1	57,3	27,9	21,4
<b>F<sub>bezpośrednie</sub></b>	438,5	7,9	17,1	29,5	43,4	63,4	64,6	67,6	62,6	43,6	24,4	7,8	6,6
<b>F<sub>rozproszone</sub></b>	617,5	18,9	28,6	52,0	67,7	86,2	87,5	87,4	73,9	47,6	32,8	20,1	14,8
<b>φ</b>	0,58	0,70	0,63	0,64	0,61	0,58	0,57	0,56	0,54	0,52	0,57	0,72	0,69

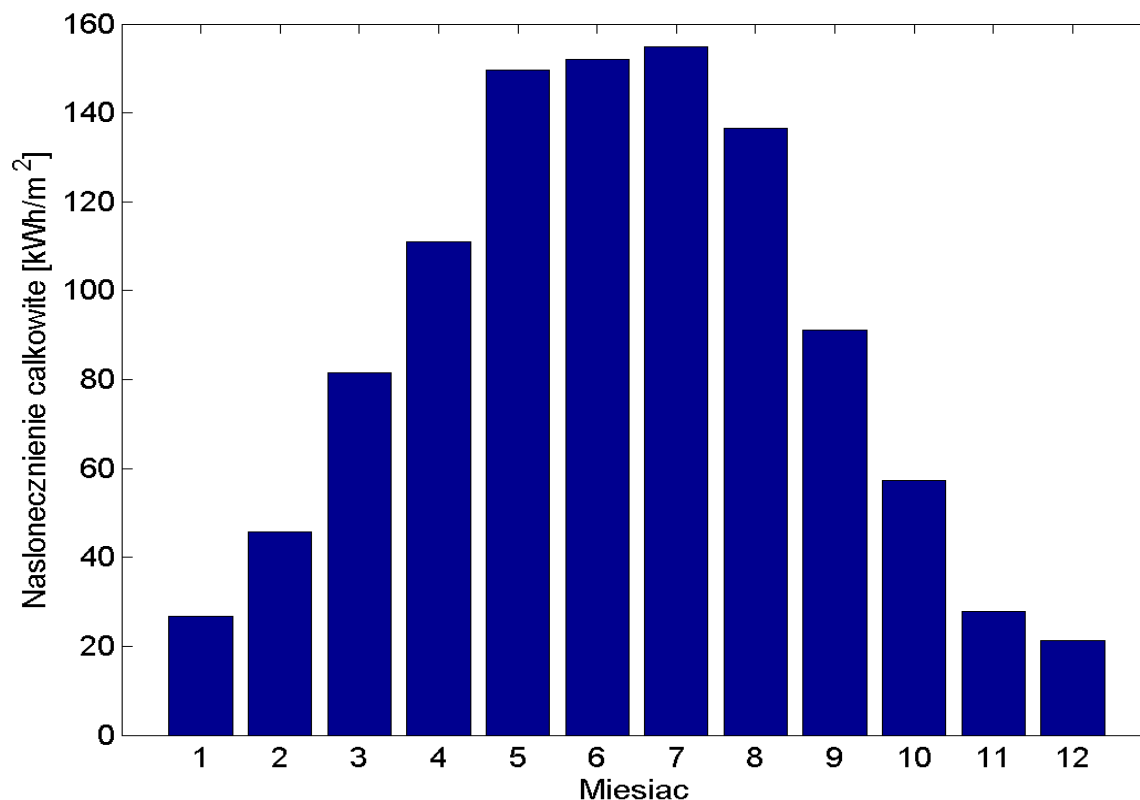
F<sub>całkowite</sub> - sumy miesięczne całkowitego promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą [kWh/m<sup>2</sup>];

F<sub>bezpośrednie</sub> - sumy miesięczne składowej bezpośredniej promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą [kWh/m<sup>2</sup>];

F<sub>rozproszone</sub> - sumy miesięczne rozproszonego promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą [kWh/m<sup>2</sup>];

φ - udział promieniowania rozproszonego.

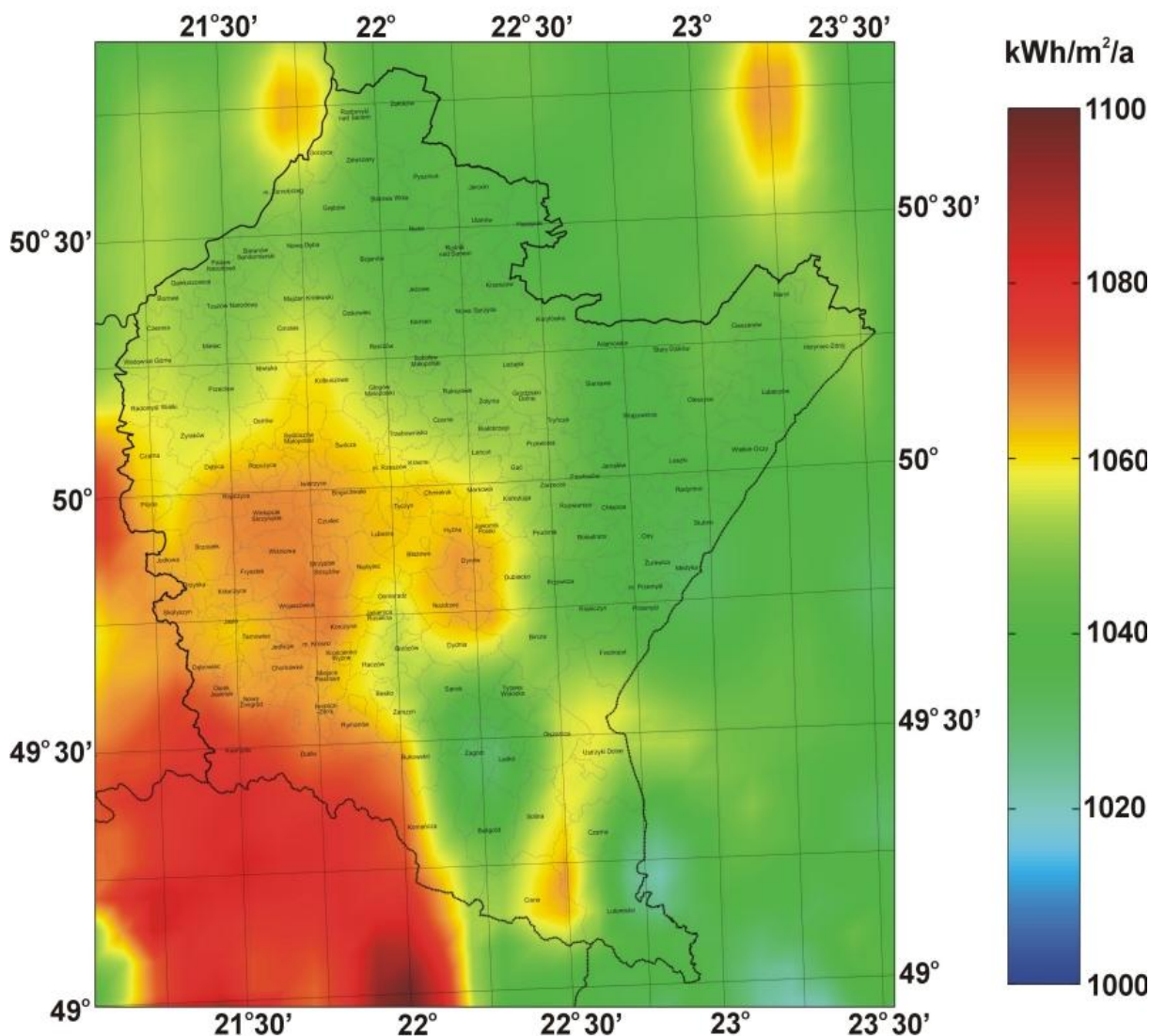
Źródło: Baza danych OZE dla województwa podkarpackiego, [www.baza-oze.pl](http://www.baza-oze.pl)



Rysunek 26. Miesięczne sumy promieniowania całkowitego na terenie Podkarpacia  
(Źródło: Baza danych OZE dla województwa podkarpackiego, [www.baza-oze.pl](http://www.baza-oze.pl) )

Analizując zróżnicowanie przestrzenne rocznych sum nasłonecznienia na terenie Podkarpacia można zauważyć, że są one niewielkie i nie przekraczają 6%. Wartość nasłonecznienia rocznego, którego rozkład przestrzenny na terenie województwa przedstawiono na rysunku poniżej, osiąga bowiem najmniejszą wartość wynoszącą około 1020 kWh/m<sup>2</sup> w dolinie górnego Sanu, a największą wynoszącą około 1080 kWh/m<sup>2</sup> w Beskidzie Niskim.





Rysunek 27. Rozkład przestrzenny całkowitego nasłonecznienia rocznego na terenie Podkarpacia.

(Źródło: „Delimitacja obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”)

Przedstawiona powyżej ( rysunek 27). analiza parametrów promieniowania słonecznego odnosi się do powierzchni poziomej. Takie ustawienie powierzchni absorbującej promieniowanie słoneczne jest optymalne w przypadku gdy promieniowanie bezpośrednie jest zerowe, zaś promieniowania rozproszonego jest izotropowe (promieniowanie niebosłonu jest takie samo we wszystkich kierunkach). W przypadku promieniowania bezpośredniego docierającego bezpośrednio od tarczy słonecznej optymalne wykorzystanie powierzchni absorbującej wymagałoby, aby powierzchnia taka została ustawiona prostopadłe do kierunku padania promieniowania. W praktyce na szerokościach geograficznych Polski jest to nierealne. Konieczne jest zatem dobranie nachylenia instalacji pod kątem optymalnym w stosunku do padającego promieniowania co by pozwoliło na otrzymanie

jak największych uzysków energetycznych i prawidłową pracę instalacji. Najważniejszymi wyznacznikami optymalnej pozycji będą oczywiście droga Słońca po nieboskłonie, a zatem będzie on różny o różnych porach roku, oraz stosunek promieniowania rozproszonego do bezpośredniego, ale także charakter instalacji i sposób jej wykorzystania.

Poniżej przedstawiono tabelę nr 31. uwzględniającą promieniowanie na powierzchnię poziomą, nachyloną pod kątem optymalnym, ze wskazaniem optymalnego kąta nachylenia, stosunek promieniowania rozproszonego do całkowitego i średnią temperaturę dnia poszczególnych miesięcy.

Tabela 31. Zasoby energii słonecznej w wybranych miastach powiatowych

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Brzozów			49°41'42" N, 22°1'10" E, 292 m n.p.m.			
	Sty	791	1268	64	0.69	-2.0
	Lut	1462	2138	58	0.62	0.3
	Mar	2480	3141	46	0.58	3.7
	Kwi	3573	3953	31	0.57	10.2
	Maj	4647	4712	20	0.55	15.4
	Cze	4665	4529	13	0.59	18.0
	Lip	4895	4860	16	0.55	20.0
	Sie	4173	4467	27	0.55	19.5
	Wrz	2812	3379	41	0.57	15.0
	Paź	1936	2772	55	0.56	10.8
	Lis	911	1394	62	0.68	4.9
	Gru	616	994	65	0.73	-0.8
	Rok	2755	3140	35	0.58	9.6



Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Dębica			50°3'11" N, 21°24'22" E, 191 m n.p.m.			
	Sty	775	1273	65	0.69	-1.8
	Lut	1449	2146	58	0.62	0.7
	Mar	2394	3035	46	0.59	3.9
	Kwi	3510	3887	32	0.57	10.4
	Maj	4647	4704	20	0.55	15.7
	Cze	4710	4557	13	0.59	18.2
	Lip	4877	4833	17	0.55	20.3
	Sie	4179	4477	27	0.55	19.8
	Wrz	2749	3309	41	0.57	15.3
	Paź	1912	2766	56	0.56	11.0
	Lis	879	1361	62	0.68	5.0
	Gru	603	998	66	0.73	-0.6
	Rok	2732	3118	36	0.58	9.8
Jarosław			50°0'59" N, 22°40'59" E, 212 m n.p.m.			
	Sty	754	1213	65	0.70	-2.2
	Lut	1442	2127	58	0.62	0.2
	Mar	2386	3007	46	0.59	3.4
	Kwi	3546	3933	32	0.57	10.2
	Maj	4681	4756	20	0.54	15.6
	Cze	4697	4565	13	0.59	18.2

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4906	4877	17	0.55	20.2
	Sie	4196	4508	27	0.55	19.7
	Wrz	2745	3299	41	0.57	15.0
	Paź	1871	2670	55	0.57	10.6
	Lis	859	1303	61	0.69	4.7
	Gru	576	922	65	0.74	-0.9
	<b>Rok</b>	<b>2730</b>	<b>3104</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.6</b>
<b>Jasło</b>		<b>49°44'40" N, 21°28'46" E, 227 m n.p.m.</b>				
	Sty	797	1301	65	0.68	-1.8
	Lut	1463	2155	58	0.62	0.6
	Mar	2488	3162	46	0.58	4.0
	Kwi	3558	3934	31	0.57	10.5
	Maj	4629	4679	20	0.55	15.7
	Cze	4678	4523	13	0.59	18.2
	Lip	4892	4841	17	0.55	20.2
	Sie	4162	4447	27	0.56	19.8
	Wrz	2813	3387	41	0.57	15.3
	Paź	1954	2823	56	0.55	11.1
	Lis	915	1418	62	0.68	5.1
	Gru	622	1030	66	0.72	-0.6
	<b>Rok</b>	<b>2756</b>	<b>3148</b>	<b>36</b>	<b>0.58</b>	<b>9.9</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Kolbuszowa			50°15'0" N, 21°46'0" E, 197 m n.p.m.			
	Sty	763	1243	65	0.69	-2.0
	Lut	1459	2158	59	0.62	0.5
	Mar	2388	3017	46	0.59	3.6
	Kwi	3524	3913	32	0.57	10.2
	Maj	4675	4753	20	0.55	15.6
	Cze	4732	4601	13	0.59	18.1
	Lip	4922	4896	17	0.55	20.2
	Sie	4213	4531	28	0.55	19.7
	Wrz	2760	3320	41	0.57	15.1
	Paź	1898	2730	56	0.56	10.8
	Lis	860	1318	62	0.69	4.8
	Gru	586	951	66	0.74	-0.7
	Rok	2739	3125	35	0.58	9.6
Krosno			49°41'32" N, 21°46'7" E, 271 m n.p.m.			
	Sty	799	1286	64	0.69	-1.9
	Lut	1460	2135	58	0.62	0.4
	Mar	2486	3151	46	0.58	3.8
	Kwi	3564	3943	31	0.57	10.4
	Maj	4640	4704	20	0.55	15.5
	Cze	4671	4535	13	0.59	18.1

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4901	4865	16	0.55	20.1
	Sie	4174	4466	27	0.55	19.6
	Wrz	2823	3394	41	0.57	15.1
	Paź	1948	2794	55	0.55	10.9
	Lis	918	1410	62	0.68	5.0
	Gru	620	1009	66	0.72	-0.7
	<b>Rok</b>	<b>2758</b>	<b>3147</b>	<b>35</b>	<b>0.58</b>	<b>9.7</b>
<b>Lesko</b>		<b>49°28'27" N, 22°19'44" E, 329 m n.p.m.</b>				
	Sty	804	1282	64	0.69	-2.1
	Lut	1465	2138	58	0.62	0.1
	Mar	2566	3260	46	0.57	3.6
	Kwi	3664	4054	31	0.56	10.2
	Maj	4661	4727	20	0.55	15.4
	Cze	4651	4517	13	0.59	18.0
	Lip	4927	4891	16	0.54	20.0
	Sie	4190	4486	27	0.55	19.5
	Wrz	2875	3462	41	0.56	14.9
	Paź	1962	2809	55	0.55	10.7
	Lis	949	1455	62	0.67	4.8
	Gru	624	995	65	0.73	-0.9
	<b>Rok</b>	<b>2786</b>	<b>3179</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.5</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Leżajsk			50°15'12" N, 22°25'37" E, 172 m n.p.m.			
	Sty	751	1208	65	0.70	-2.2
	Lut	1450	2140	59	0.62	0.3
	Mar	2377	2996	46	0.60	3.4
	Kwi	3560	3954	32	0.57	10.2
	Maj	4714	4794	20	0.54	15.6
	Cze	4750	4618	13	0.59	18.2
	Lip	4921	4895	17	0.55	20.2
	Sie	4228	4548	28	0.55	19.7
	Wrz	2756	3313	41	0.58	15.0
	Paź	1859	2655	55	0.57	10.6
	Lis	851	1287	61	0.70	4.6
	Gru	570	905	65	0.75	-0.9
	Rok	2740	3115	35	0.58	9.5
Lubaczów			50°9'23" N, 23°7'47" E, 210 m n.p.m.			
	Sty	750	1209	65	0.70	-2.4
	Lut	1454	2155	59	0.62	0.0
	Mar	2396	3022	46	0.59	3.1
	Kwi	3593	3993	32	0.56	10.1
	Maj	4714	4794	20	0.54	15.5
	Cze	4721	4592	13	0.58	18.2

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4948	4921	17	0.54	20.2
	Sie	4233	4556	28	0.54	19.6
	Wrz	2775	3342	41	0.57	14.8
	Paź	1854	2644	55	0.57	10.4
	Lis	849	1282	61	0.70	4.4
	Gru	572	913	65	0.75	-1.1
	<b>Rok</b>	<b>2746</b>	<b>3125</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.4</b>
<b>Łańcut</b>		<b>50°4'31" N, 22°13'55" E, 204 m n.p.m.</b>				
	Sty	758	1216	64	0.69	-2.1
	Lut	1447	2130	58	0.62	0.4
	Mar	2379	3000	46	0.59	3.6
	Kwi	3528	3913	32	0.57	10.3
	Maj	4677	4752	20	0.55	15.6
	Cze	4717	4583	13	0.59	18.2
	Lip	4903	4874	17	0.55	20.3
	Sie	4195	4506	27	0.55	19.7
	Wrz	2757	3313	41	0.57	15.1
	Paź	1881	2690	55	0.57	10.8
	Lis	858	1301	61	0.69	4.8
	Gru	581	928	65	0.74	-0.7
	<b>Rok</b>	<b>2731</b>	<b>3106</b>	<b>35</b>	<b>0.58</b>	<b>9.7</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Mielec			50°17'56" N, 21°26'27" E, 170 m n.p.m.			
	Sty	768	1268	65	0.69	-1.8
	Lut	1456	2172	59	0.62	0.6
	Mar	2383	3022	46	0.59	3.7
	Kwi	3535	3925	32	0.57	10.3
	Maj	4713	4779	20	0.55	15.7
	Cze	4755	4605	13	0.59	18.2
	Lip	4927	4886	17	0.55	20.3
	Sie	4214	4530	28	0.55	19.8
	Wrz	2769	3339	41	0.57	15.2
	Paź	1904	2761	56	0.56	10.9
	Lis	863	1338	62	0.69	4.8
	Gru	590	972	66	0.74	-0.6
	Rok	2748	3139	36	0.57	9.8
Nisko			50°31'22" N, 22°8'49" E, 154 m n.p.m.			
	Sty	738	1199	65	0.70	-2.1
	Lut	1437	2135	59	0.62	0.3
	Mar	2384	3014	46	0.60	3.4
	Kwi	3594	4005	32	0.56	10.2
	Maj	4783	4873	20	0.54	15.6
	Cze	4819	4692	13	0.58	18.2



Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4968	4950	17	0.55	20.4
	Sie	4281	4622	28	0.54	19.8
	Wrz	2775	3346	41	0.57	15.1
	Paź	1863	2678	56	0.57	10.6
	Lis	839	1276	62	0.70	4.5
	Gru	549	876	65	0.75	-0.9
	<b>Rok</b>	<b>2761</b>	<b>3145</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.6</b>
<b>Przemysł</b>		<b>49°46'59" N, 22°46'59" E, 200 m n.p.m.</b>				
	Sty	761	1209	64	0.70	-2.2
	Lut	1440	2109	58	0.62	0.2
	Mar	2418	3048	46	0.59	3.5
	Kwi	3583	3967	31	0.57	10.3
	Maj	4651	4723	20	0.54	15.6
	Cze	4649	4518	13	0.59	18.2
	Lip	4884	4854	17	0.55	20.2
	Sie	4161	4466	27	0.55	19.7
	Wrz	2776	3335	41	0.57	15.0
	Paź	1879	2674	55	0.57	10.7
	Lis	877	1326	61	0.69	4.8
	Gru	580	911	64	0.74	-0.9
	<b>Rok</b>	<b>2729</b>	<b>3101</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.6</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Przeworsk			50°3'29" N, 22°29'45" E, 201 m n.p.m.			
	Sty	755	1216	65	0.70	-2.2
	Lut	1445	2131	58	0.62	0.3
	Mar	2383	3003	46	0.59	3.5
	Kwi	3537	3922	32	0.57	10.2
	Maj	4679	4754	20	0.55	15.6
	Cze	4709	4576	13	0.59	18.2
	Lip	4896	4868	17	0.55	20.2
	Sie	4193	4504	27	0.55	19.7
	Wrz	2755	3309	41	0.57	15.0
	Paź	1873	2675	55	0.57	10.7
	Lis	858	1302	62	0.69	4.7
	Gru	579	926	65	0.74	-0.8
	Rok	2729	3105	35	0.58	9.6
Ropczyce			50°2'59" N, 21°36'59" E, 210 m n.p.m.			
	Sty	778	1260	65	0.69	-1.9
	Lut	1466	2160	58	0.62	0.5
	Mar	2406	3040	46	0.59	3.6
	Kwi	3512	3889	31	0.57	10.2
	Maj	4645	4714	20	0.56	15.5
	Cze	4712	4576	13	0.60	18.0

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4899	4867	17	0.56	20.0
	Sie	4187	4490	27	0.56	19.6
	Wrz	2746	3296	41	0.57	15.0
	Paź	1919	2755	56	0.56	10.8
	Lis	882	1350	62	0.68	4.8
	Gru	605	977	65	0.73	-0.7
	<b>Rok</b>	<b>2738</b>	<b>3120</b>	<b>35</b>	<b>0.58</b>	<b>9.6</b>
<b>Rzeszów</b>		<b>50°2'59" N, 21°59'59" E, 205 m n.p.m.</b>				
	Sty	768	1239	65	0.69	-2.0
	Lut	1450	2133	58	0.62	0.4
	Mar	2386	3010	46	0.59	3.6
	Kwi	3511	3891	32	0.57	10.2
	Maj	4643	4716	20	0.55	15.5
	Cze	4714	4579	13	0.59	18.1
	Lip	4900	4870	17	0.55	20.2
	Sie	4180	4486	27	0.55	19.6
	Wrz	2748	3300	41	0.57	15.0
	Paź	1897	2717	56	0.56	10.8
	Lis	866	1319	62	0.69	4.8
	Gru	590	954	66	0.74	-0.7
	<b>Rok</b>	<b>2729</b>	<b>3107</b>	<b>35</b>	<b>0.58</b>	<b>9.6</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Sanok			49°33'59" N, 22°11'59" E, 287 m n.p.m.			
	Sty	801	1281	64	0.69	-2.1
	Lut	1464	2139	58	0.62	0.2
	Mar	2543	3224	46	0.58	3.7
	Kwi	3650	4036	31	0.56	10.3
	Maj	4662	4726	20	0.55	15.4
	Cze	4652	4517	13	0.59	18.0
	Lip	4909	4873	16	0.55	20.0
	Sie	4180	4474	27	0.55	19.6
	Wrz	2843	3419	41	0.56	15.0
	Paź	1949	2788	55	0.55	10.7
	Lis	932	1428	62	0.68	4.9
	Gru	621	1001	65	0.73	-0.8
	Rok	2775	3165	35	0.57	9.6
Stalowa Wola			50°33'59" N, 22°2'59" E, 158 m n.p.m.			
	Sty	739	1203	65	0.70	-2.1
	Lut	1435	2133	59	0.62	0.3
	Mar	2389	3023	46	0.60	3.3
	Kwi	3600	4014	32	0.56	10.1
	Maj	4803	4893	20	0.54	15.6
	Cze	4836	4708	13	0.58	18.2

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4982	4965	17	0.55	20.3
	Sie	4292	4635	28	0.54	19.7
	Wrz	2779	3353	41	0.57	15.1
	Paź	1859	2677	56	0.57	10.6
	Lis	841	1281	62	0.70	4.5
	Gru	547	873	65	0.75	-0.9
	<b>Rok</b>	<b>2767</b>	<b>3153</b>	<b>35</b>	<b>0.57</b>	<b>9.6</b>
<b>Strzyżów</b>		<b>49°53'0" N, 21°47'0" E, 358 m n.p.m.</b>				
	Sty	796	1313	65	0.68	-2.1
	Lut	1472	2187	58	0.61	0.3
	Mar	2437	3099	46	0.58	3.5
	Kwi	3502	3876	31	0.57	9.9
	Maj	4629	4679	20	0.55	15.2
	Cze	4696	4536	13	0.60	17.8
	Lip	4892	4838	16	0.55	19.7
	Sie	4182	4472	27	0.55	19.3
	Wrz	2785	3353	41	0.57	14.8
	Paź	1946	2817	56	0.55	10.6
	Lis	895	1391	62	0.67	4.7
	Gru	617	1026	66	0.72	-0.8
	<b>Rok</b>	<b>2745</b>	<b>3138</b>	<b>36</b>	<b>0.58</b>	<b>9.4</b>

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m²/dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
Tarnobrzeg			50°34'59" N, 21°40'59" E, 144 m n.p.m.			
	Sty	746	1220	65	0.70	-2.0
	Lut	1434	2133	59	0.62	0.5
	Mar	2398	3039	46	0.59	3.5
	Kwi	3583	3996	32	0.56	10.2
	Maj	4811	4902	20	0.54	15.7
	Cze	4840	4714	13	0.58	18.3
	Lip	4983	4968	17	0.54	20.4
	Sie	4273	4619	28	0.54	19.8
	Wrz	2782	3360	41	0.57	15.2
	Paź	1875	2709	56	0.57	10.7
	Lis	848	1300	62	0.70	4.6
	Gru	548	879	65	0.75	-0.8
	Rok	2768	3159	35	0.57	9.7
Ustrzyki Dolne			49°25'48" N, 22°36'4" E, 449 m n.p.m.			
	Sty	856	1387	64	0.68	-2.8
	Lut	1545	2293	58	0.61	-0.8
	Mar	2661	3389	46	0.57	2.2
	Kwi	3734	4121	31	0.57	8.6
	Maj	4669	4711	19	0.56	13.9
	Cze	4632	4477	13	0.60	16.6

Miasto Powiatowe	Miesiąc/ Rok	Promieniowanie na powierzchnię: [Wh/m <sup>2</sup> /dzień]		Optymalny kąt nachylenia [°]	Stosunek prom.rozpr. do całkowitego	Średnia temperatura za dnia [°C]
		horyzontalną	nachyl. pod kątem optymalnym			
	Lip	4941	4886	16	0.56	18.4
	Sie	4210	4496	27	0.56	18.1
	Wrz	2942	3539	41	0.57	13.4
	Paź	2006	2875	55	0.56	9.5
	Lis	1000	1548	62	0.67	3.8
	Gru	663	1063	64	0.73	-1.6
	<b>Rok</b>	<b>2829</b>	<b>3238</b>	<b>36</b>	<b>0.58</b>	<b>8.3</b>

Źródło: Komisja Europejska - Joint Research Centre <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvreg.php?lang=en&map=europe>

Kolejnym istotnym czynnikiem jest przebieg usłonecznienia rzeczywistego. Jest on określony przez zmiany czynników astronomicznych oraz meteorologicznych. Do pierwszych zaliczamy roczny cykl długości dnia, który zależy od deklinacji Słońca oraz szerokości geograficznej. Długość dnia w grudniu wynosi średnio 8 godzin 8 minut, podczas gdy w czerwcu 16 godzin i 11 minut. Ze względu na fakt, iż na obszarze Podkarpacia szerokość geograficzna zmienia się stosunkowo niewielkim zakresie ( $49 \div 50,7^\circ$ ) różnica długości dnia pomiędzy południowymi i północnymi krańcami województwa jest niewielka i nie przekracza kilkunastu minut. W styczniu długość trwania dnia w południowych rejonach jest około 10 minut większa niż w północnych, podczas gdy różnica ta dla czerwca wynosi około 12 minut tym razem na korzyść północnych rejonów. W związku z tym najważniejszą rolę w zmienności przestrzennej usłonecznienia odgrywają warunki meteorologiczne.

Długość dnia oraz wartości usłonecznienia w kolejnych miesiącach roku przedstawiono w tabeli nr 32. Najwyższe dobowe oraz miesięczne sumy usłonecznienia rzeczywistego występują w czerwcu sięgając 7 godzin i 45 minut (231 godzin miesięcznie). Usłonecznienie względne będące stosunkiem usłonecznienia rzeczywistego do potencjalnego (długości dnia) osiąga wyraźne maksimum w sierpniu. Wielkość ta zależy już tylko od wielkości meteorologicznych wskazuje tym samym na niskie zachmurzenie (wyższą transmisję promieniowania w atmosferze) w tym miesiącu. Przekracza ona w sierpniu 50 % wskazując, że niemal przez połowę dnia promieniowanie bezpośrednie przekracza  $120 \text{ W/m}^2$  (widoczna jest tarcza słoneczna).



Tabela 32. Średnia długość dnia, usłonecznienie względne, dobowe i miesięczne dla obszaru Podkarpacia

Wyszczególnienie	Miesiące					
	I	II	III	IV	V	VI
długość dnia [h]	8,59	10,04	11,83	13,70	15,32	16,18
usłonecznienie względne	0,22	0,25	0,31	0,40	0,49	0,48
usłonecznienie dobowe [h]	1,91	2,55	3,63	5,42	7,44	7,69
usłonecznienie miesięczne [h]	59,3	71,4	112,4	162,5	230,6	230,8
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
długość dnia [h]	15,78	14,36	12,57	10,71	9,04	8,13
usłonecznienie względne	0,47	0,51	0,41	0,33	0,20	0,17
usłonecznienie dobowe [h]	7,36	7,32	5,11	3,52	1,81	1,41
usłonecznienie miesięczne [h]	228,1	226,8	153,2	109,1	54,3	43,6

Źródło: Baza danych OZE województwa podkarpackiego [www.baza-oze.pl](http://www.baza-oze.pl)

Jak pokazują powyższe dane w stosunku do reszty kraju województwo podkarpackie dysponuje stosunkowo dobrymi warunkami solarnymi. Aby jednak wyliczyć możliwą do uzyskania ilość energii trzeba wziąć pod uwagę szereg czynników. Poniżej przedstawiono wyliczenia dla instalacji niezależnej o mocy 1 MW<sub>p</sub> (mocy szczytowej) z ogniw krzemowych monokrystalicznych o średniej sprawności 15% montowanej na terenie o wystawie optymalnej i bez zacielenia. Należy przy tym pamiętać podawana przez producentów paneli fotowoltaicznych sprawność jest jednak sprawnością uzyskiwaną w warunkach standardowych (idealnych), tzn. przy promieniowaniu o natężeniu 1 000 W/m<sup>2</sup> i widmie AM1,5, padającym prostopadle do powierzchni panelu w temperaturze 25 °C. W warunkach rzeczywistych, przy ustawieniu paneli w kierunku południowym pod optymalnym kątem całorocznym sprawność średnioroczna mieści się w przedziale od 55 do 60 % sprawności normatywnej. Dla ogniwa krzemowego monokrystalicznego o sprawności normatywnej 15 % oznacza to sprawność średnioroczną wynoszącą około 9 %. W warunkach Podkarpacia, przy rocznej sumie promieniowania wynoszącej 1 196 kWh/m<sup>2</sup>, oznacza to roczne uzyski energii elektrycznej o wartości około 107 kWh/m<sup>2</sup>. Taki sam uzysk z panelu fotowoltaicznego umieszczonego na południowej elewacji budynku będzie już prawie o 50 % mniejszy i wyniesie około 55 kWh/m<sup>2</sup>. Natomiast umieszczenie paneli fotowoltaicznych na dwuosiowym układzie nadążnym (heliostacie) pozwoliłoby na zwiększenie rocznego uzysku energetycznego o około 50 % do wartości ponad 160 kWh/m<sup>2</sup>.

Oznaczałoby to jednak znacząco wyższe koszty oraz większą ilość terenu niezbędnego do instalacji układów nadążnych. W przypadku paneli fotowoltaicznych o mniejszej sprawności (polikrystaliczne, amorficzne) uzyski te są proporcjonalnie mniejsze. Wyliczenia oparto o bazy danych PVGIS – CMSAF operujących na kilku wieloletnich bazach danych klimatycznych dla wybranego obszaru, co minimalizuje ryzyko wyliczeń związane ze zmiennością wieloletnią. Przyjęto kąt optymalny całoroczny (jak wspomniano wyżej kąty optymalne są różne w zależności od okresu, do którego się odnoszą). Należy zaznaczyć, że wyliczenia robione są dla miasta powiatowego, co może, ale nie musi (z uwagi na zróżnicowanie przestrzenne) odpowiadać innym lokalizacją w danym powiecie. Przyjęto, że lokalizacja miasta powiatowego jest wartością uśrednioną, co niekoniecznie może odpowiadać prawdzie. Ponadto wyliczenia te nie uwzględniają zróżnicowania przestrzennego (wszędzie przyjęto jako domyślną wystawę południową), brak zacienienia oraz nie uwzględniono lokalnych źródeł zanieczyszczenia powietrza, które mogą mieć negatywny wpływ na uzysk energetyczny. Założono też straty na samym systemie na poziomie 14%. W praktyce mogą być one większe, co zależy od sposobu montażu, oraz jakości i formy samej instalacji. W efekcie podane niżej wyniki należy traktować jako wartości szacunkowe, a nie faktyczne. Uzyskanie danych obciążonych mniejszym błędem wymaga przeprowadzenia wyliczeń dla konkretnej lokalizacji z uwzględnieniem wszystkich wymaganych czynników.

Przy wyliczeniach potencjału technicznego częściowo oparto się o dane uwzględnione w „*Delimitacji...*”. W dokumencie tym jednak w zasadzie nie określono potencjału dla energetyki słonecznej wskazano jedynie strefy największej insolacji z uwzględnieniem promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, jak i ich wzajemnego stosunku. Podkreślono także, że warunki lokalne mogą odbiegać od przyjętej średniej. Dla wyliczenia potencjału na potrzeby niniejszego opracowania użyto innych danych – PV GIS, którymi dysponuje Wspólne Centrum Badawcze Wspólnot Europejskich (Joint Research Centre – JRC). Kalkulacje tam dostępne uwzględniają warunki lokalne, specyficzne dla poszczególnych lokalizacji. Za punkt odniesienia w każdym wypadku uznano miasto powiatowe. Nie jest to idealne rozwiązanie, bowiem zróżnicowanie przestrzenne na terenie poszczególnych powiatów oraz powiązane z tym lokalne warunki solarne mogą być różne, niemniej jednak wierniej odwzorowuje sytuację poszczególnych powiatów niż ogólny model. Należy przy tym pamiętać, że choć istnieją różnice pomiędzy poszczególnymi lokalizacjami na terenie województwa to jednak nigdzie nie są one bardzo duże. Przy wyliczeniu potencjału wzięto pod uwagę potencjalnie dostępne tereny oraz ich ewentualne nachylenie (ze względów oczywistych stoki o nachyleniu północnym nie nadają się do instalacji ogniw fotowoltaicznych, a stoki o nachyleniu wschodnim i zachodnim nie są optymalne i instalacja ogniw fotowoltaicznych na nich może być mało racjonalna).

Wyjaśnienia do przyjętych oznaczeń w tabeli nr 33.:

$E_d$  - średnia dzienna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (MWh)

$E_m$  - średnia miesięczna produkcja energii elektrycznej z danego systemu (MWh)

**$H_d$**  - suma średniego nasłonecznienia na metr kwadratowy odbierana przez moduły danego systemu ( $\text{kWh/m}^2$ )

**$H_m$**  - suma średniego nasłonecznienia na metr kwadratowy odbierana przez moduły danego systemu ( $\text{kWh/m}^2$ )

Tabela 33. Obliczenia wskaźników potencjału energii słonecznej w powiatach województwa podkarpackiego

<p>Bieszczadzki</p> <p>Szerokość: 49°25'49" Pn,</p> <p>Długość: 22°35'39" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu:: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
1	1.06	32.9	1.25	38.6
2	1.66	46.5	1.98	55.5
3	2.73	84.5	3.35	104
4	3.52	106	4.54	136
5	3.79	118	5.01	155
6	3.77	113	5.04	151
7	3.63	112	4.90	152
8	3.70	115	4.95	153
9	2.88	86.3	3.73	112
10	2.15	66.7	2.69	83.3
11	1.28	38.4	1.54	46.3
12	0.89	27.7	1.06	33.0
Rok	2.59	78.9	3.34	102

Brzozowski

Szerokość: 49°41'39" Pn,

Długość: 22°1'9" Wsch

Moc nominalna systemu:: 1 MW<sub>p</sub>

Nachylenie modułów: 35 stopni

Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni

Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.03	32.0	1.21	37.4
2	1.53	42.9	1.83	51.3
3	2.87	88.9	3.52	109
4	3.70	111	4.76	143
5	3.98	123	5.28	164
6	3.85	116	5.16	155
7	3.74	116	5.07	157
8	3.82	118	5.13	159
9	2.97	89.2	3.85	116
10	2.18	67.5	2.73	84.6
11	1.23	36.9	1.49	44.6
12	0.89	27.5	1.04	32.4
Rok	2.66	80.8	3.43	104

<p>Dębicki</p> <p>Szerokość: 50°3'5" Pn,</p> <p>Długość: 21°24'42" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu:: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.05	32.5	1.23	38.0
2	1.61	44.9	1.92	53.9
3	2.98	92.5	3.66	113
4	3.80	114	4.88	146
5	4.00	124	5.30	164
6	3.92	118	5.27	158
7	3.76	117	5.11	158
8	3.84	119	5.16	160
9	3.05	91.6	3.96	119
10	2.16	66.9	2.71	83.9
11	1.25	37.6	1.51	45.4
12	0.91	28.2	1.07	33.2
Rok	2.70	82.1	3.49	106

<p>Jarosławski</p> <p>Szerokość: 50°0'58" Pn,</p> <p>Długość: 22°40'39" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu:: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.05	32.5	1.22	37.9
2	1.53	42.9	1.83	51.4
3	2.92	90.6	3.58	111
4	3.91	117	5.03	151
5	4.09	127	5.43	168
6	4.00	120	5.37	161
7	3.80	118	5.16	160
8	3.82	118	5.13	159
9	3.06	91.9	3.97	119
10	2.25	69.8	2.82	87.6
11	1.25	37.6	1.51	45.4
12	0.93	28.9	1.10	34.0
Rok	2.73	82.9	3.52	107

<p>Jasielski</p> <p>Szerokość: 49°44'40" Pn,</p> <p>Długość: 21°28'20" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.03	31.8	1.20	37.2
2	1.62	45.4	1.94	54.3
3	2.96	91.6	3.64	113
4	3.74	112	4.81	144
5	3.96	123	5.25	163
6	3.81	114	5.11	153
7	3.76	116	5.09	158
8	3.82	118	5.13	159
9	3.00	90.0	3.90	117
10	2.17	67.3	2.72	84.4
11	1.27	38.2	1.54	46.1
12	0.96	29.8	1.13	35.1
Rok	2.68	81.5	3.46	105



<p>Kolbuszowski</p> <p>Szerokość: 50°14'39" Pn,</p> <p>Długość: 21°46'34" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu:: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.06	32.8	1.24	38.3
2	1.59	44.6	1.91	53.6
3	3.01	93.3	3.68	114
4	3.86	116	4.95	148
5	4.05	126	5.38	167
6	4.00	120	5.37	161
7	3.83	119	5.20	161
8	3.88	120	5.21	162
9	3.07	92.1	3.98	119
10	2.18	67.6	2.74	84.8
11	1.17	35.2	1.42	42.5
12	0.99	30.8	1.17	36.4
Rok	2.73	83.1	3.53	107

<p>Krośnieński (ziemski i grodzki)</p> <p>Szerokość: 49°40'56" Pn,</p> <p>Długość: 21°45'57" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.01	31.5	1.19	36.8
2	1.57	44.0	1.88	52.7
3	2.91	90.1	3.57	111
4	3.72	112	4.79	144
5	3.97	123	5.27	163
6	3.86	116	5.16	155
7	3.75	116	5.08	157
8	3.82	118	5.13	159
9	2.96	88.7	3.84	115
10	2.19	67.9	2.74	85.0
11	1.23	36.8	1.48	44.5
12	0.93	28.9	1.10	34.0
Rok	2.67	81.1	3.44	105

<p>Leski</p> <p>Szerokość: 49°28'12" Pn,</p> <p>Długość: 22°19'49" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.06	32.8	1.24	38.3
2	1.64	45.8	1.95	54.6
3	2.73	84.6	3.36	104
4	3.49	105	4.51	135
5	3.77	117	4.98	155
6	3.71	111	4.96	149
7	3.57	111	4.83	150
8	3.67	114	4.92	153
9	2.84	85.2	3.69	111
10	2.11	65.6	2.65	82.1
11	1.25	37.4	1.51	45.2
12	0.95	29.5	1.12	34.9
Rok	2.57	78.1	3.32	101

<p>Leżajski</p> <p>Szerokość: 50°15'42" Pn,</p> <p>Długość: 22°25'9" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.04	32.1	1.21	37.5
2	1.55	43.3	1.86	52.0
3	2.94	91.2	3.60	112
4	3.85	115	4.94	148
5	4.09	127	5.43	168
6	4.04	121	5.43	163
7	3.84	119	5.22	162
8	3.86	120	5.19	161
9	3.02	90.5	3.91	117
10	2.19	68.0	2.75	85.3
11	1.18	35.3	1.42	42.6
12	0.93	28.7	1.09	33.9
Rok	2.72	82.6	3.51	107

<p>Lubaczowski</p> <p>Szerokość: 50°9'22" Pn,</p> <p>Długość: 23°7'25" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.00	31.1	1.17	36.3
2	1.53	42.8	1.83	51.2
3	2.91	90.1	3.56	110
4	3.84	115	4.93	148
5	4.13	128	5.48	170
6	4.05	122	5.44	163
7	3.87	120	5.26	163
8	3.88	120	5.21	162
9	3.04	91.3	3.95	118
10	2.20	68.3	2.76	85.6
11	1.20	35.9	1.44	43.3
12	0.88	27.2	1.03	31.9
Rok	2.72	82.6	3.51	107

<p>Łańcucki</p> <p>Szerokość: 50°4'0" Pn,</p> <p>Długość: 22°13'59" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.05	32.5	1.22	37.9
2	1.56	43.6	1.87	52.3
3	2.98	92.5	3.65	113
4	3.84	115	4.93	148
5	4.08	126	5.40	168
6	4.01	120	5.38	161
7	3.84	119	5.20	161
8	3.85	119	5.17	160
9	3.05	91.4	3.95	118
10	2.19	67.8	2.74	85.0
11	1.21	36.4	1.46	43.8
12	0.90	28.0	1.06	32.9
Rok	2.72	82.7	3.51	107

<p>Mielecki</p> <p>Szerokość: 50°17'13" Pn,</p> <p>Długość: 21°25'25" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.05	32.5	1.23	38.0
2	1.62	45.3	1.94	54.4
3	3.07	95.1	3.76	116
4	3.86	116	4.96	149
5	4.06	126	5.39	167
6	4.02	121	5.40	162
7	3.86	120	5.25	163
8	3.89	121	5.23	162
9	3.10	92.9	4.02	121
10	2.18	67.6	2.74	85.0
11	1.21	36.3	1.46	43.8
12	0.96	29.9	1.14	35.2
Rok	2.75	83.5	3.55	108



<p>Nizański</p> <p>Szerokość: 50°31'12" Pn,</p> <p>Długość: 22°8'22" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.04	32.2	1.21	37.6
2	1.61	45.2	1.94	54.2
3	3.00	93.1	3.68	114
4	3.83	115	4.92	148
5	4.05	125	5.39	167
6	4.01	120	5.40	162
7	3.78	117	5.14	159
8	3.86	120	5.20	161
9	3.01	90.2	3.91	117
10	2.18	67.5	2.74	84.9
11	1.14	34.3	1.38	41.5
12	0.89	27.7	1.05	32.5
Rok	2.71	82.3	3.51	107

Przemyski (ziemski i grodzki)

Szerokość: 49°47'1" Pn,

Długość: 22°46'4" Wsch

Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub>

Nachylenie modułów: 36 stopni

Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni

Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.10	34.2	1.29	40.1
2	1.64	45.9	1.96	55.0
3	2.92	90.4	3.58	111
4	3.76	113	4.84	145
5	3.99	124	5.28	164
6	3.91	117	5.23	157
7	3.77	117	5.11	158
8	3.79	117	5.08	158
9	3.04	91.3	3.94	118
10	2.23	69.0	2.79	86.5
11	1.27	38.1	1.53	46.0
12	1.04	32.2	1.24	38.3
Rok	2.71	82.4	3.50	106

<p>Przeworski</p> <p>Szerokość: 50°3'31" Pn,</p> <p>Długość: 22°29'37" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.04	32.3	1.21	37.7
2	1.50	42.1	1.80	50.5
3	2.94	91.3	3.60	112
4	3.88	116	4.98	149
5	4.09	127	5.43	168
6	3.99	120	5.36	161
7	3.85	119	5.22	162
8	3.87	120	5.20	161
9	3.07	92.0	3.97	119
10	2.25	69.8	2.82	87.5
11	1.23	36.8	1.48	44.4
12	0.93	28.7	1.09	33.8
Rok	2.73	82.9	3.52	107

Ropczycko-sędziszowski

Szerokość: 50°3'8" Pn,

Długość: 21°36'31" Wsch

Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub>

Nachylenie modułów: 36 stopni

Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni

Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.02	31.8	1.20	37.1
2	1.59	44.5	1.90	53.3
3	2.98	92.3	3.65	113
4	3.85	116	4.94	148
5	4.04	125	5.36	166
6	3.94	118	5.29	159
7	3.80	118	5.15	160
8	3.85	119	5.16	160
9	3.04	91.2	3.94	118
10	2.19	68.0	2.75	85.3
11	1.25	37.6	1.51	45.3
12	0.93	28.7	1.09	33.9
Rok	2.71	82.5	3.50	107

Rzeszowski (grodzki i ziemski) Szerokość: 50°2'27" Pn, Długość: 21°59'57" Wsch Moc nominalna systemu: 1 MW <sub>p</sub> Nachylenie modułów: 36 stopni Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.07	33.2	1.25	38.7
2	1.57	44.0	1.88	52.7
3	3.00	93.0	3.67	114
4	3.82	115	4.91	147
5	4.04	125	5.36	166
6	3.95	119	5.30	159
7	3.80	118	5.16	160
8	3.85	119	5.17	160
9	3.05	91.5	3.95	119
10	2.20	68.3	2.77	85.7
11	1.22	36.5	1.47	44.0
12	0.93	28.8	1.09	33.9
Rok	2.71	82.6	3.51	107

<p>Sanocki</p> <p>Szerokość: 49°33'18" Pn,</p> <p>Długość: 22°12'21" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.01	31.4	1.18	36.7
2	1.60	44.7	1.91	53.4
3	2.84	88.1	3.50	108
4	3.60	108	4.65	140
5	3.91	121	5.18	161
6	3.81	114	5.10	153
7	3.71	115	5.02	156
8	3.78	117	5.08	157
9	2.93	87.8	3.80	114
10	2.18	67.5	2.73	84.5
11	1.25	37.4	1.51	45.3
12	0.90	27.9	1.07	33.0
Rok	2.63	80.1	3.40	103

<p>Stalowowolski</p> <p>Szerokość: 50°34'57" Pn,</p> <p>Długość: 22°3'12" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.02	31.7	1.19	37.0
2	1.62	45.3	1.94	54.4
3	2.98	92.5	3.66	113
4	3.83	115	4.93	148
5	4.05	126	5.40	167
6	4.03	121	5.41	162
7	3.80	118	5.17	160
8	3.86	120	5.20	161
9	3.01	90.3	3.91	117
10	2.19	67.9	2.75	85.3
11	1.14	34.3	1.38	41.4
12	0.98	30.4	1.16	35.9
Rok	2.72	82.6	3.52	107



<p>Strzyżowski</p> <p>Szerokość: 49°52'13" Pn,</p> <p>Długość: 21°47'37" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 35 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.04	32.1	1.21	37.6
2	1.58	44.3	1.89	53.0
3	2.87	88.9	3.51	109
4	3.69	111	4.75	142
5	3.92	122	5.20	161
6	3.80	114	5.10	153
7	3.70	115	5.02	155
8	3.73	116	5.01	155
9	2.95	88.5	3.83	115
10	2.14	66.2	2.68	83.1
11	1.20	36.0	1.45	43.4
12	0.91	28.2	1.07	33.2
Rok	2.63	80.1	3.40	103

<p>Tarnobrzeski (ziemski i grodzki)</p> <p>Szerokość: 50°34'22" Pn,</p> <p>Długość: 21°40'44" Wsch</p> <p>Moc nominalna systemu: 1 MW<sub>p</sub></p> <p>Nachylenie modułów: 36 stopni</p> <p>Orientacja (azymut) modułów: 0 stopni</p>				
Miesiąc	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
1	1.01	31.4	1.18	36.7
2	1.63	45.7	1.96	54.8
3	3.05	94.7	3.74	116
4	3.85	116	4.95	149
5	4.14	128	5.51	171
6	4.06	122	5.46	164
7	3.84	119	5.22	162
8	3.89	121	5.24	163
9	3.09	92.6	4.01	120
10	2.18	67.7	2.75	85.1
11	1.16	34.8	1.40	42.0
12	0.98	30.5	1.16	35.9
Rok	2.75	83.6	3.56	108

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Wspólnego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej PVGIS-CMSAF  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Aby wyliczyć potencjał techniczny energii elektrycznej produkowanej na farmach fotowoltaicznych z energii promieniowania słonecznego przyjęto założenie, że farmy te mogą być posadowione na terenach nieużytkowanych pod produkcję rolną. Uwzględniono jednak łąki i grunty ugorowane, których część może być brana pod uwagę jako potencjalne lokalizacje farm fotowoltaicznych. Ich areal w rozbiciu na poszczególne powiaty wygląda następująco:

Tabela 34. Powierzchnia pozostałych gruntów i nieużytków w powiatach województwa podkarpackiego.

Jednostka terytorialna	Pozostałe grunty i nieużytki [ha]
Województwo podkarpackie	72 628,54
Powiat bieszczadzki	3 203,01
Powiat brzozowski	2 868,80
Powiat dębicki	4 356,42
Powiat jarosławski	3 777,55
Powiat jasielski	4 170,83
Powiat kolbuszowski	2 817,89
Powiat krośnieński	4 265,64
Powiat leski	1 821,76
Powiat leżajski	2 470,17
Powiat lubaczowski	2 747,15
Powiat łańcucki	4 501,67
Powiat m. Krosno	366,19
Powiat m. Przemyśl	301,34
Powiat m. Rzeszów	1 983,66
Powiat m. Tarnobrzeg	411,50
Powiat mielecki	4 102,47
Powiat niżański	2 598,37

Jednostka terytorialna	Pozostałe grunty i nieużytki [ha]
Powiat przemyski	3 944,01
Powiat przeworski	2 781,22
Powiat ropczycko-sędziszowski	2 224,68
Powiat rzeszowski	5 450,68
Powiat sanocki	3 702,32
Powiat stalowowolski	2 465,24
Powiat strzyżowski	2 939,80
Powiat tarnobrzeski	2 356,19

Źródło: GUS, Bank Danych Lokalnych, dane z Narodowego Spisu Rolnego 2010.

Aby wyliczyć potencjał techniczny dla farm fotowoltaicznych oprócz wielkości obszarów należy uwzględnić nie tylko samą powierzchnię terenów, na których mogą być ulokowane, ale jeszcze inne czynniki takie jak:

- Wielkość gospodarstwa. Działki rolne na Podkarpaciu są bardzo niewielkie, stąd niewiele z nich da się wykorzystać na większe (tj. od 1 MW<sub>p</sub> mocy wzwyż) instalacje, wymagające powierzchni kilku hektarów. Przyjęto, że jedynie 10% arealu spełnia kryteria powierzchniowe dla lokalizacji farm fotowoltaicznych.
- Nachylenie stoków. Województwo należy do dosyć pofałdowanych, natomiast najkorzystniejsza wystawa to południowa. Na możliwości uzyskania energii wpływa, także zacienienie, co w warunkach podkarpackich dodatkowo obniża ilość terenu dostępnego pod inwestycje. Przyjęto, że jest to 25% obszaru dostępnego po spełnieniu kryterium wielkościowego.
- Dostępność do sieci elektroenergetycznej. W przeciwieństwie do energetyki wiatrowej w energetyce słonecznej czynnik ten nie ma aż tak istotnego znaczenia, przede wszystkim ze względu na znacznie mniejsze moce. Jednak w terenie o mniejszej dostępności sieci sn i nn podłączenie farmy może się okazać nieopłacalne finansowo, ze względu na konieczność budowy sieci przez inwestora we własnym zakresie. Przyjęto, że spośród lokalizacji spełniających powyżej podane kryteria 85% będzie miało dogodne warunki przyłączenia do sieci.

- Ograniczenia wynikające z uwarunkowań środowiskowych (formy ochrony przyrody). Farm fotowoltaicznych nie będzie można lokować na obszarach parków narodowych, rezerwatów przyrody.

Ponieważ powierzchnię pod farmę fotowoltaiczną trudno jest wyliczyć dokładnie ze względu na wskazane uwarunkowania (zacienienie, orientację, nachylenie stoku, kąt nachylenia ogniw, rodzaj użytych ogniw itp.), przyjęto, że na 1 MW mocy zainstalowanej potrzebne jest 2,1 ha. Jest to wartość stosunkowo typowa, ale konkretne lokalizacje mogą się różnić.

Analizując potencjał techniczny energetyki słonecznej zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyka wystąpienia konfliktów społeczno-środowiskowych, które mogą wystąpić na etapie realizacji inwestycji (farm fotowoltaicznych). W wyniku ustaleń z zespołem zajmującym się nadzorem nad przygotowaniem Programu z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego ustalono obszary, na których występują ryzyka konfliktów społeczno – środowiskowych.

Szczegółowe informacje odnośnie klasyfikacji ryzyk wraz z ich graficzną prezentacją zamieszczono w *Programie*.

## Wyniki obliczeń potencjału technicznego

Tabela 35. Potencjał techniczny farm fotowoltaicznych na Podkarpaciu.

Jednostka terytorialna	Moc zainstalowana (MW <sub>p</sub> )	Ilość wyprodukowanej w ciągu roku energii (GWh)
Województwo podkarpackie	691,70	678,64
Powiat bieszczadzki	30,50	28,88
Powiat brzozowski	27,32	26,49
Powiat dębicki	41,49	40,88
Powiat jarosławski	35,98	35,79
Powiat jasielski	39,72	38,85
Powiat kolbuszowski	26,84	26,76
Powiat krośnieński	40,63	38,07

Powiat leski	17,35	16,26
Powiat leżajski	23,53	23,32
Powiat lubaczowski	26,16	25,93
Powiat łańcucki	42,87	42,55
Powiat m. Krosno	3,49	3,27
Powiat m. Przemyśl	2,87	2,84
Powiat m. Rzeszów	18,89	18,73
Powiat m. Tarnobrzeg	3,92	3,93
Powiat mielecki	39,07	39,15
Powiat niżański	24,75	24,44
Powiat przemyski	37,56	37,14
Powiat przeworski	26,49	26,35
<b>Jednostka terytorialna</b>	<b>Moc zainstalowana (MW<sub>p</sub>)</b>	<b>Ilość wyprodukowanej w ciągu roku energii (GWh)</b>
Powiat ropczycko-sędziszowski	21,19	20,98
Powiat rzeszowski	51,91	51,45
Powiat sanocki	35,26	33,89
Powiat stalowowolski	23,48	23,27
Powiat strzyżowski	28,00	26,91
Powiat tarnobrzeczki	22,44	22,51

Źródło: opracowanie własne

## 6.4. Potencjał wykorzystania biomasy

Określenie możliwości pozyskania biomasy z obszaru województwa umożliwia prognozowanie rozwoju sektora elektroenergetycznego i ciepłownictwa w oparciu o odnawialne źródła energii. Obecne i potencjalne kierunki dostaw biomasy na cele energetyczne mogą być realizowane z leśnictwa, rolnictwa, przetwórstwa drewna, przemysłu rolno-spożywczego, odpadów komunalnych i oczyszczalni ścieków.

### Biomasa pochodzenia leśnego

#### *Wprowadzenie*

Biomasa leśna może pochodzić z bezpośrednich dostaw z leśnictwa oraz z pośrednich dostaw z przemysłu przetwórstwa drewna. Bezpośrednie dostawy biomasy drzewnej z lasów i innych zalesionych gruntów na potrzeby wytwarzania energii. Tradycyjnie od stuleci biomasa pochodzenia leśnego jest najważniejszym paliwem wśród paliw odnawialnych wykorzystywanych do wytwarzania ciepła w gospodarstwach indywidualnych. Obecnie na cele energetyczne przeznaczana jest przede wszystkim ta biomasa leśna, która nie może być wykorzystywana w przemyśle drzewnym. Należy się spodziewać, że wraz ze wzrostem ceny drewna będzie rósł poziom opłacalności jego pozyskania i wywozu oraz stopień mechanizacji tego procesu, co w konsekwencji może przyczynić się do wzrostu podaży biomasy na cele energetyczne o tę biomasę, która ze względów ekonomicznych dotychczas nie jest pozyskiwana.

#### *Metodyka obliczenia potencjału*

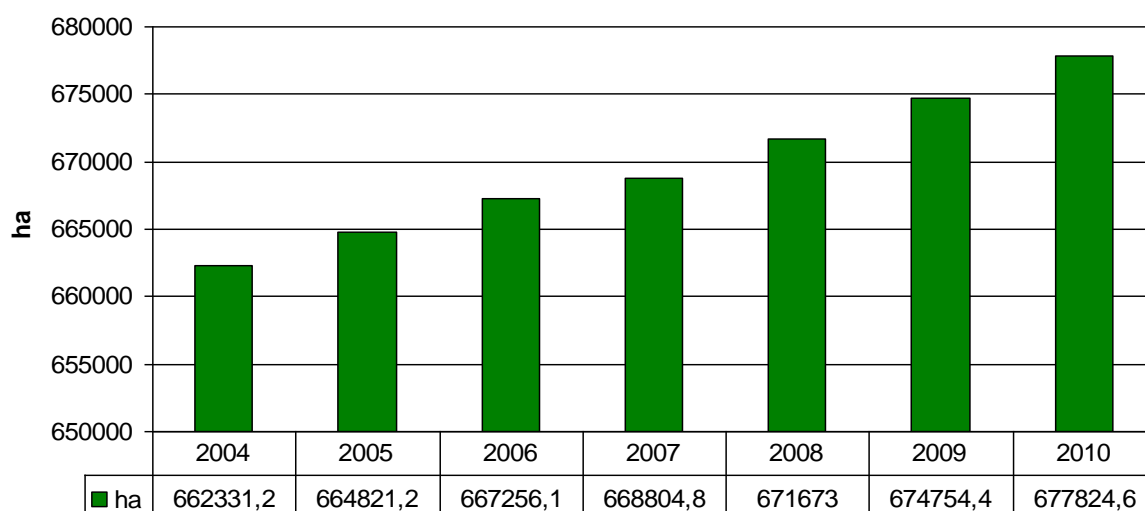
Na cele energetyczne obecnie wykorzystywane są następujące sortymenty drewna:

- drewno średniowymiarowe,
- papierówka S2,
- drewno opałowe S4,
- drewno mało wymiarowe: M1, M2,
- pozostałości zrębowe.

Pozyskiwanie papierówki i drewna średniowymiarowego na cele energetyczne budzi wątpliwości, ale aktualnie ma to miejsce z uwagi na bardzo duży popyt. Potencjalne zasoby drewna średniowymiarowego wynikają z etatu cięć oraz struktury jakościowo-wymiarowej osiąganey podczas pozyskania drewna. W trakcie procesu pozyskania drewna (grubizny) mamy do czynienia z powstawaniem tzw. odpadów zrębowych, które mogą być przeznaczone także na surowiec

energetyczny. Na odpady zrębowe składają się głównie cieńsze gałęzie łącznie z igliwem oraz karpy zawierające znaczące ilości zanieczyszczeń.

Zgodnie z Krajowym Programem Zwiększenia Lesistości, na terenie województwa podkarpackiego w latach 2001 – 2020 planuje się zalesić ok. 35 591 ha gruntów rolnych. Działania te sprawiają, że dodatkowo zwiększy się ilość biomasy leśnej, którą będzie można wykorzystać w energetyce odnawialnej.



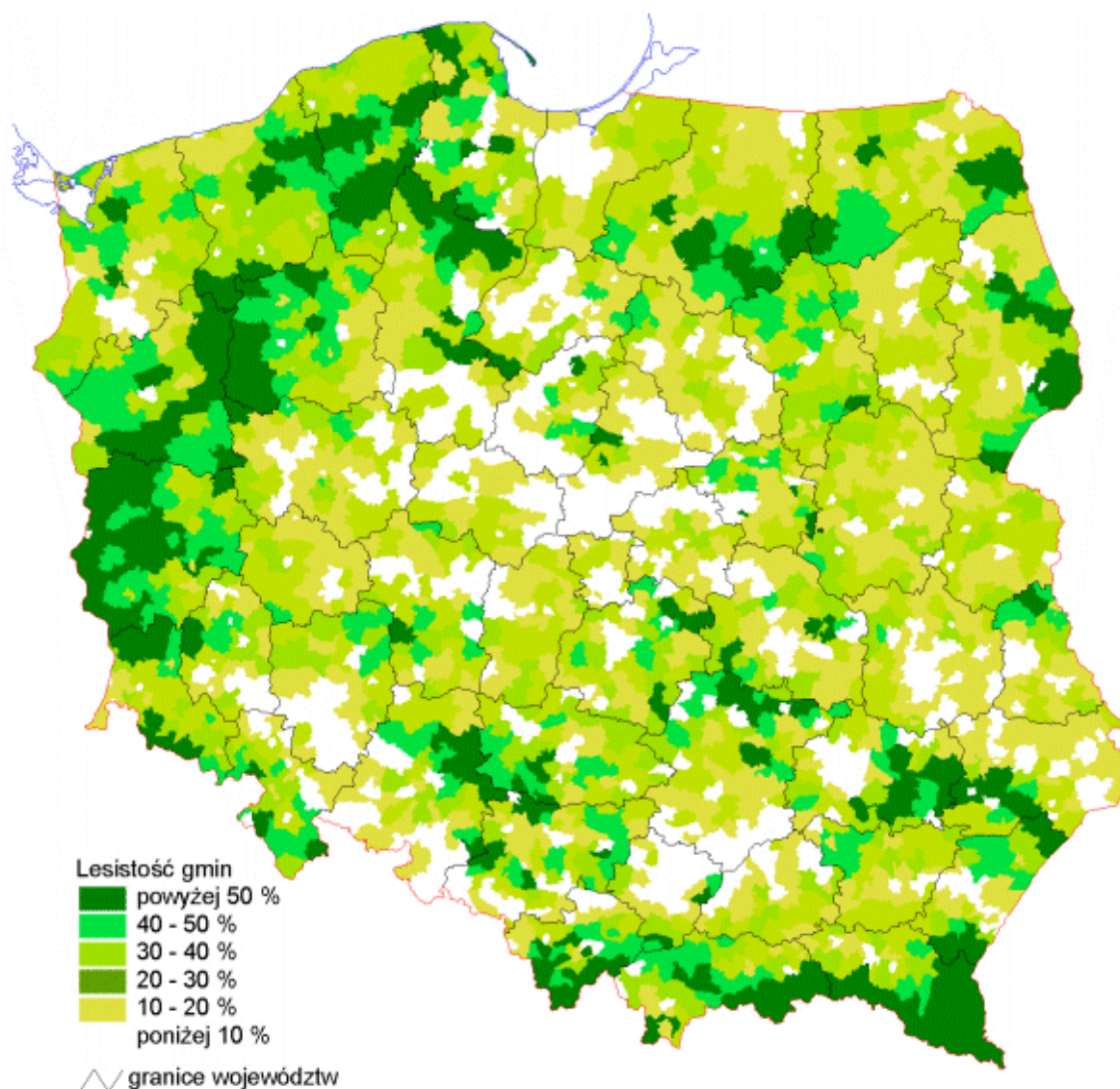
Rysunek 28. Powierzchnia leśna na terenie województwa. (Źródło: Leśnictwo 2010, GUS)

Powierzchnia lasów jest jednym ze wskaźników charakteryzujących wielkość oraz stopień zagęszczenia kompleksów leśnych. Do najważniejszych wskaźników przy ocenie potencjału drewna jako surowca energetycznego należy, poza lesistością, wielkość pozyskania drewna z uwzględnieniem jego rodzajów czyli sortymentów. Jako obszar pozyskania surowca powinny być wzięte lasy będące w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe. Lasy (PGL LP) prywatne nie mają istotnego znaczenia. Wynika to z kilku czynników:

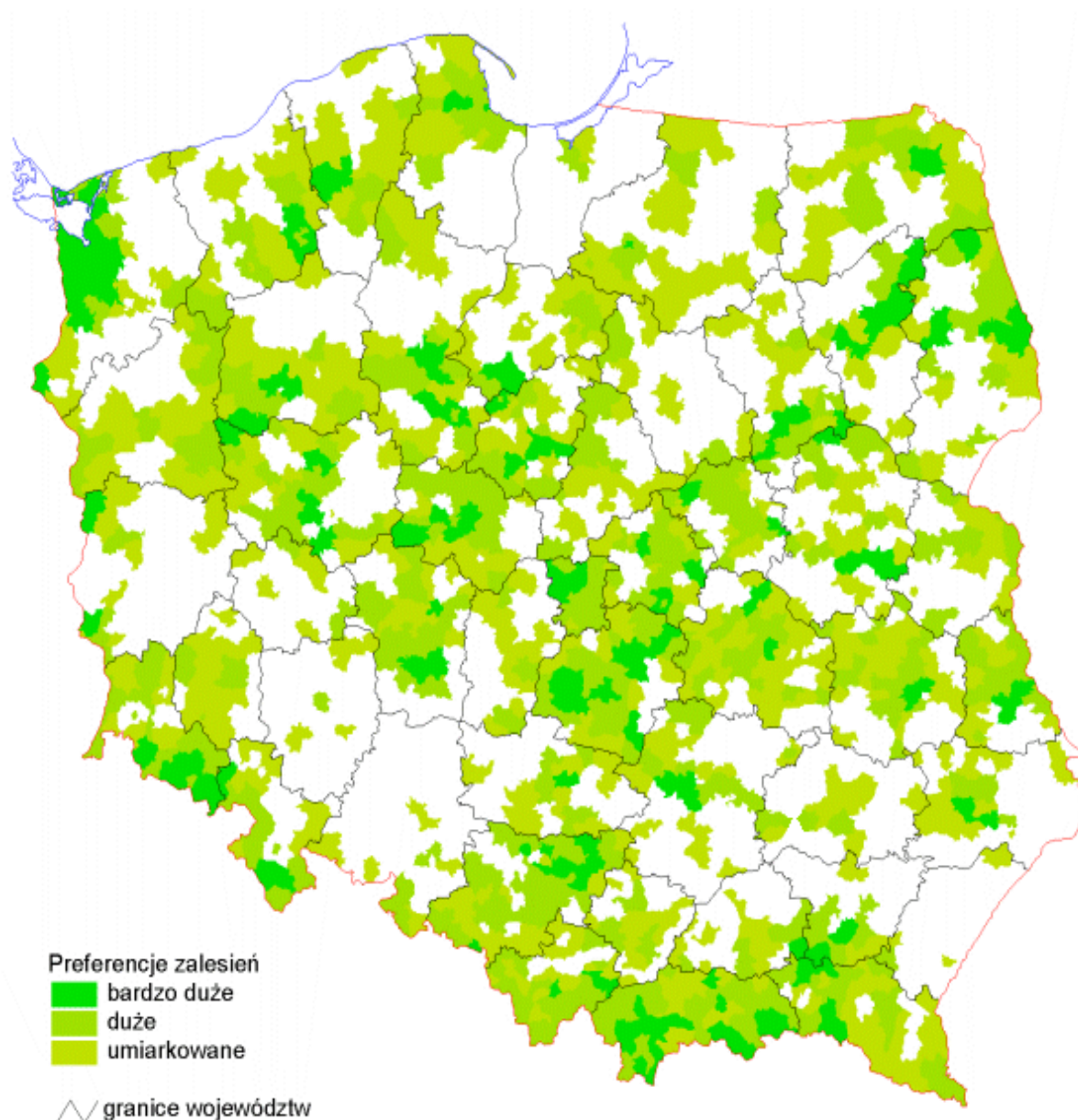
- udział lasów prywatnych jest niewielki w ich strukturze własnościowej,
- lasy prywatne to najczęściej nieduże, rozproszone kompleksy, co może powodować problemy logistyczno-organizacyjne w dostawie surowca energetycznego,
- poziom gospodarki leśnej prowadzonej w lasach prywatnych jest niższy, dlatego ilość i jakość surowca jaka może być pozyskana jest niższa w porównaniu do drewna oferowanego przez PGL LP.



Rozmieszczenie lasów ogółem i według kategorii własności jest nierównomierne na terenie kraju. Teren województwa podkarpackiego charakteryzuje się stosunkowo dużą lesistością (36%), znacznie wyższą niż w całym kraju (29%). Gospodarka leśna prowadzona jest przede wszystkim przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Krośnie, skąd pochodzi około 91% surowca.



Rysunek 29. Lesistość Polski w układzie gmin (Źródło: ZBiSiP IBL)



Rysunek 30. Preferencje zalesień przyjęte w „Krajowym programie zwiększenia lesistości” (Źródło: ZBiSIP IBL).

W tabeli nr 36. zamieszczono informacje dotyczące planów pozyskania drewna w województwie podkarpackim wg nadleśnictw na podstawie terenowych szacunków brakarskich w m<sup>3</sup>, które uzyskano w Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych lub bezpośrednio w nadleśnictwach. Około 1,5% pozyskiwanego drewna pochodzi z parków narodowych.

Tabela 36. Plan pozyskania drewna w województwie podkarpackim na podstawie terenowych szacunków brakarskich w m<sup>3</sup>.

Nadleśnictwo	Drewno ogółem	Grubizna ogółem	Grubizna iglasta	Grubizna liściasta	W	S	M
	W+S+M	W+S	W+S	W+S	igl,+liśc,	igl,+liśc,	igl,+liśc,
RDLP KROSNO							
Baligród	60 300	60 000	16 001	43 999	22 179	37 822	300
Bircza	94 883	94 533	48 175	46 358	52 710	41 823	350
Brzegi Dolne	71 602	71 600	30 402	41 198	31 568	40 032	2
Brzozów	76 200	74 900	24176	50 724	34 373	40527	1 300
Cisna	39 300	39 300	5217	34 084	11 762	27 538	0
Dukla	65 000	63 200	22 386	40 814	27 951	35 249	1 800
Dynów	44 500	43 400	14192	29 208	26 866	16 534	1 100
Głogów	39 274	37 600	25 980	11 620	22 608	14 992	1 674
Kańczuga	54 400	51 900	16 855	35 045	31 099	20 802	2 500
Kolbuszowa	32 736	31300	19 550	11 750	17 191	14 109	1436
Komańcza	86 700	86 200	25 544	60 657	33270	52 930	500
Krasiczyn	64 200	63 000	12 985	50 015	27 373	35 628	1 200
Lesko	70 000	69 000	31 534	37 466	40 761	28 239	1 000
Leżajsk	58 800	56 000	37 478	18 522	27 108	28 892	2 800
Lutowiska	86 007	86 000	29 356	56 645	38 090	47 910	6
Mielec	33 661	32 095	28 372	3 723	18 359	13 736	1 566
Narol	47 200	46 000	39 690	6 310	31 433	14 567	1 200
Oleszyce	36 801	35 301	18 264	17 037	22 444	12 857	1 500
Rymanów	80 045	79 465	24 717	54 748	25 472	53 993	580
Sieniawa	66 500	64 300	34 396	29 904	40 536	23 764	2 200

Nadleśnictwo	Drewno ogółem	Grubizna ogółem	Grubizna iglasta	Grubizna liściasta	W	S	M
	W+S+M	W+S	W+S	W+S	igl,+liśc,	igl,+liśc,	igl,+liśc,
Strzyżów	62 100	60 500	19 807	40 693	33 337	27 163	1 600
Stuposiany	48 000	48 000	18 136	29 864	19 306	28 694	0
Tuszyma	48 410	46 400	41 018	5 382	29 431	16 969	2 010
Wetlina	24 730	24 200	3 685	20 515	8 350	15 850	530
Lubaczów	58 000	55 000	27 574	27 427	32 231	22 770	3 000
Radymno	65 745	63 080	35 398	27 682	28 067	35 013	2 665
<b>RAZEM RDLP KROSNO</b>	<b>1 515 093</b>	<b>1 482 274</b>	<b>650 888</b>	<b>831 386</b>	<b>733 873</b>	<b>748 401</b>	<b>32 819</b>
RDLP LUBLIN							
Nowa Dęba	68 760	65 870	50 300	15 570	27 420	38 450	2 890
Rudnik	69 261	66 440	52 078	14 363	32 487	33 954	2 821
Rozwadow	69 761	67 010	53 855	13 155	37 553	29 457	2 751
<b>RAZEM RDLP LUBLIN</b>	<b>20 7782</b>	<b>19 9320</b>	<b>156 233</b>	<b>43 088</b>	<b>97 460</b>	<b>101 861</b>	<b>8 462</b>
RDLP KRAKÓW							
Dębica	63 881	60 000	25 446	34 554	34 005	25 996	2 463
<b>RAZEM RDLP KRAKÓW</b>	<b>63 881</b>	<b>60 000</b>	<b>25 446</b>	<b>34 554</b>	<b>34 005</b>	<b>25 996</b>	<b>2 463</b>
<b>RAZEM WOJ. PODKAR.</b>	<b>1 786 755</b>	<b>1 741 594</b>	<b>832 566</b>	<b>909 028</b>	<b>865 337</b>	<b>876 257</b>	<b>43 744</b>

Źródło: Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych w Krośnie, Lublinie i Krakowie.

Pod względem organizacyjno – terytorialnym, lasy znajdujące się w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGL LP) podzielone są na Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych, a te z kolei dzielą się na Nadleśnictwa, w skład których wchodzi leśnictwa. Zgodnie z organizacją oraz podziałem zadań w ramach Państwowego Gospodarstwa Rolnego Lasy Państwowe, jednostkami zajmującymi się pozyskaniem oraz sprzedażą drewna są Nadleśnictwa. Podstawowym dokumentem zawierającym informacje na temat rozmiaru rocznego pozyskania drewna oraz rozplanowania czasu i lokalizacji prowadzenia poszczególnych cięć jest Plan Urządzania Lasu, który sporządzany jest dla każdego nadleśnictwa raz na 10 lat. Ograniczeniem wielkości pozyskania drewna jest zasada trwałego i zrównoważonego rozwoju mówiąca, że maksymalna wielkość pozyskania nie powinna przekroczyć wielkości etatu. Jest ona uzasadniona koniecznością utrzymania ciągłości produkcji surowca drzewnego oraz względami środowiskowymi. W tabeli nr 37. przedstawiono szacunkową podaż drewna na cele energetyczne w latach 2008 – 2013 w województwie podkarpackim.

Tabela 37. Podaż drewna na cele energetyczne w latach 2008 – 2013.

RDLP	Realna podaż drewna mało- i średniowymiarowego [w tys. m <sup>3</sup> ]						
	1995 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r.*
Krosno	529,1	874,8	903,9	932,5	960,9	989,0	1016,9
Zapotrzebowanie na drewno mało- i średniowymiarowe [w tys. m <sup>3</sup> ]							
	1995 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r.*
Krosno	513,5	848,9	877,1	904,9	932,4	959,7	986,8
Podaż drewna na cele energetyczne [w tys. m <sup>3</sup> ]							
	1995 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r.*
Krosno	15,7	25,9	26,8	27,6	28,4	29,3	30,1
Podaż drewna na cele energetyczne [GJ]							
	1995 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r.*
Krosno	55,0	90,7	93,8	96,6	99,4	102,6	105,4

\* szacunek

Źródło: Obliczenia własne



Biomasa leśna stanowiąca obecnie pokaźny składnik w ogólnym bilansie biomasy ma być w perspektywie najbliższych lat stopniowo wycofywana z wykorzystania na cele energetyczne. Jej miejsce zajmie biomasa pochodząca z rolnictwa.

W tabeli nr 38. przedstawiono pozyskanie drewna w układzie powiatowym, należy przy tym nadmienić, iż taka statystyka w Polsce nie jest prowadzona, a dane zawarte w poniższej tabeli są szacunkowe. Podstawą ich obliczeń stanowiły informacje o wielkości pozyskania drewna w województwie oraz powierzchnia lasów w powiatach. Wg szacunków autora najwięcej drewna pozyskiwano w powiatach: bieszczadzkim, sanockim, lubaczowskim, leskim, przemyskim i stalowowolskim.

Tabela 38. Pozyskanie drewna (grubizny) wg form własności w woj. podkarpackim w tys. m<sup>3</sup>.

Wyszczególnienie	Grubizna ogółem	PGL Lasy Państwowe	Parki narodowe	Lasy prywatne	
				grubizna ogółem	drewno opałowe
<b>Woj. podkarpackie</b>	<b>1 825,6</b>	<b>1 668,2</b>	<b>22,9</b>	<b>80,8</b>	<b>17,4</b>
Powiat dębicki	53,3	39,16	-	6,19	1,3
Powiat kolbuszowski	73,7	66,71	-	5,29	1,1
Powiat leżajski	49,6	38,70	-	3,83	0,8
Powiat łańcucki	25,6	23,07	-	1,91	0,4
Powiat mielecki	54,5	52,52	-	3,22	0,7
Powiat niżański	90,2	71,45	-	9,22	2,0
Powiat ropczyko-sędziszowski	36,5	23,01	-	5,26	1,1
Powiat rzeszowski	71,6	63,55	-	5,56	1,2
Powiat stalowowolski	118,1	115,55	-	6,06	1,3
Powiat tarnobrzeski	46,3	49,86	-	0,79	0,2
Powiat m. Rzeszów	0,0	0,00	-	0,00	0,0
Powiat m. Tarnobrzeg	1,7	0,99	-	0,13	0,0
Powiat bieszczadzki	219,4	196,69	11,36	1,86	0,4

Wyszczególnienie	Grubizna ogółem	PGL Lasy Państwowe	Parki narodowe	Lasy prywatne	
				grubizna ogółem	drewno opalowe
Powiat brzozowski	42,3	35,88	-	3,25	0,7
Powiat jarosławski	62,1	67,42	-	0,85	0,2
Powiat jasielski	84,1	21,93	7,99	5,95	1,3
Powiat krośnieński	91,0	87,81	0,57	3,71	0,8
Powiat lubaczowski	167,7	169,59	-	3,12	0,7
Powiat przemyski	129,8	138,14	-	2,85	0,6
Powiat przeworski	43,6	43,41	-	1,13	0,2
Powiat sanocki	171,2	183,52	-	3,04	0,7
Powiat strzyżowski	36,9	19,71	-	6,03	1,3
Powiat leski	155,9	159,25	2,99	1,49	0,3
Powiat m. Krosno	0,1	0,00	-	0,02	0,0
Powiat m. Przemyśl	0,4	0,27	-	0,03	0,0

Źródło: Obliczenia własne

Wartość energetyczna drewna zależy od gęstości drewna (waga jednego m<sup>3</sup> drewna) oraz od jego wilgotność. Czynniki te zależne są od gatunku drewna oraz jego sezonowania.

Tabela 39. Gęstość drewna w zależności od gatunku

Gatunki drewna	Gęstość drewna świeżo ściętego [kg/m <sup>3</sup> ]	Gęstość drewna całkowicie suchego [kg/m <sup>3</sup> ]
DRZEWA IGLASTE		
sosna	700	480
modrzew	760	600

Gatunki drewna	Gęstość drewna świeżo ściętego [kg/m <sup>3</sup> ]	Gęstość drewna całkowicie suchego [kg/m <sup>3</sup> ]
świerk	740	430
jodła	1 000	450
DRZEWA LIŚCIASTE		
dąb	1 080	710
wiąz	950	680
jesion	920	750
buk	990	730
grab	1 080	830
olcha	690	530
brzoza	650	650
klon	870	660
lipa	730	530

Źródło: <http://www.komdrew.pl>

Tabela 40. Wilgotność drewna w zależności od sezonowania.

STAN DREWNA	ZAWARTOŚĆ WODY (w) [%]	WARTOŚĆ OPAŁOWA (W <sub>u</sub> ) [MJ/kg]
Świeżo ścięte	50-60	7,2
Skladowane przez 1 lato	25-35	12,2
Skladowane kilka lat	15-25	14,4

Źródło: <http://www.komdrew.pl>



Na potrzeby obliczeń potencjału biomasy leśnej przyjęto mix gatunków występujących w lasach województwa podkarpackiego oraz założono, że na cele energetyczne drewno jest sezonowane przez jeden rok.

Z uwagi na bardzo duży popyt na drewno ze strony przemysłu płytowego oraz społeczności lokalnych (drewno opałowe), w poniższym opracowaniu przyjęto założenie, że tylko połowa potencjału teoretycznego może zostać przeznaczona na cele energetyczne (potencjał techniczny).

## Wyniki obliczeń potencjału technicznego

Tabela 41. Pozyskanie oraz potencjał teoretyczny i techniczny drewna na cele energetyczne w woj. podkarpackim w układzie powiatowym.

Powiat	Drewno średniowymiarowe	Drewno małowymiarowe	Pozostałości zrębowe	Potencjał drewna na cele energetyczne				
				teoretyczny		techniczny		
				Mg	GJ	Mg	GJ	MWh
<b>WOJ. PODKAR.</b>	<b>481 940,25</b>	<b>24 059,75</b>	<b>191 575,45</b>	<b>436 988,00</b>	<b>3495 903,00</b>	<b>22 2288,00</b>	<b>264 1538,00</b>	<b>88 735,17</b>
bieszczadzki	57 716,45	2 881,45	22 942,70	53 241,10	425 928,80	26 620,55	319 446,60	88 735,20
brzozowski	11 075,9	552,75	4 402,75	10 217,35	81 738,80	5 108,95	61 307,40	17 029,80
dębicki	14 048,65	701,25	5 584,70	12 959,65	103 677,20	6 479,55	51 836,40	14 399,00
jarosławski	16 391,65	818,40	6 515,85	15 120,60	120 964,80	7 560,30	90 723,60	25 201,00
jasielski	22 113,3	1 103,85	8 790,10	20 398,95	163 191,60	10 199,20	122 390,40	33 997,30
kolbuszowski	19 463,95	971,85	7 736,85	10 367,72	82 941,76	8 977,65	107 731,8,0	29 925,50
krośnieński	24 039,95	1 200,10	9 556,25	22 176,00	177 408,00	11 088,00	133 056,00	36 960,00
leski	41 020,65	2 047,65	16 305,85	37 840,55	302 724,4	18 920,00	227 040,00	63 066,70
leżajski	13 249,5	661,65	5 266,80	12 222,10	97 776,8	6 111,05	73 332,60	20 370,20
lubaczowski	45 062,6	2 249,5	17 912,95	41569,00	33 2552	20 784,50	249 414,00	69 281,70
łańcucki	6 746,85	336,6	2 681,80	6 223,80	49 790,4	3 111,90	37 342,80	10 373,00
m. Krosno	18,7	1,1	7,15	17,05	136,40	8,80	105,60	29,30

Powiat	Drewno średniowymiarowe	Drewno małowymiarowe	Pozostałości zrębowe	Potencjał drewna na cele energetyczne				
				teoretyczny		techniczny		
				Mg	GJ	Mg	GJ	MWh
m. Przemyśl	118,25	6,05	47,30	109,45	875,60	54,45	653,40	181,50
m. Rzeszów	161,15	8,25	64,35	148,50	1 188,00	74,25	891,00	247,50
m. Tarnobrzeg	447,15	22,55	177,65	412,50	3 300,00	206,25	2 475,00	687,50
mielecki	14 236,75	710,6	5 659,50	13 132,90	105 063,20	6 566,45	78 797,40	21 888,20
niżański	23 592,8	1 177,55	9 378,60	21 763,50	174 108,00	10 881,75	130 581,00	36 272,50
przemyski	34 304,6	1712,7	13 636,15	31 644,80	253 158,40	15 822,40	189 868,80	52 741,30
przeworski	11 471,35	572,55	4 560,05	10 582,00	84 656,00	5 291,00	63 492,00	17 636,70
ropczycko-sędziszowski	9 660,2	482,35	3 840,10	8 911,10	71 288,80	4 455,55	53 466,60	14 851,80
rzeszowski	18 803,4	938,85	7 474,50	17 345,90	138 767,20	8 672,95	104 075,40	28 909,80
sanocki	45 021,9	2 247,3	17 896,45	41 531,60	332 252,80	20 765,80	249 189,60	69 219,30
stalowowolski	31 049,7	1 549,9	12 342,55	28 642,35	229 138,80	14 321,45	171 857,40	47 738,20
strzyżowski	9 591,45	479,05	3 812,60	8 847,85	70 782,80	4 424,20	53 090,40	14 747,30
tarnobrzegi	1 2533,4	625,9	4 981,90	11 561,55	92 492,40	5 781,05	69 372,60	19 270,20

Źródło: Obliczenia własne na podstawie Bazy danych OZE województwa podkarpackiego, [www.baa-oze.pl](http://www.baa-oze.pl)

Analizując potencjał techniczny pozyskania drewna zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyka konfliktów społeczno – środowiskowych. W wyniku ustaleń z Zespołem Koordynującym ds. opracowania *Programu* z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego, ustalono obszary, na których występują ryzyka konfliktów społeczno – środowiskowych.

Szczegółowe informacje odnośnie uwarunkowań społeczno- środowiskowych zamieszczone zostały w *Programie*.

## **Biomasa pochodzenia rolniczego**

### ***Wprowadzenie***

„*Sektorowa Strategia Bezpieczeństwa w działach administracji rządowej rolnictwo, rozwój wsi, rynki rolne i rybołówstwo z 2008 r.*<sup>17</sup>”, wyznacza długookresowe cele i zadania służące realizacji celu nadrzędnego, jakim jest bezpieczeństwo narodowe w tak istotnej dziedzinie jak bezpieczeństwo żywnościowe. Zgodnie z celem strategii należy dążyć do utrzymania produkcji rolnej, przetwórstwa i zdolności dystrybucji na poziomie zapewniającym zaopatrzenie społeczeństwa, w co najmniej, podstawowe artykuły rolno – spożywcze (produkty mięsne, mleczarskie, zbożowe i cukier).

Według „*Małej Encyklopedii Rolniczej*” słoma to „dojrzałe lub wysuszone żdźbła roślin zbożowych; określenia tego używa się również w stosunku do wysuszonych łodyg roślin strączkowych, lnu, rzepaku”. Podstawowym składnikiem słomy jest włókno surowe i związki bezazotowe wyciągowe. Ponadto charakteryzuje się wysoką zawartością suchej masy (około 85%), zdolnością do chłonięcia wody i gazów. Te czynniki przez wiele lat decydowały o kierunkach jej wykorzystania.

---

<sup>17</sup> W oparciu o przepisy ustawy z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej (Dz. U. z 2007 r. Nr 65, poz.437 z późn. zm.), zarządzenia Nr 141 Prezesa Rady Ministrów z dnia 20 grudnia 2007 r. w sprawie nadania statutu Ministerstwu Rolnictwa i Rozwoju Wsi (M.P. Nr 97, poz. 1074) oraz Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej.

Tabela 42. Przeciętna zawartość suchej masy (s.m.) i podstawowych makroskładników w słomie wybranych gatunków roślin uprawnych.

Roślina	Zawartość w % ( $Z_1$ )						
	s.m.	Azot (N)	Fosfor ( $P_2O_5$ )	Potas ( $K_2O$ )	Magnez (MgO)	Wapń (CaO)	Siarka (S)
Pszenica	86	0,7	0,2	1,4	0,3	0,4	0,2
Żyto	86	0,5	0,2	1,2	0,1	0,3	0,2
Pszenżyto	86	0,6	0,2	1,5	0,2	0,4	0,2
Jęczmień	86	0,6	0,3	2,0	0,2	0,7	0,3
Owies	86	0,8	0,3	2,7	0,2	0,7	0,3
Kukurydza	86	0,7	0,6	2,0	0,3	0,6	0,2
Rzepak	86	0,7	0,3	2,5	0,2	0,5	0,1
Groch i bobik	86	1,5	0,2	1,3	0,2	0,2	0,4

Źródło: Popławski Z., 1996: Słoma – jako nawóz organiczny. IUNG Puławy, s. 5.

Tabela 43. Właściwości fizykochemiczne słomy wybranych gatunków roślin uprawnych.

Wyszczególnienie	Jednostki	Pszenica	Żyto	Pszenżyto	Jęczmień	Owies	Kukurydza	Rzepak
Wilgotność	%	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	40,0	14,0
Popiołu	% s.m.	4,0	4,2	4,1	4,3	4,5	4,8	3,8
Węgiel	% s.m.	42,1	43,2	43,4	43,1	42,4	44,1	44,2
Tlen	% s.m.	37,2	38,2	40,1	39,2	37,9	38,7	39,2
Wodór	% s.m.	5,0	5,3	5,8	5,3	6,2	5,7	5,6
Chlor	% s.m.	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,3	0,3
Azot	% s.m.	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7
Siarka	% s.m.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1
Fosfor	% s.m.	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3
Sód	% s.m.	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Potas	% s.m.	1,4	1,2	1,3	2,0	2,7	2,0	2,5

Wyszczególnienie	Jednostki	Pszenica	Żyto	Pszenżyto	Jęczmień	Owies	Kukurydza	Rzepak
Wartość opałowa	MJ/kg	14,8	14,6	14,7	14,6	14,4	10,1	14,9
Wartość opałowa w stanie suchym	MJ/kg	18,1	18,0	18,1	18,0	17,9	18,2	18,3
Ciepło spalania	MJ/kg	18,8	18,7	18,8	18,7	18,6	18,9	19,0

Źródło: Baza danych OZE województwa podkarpackiego, [www.baza-oze.pl](http://www.baza-oze.pl)

### Metodyka obliczenia potencjału

Podstawowym problemem w pozyskaniu słomy na cele energetyczne jest realna dostępność występujących jej nadwyżek. Struktura obszarowa gospodarstw w województwie podkarpackim jest bardzo niekorzystna. Dominują gospodarstwa małe. Ogranicza to w zasadniczy sposób możliwości wykorzystania wysokowydajnych, wielkogabarytowych pras do zbioru słomy i warunkuje powodzenie zaopatrzenia w biopaliwo, od organizacji sprawnego systemu zbioru, magazynowania i transportu. Stąd też w prezentowanym opracowaniu przyjęto założenie, że potencjalnych dostawców słomy należy upatrywać w takich regionach, które spełniają następujące warunki:

- posiadają znaczące nadwyżki słomy ponad potrzeby wypływające z produkcji rolniczej, w perspektywie do co najmniej 2020 roku,
- charakteryzuje je korzystna struktura obszarowa gospodarstw (znacząca liczba gospodarstw wielkoobszarowych (powyżej 50 ha)).

Zakłada się, że potencjał techniczny w przypadku słomy to połowa potencjału teoretycznego w powiatach o najkorzystniejszej strukturze obszarowej (jarosławski, lubaczowski i przemyski). W pozostałych powiatach potencjał techniczny stanowić będzie 20% potencjału teoretycznego. Zaś w przypadku siana potencjał techniczny założono na poziomie 20% potencjału teoretycznego.

Na podstawie dotychczasowych badań przyjęto założenie, że słoma w pierwszej kolejności ma pokryć zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej (ściółka i pasza) oraz cele nawozowe (przyoranie) – aby utrzymać zrównoważony bilans glebowej substancji organicznej. W województwie podkarpackim przewidywany jest spadek produkcji słomy, przy jednoczesnym wzroście jej nadwyżek do energetycznego wykorzystania. Pomimo spadku produkcji słomy jej nadwyżka wzrasta z uwagi na coraz niższe zapotrzebowanie wynikające ze spadku produkcji zwierzęcej.

Tabela 44. Stosunek plonu słomy do plonu ziarna zbóż

Plony ziarna	Zboża ozime				Zboża jare		
	pszenica	pszenżyto	żyto	jęczmień	pszenica	jęczmień	owies
2,01-3,0	0,86	1,18	1,45	0,94	1,13	0,78	1,05
3,01-4,0	0,91	1,13	1,44	0,80	0,94	0,86	1,08
4,01-5,0	0,91	1,14	1,35	0,70	0,83	0,77	1,05
5,01-6,0	0,92	1,13	1,24	0,71	0,81	0,72	1,01
6,01-7,0	0,90	0,94	-	-	-	0,68	-
7,01-8,0	0,83	-	-	-	-	0,67	-

\*  $\text{plon ziarna} = 1$

Źródło: Harasim A., 1994: Relacja między plonem słomy i ziarna u zbóż. Pamiętnik Puławski, Zeszyt 104, s. 56

Potencjał teoretyczny słomy do energetycznego wykorzystania na obszarze województwa podkarpackiego został obliczony wg modelu zakładającego uwzględnienie w jej zużyciu ściółkę, paszę i przyoranie, średniorocznie. Z uwagi jednak na znaczący spadek pogłowia zwierząt, głównie bydła i owiec (przeżuwaczy), uległo zmniejszeniu zapotrzebowanie na pasze objętościowe. Corocznie zwiększa się powierzchnia nieużytkowanych łąk i słoma tylko sporadycznie wykorzystywana jest na cele paszowe. Stąd też przy sporządzaniu bilansu słomy w układzie powiatowym nie zakładano zużycia jej na paszę. Potencjały te zostały wyrażone w jednostkach masy (tys. Mg) oraz wartości energetycznej (tys. GJ), tą ostatnią wartość obliczono przy założeniu, że ich kaloryczność wynosi 14 GJ/Mg.

## Wyniki obliczeń

Tabela 45. Średnioroczny potencjał teoretyczny i techniczny słomy oraz siana do energetycznego wykorzystania w układzie powiatowym.

Powiat	Produkcja słomy (P) (tys. Mg)	Zużycie słomy (tys.Mg)		Potencjał do wykorzystania energetycznego							
				słoma				siano			
		słoma na ściółkę (Z <sub>s</sub> )	słoma na prze- oranie (Z <sub>n</sub> )	teoretyczny		techniczny		teoretyczny		techniczny	
				tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ
bieszczadzki	4,5	4,5	0	0	0	0	0	9,2	90,16	4,6	45,08
brzozowski	17,7	9,9	0	7,8	76,44	1,6	15,68	7	68,6	3,5	34,3
dębicki	52	23,1	2,6	26,3	257,74	5,3	51,94	11	107,8	5,5	53,9
jarosławski	76,4	22,3	42,4	11,7	114,66	5,9	57,82	12,7	124,46	6,4	62,72
jasielski	31,7	17	0	14,7	144,06	2,9	28,42	16,4	160,72	8,2	80,36
kolbuszowski	24,5	14	0	10,5	102,9	2,1	20,58	17,6	172,48	8,8	86,24
krośnieński	22	11,2	0	10,8	105,84	2,2	21,56	17,1	167,58	8,5	83,3
leski	4,5	3,7	0	0,8	7,84	0,2	1,96	7,1	69,58	3,5	34,3
leżajski	31,2	11,6	0	19,6	192,08	3,9	38,22	8,9	87,22	4,4	43,12
lubaczowski	58,5	15,8	13,8	28,9	283,22	14,5	142,1	16,3	159,74	8,1	79,38
łańcucki	26,3	11	2,9	12,4	121,52	2,5	24,5	8,5	83,3	4,2	41,16
m. Krosno	0,9	0,2	1,4	0	0	0	0	1,3	12,74	0,6	5,88
m. Przemyśl	3,8	0,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	9,8	0,5	4,9
m. Rzeszów	3,0	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	111,7	5,7	55,9
m. Tarnobrzeg	3,3	1,0	1,9	0,4	3,9	0,1	1,0	1,7	16,7	0,9	8,8
mielecki	70,8	29,1	0,0	41,7	408,7	8,3	81,3	10,4	101,9	5,2	51,0
niżański	20,7	9,8	0,0	10,9	106,8	2,2	21,6	15,5	151,9	7,8	76,4



Powiat	Produkcja słomy (P) (tys. Mg)	Zużycie słomy (tys.Mg)		Potencjał do wykorzystania energetycznego							
				słoma				siano			
		słoma na ściółkę (Z <sub>s</sub> )	słoma na prze- oranie (Z <sub>n</sub> )	teoretyczny		techniczny		teoretyczny		techniczny	
				tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ	tys. Mg	tys. GJ
przemyski	53,5	14,7	23,8	15,0	147,0	7,5	73,5	8,4	82,3	4,2	41,2
przeworski	47,4	18,8	6,9	21,7	212,7	4,3	42,1	10,9	106,8	5,4	52,9
ropczycko- sędziszowski	32,5	17,8	0,0	14,7	144,1	2,9	28,4	9,5	93,1	4,8	47,0
rzeszowski	58,8	23,8	3,9	31,1	304,8	6,2	60,8	23,8	233,2	11,9	116,6
sanocki	22,3	12,8	0,0	9,5	93,1	1,9	18,6	15,9	155,8	8	78,4
stalowowolski	18,7	7,0	0,1	11,6	113,7	2,3	22,5	8,6	84,3	4,3	42,14
strzyżowski	23,1	11,5	0,0	11,6	113,7	2,3	22,5	7,9	77,4	3,9	38,2
tarnobrzeski	16,7	7,0	0,0	9,7	95,1	1,9	18,6	10,6	103,9	5,3	51,9

Źródło: Obliczenia własne na podstawie bazy danych OZE województwa podkarpackiego.

Tabela 46. Potencjał techniczny słomy i siana w MWh/rok

Powiat	Potencjał techniczny słomy (MWh/rok)	Potencjał techniczny siana (MWh/rok)	Potencjał techniczny słomy i siana łącznie (MWh/rok)
bieszczadzki	25 044,44	12 522,22	37 566,67
brzozowski	19 055,56	9 527,78	28 583,33
dębicki	29 944,44	14 972,22	44 916,67
jarosławski	34 572,22	17 422,22	51994,44
jasielski	44 644,44	22 322,22	66 966,67
kolbuszowski	47 911,11	23 955,56	71 866,67
krośnieński	46 550,00	23 138,89	69 688,89
leski	19 327,78	9 527,78	28 855,56
leżajski	24 227,78	11 977,78	3 6205,56
lubaczowski	44 372,22	22 050,00	66 422,22
łańcucki	23 138,89	11 433,33	34 572,22
m. Krosno	3 538,89	1 633,33	5 172,22
m. Przemyśl	2 722,22	1 361,11	4 083,33
m. Rzeszów	31 033,33	15516,67	46 550,00
m. Tarnobrzeg	4 627,78	2 450,00	7 077,78
mielecki	28 311,11	14 155,56	42 466,67
nizański	42 194,44	21 233,33	63 427,78
przemyski	22 866,67	11 433,33	34 300,00
przeworski	29 672,22	14 700,00	44 372,22
ropczycko-sędziszowski	25 861,11	13 066,67	38 927,78

Powiat	Potencjał techniczny słomy (MWh/rok)	Potencjał techniczny siana (MWh/rok)	Potencjał techniczny słomy i siana łącznie (MWh/rok)
rzeszowski	64 788,89	32 394,44	97 183,33
sanocki	43 283,33	21 777,78	65 061,11
stalowowolski	23 411,11	11 705,56	35 116,67
strzyżowski	21 505,56	10 616,67	32 122,22
tarnobrzeski	28 855,56	14 427,78	43 283,33

Źródło: obliczenia własne.

Analizując potencjał techniczny pozyskania słomy i siana zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyko konfliktów społeczno-środowiskowych. W wyniku ustaleń z Zespołem Koordynującym ds. opracowania *Programu* z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego ustalono obszary, na których występują ryzyka konfliktów społeczno – środowiskowych.

Szczegółowe informacje odnośnie ryzyk społeczno- środowiskowych zamieszczone zostały w *Programie*.

## Rośliny energetyczne

### *Wprowadzenie*

Sektor upraw energetycznych w Polsce znajduje się na bardzo wczesnym etapie rozwoju. Uprawy energetyczne cieszą się coraz większym zainteresowaniem rolników, jako alternatywne źródło dochodów. Szybko powiększa się grupa producentów sadzonek wierzby. W wielu miejscach Polski powstają niewielkie, kilkuhektarowe plantacje wierzby, jednak plantatorzy często mają problemy ze zbiorem i zbytem produktu. Z drugiej strony nałożony na zakłady energetyczne obowiązek dotyczący „zielonej” energii (oraz wysokie kary związane z niewypełnieniem tego obowiązku) generuje silny popyt na biomasę do procesów współspalania z węglem kamiennym w istniejących elektrociepłowniach i ciepłowniach. Pojedyncze, małe plantacje nie są jednak ani atrakcyjnym, ani wystarczającym źródłem biomasy dla dużych odbiorców. W sytuacji ograniczonych zasobów drewna z sektora leśnego, rozwój sektora upraw energetycznych na dużą skalę staje się nagłą koniecznością.

Do uprawy roślin energetycznych najbardziej odpowiednie są gleby kompleksów przydatności rolniczej 5, 8, 9 i 3z, leżące poza obszarami chronionymi oraz położone w rejonach o rocznej sumie opadów powyżej 550 mm, w których poziom wody gruntowej występuje powyżej 200 cm. Gleby lepszej jakości (kompleksów 1 – 4) będą najprawdopodobniej przeznaczane przez rolników pod uprawę roślin żywnościowych i pastewnych. Gleby kompleksów 6 i 7 są mniej przydatne do uprawy roślin, w tym energetycznych.

### ***Metodyka obliczeń potencjału***

Przy szacowaniu potencjału upraw roślin energetycznych na terenach założono, iż podstawową rośliną uprawianą będzie wierzba. Plantacje zakładane będą głównie na trwałych użytkach zielonych (łąkach i pastwiskach), gdyż grunty takie szczególnie nadają się do tego celu ze względu na możliwość zaspokojenia dużych wymagań wodnych wierzby. Do obliczeń przyjęto areal nieużytkowanych łąk i pastwisk na badanym terenie. Założono, że plon wierzby wyniesie 8 Mg s.m./ha, zgodnie z plonem reprezentatywnym dla tego gatunku, określonym w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie plonów reprezentatywnych roślin energetycznych (Dz. U. z 2007 r., nr 55, poz. 364). Wartość opałową biomasy wierzby w stanie suchym przyjęto, na podstawie badań własnych oraz danych z literatury przedmiotu, na poziomie 17 MJ/kg s.m. Obliczeń dokonano w ujęciu powiatowym. Następnie założono, że realnie możliwe jest zagospodarowanie na cele energetyczne 30% powierzchni nieużytkowanych łąk i pastwisk. Wynika to zarówno z przyczyn technologicznych, jak i logistycznych. Zaniechanie użytkowania gruntów wynika często z utrudnionej dostępności do danego użytku (długotrwałe zalewanie, stagnowanie wody, zabagnienie, uszkodzenie systemów melioracyjnych itp.), rozdrobnienia łąk i pastwisk, niekorzystnego rozłogu gospodarstwa, bądź też z braku zapotrzebowania na pasze. W przypadku gruntów nieużytkowanych z powodu ich niekorzystnego położenia lub warunków niesprzyjających użytkowaniu kośnemu, nie będzie również możliwości zagospodarowania produkowanej na nich biomasy na cele energetyczne. Poziom 30% energetycznego wykorzystania nieużytkowanych trwałych użytków zielonych uznano za bezpieczny i realny do uzyskania.

Dla oszacowania potencjału biomasy możliwego do uzyskania z gruntów ornych założono, że na odłogowanych i ugorowanych gruntach ornych uprawiane będą inne gatunki roślin energetycznych: miskant, ślazier pensylwański, topinambur, spartina preriowa. Pod uwagę wzięto powierzchnię ugorów i odłogów (łącznie), w poszczególnych powiatach. Na ustalonej w ten sposób powierzchni założono uzyskanie plonu biomasy na poziomie 10 Mg s.m./ha. Plon ten przyjęto na podstawie analizy wyników wielu krajowych badań dotyczących roślin energetycznych. Uznano, iż ugorowane i odłogowane grunty orne najczęściej charakteryzują się niską jakością, dlatego trudne byłoby uzyskanie znacząco wyższych plonów. Do analizy przyjęto wartość opałową 16 MJ/Mg s.m. i jest to wartość niższa w porównaniu z wierzba energetyczną, jednak wyniki badań własnych oraz dane z wielu publikacji świadczą o tym, iż rośliny energetyczne, których biomasa nie drewnieje tak silnie jak wierzby, będącej krzewem,

charakteryzują gorsze parametry energetyczne. Podobnie jak dla trwałych użytków zielonych, potencjał techniczny przyjęto na poziomie 30% potencjału teoretycznego.

Analizując potencjał techniczny uprawy roślin wieloletnich na cele energetyczne zwrócono także uwagę na potencjalne ryzyka wystąpienia konfliktów społeczno-środowiskowych, które mogą wystąpić na etapie zakładania plantacji. W wyniku ustaleń z Zespołem Koordynującym ds. opracowania *Programu* z ramienia Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego ustalono obszary, na których występują ryzyka konfliktów społeczno – środowiskowych.

Szczegółowe informacje odnośnie ryzyk społeczno – środowiskowych zamieszczone zostały w *Programie*.

## Wyniki Obliczeń

Tabela 47. Potencjał teoretyczny i techniczny biomasy stałej możliwej do pozyskania z roślin energetycznych uprawianych na łąkach trwałych i pastwiskach nieużytkowanych oraz odłogach i ugorach w woj. podkarpackim w układzie powiatowym

	Potencjał techniczny															razem MW/ro k
	[Mg]					[ha]					[GJ]					
Powiat	miskant	ślazo- wiec	wierzba	wierz- ba ecosalix	razem	miskan t	ślazo- wiec	wierz ba	wierz- ba ecosalix	razem	mis- kant	ślazowie c	wierz- ba	wierz- ba ecosali x	razem	
bieszczadzki	1 074	0	2 741	18 799	22 614	58	0	199	2 686	2 943	18 898	0	50 434	345 900	415 232	
brzozowski	22 044	16 952	3 768	17 792	60 556	1 495	1 715	332	2 542	6 083	387976	296 660	69 331	327 373	1 081 340	
dębicki	22 446	13 732	7 641	20 392	64 211	1 558	1 398	638	2 913	6 507	395049	240 311	140 595	375 212	1 151 167	
jarosławski	3 718	0	4 883	24 903	33 504	196	0	345	3 558	4 098	65 445	0	89 844	458 215	613 504	
jasielski	7 669	25364	5 885	13 579	52 497	545	2 560	520	1 940	5 565	134 977	443 874	108 282	249 854	936 987	
kolbuszowski	1 966	0	18 121	17 501	37 588	114	0	1 314	2 500	3 928	34 595	0	333 433	322 010	690 038	
krośnieński	10 554	12 157	1 876	13 021	37 608	776	1 264	166	1 860	4 066	185 752	212 740	34 524	239 581	672 596	
leski	11 305	16 106	14 165	40 603	82 180	918	1 740	1 376	5 800	9 835	198 964	281 860	260 642	747 104	1 488 569	
leżajski	19 497	13 452	8 280	19 141	60 370	1 356	1 448	738	2 734	6 275	343 151	235 409	152 360	352 191	1 083 112	
lubaczowski	3 404	10 097	3 564	10 589	27 653	247	1 112	322	1 513	3 194	59 906	176 696	65 570	194 836	497 008	
łańcucki	16 622	26 980	17 848	10 470	71 919	1 296	2 702	1 726	1 496	7 219	292 540	472 149	328 395	192 639	1 285 723	
mielecki	5 245	15 293	2 584	17 510	40 633	393	1 555	237	2 501	4 687	92 311	267 631	47 555	322 187	729 683	
nizański	5 199	816	8 845	21 060	35 920	324	88	710	3 009	4 131	91 501	14 285	162 742	387 499	656 026	

	Potencjał techniczny															
	[Mg]					[ha]					[GJ]					razem MW/ro k
Powiat	miskant	ślazowiec	wierzba	wierzba ecosalix	razem	miskant	ślazowiec	wierzba	wierzba ecosalix	razem	miskant	ślazowiec	wierzba	wierzba ecosalix	razem	
przemyski	11 681	8 744	6 078	15 987	<b>42 490</b>	772	880	500	2 284	<b>4 436</b>	205591	153 014	111 828	294 163	<b>764 595</b>	<b>212 387</b>
przeworski	1 897	8 265	1 114	20 916	<b>32 192</b>	142	827	96	2 988	<b>4 053</b>	33 383	144 640	20 498	384 852	<b>583 373</b>	<b>162 048</b>
ropczycko-sędziszowski	10 665	14 334	12 335	30 344	<b>67 678</b>	792	1 483	1 048	4 335	<b>7 658</b>	187 709	250 844	226 968	558 323	<b>1 223 844</b>	<b>339 957</b>
rzeszowski	0	0	3 450	17 379	<b>20 829</b>	0	0	220	2 483	<b>2 703</b>	0	0	63 481	319 782	<b>383 263</b>	<b>106 462</b>
sanocki	8 867	8 665	1 407	10 495	<b>29 434</b>	655	883	132	1 499	<b>3 169</b>	156 063	151 638	25 886	193 115	<b>526 701</b>	<b>146 306</b>
stalowowolski	0	93	191	15 765	<b>16 049</b>	0	11	16	2 252	<b>2 279</b>	0	1 631	3 512	290 084	<b>295 227</b>	<b>82 007</b>
strzyżowski	7 534	7 609	499	9 947	<b>25 590</b>	538	761	44	1 421	<b>2 765</b>	132601	133 165	9 184	183 034	<b>457 984</b>	<b>127 218</b>
tarnobrzegi	0	0	0	641	<b>641</b>	0	0	0	92	<b>92</b>	0	0	0	11 800	<b>11 800</b>	<b>3 278</b>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IUNG

## 6.5. Potencjał produkcji biogazu

Szanse rozwoju rynku biogazowego stwarza Dyrektywa Unii Europejskiej 2009/28/WE z 5 czerwca 2009 r. *o promocji odnawialnych źródeł energii, zobowiązująca Polskę do osiągnięcia 15% udziału OZE w końcowym zużyciu energii w roku 2020*. Daje to szanse rozwoju dla sektora biogazu, który może znaleźć bezpośrednie i pośrednie zastosowanie na wszystkich trzech rynkach końcowych nośników energii, jakimi są energia elektryczna, ciepło i transport. Nie bez znaczenia dla środowiska pozostaje również fakt, że w przeciągu minionych 200 lat stężenie metanu w atmosferze wzrosło od 0,7 do 1,7 ppm, który w 18% przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego<sup>18</sup>. Szacuje się, że około 1/3 emisji metanu pochodzi z rolnictwa, a odchody zwierząt hodowlanych są źródłem 20% jego całkowitej emisji<sup>19</sup>.

Ogólnie odpady organiczne ulegające biodegradacji w procesach fermentacyjnych możemy podzielić na cztery grupy:

- odpady pochodzące z rolnictwa,
- odpady pochodzące z przemysłu spożywczego,
- odpady organiczne z obiektów komunalnych i gospodarstw domowych,
- odpady z pielęgnacji zieleni miejskiej.

Odpadem z produkcji zwierzęcej jest gnojowica, która może mieć zastosowanie jako substrat do produkcji biogazu. Ilość i jakość odchodów zwierzęcych determinowana jest przez wiele czynników. Do najważniejszych należą między innymi gatunek zwierzęcia, wiek, waga, rodzaj i jakość paszy, ilość wody, sposób chowu oraz warunki klimatyczne. Odchody zwierzęce, w porównaniu z innymi odpadami i produktami organicznymi mają mniejszy potencjał produkcyjny biogazu ze względu na znaczny stopień uwodnienia (60-97%). Aby zwiększyć efektywność procesu fermentacji metanowej, miesza się odchody zwierzęce z biomasą pochodzenia roślinnego, która posiada większą zawartość suchej masy organicznej w jednostce masy.

Ważnym dostawcą substratów do produkcji biogazu jest również przemysł rolno – spożywczy. Większość z tych odpadów poddawana jest odzyskowi i może być następnie wykorzystana jako substrat w procesach fermentacyjnych. Średni uzysk biogazu dla odpadów z przemysłu rolno – spożywczego waha się w granicach 160 – 900 cm<sup>3</sup>/kg s.m.o.<sup>20</sup>. Najlepszym substratem do produkcji biogazu spośród roślin uprawnych jest biomasa o dużej zawartości węglowodanów

<sup>18</sup> Współczynnik ocieplania klimatu dla metanu jest 21-krotnie większy od wartości tego współczynnika dla dwutlenku węgla. Oznacza to, że zapobieżenie wyemitowaniu 1 Mg metanu jest w przybliżeniu równoznaczne z uniknięciem emisji 21 Mg dwutlenku węgla.

<sup>19</sup> [www.biogazownierolnicze.pl](http://www.biogazownierolnicze.pl) – Doradztwo, Prawo, Dokumenty.

<sup>20</sup> s.m.o. – sucha masa organiczna



m.in. kiszonka z kukurydzy, sorgo sudańskie, mieszkanka zbożowa, mieszkanka zbożowo – strączkowa, rośliny pastewne, w tym trawy pastewne, a także rośliny łąkowe.

Według danych Agencji Rynku Energii w Polsce na dzień 1 stycznia 2010 r., potencjał produkcyjny biogazu rolniczego szacuje się na 3 629 000 m<sup>3</sup>, co odpowiada 78 438,4 GJ energii, przy wartości opałowej różnej 21 614 kJ/m<sup>3</sup>. Natomiast zgodnie z Kierunkami rozwoju biogazowni rolniczych na lata 2010 – 2020 potencjał ten szacowany jest na 5 mld m<sup>3</sup> (teoretyczny potencjał surowcowy) oraz 1,7 mld m<sup>3</sup> (potencjał realny).

## Biogaz rolniczy

### Wprowadzenie

Biogaz rolniczy to paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, z wyłączeniem gazu pozyskiwanego z surowców pochodzących z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów ( art. 3 ust. 20 a ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* ( Dz. U. z 2012 r., poz. 1059 z późn. zm.)).

Na dzień 20 maja 2013 r. zgodnie z rejestrem prowadzonym przez Agencję Rynku Rolnego w Polsce zarejestrowanych jest 26 biogazowni rolniczych, z czego żadna nie jest zlokalizowana na terenie województwa podkarpackiego.<sup>21</sup>

Do produkcji biogazu mogą być wykorzystane różne substraty, które różnią się między sobą ilością produkowanej z jednej tony czystego metanu, która stanowi zasadnicze paliwo wykorzystywane w kogeneracji w biogazowniach.

Poniżej, w tabeli nr 48. przedstawiono wartości niektórych z przebadanych substratów.

Tabela 48. Właściwości wybranych substratów.

Nazwa substratu		Procentowa zawartość suchej masy w Mg substratu	Procentowa zawartość suchej masy organicznej w zawartości suchej masy	Produkcja metanu z 1 Mg s.m.o .
		% wsadu	% s.m.o .	m <sup>3</sup> /Mg s.m.o .
Odpady	gnojowica bydłowa	9,5	77,4	222,5

<sup>21</sup> [http://www.arr.gov.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=792&Itemid=552](http://www.arr.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=792&Itemid=552)

Nazwa substratu		Procentowa zawartość suchej masy w Mg substratu	Procentowa zawartość suchej masy organicznej w zawartości suchej masy	Produkcja metanu z 1 Mg s.m.o .
		% wsadu	% s.m.o .	m <sup>3</sup> /Mg s.m.o .
z hodowli zwierzęcej	gnojowica świńska	6,6	76,1	301,0
	gnojowica kurza	15,1	75,6	320,0
	gnojowica krów mlecznych	8,5	85,5	154,0
	gnojówka	2,1	60,0	222,5
Odpady poubojowe	osady poflotacyjne z rzeźni	14,6	90,6	680,0
	zawartość żołądków (bydło)	15,0	84,0	264,0
	odseparowana tkanka tłuszczowa	34,3	49,1	700,0
Rośliny energetyczne i odpady rolnicze	słoma	87,5	87,0	387,5
	trawa - kiszonka	40,3	83,4	396,6
	trawa	11,7	88,0	587,5
	siano	87,8	89,6	417,9
	ziemniaki - liście	25,0	79,0	587,5
	kukurydza - kiszonka	32,6	90,8	317,6
	bób - kiszonka	24,1	88,6	291,0
	rzepak - kiszonka	50,8	87,6	376,5
	burak pastewny	13,5	85,0	546,6
	buraki cukrowe	23,0	92,5	444,0
	cebula	12,9	94,8	360,3
Przetwórstwo spożywcze	odpady i resztki owoców	45,0	61,5	400,0
	odpady i pozostałości warzyw	13,6	80,2	370,0

Nazwa substratu		Procentowa zawartość suchej masy w Mg substratu	Procentowa zawartość suchej masy organicznej w zawartości suchej masy	Produkcja metanu z 1 Mg s.m.o .
		% wsadu	% s.m.o .	m <sup>3</sup> /Mg s.m.o .
	melasa	81,7	92,5	301,6
	wysłodziny browarnicze	20,5	81,2	545,1
	wywar pogorzelniany ziemniaczany	13,6	89,5	387,7
	gliceryna	84,0	91,5	1196,0
	odpady z produkcji oleju	78,8	97,0	600,0
	serwatka	5,4	86,0	383,3
	odpady z produkcji serów	79,3	94,0	610,2
	odpady piekarnicze	87,7	97,1	403,4
Odpady komunalne	odpady organiczne komunalne	60,3	55,0	396,8
	odpady kuchenne i przeterminowane artykuły żywnościowe	18,9	71,9	530,0
	ścinki roślin i traw (zieleń miejska)	23,2	88,2	489,7

*Źródło: Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie, Mazowiecka Agencja Energetyczna oraz Instytut Energetyki Odnawialnej 2011*

W praktyce stosuje się mieszanki różnych substratów – wzbogaca się odchody zwierzęce innymi substratami o większej zawartości suchej masy, bądź też stosuje się te pierwsze jedynie jako uzupełnienie. Proces kofermentacyjny wymaga doboru najefektywniejszego zestawu bakterii beztlenowych. Będą one różne w zależności od zestawu substratów, który – co istotne – powinien być stały w trakcie funkcjonowania biogazowni.

Wśród gatunków wykorzystywanych do produkcji biogazu dominuje kukurydza, posiadająca 90% udziału w rynku niemieckim. Nie oczekuje się większych zmian w tej strukturze, gdyż spośród

upraw celowych do produkcji biogazu najlepiej nadaje się kiszonka z kukurydzy, o czym decydują następujące czynniki:

- wysoka wydajność produkcji biogazu w porównaniu do innych roślin zbożowych, mniejsze koszty pozyskania w porównaniu z innymi uprawami,
- nie wymaga zmiany dotychczas stosowanej techniki uprawy i zbioru,
- łatwe długookresowe magazynowanie.

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Do obliczenia potencjału biogazu rolniczego wzięto pod uwagę następujące substraty:

- kiszonka kukurydziana,
- gnojowica bydłęca,
- gnojowica świńska,
- gnojowica kurza,
- gnojowica krów mlecznych.

Ponadto, ze względu na trudności z wyliczeniem ilości innych substratów przyjęto, że będą one dostarczać 30% metanu. Dla kukurydzy na kiszonkę przyjęto dane GUS z Powszechnego Spisu Rolnego w 2002 roku, ponieważ jedynie w tym wypadku dostępne są dane statystyczne na poziomie powiatów. Ponieważ dane rolne cechują się bardzo dużą zmiennością uwzględniono dane dla roku 2012 dostępne w Bazie Danych Lokalnych GUS. Dostępne są one wyłącznie dla poziomu województwa. Ponieważ areał obsiany kukurydzą na kiszonkę dla województwa w 2002 roku (8 963 ha) był większy od areału w 2012 roku (2 541 ha) – ten drugi stanowi 28,35% pierwszego – założono, że potencjał techniczny dotyczy co najmniej obszaru, który był kiedyś wykorzystywany pod tą produkcję. Jest to bowiem najwyższa udokumentowana wartość – w związku z tym na pewno osiągalna. Plony przyjęto na poziomie roku 2012 (średnio 414 dt). Wyliczenia dla kiszonki kukurydzianej zostały wyliczone z uwzględnieniem danych z tabeli powyżej ( tabela nr 48.), wg wzoru: Roczny uzysk metanu [ $\text{m}^3/\text{rok}$ ] = ilość kiszonki [ $\text{Mg}/\text{rok}$ ] x procentowa zawartość suchej masy w 1 Mg substratu [%] x procentowa zawartość suchej masy organicznej w suchej masie organicznej [%] x potencjał produkcji metanu [ $\text{m}^3/\text{Mg s.m.o.}$ ]<sup>22</sup> Uzyskane wartości zmniejszono o 35% - ze względu na konieczność uwzględnienia

---

<sup>22</sup> Za: *Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie*, Mazowiecka Agencja Energetyczna, Instytut Energetyki Odnawialnej 2011.

zużycia kiszonki na potrzeby produkcji zwierzęcej, co na chwilę obecną jest podstawowym celem produkcji kiszonki.

Zasoby biogazu pochodzącego z produkcji zwierzęcej zostały oszacowane w „*Bazie danych OZE dla województwa podkarpackiego*”. W wyliczeniach wzięto pod uwagę założenie, że biogaz wytwarzany jest wyłącznie z odchodów pochodzących z dużych farm hodowlanych, tj. posiadających powyżej 100 SD<sup>23</sup>, czyli:

- 100 sztuk bydła,
- 500 sztuk trzody chlewnej,
- 50 000 sztuk drobiu.

Ze względu na brak danych o wielkości pogłowia poszczególnych zwierząt zgromadzonych w dużych farmach hodowlanych oraz o szczegółowej lokalizacji tych farm, posłużono się danymi GUS dla woj. podkarpackiego, na podstawie których określono, że:

- 6% bydła hodowane było w dużych farmach,
- 10% trzody chlewnej hodowane było w dużych farmach,
- 60% drobiu hodowane było w dużych farmach.

Dla wyliczenia całego potencjału energii z biogazu rolniczego wzięto pod uwagę, że dostępne są inne substraty, których ilość w całości potencjalnie możliwego do wyprodukowania biogazu została przyjęta na poziomie 30%. Należy też pamiętać, że substraty do produkcji biogazu mogą być pozyskiwane poza lokalizacją biogazowni – przy czym ekonomicznie uzasadniony promień ich dostarczania może być różny w zależności od takich elementów jak dostępność komunikacyjna, rodzaj substratu, jego ilość i sposób transportu. Przyjęto, że średnio odległości, skąd mogą być pozyskiwane substraty sięgają 40 km. Oznacza to, że potencjał dostępny na terenie danego powiatu niekoniecznie będzie wykorzystany na jego obszarze, czego należy mieć świadomość analizując otrzymane wyniki. Konsekwencją takiego podejścia jest również i to, że substraty mogą również dostarczane do powiatów sąsiadujących z innymi województwami z tych regionów. Powiaty, których to dotyczy (od południa na północ i od zachodu ku wschodowi): jasielski, dębicki, mielecki, tarnobrzewski, stalowowolski, niżański, leżajski, przeworski i lubaczowski. Założono, że dla tych powiatów istnieje możliwość zwiększenia potencjału o 25% w stosunku do tego, czym dysponuje na własnym terenie.

---

<sup>23</sup> SD – umowna jednostka przeliczeniowa odpowiadająca krowie o masie ciała 500 kg.

## Wyniki obliczeń

Tabela 49. Potencjał biogazu rolniczego.

Powiat	Produkcja z kiszonki kukurydzianej [MWh/rok]	Produkcja odzwierzęca [MWh/rok]	Produkcja en. elektrycznej łącznie z innymi substratami [MWh/rok]	Całkowity potencjał [MWh/rok]
bieszczadzki	67	212	370	370
brzozowski	3 358	498	4 069	4 069
dębicki	7 952	940	9 295	11 619
jarosławski	2 111	1 044	3 603	3 603
jasielski	10 681	827	11 863	14 828
kolbuszowski	4 054	643	4 974	4 974
krośnieński	2 920	566	3728	3728
leski	157	154	377	377
leżajski	2 010	430	2 625	3 281
lubaczowski	6 750	645	7 672	9 590
łańcucki	3 324	636	4 233	4 233
m. Krosno	79	11	94	94
m. Przemyśl	56	8	68	68
m. Rzeszów	0	14	21	21
m. Tarnobrzeg	0	43	62	77
mielecki	20 429	1 295	22 279	27 849
nizański	1 224	399	1 794	2 242
przemyski	2 111	639	3 024	3 024
przeworski	1 786	674	2 749	3 437
ropczycko-sędziszowski	5 874	670	6 832	6 832
rzeszowski	13 309	1 370	15 266	15 266
sanocki	1 269	610	2 141	2 141
stałowowlowski	921	285	1 327	1659
strzyżowski	9 670	553	10 460	10 460
tarnobrzeczki	550	327	1 017	1 271

Źródło: Obliczenia własne

Największym potencjałem do rozwoju biogazu rolniczego dysponują powiaty: mielecki (znacznie pod tym względem przewyższający pozostałe), rzeszowski, jasielski, dębicki i strzyżowski. Niewiele mniejszym potencjałem dysponuje powiat lubaczowski. W praktyce oznacza to, że potencjały sąsiadujących powiatów będą z dużym prawdopodobieństwem wykorzystane na terenie najzasobniejszych w substraty powiatów, wzmacniając tym samym ich rolę, a osłabiając powiaty o mniejszych zasobach. Całkowity potencjał województwa w zakresie energii elektrycznej generowanej z biogazu rolniczego nie jest jednak wysoki i wynosi 135 GWh<sub>e</sub>.

Oznacza to moc zainstalowaną na poziomie 17 – 20 MW<sub>e</sub>. Wiąże się to po części ze znaczącym rozdrobnieniem gospodarstw na terenie województwa i ich niskotowarowością, co obniża rentowność, a zatem i sens ekonomiczny produkcji substratów. Aby wzmocnić potencjał województwa podkarpackiego w tym zakresie konieczne by było zwiększenie zasiewów roślin nadających się do wykorzystania jako substraty (przede wszystkim kukurydza oraz burak pastewny), zwłaszcza przez gospodarstwa wysokotowarowe.

## **Biogaz z oczyszczalni ścieków**

### ***Wprowadzenie***

Potencjał techniczny dla wykorzystania biogazu z oczyszczalni ścieków do celów energetycznych jest bardzo wysoki. W Polsce jest 1 110 przemysłowych i 3 143 komunalnych oczyszczalni ścieków i liczba ta wzrasta. Standardowo z 1 m<sup>3</sup> osadu (4-5% suchej masy) można uzyskać 10 – 20 m<sup>3</sup> biogazu o zawartości ok. 60% metanu (jest to wartość uśredniona; w praktyce ilość ta się waha, w zależności od substratów – od ok. 50% do 65%). W praktyce ścieki są wymieszane z wodami opadowymi, gruntowymi i ściekami przemysłowymi.

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Dla określenia potencjału technicznego, przy obliczeniu którego wykorzystywana będzie rzeczywista wielkość ilości oczyszczanych ścieków w oczyszczalniach, a więc ścieków komunalnych zmieszanych, przyjęto, że z 1 000 m<sup>3</sup> rzeczywiście wpływających do oczyszczalni ścieków możliwe jest uzyskanie 80 m<sup>3</sup> biogazu (o wspomnianej wyżej, 60% zawartości 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. Ze względów ekonomicznych pozyskanie biogazu do celów energetycznych jest uzasadnione tylko na większych oczyszczalniach ścieków przyjmujących średnio ponad 8 000 – 10 000 m<sup>3</sup>/dobę. Pierwsze tego typu instalacje powstały na przełomie 2002/2003 r. i do dzisiaj pracują stabilnie osiągając zamierzone zdolności wytwórcze.

Poniżej przedstawiono przepustowość oczyszczalni w układzie powiatowym.

## Wyniki obliczeń

Tabela 50. Przepustowość oczyszczalnie w układzie powiatowym

Powiat	Oczyszczalnie mechaniczne	Oczyszczalnie biologiczne	Oczyszczalnie z podwyższonym usuwaniem biogenów	Przepustowość łącznie	Przepustowość roczna
	m <sup>3</sup> /dobę	m <sup>3</sup> /dobę	m <sup>3</sup> /dobę	m <sup>3</sup> /dobę	dm <sup>3</sup> /rok
bieszczadzki	18	124	3400	3542	1293
brzozowski	0	5909	0	5909	2157
dębicki	0	3702	21250	24952	9107
jarosławski	0	5441	21600	27041	9870
jasielski	0	4215	20300	24515	8948
kolbuszowski	465	1200	4420	6085	2221
krośnieński	0	3068	4520	7588	2770
leski	23	1772	2532	4327	1579
leżajski	0	675	24400	25075	9152
lubaczowski	0	5121	2660	7781	2840
łańcucki	0	7053	0	7053	2574
m. Krosno	0	0	35410	35410	12925
m. Przemyśl	0	0	28200	28200	10293
m. Rzeszów	0	0	75000	75000	27375
m. Tarnobrzeg	0	0	15000	15000	5475
mielecki	0	1967	14700	16667	6083
niżański	0	3104	7147	10251	3742
przemyski	0	6746	250	6996	2554
przeworski	0	2595	6700	9295	3393
ropczycko-sędziszowski	0	5517	1950	7467	2725
rzeszowski	0	11549	3381	14930	5449
sanocki	0	3923	17330	21253	7757
stałowowlowski	0	3245	17500	20745	7572
strzyżowski	0	2640	2421	5061	1847
tarnobrzeczki	0	4699	3500	8199	2993

Źródło: obliczenia własne na podstawie Banku Danych Lokalnych GUS, dane za rok 2011

Jeden metr sześcienny biogazu pozwala na wyprodukowanie:

- 2,1 kWh energii elektrycznej (przy założonej sprawności układu 33%),
- 5,4 kWh energii cieplnej (przy założonej sprawności układu 85%),



- w skojarzonym wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła: 2,1 kWh energii elektrycznej i 2,9 kWh ciepła.<sup>24</sup>

Tabela 51. Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków

Powiat	Przepustowość roczna	średnia ilość biogazu	Energia elektryczna	Energia cieplna	Energia razem
	dm <sup>3</sup> /rok	tys. m <sup>3</sup>	MWh	MWh	MWh
bieszczadzki	1293	103	217	300	517
brzozowski	2157	173	362	500	863
dębicki	9107	729	1530	2113	3643
jarosławski	9870	790	1658	2290	3948
jasielski	8948	716	1503	2076	3579
kolbuszowski	2221	178	373	515	888
krośnieński	2770	222	465	643	1108
leski	1579	126	265	366	632
leżajski	9152	732	1538	2123	3661
lubaczowski	2840	227	477	659	1136
łańcucki	2574	206	432	597	1030
m.Krosno	12925	1034	2171	2999	5170
m.Przemyśl	10293	823	1729	2388	4117
m.Rzeszów	27375	2190	4599	6351	10950
m.Tarnobrzeg	5475	438	920	1270	2190
mielecki	6083	487	1022	1411	2433
niżański	3742	299	629	868	1497
przemyski	2554	204	429	592	1021
przeworski	3393	271	570	787	1357
ropczycko-sędziszowski	2725	218	458	632	1090
rzeszowski	5449	436	916	1264	2180
sanocki	7757	621	1303	1800	3103
stałowowski	7572	606	1272	1757	3029
strzyżowski	1847	148	310	429	739
tarnobrzesci	2993	239	503	694	1197

Źródło: obliczenia własne

<sup>24</sup> Za: Gradziuk P, Grzybek A. „Zasoby energii biogazu na obszarze województwa podkarpackiego. Potencjał teoretyczny i techniczny”.

Należy zwrócić uwagę, że ze względu na znaczne zapotrzebowanie oczyszczalni ścieków na ciepło w większości zostanie ono zagospodarowane przez samą oczyszczalnię. Wzrost potencjału biogazu z oczyszczalni ścieków jest ściśle powiązany z urbanizacją i wzrostem ilości mieszkańców oraz zakładów przyłączonych do sieci kanalizacyjnej.

## **Biopaliwa transportowe**

### ***Wprowadzenie***

Organizmy roślinne w procesie fotosyntezy kumulują energię słoneczną. W wyniku spalania, fermentacji tlenowej i beztlenowej, zgazowania lub estryfikacji biomasy lub produktów jej rozkładu można przetworzyć zawartą w niej energię słoneczną na inne rodzaje energii – ciepłą, elektryczną, a także paliwo.

Mamy dwa podstawowe typy biopaliwa: biodiesel - przetworzony chemicznie olej roślinny, oraz bioetanol – alkohol etylowy wyprodukowany z roślin w procesie fermentacji i destylacji. Obydwa paliwa mogą być stosowane w stanie czystym w odpowiednio przystosowanych silnikach lub wchodzić w skład mieszanki wraz z olejem napędowym lub benzyną.

W toku prac nad biopaliwami płynnymi zaczęto mówić o kolejnych generacjach tego źródła energii:

- Biopaliwa pierwszej generacji – najłatwiej dostępne, technologie związane z ich rozwojem są znane i stosunkowo tanie. Mają one jednak szereg wad, które w praktyce są na tyle istotne, że obecnie odchodzi się od ich zastosowania. Te wady to wykorzystanie roślin, które są normalnie używane w celach spożywczych na cele produkcji paliwa (bioetanol, biodiesel), co zmniejsza zasoby żywności dla ludzi oraz paszy dla zwierząt; bardzo mocne wykorzystanie zasobów, szczególnie wody i gleby; silna presja na uprawy żywnościowe i związany z tym wzrost cen żywności (uprawa tej samej rośliny na potrzeby energetyczne jest bardziej opłacalna niż na potrzeby żywnościowe, dlatego powoduje to wzrost cen żywności); potrzeba obsiania bardzo dużych arealów i konkurencja w tym zakresie z uprawami na cele spożywcze oraz wysoka jak na odnawialne źródło energii emisja CO<sub>2</sub>. Ten ostatni czynnik jest szczególnie wyraźny przy wyliczeniu emisji w oparciu o ocenę cyklu życia (Life Cycle Assessment – LCA). Bierze on pod uwagę emisję na wszystkich etapach cyklu życia produktu: w tym wypadku od posiewu, poprzez wzrost, nawożenie i nawadnianie, zbiór, przetwarzanie czy wreszcie transport, a następnie spalanie paliwa. Pomimo tych wad, ze względu na względną prostotę pozyskania oraz stosunkowo niskie ceny biopaliwa pierwszej generacji są najczęściej produkowane i wykorzystywane. Regulacje prawne w Unii Europejskiej zmierzają jednak do stopniowego i całkowitego jego wyeliminowania.
- Biopaliwa drugiej generacji – są to paliwa uzyskiwane z surowców roślinnych, które nie stanowią konkurencji dla żywności. Wykorzystane w ten sposób mogą być m.in. odpady z produkcji drzewnej, syntetyczne biopaliwa powstające na skutek obróbki biomasy

w specjalnych procesach chemicznych oraz oleje czy estry roślin, które nie mają bezpośredniego zastosowania spożywczego (np. proso różgowe). Zaletą tego rozwiązania jest znacznie mniejsza presja na obszary upraw przeznaczonych na żywność (mogą być one pozyskiwane z innych arealów lub też w ogóle w inny sposób), z reguły wymagają też w procesie produkcji mniejszej ilości zasobów. Wadą jest stosunkowo jeszcze słabo rozwinięta technologia wytwarzania biopaliw drugiej generacji oraz wysokie koszty. Obecnie w Unii Europejskiej kładzie się coraz większy nacisk na wzrost udziału biopaliw drugiej generacji w ogólnym bilansie biopaliw płynnych, kosztem generacji pierwszej, od której się odstępuje.

- Biopaliwa trzeciej generacji – są to specjalne gatunki alg, wykorzystywane do produkcji paliw płynnych. Algi charakteryzują się bardzo szybkim wzrostem, pozwalają też na bardzo efektywne wykorzystanie terenu – z jednostki powierzchni można uzyskać 30x więcej energii niż z biopaliw 1 czy 2 generacji. Na ich produkcję można wykorzystać nieużytki, do swego wzrostu potrzebują znacznych ilości dwutlenku węgla oraz energii np. słonecznej. Zaletą jest szybki i duży przyrost alg, rozwój w brudnych wodach ściekowych, które dzięki nim mogą być oczyszczone oraz wysokiej jakości paliwo. Algi mogą np. absorbować dwutlenek węgla z elektrowni tradycyjnych, korzystając też z powstałego tam ciepła. Wadą jest natomiast wciąż słabo rozwinięta technologia (na świecie na razie funkcjonuje bardzo niewiele instalacji tego typu) oraz wysokie koszty. Najprawdopodobniej będzie to kierunek, w którym będzie się rozwijać produkcja biopaliw.

W tabeli 52. przedstawiono zalety i wady wybranych źródeł biopaliw.

Tabela 52. Zalety i wady wybranych źródeł biopaliw

Źródło biopaliwa	Rodzaj produkcji	Emisja CO <sub>2</sub> w kg z MJ wyprodukowanej energii*	Wykorzystanie zasobów w procesie wzrostu, zbiorów i przygotowania paliwa				Za i przeciw
			Woda	Nawozy	Pestycydy	Energia	
Kukurydza	etanol	81-85	wysokie	wysokie	wysokie	wysokie	Technologia jest gotowa i stosunkowo tanio, korzysta z zasobów do produkcji żywności
Trzcina cukrowa	etanol	4-12	wysokie	wysokie	średnie	średnie	Technologia jest gotowa, ograniczona do miejsc, gdzie rośnie
Proso różgowe	etanol	- 24	Średnie do niskiego	niskie	niskie	niskie	Nie konkuruje z uprawami żywnościowymi, technologia niegotowa
Odpady drzewne	Etanol, biodiesel	Nie dotyczy	Średnie	niskie	niskie	niskie	Wykorzystuje odpady drzewne i inne odpady, technologia nie jest gotowa
Soja	Biodiesel	49	wysokie	Niskie do średniego	średnie	Średnie do niskiego	Technologia gotowa, korzysta z zasobów do produkcji żywności
Rzepak, rzepik	Biodiesel	37	wysokie	średnie	średnie	Średnie do niskiego	Technologia gotowa, korzysta z zasobów do produkcji żywności
Algi	biodiesel	-183	średnie	niskie	niskie	wysokie	Potencjał ogromnej produkcji, technologia jest niegotowa

\* Liczone wg metody LCA – emisja wygenerowana w trakcie wzrostu, zbiorów, rafinacji i spalania biopaliwa. Do wyliczeń przyjęto benzynę 94 oraz olej napędowy 83

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Martha Groom, University of Washington; Elizabeth Gray, The Nature Conservancy; Patricia Townsend, University of Washington; "Biofuels and Biodiversity: Principles for Creating Better Policies for Biofuel Production" Conservation Biology, 2008

Politycy UE zaproponowali zmianę obecnie obowiązujących przepisów dotyczących biopaliw zawartych w dyrektywie o energii ze źródeł odnawialnych i dyrektywie mówiącej o jakości paliwa. Jak podaje Komisja Europejska na swojej stronie, transformacja ma dotyczyć:

- zwiększenia do 60% minimalnego progu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do nowych instalacji, w celu poprawy efektywności procesów produkcji biopaliw, jak również w celu zniechęcenia do dalszych inwestycji w instalacje o słabych parametrach emisji gazów cieplarnianych;
- włączenia czynników dotyczących pośredniej zmiany sposobu użytkowania gruntu do składanych przez dostawców paliw i państwa członkowskie sprawozdań dotyczących ograniczania emisji gazów cieplarnianych dzięki biopaliwom i biokomponentom;
- ograniczenia do 2020 r. obecnego poziomu zużycia, tj. 5%, ilości biopaliw i biokomponentów produkowanych z upraw roślin spożywczych, które mogą być zaliczane na poczet unijnego celu zakładającego uzyskanie do 2020 r. 10% udziału energii odnawialnej w sektorze transportu, przy utrzymaniu niezmienionych celów dotyczących łącznego udziału energii odnawialnej i ograniczenia intensywności emisji;
- stworzenia zachęt rynkowych dla biopaliw, które są źródłem zerowych lub minimalnych emisji wynikających z pośredniej zmiany sposobu użytkowania gruntu, a w szczególności dla biopaliw II i III generacji produkowanych z surowców niepowodujących dodatkowego zapotrzebowania na grunty, w tym alg, słomy i różnego rodzaju odpadów. Będą one wносить większy wkład w realizację celu zakładającego osiągnięcie 10% udziału energii odnawialnej w transporcie, który został wyznaczony w dyrektywie w sprawie energii ze źródeł odnawialnych.

Z przedstawionych wyżej powodów nie wydaje się zasadne rozwijanie w szerszym zakresie produkcji biopaliw płynnych pierwszej generacji na terenie województwa.

## **A) Biopaliwa pierwszej generacji**

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Potencjał techniczny województwa podkarpackiego w zakresie biopaliw płynnych został wyliczony, zarówno w zakresie bioetanolu jak i biodiesla, w ramach opracowania „*Baza danych odnawialnych źródeł energii województwa podkarpackiego*”.

Jako podstawę wyliczeń przy obliczaniu potencjału teoretycznego biopaliw płynnych przyjęto założenie, że na produkcję spirytusu przeznaczono 10% zbiorów ziemniaków i 10% zbiorów zbóż. Do obliczeń potencjału technicznego przyjęto po 5% zbiorów tych roślin. W przypadku produkcji biodiesla przyjęto dla potencjału teoretycznego 50% zbiorów rzepaku, a technicznego -

30%. Punktem odniesienia były dane za 2006 rok, przyjęto także następujące założenia co do produkcji biopaliwa z danych upraw:

Tabela 53. Założenia do wyliczenia potencjału technicznego biopaliw pierwszej generacji

Wyszczególnienie	Plon średni Mg/ha	Nazwa produktu	Średnia ilość paliwa dm <sup>3</sup> /ha	Ekwiwalentna ilość paliwa z rzepaku wymaga powierzchni ha
Rzepak	2,5	Diester	850	1,00
Burak cukrowo-pastewny	80,0	Etanol	5 800	0,24
Burak cukrowy	46,0	Etanol	4 400	0,31
Ziemniak	28,0	Etanol	3 400	0,40
Kukurydza	6,0	Etanol	2 300	0,59
Pszenica	5,0	Etanol	1 700	0,80
Pszenżyto	3,7	Etanol	1 400	0,98

Źródło: Gradziuk P., Mańka J. „Zasoby energii biopaliw na obszarze województwa podkarpackiego. potencjał teoretyczny i techniczny” za: Gutowski K., 2002: Odpowiedź na oświadczenie senatora Wojciecha Pawłowskiego złożone na 9 posiedzeniu Senatu. Dziennik Senatu Rzeczypospolitej Polskiej nr 11.

## Wyniki obliczeń

Tabela 54. Potencjał biopaliw pierwszej generacji.

Powiaty	Produkcja bioetanolu [tys. l]				Produkcja biodiesla [tys. l]	
	zboża ogółem		ziemniaki		rzepak	
	teoretyczny	techniczny	teoretyczny	techniczny	teoretyczny	techniczny
<b>woj. podkarpackie</b>	<b>22 165,3</b>	<b>11 082,6</b>	<b>10 312,1</b>	<b>51 56,0</b>	<b>4 375,0</b>	<b>2 625,0</b>
dębicki	1 596,0	798,0	1 004,7	502,4	15,2	9,1
kolbuszowski	744,0	372,0	476,5	238,3	2,0	1,2
leżajski	942,6	471,3	342,4	171,2	107,8	64,7
łańcucki	824,5	412,2	384,9	192,5	64,8	38,9
mielecki	2 183,8	1 091,9	618,7	309,3	72,7	43,6
niżański	634,9	317,4	313,7	156,8	0,0	0,0
ropczycko-sędziszowski	994,7	497,3	502,8	251,4	19,2	11,5
rzeszowski	1 787,1	893,6	1 019,3	509,7	281,7	169,0
stalowowlowski	588,2	294,1	244,5	122,3	1,3	0,8
tarnobrzesci	508,1	254,0	290,6	145,3	48,9	29,4
M. Rzeszów	96,5	48,3	42,2	21,1	4,0	2,4
M. Tarnobrzeg	98,4	49,2	61,6	30,8	5,3	3,2
bieszczadzki	75,6	37,8	51,5	25,8	2,6	1,6
brzozowski	537,9	268,9	422,0	211,0	92,6	55,5
jarosławski	2 407,0	1 203,5	911,0	455,5	1 140,5	684,3
jasielski	965,4	482,7	730,8	365,4	13,9	8,3
krośnieński	654,0	327,0	525,6	262,8	164,6	98,8
leski	136,2	68,1	101,4	50,7	1,3	0,8
lubaczowski	1 727,3	863,6	390,8	195,4	817,2	490,3
przemyski	1 672,1	836,0	515,8	257,9	785,5	471,3
przeworski	1 473,6	736,8	535,1	267,5	448,3	269,0
sanocki	675,0	337,5	360,2	180,1	133,6	80,1
strzyżowski	710,8	355,4	415,4	207,7	38,3	23,0
M. Krosno	28,8	14,4	29,5	14,8	0,0	0,0
M. Przemyśl	102,9	51,5	20,9	10,4	113,7	68,2

Źródło: Gradziuk P., Mańka J. „Zasoby energii biopaliw na obszarze województwa podkarpackiego. potencjał teoretyczny i techniczny”.

## B) Biopaliwa drugiej generacji

### *Metodyka obliczenia potencjału*

Surowce pierwszej generacji, z których wytwarza się biopaliwa stanowią konkurencję dla pożywienia, dlatego idealnym rozwiązaniem są produkty celulozowe, takie jak drewno, słoma, wieloletnie trawy czy odpadki przemysłu drzewnego. Paliwa wytwarzane z tych surowców nazywane są biopaliwami drugiej generacji. Mogą one zaspokoić zapotrzebowanie na paliwa w równoważny i korzystny dla środowiska sposób. Zaletą biopaliw drugiej generacji jest możliwość wykorzystania całej rośliny (łącznie z łodygą, liśćmi i łupinami), a nie tylko jej części (np. ziaren), jak to ma miejsce w surowcach pierwszej generacji. Paliwo drugiej generacji można również produkować, z roślin, których żadna część nie jest jadalna takich jak: jatrofa czy proso różgowe (rodzaj wysokiej trawy rosnącej w Ameryce Południowej); zbóż zawierających bardzo mało ziaren; odpadków pochodzących z przemysłu drzewnego czy miazgi z przetwórstwa owoców.

Głównym problemem przy produkcji biopaliw drugiej generacji są procesy mające na celu rozbicie struktury lignocelulozy i uwolnienie cukrów prostych. Są to dość kosztowne na chwilę obecną i skomplikowane procesy, a w skali Unii Europejskiej nie ma wielu instalacji wykorzystujących biomasę do produkcji biopaliw drugiej generacji. Różnią się one w zależności od wybranego rodzaju surowca oraz, w konsekwencji, technologii. Do technologii tych zalicza się dwie najważniejsze ścieżki, w ramach których są dostępne bardziej szczegółowe technologie.

Ścieżka biochemiczna – oparta jest na enzymatycznej hydrolizie lignocelulozy za pomocą różnych enzymów rozbijających materiał na cukry. Następnie cukry fermentują w alkohol, który jest destylowany do etanolu.

Ścieżka termochemiczna – pierwszym jej elementem jest gazyfikacja w wysokiej temperaturze do gazu syntezowego, który następnie może być przekształcony w różnego rodzaju paliwa syntetyczne, zarówno gazowe jak i płynne (np. diesel BTL – skrót ten oznacza Biomass to Liquid – konwersję biomasy na paliwo płynne).

Międzynarodowa Agencja Energii (MEA) za najbardziej obiecujące uznaje produkcję biodiesla BTL powstającego w procesie gazyfikacji w wysokiej temperaturze (np. w procesie pirolizy) oraz produkcję bioetanolu (powstającą w procesie zaawansowanej hydrolizy enzymatycznej i fermentacji).<sup>25</sup>

Do produkcji bioetanolu może zostać wykorzystana słoma zbóż. Poniżej przedstawiono wartości energetyczne tego surowca

---

<sup>25</sup> Sustainable Production of Second Generation Biofuels. Potential and perspectives in major economies and developing countries, IEA 2010.



Tabela 55. Wartości energetyczne surowców do produkcji biopaliw drugiej generacji.

Rodzaj surowca	Stosunek odpadu do części wykorzystanej	Procent suchej masy	Lignina (%)	Węglowodory (%)	Zawartość biopaliwa (L kg <sup>-1</sup> suchej biomasy )	Plon (kg/ha)	Ilość biopaliwa (l/ha)
Słoma jęczmienna	1,2	88,7	9,0	70,0	0,31	1184	367
Suche części kukurydzy	1,0	86,2	18,7	58,3	0,29	1734	503
Słoma pszeniczna	1,3	89,1	16,0	54,0	0,29	1413	410

Źródło: *Second Generation Biofuels. Economics and Policies, Worldbank 2010*

Jako podstawę wyliczenia potencjału technicznego przyjęto areał obsiany jęczmieniem, kukurydzą oraz pszenicą na Podkarpaciu, przyjmując dane co do potencjału bioetanolu na bazie opracowania Banku Światowego. Założono również, zgodnie z tym samym raportem produkcję bioetanolu z pozostałości zrębowych drewna na poziomie 246 l/Mg. Przyjęto minimalną ze wskazanych tam wartości. Autorzy tego opracowania wskazują, że możliwości produkcji mogą być wyższe wraz z rozwojem technologii, szacując je 365 l/Mg w roku 2020. ( Dane dotyczące wielkości upraw na podstawie GUS 2010. Dane dotyczące drewna – Dyrekcja Lasów Państwowych).

Należy zwrócić uwagę, że w wypadku pozostałości zrębowych drewna posłużono się wartościami, które posłużyły również do wyliczenia potencjału biomasy stałej, a zatem ten zasób należy w części traktować wymiennie, wartości te nie sumują się. W zestawieniu nie uwzględniono wszystkich potencjalnych źródeł pozyskania bioetanolu, jak chociażby mało wymagające proso różgowe, które jednak na razie nie są praktycznie prawie wcale wykorzystywane .

## Wyniki obliczeń

Tabela 56. Potencjał techniczny bioetanolu drugiej generacji z wybranych zasobów biomasy.

Powiat	Słoma pszeniczna (tys. l)	Słoma jęczmienna (tys. l)	Suche części kukurydzy (tys. l)	Pozostałości zrębowe drewna (tys. l)
bieszczadzki *	51,07	9,33	0,86	5 643,90
brzozowski	715,32	130,68	42,64	1 083,08
dębicki	3 191,29	583,01	100,96	1 373,84
jarosławski	4 347,42	794,22	26,81	1 602,90
jasielski *	1 259,46	230,09	135,61	2 162,36
kolbuszowski	1 323,64	241,81	51,48	1 903,27
krośnieński	1 137,65	207,84	37,08	2 350,84
leski *	136,90	25,01	2,00	4 011,24
leżajski	1 628,90	297,58	25,53	1 295,63
lubaczowski	3 320,64	606,64	85,70	4 406,59
łańcucki	2 708,16	494,75	42,21	659,72
m.Krosno	23,48	4,29	1,00	1,76
m.Przemyśl	59,01	10,78	0,71	11,64
m.Rzeszów	187,45	34,25	0,00	15,83
m.Tarnobrzeg	85,08	15,54	0,00	43,70
mielecki	3 837,47	701,06	259,39	1 392,24
nizański	999,03	182,51	15,54	2 307,14
przemyski	2 758,60	503,96	26,81	3 354,49
przeworski	2 432,21	444,34	22,67	1 121,77
ropczycko-sędziszowski	1 733,10	316,62	74,58	944,66
rzeszowski	2 539,02	463,85	168,98	1 838,73
sanocki	1 145,64	209,29	16,11	4 402,53
stalowowolski	832,71	152,13	11,69	3 036,27
strzyżowski	1 108,61	202,53	122,78	937,90
tarnobrzeski	770,60	140,78	6,99	1 225,55
<b>Razem</b>	<b>38 332,47</b>	<b>7 002,88</b>	<b>1 278,12</b>	<b>47 127,56</b>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS, Second Generation Biofuels. Economics and Policies, Worldbank 2010.

**Biodiesel** może być pozyskiwany w szczególności z niejadalnych roślin, takich jak jatrofa przeczyszczająca. Jest to mało wymagająca roślina oleista, dobrze radząca sobie na ubogich glebach i nawet przy skąpych opadach deszczu. Z hektara można uzyskać ok. 3,5 Mg bogatych w olej nasion (oleistość na poziomie 30-40%), jednak należy pamiętać, że jest to roślina pochodząca z cieplejszych krajów, dlatego w polskich warunkach należy się liczyć z niższym plonowaniem, na poziomie 1,5 – 2 Mg. 1 litr oleju można uzyskać z 5 kg zebranych nasion. Oznacza to, że z jednego hektara może w podkarpackich warunkach być uzyskane 400 litrów oleju. Produkowane na bazie jatrofy paliwo lotnicze może zastąpić paliwo konwencjonalne bez potrzeby dokonywania zmian w obecnie funkcjonujących silnikach samolotowych. W związku z silnym postawieniem na rozwój branży lotniczej na Podkarpaciu należy rozważyć możliwość nasadzenia jatrofy i wytwarzania na bazie tej rośliny paliwa lotniczego. Wykorzystanie jatrofy w warunkach podkarpackich wymaga jednak przeprowadzenia szeregu badań, a przede wszystkim zbadania aspektu ekonomicznego tych upraw.

## Odpady komunalne

### Wprowadzenie

Nadrzędnym celem UE w zakresie gospodarki odpadami, wynikającym z unijnych dokumentów kierunkowych (programów i strategii), jest oddzielenie tempa wzrostu ilości odpadów od tempa wzrostu gospodarczego. Wymagania i cele w zakresie gospodarki odpadami zostały określone w dokumentach wiążących kraje członkowskie, takich jak:

Gospodarka odpadami regulowana jest szeregiem aktów prawnych zarówno Unii Europejskiej, jak i krajowych. W przypadku UE są to m.in. następujące akty prawne:

- Dyrektywa 94/62/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 1994 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (Dz. Urz. WE L 365 z 31.12.1994, str. 10, z późn. zm.),
- Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów (Dz. Urz. WE L 182 z 16.07.1999, str. 1, z późn. zm.),
- Dyrektywa 2000/76/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 4 grudnia 2000 r. w sprawie spalania odpadów (Dz. Urz. WE L 332 z 28.12.2000, str. 91, z późn. zm.),
- Dyrektywa 2002/96/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 stycznia 2003 r. w sprawie zużytego sprzętu elektrotechnicznego i elektronicznego (Dz. Urz. WE L 37 z 13.02.2003, str. 24, z późn. zm.), Dyrektywa 2006/12/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie odpadów (Dz. Urz. WE L 114 z 27.04.2006, str. 9, z późn. zm.),
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy (Dz. Urz. WE L 312 z 22.11.2008, str. 3, z późn. zm.),

- Dyrektywa Rady 99/31/WE w sprawie składowisk odpadów opisuje wymagania techniczno-eksploatacyjne dotyczące odpadów i składowisk ziemnych. Według niej zabrania się składowania odpadów płynnych oraz w zdecydowany sposób ogranicza składowanie substancji organicznych.

Powyższe dyrektywy znalazły odzwierciedlenie w szeregu rodzimych aktów prawnych, takich jak:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2010 r., Nr 185 poz. 1243, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz. U. z 2001 r., Nr 63, poz. 638, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (Dz. U. z 2005 r., Nr 180, poz. 1495, z późn. zm.), Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej (Dz. U. t. j. z 2007 r., Nr 90, poz. 607, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 29 czerwca 2007 r. o międzynarodowym przemieszczaniu odpadów (Dz. U. z 2007 r., Nr 124, poz. 859 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. Nr 152, poz. 897, z późn. zm.).

Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014 (KPGO 2014) jest nadrzędnym dokumentem w zakresie gospodarki odpadami, z którym muszą być zgodne plany gospodarki odpadami opracowywane na niższych szczeblach administracji. Główne cele strategiczne wynikające z KPGO 2014 to:

- uniezależnienie wzrostu ilości wytwarzanych odpadów od wzrostu gospodarczego kraju,
- zwiększenie udziału odzysku, w tym w szczególności odzysku energii z odpadów, zgodnego z wymaganiami ochrony środowiska,
- zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska odpadów,
- utworzenie i uruchomienie bazy danych o produktach, opakowaniach, i gospodarce odpadami,
- KPGO 2014 formułuje również dodatkowe cele szczegółowe dla poszczególnych grup odpadów. W przypadku odpadów komunalnych są to: objęcie systemem zbiórki odpadów komunalnych 100% mieszkańców najpóźniej do 2015 r.,
- objęcie 100% mieszkańców systemem selektywnego zbierania odpadów najpóźniej do 2015 r.,
- zmniejszenie ilości odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych do składowania, aby nie było składowanych:
  - w 2013 r. więcej niż 50%,
  - w 2020 r. więcej niż 35% ,masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r.

- zmniejszenie masy składowanych odpadów komunalnych do poziomu maks. 60% wytworzonych odpadów do końca 2014 r.,
- przygotowanie do ponownego wykorzystania i recykling materiałów odpadowych, przynajmniej takich jak papier, metal, tworzywa sztuczne i szkło z gospodarstw domowych i w miarę możliwości odpadów innego pochodzenia podobnych do odpadów z gospodarstw domowych na poziomie minimum 50% ich masy do 2020 roku.

*Plan gospodarki odpadami dla województwa podkarpackiego [2012] (WPGO)* wyznacza 6 regionów gospodarki odpadami komunalnymi. Zgodnie z założeniami nowego systemu gospodarowania odpadami, wszystkie wytworzone zmieszane odpady komunalne w granicach jednego regionu muszą być odpowiednio przetworzone i zagospodarowane w tym regionie. Natomiast odpady zebrane selektywnie mogą być przetwarzane i zagospodarowywane poza granicami regionu, w którym zostały selektywnie zebrane.

Zgodnie z nowym systemem gospodarki opadami komunalnymi, w każdym z wyznaczonych regionów powinny funkcjonować regionalne instalacje do mechaniczno – biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych oraz instalacje do przetwarzania selektywnie zebranych odpadów zielonych i innych biodegradowalnych odpadów. Dopuszcza się na terenie województwa budowę m.in. następujących instalacji:

- instalacje produkcji komponentów paliwa alternatywnego (tzw. RDF),
- instalacje beztlenowej utylizacji odpadów biodegradowalnych,
- instalacje do termicznej utylizacji odpadów zmieszanych.

Wyżej wymienione instalacje pozwalają na uzyskanie w wyniku tych procesów energii.

W 2010 r. wg WPOG zagospodarowano 65,9% masy zebranych odpadów komunalnych. Pozostała masa była magazynowana lub kierowana do zagospodarowania poza województwem podkarpackim. W województwie odpady były głównie poddawane procesom unieszkodliwiania, co stanowiło 67,8% masy zagospodarowanych odpadów. Wśród procesów odzysku dominowały procesy klasyfikowane jako R15 ok. 85% masy zagospodarowanych odpadów. Na terenie województwa podkarpackiego odpady komunalne były unieszkodliwiane w 99,9% przez składowanie (proces D5).

W województwie podkarpackim na koniec 2011 r. funkcjonowały 22 sortownie przetwarzające odpady komunalne i opakowania. Całkowita nominalna moc przerobowa sortowni to ok. 290 tys. Mg/rok. Sortownie te nie zapewniają w pełni potrzeb województwa w zakresie odzysku i unieszkodliwienia odpadów komunalnych.

W 2010 r. wytworzono ok. 193 tys. Mg odpadów biodegradowalnych. Na składowiskach w województwie unieszkodliwiono aż 86,9% wytworzonych odpadów ulegających biodegradacji.

Wynika to z faktu, że system selektywnej zbiórki jak i moce przerobowe instalacji do utylizacji odpadów biodegradowalnych są niewystarczające. Na terenie województwa w 2010 r. funkcjonowały 4 instalacje zagospodarowania odpadów biodegradowalnych o łącznych mocach ok. 31 tys. Mg/rok.

W województwie podkarpacki w 2010 r. funkcjonowało 5 instalacji (o łącznej mocy przerobowej ok. 343 tys. Mg/rok) w których wytwarzano paliwo RDF m.in. z odpadów komunalnych (grupa 20) oraz z wysortowanej z odpadów frakcji palnej. Moc tych instalacji jest wystarczająca by zagospodarować wytworzone odpady komunalne o właściwościach palnych z obszaru całego województwa.

W województwie podkarpackim głównym problemem zagospodarowania osadów ściekowych jest wciąż metoda ich składowania oraz praktycznie brak instalacji do termicznego ich przekształcania. Termiczne metody utylizacji osadów ściekowych wymagają osuszania, stabilizacji i odwadniania oraz przygotowania materiału do procesu spalania. Przed procesem suszenia osady poddawane są zagęszczeniu w sposób naturalny lub mechaniczny. Zawartość substancji organicznej w osadach ściekowych jest wskaźnikiem, który informuje o właściwościach paliwowych osadów i możliwości ich stosowania w procesach termicznych. Wartość opałowa zależna jest od rodzaju osadów ściekowych. Przy korzystnej dla procesu scalania wilgotności wynoszącej około 23,5% wartość opałowa kształtowała się na poziomie około 8,6 MJ/kg<sup>26</sup>

W *Programie* gospodarki odpadami dla województwa podkarpackiego przewiduje się możliwość budowy następujących instalacji:

- do beztlenowej fermentacji osadów ściekowych,
- do osuszania i termicznej utylizacji osadów ściekowych.

W 2010 r. wg WPGO wytworzono w województwie ok. 88,5 tys. Mg osadów ściekowych. Pomimo, że zdolności instalacji przetwarzania komunalnych osadów ściekowych znacznie przewyższają potrzeby w tym zakresie tylko niewielka ich część była w ten sposób zagospodarowana. Osady ściekowe przede wszystkim były wykorzystywane w rolnictwie. Część osadów ściekowych magazynowana była na terenie oczyszczalni, a część składowana na składowiskach, co jest złą praktyką.

---

<sup>26</sup> Kosturkiewicz B., Magdziarz A., Wilk M.: 2011, *Osady ściekowe jako paliwo odnawialne*, *Rynek Energii* 5(96).

## Metodyka oszacowania potencjału paliwa alternatywnego oraz osadu z oczyszczalni ścieków

### Prognoza ilości odpadów komunalnych w województwie podkarpackim

Na ilości odpadów komunalnych wytwarzanych na terenie województwa wpływ ma szereg czynników takich jak: liczba mieszkańców, stan gospodarki, stopień zamożności społeczeństwa, świadomość ekologiczna mieszkańców oraz przedsiębiorców prowadzących działalność, w wyniku której powstają odpady. Odpady komunalne powstają w:

- gospodarstwach domowych,
- obiektach infrastruktury: handel, usługi, szkolnictwo, obiekty turystyczne, obiekty działalności gospodarczej i wytwórczej.

Plan gospodarki odpadami dla województwa podkarpackiego (WPOG) zakłada, że w okresie od 2013 do 2020 r. zostanie wytworzonych od 544,5 tys. Mg do 573,9 tys. Mg odpadów komunalnych. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli nr 57.

Tabela 57. Odpady komunalne [tys. Mg]

Wyszczególnienie	2010*	2013**	2015**	2020**
Papier i tektura	56,6	58,6	60,5	64,4
Szkło	53,5	54,6	55,2	56,6
Metale	11,7	11,7	11,6	11,2
Tworzywa sztuczne	64,1	66,2	67,3	71,5
Odpady wielomateriałowe	19,2	19,9	20,2	21,5
Odpady kuchenne i ogrodowe	174,5	174,3	173,9	174,5
Odpady mineralne	22,8	23,6	25,2	27,7
Frakcja <10 mm	53,1	53,9	54,3	55,0
Tekstylia	14,8	15,3	15,5	15,9
Drewno	2,3	2,6	2,6	2,9
Odpady niebezpieczne	4,0	4,2	4,3	4,9
Inne kategorie	23,2	24,6	25,6	28,5
Odpady wielkogabarytowe	11,1	12,5	13,4	14,3
Razem	510,9	522,1	529,6	548,7
Odpady z pielęgnacji terenów zielenin	21,6	22,4	23,2	25,1
Razem	532,5	544,5	552,8	573,9

\* Szacunek, \*\* Prognoza

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Planu gospodarki odpadami dla województwa podkarpackiego (2012).



Odpady palne w 2020 r. stanowić będą ok. 32% w ujęciu masowym. Można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że część odpadów wytwarzanych na terenie województwa jest zagospodarowywana poza zorganizowanym systemem odbierania odpadów – np. odpady mające właściwości energetyczne (drewno, papier, tworzywa sztuczne) są spalane w instalacjach grzewczych budynków, co w przypadku tworzyw sztucznych należy uznać za zjawisko niebezpieczne dla środowiska (m.in. emisja chloru, dioksyn i furanów) lub kompostowana w przydomowych kompostowniach, co z kolei jest działaniem pożądanym.

Alternatywą do budowy zakładu termicznej utylizacji odpadów komunalnych może być nowoczesny zakład MBT, w którym produkowane jest paliwo alternatywne (np. RDF). Paliwo produkowane z odpadów - RDF jest paliwem alternatywnym uzyskanym w procesie rozdrabniania, sortowania oraz dehydratacji (odwadnianie) lekkiej frakcji stałych odpadów komunalnych.

Pod pojęciem paliwo alternatywne rozumie się odpady palne, rozdrobnione, o jednorodnym stopniu wymieszania, powstałe w wyniku zmieszania odpadów innych niż niebezpieczne, z udziałem lub bez udziału paliwa stałego, ciekłego lub biomasy, które w wyniku przekształcenia termicznego nie powodują przekroczenia poziomów emisji określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska *w sprawie standardów emisyjnych z instalacji odnoszących się do procesu współspalania odpadów*. Paliwo alternatywne - kod 19 12 10 (wg katalogu odpadów) – w dalszym ciągu jest odpadem.

Najczęściej wykorzystywane surowce do produkcji RDF to: papier, drewno, tekstylia, tworzywa sztuczne i guma. Obecnie paliwa alternatywne wykorzystuje się w procesach:

- spalania w zakładach termicznej utylizacji odpadów komunalnych,
- współspalania w kotłach energetycznych (energetyka zawodowa), w przemyśle cementowym, ceramicznym, wapienniczym, żelaza i stali i koksowniczym.

RDF wytworzone w instalacjach MBT ma wartość opałową na poziomie 14-16 MJ/kg (bez suszenia) lub 16-18 MJ/kg (z suszeniem). To paliwo ma jednak zbyt niską wartość opałową dla przemysłu cementowego (wymagania – wartość opałowa ponad 20 MJ/kg)<sup>27</sup> i powinno być wykorzystane w innych gałęziach przemysłu.

---

<sup>27</sup> W cementowniach stopień zastąpienia paliw kopalnych przekracza 40% wobec czego wartość opałowa paliwa alternatywnego powinna być zbliżona do wartości opałowej węgla.



### **Obliczenia potencjału produkcji paliw alternatywnych (RDF)**

Przyjmując średnią wartość opałową paliwa RDF na poziomie 16 MJ/kg oraz zakładając, że zdolności instalacji do produkcji paliwa alternatywnego wykorzystane będą w 75% to umożliwi pozyskanie energii chemicznej zawartej w paliwie na poziomie ok. 4,1 PJ.

### ***Prognoza ilości osadów ściekowych***

W celach szczegółowych WPGO zakłada się, że:

- od 1 stycznia zagospodarowanie osadów ściekowych metodami innymi niż składowanie,
- zwiększenie masy osadów ściekowych przekształcanych metodami termicznymi,
- maksymalizację wykorzystania substancji organicznych w osadach ściekowych przy zachowaniu bezpieczeństwa sanitarnego, chemicznego i środowiskowego.

Prognozuje się wg WPGO wzrost masy osadów ściekowych do roku 2017 w wyniku budowy nowych i rozbudowy istniejących oczyszczalni ścieków. W latach 2018-2020 przewiduje się, że w wyniku przekształcania termicznego oraz budowy nowych instalacji do mechanicznego i mechaniczno – biologicznego przetwarzania osadów ściekowych znaczna ich część będzie w tych procesach przekształcona.

Biorąc pod uwagę, że zakwalifikowanie osadów ściekowych do użytku rolniczego niesie ze sobą wymagania, które muszą spełniać zarówno grunty użytkowane rolniczo, jak i wykorzystywane osady. Pod względem dopuszczalnej ilości związków chemicznych, które mogą zawierać osady ściekowe oraz muszą być poddane procesom stabilizacji by obniżyć podatność na zagniewanie i wyeliminować zagrożenie dla środowiska lub zdrowia ludzi. Podobne, wymagania obowiązują przy zastosowaniu osadu do rekultywacji terenu lub dla innych celów przyrodniczych. W zawiązku z powyższym szacuje się, że 25% osadów ściekowych i osadów z procesu fermentacji metanowej (z biogazowni na oczyszczalniach ścieków) może być do roku 2020 wykorzystana na cele energetyczne w technologii ich termicznej utylizacji. Uwarunkowania formalno – prawne odnośnie utylizacji termicznej osadów ściekowych nie są obecnie określone odrębnymi przepisami. Należy wobec tego kierować się w tym przypadku przepisami dotyczącymi termicznego przekształcania odpadów określonymi w ustawie o odpadach. Jako technologie preferowane zakłada się termiczne przekształcanie osadów ściekowych w spalarniach odpadów niebezpiecznych, spalarniach odpadów innych niż niebezpieczne i komunalne, a także w spalarniach odpadów komunalnych.

## Obliczenia potencjału wykorzystania na cele energetyczne osadu ściekowego

Zakładając udział substancji palnej w osadach niestabilizowanych na poziomie  $75 \div 85\%$  s.m., a dla osadów stabilizowanych  $45 \div 60\%$  s.m.. Wartość opałową osadu niestabilizowanego można przyjąć  $18 \text{ MJ/kg}$  s.m., a osadu przefermentowanego  $12 \text{ MJ/kg}$  s.m.. Przyjmuje się dla uproszczenia obliczeń średnią wartość osadu ściekowego na poziomie  $15 \text{ MJ/kg}$  s.m. oraz, że tylko 25% osadów zostanie zagospodarowane to potencjał techniczny wyniesie 90 TJ.

## 6.6. Potencjał energetyki geotermalnej

### A) Geotermia wysokiej entalpii

#### Wprowadzenie

Energię geotermalną pozyskiwaną ze skał i wód podziemnych najogólniej i w sposób umowny podzielić można na dwa rodzaje: wysokotemperaturową (geotermia wysokiej entalpii - GWE) i niskotemperaturową (geotermia niskiej entalpii - GNE). Geotermia wysokiej entalpii umożliwia bezpośrednie wykorzystanie ciepła ziemi, którego nośnikami są substancje wypełniające puste przestrzenie skalne (woda, para, gaz i ich mieszaniny) o względnie wysokich wartościach temperatur. Oprócz zastosowań grzewczych możliwe jest także wykorzystanie w wielu innych dziedzinach, np. do celów rekreacyjnych (kąpieliska, balneologia), hodowli ryb, produkcji rolnej (szklarnie), suszenia produktów rolnych itp. Optymalnym sposobem wykorzystania ciepła wysokiej entalpii jest system kaskadowy, w którym kolejne punkty odbioru ciepła charakteryzują się coraz mniejszymi wymaganiami temperaturowymi. Złoża geotermalne o bardzo wysokiej entalpii mogą być wykorzystane również do produkcji energii elektrycznej przy użyciu gorącej pary wodnej. W chwili obecnej taki sposób wykorzystania energii geotermalnej jest możliwy jedynie w niektórych rejonach świata i nie dotyczy Polski.

Energia geotermalna jest pochodną ciepła dopływającego z wnętrza Ziemi, ciepła generowanego w skorupie ziemskiej oraz docierającej do Ziemi energii słonecznej. Zasoby energetyczne Ziemi są wynikiem naturalnego rozkładu pierwiastków promieniotwórczych szeregu uranowego, aktynowego, torowego i potasowego zachodzącego w jej wnętrzu.

Gęstość strumienia energii przenikającej przez formacje skalne ku powierzchni Ziemi zależy od stopnia przewodnictwa podłoża i leżących wyżej formacji skalnych. W przypadku Polski, największym przewodnictwem cieplnym charakteryzują się granity, sjenity i gabbro na podłożu krystalicznym oraz wapienie jurajskie, wapienie dewońskie i piaskowce kambryjskie na podłożu karpackim.

Podstawowym sposobem pozyskiwania energii geotermalnej jest odbiór ciepła z wód geotermalnych lub z suchych skał za pośrednictwem krążącego medium, którym jest zwykle woda.

Możliwości wykorzystania wód termalnych zależą głównie od ich temperatury. Do głównych sposobów wykorzystania energii zakumulowanej w wodach i parach geotermalnych należy zaliczyć:

- zastosowanie bezpośrednie, obejmujące szeroki zakres temperatur i różnorodne cele; wody o temperaturze od 20 do 50<sup>0</sup>C, stosowane są do ogrzewania i chłodnictwa przy zastosowaniu pomp ciepła oraz rekreacji, balneologii; wody o temperaturze od 50 do 100<sup>0</sup>C, bezpośrednio do chłodzenia i ogrzewania pomieszczeń;
- wytwarzanie prądu elektrycznego przy wykorzystaniu wody o temperaturze powyżej 100<sup>0</sup>C (para geotermalna);
- balneologia i rekreacja. Wody termalne mogą posiadać właściwości lecznicze i terapeutyczne. Wody o właściwościach leczniczych są szczególnym rodzajem wód podziemnych, stosowanych w balneologii i rekreacji. Podkreślić należy, że obecnie dziedziny te są bardzo atrakcyjnym i perspektywnym sektorem usług medycyny uzdrowiskowej.

W istniejących obecnie warunkach technicznych pozyskiwania i wykorzystania złóż geotermalnych, najbardziej uzasadniona jest eksploatacja wód, których temperatura jest wyższa niż 60°C, chociaż płytkie występowanie wód – do 1 000 metrów, duża wydajność – ponad 200 m<sup>3</sup>/h, mała mineralizacja – do 3 g/dm<sup>3</sup> i korzystne warunki wydobywania wskazują również na celowość eksploatacji złóż geotermalnych, w których temperatura wody jest niższa niż 60°C.

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Określenie zasobów geotermalnych dla Podkarpacia zostało przeanalizowane na potrzeby „Bazy danych OZE województwa podkarpackiego” przez zespół pod kierownictwem dr inż. Wiesława Bujakowskiego. Często w tym aspekcie przywoływane są prace prof. Juliana Sokołowskiego, które mogły sugerować, że Podkarpacie jest bardzo zasobne w wody geotermalne nadające się do wykorzystania energetycznego. Prace te jednak miały charakter czysto teoretyczny. Nie mogą stanowić podstawy wyliczenia potencjału technicznego. Najbardziej prawdopodobną oceną jest ta opracowana przez zespół dr Bujakowskiego z Polskiej Akademii Nauk na potrzeby „Bazy danych...”. Informacje w „Delimitacji...” opierają się o te same dane, które wykorzystano w niniejszym opracowaniu. Podstawowa różnica polega na układzie w jakim zaprezentowano dane – w opracowaniu są one ujęte w rozkładzie powiatowym. Należy zaznaczyć, że choć prace te opierały się częściowo, w miarę dostępności, o dokumentację otworów wiertniczych, to dane wejściowe nawet w tym wypadku nie były bardzo szczegółowe. Woda była traktowana przy odwiertach poszukiwawczych gazu lub ropy jako przeszkoda i dokumentowana wyłącznie w wymaganym

prawem geologicznym zakresie. Dla sporej części obszaru nie ma żadnych danych bezpośrednio odnoszących się do wód. Dlatego część uzyskanych wyników opiera się na ekstrapolacji danych oraz o znajomość towarzyszących konkretnym formacjom geologicznym zjawisk, w tym współwystępowania wód. Należy mieć to na względzie przy podejmowaniu decyzji związanych z rozwojem geotermii wysokiej entalpii, ponieważ w związku z ryzykiem zarówno przeszacowania jak i niedoszacowania zasobów w konkretnej lokalizacji konieczne jest przeprowadzenie badań (odwiertów badawczych, badań geofizycznych) dla wybranego miejsca. Podstawowym elementem decydującym o możliwości wystąpienia zasobów wód termalnych jest budowa geologiczna regionu.

W budowie geologicznej województwa podkarpackiego wyróżnia się dwie zasadnicze jednostki zróżnicowane pod względem stratygraficznym, litologicznym i tektonicznym. Są to zapadlisko przedkarpackie (północ województwa) i Karpaty (część południowa) rozdzielone frontem fałdowań alpejskich.

Zapadlisko przedkarpackie budują utwory piaskowcowe miocenu (sarmat, baden) w podłożu, których występują utwory węglanowe jury górnej i lokalnie piaskowcowe jury środkowej (północno-wschodnia część województwa podkarpackiego, rejon Lubaczowa). Powstało w okresie neogenu zapadlisko podkarpackie wypełnione jest głównie osadami miocenijskimi. Ich podłoże stanowią przeważnie utwory mezozoiczne typu platformowego. Tylko w części wschodniej bezpośrednio pod miocenem zalegają osady prekambryjsko-paleozoiczne stanowiące przedłużenie Gór Świętokrzyskich. Z wapieniami późnej jury i piaskowcami środkowej kredy związane są złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Utwory miocenijskie budują głównie osady chemiczne wczesnego tortonu i osady piaszczysto-ilaste tortonu późnego. Osady piaszczysto – ilaste późnego tortonu są źródłem ropy naftowej i gazu ziemnego wykryte w rejonie Przemyśla, Łańcuta i Lubaczowa oraz piasków szklarskich (Świniary, Piaseczno) i surowców ceramicznych. Seria chemiczna dzieli się na trzy strefy facjalne: chlorkową - występującą na przedgórzu Karpat, siarczanową – zalegającą w centralnej części zapadliska i węglanową - zajmującą peryferyczne części zbiornika. Ze strefą siarczanową związane są złoża siarki rodzimej występującej na Podkarpaciu w rejonie Tarnobrzega (Piaseczno, Machów i Jeziórko) i Baszni przy granicy z Ukrainą. Ze strefą tą związane są również wody mineralne typu chlorkowego wzbogacone w jod i brom oraz wody siarkowodorowe. Strefę węglanową tworzą głównie wapienie litotamniowe występujące wzdłuż południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i na Roztoczu. Tereny zapadliska charakteryzują się występowaniem zbiorników podziemnych.

Południową część województwa pokrywają trzeciorzędowo-kredowe utwory fliszu karpackiego (Karpaty), zbudowane z piaskowców i łupków, wykazujących słabe cechy zbiornikowe. Rozwinał się on w czasie fałdowań alpejskich. Budujące go piaskowce kredy i trzeciorzędu stanowią cenny surowiec budowlany eksploatowany tu w licznych kamieniołomach. Osady ilaste kredy i eocenu są natomiast źródłem ropy naftowej i gazu ziemnego występujące w piaskowcach centralnej części depresji karpackiej (Jasło-Krosno) oraz czołowej strefy nasunięcia magurskiego (Gorlice). Złoża bituminów okalają solanki wzbogacone w niektórych miejscach w brom



i jod (Iwonicz). W osadach wczesnej kredy i eocenu występują również syderyty ilaste znane np. z okolic Pilzna. W osadach eocenu występują również bentonity i diatomity znane np. z rejonu Leszczawki. W dolinach rzecznych Karpat fliszowych eksploatowane są liczne złoża kruszywa naturalnego. Z utworami fliszu związane są występujące tu wody chlorkowe, szczawy i solanki. W okolicach Iwonicza Zdroju, Rymanowa Zdroju i Baligrodu na terenie Karpat zewnętrznych występują lecznicze solankowe wody podziemne z zawartością CO<sub>2</sub>. Na terenie Karpat wody geotermalne ułożone są w ciągach antyklinalnych, a nie w dużych zbiornikach.



Rysunek 31. Mapa geotektoniczna Polski (Źródło: [http://www.redbor.pl/polskie/00\\_mineraly\\_polski.htm](http://www.redbor.pl/polskie/00_mineraly_polski.htm))

Wskazówką co do możliwości występowania i charakteru wód geotermalnych jest występowanie wód mineralnych obecnych na terenie całego województwa. W kilku miejscach wody te mają walory na tyle zdrowotne, że istnieją na ich bazie uzdrowiska: w Iwoniczu-Zdroju, Rymanowie-Zdroju, Polańczyku-Zdroju, Horyńcu-Zdroju. Kilka innych miejscowości ma wody o parametrach wymaganych do stworzenia uzdrowiska (Latoszyn koło Dębicy) lub innych leczniczych występujących w okolicy Hyżnego-Nieborowa, Leska, Bystrego, Krosna i Lipy.



Rysunek 32. Wody mineralne województwa podkarpackiego

(Źródło: [http://www.archiwum.podkarpackie.pl/wrota\\_kopia/kopia/res/bip/um/rs/za\\_nr\\_4\\_mapa\\_wody\\_mineralne\\_ak.jpg](http://www.archiwum.podkarpackie.pl/wrota_kopia/kopia/res/bip/um/rs/za_nr_4_mapa_wody_mineralne_ak.jpg))

W przeprowadzonej na potrzeby bazy danych odnawialnych źródeł energii analizie wyróżniono w sumie 32 strefy perspektywiczne występowania wód geotermalnych. Ich zasięg jest ściśle związany z budową geologiczną i warunkami hydrogeologiczno – złożowymi regionu. Linia oddzielającą część północną od południowej województwa jest granica nasunięcia karpackiego, przebiegająca generalnie przez środek województwa, z zachodu na wschód. Strefy te bardzo się różnią na północy i na południu, co jest związane z budową geologiczną.

W północnej części województwa wyszczególniono 15 zbiorników w obrębie utworów miocenu i 2 jurajskie. Strefy wydzielone w obrębie utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego, oznaczone nr od I do XV to obszary występowania piaskowców sarmatu i badenu. Piaskowce te występują w formie stosunkowo cienkich warstw o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów, tworzących systemy horyzontów wodonośnych. Analizowane struktury występują na głębokościach od 92 m p.p.t. do nawet 4 231 m p.p.t., np. strefa VIII Jodłówka – Rączyna w obrębie której miąższość horyzontów wodonośnych kształtuje się w granicach od 11 – 185 m lub strefa IX w rejonie Pruchnik – Kańczuga, o głębokości zbiorników perspektywicznych od 71 – 1 000 m p.p.t., od 2000 – 2 957 m p.p.t. oraz od 3 030 do 4 231 m p.p.t., w granicach której utwory piaskowcowe osiągają miąższość od 4 do 20 m. Interesującą pod względem głębokości zalegania jest również strefa nr VII, rejon Przemyśl – Tuligłowy. Utwory perspektywiczne występują tutaj na głębokości od 270 do 3444 m w horyzontach o miąższości od 7 do 175 m.

W obrębie zapadliska przedkarpackiego wydzielono też dwie perspektywiczne strefy w obrębie jurajskich utworów węglanowych, zlokalizowane w zachodniej części województwa. Występują one na głębokościach od 700 do 2 000 m p.p.t. Strefę nr XVI, rejon Partynia – Brzezówka charakteryzuje głębokość zalegania stropu od 700 do 2 000 m p.p.t. i miąższość utworów wodonośnych od 500 – 900 m, natomiast strefę XVII, rejon Jastrząbka – Pilzno, głębokość od 1 300 do 2 000 m p.p.t. o miąższość od 600 do 800 m (por. tabela stref).

W części południowej województwa wytypowano 15 stref perspektywicznych związanych z występowaniem utworów kredy i trzeciorzędu w ciągach antyklinalnych w obrębie jednostki skolskiej, (strefy nr XVIII – XXIV), śląskiej (strefy nr XXV – XXIX), oraz magurskiej (strefy nr XXX – XXXII). Strefy te wykazują typowy liniowy charakter, a ich parametry zbiornikowe są trudne do oceny. Wyjątek stanowi strefy nr XXIV, zbudowana z piaskowców spaskich, rozpoznana otworem wiertniczym Wiśniowa 1, w którym uzyskano przyływ wód złożowych w ilości ok. 180 m<sup>3</sup>/h.

Wody geotermalne o najwyższej temperaturze 105°C uzyskano tu w otworze Brzegi Dolne IG-1 na głębokości 4 500 m w jednostce skolskiej. W tej samej jednostce w otworze Babica 1 na głębokości ok. 2 200 m uzyskano wody geotermalne o temperaturze 43°C chociaż przy niewielkich wydajnościach. Najbardziej interesujące rezultaty osiągnięto jednak w otworze Wiśniowa 1 gdzie na głębokości ok. 3 700 m w warstwach spaskich uzyskano samowypływ wody geotermalnej o temperaturze 84°C przy ciśnieniu głowicowym 76 atm. i mineralizacji 7 g/l.



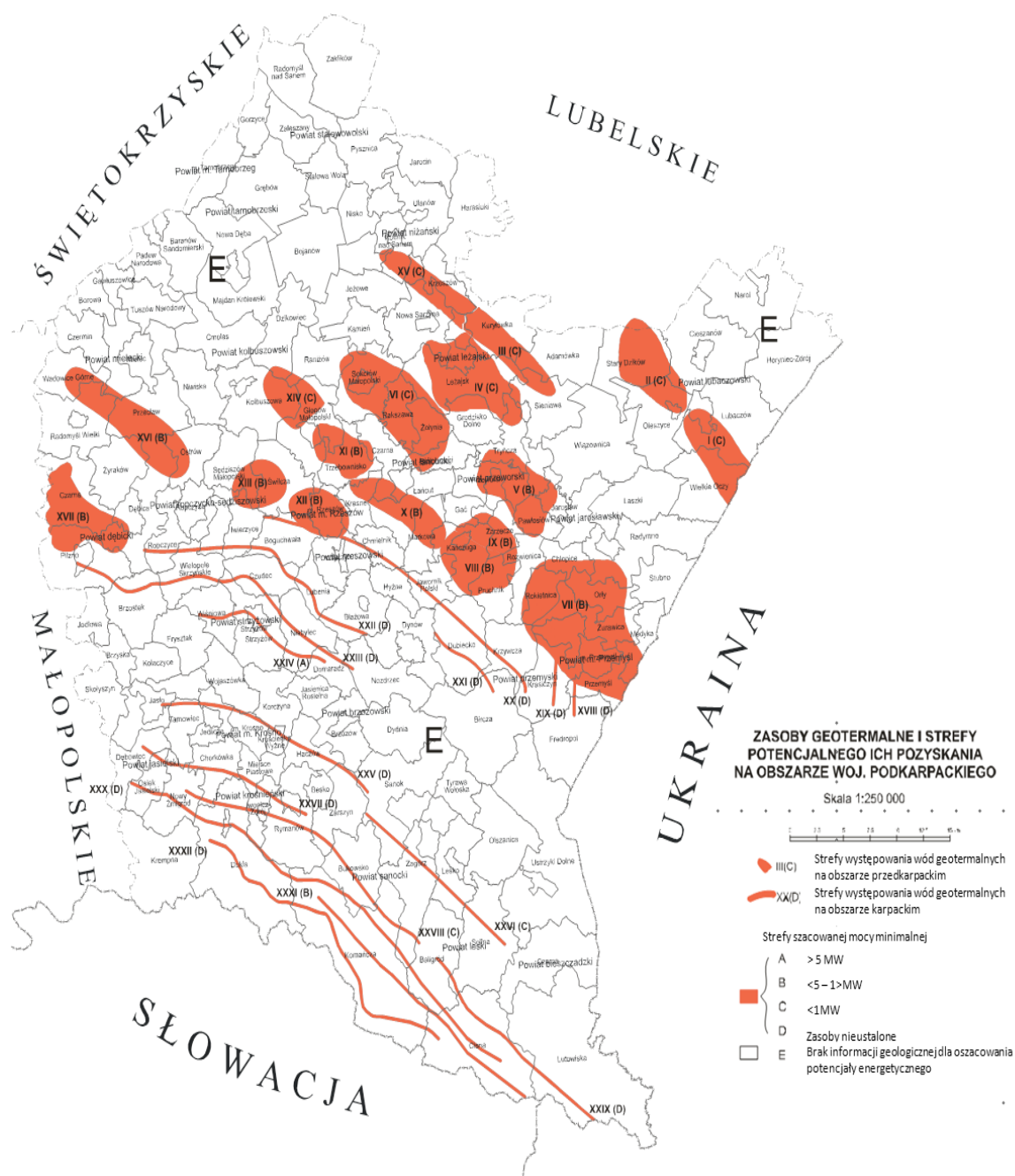
W tych samych warstwach jednostki skolskiej w otworze Kuźmina 1 na głębokości 4 700 m stwierdzono wody termalne o anomalnym ciśnieniu złożowym 980 atm.

W jednostce śląskiej wody termalne występują w rejonie Rudawki Rymanowskiej gdzie na głębokości ok. 500 m uzyskano wody termalne o temperaturze 40°C oraz w rejonie Lubatówki gdzie na głębokości 750-870 m uzyskano przypływ 3,3-8 m<sup>3</sup>/h wody geotermalnej o temperaturze ok. 24°C. We wschodniej części tej jednostki z otworu Polańczyk IG-1 z głębokości ok. 1 000 m otrzymano przypływ wody geotermalnej 0.7 m<sup>3</sup>/h o temperaturze 21°C.

Wysokociśnieniowy charakter wód geotermalnych występujących w ławicach piaskowcowych łupków spaskich w otworach Wiśniowa 1 i Kuźmina 1 wskazuje na zamknięty charakter występujących tutaj zbiorników. Rodzi to obawę co do odnawialności tych zasobów.

Nie dotyczy to tych stref gdzie warstwy spaskie kontaktują się z powierzchnią jak to ma np. miejsce w skrajnej wschodniej strefie (Grąziowa). Tutaj oraz w kierunku na północ warstwy spaskie tworzą liczne ciągi strukturalne zanurzające się na linii Sanu pod utwory inoceramowe. Wychodnie tych warstw stwarzają szansę powierzchniowego zasilania ich stref wglębnych gdzie wody mogą osiągać wysokie temperatury.





Rysunek 33. Mapa stref potencjalnego występowania zasobów geotermalnych w województwie podkarpackim (opis stref w tekście) (Źródło: Baza danych OZE województwa podkarpackiego, [www.baza-oze.pl](http://www.baza-oze.pl))

Dla wydzielonych perspektywicznych stref występowania wód geotermalnych na terenie województwa podkarpackiego określono moc cieplną i energię cieplną z wydzieleniem potencjału teoretycznego i technicznego. W tabelach charakteryzujących parametry strefy (m.in. głębokość zalegania stropu, miąższość utworów, porowatość, wydajność wód i in.) zamieszczono informacje dotyczące minimalnej mocy teoretycznej i technicznej instalacji oraz minimalnej energii teoretycznej i technicznej.

Oszacowane zasoby potencjalne analizowanych stref pozwoliły na dokonanie ich kategoryzacji w zakresie minimalnych do pozyskania mocy technicznych. Wyróżniono 4 rodzaje kategorii. Do kategorii A zaliczono strefy o minimalnej mocy technicznej powyżej 5 MW. Do kategorii B, strefy o oszacowanej minimalnej mocy technicznej od 1 do 5 MW, a do kategorii C – strefy o mocy teoretycznej poniżej 1 MW. Natomiast strefy, w których na obecnym etapie rozpoznania hydrogeotermalnego nie było możliwe oszacowanie potencjału technicznego zaliczono dla kategorii D – zasoby nieustalone.

Na obecnym etapie rozpoznania geologicznego, za najbardziej perspektywiczną uznano strefę nr XXIV, rejon Fałdy spaskie, rozpoznaną otworem poszukiwawczym Wiśniowa 1. Oszacowane potencjalne zasoby techniczne w tej strefie, przy założonej wydajności wód dla standardowego otworu – 180 m<sup>3</sup>/h, wynoszą 17 MW mocy technicznej i 10 340 GJ/rok energii technicznej, strefa ta zaklasyfikowana została do kategorii A.

Do kategorii B, zaklasyfikowano 10 stref o nr V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVI, XVII (por. mapa), w których potencjalna moc technicznej wynosi od 1 do 5 MW. Najwyższym potencjałem charakteryzuje się rejon Jastrząbka – Pilzno (strefa nr XI) w której moc techniczna szacowana jest na 4,5 MW, a energia techniczna na 2 737 GJ/rok, podobnie rejon Partynia – Brzezówka (strefa nr XVI), rejon Przemyśl – Tuligłowy (strefa nr VII) i rejon Mirocin – Jarosław – Przeworsk (strefa nr V).

Do kategorii C zaliczono strefy o nr I, II, III, IV, VI, XIV, XV, XXVI, XXVIII. Oszacowana minimalna moc techniczna w tych strefach nie przekracza wartości 1 MW. Wytypowane strefy perspektywiczne dla których brak danych hydrogeotermalnych (w szczególności brak informacji geologicznej dotyczącej wielkości wydajności wód w strefie) uniemożliwił ocenę wielkości zasobów potencjalnych, zaklasyfikowano do kategorii D. Są to strefy nr XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXV, XXVII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII.

## Wyniki obliczeń.

Tabela 58. Zasoby geotermalne w układzie powiatowym.

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
bieszczadzki	nieznane	bd		
brzozowski	5 MW	Domaradz	Fałdy spaskie, kreda dolna, głębokość stropu 3000-3500 m, temp. 90-95 stopni	Gmina szczególnie wskazana do dalszych badań, z istotnym potencjałem w zakresie geotermii.
dębicki	4 MW	Czarna, Dębica, Pilzno, Żyraków	Miocen/jura, głębokość stropu 1300-2000 m, temp. 25-80 stopni; w wypadku gminy Żyraków temp. 20-70 stopni	
jarosławski	7 MW	Chłopice, Jarosław, Pawłosiów, Pruchnik, Radymno, Roźwienica, Rokietnica	Miocen-autochtoniczny-sarmat+baden górny, środkowy, dolny, głębokość stropu 900-1450 m, temp. 17-57 stopni; nasunięcie karpacko-stebnickie, miocen autochtoniczny, głębokość stropu 2010 – 3444 m, temp. 21 – 98 stopni	
jasielski	nieznane	bd		
kolbuszowski	1 MW	Dzikowiec, Kolbuszowa	Miocen autochtoniczny – sarmat, głębokość stropu 1037-1188, temp. 17,5 – 39,5	Stosunkowo niski potencjał

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
krośnieński (oraz Krosno)	2 MW	Chorkówka, Iwonicz Zdrój, Rymanów	Fałd Iwonicza, Oligocen+eocen+paleocen, głębokość stropu 500-1500 m, temp. 20-50 stopni	
leski	<1 MW	Solina, Lesko	Oligocen (piaskowce krośnieńskie) – głębokość zalegania stropu: 0-1900 m (Polańczyk ok. 1300 m), temp. 10-60 stopni	Nieznaczne zasoby
leżajski	<1 MW	Grodzisko, Kuryłówka, Leżajsk, Nowa Sarzyna	Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość zalegania stropu: 315-450 m, 900-1275 m, temp. 25-55 stopni  Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość zalegania stropu: 190-450 m, 750-1200 m, temp. 16-48 stopni  Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny - głębokość zalegania stropu: 1222-945 m, 1980-2135 m, temp. 22-33 stopnie	Niewielki potencjał
lubaczowski	<0,3 MW	Cieszanów, Lubaczów, Stary Dzików, Wielkie Oczy	Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość zalegania stropu: 500-850 m, 900-1500 m, temp.12-27 stopni  Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość zalegania stropu: 652-988 m, 997-1283 m, temp. 24-27 stopni	Dla gmin Horyniec-Zdrój oraz Narol brak danych  Pozostałe – niski potencjał

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
łańcucki	4,8 MW	Czarna, Łańcut, Markowa	Nasunięcie karpacko-stebnickie, miocen autochtoniczny, głębokość stropu 157-995 m, 1000-2010 m oraz 2027-3457 m, temp. 27-39 stopni, sarmat, baden górny, 300-875, 1045-1780, 2005-2630 m, temp. 21-70 stopni	
mielecki		Przeclaw, Radomyśl Wielki, Wadowice Górne	Miocen, głębokość stropu 10-20 m, temp. 20-70 m; jura, głębokość stropu 700-2000 m, temp. 20-70 m	
niżański	<0,3 MW	Krzeszów	Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość zalegania stropu 300-650 m, temp. 20-31 stopni	Nieznaczne zasoby
przemyski (oraz Przemyśl)	3,57 MW	Medyka, Orły, Przemyśl, Żurawica	Nasunięcie karpacko-stebnickie, miocen autochtoniczny 1002-1988, 270-985 oraz 2010-3444 m, temp. 21-98 stopni	

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
przeworski	12,4 MW	Gać, Jawornik Polski, Kańczuga, Przeworsk, Tryńcza, Zarzecze	<p>Miocen autocht.-sarmat +baden górny, środkowy, dolny – głębokość stropu 275-575 m, 900-1450 m, temp. 17—57 stopni;</p> <p>Nasunięcie karpacko-stebnickie. Miocen autochtoniczny – głębokość stropu 92-990 m, 1004- 1937 m, 2000-2957 m, 3005-4231 m, temp. 56-64 stopnie;</p> <p>Nasunięcie karpacko-stebnickie. Miocen autochtoniczny – głębokość zalegania stropu: 71- 1000 m, 2000-2957 m, 3030-4231 m, temp. 33-45 stopni</p>	Nałożenie wielu stref, sumarycznie wysoka wartość mocy technicznej, ale rozproszona po wielu strefach
ropczycko-sędziszowski	4 MW	Iwierzycy, Ostrów, Sędziszów Małopolski	<p>Miocen autochtoniczny –sarmat – głębokość zalegania stropu: 365-1013 m, 1025-1988 m, 2010- 3840 m, temp. 17-84 stopnie;</p> <p>Miocen – głębokość zalegania stropu: 10-20 m, temp. 20-70 stopni</p> <p>Jura – głębokość zalegania stropu: 700-2000 m, temp. 20-70 stopni</p>	

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
rzeszowski (oraz Rzeszów)	9 MW	Boguchwała, Głogów Młp, Kamień, Świlcza, Trzebownisko,	Nasunięcie karpacko-stebnickie. Miocen autochtoniczny - głębokość zalegania stropu: 157- 995 m, 1000-2010 m, 2027-3457 m, temp. 27-39 stopni  Sarmat, Baden górny – głębokość zalegania stropu: 300-875m, 1045-1780 m, 2005-2630 m, temp. 21-70 stopni  Dewon – głębokość zalegania stropu: 2130-2275 m, temp. 77 stopni  Nasunięcie karpacko-steb. Miocen autocht. Dewon - głębokość zalegania stropu: 1555-1742 m, 2033-3590 m, temp. 56-69	
sanocki	<0,7 MW	Bukowsko, Komańcza, Sanok, Zagórz, Zarszyn	Oligocen (piaskowce krośnieńskie) – głębokość zalegania stropu: 0-1900 m, temp. 10-60 stopni,  Oligocen+Eocen+Paleocen (piaskowce menilitowe, krośnieńskie, ciężkowickie i istebniańskie) – głębokość zalegania stropu: 500-1500 m, temp. 20- 50 stopni	Niewielki potencjał
stałowski	nieznane	bd		

Powiat	Zasoby techniczne nie mniejsze niż (łącznie)	Najbardziej perspektywiczne gminy	Rodzaj zasobów w perspektywicznych gminach	Uwagi
strzyżowski	15 MW	Niebylec, Strzyżów, Wiśniowa	Fałdy spaskie, kreda dolna (piaskowce spaskie), głębokość stropu 3000-3500 m, temp. 90 -95 stopni	Powiat szczególnie wskazany do dalszych badań, ze znaczącym potencjałem w zakresie geotermii
tarnobrzeski (oraz Tarnobrzeg)	nieznane	bd		

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych OZE województwa podkarpackiego oraz „Delimitacji obszarów korzystnych dla rozwoju energetyki odnawialnej na terenie województwa podkarpackiego - Aktualizacja 2013 r.”.



## ***B) Geotermia niskiej entalpii***

### ***Wprowadzenie***

Oprócz geotermii wysokiej entalpii możliwe jest też wykorzystanie geotermii niskiej entalpii, która wykorzystuje gruntowe pompy ciepła. Pompy ciepła są to urządzenia wykorzystujące ciepło niskotemperaturowe i odpadowe do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz klimatyzacji. Jako źródła energii (tzw. źródło dolne) pompa ciepła może wykorzystywać między innymi:

- powietrze atmosferyczne,
- wodę (powierzchniowa i podziemna),
- grunt.

Wykorzystanie zasady pompy ciepła do ogrzewania budynków staje się coraz bardziej popularne. Ze względu na to, że najczęściej wykorzystuje się jako dolne źródło grunt, używając do tego bądź kolektory poziome bądź pionowe (głębinowe, sięgające stu metrów) zastosowanie pomp ciepła nazywa, nie do końca prawidłowo, płytką geotermią. Pompa ciepła zamienia energię cieplną pobraną ze środowiska naturalnego (grunt, wody powierzchniowe i podziemne) na energię użyteczną służącą do ogrzewania.

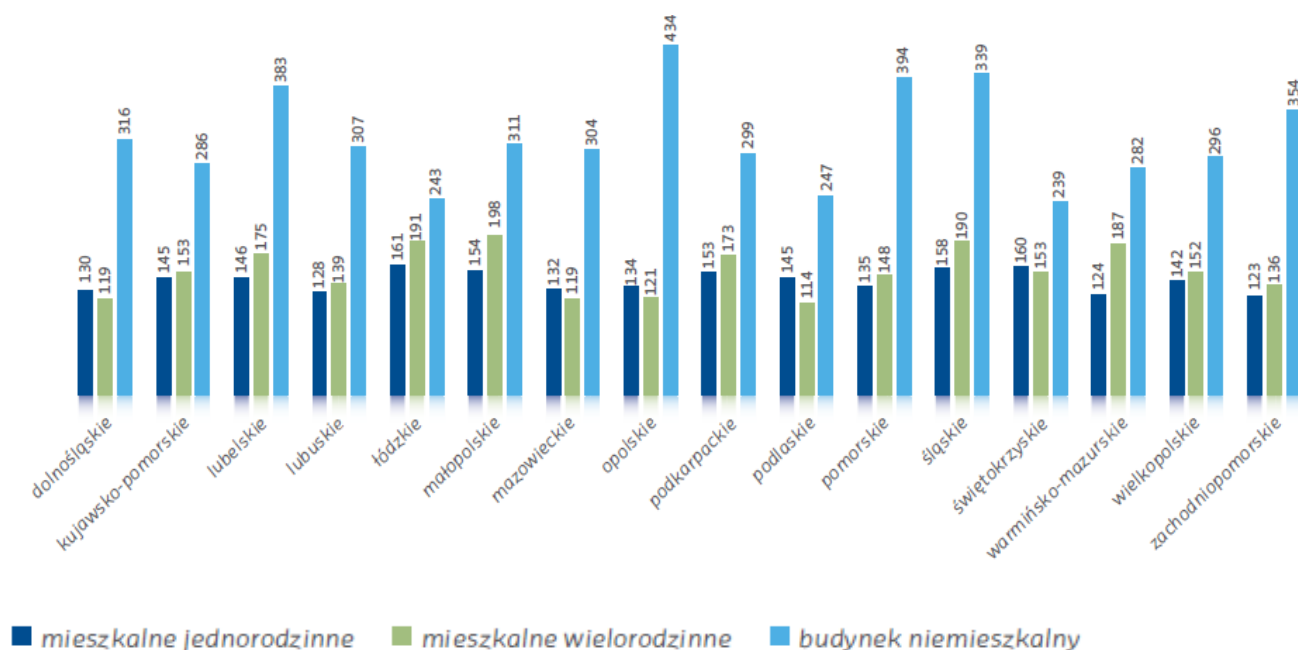
Wykorzystuje niskotemperaturową energię słoneczną i geotermalną zakumulowane w gruncie i wodach podziemnych (dolne źródło ciepła), a następnie przekazuje energię cieplną o wyższej temperaturze, podniesionej nawet do 60°C do instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (górne źródło ciepła).

### ***Metodyka obliczenia potencjału***

Wyliczenie potencjału technicznego dla zastosowania płytkiej geotermii nie jest proste, ponieważ teoretycznie można je zainstalować w niemal każdym miejscu, w którym istnieje dolne źródło o stałej temperaturze, i w którym istnieje możliwość zainstalowania stosownego kolektora.

Wyliczenie potencjału technicznego dla zastosowania płytkiej geotermii nie jest proste, ponieważ teoretycznie można je zainstalować w niemal każdym miejscu, w którym istnieje dolne źródło o stałej temperaturze, i w którym istnieje możliwość zainstalowania stosownego kolektora. Praktycznie możliwości te są jednak znacznie ograniczone przez energochłonność budynków – wyższa energochłonność uniemożliwia zastosowanie pomp ciepła, gdyż stają się one nieefektywne. O stopniu energochłonności EP. Wskaźnik EP określa roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku, lokalu mieszkalnym lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno – użytkową i wyrażany jest w kWh/m<sup>2</sup>/rok. Według danych z raportu „*Stan energetyczny*

*budynków w Polsce*” z grudnia 2010 r. opracowanego przez firmę Build Desk średnie wskaźniki te dla Podkarpacia są dosyć wysokie i wynoszą: 153 kWh/m<sup>2</sup>/rok w budownictwie jednorodzinnym, 173 kWh/m<sup>2</sup>/rok w budownictwie wielorodzinnym i aż 299 kWh/m<sup>2</sup>/rok w budynkach niemieszkalnych. Natomiast średnie wskaźniki EK, które mówią o tym, ile energii jest potrzebnej z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego wynoszą dla Podkarpacia odpowiednio: 172, 154 i 267 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Wyższa wartość EK w stosunku do EP oznacza zastosowanie wysokosprawnych urządzeń (lepiej wykorzystaną energię pierwotną). Jak widać w tym zakresie nadal jest dużo do zrobienia, a przy niskiej sprawności całego systemu i dużym zapotrzebowaniu na energię zastosowanie pomp ciepła nie będzie efektywne.



Rysunek 34. Zapotrzebowanie na energię pierwotną w budynkach w układzie wojewódzkim (kWh/m<sup>2</sup>/rok). (Źródło: Raport. Stan energetyczny budynków w Polsce).

Dla wyliczenia potencjału technicznego za punkt wyjścia przyjęto dane Głównego Urzędu Statystycznego („Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2009 roku”). Według tych danych paliwa stałe były wykorzystywane przez 51,1% gospodarstw domowych. Dwa najważniejsze i najpowszechniej stosowane paliwa stałe to węgiel kamienny i drewno opałowe, a pozostałe paliwa (inne rodzaje biomasy, węgiel brunatny, koks) były rzadziej stosowane. Węgiel kamienny i drewno opałowe zużywane są zazwyczaj jednocześnie lub zamiennie w tych samych kotłach i piecach. Mniej gospodarstw domowych zużywało wyłącznie węgiel (6,1% gospodarstw) lub wyłącznie drewno (4,8%). Kolejną istotną grupę stanowią gospodarstwa wykorzystujące do ogrzewania energię elektryczną (6,9%). Założono, że dla tej grupy użytkowników możliwe jest wymiana źródła ogrzewania na pompy ciepła. Pominęto w tym 40% grup gospodarstw domowych, które wykorzystują ciepło sieciowe ponieważ nie byłoby to uzasadnione względami ekonomicznymi. Gaz wykorzystywany jest jako medium grzewcze w 10% gospodarstw domowych,

a paliwa ciekłe łącznie 0,9 % gospodarstw domowych. Pompy ciepła jako źródło ogrzewania są używane przez zaledwie 0,03% gospodarstw domowych. Średnia zużycia energii na gospodarstwo domowe to 2 303 kWh, a dla gospodarstw prowadzących działalność rolniczą 2 983 kWh. W województwie podkarpackim jest 551 936 gospodarstw domowych (Mieszkania 2002, GUS), z tego 253 799 w miastach, a 298 137 na wsi. Moc pompy ciepła wyliczono na podstawie następujących założeń: ponieważ większość budynków jest wybudowana w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych przyjęto, że średnie zapotrzebowanie na energię wynosi  $80 \text{ W/m}^2$ . Średnia wielkość mieszkania na wsi na Podkarpaciu to  $86,13 \text{ m}^2$  (nie obejmuje to pomieszczeń gospodarczych – założono, że nie będą one ogrzewane). Zapotrzebowanie na moc wynosi zatem 6,9 kW. Do tego należy doliczyć 0,25 kW na każdą osobę ze względu na zużycie wody. Przy 4 osobach łączna moc to 8,9 kW. Przyjęto zatem, że potencjał techniczny dla wsi w województwie podkarpackim wynosi:  $298\,137 \times 0,8$  (wskaźnik ten przyjęto ze względu na przewagę tradycyjnych źródeł ciepła na wsi w porównaniu do miast)  $\times 8,9 \text{ kW} = 2\,122,79 \text{ MW}$ . W wypadku miast i budynków wielorodzinnych moc nie jest prostym mnożnikiem powierzchni mieszkalnej oraz ilości mieszkańców i watów. Dzieje się tak dlatego, że docieplenia wymagają też pomieszczenia wspólne (klatki schodowe, korytarze), co wymaga dodatkowych mocy. Przyjęto, że 70% gospodarstw domowych w miastach to budynki wielorodzinne. W ich wypadku ujęto dodatkowo 0,5 kW mocy dla każdego mieszkania. Jednak ponieważ średnia wielkość mieszkania w mieście jest niższa i wynosi w województwie  $64,64 \text{ m}^2$  to mniejsze jest też zapotrzebowanie, które wynosi  $64,64 \text{ m}^2 \times 80 \text{ W} + 1 \text{ kW}$  (4 osoby)  $+ 0,5 \text{ kW}$  (przestrzeń wspólna)  $= 6,7 \text{ kW}$ . W dalszych wyliczeniach odjęto powierzchnię ogrzewaną ciepłem sieciowym (87,6%).  $253\,799 \times 70\%$  (gospodarstwa wielorodzinne)  $\times 12,4\%$  (ilość mieszkań nie ogrzewanych ciepłem sieciowym)  $\times 6,7 \text{ kW} = 147,60 \text{ MW}$ . Budownictwo indywidualne w miastach:  $253\,799 \times 30\% \times 90\%$  (ilość gospodarstw nie ogrzewanych ciepłem systemowym)  $\times 6,7 \text{ kW} = 68,53 \text{ MW}$ .

### ***Wyniki obliczeń***

Łączny potencjał techniczny dla gospodarstw domowych województwa podkarpackiego wynosi 2 339 MW.

Potencjał ten nie odzwierciedla ekonomicznie uzasadnionej wielkości, gdyż cena ze względu na wysokie ceny pomp ciepła wciąż jest zbyt wysoka, a większość budynków nie jest zoptymalizowana pod kątem końcowego zużycia energii, co jest podstawowym warunkiem efektywnego wykorzystania pomp ciepła.

## Spis rysunków

<i>Rysunek 1. Udział źródeł energii według kategorii i scenariusz (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012) .....</i>	<i>24</i>
<i>Rysunek 2. Udział odnawialnych źródeł energii według kategorii i scenariusz (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012).....</i>	<i>25</i>
<i>Rysunek 3. Globalny rozwój OZE (Źródło: IEA, World Energy Outlook 2012) .....</i>	<i>25</i>
<i>Rysunek 4. Porównanie struktury zużycia energii pierwotnej do produkcji energii elektrycznej w USA, Europie i Chinach w latach 1990-2040 (Źródło: 2012 The Outlook for Energy: A View to 2040, www.exxonmobil.com/energyoutlook) .....</i>	<i>26</i>
<i>Rysunek 5. Prognoza zapotrzebowania finalnego na energię elektryczną w podziale na sektory .....</i>	<i>28</i>
<i>Rysunek 6. Prognozowana struktura produkcji energii elektrycznej netto</i> <b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>	
<i>Rysunek 7. Struktura produkcji energii elektrycznej netto według paliw .....</i>	<i>30</i>
<i>Rysunek 8. Obecna i prognozowana struktura źródeł wytwarzania energii elektrycznej w Polsce, w 2020 roku i 2030 roku .....</i>	<i>31</i>
<i>Rysunek 9. Rozkład typowych mocy jednostkowych i zdolności magazynowania dla wybranych grup technologii magazynowania energii (Źródło: LundP. D.,Paatero J.V.:Energy Storage Options for Improving Wind Power Quality. Nordic Wind Conference, Espoo, Finland, 22-23 May 2006).....</i>	<i>40</i>
<i>Rysunek 10. Dostępność sieci przesyłowych w województwie podkarpackim.....</i>	<i>53</i>
<i>Rysunek 11. Schemat sieci przesyłowej z dostępnymi mocami przyłączeniowymi - stan wyjściowy rok 2013.....</i>	<i>54</i>
<i>Rysunek 12. Schemat sieci przesyłowych stan na 2012 r.....</i>	<i>57</i>
<i>Rysunek 13. Schemat sieci przesyłowej z planami rozbudowy na rok 2025 .....</i>	<i>58</i>
<i>Rysunek 14. Długość sieci ciepłowniczej według województw.....</i>	<i>61</i>
<i>Rysunek 15. Nakłady inwestycyjne według województw w 2011 r. [mln PLN].....</i>	<i>62</i>
<i>Rysunek 16. Nakłady inwestycyjne oraz wskaźnik dekapitalizacji majątku trwałego w 2011 r. według województw w 2011 r (Źródło: URE Energetyka ciepła w 2011 r.) .....</i>	<i>63</i>
<i>Rysunek 17. Krajowa struktura produkcji ciepła według stosowanych paliw w 2002 i 2011 r. ....</i>	<i>63</i>
<i>Rysunek 18. Mapa systemu przesyłowego OGP Gaz-System w woj. podkarpackim. ....</i>	<i>68</i>
<i>Rysunek 19. Planowany rozwój sieci przesyłowej do roku 2021 .....</i>	<i>70</i>
<i>Rysunek 20. Zlewnie drugiego i trzeciego rzędu na obszarze województwa podkarpackiego. ....</i>	<i>87</i>
<i>Rysunek 21. Potencjał teoretyczny głównych rzek będących w zarządzie RZGW Kraków .....</i>	<i>89</i>
<i>Rysunek 22. Mapa klas szorstkości terenu województwa podkarpackiego. ....</i>	<i>99</i>
<i>Rysunek 23. Potencjał teoretyczny wiatru wyrażony przez średnią gęstość mocy wiatru na terenie województwa podkarpackiego na wysokości 70 m npg. ....</i>	<i>103</i>
<i>Rysunek 24. Mapa wynikowa ograniczeń rozwoju energetyki wiatrowej w powiecie jarosławskim z uwzględnieniem uwarunkowań społeczno-środowiskowych oraz odległości od zabudowy mieszkaniowej .....</i>	<i>114</i>

<i>Rysunek 25. Mapa wynikowa ograniczeń rozwoju energetyki wiatrowej w powiecie kolbuszowskim z uwzględnieniem uwarunkowań społeczno-środowiskowych oraz odległości od zabudowy mieszkaniowej .....</i>	115
<i>Rysunek 26. Miesięczne sumy promieniowania całkowitego na terenie Podkarpacia .....</i>	118
<i>Rysunek 27. Rozkład przestrzenny całkowitego nasłonecznienia rocznego na terenie Podkarpacia...119</i>	119
<i>Rysunek 28. Powierzchnia leśna na terenie województwa .....</i>	163
<i>Rysunek 29. Lesistość Polski w układzie gmin (Źródło: ZBiSIP IBL) .....</i>	164
<i>Rysunek 30. Preferencje zalesień przyjęte w „Krajowym programie zwiększenia lesistości”( Źródło: ZBiSIP IBL).....</i>	165
<i>Rysunek 31. Mapa geotektoniczna Polski (Źródło: <a href="http://www.redbor.pl/polskie/00_mineraly_polski.htm">http://www.redbor.pl/polskie/00_mineraly_polski.htm</a>)....</i>	216
<i>Rysunek 32. Wody mineralne województwa podkarpackiego.....</i>	217
<i>Rysunek 33. Mapa stref potencjalnego występowania zasobów geotermalnych w województwie podkarpackim (opis stref w tekście) (Źródło: Baza danych OZE województwa podkarpackiego) .....</i>	220
<i>Rysunek 34. Zapotrzebowanie na energię pierwotną w budynkach w układzie wojewódzkim (kWh/m<sup>2</sup>/rok). .....</i>	229

## Spis tabel

<i>Tabela 1. Kroki milowe w zakresie energetyki odnawialnej UE adaptowane do warunków polskich...</i>	10
<i>Tabela 2. Udział energii odnawialnej w konsumpcji energii elektrycznej wg różnych prognoz (dla UE)</i>	27
<i>Tabela 3. Porównanie kosztów związanych z produkcją energii elektrycznej z różnych źródeł wg oceny DOE</i>	42
<i>Tabela 4. Gęstość zaludnienia w powiatach województwa podkarpackiego</i>	44
<i>Tabela 5. Wskaźniki pokrycia planistycznego obowiązującymi planami miejscowymi w województwach w 2011 r.</i>	46
<i>Tabela 6. PKB i PKB per capita w poszczególnych województwach w 2010 r.</i>	48
<i>Tabela 7. Możliwości Operatorów Systemów Dystrybucyjnych w zakresie przyłączenia do sieci 110 kV</i>	54
<i>Tabela 8. Moc zainstalowana, osiągalna i wykorzystana według województw</i>	60
<i>Tabela 9. Produkcja i rozdysponowanie wytworzonego ciepła według województw w 2011 r.</i>	64
<i>Tabela 10. Średnie ceny ciepła w województwach</i>	65
<i>Tabela 11. Zdolności przesyłowe na połączeniach międzysystemowych krajowego systemu przesyłowego, zarządzanego przez OGP GAZ-SYSTEM S.A.</i>	67
<i>Tabela 12. Sieć gazowa w województwie podkarpackim (stan na 2011 r.)</i>	69
<i>Tabela 13. Wielkość udokumentowanych zasobów ropy naftowej i kondensatu oraz stopień ich rozpoznania i zagospodarowania w województwie podkarpackim (stan na koniec 2011 r.)</i>	71
<i>Tabela 14. Wielkość zasobów wydobywanych gazu ziemnego ze złóż gazowych oraz złóż ropnych i kondensatowych, z uwzględnieniem stopnia ich rozpoznania i stanu zagospodarowania w woj. podkarpackim (w mln m<sup>3</sup>)</i>	73
<i>Tabela 15. Zużycie paliw na terenie województwa podkarpackiego</i>	76
<i>Tabela 16. Zużycie węgla kamiennego</i>	77
<i>Tabela 17. Zużycie gazu ziemnego w województwie podkarpackim w 2011 r.</i>	78
<i>Tabela 18. Zużycie energii elektrycznej w województwie podkarpackim w 2011 r.*</i>	79
<i>Tabela 19. Zużycie energii ogółem w woj. podkarpackim</i>	79
<i>Tabela 20. Produkcja energii elektrycznej w województwie podkarpackim [GWh]</i>	80
<i>Tabela 21. Zużycie ciepła w województwie podkarpackim w 2011 r.*</i>	80
<i>Tabela 22. Produkcja energii elektrycznej ogółem oraz z odnawialnych źródeł energii wg województw w 2011 r.</i>	81
<i>Tabela 23. Moc zainstalowana w odnawialnych źródłach energii, rok 2012</i>	84
<i>Tabela 24. Zasoby energetyczne - teoretyczne oraz użyteczne, obliczone wg. modelu, - na rzekach o mocy powyżej 0,5 MW średniorocznie, uzyskiwanych z modelowo zagęszczonych hydrogeneracji</i>	90
<i>Tabela 25. Klasy szorstkości terenu</i>	98
<i>Tabela 26. Pomiary rzeczywiste będące podstawą określenia zasobów wiatru województwa podkarpackiego</i>	100
<i>Tabela 27. Klasy zasobów wiatru</i>	102
<i>Tabela 28. Czynniki istotne dla rozwoju energetyki wiatrowej na terenie województwa podkarpackiego</i>	105



<i>Tabela 29. Potencjał techniczny energetyki wiatrowej na Podkarpaciu .....</i>	<i>110</i>
<i>Tabela 30. Sumy miesięczne i roczne promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię poziomą .....</i>	<i>117</i>
<i>Tabela 31. Zasoby energetyki słonecznej w wybranych miastach powiatowych .....</i>	<i>120</i>
<i>Tabela 32. Średnia długość dnia, uśłonecznienie względne, dobowe i miesięczne dla obszaru Podkarpacia .....</i>	<i>135</i>
<i>Tabela 33. Obliczenia wskaźników potencjału energii słonecznej w powiatach województwa podkarpackiego .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabela 34. Powierzchnia pozostałych gruntów i nieużytków w powiatach województwa podkarpackiego .....</i>	<i>158</i>
<i>Tabela 35. Potencjał techniczny farm fotowoltaicznych na Podkarpaciu .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabela 36. Plan pozyskania drewna w województwie podkarpackim na podstawie terenowych szacunków brakarskich w m<sup>3</sup> .....</i>	<i>166</i>
<i>Tabela 37. Podaż drewna na cele energetyczne w latach 2008-2013 .....</i>	<i>168</i>
<i>Tabela 38. Pozyskanie drewna (grubizny) wg form własności w woj. podkarpackim w tys. m<sup>3</sup> .....</i>	<i>169</i>
<i>Tabela 39. Gęstość drewna w zależności od gatunku .....</i>	<i>170</i>
<i>Tabela 40. Wilgotność drewna w zależności od sezonowania .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabela 41. Pozyskanie oraz potencjał teoretyczny i techniczny drewna na cele energetyczne w woj. podkarpackim w układzie powiatowym .....</i>	<i>173</i>
<i>Tabela 42. Przeciętna zawartość suchej masy (s.m.) i podstawowych makroskładników w słomie wybranych gatunków roślin uprawnych .....</i>	<i>176</i>
<i>Tabela 43. Właściwości fizykochemiczne słomy wybranych gatunków roślin uprawnych .....</i>	<i>176</i>
<i>Tabela 44. Stosunek plonu słomy do plonu ziarna zbóż .....</i>	<i>178</i>
<i>Tabela 45. Średnioroczny potencjał teoretyczny i techniczny słomy oraz siana do energetycznego wykorzystania w układzie powiatowym .....</i>	<i>179</i>
<i>Tabela 46. Potencjał techniczny słomy i siana w MWh/rok .....</i>	<i>181</i>
<i>Tabela 47. Potencjał teoretyczny i techniczny biomasy stałej możliwej do pozyskania z roślin energetycznych uprawianych na łakach trwałych i pastwiskach nieużytkowanych oraz odłogach i ugorach w woj. podkarpackim w układzie powiatowym .....</i>	<i>185</i>
<i>Tabela 48. Właściwości wybranych substratów .....</i>	<i>188</i>
<i>Tabela 49. Potencjał biogazu rolniczego .....</i>	<i>193</i>
<i>Tabela 50. Przepustowość oczyszczalni w układzie powiatowym .....</i>	<i>195</i>
<i>Tabela 51. Potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków .....</i>	<i>196</i>
<i>Tabela 52. Zalety i wady wybranych źródeł biopaliw .....</i>	<i>199</i>
<i>Tabela 53. Założenia do wyliczenia potencjału technicznego biopaliw pierwszej generacji .....</i>	<i>201</i>
<i>Tabela 54. Potencjał biopaliw pierwszej generacji .....</i>	<i>202</i>
<i>Tabela 55. Wartości energetyczne surowców do produkcji biopaliw drugiej generacji .....</i>	<i>204</i>
<i>Tabela 56. Potencjał techniczny bioetanolu drugiej generacji z wybranych zasobów biomasy .....</i>	<i>205</i>
<i>Tabela 57. Odpady komunalne [tys. Mg] .....</i>	<i>210</i>
<i>Tabela 58. Zasoby geotermalne w układzie powiatowym .....</i>	<i>222</i>

