

Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego, wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa

**CZĘŚĆ II: PROGRAM WYKORZYSTANIA
ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA TERENACH
NIEPRZEMYSŁOWYCH WOJEWÓDZTWA
ŚLĄSKIEGO (PROJEKT)**

KRAKÓW - KATOWICE 2005

**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIA
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE
WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI
WODNEJ W KATOWICACH**

**OPRACOWANIE METODY PROGRAMOWANIA I MODELOWANIA
SYSTEMÓW WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII
NA TERENACH NIEPRZEMYSŁOWYCH WOJEWÓDZTWA
ŚLĄSKIEGO, WRAZ Z PROGRAMEM WYKONAWCZYM
DLA WYBRANYCH OBSZARÓW WOJEWÓDZTWA**

**CZĘŚĆ II: PROGRAM WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH
ŹRÓDEŁ ENERGII NA TERENACH NIEPRZEMYSŁOWYCH
WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO (PROJEKT)**

PRACA ZBIOROWA POD KIERUNKIEM DR INŻ. WIESŁAWA BUJAKOWSKIEGO

*AUTORZY: WIESŁAW BUJAKOWSKI
ANTONI BARBACKI
ANNA GRZYBEK
GRAŻYNA HOŁOJUCH
LESZEK PAJĄK
ARTUR SKOCZEK
MICHAŁ SKRZYPCZAK
STANISŁAW SKRZYPCZAK*

Kraków – Katowice, 2005

Zleceniodawca: Województwo Śląskie, 40-370 Katowice, ul. Ligonia 46

Wykonawca: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia PAN, 31-261 Kraków, ul. Wybickiego 7

Podstawa prawna: Umowa nr ew. 36/C-2/04

Sfinansowano ze środków: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach

Zespół realizujący:

Wiesław Bujakowski	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Antoni Barbacki	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Agnieszka Chylak	Beskidzki Fundusz Ekorozwoju S.A.
Tomasz Giza	Beskidzki Fundusz Ekorozwoju S.A.
Sławomir Graczyk	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Anna Grzybek	Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa,
Grażyna Hołojuch	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Beata Kępińska	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Leszek Pająk	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Marcin Pussak	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Agnieszka Sadowska	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Artur Skoczek	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Michał Skrzypczak	Vert,
Stanisław Skrzypczak	BSP Electronic,
Mariusz Świąder	Wydział Polityki Gospodarczej Urzędu Marszałkowskiego woj. śląskiego
Zdzisław Ząber	Dr Ząber Sp. z o.o.
Jerzy Ziora	Wydział Polityki Gospodarczej Urzędu Marszałkowskiego woj. śląskiego

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
Zakład Energii Odnawialnej
30-950 KRAKÓW 65, skr.poczt. 49
tel./fax: +4812 6326717, e-mail: zeo@min-pan.krakow.pl

II. PROPOZYCJA PROGRAMU WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII	4
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO	4
1. UMOCOWANIA POLITYCZNE I PRAWNE DLA PROGRAMU WYKORZYSTANIA OZE W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM	8
2. CELE I PRZEWIDYWANE EFEKTY PROGRAMU	12
3. ZASOBY ENERGII ODNAWIALNEJ DLA NIEPRZEMYSŁOWEJ CZĘŚCI WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO (ATLAS)	15
3.1. Energia z biogazu	16
3.2. Energia z biomasy i biopaliw	36
3.3. Energia słoneczna	54
3.4. Energia wiatru	67
3.5. Energia wód powierzchniowych	81
3.6. Energii geotermalna	93
3.7. Energia z odwadniania kopalń	102
4. Charakterystyka województwa w zakresie potencjału odnawialnych źródeł energii	108
4.1. Ogólna charakterystyka województwa w zakresie potencjału energii odnawialnych	108
4.2. Ocena możliwości wykorzystania lokalnego potencjału energii odnawialnej w kategoriach ekonomicznych	111
5. Propozycje zapisów do programów lokalnych	130
6. Bariery ograniczające wykorzystanie odnawialnych źródeł energii	139
7. Środki i narzędzia finansowe umożliwiające realizację programu wykorzystania OZE	143
7.1. Środki krajowe	143
7.2. Środki europejskie	146
7.3. Fundusze ogólnościatowe	151
8. Ocena potencjalnych korzyści ekologicznych, społecznych i ekonomicznych wynikających z wdrożenia programu	152
9. Specyfikacja projektów zgłoszonych z obszaru województwa śląskiego	159
10. Bibliografia	163

II. PROPOZYCJA PROGRAMU WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

Województwo śląskie położone jest w południowej części Polski, w dorzeczu górnego biegu trzech największych polskich rzek: Wisły, Odry i Warty. Obszar cechuje zróżnicowana rzeźba terenu obejmująca: Wyżynę Krakowsko-Częstochowską, Wyżynę Śląską, Kotlinę Oświęcimsko-Raciborską, Nizinę Śląską, Beskid Zachodni i Pogórze Śląskie.

Województwo śląskie w swojej strukturze ma 167 gmin zgrupowanych w 36 powiatach: 17 powiatach ziemskich i 19 grodzkich-miasta na prawach powiatu. Spośród 167 gmin, 49 to gminy miejskie, 22 miejsko-gminne i aż 96 wiejskich. Region zajmuje obszar 12.331 km². Województwo zamieszkuje 4,8 mln osób, co stanowi 12,4% ludności Polski. Wśród 16 województw w kraju, województwo śląskie jest najbardziej zurbanizowanym regionem Polski.

Region sąsiaduje z województwami: opolskim, łódzkim, świętokrzyskim i małopolskim, a od południa graniczy z Republiką Czeską i Słowacką.

Województwo położone jest na skrzyżowaniu szlaków transportowych i komunikacyjnych o znaczeniu krajowym i europejskim. Z północy na południe przecina go droga krajowa A-1, a z zachodu na wschód biegnie droga krajowa A-4, najważniejszy szlak komunikacyjny między UE a Ukrainą i Rosją. W województwie istnieje ponad 40 przejść granicznych: 32 z Republiką Czeską i 9 z Republiką Słowacką. Większość z nich to małe przejścia turystyczne (22), tylko 9 z nich to przejścia drogowe, a 4 kolejowe.

Województwo śląskie jest głównym regionem przemysłowym Polski. Tutaj znajdują się takie bogactwa naturalne jak: węgiel kamienny, złoża cynku i ołowiu, rudy żelaza, sól kamienna, pokłady metanu, złoża margli, wapieni oraz kruszywa naturalnego. Region ten odgrywa decydującą rolę w gospodarce narodowej jako podstawa krajowych zasobów paliwowo-energetycznych. Głównym ośrodkiem przemysłowym jest Górnośląski Okręg Przemysłowy, skupiający na obszarze około 1200 km² 14 miast. Na bazie istniejących surowców mineralnych rozwinęło się tu górnictwo węgla kamiennego, hutnictwo żelaza, cynku i ołowiu, przemysł elektromaszynowy, chemiczny, mineralny.

Gospodarka województwa śląskiego jest strukturalnie zróżnicowana. Region to nie tylko

wysoko uprzemysłowione tereny (katowicka aglomeracja przemysłowa), ale również tereny rolnicze i turystyczne do jakich zalicza się obszary położone w północnej i południowej części województwa.

Tereny rolnicze zajmują ponad połowę powierzchni województwa śląskiego. Mały obszar i duże zaludnienie powodują, że w strukturze agrarnej podobnie jak w całym pasie południowej Polski przeważają drobne gospodarstwa.

Spośród wszystkich gospodarstw rolnych aż 85% stanowią gospodarstwa o powierzchni od 0-3 ha. Gleby województwa należą do przeciętnych, ich przydatność dla rolnictwa obniża skażenie odpadami (metale ciężkie) i emisjami przemysłowymi (kwaśne deszcze). Niewielka powierzchnia gospodarstw, skażenie gleb, niski poziom usług dla rolników, brak właściwie funkcjonujących organizacji rynkowych przy silnej konkurencji z zewnątrz wpływają na słabość rolnictwa tego regionu.

Struktura upraw województwa nie odbiega znacząco od struktury krajowej. Główną pozycję w strukturze zasiewów zajmują uprawy zbożowe, ziemniaki i rośliny pastewne. W produkcji zwierzęcej dominuje chów trzody chlewnej. Podstawowym kierunkiem produkcji zwierzęcej poza trzodą chlewną jest hodowla drobiu.

Mimo intensywnej wielowiekowej działalności gospodarczej prowadzonej na terenie województwa śląskiego, prawie 32% powierzchni regionu zajmują lasy z dobrze zachowanymi zespołami roślinnymi i różnorodnością szaty roślinnej: rezerваты przyrody, parki krajobrazowe (tj. 4,3 % ogólnej powierzchni lasów kraju).

Powierzchnia gruntów leśnych województwa wynosi 398.2 tys. ha, z tego lasy zajmują 389,5tys. ha. W sferze oddziaływania przemysłu znajduje się około 50% powierzchni lasów. Szczególną wartość dla przywrócenia równowagi ekologicznej ma leśny pas wokół GOP-u.

Obszary objęte ochroną zajmują w województwie śląskim powierzchnię 270.276,1 ha, co stanowi 22% powierzchni województwa. Występują one w dwóch kompleksach na północy i południu województwa. Zalicza się do nich 8 parków krajobrazowych, 59 rezerwatów przyrody, 5 zespołów przyrodniczo-krajobrazowych oraz jeden obszar chronionego krajobrazu. Parki Krajobrazowe województwa zajmują łącznie powierzchnię 229.326 ha. W południowej części województwa znajdują się 3 parki o charakterze górskim (Żywiecki Park Krajobrazowy, Park Krajobrazowy Beskidu Śląskiego, Park Krajobrazowy Beskidu Małego). Na północy regionu usytuowany jest Zespół Jurajskich Parków Krajobrazowych, Park Krajobrazowy „Stawki” oraz Załęczański Park Krajobrazowy. W południowo-zachodniej części województwa leży Park

Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”, utworzony dla ochrony wartości przyrodniczych i przyrodniczo–kulturowych związanych z działalnością zakonu Cystersów na Górnym Śląsku. Najmłodszym parkiem województwa jest Park Krajobrazowy „Lasy nad Górną Liswartą”. Na terenie województwa znajduje się jeden obszar chronionego krajobrazu „Dobra Wilkoszyn” w Jaworznie.

Głównym źródłem emisji pyłów i gazów do atmosfery są procesy spalania paliw. W województwie śląskim zużywa się rocznie około 30 mln ton węgla kamiennego, 2,5 mln ton koksu, wzrasta zużycie oleju opałowego i olejów napędowych, stosunkowo mało używa się gazu ziemnego. Dominującym źródłem zanieczyszczeń jest spalanie paliw powodujące emisję 96% dwutlenku siarki i tyle samo tlenku azotu, około 80% emisji tlenku węgla pochodzi z kolei z hutnictwa.

Województwo śląskie zajmuje pierwsze miejsce w kraju pod względem emisji do powietrza zanieczyszczeń pyłowych oraz zanieczyszczeń gazowych. Na stan powietrza atmosferycznego województwa śląskiego duży wpływ ma również wysoka wartość niskiej emisji zanieczyszczeń powietrza (emisje komunikacyjne oraz pochodzące z lokalnych kotłowni węglowych i indywidualnych palenisk domowych, opalanych węglem oraz o niskich parametrach grzewczych). Duża koncentracja niskich emiterów szczególnie występuje w miastach aglomeracji katowickiej, rybnickiej, Częstochowie i Bielsku-Białej. Niska emisja pochodząca ze spalania węgla stanowi również duże obciążenie dla środowiska terenów wiejskich oraz szeregu osiedli mieszkaniowych małych miejscowości.

Stan środowiska naturalnego w dużym stopniu zróżnicowany jest w granicach samego województwa (za wyjątkiem terenów zdegradowanych i zdewastowanych występują tu również obszary rekreacyjne i miejsca bogactwa przyrodniczego). Jednym z największych problemów ekologicznych jest zanieczyszczenie wód powierzchniowych, ilość wytwarzanych ścieków komunalnych i odpadów przemysłowych oraz emisja pyłów i gazów.

Poczynione szczególnie na przestrzeni ostatnich lat przedsięwzięcia, pozwoliły na lokalną poprawę zanieczyszczonych wód powierzchniowych. Wpłynęła na to budowa nowych oczyszczalni komunalnych. Na terenie województwa śląskiego istnieje 16 zbiorników retencyjnych, których łączna pojemność całkowita wynosi 590,3 mln m³. Są one głównym źródłem zaopatrzenia w wodę ludności i przemysłu, ważnym elementem ochrony przeciwpowodziowej oraz odgrywają istotną rolę w wyrównywaniu przepływów, co ma szczególne znaczenie w okresach posusznych. Do głównych należy zaliczyć zbiorniki: na rzece Sole –

Tresna, Porąbka oraz Czaniec, na rzece Wapienicy Wapienica, na rzece Warcie – Poraj, na rzece Wiśle – Goczałkowice.

Region obejmuje swym zasięgiem jedno z najbardziej atrakcyjnych przyrodniczo obszarów południowej Polski: Wyżynę Krakowsko-Częstochowską, Pogórze Śląskie oraz Beskid Zachodni. W nowych granicach administracyjnych województwo śląskie zyskało na atrakcyjności turystycznej. Cechą regionu jest jego różnorodność oraz ogromny jak dotąd niewykorzystany potencjał kulturowy, krajobrazowy oraz przyrodniczy. O urodzie, niezwykłości i unikalności terenów turystycznych stanowi głównie urozmaicona rzeźba terenu. Walory turystyczne regionu obniża jednak znaczna degradacja środowiska. Dochodową nową dziedziną aktywności gospodarczej województwa staje się turystyka. Potencjał regionu sprawia, że jest to miejsce do rozwoju turystyki tranzytowej, gospodarczej, kulturalnej, rekreacyjno-turystycznej oraz agroturystyki słabo rozwiniętej jeszcze w województwie.

Potencjał turystyczny posiadają również obszary wiejskie województwa. Tereny te cieszą się coraz większą popularnością wśród turystów odwiedzających województwo. Możliwości turystyczne regionu nie są jednak w pełni wykorzystywane. Walory przyrodnicze zarówno tradycyjnych obszarów turystycznych takich jak Beskidy (pasma w południowej części województwa z licznymi przejściami granicznymi) czy Jura Krakowsko-Częstochowska (unikalny w Europie rezerwat przyrody z okresu jury), tworzą po temu znakomite warunki. Atrakcyjność tej okolicy podnoszą ruiny zamków i strażnic piastowskich „orle gniazda” z zamkiem w Ogrodzieńcu oraz pięknie położone kompleksy pałacowo-parkowe z największym ośrodkiem w Pilicy. Potrzebna jest tylko rozbudowa infrastruktury wypoczynkowo-turystycznej i zakrojona na szeroką skalę promocja regionu.

Turystyczny charakter Beskidu Śląskiego tworzą góry i zbiorniki wodne stwarzając bardzo dobre warunki do wypoczynku i rekreacji w różnych formach (turystyka górską i narciarską).

1. UMOCOWANIA POLITYCZNE I PRAWNE DLA PROGRAMU WYKORZYSTANIA OZE W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

Ze względu na kurczące się zasoby paliw kopalnych i związaną z ich procesem przetwarzania i wykorzystania wysoką emisję spalin oraz zanieczyszczeń środowiska wiele państw wprowadziło narodowe programy wspierania inicjatyw ekologicznych mających na celu zmianę tego stanu poprzez m.in. wzrost udziału energii odnawialnych w całkowitym bilansie energetycznym. Polska również wprowadziła taki plan, choć daleko nam jeszcze do liderów sektora energii odnawialnej zarówno w skali jakościowej jak i ilościowej. Należy podkreślić że energia odnawialna nie mogła by zaistnieć na rynku energii gdyby nie odpowiednie regulacje prawne i wsparcie finansowe w formie dotacji. Rząd Polski również popiera te inicjatywy w formie aktów prawnych wraz z rozporządzeniami wykonawczymi:

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1977 roku – Prawo energetyczne (Dz.U. z 2003 r. Nr 153, poz. 1504 – tekst jednolity, z późn. zmian.)
2. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku – Prawo Wodne (Dz.U. z 2001 r. nr 115, poz. 1229, z późn. zmian.)
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 627, z późn. zmian.)
4. Ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2003 r. nr 80, poz. 717, z późn. zmian.)
5. Ustawa z dnia 6 września 2001 roku o dostępie do informacji publicznej (Dz.U. z 2001 r. nr 112, poz. 1198, z późn. zmian.)
6. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 roku Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 1994 r. nr 27, poz. 96, z późn. zmian.)
7. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody (Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880, z późn. zmian.)
8. Ustawa z dnia 12 maja 2000 roku o zasadach wspierania rozwoju regionalnego (Dz.U. z 2000 nr 48, poz. 550, z późn. zmian.)
9. Ustawa z dnia 6 lipca 2001 roku o zachowaniu narodowego charakteru (Dz.U. z 2001 roku nr 97, poz. 105)

10. Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 roku o Narodowym Planie Rozwoju (Dz.U. z 2004 r. nr 116, poz. 1206)

Pojawiają się także inne formy prawne m.in. rozporządzenia oraz rezolucje związane z powiększaniem udziału energii odnawialnej w bilansie energetycznym kraju:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 15 grudnia 2000 w sprawie obowiązku zakupu energii elektrycznej ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz wytwarzanej w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła, a także ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz zakresu tego obowiązku.
- Rezolucja Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 lipca 1999 r. (M. P z 1999 r. Nr 25, poz. 365): w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych.

Europejskie regulacje prawne dotyczące energii odnawialnej, w oparciu o które Polska jako członek Unii Europejskiej, wprowadza rozwiązania prawne dotyczące OZE:

1. Biała Księga „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” z 1977 roku
2. Zielona Księga „O bezpieczeństwie energetycznym” z 2000 roku
3. Dyrektywa 98/70/EC w sprawie jakości benzyny i paliw do silników Diesla
4. Dyrektywa 2001/77/EC w sprawie promocji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii
5. Dyrektywa 2001/80/EC w sprawie ograniczania emisji niektórych zanieczyszczeń do atmosfery
6. Dyrektywa 2002/90/EC o efektywności energetycznej budynków
7. Dyrektywa 2003/30/EC w sprawie promocji użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych

Wraz z prowadzeniem dokumentów wspólnotowych, europejskich aktów prawnych, państwa członkowskie wprowadzają własne krajowe uregulowania prawne. Na Polskę również został nałożony obowiązek uwzględnienia w krajowym bilansie energetycznym energii z odnawialnych źródeł energii. Plany te zostały omówione i zapisane w:

1. II Polityce Ekologicznej Państwa;
2. Strategii rozwoju energetyki odnawialnej – Ministerstwo Środowiska 2000 rok ;

3. Założeniach polityki energetycznej Polski do 2020 roku – przyjętej przez Radę Ministrów 22 lutego 2000 r.;
4. Polityka Energetyczna Polski do 2025 roku.

Zgodnie z prawem energetycznym samorządy gminne odpowiedzialne są za opracowanie programu zaopatrzenia w energię swoich mieszkańców. Programy te opracowywane są zgodnie z wojewódzkimi strategiami i planami rozwoju. Dla województwa śląskiego obowiązującymi aktami normatywnymi są:

1. Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego na lata 2000-2015
2. Program Rozwoju Regionalnego Województwa Śląskiego na lata 2001-2002 (Program Operacyjny)
3. Aktualizacja Strategii Rozwoju Województwa Śląskiego na lata 2000-2015
4. Regionalna Strategia Innowacji Województwa Śląskiego na lata 2003-2013
5. Plan zagospodarowania Przestrzennego Województwa Śląskiego
6. Program Ochrony Środowiska Województwa Śląskiego do 2004 roku oraz Cele Długoterminowe do roku 2015 – Uchwała Nr I/49/12/2002 Sejmiki Województwa Śląskiego z dnia 15.04.2002 r.
7. Strategia rozwoju turystyki w Województwie Śląskim na lata 2004-2013

Cele długoterminowe zawarte w Programie Ochrony Środowiska Województwa Śląskiego wynikają z zapisów „II Polityki ekologicznej Państwa, która jest kontynuacją „Polityki ekologicznej Państwa na lata 2003-2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007 – 2010”. Obejmują one przede wszystkim:

1. Przywrócenie wysokiej jakości wód powierzchniowych oraz ochrona jakości wód podziemnych i racjonalizacja ich wykorzystania
2. Polepszenie jakości powietrza atmosferycznego
3. Zmniejszenie uciążliwości hałasu dla mieszkańców i środowiska poprzez obniżenie jego natężenia do poziomu obowiązujących standardów
4. Kontrola i ograniczenie emisji promieniowania niejonizującego do środowiska
5. Eliminowanie i zmniejszanie skutków dla środowiska z tytułu awarii przemysłowych
6. Minimalizacja ilości powstających odpadów, wzrost wtórnego wykorzystania i bezpieczne składowanie pozostałych odpadów

7. Przekształcenie terenów przemysłowych i zdegradowanych województwa śląskiego
8. Racjonalne wykorzystanie zasobów glebowych
9. Ochrona zasobów złóż poprzez ich racjonalne wykorzystanie w koordynacji z planami rozwoju regionu
10. Ochrona i wzrost różnorodności biologicznej (genetycznej gatunkowej i siedliskowej) i krajobrazowej oraz wzrost jakości województwa i ochrony lasów.

Cele długoterminowe są bazą wyjściową dla opracowania celów krótkoterminowych i ujęcia ich w powiatowych i gminnych Programach Ochrony Środowiska. Uwzględniają one realizację priorytetowego kierunku rozwoju województwa śląskiego jakim jest „poprawa jakości środowiska przyrodniczego i kulturowego, w tym zwiększenie atrakcyjności terenu”, zapisanego w „Strategii rozwoju województwa śląskiego”.

Dla realizacji *celów działania 1.2. Wzmacnianie systemu ochrony środowiska w ramach Priorytetu F „Strategii...”*, istotne znaczenie mają projekty o charakterze regionalnym polegające na:

- budowie i modernizacji kanalizacji sanitarnej, deszczowej i oczyszczalni ścieków,
- budowie i modernizacji systemów poboru, uzdatniania i zaopatrzenia w wodę,
- budowie i modernizacji infrastruktury przeciwpowodziowej,
- likwidacji niekontrolowanych zrzutów ścieków oraz zrzutów ścieków nie oczyszczonych z miast i zakładów przemysłowych,
- wdrożeniu celów i zadań ujętych w Planie Gospodarki Odpadami dla Województwa Śląskiego,
- modernizacji i rozwoju miejskich systemów ciepłowniczych stanowiących własność publiczną w celu zmniejszenia emisji zanieczyszczeń i poprawy efektywności energetycznej,
- przekształceniu terenów przemysłowych i zdegradowanych,
- podejmowaniu działań związane z utworzeniem systemu obszarów chronionych spójnego z systemem krajowym oraz założeniami sieci Natura 2000.
- przekształceniu istniejących systemów ogrzewania obiektów publicznych w bardziej przyjazne dla środowiska, w szczególności ograniczenie „niskiej emisji”,
- rozwój baz danych, systemów informacji i monitoringu środowiska,
- rozwój systemów zarządzania środowiskiem w oparciu o technologie informatyczne,

- **wsparcie dla programów szerszego wykorzystania energii ekologicznej (biopaliwa, geotermia, energia słoneczna, energia wiatrowa, biomasa itp.).**

Realizacja tych działań przyczyni się bezpośrednio między innymi do:

- podniesienia jakości życia mieszkańców,
- ograniczenia ilości zanieczyszczeń przedostających się do wód i gleb,
- redukcji poziomu hałasu,
- polepszenia jakości powietrza,
- poprawy stanu bezpieczeństwa przeciwpowodziowego,
- poprawy metod zarządzania środowiskiem,
- **zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii.**

Realizowany program pt.: „Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa śląskiego” jest zgodny z tendencjami i zapisami Strategii Rozwoju Województwa Śląskiego na lata 2000-2015 oraz Programem Rozwoju Regionalnego Województwa Śląskiego na lata 2001-2002 (Program Operacyjny).

2. CELE I PRZEWIDYWANE EFEKTY PROGRAMU

Zgodnie z dokumentem „II Polityka Ekologiczna Państwa”, w 2010 roku wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych powinno być dwukrotnie wyższe niż w roku 2000, natomiast w 2025 roku powinno być porównywalne ze średnimi wskaźnikami w państwa Unii Europejskiej. Osiągnięcie tych celów wymaga wprowadzenia mechanizmów i rozwiązań pozwalających zwiększyć zainteresowanie wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych, poprzez działania organizacyjne, instytucjonalne, prawne i finansowe.

Wśród podstawowych działań w zakresie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych należy wymienić:

- intensywny rozwój energetyki odnawialnej na szczeblu regionalnym i lokalnym,
- szerokie wprowadzenie nowoczesnych technologii i urządzeń przetwarzających energię ze źródeł odnawialnych na nośniki użyteczne,
- popularyzację i wdrożenie najlepszych praktyk w dziedzinie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych, w sferze rozwiązań technologicznych, administracyjnych i finansowych.

Działania dla realizacji tego programu winny być realizowane poprzez cele strategiczne będące zbiorami celów szczegółowych.

Celem Strategicznym wojewódzkiego Programu wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnych” jest:

Stworzenie warunków i mechanizmów dla szerokiego wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnej na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego.

Na cel ten winny składać się **cele szczegółowe** obejmujące w swym zakresie:

- ◆ Rozpoznanie i inwentaryzację lokalnych zasobów energii odnawialnej,
- ◆ Klasyfikację zasobów pod względem możliwości ich zagospodarowania,
- ◆ Wskazanie właściwych technologii wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnych.
- ◆ Zwiększenie udziału energii z odnawialnych źródeł w lokalnym bilansie energetycznym.

Przewidywane **efekty wprowadzenia** Programu to przede wszystkim efekty:

⇒ *Ekologiczne:*

- ✓ obniżenie poziomu zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery poprzez rozbudowę i modernizację instalacji wykorzystujących energię z OZE,
- ✓ poprawa stosunków wodnych poprzez spowolnienie spływu wód powierzchniowych wywołane wykorzystaniem urządzeń piętrzących,
- ✓ wykorzystanie gazów z komunalnych wysypisk i oczyszczalni ścieków,
- ✓ zwiększenie atrakcyjności terenów nieprzemysłowych,
- ✓ ochrona przyrody i bioróżnorodności na obszarze województwa śląskiego.

⇒ *Gospodarcze:*

- ✓ rozwój różnych form działalności gospodarczej w dziedzinie wykorzystania OZE,
- ✓ wzrost inwestycji, przyrost mocy i produkcji,
- ✓ rozwój sektora przedsiębiorstw zajmujących się produkcją urządzeń służących wykorzystaniu energii odnawialnych,
- ✓ tworzenie możliwości wykorzystania pod uprawy energetyczne terenów nie nadających się pod uprawy rolnicze,
- ✓ tworzenie alternatywnych możliwości wykorzystania terenów rolniczych,
- ✓ dostępność do urządzeń i nowych technologii.

⇒ *Spoleczne:*

- ✓ tworzenie nowych miejsc pracy,
- ✓ ograniczenie ryzyka zdrowotnego,
- ✓ tworzenie rynku konsumenta dla wykorzystania energii z odnawialnych źródeł energii.

⇒ *Edukacyjne:*

- ✓ promowanie w społeczeństwie oraz wspieranie wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- ✓ tworzenie programów edukacyjno-szkoleniowych dotyczących odnawialnych źródeł energii,
- ✓ animacja życia środowiska wiejskiego poprzez akcje informacyjne, szkolenia, konkursy, pikniki w zakresie ochrony środowiska oraz zrównoważonego rozwoju,

⇒ *Turystyka:*

- ✓ rozszerzenie bazy agroturystycznej,
- ✓ tworzenie bazy rehabilitacyjno-balneologicznej,
- ✓ rewitalizacja obiektów historycznych i kulturalnych.

Instrumentami służącymi do wykonania zadań programu winny być:

- ✓ *instrumenty prawne* – należą tu w szczególności decyzje, pozwolenia, zezwolenia i postanowienia wydawane na szczeblu gmin, powiatów, województw czy ministerstw;

- ✓ *instrumenty ekonomiczne (finansowe)* – należą tu ekonomiczne instrumenty finansowo-rynkowe wpływające na zmiany zachowań podmiotów gospodarczych, jak również wpływające na zmiany społeczne (opłaty, podatki, kredyty, dotacje);
- ✓ *instrumenty edukacyjno-informacyjne* – obejmują one upowszechnianie Programu, systemy szkolenia, zwiększenie dostępu do informacji na temat Programu.

Wdrażanie Programu winno być na bieżąco, na każdym etapie budowy, monitorowane i kontrolowane w skali każdego projektu oraz zbilansowane dla grup projektów. Kontrola prowadzona by była przede wszystkim poprzez monitorowanie środowiska w zakresie jego stanu oraz zmian spowodowanych wprowadzaniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii na rynku lokalnym jak również efektów realizacji Programu.

Jednym z podstawowych źródeł dla realizacji powyższych celów winien być Atlas zasobów energii odnawialnej, który został opracowany na zlecenie Zarządu Województwa Śląskiego poprzez Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie w ramach niniejszego opracowania.

3. ZASOBY ENERGII ODNAWIALNEJ DLA NIEPRZEMYSŁOWEJ CZĘŚCI WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO (ATLAS)

Rozkład zasobów energii odnawialnej województwa śląskiego przedstawiono w formie map i tabel prezentujących potencjał teoretyczny i techniczny odniesiony do poszczególnych powiatów bądź obszarów województwa.

Analizie poddano następujące rodzaje energii odnawialnej:

- ✓ energię z biogazu
- ✓ energię z biomasy
- ✓ energię słońca
- ✓ energię wiatru
- ✓ energię wód powierzchniowych

- ✓ energię geotermalną
- ✓ energię wód kopalnianych

Specyfika poszczególnych rodzajów energii wymagała indywidualnego podejścia do oszacowania i prezentacji zasobów każdego typu energii odnawialnej. Wynikało to głównie stąd, że niektóre rodzaje energii odnawialnej związane są z konkretnymi uwarunkowaniami lokalnymi (biogaz, biomasa, wody kopalniane i powierzchniowe) natomiast inne mają charakter bardziej regionalny (wody termalne, promieniowanie słoneczne, energia wiatru).

Potencjał energetyczny biogazu, biomasy, wód powierzchniowych i kopalnianych przedstawiono na tle poszczególnych powiatów województwa, potencjał energetyczny wiatru i słońca na tle całego województwa, natomiast potencjał wód termalnych dla poszczególnych jednostek geologicznych.

Pogłębionej analizie poddano możliwości wykorzystania energii wód powierzchniowych, gdzie oprócz mapy potencjału energetycznego zamieszczono również tabelaryczne zestawienie istniejących obiektów hydrotechnicznych możliwych do zagospodarowania na obszarze województwa.

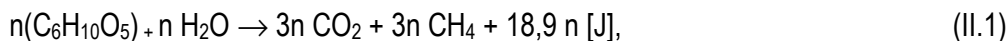
Strefy o korzystnych warunkach dla wykorzystania danego rodzaju energii odnawialnej odniesiono do obszaru województwa wskazując, które rejony są najbardziej predestynowane do jej wykorzystania.

Zgodnie z założeniami wstępnymi ocena potencjału energii odnawialnej dotyczyła terenów nieprzemysłowych, jednak w przypadku energii o charakterze regionalnym (energia wiatru, słońca, wód termalnych) analizą objęto cały obszar województwa.

3.1. Energia z biogazu

We wszelkich odchodach lub odpadach organicznych zawierających węglowodany, a w szczególności celulozę i cukry, w określonych warunkach zachodzą procesy biochemiczne nazywane fermentacją. Fermentację wywołują mikroorganizmy (bakterie) należące do różnych gatunków, których działanie i znaczenie w tym procesie jest na bardzo zróżnicowane, a nawet przeciwstawne. Wyróżnić można sześć rodzajów fermentacji zachodzących jednocześnie lub sukcesywnie: fermentacja amonowa, fermentacja azotowa, fermentacja wyzwalająca azot, fermentacja utleniająca, fermentacja kwasowa czy fermentacja metanowa, której podlegają

materiały węglowodanowe, zwłaszcza celuloza. Na szczególną uwagę zasługuje fermentacja wytwarzająca amoniak w postaci rozpuszczalnych soli amonowych, które wykorzystywane są przez organizmy do odżywiania się i rozmnażania, oraz fermentacja metanowa wyzwalająca gaz palny, metan. Rozkład celulozy przebiega według następującego wzoru:



gdzie:

$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ – oznacza celulozę.

Teoretycznie w wyniku fermentacji 162 g celulozy otrzymuje się 135 litrów gazu zawierającego 50% palnego metanu. W rzeczywistości część dwutlenku węgla związana jest przez zasady uwolnione w czasie fermentacji (szczególnie potasowe, wapno i amoniak pochodzące z składników amonowych)

Metodyka szacowania zasobów energii biogazu

W niniejszym bilansie odnawialnych źródeł energii uwzględniono trzy podstawowe źródła biogazu, jakimi są:

- ✓ oczyszczalnie ścieków,
- ✓ składowiska odpadów,
- ✓ gospodarstwa rolne.

Jakkolwiek różne są wymienione powyżej źródła biogazu, tak zachodzący w nich proces, wskutek którego wytwarzany jest biogaz, jest bardzo zbliżony. Jest to proces fermentacji beztlenowej wywołwany dzięki obecności tzw. bakterii metanogennych, które w sprzyjających warunkach:

- temperatura rzędu 30 – 35°C (fermentacja mezofilna) lub 52 – 55°C (fermentacja termofilna),
- odczyn obojętny lub lekko zasadowy (pH 7 – 7,5),
- czas retencji (przetrzymania substratu) wynoszący 12 – 36 dni dla fermentacji mezofilnej oraz 12 – 14 dni dla fermentacji termofilnej,

- brak obecności tlenu i światła

zamieniają związki pochodzenia organicznego w biogaz oraz substancje nieorganiczne. Głównymi składnikami tak powstającego biogazu są metan, którego zawartość w zależności od technologii jego wytwarzania oraz rodzaju fermentowanych substancji może zmieniać się w szerokim zakresie od 40 do 85% (przeważnie 55 – 65%), pozostałą część stanowi dwutlenek węgla oraz inne składniki w ilościach śladowych. Dzięki tak wysokiej zawartości metanu w biogazie, jest on cennym paliwem z energetycznego punktu widzenia, które pozwala zaspokoić lokalne potrzeby związane m.in. z jego wytwarzaniem. Wartość opałowa biogazu najczęściej waha się w przedziale 5,5 – 6,5 kWh/m³ (19,8 – 23,4 MJ/m³), a przy separacji dwutlenku węgla z biogazu jego wartość opałowa może wzrosnąć nawet do 9,5 – 10,0 kWh/m³ (wartości porównywalne z sieciowym gazem ziemnym GZ-50). Należy tu zaznaczyć, że produkcja biogazu jest często efektem ubocznym wynikającym z konieczności utylizacji odpadów w sposób możliwie nieszkodliwy dla środowiska. Jedynie w przypadku wysypisk odpadów fermentacja beztlenowa jest procesem samoistnym i niekontrolowanym.

Dla obliczeń zastosowanych szacunków przyjęto jako:

- ⇒ potencjał teoretyczny – maksymalną możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy całkowitym ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu oraz przy założeniu bezstratnego przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii.
- ⇒ potencjał techniczny – możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy takim ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu, jakie ma miejsce w rzeczywistości oraz przy założeniu sprawności przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii, w wielkości zgodnej z aktualnie dostępnymi urządzeniami technicznymi.

Szczegółowe aspekty wpływające na sposób określenia potencjału teoretycznego oraz technicznego dla każdego ze źródeł biogazu określono w opisach poniżej.

Warto również zwrócić uwagę na zwyczajowe nazwy nadawane biogazowi, w zależności od sposobu jego wytwarzania. I tak, biogaz wytwarzany na wysypiskach odpadów zwyczajowo nazywany jest gazem wysypiskowym, biogaz wytwarzany wskutek fermentacji odchodów zwierzęcych na fermach zwyczajowo nazywany jest biogazem rolniczym, natomiast biogaz

wytwarzany na terenie oczyszczalni ścieków, gdzie fermentacji ulegają zebrane osady ściekowe, nazywany jest po prostu – biogazem.

3.1.1. Oczyszczalnie ścieków

W średnich i dużych oczyszczalniach ścieków jedną z podstawowych metod zagospodarowywania osadów ściekowych jest ich fermentacja w wydzielonych (zwanymi również zamkniętymi) komorach fermentacyjnych (WKF, ZKF). W komorach zachodzi proces fermentacji mezofilnej, dzięki któremu znaczna część materii organicznej zostaje zredukowana, a przetworzony osad ściekowy, po jego dalszym odwodnieniu, jest wykorzystywany do celów przyrodniczych, rekultywacji obszarów zdegradowanych oraz przez rolnictwo, jako cenny nawóz zawierający substancje nieorganiczne. Istnieje możliwość dalszej obróbki przefermentowanego osadu ściekowego, tzn. jego kompostowania, które odbywa się po dodaniu materii organicznej (np. odpadów z utrzymania terenów zielonych).

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

Wytwarzany w komorach fermentacyjnych oczyszczalni ścieków biogaz charakteryzuje się zawartością metanu wahającą się w przedziale 55 – 65%. Do dalszych obliczeń przyjęto średnią wartość tego przedziału, tj. 60%. Jego wartość opałowa wynosi 6,0 kWh/m³, tj. 21,6 MJ/m³.

W literaturze brak jest szczegółowych danych oraz wskaźników, pozwalających na oszacowanie potencjału teoretycznego oraz technicznego wytworzenia energii z biogazu produkowanego na terenie oczyszczalni ścieków. Spotkać można przelicznik, który mówi, że ze ścieków komunalnych uzyskuje się do 600 m³ biogazu w przeliczeniu na 1 Mg suchej masy. Jednakże przy braku znajomości zawartości suchej masy w ściekach informacja ta jest nieużyteczna. Stąd aby prawidłowo ocenić rzeczywiste możliwości produkcyjne biogazu na terenie oczyszczalni ścieków przeanalizowano dla kilku obiektów stosunek średniej ilości produkowanego biogazu do średniej ilości oczyszczanych ścieków. Po uwzględnieniu czynników wpływających na zróżnicowanie względnej ilości wytwarzanego biogazu dla różnych obiektów

(stopnia infiltracji wód deszczowych i gruntowych do kanalizacji ściekowej, ilości ścieków przemysłowych oraz sposobu prowadzenia procesu fermentacji) określono dla najkorzystniejszych warunków stosunek ten w wysokości 200 m³ wytworzonego biogazu na 1.000 m³ wpływających do oczyszczalni ścieków w przeliczeniu na ścieki pochodzące wyłącznie z sektora komunalnego. Jest to wskaźnik, który wykorzystany będzie przy obliczeniu potencjału teoretycznego. Natomiast dla określenia potencjału technicznego, przy obliczeniu którego wykorzystywana będzie rzeczywista wielkość ilości oczyszczanych ścieków w oczyszczalniach, a więc ścieków komunalnych zmieszanych z wodami opadowymi, gruntowymi i ściekami przemysłowymi, stosunek ten przyjęto w wysokości 80 m³ wytworzonego biogazu na 1.000 m³ rzeczywiście wpływających do oczyszczalni ścieków.

Jako potencjał teoretyczny (Ryc. II.1) przyjęto potencjał w sytuacji, w której zbierane są ścieki komunalne od całej zamieszkałej ludności. Pominięto tutaj możliwą produkcję biogazu ze ścieków pochodzenia przemysłowego (głównie z przemysłu spożywczego, farmaceutycznego oraz kosmetycznego), ze względu na brak możliwości uzyskania wiarygodnych danych oraz możliwą dużą zmienność tych wielkości na skutek zmian koniunktury w gospodarce. Pozostałe gałęzie przemysłu wytwarzają ścieki praktycznie nie zawierające zanieczyszczeń pochodzenia organicznego (93 % ścieków przemysłowych woj. śląskiego wytwarzają górnictwo, hutnictwo oraz energetyka).

Aby przybliżyć problematykę gospodarki wodno-ściekowej oraz prawidłowo określić potencjał teoretyczny, przytoczono najważniejsze z punktu widzenia niniejszej analizy dane statystyczne dotyczące województwa śląskiego.

Zgodnie z danymi GUS 92,7% ogółu ludności korzysta z sieci wodociągowej (w tym na terenach miejskich 96,8%, a na terenach wiejskich 77,4%), a 65,9% z sieci kanalizacyjnej (w tym na terenach miejskich 78,9%, a na terenach wiejskich 17,2%). Zużycie wody z wodociągów w gospodarstwach domowych wyniosło 156,8 hm³, przy czym zużycie wody na 1 osobę wyniosło 35,7 m³, w tym na terenach miejskich 36,1 m³, a na terenach wiejskich 22,2 m³. Z gospodarstw domowych odprowadzono ogółem 122,2 hm³ ścieków, w tym 117,6 hm³ z terenów miejskich oraz 4,6 hm³ z terenów wiejskich. Gospodarstwa domowe pobrały 69,9 % całkowitej ilości wody z wodociągów oraz odprowadziły 73,1% całkowitej ilości ścieków do kanalizacji. Do ilości odprowadzanych kanalizacją ścieków dodać należy wywiezione nieczystości ciekłe, których ilość wyniosła 647,3 dam³.

W roku 2002 odprowadzono do wód powierzchniowych 385,3 hm³ ścieków, z czego 88,7% stanowiły ścieki oczyszczone. Ścieki komunalne stanowiły 46,3% tej wielkości (178,5 hm³), w tym 87,7% (156,5 hm³) ścieków oczyszczonych. Eksploatowano łącznie 206 oczyszczalni ścieków komunalnych, w tym 15 mechanicznych, 128 biologicznych oraz 63 z podwyższonym usuwaniem biogenów. Około 97% ścieków oczyszczono biologicznie. Oczyszczalni ścieków nie posiadało 6 miast województwa.

W celu określenia potencjału teoretycznego niezbędne jest określenie ilości zamieszkałej na danym terenie ludności oraz jednostkowej ilości wytwarzanych ścieków. W tabeli II.1 zestawiono, zgodnie z danymi GUS, analizowane powiaty pod kątem ilości zamieszkanych osób.

Tabela II.1 Ilość osób zamieszkująca w poszczególnych powiatach

L.p.	Powiat	Ludność [osób]
1	będziński	152 232
2	bielski	146 912
3	bieruńsko-lędziński	55 517
4	cieszyński	169 109
5	częstochowski	133 749
6	gliwicki	117 486
7	kłobucki	84 915
8	lubliniecki	77 186
9	mikołowski	90 360
10	myszkowski	72 345
11	pszczyński	103 377
12	raciborski	114 418
13	rybnicki	72 926
14	tarnogórski	139 676
15	wodzisławski	155 315
16	zawierciański	126 091
17	żywiecki	148 788
	RAZEM	1 960 402

W celu określenia jednostkowej ilości wytwarzanych ścieków do obliczeń przyjęto następujące wielkości dla województwa śląskiego: całkowita ilość ścieków komunalnych – 178,5 hm³; całkowita liczba ludności – 4.731.533 osób.

Stąd roczna ilość wytwarzanych ścieków przez segment komunalny wynosi 37,7 m³/osobę. Jest to wielkość zbliżona (większa o 5,6%) do średniego zużycia wody w gospodarstwach domowych korzystających z sieci wodociągowej, co stanowi potwierdzenie

prawidłowości otrzymanego wyniku (w gospodarstwach domowych oraz w segmencie nieprodukcyjnym zakłada się równoważność ilości pobranej wody oraz odprowadzonych ścieków).

Na podstawie powyższych danych, założeń oraz wyliczeń, potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie w analizowanych powiatach został przedstawiony w tabeli II.2:

Tabela II.2 Potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie z oczyszczalni ścieków

L.p.	Powiat	Potencjał teoretyczny		
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc [kW]	Ilość energii chemicznej zawartej w paliwie [GJ/rok]
1	będziński	1 147 829	786	24 793
2	bielski	1 107 716	759	23 927
3	bieruńsko- łędzki	418 598	287	9 042
4	cieszyński	1 275 082	873	27 542
5	częstochoowski	1 008 467	691	21 783
6	gliwicki	885 844	607	19 134
7	kłobucki	640 259	439	13 830
8	lubliniecki	581 982	399	12 571
9	mikołowski	681 314	467	14 716
10	myszkowski	545 481	374	11 782
11	pszczyński	779 463	534	16 836
12	raciborski	862 712	591	18 635
13	rybnicki	549 862	377	11 877
14	tarnogórski	1 053 157	721	22 748
15	wodzisławski	1 171 075	802	25 295
16	zawierciański	950 726	651	20 536
17	żywiecki	1 121 862	768	24 232
	RAZEM	14 781 429	10 126	319 279

Jako potencjał techniczny (Ryc. II.1) przyjęto potencjał w sytuacji, gdy biogaz wytwarzany jest wyłącznie ze ścieków dostarczanych do tych oczyszczalni, które przyjmują je w ilości powyżej 5.000 m³/dobę. Wśród oczyszczalni spełniających ten warunek występują obiekty, w których wytwarzany jest biogaz, jak i obiekty bez WKF. Podane obciążenie oczyszczalni przyjęto jako dolny próg opłacalności procesu utylizacji osadów ściekowych poprzez proces ich fermentacji.

W celu określenia potencjału technicznego posłużono się danymi pochodzącymi z ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego (Tab. II.3).

Tabela II.3 Zestawienie wyników ankiet dla lokalizacji oczyszczalni ścieków

L.p.	Powiat	Lokalizacja oczyszczalni (gmina)	Ilość oczyszczanych ścieków [m ³ /dobę]	Czy jest wytwarzany biogaz?
1	będziński	Będzin	6 300	NIE
2	bielski	Czechowice-Dziedzice	5 400	NIE
3	bieruńsko-łężyński	-	-	-
4	cieszyński	Cieszyn Skoczów	14 000 14 000	NIE NIE
5	częstochoowski	-	-	-
6	gliwicki	-	-	-
7	kłobucki	-	-	-
8	lubliniecki	Lubliniec	5 000	NIE
9	mikołowski	-	-	-
10	myszkowski	-	-	-
11	pszczyński	-	-	-
12	raciborski	Racibórz	11 400	TAK
13	rybnicki	-	-	-
14	tarnogórski	Tarnowskie Góry	5 100	NIE
15	wodzisławski	Wodzisław Śląski	5 000	TAK
16	zawierciański	Zawiercie	20 000	TAK
17	żywiecki	Żywiec	15 000	TAK

Jak już podano we wcześniejszej części rozdziału, produktywność biogazu przyjęto na poziomie 80 m³/1.000 m³ ścieków. Ponadto dla potencjału technicznego uwzględnić należy sprawność zamiany energii chemicznej zawartej w paliwie na użyteczne formy energii oraz możliwy stopień ich wykorzystania. Przy zastosowaniu urządzeń najnowszej generacji sprawność całkowita przemiany wynosi 90%, przy czym 35% energii chemicznej zostaje zamienione na energię elektryczną, a 55% na ciepło (przyjęto średnie wartości dla kogeneracji w oparciu o silniki biogazowe). Stopień wykorzystania energii elektrycznej wynosi 100%, natomiast stopień wykorzystania ciepła przyjęto w wysokości 30% (przeznaczenie ciepła na cele grzewcze). Stąd nie należy już uwzględniać wewnętrznego zużycia ciepła w procesie wytwarzania biogazu, tj. zużycia ciepła w celu podtrzymania procesu fermentacji (podgrzew osadów ściekowych przeciętnie od temperatury 10 do 35 °C), gdyż wielkość ta jest niższa od pozostałej lecz niewykorzystanej części wytworzonego ciepła.

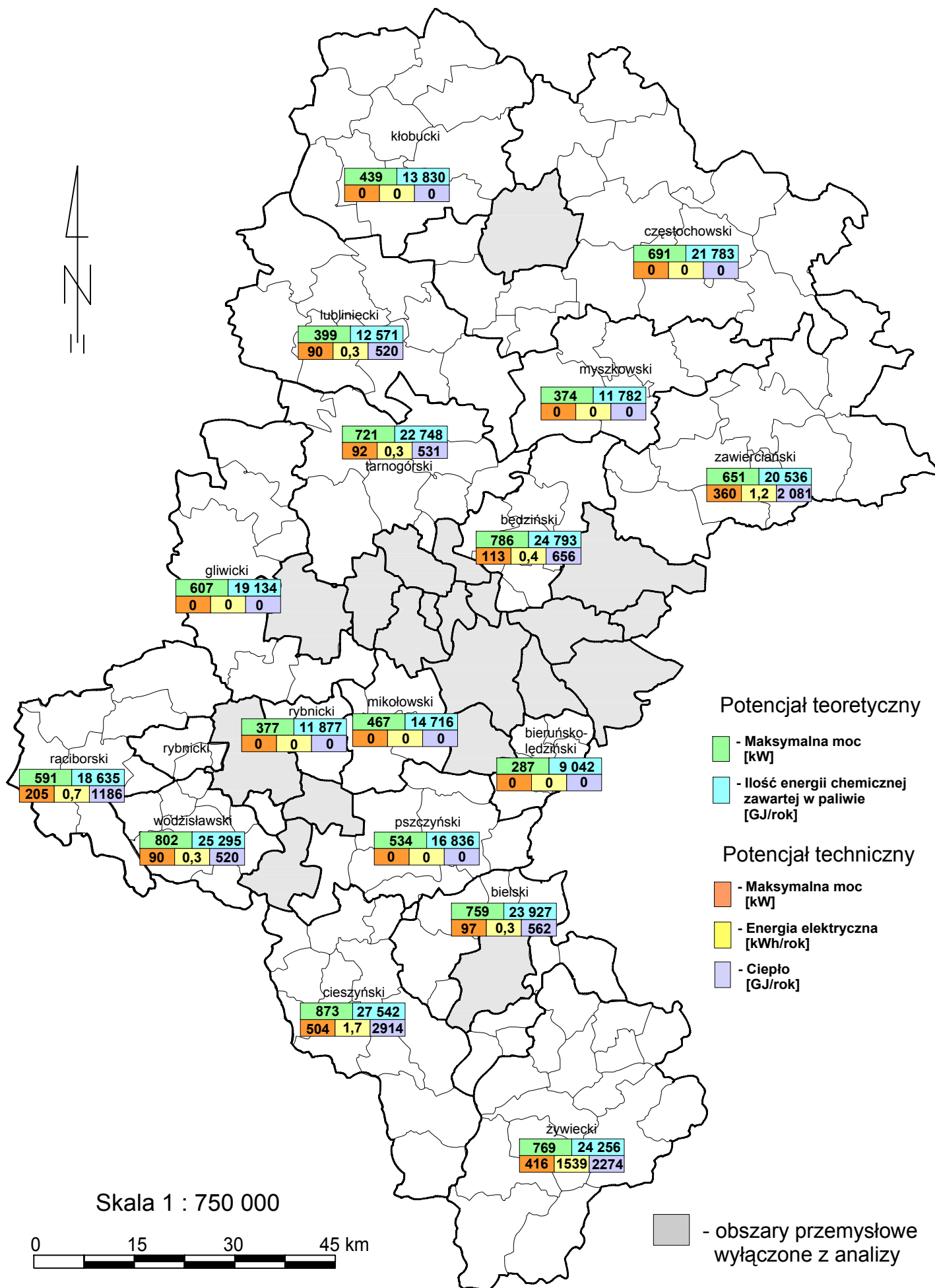
Stąd potencjał techniczny energii zawartej w biogazie z oczyszczalni ścieków w analizowanych powiatach został przedstawiony w tabeli II.4.

Tabela II.4 Potencjał techniczny energii zawartej w biogazie z oczyszczalni ścieków

L.p.	Powiat	Potencjał techniczny			
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc _{th+el} [kW]	Energia elektryczna [GWh/rok]	Ciepło [GJ/rok]
1	będziński	183 960	113	,386	656
2	bielski	157 680	97	,331	562
3	bieruńsko-lędzki	0	0	0	0
4	cieszyński	817 600	504	1,716	2 914
5	częstochowski	0	0	0	0
6	gliwicki	0	0	0	0
7	kłobucki	0	0	0	0
8	lubliniecki	146 000	90	,307	520
9	mikołowski	0	0	0	0
10	myszkowski	0	0	0	0
11	pszczyński	0	0	0	0
12	raciborski	332 880	205	,699	1 186
13	rybnicki	0	0	0	0
14	tarnogórski	148 920	92	,313	531
15	wodzisławski	146 000	90	,307	520
16	zawierciański	584 000	360	1,226	2 081
17	żywiecki	438 000	270	,920	1 561
	RAZEM	2 955 040	1 821	6 205	10 531

Analizując uzyskane dane stwierdzić należy, że z energetycznego punktu widzenia pozyskanie biogazu z fermentacji osadów ściekowych ma znaczenie wyłącznie lokalne. W praktyce ogranicza się ono do obiektów oczyszczalni ścieków, pozwalając na istotne obniżenie zakupu czynników energetycznych – energii elektrycznej oraz paliwa do wytwarzania ciepła – na potrzeby własne.

Rycina II.1. Biogaz z oczyszczalni ścieków



3.1.2. Składowiska odpadów

Składowiska odpadów komunalnych są obiektami, gdzie proces fermentacji zachodzi w sposób niekontrolowany, stwarzając tym samym pewne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Zagrożenie to wynika zarówno z emisji do atmosfery metanu, który jest gazem cieplarnianym, jak również z faktu, że metan przy stężeniu 5 – 15 % tworzy mieszaninę wybuchową z powietrzem, co może prowadzić do samozapłonu wysypiska odpadów. Metan będąc gazem cięższym od powietrza może utrudniać również dostęp powietrza do gleby i do roślin utrudniając lub nawet uniemożliwiając ich wegetację. Stąd w wielu krajach istnieją przepisy, które narzucają konieczność odgazowania wysypisk przekraczających określoną wielkość.

Zawartość metanu w gazie wysypiskowym zależy od sposobu odgazowania wysypiska. Przy naturalnym wypływie gazu (przy biernym odgazowaniu wysypiska) zawiera 60 – 65% metanu, przy aktywnym odgazowaniu oraz przy dobrym uszczelnieniu złoża zawartość metanu wynosi 45 – 50 %, natomiast przy aktywnym odgazowaniu oraz przy złym uszczelnieniu złoża dochodzi do zasysania powietrza atmosferycznego i zawartość metanu spada do 25 – 45%. Stąd do dalszej analizy przyjęto średnią zawartość metanu w biogazie w wysokości 50%, a jego wartość opałowa wynosi 5,0 kWh/m³, tj. 18,0 MJ/m³.

W literaturze szczegółowo przedstawiono zależności, które opisują proces wytwarzania biogazu na wysypisku odpadów. Na podstawie danych empirycznych określono krzywą produkcji jednostkowej biogazu w funkcji czasu. Sumując jednostkową produkcję biogazu w poszczególnych latach otrzymuje się krzywą skumulowaną, gdzie dla nieskończonego długiego okresu czasu produkcja skumulowana wynosi 245 m³ biogazu/Mg odpadów. W praktyce produkcja biogazu ze zdeponowanych w określonym momencie czasu odpadów zanika po dwudziestu kilku latach. Natomiast szczytowy okres produktywności biogazowej przypada na czwarty rok od momentu zdeponowania odpadów, jednostkowa produkcja w tym okresie sięga 20 m³/Mg·rok.

Jako potencjał teoretyczny (Ryc. II.2) przyjęto potencjał w sytuacji, w której zbierane są odpady komunalne od całej zamieszkałej ludności. Zgodnie z danymi GUS zebrano łącznie 1.353.240 Mg odpadów, z czego 96,8% zdeponowano na składowiskach (pozostałe odpady unieszkodliwiono w spalarniach bądź kompostowniach lub poddano recyklingowi). W przeliczeniu na jednego mieszkańca zebrano 303 kg odpadów w ciągu roku (średnia za lata 2001 – 2003).

Wielkość ta jest zgodna z danymi przytaczanymi przez literaturę, określającymi przeciętną roczną ilość zdeponowanych odpadów na wysypiskach w ilości 13 mln Mg w skali kraju.

W województwie śląskim czynnych jest 44 składowisk, z czego 32 na obszarach miejskich, a 12 na obszarach wiejskich. 18 składowisk posiada instalacje odgazowywujące, z czego z 12 składowisk biogaz uchodzi do atmosfery, a na 6 składowiskach jest spalany, w tym na 3 z odzyskiem energii.

W celu określenia potencjału teoretycznego niezbędne jest określenie ilości zamieszkałej na danym terenie ludności, co zostało przedstawione w rozdziale dotyczącym oczyszczalni ścieków. Na podstawie powyższych danych oraz wyliczeń, potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie w analizowanych powiatach przedstawia został przedstawiony w tabeli II.5.

Tabela II.5 Potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie ze składowisk odpadów

L.p.	Powiat	Potencjał teoretyczny		
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc [kW]	Ilość energii chemicznej zawartej w paliwie [GJ/rok]
1	będziński	11 300 943	6 450	203 417
2	bielski	10 906 012	6 225	196 308
3	bieruńsko- łędzki	4 121 304	2 352	74 183
4	cieszyński	12 553 807	7 165	225 969
5	częstochoowski	9 928 857	5 667	178 719
6	gliwicki	8 721 573	4 978	156 988
7	kłobucki	6 303 665	3 598	113 466
8	lubliniecki	5 729 903	3 270	103 138
9	mikołowski	6 707 875	3 829	120 742
10	myszkowski	5 370 531	3 065	96 670
11	pszczyński	7 674 192	4 380	138 135
12	raciborski	8 493 820	4 848	152 889
13	rybnicki	5 413 662	3 090	97 446
14	tarnogórski	10 368 848	5 918	186 639
15	wodzisławski	11 529 809	6 581	207 537
16	zawierciański	9 360 365	5 343	168 487
17	żywiecki	11 045 277	6 304	198 815
	RAZEM	145 530 443	83 063	2 619 548

Jako potencjał techniczny (Ryc. II.2) przyjęto potencjał w sytuacji, gdzie biogaz wytwarzany jest wyłącznie z odpadów zdeponowanych na wysypiskach, których wielkość umożliwi efektywne energetycznie odgazowanie. Przykładowe kryteria Zimmermana przydatności składowiska do wykorzystania jako źródła biogazu są następujące:

- ✓ minimalna ilość zgromadzonych odpadów 1 – 5 mln Mg,
- ✓ minimalna powierzchnia wysypiska 12 ha,
- ✓ minimalna głębokość wysypiska 10 m,
- ✓ planowanie eksploatacji wysypiska przez co najmniej 5 lat.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że potencjał techniczny stanowią będąc czynne składowiska, na których deponowane jest ponad 50 Mg odpadów dziennie. Zwrócić należy uwagę na fakt, że przyjęte kryterium powoduje odrzucenie składowisk, których eksploatację już zakończono (zrekultywowanych), bądź dużych składowisk, które obecnie przyjmują niewielkie ilości odpadów. W zestawieniu uwzględniono ponadto jeden obiekt, który nie spełnia powyższego kryterium, lecz trwają na nim prace przy uruchomieniu instalacji (Czechowice-Dziedzice).

W celu określenia potencjału technicznego posłużono się danymi pochodzącymi z ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego.

Tabela II.6 Zestawienie danych z ankiet dotyczących składowisk odpadów

L.p.	Powiat	Lokalizacja składowiska (gmina)	Ilość deponowanych odpadów [Mg/dobę]	Czy jest ujmowany biogaz?
1	będziński	Wojkowice	50	NIE
2	bielski	Czechowice-Dziedzice	30	planowane na 2005
3	bieruńsko-łódzki	-	-	-
4	cieszyński	-	-	-
5	częstochocki	Poczesna	1 000	planowane na 2005
6	gliwicki	Knurów	400	TAK
7	kłobucki	-	-	-
8	lubliniecki	-	-	-
9	mikołowski	-	-	-
10	myszkowski	-	-	-
11	pszczyński	-	-	-
12	raciborski	Racibórz	80	TAK
13	rybnicki	-	-	-
14	tarnogórski	Tarnowskie Góry	120	NIE
15	wodzisławski	-	-	-
16	zawierciański	Zawiercie	95	TAK
17	żywiecki	Żywiec	60	NIE

Potencjał energetyczny wyliczony zostanie przy założeniu stałej ilości deponowanych odpadów oraz przy założeniu ich produktywności biogazowej na poziomie 10% wartości nominalnej, tj. 25 m³/Mg. Ponieważ wyliczenia potencjału technicznego dokonano nie na podstawie wielkości składowiska, lecz na podstawie bieżącej ilości przywożonych odpadów, potencjał techniczny traktować należy właśnie jako potencjał energetyczny dowożonych odpadów.

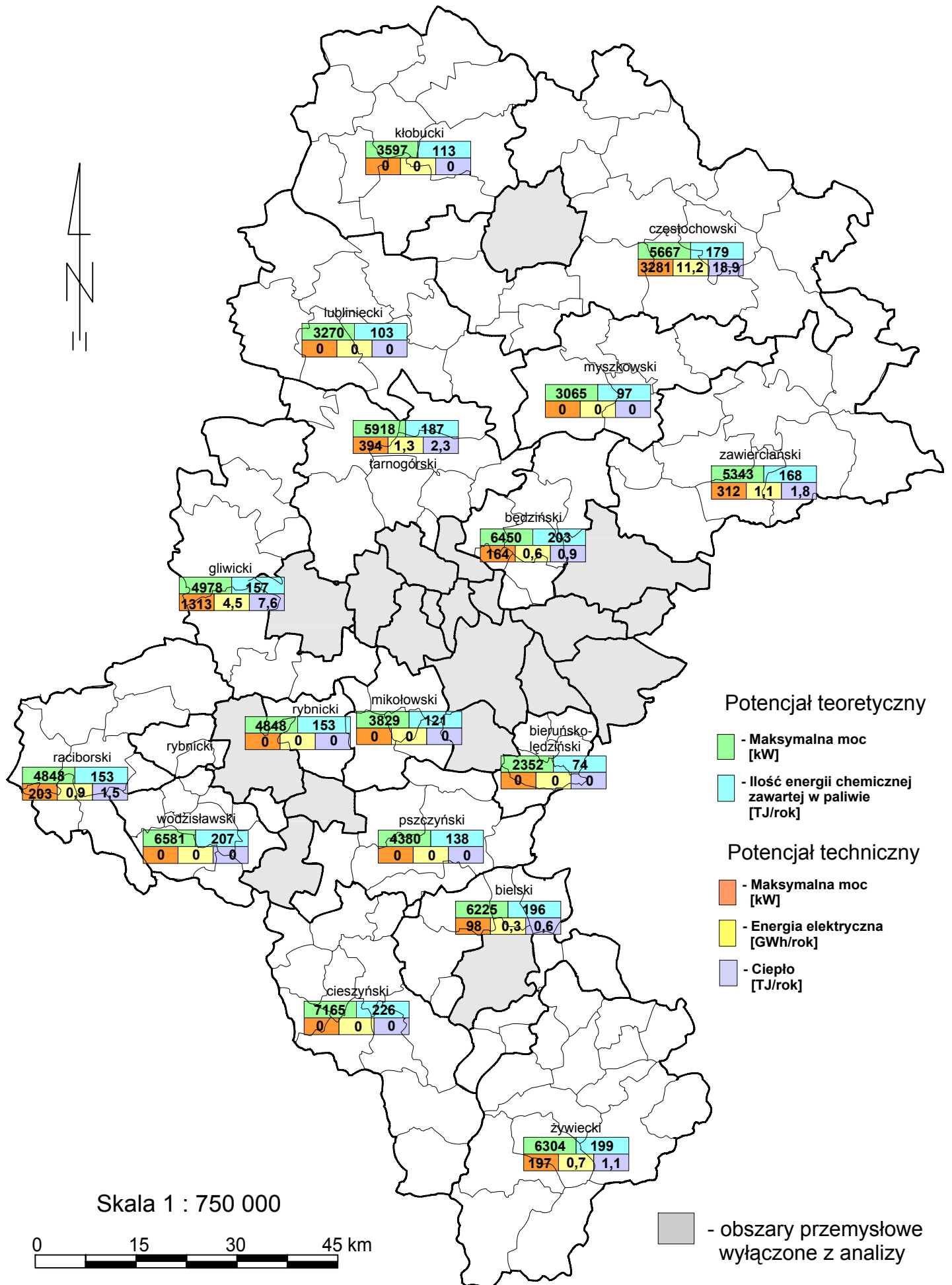
Przy wyliczeniu potencjału technicznego należy uwzględnić, że przy prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym systemie odgazowania, ze składowiska odpadów można odebrać do 70% biogazu. Uwzględnić należy również sprawność zamiany energii chemicznej zawartej w paliwie na użyteczne formy energii oraz możliwy stopień ich wykorzystania. Jak we wcześniejszym rozdziale przyjęto sprawność całkowitą urządzeń 90%, sprawność elektryczną 35%, sprawność cieplną 55%, stopień wykorzystania energii elektrycznej 100% oraz stopień wykorzystania ciepła 30% (przeznaczenie ciepła na cele grzewcze).

Stąd potencjał techniczny energii zawartej w biogazie ze składowisk odpadów w analizowanych powiatach i przedstawiony został w tabeli II.7.

Tabela II.7 Potencjał techniczny energii biogazu ze składowisk odpadów

L.p.	Powiat	Potencjał techniczny			
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc _{C_{th}+el} [kW]	Energia elektryczna [GWh/rok]	Ciepło [TJ/rok]
1	będziński	319 375	164	0,559	0,949
2	bielski	191 625	98	0,335	0,569
3	bieruńsko-lędzki	0	0	0	0
4	cieszyński	0	0	0	0
5	częstochowski	6 387 500	3 281	11,178	18,971
6	gliwicki	2 555 000	1 313	4,471	7,588
7	kłobucki	0	0	0	0
8	lubliniecki	0	0	0	0
9	mikołowski	0	0	0	0
10	myszkowski	0	0	0	0
11	pszczyński	0	0	0	0
12	raciborski	511 000	263	0,894	1,518
13	rybnicki	0	0	0	0
14	tarnogórski	766 500	394	1,341	2,277
15	wodzisławski	0	0	0	0
16	zawierciański	606 813	312	1,062	1,802
17	żywiecki	383 250	197	0,671	1,138
	RAZEM	11 721 063	6 022	20,511	34,812

Rycina II.2. Biogaz ze składowisk odpadów



Podobnie jak w przypadku biogazu z oczyszczalni ścieków, pozyskany z fermentacji odpadów komunalnych biogaz ma znaczenie wyłącznie lokalne. Jakkolwiek praktycznie w każdym przypadku wytworzona z biogazu energia elektryczna odsprzedawana jest do sieci elektroenergetycznej, jest ona wykorzystywana przed odbiorców w najbliższym otoczeniu składowiska. Tylko w przypadku największych wysypisk wielkość produkcji energii elektrycznej ma znaczenie ponadlokalne, co dotyczy składowisk w gminach Poczesna i Knurów. Możliwe do wykorzystania ciepło, ze względu na kosztowną infrastrukturę do jego przesyłu, może być wykorzystane wyłącznie na miejscu.

3.1.3. Gospodarstwa rolne

W gospodarstwach rolnych prowadzących produkcję zwierzęcą powstaje obornik bądź gnojowica, które ze względów ochrony środowiska winny zostać przetworzone. Jedną z metod przetworzenia odchodów zwierzęcych, a także innych odpadów roślinnej produkcji rolniczej, jest właśnie fermentacja beztlenowa w biogazowniach rolniczych, dzięki czemu uzyskuje się nawóz rolniczy o korzystnych parametrach, znacznie lepszych od surowej gnojowicy bądź obornika. Dodatkową korzyścią jest powstanie biogazu o korzystnych właściwościach energetycznych.

Zawartość metanu w biogazie rolniczym zależy w głównej mierze od rodzaju zastosowanych odchodów zwierzęcych. W przypadku gnojowicy trzody jego zawartość mieści się w przedziale 70 – 80%, w przypadku gnojowicy bydła jest to 55 – 60 , a w przypadku pomiotu drobiu 60 – 80%. Stąd do obliczeń przyjęto średnią zawartość metanu w biogazie rolniczym na poziomie 65%, a jego wartość opałowa wynosi $6,5 \text{ kWh/m}^3$, tj. $23,4 \text{ MJ/m}^3$.

Różne źródła podają różne wielkości dotyczące produkcji biogazu z odchodów zwierzęcych. Jednakże często są to wielkości, które nie umożliwiają bezpośredniej oceny potencjału produktywności biogazu na podstawie znajomości wielkości stada. Na podstawie dostępnych danych wyliczono średnie wielkości jednostkowej produkcji biogazu w zależności od rodzaju odchodów zwierzęcych w przeliczeniu na 1 sztukę. Wynoszą one:

dla bydła:	589 m ³ /rok,
dla trzody chlewnej:	67,8 m ³ /rok,
dla drobiu:	2,74 m ³ /rok,

przy czym wskaźniki jednostkowej produktywności biogazu w przeliczeniu na 1 SD wynoszą:

dla bydła:	589 m ³ /rok·SD,
dla trzody chlewnej:	339 m ³ /rok·SD,
dla drobiu:	1.369 m ³ /rok·SD,

Jako potencjał teoretyczny (Ryc. II.3) przyjęto potencjał w sytuacji, w której zbierane są odchody od całej populacji hodowli zwierzęcej. W niniejszej analizie ograniczono się do bydła, trzody chlewnej oraz drobiu kurzego, ponieważ stanowią one praktycznie całość populacji zwierząt hodowlanych (> 90 %), zarówno ilościowo, jak i w przeliczeniu na masę. Stąd w celu określenia potencjału teoretycznego niezbędne jest określenie ilości hodowanych na danym obszarze zwierząt.

Na podstawie danych GUS (wyniki Powszechnego Spisu Rolnego 2002) w analizowanych powiatach ilość hodowanych zwierząt zestawiono w tabeli II.8.

Tabela II.8 Hodowla zwierząt w poszczególnych powiatach woj. śląskiego

L.p.	Powiat	Pogłowie bydła	Pogłowie trzody	Pogłowie drobiu
1	będziński	3 813	5 969	422 359
2	bielski	6 796	18 933	514 994
3	bieruńsko-lędziński	2 164	6 787	96 925
4	cieszyński	12 774	22 950	1 034 741
5	częstochowski	19 951	17 498	507 436
6	gliwicki	7 491	50 582	399 768
7	kłobucki	9 767	63 468	332 580
8	lubliniecki	9 553	47 686	1 303 193
9	mikołowski	2 869	10 091	1 142 477
10	myszkowski	7 450	7 404	589 157
11	pszczyński	6 481	47 021	972 965
12	raciborski	12 405	32 036	1 376 412
13	rybnicki	1 307	4 903	858 174
14	tarnogórski	3 951	15 042	1 234 586
15	wodzisławski	1 901	10 551	838 470
16	zawierciański	22 503	28 703	394 342
17	żywiecki	11 468	3 858	122 705
	RAZEM	142 644	393 482	12 141 284

Na podstawie powyższych danych oraz wyliczeń, potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie w analizowanych powiatach przedstawia się w sposób przedstawiony w tabeli II.9.

Rycina II.3. Biogaz z biogazowni rolniczych

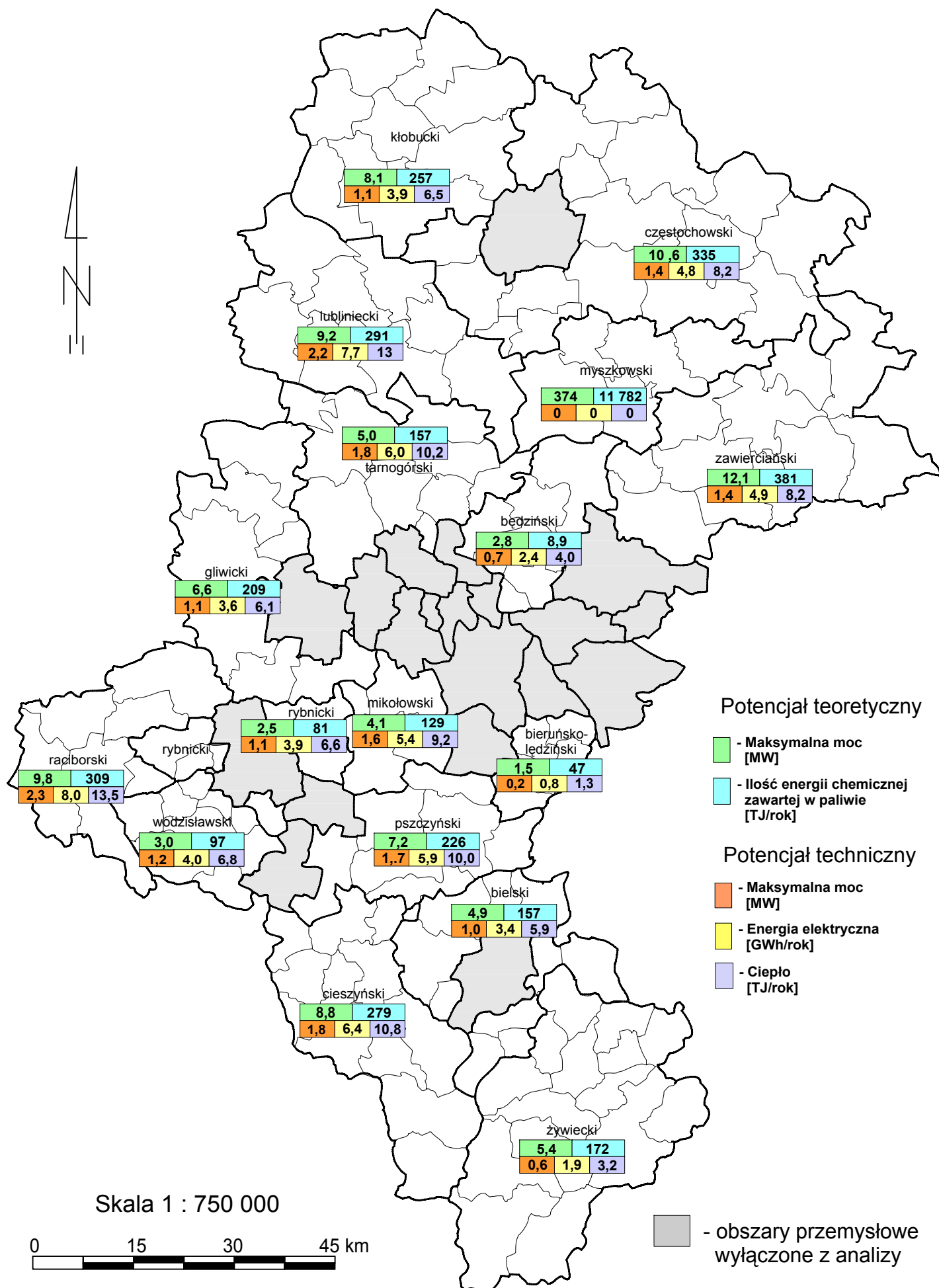


Tabela II.9 Potencjał teoretyczny energii zawartej w biogazie z gospodarstw rolnych

L.p.	Powiat	Potencjał teoretyczny		
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc [kW]	Ilość energii chemicznej zawartej w paliwie [GJ/rok]
1	będziński	3 807 817	2 826	89 102
2	bielski	6 697 585	4 969	156 723
3	bieruńsko-łędzki	2 000 329	1 484	46 806
4	cieszyński	11 915 087	8 842	278 813
5	częstochowski	14 327 879	10 630	335 272
6	gliwicki	8 937 022	6 631	209 125
7	kłobucki	10 967 163	8 138	256 632
8	lubliniecki	12 430 577	9 224	290 877
9	mikołowski	5 504 398	4 085	128 804
10	myszkowski	6 504 331	4 825	152 201
11	pszczyński	9 671 258	7 178	226 306
12	raciborski	13 249 956	9 831	310 047
13	rybnicki	3 453 643	2 563	80 815
14	tarnogórski	6 729 753	4 993	157 477
15	wodzisławski	4 132 454	3 067	96 701
16	zawierciański	16 280 829	12 081	380 973
17	żywiecki	7 352 435	5 455	172 047
	RAZEM	143 962 516	106 822	3 368 721

Jako potencjał techniczny (Ryc.II.3) przyjęto sytuację, gdzie biogaz wytwarzany jest wyłącznie z odchodów pochodzących z dużych farm hodowlanych, tj. posiadających powyżej 100 SD :

- 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. śląskiego, na podstawie których określono, że:

- 8,6 % bydła hodowane było w dużych farmach,
- 13,5 % trzody chlewnej hodowane było w dużych farmach,
- 68,8 % drobiu hodowane było w dużych farmach.

Łącznie na terenie województwa było 58 gospodarstw rolnych o skali chowu ponad 100 SD, a w gospodarstwach tych znajdowało się 17.530 SD.

Powyższe udziały zastosowano do wyliczenia potencjału technicznego (Tab.II.10). Uwzględniono również sprawność zamiany energii chemicznej zawartej w paliwie na użyteczne formy energii oraz możliwy stopień ich wykorzystania – wielkości te przyjęto jak w poprzednich rozdziałach, tj. sprawność całkowita urządzeń 90%, sprawność elektryczna 35%, sprawność cieplna 55%, stopień wykorzystania energii elektrycznej 100% oraz stopień wykorzystania ciepła 30% (przeznaczenie ciepła na cele grzewcze).

Tabela II.10 Potencjał techniczny zasobów biogazu z gospodarstw rolniczych

L.p.	Powiat	Potencjał techniczny			
		Ilość biogazu [m ³ /rok]	Moc _{Ch+el} [kW]	Energia elektryczna [MWh/rok]	Ciepło [GJ/rok]
1	będziński	1 043 975	697	2 375	4 031
2	bielski	1 488 364	994	3 386	5 747
3	bieruńsko-lędziański	354 452	237	806	1 369
4	cieszyński	2 807 726	1 875	6 388	10 841
5	częstochowski	2 127 335	1 421	4 840	8 214
6	gliwicki	1 596 037	1 066	3 631	6 162
7	kłobucki	1 702 613	1 137	3 873	6 574
8	lubliniecki	3 377 043	2 255	7 683	13 039
9	mikołowski	2 391 395	1 597	5 440	9 233
10	myszkowski	1 555 773	1 039	3 539	6 007
11	pszczyński	2 592 828	1 732	5 899	10 011
12	raciborski	3 516 290	2 348	8 000	13 576
13	rybnicki	1 728 843	1 155	3 933	6 675
14	tarnogórski	2 665 156	1 780	6 063	10 290
15	wodzisławski	1 773 483	1 184	4 035	6 847
16	zawierciański	2 145 968	1 433	4 882	8 286
17	żywiecki	847 526	566	1 928	3 272
	RAZEM	33 714 807	22 516	76 701	130 174

W przypadku biogazu pochodzącego z fermentacji odchodów zwierzęcych występuje bardzo duża trudność w określeniu potencjału technicznego dla poszczególnych gmin. Wynika to z braku informacji na temat szczegółowej lokalizacji dużych gospodarstw hodowlanych. Informacja o ilości pogłowia zwierząt w dużych gospodarstwach w stosunku do całej populacji zwierzęcej, która jest prawidłowa w skali województwa, może być zastosowana do

poszczególnych powiatów, lecz nie odzwierciedla już ona prawidłowo sytuacji występujących w poszczególnych gminach. Stąd w celu wyznaczenia gmin, które mają korzystne warunki do rozwoju biogazowni rolniczych przyjęto bardziej zawężone kryteria.

Obszar województwa śląskiego charakteryzuje się bardzo wysokim stopniem rozdrobnienia gospodarstw rolnych. Wpływa to na zmniejszenie potencjału technicznego wytwarzania biogazu rolniczego. Zjawisko to jest najbardziej widoczne na przykładzie pogłowia bydła. Z drugiej strony drób hodowany jest w większości w dużych gospodarstwach, co wynika z przyczyn ekonomicznych. Strategia rozwoju woj. śląskiego przewiduje w najbliższych latach skupianie gospodarstw rolnych (ponad 2-krotne zwiększenie powierzchni pojedynczego gospodarstwa do roku 2015), co niewątpliwie wpłynie na zwiększenie stosunku potencjału technicznego do teoretycznego, nawet w przypadku spadku liczebności pogłowia zwierząt hodowlanych w skali województwa.

3.2. Energia z biomasy i biopaliw

Biomasa jest największym potencjalnym źródłem energii na świecie, w tym także w Polsce. Jest to substancja organiczna powstała w procesie akumulowania energii słonecznej. Najważniejszą cechą energetycznego wykorzystania biomasy jest to, że nie powoduje ona tak dużej emisji dwutlenku siarki jak ma to miejsce w trakcie spalania węgla kamiennego, oleju opałowego lub innych paliw kopalnych. Ponadto bilans dwutlenku węgla powstającego w procesie spalania biomasy jest równy zero, ze względu na pochłanianie go podczas procesu odnawiania tych paliw, tj. fotosyntezy. Obieg węgla znajduje się w stanie równowagi, jeżeli do produkcji energii zamiast paliw kopalnych używany jest materiał roślinny. Uprawa roślin na cele energetyczne w dłuższym horyzoncie czasowym powoduje chwilowe przemieszczanie CO₂ z magazynów węgla na ziemi i w atmosferze np. spalanie słomy zebranej z danego areалу powoduje czasowe zwiększenie stężenia CO₂ w atmosferze, jednak w następnym roku nowe uprawy roślin na tym samym areale wychwycą wyemitowane wcześniej ilości dwutlenku węgla.

W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 30 maja 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych źródeł energii po raz pierwszy w Polsce podana została definicja biomasy i biogazu:

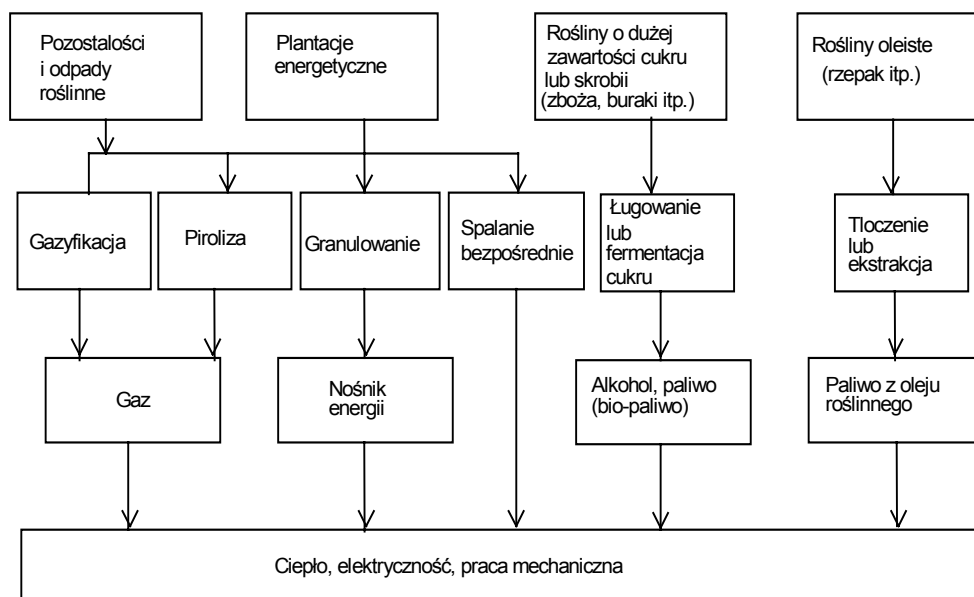
"biomasa" - substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także inne części odpadów, które ulegają biodegradacji.

Biomasa a biopaliwa

W celu łatwiejszego i efektywnego wykorzystania drewna lub słomy pod względem energetycznym poddaje się je prasowaniu, rolowaniu, brykietowaniu, granulowaniu, rozdrabnianiu. Również inne rodzaje biomasy, w tym specjalne uprawy traw, mogą być poprzez zmianę postaci w procesach prasowania czy rolowania przygotowane do energetycznego wykorzystania jako biopaliwa. Przetwarzanie biomasy na nośniki energii może odbywać się metodami fizycznymi, chemicznymi i biochemicznymi. Możliwości produkcji energii z surowców roślinnych przedstawiono schematycznie na ryc. II.4. Biomasa może być używana na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania biopaliw stałych (np. drewno, słoma, osady ściekowe), przetwarzana na paliwa ciekłe (np. estry oleju rzepakowego, alkohol) bądź gazowe (np. biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków, gaz wysypiskowy). Energię z biomasy można uzyskać w wyniku procesów spalania, gazyfikacji, fermentacji alkoholowej czy syntezy metanolu oraz poprzez wykorzystanie olejów roślinnych i ich pochodnych jako paliwa.

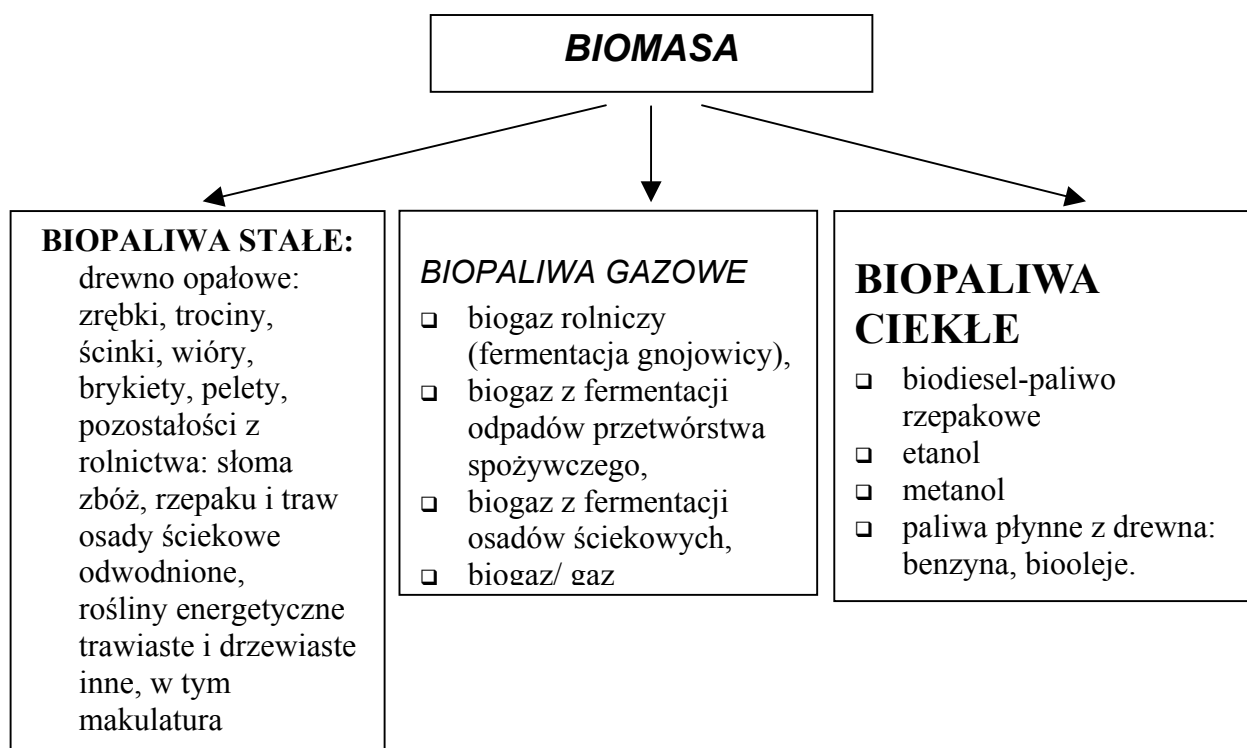
Jednym z kierunków energetycznego wykorzystania biomasy jest produkcja paliw płynnych, a w tym odwodnionego etanolu, który stanowi domieszkę do benzyn oraz wykorzystanie upraw roślin oleistych do produkcji estrów oleju roślinnego stanowiącego zamiennik oleju napędowego. Etanol jest paliwem praktycznie nieszkodliwym dla środowiska. Powstaje w wyniku fermentacji rodzimych roślin o wysokiej zawartości węglowodanów. Stosuje się go z powodzeniem w wielu krajach, np. w Brazylii, gdzie 50% taboru napędzane jest właśnie etanolem.

Biomasa wykorzystywana jako paliwo w postaci stałej zawierać może do około 60% wilgoci i z tego powodu niezmiernie ważne jest stworzenie systemu pozyskania biomasy i jej przygotowania do energetycznego wykorzystania. Jako przykład podać można, że gdy wilgotność np. drewna wynosi 60% jego wartość opałowa spada ok. 5,5 MJ/kg, a gdy wilgotność spada do 20% to wartość opałowa wzrasta do 12,5 MJ/kg. Wilgotność szczap i wałków porąbanych na ćwiartki i suszonych w naturalny sposób spada do 15%.



Ryc. II.4. Produkcja energii z surowców roślinnych

Na ryc. II.5 przedstawiono podział, ze względu na stan skupienia, paliw jakie można otrzymać z biomasy.



Ryc. II.5. Klasyfikacja biopaliw

Przygotowanie i wykorzystanie biomasy na cele energetyczne wymaga wykonania szeregu czynności w sekwencji czasowo- przestrzennej.

Drewno może być przygotowane do spalania w następujących formach: krótkie kawałki (gałęzie, itp.), długie kawałki (gałęzie, wałki), drewno w wiązkach (chrust), zrębki, odpadki drewna niskiej jakości, drewno w plastrach, trociny, kora, brykiety, pelety.

Pomimo korzystnych efektów ekologicznych, ekonomicznych i społecznych, wykorzystanie biomasy na cele energetyczne stwarza jednak wiele problemów technicznych. Problemy te wynikają przede wszystkim z jej właściwości fizykochemicznych, z których najważniejsze to:

- ✓ zbyt mała gęstość biomasy w postaciach nieprzetworzonych, utrudniająca transport, magazynowanie i dozowanie,
- ✓ stosunkowo niskie ciepło spalania na jednostkę masy, będące przyczyną utrudnień w dystrybucji biopaliw (w postaci naturalnej),
- ✓ szeroki przedział wilgotności (od kilku do 60%) powodujący trudności z przygotowaniem do energetycznego wykorzystania,
- ✓ bardzo duża różnorodność technologii przetwarzania na nośniki energii.

Słoma z uwagi na objętość i wynikające stąd koszty transportu powinna być wykorzystywana lokalnie, tam gdzie występuje jej nadmiar w stosunku do możliwości jej wykorzystania na inne cele.

Zbiór słomy na potrzeby gospodarcze w większości przypadków prowadzony jest przy pomocy pras rolniczych będących na wyposażeniu gospodarstw. Ze względu na wielkość i konstrukcję prasy te wytwarzają:

- ✓ bele okrągłe o wymiarach (1,2-1,5) x (1,2-1,8) m i masie 150-300 kg
- ✓ średnio gabarytowe bele prostokątne o wymiarach 0,8 x (0,7-0,9) x 2,4 m i masie od 150 do 200 kg,
- ✓ wielogabarytowe bele prostokątne o wymiarach 1,2 x (0,7-1,3) x 2,4 m i masie od 200 do 450 kg.

W zależności od lokalnych warunków i instalacji kotłowych każda z form bel słomy ma swoje uzasadnienie.

Energetyczne wykorzystanie słomy stanowiącej materię organiczną budzi zastrzeżenia, czy nie lepiej wykorzystać ją jako nawóz organiczny. Wycena wartości słomy metodą porównawczą w stosunku do nawozów mineralnych, uwzględniająca zakup takich składników jak

azot, potas, fosfor, wapń, wykazała, że jej wartość powinna wynosić 20,96 zł/t loco pole. Sprzedaż słomy można zalecać pod warunkiem, że będzie ona przyorywana co dwa trzy lata na przemian w różnych polach, w zależności od rodzaju gleby i stosowanych upraw. Słoma w zależności od formy w jakiej jest zbierana może występować w różnej postaci jako surowiec energetyczny. Tak więc nie ma dotychczas kryteriów jakościowych poza takimi jak wilgotność i stopień zwiędnięcia słomy, określających charakterystykę spalania słomy. Słoma jest trudnym paliwem, ponieważ nie jest jednorodna. Ponadto objętość słomy jest około osiem razy większa niż objętość węgla o porównywalnej wartości energetycznej

Założenia metodyczne do obliczenia potencjału biomasy

Obecnie potencjał biomasy stalej związany są z wykorzystaniem nadwyżek słomy oraz odpadów drzewnych, dlatego też wykorzystanie ich skoncentrowane jest na obszarach intensywnej produkcji rolnej i drzewnej. Jednak rozwój energetycznego wykorzystania biomasy powoduje wyczerpanie się potencjału biomasy odpadowej, a wówczas przewiduje się intensywny rozwój upraw szybko rosnących roślin na cele energetyczne. Aktualnie zakładane są plantacje roślin energetycznych (szybkorosnące uprawy drzew i traw).

Potencjał energetyczny biomasy można podzielić na dwie grupy:

- ✓ plantacje roślin uprawnych z przeznaczeniem na cele energetyczne (np. kukurydza, rzepak, ziemniaki, wierzba krzewiasta, topinambur),
- ✓ organiczne pozostałości i odpady, a w tym pozostałości roślin uprawnych.

Potencjał teoretyczny jest to inaczej potencjał surowcowy, dotyczy oszacowania ilości biomasy, którą teoretycznie można by na danym terenie wykorzystać energetycznie. Przy obliczaniu potencjału teoretycznego biomasy należy kierować się również doświadczeniem eksperckim, które umożliwi oszacowanie tej wielkości z mniejszym błędem.

Do oszacowania potencjału biomasy przyjęto, że pochodzić ona będzie z produkcji roślinnej; w tym słomy, upraw energetycznych, sadów, przecinki corocznej drzew przydrożnych, a także produkcji leśnej, łąk nie użytkowanych jako pastwiska i innych źródeł, jeżeli takie występują w gminach. Potencjał biomasy rolniczej możliwej do wykorzystania na cele energetyczne w postaci stalej zależne są od arealu i plonowania zbóż i rzepaku. Z roślin

możliwych do wykorzystania i przetworzenia na paliwa płynne na etanol i biodiesel uprawiane są odpowiednio ziemniaki i rzepak.

Do obliczenia potencjału surowcowego lub inaczej teoretycznego przyjęto podane niżej założenia:

- W województwie śląskim zasobność drzewa na pniu wynosi średnio 142 m³/ha w lasach prywatnych i gminnych. W lasach państwowych zasobność ta jest wyższa i wynosi 213 m³/1 ha. Przyjmując, że 80% lasów w województwie śląskim to lasy państwowe, a pozostałe stanowią własność prywatną obliczono, że na 1ha lasu występuje zasobność 198,8 m³ drewna.
- Wskaźniki przeliczeniowe do oszacowania potencjału słomy w poszczególnych powiatach zależne są od rodzaju zboża, plonowania i sposobu zbioru. Dlatego też przyjęto zmienne wskaźniki w zależności od uzyskiwanych plonów w poszczególnych powiatach. Dane dotyczące potencjału teoretycznego słomy na różne cele są wynikiem obliczeń pola powierzchni upraw pomnożonej przez plon zbóż i wskaźnik ilości słomy w odniesieniu do ziarna.
- Potencjał teoretyczny dla siana obliczono przez pomnożenie powierzchni łąk i średniego plonu wynoszącego 5 t/ha.
- Dla sadów przyjmuje się, że zakres możliwego do pozyskania drewna z rocznych cięć wynosi średnio 2,5 t/ha, przy możliwości uzyskania drewna w granicach (2,0-3,0 t/ha).
- Potencjał teoretyczny równy technicznemu w zakresie przecinania drzew przydrożnych przyjęto na poziomie 1,5 t/km drogi na rok (prace własne).

W analizowanych powiatach przy obliczaniu potencjału teoretycznego słomy na cele energetyczne uwzględniono następujące rodzaje zbóż: pszenicę ozimą i jara, żyto, pszenżyto, mieszanki zbożowe, jęczmień, owies, rzepak ozimy i jary.

Potencjał techniczny stanowi tę część potencjału surowcowego, która może być przeznaczona na cele energetyczne po uwzględnieniu technicznych możliwości jego pozyskania, a także uwzględniając inne aktualne jego wykorzystania. Przy obliczeniu potencjału technicznego uwzględniono następujące założenia.

Z jednego drzewa w wieku rębny uzyskać można 54 kg drobnicy gałęziowej, 59 kg chrustu oraz 166 kg drewna pniakowego z korzeniami. Przyjmując średnio liczbę 400 drzew na 1 hektarze, daje to 111 t/ha drewna. Bezpiecznie przyjęto, przy podanych uwarunkowaniach, że

z 1ha można pozyskać 45 t drewna, ilość tę przyjmuje się dla 1% powierzchni lasów w badanych powiatach. Ponadto, w lasach stosowane są cięcia przedrębne i pielęgnacyjne. Przyjęto, że z cięć przedrębnych i pielęgnacyjnych uzyskuje się 12t/ha drewna i wielkość ta dotyczy 5% powierzchni lasów.

Według innych autorów drewno odpadowe w gospodarce może być obliczone następująco: z każdych 100m³ masy drzewnej pozyskanej w lesie, na korę przypada 10 m³, na chrust – 15 m³, na grubiznę opałową – 20m³, na trociny i zrżyny – 19 m³, na tarcicę – 36 m³, a na gotowe wyroby z drewna tylko 20 – 25 m³ z pozycji tarcica. Aktualnie ponad 11% drewna pozyskiwanego w Lasach Państwowych wykorzystywane jest do wytwarzania energii.

Do oceny realnych możliwości pozyskania słomy, to jest jej potencjału technicznego na cele energetyczne należy również uwzględnić jej wtórne wykorzystanie w rolnictwie. W produkcji zwierzęcej słoma jest wykorzystywana na ściólkę oraz jako pasza dla zwierząt. Na cele energetyczne w poszczególnych gminach można przeznaczyć słomę, która pozostanie po wykorzystaniu wolumenu w produkcji zwierzęcej i innej. W związku z wahaniami w produkcji zwierzęcej w poszczególnych latach oraz zapotrzebowaniem słomy na inne cele, np. do wykonywania mat, w warzywnictwie, na potrzeby własne lub gospodarcze, zakłada się zmniejszenie potencjału możliwego do wykorzystania cele energetyczne niż wynika to z przeprowadzonych obliczeń. Wynika to z tego, że przeciętna powierzchnia indywidualnego gospodarstwa rolnego w województwie śląskim wynosi 3,7 ha (przy przeciętnej krajowej - 7,0 ha), a ich udział w ogólnej powierzchni użytków rolnych wynosi aż 79,0%, co świadczy o dużym rozdrobnieniu gospodarstw (9 pozycja w Polsce). Największe rozdrobnienie gospodarstw występuje w południowej części województwa. Łączna liczba indywidualnych gospodarstw rolnych wynosi 110,9 tys. z czego 80,6% posiada powierzchnię od 1 do 5 ha.

Województwo śląskie, posiadające obszary nie zanieczyszczone w północnej i południowej części województwa i wieloletnie doświadczenia w stosowaniu tradycyjnych metod gospodarowania, ma bardzo dobre warunki wyjściowe do rozwoju rolnictwa ekologicznego.

Dlatego wykorzystując badania własne przyjęto 30% potencjału słomy zebranej jako możliwej do przeznaczenia na cele energetyczne, stanowi to bezpieczny próg.

Z uwagi na wykorzystywanie siana w produkcji zwierzęcej założono, że jedynie 5% siana z łąk może być wykorzystane do celów energetycznych. Ponadto wykorzystano doświadczenia własne związane z szacowaniem potencjału biomasy, szczególnie ostrożnie przyjmowano jej

ilość możliwą do wykorzystania energetycznego przy małych arealach upraw, sadów lub lasów. Zakres obliczeń potencjału ograniczono do produkcji biopaliw stałych.

Na podstawie ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego i uzyskanych na tej podstawie danych obliczono potencjał biomasy teoretyczny (surowcowy) i techniczny, do wykorzystania energetycznego.

Najważniejszymi parametrami termofizycznymi biopaliw są: wartość opałowa oraz ciepło spalania, nazywane też czasami dolną wartością opałową. Parametry te związane są ze składem chemicznym biopaliw oraz uzależnione są od wilgotności materiału. Wartość opałowa zależy więc od wilgotności materiałów higroskopijnych, jakimi są biopaliwa stałe. Wilgotność słomy świeżo skoszonej i suszonej na powietrzu przedstawiono w tabeli II.11.

Tabela II.11. Wilgotność słomy

Materiał	Wilgotność, [%]
Słoma zbożowa	świeżo skoszona 15 – 30 suszona na powietrzu 10 - 15
Słoma rzepakowa	świeżo skoszona 30 - 60 suszona na polu 10 - 15
Słoma kukurydziana	świeżo skoszona 60 - 70

Do obliczeń przyjęto wartość opałową słomy wynoszącą 13 GJ/t oraz wartość opałową drewna wynoszącą 10 GJ/tonę. Wartość energetyczna (kaloryczność) suchej biomasy drzewnej, wolnej od popiołu wynosi ok. 18 MJ/kg. Przy wilgotności 50% wartość ta spada do 7,5 MJ/kg, gdy wilgotność spada do 20% to wartość opałowa wzrasta do około 13 MJ/kg.

Ponadto przyjęto na podstawie prac własnych, że 1 MW mocy odpowiada produkcji ciepła wynoszącej 7 000 GJ. Dla domów mieszkalnych proponujemy następującą (uproszczoną) analizę – 1 kW = ~7 GJ/rok. Zakładając procesy bezpośredniego spalania, sprawność urządzeń kotłowych przyjęto na poziomie 0,8.

Tworzenie lokalnych rynków biomasy wymaga identyfikacji potencjalnych odbiorców- czyli istniejących lub budujących się instalacji lub innych rynków zbytu, gdzie biomasa może być wykorzystana. Biomasa w postaci stałej może być wykorzystywana w następujących instalacjach:

- Instalacje w indywidualnych obiektach wyposażone w nowoczesne kotłownie na biomasę w różnej postaci z ręcznym i automatycznym załadunkiem drewna lub słomy, o mocach do 500 kW. Sprawność tych urządzeń wynosi około 80%.
- Małe instalacje sieciowe do około 1 MW, w tym lokalne kotłownie na biomasę różnego rodzaju: słoma, drewno, siano.
- Średnie do 10 MW instalacje przemysłowe utylizujące również frakcję odpadów komunalnych lub osadów ściekowych.
- Duże powyżej 10 MW_c instalacje CHP wykorzystujące biomasę w postaci naturalnej i kompaktowej w procesach współspalania z paliwami tradycyjnymi.

W zakresie stosowanych w praktyce technologii energetycznego wykorzystania biomasy można wyróżnić następujące grupy rozwiązań techniczno – technologicznych:

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

W tabelach II.12 – II.15 zestawiono potencjał teoretyczny i techniczny drewna i słomy w nieprzemysłowych powiatach województwa śląskiego (Ryc. II.6, II.7)

Tabela II.12. Potencjał teoretyczny (zasób) drewna w powiatach województwa śląskiego

L.p	Powiat	Potencjał teoretyczny (surowcowy)		
		Drewno[t]	Drewno[GJ]	Moc [MW]
1	Będziński	599299	5992997	856,1
2	Bielski	1024316	10243161	1463,3
3	Cieszyński	2238102,4	22381024	3197,3
4	Częstochowski	3468380	34683803	4954,8
5	Gliwicki	1919915	19199150	2742,7
6	Kłobucki	1919915	19199150	2742,7
7	Lubliniecki	3271479	32714792	4673,5
8	Mikołowski	663579	6635793	947,9
9	Myszkowski	915808,9	9158089	1308,3
10	Pszczynski	1081394,8	10813948	1544,8
11	Raciborski	1506468,5	15064685	2152,1
12	Rybnicki	219417,1	2194171	313,5
13	Tarnogórski	2216949	22169490	3167
14	Bieruńsko - Ledziński	183329	1833295	261,9
15	Wodzisławski	234546,2	2345462	335,1
16	Zawierciański	2381646,3	23816463	3402,3
17	Żywiecki	2916549	29165490	4166,5

Tabela II.13. Potencjał techniczny drewna w powiatach województwa śląskiego

Lp	Powiat	Potencjał techniczny		
		Drewno[t]	Drewno[GJ]	Moc [MW]
1	Będziński	9911,5	99115	14,1
2	Bielski	16069,2	160692	22,9
3	Cieszyński	31526	315260	45,0
4	Częstochowski	48029,9	480299	68,6
5	Gliwicki	24644,8	246448	35,2
6	Kłobucki	28754,4	287544	41,0
7	Lubliniecki	43458,8	434588	62,1
8	Mikołowski	9139,5	91395	13,1
8	Myszkowski	13639,3	136393	19,5
10	Pszczynski	31946,9	319469	45,6
11	Raciborski	21423,7	214237	30,6
12	Rybnicki	3153,8	31538	4,5
13	Tarnogórski	31655,2	316552	45,2
14	Bieruńsko- Ledziński	2613,1	26131	3,7
15	Wodzisławski	4236,7	42367	6,0
16	Zawierciański	38371,6	383716	54,8
17	Żywiecki	43005,8	430058	61,4

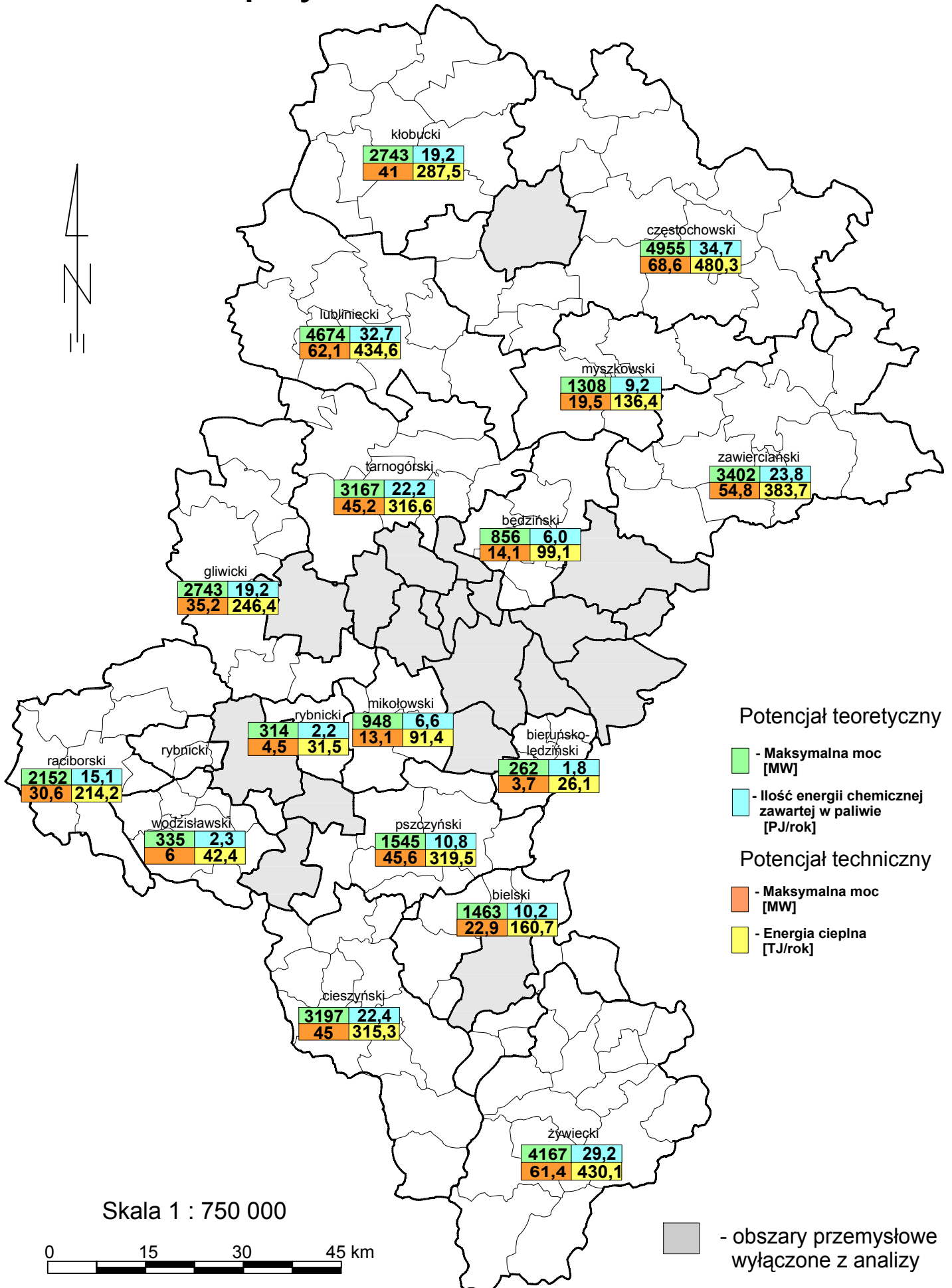
Tabela II.14. Potencjał teoretyczny (zasób) słomy w powiatach województwa śląskiego

Lp	Powiat	Potencjał teoretyczny (surowcowy)		
		Słoma [t]	Słoma [GJ]	Moc [MW]
1	Będziński	5503	71539	10,2
2	Bielski	12992,9	168907,7	24,1
3	Cieszyński	12102,2	157329,2	22,5
4	Częstochowski	87080,9	1132053	161,7
5	Gliwicki	28813,5	374575,5	53,5
6	Kłobucki	67939,1	883208,3	126,2
7	Lubliniecki	21867,2	284274,3	40,6
8	Mikołowski	4238,9	55105,7	7,8
8	Myszkowski	8996	116948	16,7
10	Pszczynski	13399,7	174196,8	24,9
11	Raciborski	27600,2	358802,6	51,2
12	Rybnicki	5378,3	69918,6	9,9
13	Tarnogórski	31589,3	410660,9	58,7
14	Bieruńsko- Ledziński	3516	45708	6,5
15	Wodzisławski	3516	45708	6,5
16	Zawierciański	10260,4	133385,7	19,0
17	Żywiecki	113546	1476092	210,9

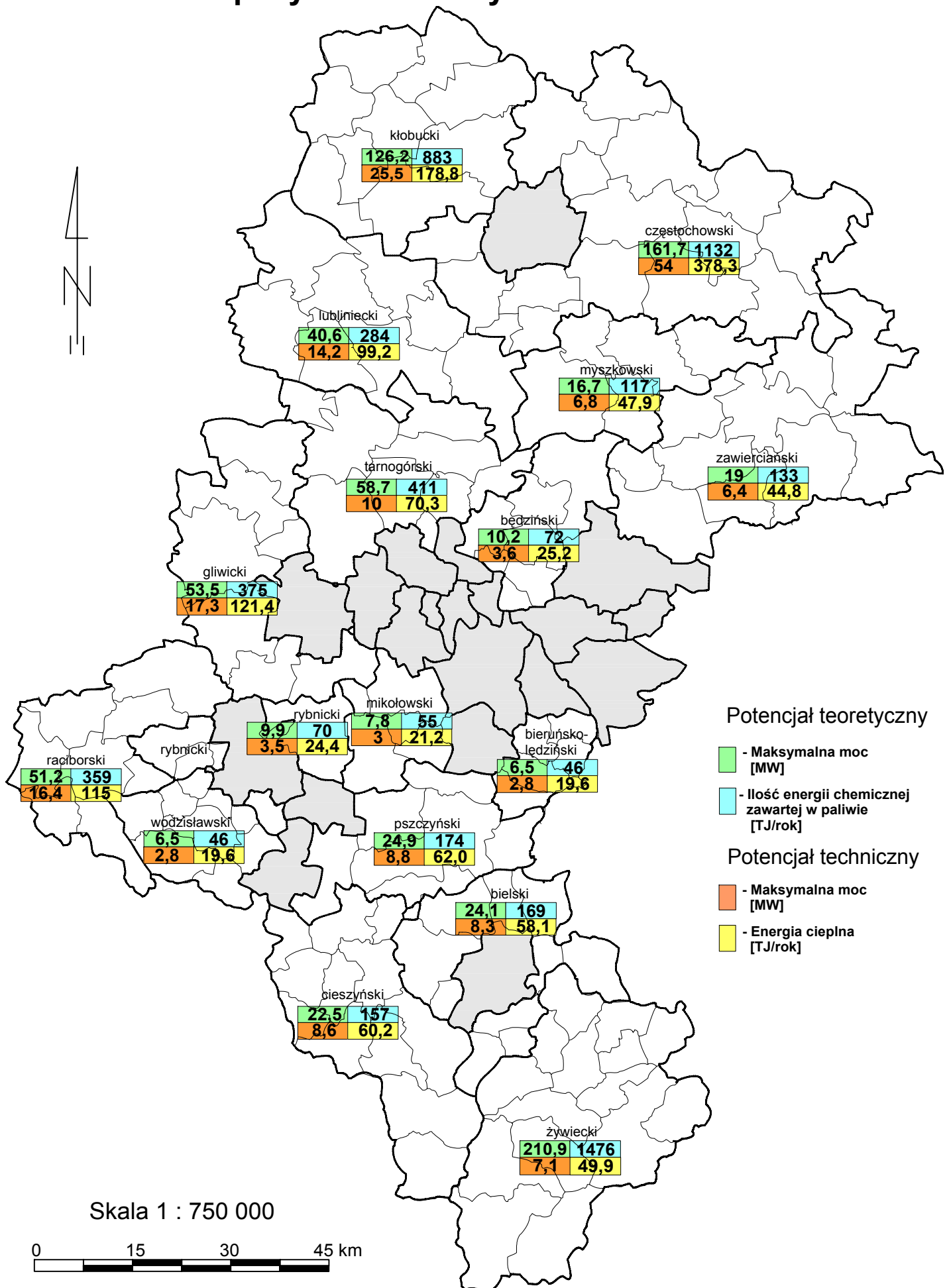
Tabela II.15. Potencjał techniczny słomy w powiatach województwa śląskiego

Lp	Powiat	Potencjał techniczny		
		Słoma [t]	Słoma [GJ]	Moc [MW]
1	Będziński	1941	25233,6	3,6
2	Bielski	4471,5	58129,8	8,3
3	Cieszyński	4631,8	60214,0	8,6
4	Częstochowski	29099,47	378293,1	54,0
5	Gliwicki	9338,1	121395,3	17,3
6	Kłobucki	13755,5	178821,5	25,5
7	Lubliniecki	7630,6	99198,5	14,2
8	Mikołowski	1632,17	21218,21	3,0
8	Myszkowski	3684,4	47897,2	6,8
10	Pszczynski	4772,9	62048,3	8,8
11	Raciborski	8843,21	114961,7	16,4
12	Rybnicki	1879,1	24428,3	3,5
13	Tarnogórski	5406,6	70285,8	10,0
14	Bieruńsko- Ledziński	1505,6	19572,8	2,8
15	Wodzisławski	1505,6	19572,8	2,8
16	Zawierciański	3449,5	44843,3	6,4
17	Żywiecki	3838	49894,0	7,1

Rycina II.6. Biomasa - potencjał możliwego do pozyskania drewna



Rycina II.7. Biomasa - potencjał możliwej do pozyskania słomy i siana



Oszacowanie poziomu błędu

Potencjał biomasy możliwej do uzyskania w gospodarstwach rolnych związany jest z ryzykiem, wynikającym z pochodzenia materiału organicznego. Na podstawie prac własnych można określić, że w wyniku zmian atmosferycznych wahania zbioru zbóż dochodzą do +/- 30 % w odniesieniu do przeciętnej na danych warunkach glebowych.

Przyjmując wpływ plonu ziarna na plon słomy w tych samych granicach zmiany w potencjale słomy mogą dochodzić do +/- 30 %. Ponadto słoma i siano narażone są na warunki atmosferyczne w trakcie przygotowywania jako materiał opałowy. Zakładając najniższą wartość opałową 8 GJ/t w odniesieniu do obliczeniowej wartości opałowej 13 GJ/t wahania mogą sięgać 60%. Zatem w najbardziej niekorzystnej sytuacji oszacowanie plonu biomasy w odniesieniu do podanego plonu może być mniejsze o 90%.

Dla drewna warunki atmosferyczne mogą obniżyć jego wartość opałową o około 10% w odniesieniu do przyjętej wartości opałowej oraz inne zmiany (organizacyjne) mogą spowodować wahania potencjału w granicach 30%. Drewno zatem jest materiałem bardziej stabilnym, jeżeli chodzi o wielkość jego potencjału, w tym wypadku wahania potencjału wynosić mogą +/- 40%.

Możliwości upraw roślin energetycznych w województwie śląskim

Istotnym czynnikiem aktywizującym gospodarkę rolną na terenach wiejskich są możliwości uprawy roślin dostarczających surowców energetycznych, wymaga to jednak organizacji odpowiedniego ich skupu i przetwarzania na produkty finalne. Uprawa poszczególnych gatunków roślin na cele energetyczne zależna jest od siedliska, szczególnie od stosunków wodnych.

Wiele gatunków wymaga dobrej gleby i tylko wtedy daje dobre przyrosty, a tym samym tylko wtedy jest opłacalna. Aktualnie zakładane są plantacje roślin specjalnych z przeznaczeniem na cele energetyczne (np. szybko rosnące uprawy drzew i traw), Do najlepiej rokujących zielonych źródeł energii zaliczono cztery podstawowe grupy roślin:

- ✓ rośliny drzewiaste szybkiej rotacji np.: wierzba, robinia akacjowa,
- ✓ szybko rosnące trwałe rośliny trawiaste np.: *Miscanthus* spp,
- ✓ trwałe rośliny dwuliścienne np. *Cynara* spp.,
- ✓ rośliny roczne np. rzepak, konopie.

Uwzględniając warunki województwa katowickiego takie jak: rozkład opadów w ciągu roku, długość okresu wegetacji roślin, rozkład temperatur w ciągu doby w okresie wegetacji, warunki glebowe i poziom wód gruntowych można uprawiać następujące gatunki roślin na cele energetyczne:

- ✓ wierzbę z rodzaju – *Salix viminalis* var. *gigantea*
- ✓ ślazowiec pensylwański – *Sida hermaphrodita* Rusby
- ✓ topinambur (słonecznik bulwiasty) – *Helianthus Ruberosus* L.
- ✓ topolę – *Populus* L.
- ✓ robinie akacjową – *Robina pseudacacia* L.
- ✓ trawy, a w tym: miskant olbrzymi (*Miscanthus sinesis gigantea*), miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*), spartina periowa (*Spartina pretinata*), palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi*).

Produktywność z 1 hektara roślin na cele energetyczne jest uzależniona od wielu czynników, najważniejsze z nich to:

- ✓ stanowisko uprawowe; rodzaj gleby, poziom wód gruntowych, przygotowanie agrotechniczne, pH, zasobność itp.,
- ✓ dobór klonu, genotypu, odmiany do konkretnych warunków uprawy,
- ✓ sposób i ilość rozmieszczenia sadzonek na powierzchni 1 hektara.

Dla wieloletnich plantacji szczególne znaczenie ma dobre przygotowanie pola przed założeniem plantacji. Korzystnym dla uprawy roślin energetycznych jest to, że 2/3 opadów przypada na okres wegetacji roślin.

Obecnie, najpowszechniej uprawianą rośliną na cele energetyczne jest wierzba krzewiasta w różnych odmianach. Szacuje się, że roślina ta będzie stanowić około 70% biomasy przeznaczonej na produkcję ciepła i energii elektrycznej. Wierzbę z rodzaju *Salix viminalis* można uprawiać na wielu rodzajach gleb, od bielicowych gleb piaszczystych do gleb organicznych. Ważnym przy tym jest, aby plantacje wierzby zakładane były na użytkach rolnych dobrze uwodnionych.. Znane są również plantacje założone na wysokości od 350 do 390 m n.p.m, na terenach podgórskich, które wykazują dobrą produktywność. Z prawidłowo założonej plantacji produkcja powinna trwać 15-20 lat.

Optymalny poziom wód gruntowych przeznaczonych pod uprawę wierzby energetycznej wynosi : dla gleb piaszczystych – 1,0-1,3 m, dla gleb gliniastych – 1,6-1,9 m.

Wierzba wiciowa polecana jest też w ochronie środowiska, szczególnie w przydomowych, korzeniowych oczyszczalniach ścieków, przy obsadzaniu wysypisk śmieci, na terenach przemysłowych skażonych metalami ciężkimi, przy rekultywacji gleb, przy drogach szybkiego ruchu, budynkach mieszkalnych i inwentarskich. Nasadzenia wierzbowe, poza wartościami użytkowymi, wpływają korzystnie na mikroklimat otoczenia, powstrzymują erozję gleby, umacniają i upiękniają krajobraz. Jednak przed założeniem plantacji na gruntach niskiej bonitacji szczególnie należy zwrócić uwagę na stosunki wodne (wysoki poziom wód gruntowych), ilość opadów, długość okresu wegetacji. Z roślin drzewiastych do zagospodarowywania gruntów porolniczych z przeznaczeniem na cele energetyczne może być wykorzystana również topola (*Populus tremula*). Znana jest także stosunkowo wysoka odporność topoli na przemysłowe zanieczyszczenia powietrza, co sprawia, że drzewa te są szczególnie cenne do sadzenia w miastach i okręgach przemysłowych, w miejscach gdzie nasilenie tych zanieczyszczeń jest wysokie. Mieszaniec *Populus tremula*, ze względu na rozległy system korzeniowy, nadaje się również do umacniania wałów i skarp oraz brzegów rzek.

Ślazier pensylwański jest rośliną wieloletnią, polikarpiczną o corocznie zamierających pędach. Nie ma on specjalnych wymagań w stosunku do gleby i klimatu. Uduje się na wszystkich typach gleb, nawet na piaszczystych V klasy bonitacyjnej, pod warunkiem dostatecznego ich uwilgotnienia. Ślazier pensylwański wykształca silny system korzeniowy. Młode rośliny ślazierca potrzebują do normalnego wzrostu światła, stąd też są wrażliwe na zachwaszczenie plantacji. Roślina corocznie odrasta zwiększając liczbę łodyg od jednej w pierwszym roku do 20-30 w czwartym i następnych latach. W naszych warunkach jego długowieczność w uprawie na nasiona określona została na 15-20 lat. Trwające blisko 50 lat obserwacje prowadzone przez pracowników AR w Lublinie nie wykazały, aby ślazier wymarzał w czasie ostrych zim lub wysychał w czasie upalnych i suchych lat. Pod koniec okresu wegetacyjnego roślina osiąga do 360 cm wysokości. Zbiór odbywa się po zakończeniu wegetacji (październik - grudzień), poza łodygami można również uzyskać nasiona do reprodukcji. Późny termin zbioru wpływa na obniżenie zawartości wody w łodygach, co jest szczególnie ważne przy wykorzystaniu w ciepłownictwie. Na glebach żyznych wytwarza zdecydowanie większą masę nadziemną niż na ubogich. Przy niedostatku opadów plony biomasy są znacznie niższe. Roczny plon powietrznie suchej masy łodyg ślazierca może dochodzić do 17 t/ha.

Trawa z rodzaju *Micanthusa* nie ma dużych wymagań co do jakości gleby, na której jest uprawiana. Mogą być gleby V i VI klasy, a także nieużytki. Średnia roczna ilość opadów, niezbędna do prawidłowego jej wzrostu i rozwoju, powinna wynieść 600 mm, a średnia temperatura roku ok. 8°C. Wadą jest słaba odporność na mrozy, szczególnie w pierwszym roku uprawy. Wegetacja trawy trwa od kwietnia do jesiennych przymrozków. Na dobrych glebach, przy sprzyjających warunkach atmosferycznych roślina ta plonuje już od pierwszego roku uprawy, gdzie średni plon wynosi ok. 6 t/ha, w drugim – ok. 15 t/ha, od trzeciego od 25 do 30 t/ha. Dodatkową zaletą trawy jest zdolność do kumulowania metali ciężkich (kadm, ołów, cynk).

Oprócz wyżej omówionych roślin do celów energetycznych i gospodarczych mogą być również uprawiane i inne bardziej bądź mniej znane. Do takich należy topinambur, zwany często słonecznikiem bulwiastym, należący do rodziny astrowatych (*Asteraceae*). Ze względu na duży potencjał plonowania i wszechstronną wartość użytkową biomasy topinamburu można przypuszczać, że jest to gatunek, który w przyszłości odegra ważną rolę w produkcji rolniczej i ochronie środowiska. Jest to roślina okopowa. Rośliny wytwarzają podziemne rozłogi, na końcach których tworzą się bulwy o wypukłych oczkach i różnym kształcie (kuliste, wrzecionowate, owalne). Topinambur najlepiej udaje się na glebach średnio zwięzłych, przewiewnych, o dużej zasobności składników pokarmowych i dostatecznej wilgotności. Zaletą tej rośliny jest możliwość samoodnawiania się, co eliminuje konieczność corocznych nasadzeń. Topinambur jest gatunkiem o bardzo wysokim potencjale produkcyjnym. Na żyznych glebach, przy dostatku wody, w warunkach polskich średni plon suchej masy waha się w granicach od 10 do 16 t/ha. Zaschnięte części nadziemne, mogą służyć do bezpośredniego spalania lub też produkcji brykietów. Świeża masa części nadziemnych, zbierana nawet kilkakrotnie w sezonie wegetacyjnym, może posłużyć jako surowiec do produkcji biogazu i to zarówno jedynie po przewędnięciu jak i po zakiszeniu.

Największym zagrożeniem dla rolnictwa ze strony efektu cieplarnianego będzie pogłębiający się deficyt wody w glebie, co wymusi konieczność wprowadzenia do uprawy nowych gatunków roślin oszczędnie gospodarujących wodą. Należą do nich głównie rośliny o mechanizmie fotosyntezy typu C4 np. miskantusy. Wydaje się, że w najbliższych latach, rolnicy przekonają się, że warto ze względów finansowych zmienić tradycyjne kierunki uprawy roślin na rośliny energetyczne i przeznaczą część swoich gruntów pod produkcję biomasy. Aczkolwiek aktualnie uprawy wierzby jako rośliny przeznaczonej na cele energetyczne zdominowały rynek na wsi, to jednak przewiduje się wprowadzenie również innych roślin energetycznych.

Podsumowanie

Zagadnienie pozyskiwania energii z biomasy jest złożone i wieloaspektowe. Pamiętać jednak należy, że biomasa drzewna jest to surowiec rozproszony na dużych powierzchniach, który należy zebrać w stopy lub rozdrabniać sukcesywnie w drzewostanie, na zrębie lub przy drodze, by minimalizować koszty zbioru i transportu.

Z uwagi na dużą wilgotność niezbędne jest sezonowanie surowca i podsuszanie. Szacuje się, że 60% domów w Polsce jest ogrzewane paliwem stałym – węglem, koksem lub drewnem, przy tym ze względu na ceny węgla i koszt transportu paliwo to jest, zwłaszcza na wsi, wspierane przez drewno. Tak więc rzeczywista ilość energii wytwarzanej z biomasy, wydaje się być znacząco większa od podawanych w oficjalnych statystykach. Transport drewna gotowego w stanie nie rozdrobnionym, ze względu na dużą objętość właściwą (stosunek objętości stosu do masy drewna) jest mało efektywny. Stąd też celowe jest uprzednie zrębkowanie drewna. Obok sezonowania drewna, jego zrębkowania przed transportem, do specyfiki zagadnienia zaliczyć trzeba podsuszanie i inne sposoby przygotowania drewna.

Historia upraw roślin energetycznych w naszym kraju jest zbyt krótka, aby jednoznacznie określić ich długotrwały wpływ na środowisko naturalne. Stan taki nakazuje zachowanie dużej ostrożności przy podejmowaniu decyzji o prowadzeniu wieloletnich upraw energetycznych na terenach, które są objęte szczególną ochroną. W uzgodnieniu z Dyrekcją Zespołu Parków Krajobrazowych Województwa Śląskiego proponuje się wyłączenie z upraw energetycznych obszarów wskazanych na rys

Być może przyszłe doświadczenia pozwolą na odstępianie od formułowanych obecnie ograniczeń, ale ilość terenów na obszarze województwa nie podlegającym tym ograniczeniom jest na tyle duża, że proponowane podejście, na aktualnym etapie zdobywania doświadczeń i przy obecnym stanie zapotrzebowania na paliwa pochodzące z upraw wydaje się racjonalne.

3.3. Energia słoneczna

Najważniejszymi parametrami określającymi potencjał teoretyczny wykorzystania energii słonecznej na danym terenie jest ilość energii słonecznej docierającej do powierzchni ziemi w ciągu określonego czasu. Do celów energetycznych zwykle wykorzystuje się dane miesięczne i roczne. Na całkowite promieniowanie składają się między innymi promieniowanie bezpośrednie i rozproszone. Inne parametry wpływające na ilość dostępnej energii to przezroczystość atmosfery (w tym wpływy antropogeniczne), albedo podłoża, długość i czas wystąpienia nieprzerwanych okresów dopływu bezpośredniego promieniowania Słońca.

W Polsce pomiary i badania dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi prowadzone są na stacjach aktynometrycznych i heliometrycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Polska jest położona w strefie klimatu umiarkowanego, między 49° a 54.5° szerokości geograficznej północnej. Warunki klimatyczne i meteorologiczne do wykorzystania energii promieniowania słonecznego w warunkach Polski Zespół Aktynometrii Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Przedział dzienny (czas od wschodu do zachodu Słońca) obejmuje ponad 51% z 8767 godzin w roku.

W zimie, dzień w południowych krańcach naszego kraju jest dłuższy od dnia w krańcach północnych o prawie 1 godzinę, natomiast w lecie jest odwrotnie. W czerwcu godzinyienne na północy obejmują 71.5% godzin miesiąca, w centrum Polski 69%, a na południu 67%. W grudniu sytuacja zmienia się i na północy godzin dziennych jest tylko 29.5%, w centrum 31.7%, a na południu 34.7 % .

Metodyka szacowania potencjału energii słonecznej

W celu określenia warunków wykorzystania energii słonecznej dla obszaru województwa śląskiego wykorzystano dane o miesięcznej energii promieniowania słonecznego: całkowitego, rozproszonego oraz wiązki bezpośredniej z bazy danych energii i mocy promieniowania słonecznego – SoDa (ang. Solar Energy and Radiation Database) opracowanej pod patronatem Komisji Europejskiej, w ramach Programu Badawczego Informatyzacji Społeczeństwa IST-1999-12245. Dodatkowe dane o projekcie SoDa można znaleźć w sieci internet pod adresem <http://www.soda-is.com>. Udostępnione w komputerowej bazie SoDa dane pochodzą

z europejskiego systemu monitorowania i modelowania produkcji rolnej MARS (ang. JRC MARS crop monitoring system). Dane o dziennym nasłonecznieniu zgromadzone w bazie MARS są interpolowane dla siatki o wymiarze 50 na 50 km z najbardziej odpowiednich (adekwatnych) źródeł danych meteorologicznych dostępnych dla danego obszaru. Dodatkowe dane o projekcie MARS można odnaleźć w sieci internet pod adresem <http://mars.aris.sai.jrc.it/>

Dane godzinowe o mocy promieniowania słonecznego: całkowitego, rozproszonego i wiązki bezpośredniej są obliczone w oparciu o algorytmy opracowane w ramach projektu SODA, opisane w Raporcie dla Komisji Europejskiej w styczniu 2002 (ang. Algorithms for the computation of advanced parameters. Report to the European Commission, January 2002).

Najpierw obliczane są dane godzinowe mocy promieniowania całkowitego, następnie obliczane są wartości dla promieniowania padającego na powierzchnię nachyloną w formie danych godzinowych. Dane o promieniowaniu dziennym są sumowane dając wartości dzienne i miesięczne. Godzinowe dane o całkowitym promieniowaniu są obliczane w oparciu o model Aguiar and Collares-Pereira, a dane o promieniowaniu bezpośrednim w oparciu o model Perez..

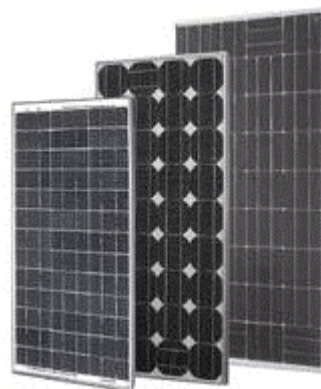
Dane wykorzystane do sporządzenia map tematycznych rozkładu energii promieniowania słonecznego w województwie śląskim, to dane miesięcznie, uśrednione z okresu 1980 – 2001, dla wybranych 34 lokacji na terenie i poza granicami województwa śląskiego. Uzyskane dane poddane zostały interpolacji przy wykorzystaniu programu Surfer 8.0.

Jako potencjał teoretyczny energii słonecznej przyjęto maksymalną możliwą do uzyskania ilość energii z przy założeniu bezstratnego przetworzenia energii promieniowania słonecznego na inne, użyteczne formy energii (Ryc. II.8).

W celu oszacowania potencjału technicznego (Ryc. II.9) wykorzystania energii słonecznej założono zastosowanie odbiornika o stałym kącie nachylenia powierzchni. Przyjęto do obliczeń średnioroczny kąt padania promieni słonecznych 35° i kąt nachylenia płaszczyzny odbiornika $\varphi = 43^\circ$ jako wartość mieszcząca się w przedziale wartości optymalnych. Otrzymany rozkład potencjału przedstawiono na mapie wartości energii cieplnej dla płaskiego kolektora cieplnego o przyjętej średniorocznej sprawności konwersji energii słonecznej na energię cieplną 55% oraz dla modułu fotowoltaicznego o sprawności 15% (oba moduły przedstawiono na ryc. II.10 a,b)

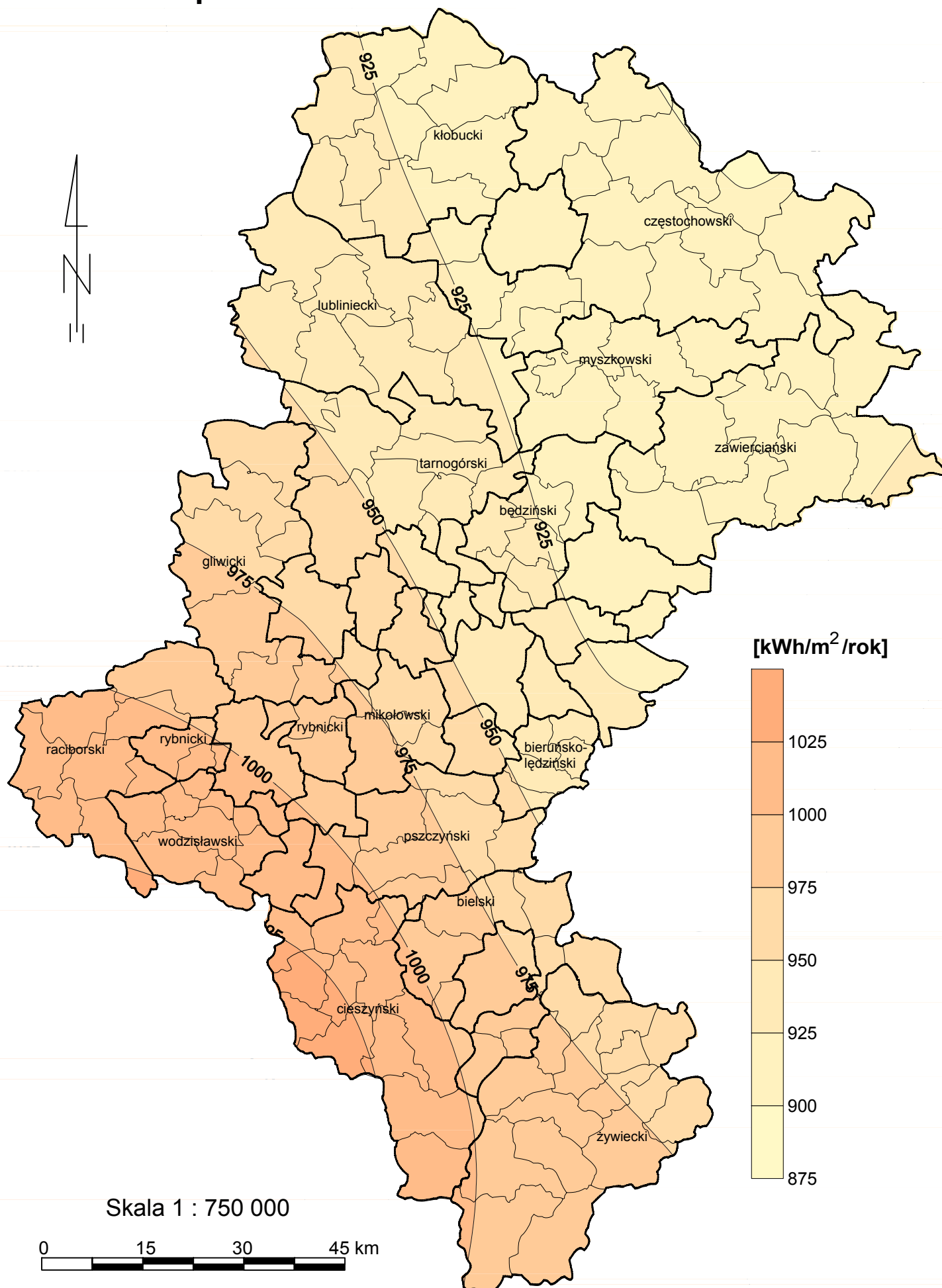


Ryc. II.10 a Płaski kolektor słoneczny
Źródło: <http://www.viessmann.com>

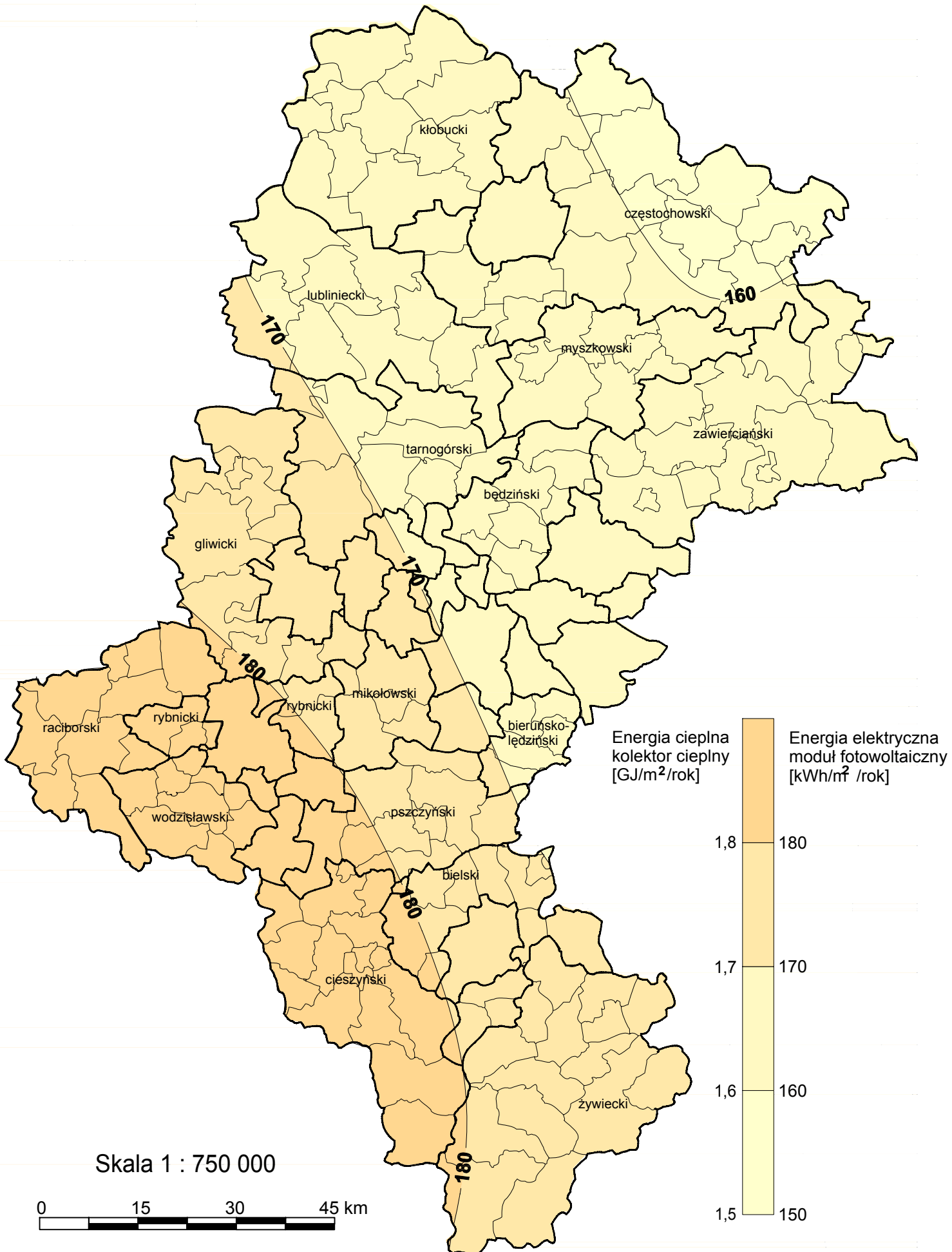


Ryc. II.10 b Moduły fotowoltaiczne różnych wielkości
źródło: <http://bp.solar.com>

Rycina II.8. Energia słoneczna - potencjał teoretyczny, promieniowanie całkowite



Rycina II.9. Energia słoneczna - potencjał techniczny

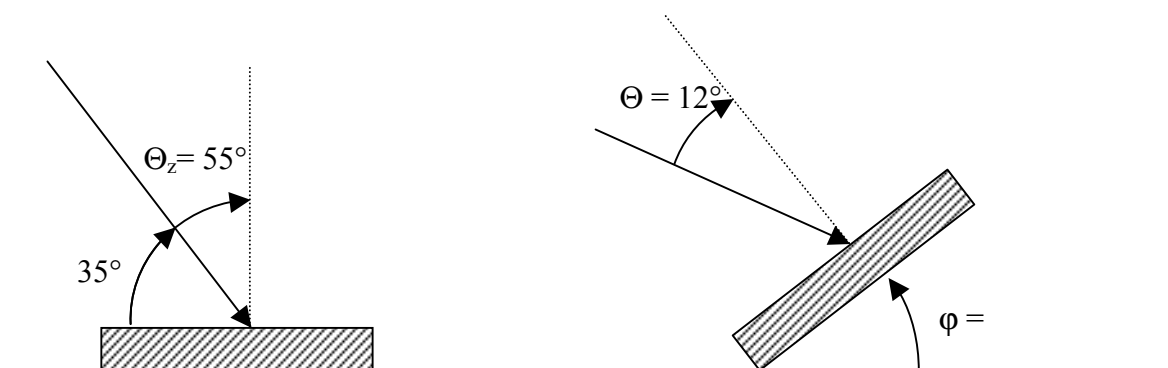


Wartość użyteczna promieniowania słonecznego jest funkcją promieniowania bezpośredniego H_b padającego na powierzchnię absorbera, promieniowania rozproszonego H_r , kąta padania promieni słonecznych, nachylenia powierzchni odbierającej promieniowanie słoneczne (absorbera – dla kolektorów słonecznych i powierzchni półprzewodnikowych ogniw dla modułów fotowoltaicznych) oraz współczynnika odbicia promieniowania słonecznego od powierzchni. Zależność ta wyrażona jest wzorem:

$$H_{cp} = H_b R_b + H_r \frac{1 + \cos \varphi}{2} + (H_b + H_r) \frac{1 - \cos \varphi}{2} \rho \quad (II.2)$$

$$R_b = \frac{H_b \cos \Theta}{H_b \cos \Theta_z} \quad (II.3)$$

gdzie R_b – współczynnik zgodności pochylenia powierzchni; ρ - bezwymiarowy współczynnik odbicia od powierzchni; φ , Θ , Θ_z – kąty jak na ryc.II.11



Ryc. II.11. Zdefiniowanie kątów padania promieniowania słonecznego

Wartość współczynnika odbicia od powierzchni zmienia się w przedziale od 0 (dla najslabiej odbijających powierzchni) do 1 (silnie odbijających powierzchni) Przykładowo: $\rho = 0,2 - 0,5$ (ziemia nie porośnięta), $\rho = 0,4 - 0,7$ (skały), $\rho = 0,7 - 0,9$ (powierzchnia wody), $\rho = 0,9 - 0,95$ (śnieg).

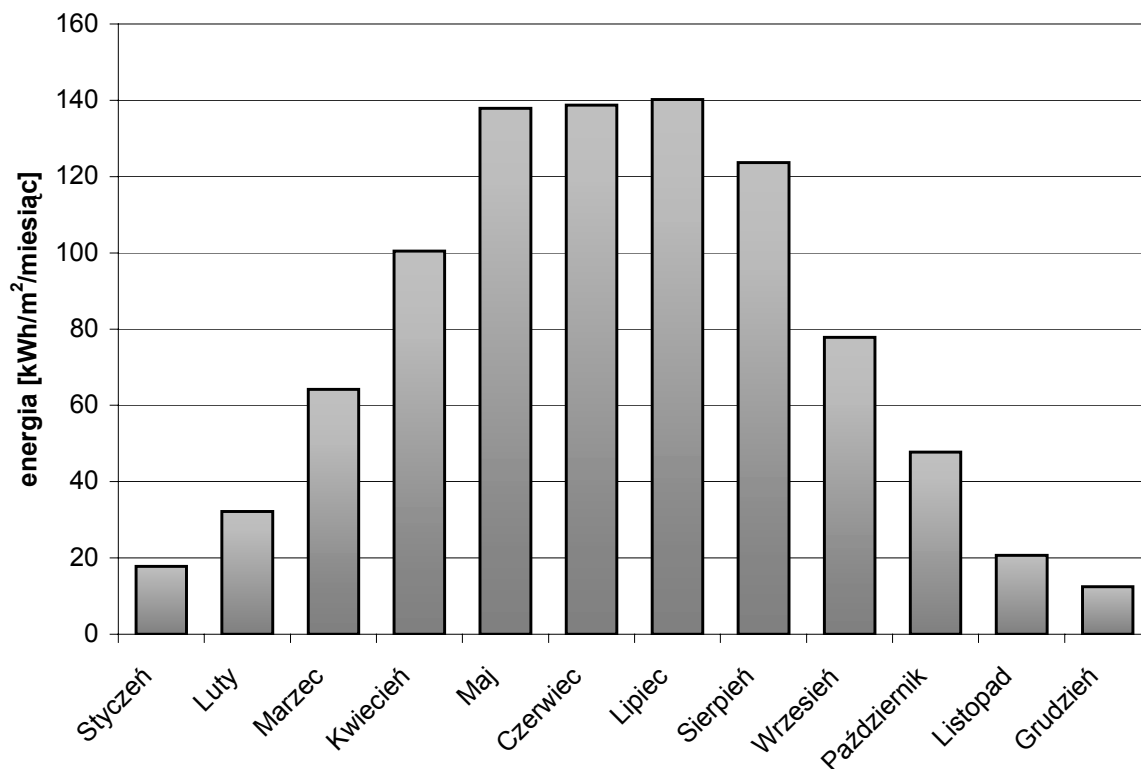
Najważniejszym aspektem limitującym zakres możliwości wykorzystania energii słonecznej jest duża zmienność warunków solarnych w ciągu całego roku.. Potencjał energii słonecznej można więc oszacować z dość dużą dokładnością, ułatwiającą podejmowanie decyzji na etapie planowania inwestycji. W celu zilustrowania zmienności ilości energii docierającej do powierzchni

ziemi. W tabeli II.16 zestawiono godzinowe sumy miesięczne z 21 letniego okresu dla danych uśrednionych z centralnego obszaru województwa śląskiego. W tabeli tej zamieszczono również sumę roczną energii i jej odchyłkę od wartości średniej obliczonej dla prezentowanego okresu. Sumy energii w poszczególnych latach różnią się od wartości średniej nie więcej niż $\pm 15\%$. Roczne wahania ilości energii w poszczególnych miesiącach charakteryzują się dużą klimatyczną regularnością.

Tabela II.16. Sumy miesięczne [$kW \cdot h/miesiąc/m^2$] i roczne [$kW \cdot h/rok/m^2$] oraz odchylenie od wartości średniej 945,5 w [%] w okresie od 1980 do 2000 roku

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Styczeń	19	17	17	15	14	18	15	19	16	15	16	16	14	19	14	20	20	21	24	26	18
Luty	26	26	29	28	29	31	31	31	29	32	35	33	31	32	30	37	40	42	40	29	35
Marzec	56	67	69	58	63	58	65	57	56	70	66	65	70	56	58	64	68	76	74	69	63
Kwiecień	90	100	89	97	98	101	107	96	104	98	85	98	96	109	103	106	113	99	99	100	121
Maj	132	129	142	132	123	127	134	126	137	137	144	131	141	144	131	147	118	133	150	169	160
Czerwiec	122	123	140	134	128	124	144	134	128	133	140	144	149	139	140	146	152	159	143	120	174
Lipiec	112	137	138	145	127	134	143	139	140	138	135	143	150	138	160	189	145	122	136	157	118
Sierpień	108	111	126	122	120	111	109	113	115	112	128	115	137	124	115	139	123	147	141	133	140
Wrzesień	74	82	86	80	68	74	69	81	66	76	69	88	80	77	76	65	54	99	81	102	86
Październik	45	45	50	46	45	44	51	47	48	43	53	48	43	44	50	59	47	54	42	47	52
Listopad	17	16	20	23	23	18	22	16	19	21	18	18	19	19	20	25	27	24	20	22	28
Grudzień	11	12	9	13	10	10	12	10	10	12	11	10	11	11	11	16	20	14	17	18	16
Rok	811	867	914	893	847	851	898	868	868	884	899	909	941	911	909	1012	925	990	968	992	1011
Odchylenie	11%	-5%	0%	-2%	-7%	-7%	-2%	-5%	-5%	-3%	-2%	0%	3%	0%	0%	11%	1%	9%	6%	9%	11%

Na rycinie II.12 przedstawiono roczny rozkład uśrednionych z okresu 21 lat sum miesięcznych.



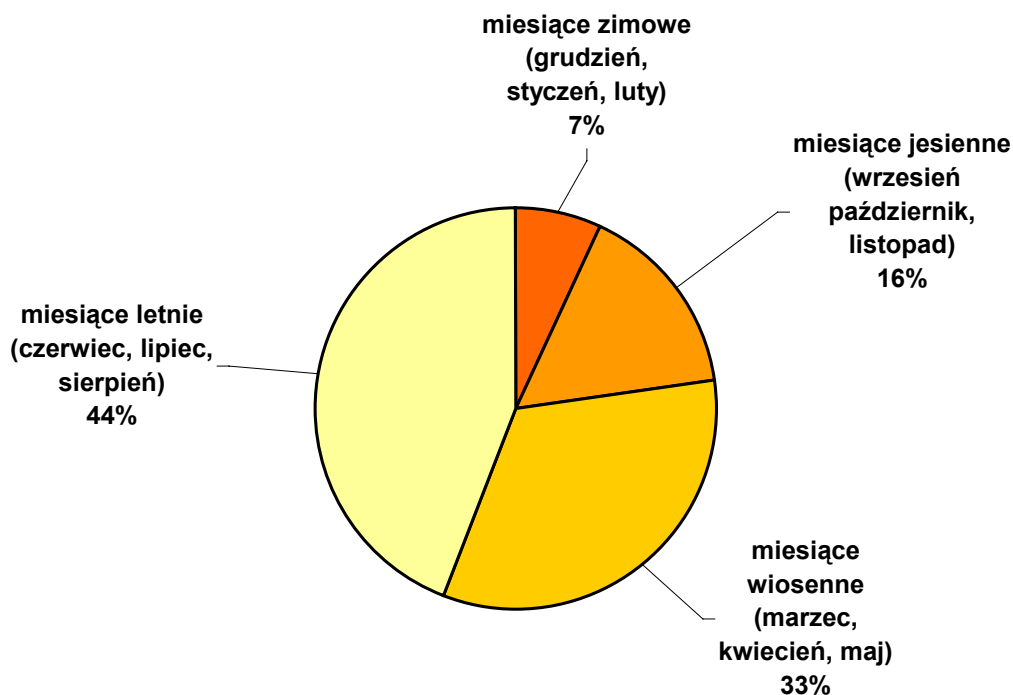
Ryc.II.12 Uśrednione miesięczne sumy energii słonecznej dla centralnych obszarów województwa

Ilość energii dostępna w styczniu jest wielokrotnie mniejsza od ilości energii w miesiącach wiosenno-letnich.

Zmienność ilości energii słonecznej w ciągu roku utrudniają bardzo jej wykorzystanie w zastosowaniach całorocznych.. W celu zapewnienia wymaganej mocy w ciągu całego roku system należy brać pod uwagę również najgorsze warunki nasłonecznienia czyli okres jesienno-zimowym. Powoduje to że system musi posiadać wystarczającą powierzchnią do zaspokojenia potrzeb energetycznych. W tak dobranym systemie ilość energii będzie z kolei wielokrotnie większa w miesiącach wiosenno-letnich.

Dlatego najlepszą efektywnością charakteryzują się systemy optymalizowane do zastosowań sezonowych – w przypadku ciepłych kolektorów słonecznych, lub systemy zintegrowane z siecią energetyczną dla siłowni fotowoltaicznych.

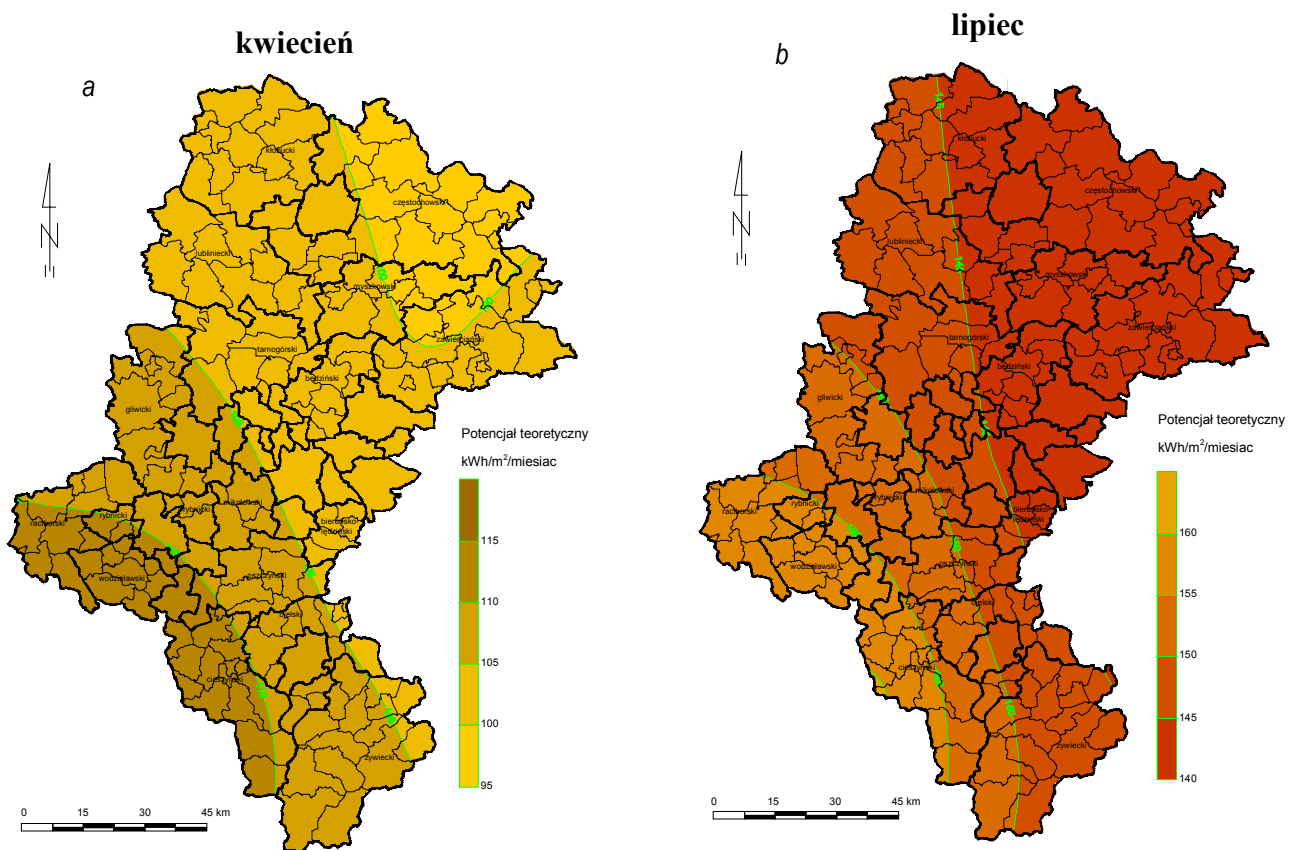
Na ryc.II.13 zestawiono procentowe udziały w całkowitej rocznej sumie energii słonecznej w poszczególnych porach roku. Ilość energii dostępna w zimie jest prawie pięciokrotnie mniejsza niż na wiosnę i ponad 6 razy mniejsza niż w lecie.



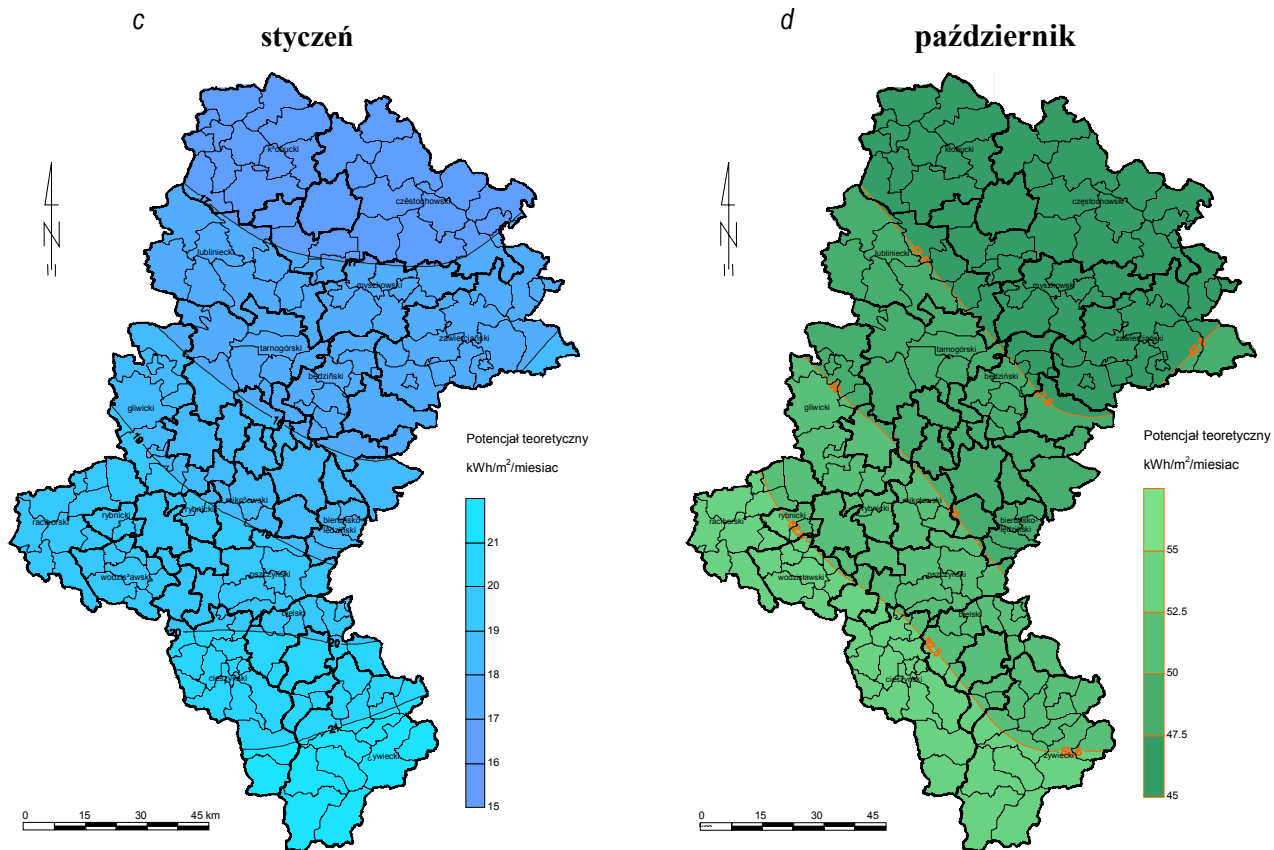
Ryc. II.13 Potencjał energii słonecznej dostępny w poszczególnych porach roku.

Ze względu na bardzo duże wahania ilości energii w poszczególnych porach roku, na Ryc.II.14 a, b, c, d – zestawiono rozkład przestrzenny ilości energii dostępnej na terenie województwa śląskiego w reprezentatywnych dla czterech pór roku miesiącach. (zima – styczeń, wiosna – kwiecień, lato – lipiec, jesień – październik).

Zróżnicowanie ilości energii w poszczególnych regionach województwa śląskiego, podobnie jak w przypadku rocznej sumy energii jest niewielkie. Różnice spowodowane są głównie odmiennymi warunkami lokalnymi: wysokością nad poziomem morza, charakterystyką zachmurzenia, przejrzystością atmosfery itp.



Ryc.II.14 Rozkład przestrzenny ilości energii słonecznej dostępnej na terenie woj. śląskiego



Wpływ nachylenia płaszczyzny odbiornika (modułu fotowoltaicznego lub/i płaskiego kolektora cieplnego) na ilość produkowanej energii elektrycznej lub/i ciepłej

Istotnym parametrem przy doborze parametrów pracy konwertera energii słonecznej jest orientacja jego płaszczyzny względem słońca. Do porównania ilości energii jaką można uzyskać przy różnych orientacjach modułu użyto programu symulacyjnego PVSYST. Pozwala on na przeprowadzanie symulacji, wymiarowania, pomiarów i analizy systemów fotowoltaicznych. Symulacje dokonywane są w oparciu o meteorologiczne dane godzinne. Mogą to być dane doświadczalne lub syntetycznie wyliczone przez program dane godzinne na podstawie miesięcznych wartości nasłonecznienia.

Symulacja została przeprowadzona przy wykorzystaniu informacji z bazy danych projektu SoDa (SoDa Global Radiation Database) dla danych uśrednionych z terenu województwa śląskiego.

Z tabeli II.17 wynika że roczna suma energii promieniowania słonecznego jest największa dla kąta 30° – 50° . Dla systemu autonomicznego optymalna wartość kąta nachylenia modułu zmienia się w zależności od pory roku. Jeśli płaszczyzna odbiornika (modułu fotowoltaicznego lub/i płaskiego kolektora cieplnego) są zamontowane w sposób pozwalający na regulację kąta nachylenia, korzystna jest zmiana nachylenia w ciągu roku, w zakresie 10° w lecie do 70° w zimie.

Program PVSYST pozwala na bardzo dokładne określanie optymalnego położenia płaszczyzny, na którą pada promieniowanie słoneczne (zarówno nachylenie jak i kąt azymutu). Wyniki symulacji przedstawione są na kolejnych rysunkach. Wartości w tabeli określają stosunek FT (*ang. Transposition Factor*) natężenia promieniowania dla danej orientacji płaszczyzny do wartości natężenia promieniowania padającego na płaszczyznę poziomą. Przedstawione dane obejmują okresy: cały rok oraz okresy trzymiesięczne tj. grudzień, styczeń, luty; marzec, kwiecień, maj; czerwiec, lipiec, sierpień; wrzesień, październik i listopad, odpowiadające w przybliżeniu porom roku.

Dane zestawione w tabelach II.18 i II.19 obrazują zależność ilości generowanej energii do nachylenia płaszczyzny konwertera promieniowania słonecznego. Dodatkowo dla każdej pory roku określony jest zysk energetyczny uzyskany poprzez zastosowanie systemu śledzącego.

Tabela II.17 Symulacja promieniowania słonecznego padającego na płaszczyzny nachylone pod różnymi kątami do płaszczyzny poziomej: $\alpha = 10^\circ, 30^\circ, 50^\circ, 70^\circ, 90^\circ$ dla danych uśrednionych z terenu województwa śląskiego

	Energia [kW·h/m ²]				
	$\alpha = 10^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 50^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
Styczeń	29,7	53,6	63,2	66,4	62,7
Luty	45,4	67,2	74,2	74,0	66,7
Marzec	86,7	113,0	117,6	111,1	94,3
Kwiecień	109,3	123,2	118,8	103,8	80,3
Maj	127,8	130,4	118,6	97,8	70,4
Czerwiec	135,5	132,5	117,6	94,1	65,4
Lipiec	133,3	132,4	118,3	95,8	67,4
Sierpień	121,9	131,6	123,5	104,8	77,7
Wrzesień	92,8	116,6	118,6	109,0	89,0
Październik	63,3	95,7	105,6	104,7	93,1
Listopad	31,0	50,5	57,8	59,5	55,2
Grudzień	22,7	42,6	50,8	53,9	51,4
Średnia za rok	976,7	1146,7	1184,6	1074,9	873,6

Tabela II.18 Średnie wartości energii promieniowania słonecznego w funkcji kątów określających zorientowanie płaszczyzny w przestrzeni (azymut i nachylenie) za okres całego roku

rok		Azymut												
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
nachylenie	90°	0,65	0,70	0,74	0,78	0,81	0,82	0,82	0,82	0,80	0,77	0,73	0,69	0,64
	80°	0,71	0,77	0,82	0,87	0,90	0,92	0,92	0,91	0,89	0,86	0,81	0,76	0,71
	70°	0,78	0,84	0,90	0,94	0,97	0,99	1,00	0,99	0,97	0,93	0,89	0,83	0,77
	60°	0,84	0,90	0,95	1,00	1,04	1,06	1,06	1,05	1,03	0,99	0,94	0,89	0,83
	50°	0,89	0,95	1,00	1,04	1,08	1,10	1,10	1,10	1,07	1,04	0,99	0,94	0,88
	40°	0,93	0,98	1,03	1,07	1,10	1,12	1,13	1,12	1,10	1,06	1,02	0,97	0,92
	30°	0,96	1,00	1,04	1,08	1,11	1,12	1,13	1,12	1,10	1,07	1,04	1,00	0,95
	20°	0,98	1,01	1,04	1,07	1,09	1,10	1,10	1,10	1,09	1,07	1,04	1,01	0,97
	10°	0,99	1,01	1,03	1,04	1,05	1,06	1,06	1,06	1,05	1,04	1,03	1,01	0,99
	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Wartość współczynnika FT dla układu śledzącego słońce wynosi :

FT=1.40. (23% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w dwu współrzędnych

FT=1.18. (06% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi horyzontalnej (wschód zachód)

FT=1.30. (19% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej -10°

FT=1.34. (21% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej.

Poprzez odpowiednie zorientowanie płaszczyzny odbiornika można optymalnie wykorzystywać docierającą energię. Kąty nachylenia optymalnie zorientowanego modułu zmieniają się w ciągu roku.

Dla miesięcy zimowych (styczeń, luty, grudzień) maksymalne wartości FT występują dla kąta nachylenia $60^\circ - 70^\circ$ i azymutu 0° . W miesiącach wiosennych (marzec, kwiecień, maj) maksymalne wartości FT występują dla kąta nachylenia 30° i azymutu $-15^\circ - 15^\circ$.

W miesiącach letnich (czerwiec, lipiec, sierpień) maksymalne wartości FT występują dla kąta nachylenia $10^\circ - 20^\circ$ i azymutu $-15^\circ - 15^\circ$. Obserwujemy, że dla miesięcy letnich dokładne zorientowanie modułu nie jest tak krytyczne, jak w pozostałych porach roku. Dla miesięcy jesiennych (wrzesień, październik, listopad) maksymalne wartości FT występują dla kąta nachylenia 50° i azymutu 0° .

Z uwagi na niewielką rozciągłość geograficzną województwa śląskiego (ok. 49.4° do 51° szerokości geograficznej) zróżnicowanie warunków solarnych na terenie województwa mieści się w granicach 10%.

Najlepszymi warunkami do wykorzystania energii słonecznej charakteryzują się południowo-zachodnie krańce województwa (powiaty raciborski, cieszyński i wodzisławski) gdzie roczna wartość sumy energii przekracza $185 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ dla energii elektrycznej produkowanej przez moduły fotowoltaiczne i odpowiednio $1,85 \text{ GJ/m}^2/\text{rok}$ dla energii cieplnej produkowanej w cieplnych kolektorach słonecznych. Niewiele mniejsze wartości rocznych sum energii występują na północno-wschodnich krańcach województwa (powiaty: kłobucki, częstochowski, myszkowski i zawierciański) gdzie roczna wartość sumy energii wynosi około $160 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ dla energii elektrycznej i odpowiednio około $1,6 \text{ GJ/m}^2/\text{rok}$ dla energii cieplnej.

Tabela II.19 Średnie wartości energii promieniowania słonecznego w funkcji kątów określających zorientowanie płaszczyzny w przestrzeni (azymut i nachylenie) w okresach trzymiesięcznych

styczeń, luty, grudzień		Azymut												
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
nachylenie	90°	0,74	0,90	1,08	1,25	1,41	1,51	1,54	1,49	1,37	1,21	1,03	0,86	0,71
	80°	0,81	0,98	1,16	1,34	1,49	1,59	1,62	1,57	1,46	1,29	1,11	0,94	0,78
	70°	0,87	1,04	1,22	1,39	1,52	1,64	1,67	1,62	1,51	1,35	1,17	1,00	0,83
	60°	0,92	1,08	1,26	1,42	1,56	1,65	1,67	1,63	1,53	1,38	1,21	1,04	0,89
	50°	0,96	1,11	1,27	1,42	1,55	1,62	1,65	1,61	1,52	1,39	1,23	1,08	0,93
	40°	0,98	1,12	1,26	1,39	1,50	1,56	1,58	1,55	1,47	1,36	1,23	1,09	0,95
	30°	1,00	1,11	1,23	1,33	1,41	1,46	1,48	1,45	1,39	1,31	1,20	1,09	0,97
	20°	1,00	1,09	1,17	1,24	1,30	1,34	1,34	1,33	1,29	1,23	1,15	1,07	0,98
	10°	1,00	1,05	1,09	1,13	1,16	1,18	1,18	1,18	1,16	1,12	1,08	1,04	0,99
	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wartość współczynnika FT dla układu śledzącego słońce wynosi : FT=1.71 (10% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w dwu współrzędnych FT=1.55 (1% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi horyzontalnej (wschód zachód) FT=1.65 (6% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej -10° FT=1.70 (9% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej.														
marzec, kwiecień, maj		azymut												
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
nachylenie	90°	0,65	0,69	0,72	0,74	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,73	0,70	0,67	0,63
	80°	0,72	0,77	0,80	0,83	0,84	0,85	0,85	0,84	0,83	0,81	0,79	0,75	0,70
	70°	0,78	0,83	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	0,92	0,91	0,89	0,86	0,82	0,77
	60°	0,84	0,89	0,94	0,97	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	0,95	0,92	0,88	0,82
	50°	0,89	0,94	0,98	1,02	1,04	1,05	1,05	1,05	1,03	1,00	0,97	0,92	0,87
	40°	0,93	0,98	1,02	1,05	1,07	1,08	1,08	1,08	1,06	1,03	1,00	0,96	0,91
	30°	0,96	1,00	1,03	1,06	1,08	1,09	1,09	1,09	1,07	1,05	1,02	0,99	0,95
	20°	0,98	1,01	1,04	1,06	1,07	1,08	1,08	1,08	1,07	1,05	1,03	1,00	0,97
	10°	1,00	1,01	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	0,99
	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wartość współczynnika FT dla układu śledzącego słońce wynosi : FT=1.26 (18% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w dwu współrzędnych FT=1.09 (2% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi horyzontalnej (wschód zachód) FT=1.24 (16% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej -10° FT=1.22 (14% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej.														
czerwiec, lipiec, sierpień		Azymut												
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
nachylenie	90°	0,61	0,62	0,63	0,63	0,61	0,60	0,59	0,59	0,61	0,62	0,62	0,62	0,61
	80°	0,68	0,70	0,71	0,71	0,70	0,69	0,68	0,69	0,70	0,70	0,70	0,69	0,67
	70°	0,75	0,77	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,76	0,74
	60°	0,81	0,84	0,85	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,83	0,80
	50°	0,86	0,89	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,85
	40°	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,92
	30°	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,97	0,94
	20°	0,97	0,99	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	0,98	0,97
	10°	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99
	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wartość współczynnika FT dla układu śledzącego słońce wynosi : FT=1.28 (25% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w dwu współrzędnych FT=1.07 (4% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi horyzontalnej (wschód zachód) FT=1.24 (21% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej -10° FT=1.20 (17% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej.														
wrzesień, październik, listopad		azymut												
		-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
nachylenie	90°	0,66	0,75	0,84	0,92	1,00	1,06	1,08	1,06	1,01	0,94	0,86	0,77	0,68
	80°	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,15	1,17	1,15	1,10	1,03	0,94	0,85	0,75
	70°	0,80	0,89	0,99	1,08	1,16	1,22	1,24	1,22	1,17	1,10	1,01	0,91	0,81
	60°	0,85	0,95	1,04	1,13	1,21	1,26	1,28	1,27	1,22	1,15	1,06	0,97	0,86
	50°	0,90	0,99	1,08	1,16	1,23	1,28	1,30	1,29	1,24	1,18	1,10	1,01	0,91
	40°	0,93	1,02	1,10	1,17	1,23	1,28	1,29	1,28	1,24	1,19	1,11	1,03	0,94
	30°	0,96	1,03	1,10	1,16	1,21	1,24	1,26	1,25	1,22	1,17	1,11	1,04	0,97
	20°	0,98	1,03	1,08	1,13	1,16	1,18	1,19	1,19	1,17	1,13	1,09	1,04	0,99
	10°	0,99	1,02	1,05	1,07	1,09	1,10	1,11	1,10	1,09	1,08	1,05	1,03	1,00
	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Wartość współczynnika FT dla układu śledzącego słońce wynosi : FT=1.47 (16% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w dwu współrzędnych FT=1.27 (1% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi horyzontalnej (wschód zachód) FT=1.46 (15% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej -10° FT=1.46 (16% w stosunku do ustalonego optimum) dla układu śledzącego słońce w osi północ - południe przy nachyleniu równym szerokości geograficznej.														

3.4. Energia wiatru

Energia wiatru jest związana z ruchem mas powietrza w atmosferze ziemskiej. Przemieszczanie się mas powietrza jest skutkiem nierównomiernego rozkładu ciśnienia spowodowanego nierównomiernym ogrzewaniem powierzchni Ziemi przez Słońce. Energia ta jest zatem ściśle związana z energią słoneczną, jest ona formą przekształconą energii słonecznej. Pozyskanie jej odbywa się w urządzeniach nazywanych siłowniami wiatrowymi. Siłownie wiatrowe produkowane i sprzedawane obecnie przetwarzają energię ruchu mas powietrza w energię elektryczną, która następnie może zostać przez odbiorców przetworzona na dowolny rodzaj energii.

Polska nie należy do krajów o szczególnie korzystnych warunkach wiatrowych. Pomiary prędkości wiatru na terenie Polski wykonywane przez IMiGW pozwoliły na dokonanie wstępnego podziału naszego kraju na pewne strefy zróżnicowania pod względem wykorzystania energii wiatru (Ryc.II.15). Na podstawie tych danych można stwierdzić, że dominująca część województwa śląskiego leży w strefie mało korzystnej pod względem potencjalnego wykorzystania energii wiatru (strefa IV), jedynie południową część województwa uznać można za korzystną (strefa III).

Metodyka szacowania potencjału energii wiatrowej

Potencjał energii wiatrowej oszacowano jako potencjał teoretyczny i techniczny możliwy do pozyskania.

Potencjał teoretyczny oszacowano przy założeniu stuprocentowej sprawności przetworzenia energii kinetycznej wiatru w energię elektryczną. Przy ich określaniu pominięto technologię przetwarzania energii wiatru na inne formy energii. W celu określenia potencjału posłużono się zależnością:

$$P = \frac{1}{2} \rho A w^3 \quad (II.4)$$

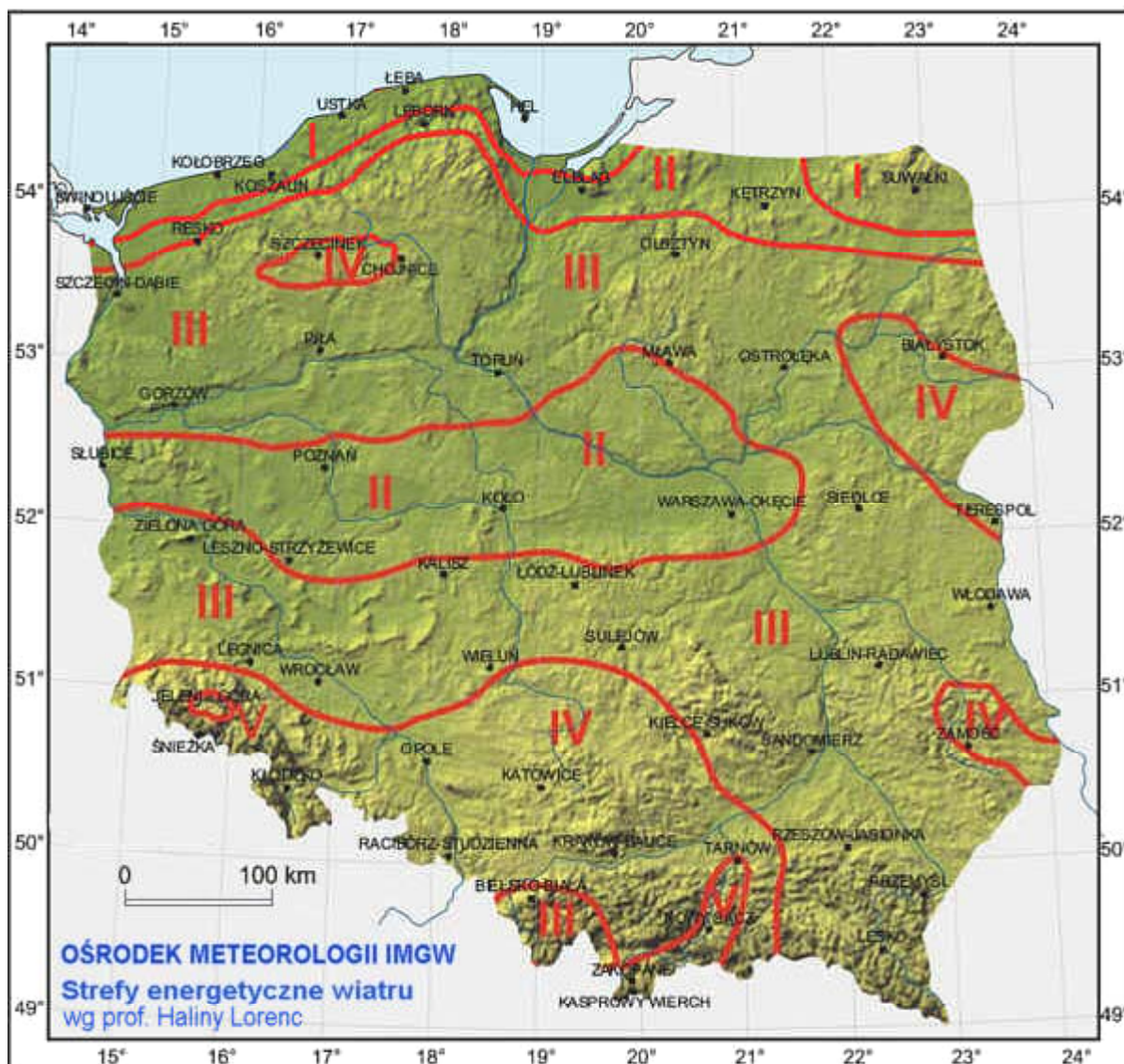
gdzie:

P – moc energii wiatrowej [W];

ρ - gęstość powietrza [kg/m³]. Średnioroczna temperatura powietrza na terenie województwa śląskiego waha się w granicach od ok. 4 do 9°C. Na przeważającym jego obszarze można przyjąć, że wynosi ona od ok. 7 do 8°C. Gęstość suchego powietrza w temperaturze 8°C, określona drogą interpolacji liniowej pomiędzy stabelaryzowanymi wartościami w punktach $\rho(0^\circ\text{C})=1,293 \text{ kg/m}^3$ i $\rho(10^\circ\text{C})=1,247 \text{ kg/m}^3$, wynosi 1,256 kg/m³.

A – powierzchnia, przez którą przepływa strumień powietrza [m²]. Założono, że szacunki dotyczące potencjału energii wiatru odniesione zostaną do 1 m² powierzchni;

w – prędkość wiatru [m/s]. Prędkość wiatru jest kluczowym parametrem mającym wpływ na lokalny potencjał energii wiatrowej. Do obliczeń wykorzystano średnioroczną prędkość wiatru mierzone na terenie województwa śląskiego przez stacje pomiarowe IMiGW. W literaturze wartości średniorocznej prędkości wiatru podano dla standardowej wysokości wiatromierza 14 m n.p.t. przy założeniu jednakowej klasy szorstkości terenu dla całego obszaru województwa.



Ryc. II.15. Strefy energetyczne wiatru w Polsce: I – wybitnie korzystna, II – bardzo korzystna, III – korzystna, IV – mało korzystna, V – niekorzystna (źródło: Serwis internetowy IMGW)

Ze względu na znaczącą zmienność mocy energii wiatru od prędkości ważne jest precyzyjne określenie tego parametru. W przypadku szacowania potencjału technicznego możliwych do wykorzystania nie bez znaczenia jest określenie częstości występowania prędkości progowych wiatru: minimalnej i maksymalnej. Wyznaczają one zakres prędkości wiatru w jakich możliwa jest produkcja energii. Wartości prędkości progowych uzależnione są od konstrukcji elektrowni wiatrowych. Z reguły minimalna prędkość progowa – tzw. prędkość startowa wynosi ok. 3 – 4 m/s, natomiast prędkość maksymalna – tzw. prędkość wyłączenia ok. 25 m/s. Zaawansowane metody określania potencjału energii wiatrowej muszą uwzględniać zatem dane

pomiarowe lub (w przypadku gdy dokładne dane pomiarowe nie istnieją) statystyczny rozkład prędkości wiatru. Najpowszechniejsza metoda opisująca statystyczny rozkład prędkości wiatru wykorzystuje rozkład Weibulla:

$$f(w) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{w}{\beta} \right)^{\alpha-1} \exp \left[- \left(\frac{w}{\beta} \right)^{\alpha} \right] \quad (II.5)$$

gdzie:

$f(w)$ – częstość występowania prędkości wiatru w ;

α – parametr kształtu. Parametr ten opisuje zmienność prędkości wiatru w stosunku do prędkości średniej w badanym okresie – przykładowo rocznym. Wartości $\alpha > 2$ są charakterystyczne dla miejsc gdzie zmienność w stosunku do średniej jest niewielka. Wartości $\alpha < 2$ mówią o dużej zmienności prędkości wiatru w stosunku do prędkości średniej. W niniejszych szacunkach potencjału energii wiatru założono wartość tego parametru $\alpha = 2$;

β – parametr skali.

Zależność oczekiwanej wartości zmiennej losowej, którą jest średnia prędkość wiatru, od parametru skali i kształtu przedstawia równanie:

$$\bar{w} = \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) \quad (II.6)$$

gdzie:

\bar{w} - średnia prędkość wiatru [m/s];

Γ - funkcja gamma Eulera: $\Gamma(p) = \int_0^{\infty} [x^{p-1} \exp(-x)] dx, p > 0$.

Prędkość wiatru jest uzależniona również od wysokości na jakiej dokonuje się jej pomiaru. Dla celów ujęcia zmian prędkości wiatru z wysokością zastosowano zależność:

$$w = w_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (II.7)$$

gdzie:

w – prędkość wiatru na wysokości h [m/s];

w_0 – prędkość wiatru na wysokości h_0 [m/s].

Oszacowania potencjału energii wiatru na terenie województwa śląskiego dokonano na trzech wysokościach: 18, 40 i 60 m n.p.t. Wysokości te są charakterystyczne dla masztów siłowni wiatrowych o małych oraz średnich i dużych mocach.

Ostatecznie teoretyczny potencjału energii wiatru przypadający na 1 m² powierzchni, przez którą przepływa strumień powietrza oszacowano korzystając z zależności:

$$E_t = \frac{1}{2} \rho t \int_0^{\infty} f(w) w^3 dw \quad (II.8)$$

gdzie:

E_t – teoretyczny potencjał energii wiatrowej [(W·h)/(rok·m²)];

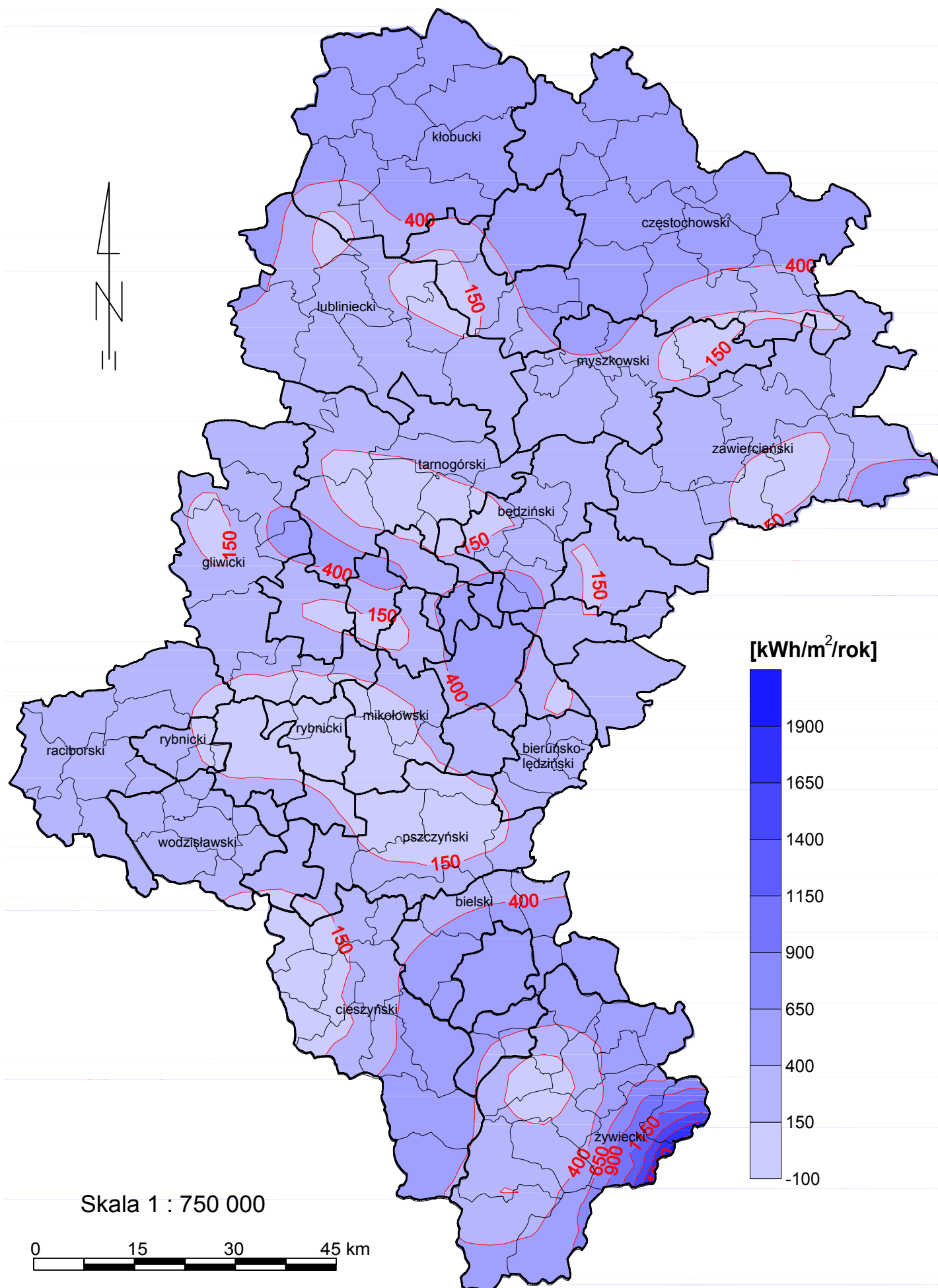
t – czas w którym dokonuje się szacowania potencjału i do którego odnosi się wartość prędkości średniej służąca wyznaczeniu częstości występowania prędkości wiatru $f(w)$. W niniejszych szacunkach potencjału energii wiatrowej czas ten wynosi 8760 h/rok, a do szacunków posłużono się średnioroczną prędkością wiatru.

Potencjał teoretyczny oszacowano przy założeniu stuprocentowej sprawności przetworzenia energii kinetycznej wiatru w energię elektryczną z pominięciem technologii przetwarzania energii dla trzech wysokości: 18, 40 i 60 m n.p.t. (Ryc. II.16, II.17, II.18).

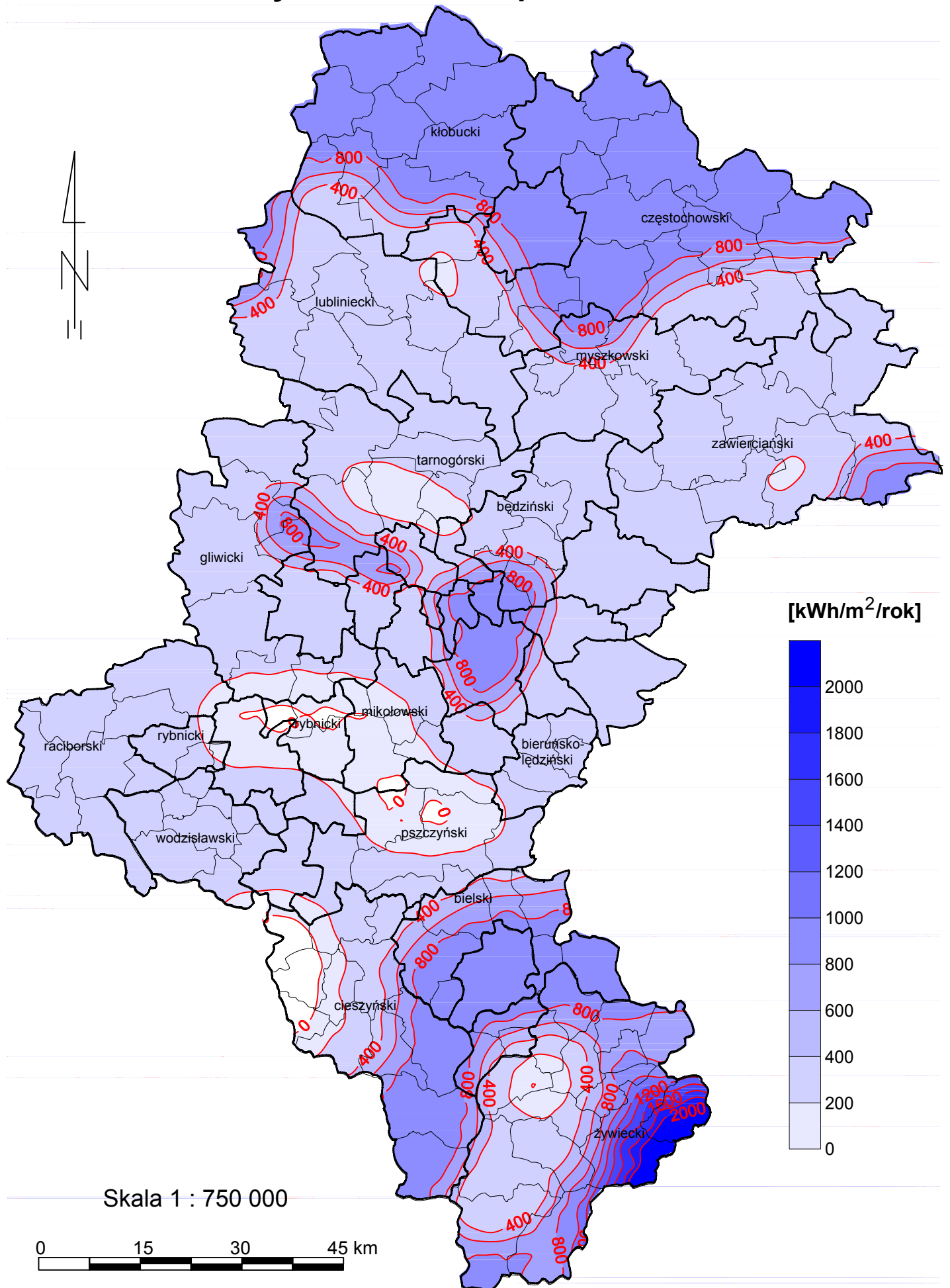
Potencjał techniczny (Ryc. II.19, II.20, II.21) możliwy do wykorzystania określono dokonując wyboru dostępnych na rynku urządzeń. Dla celów obliczeniowych wybrano dwie siłownie wiatrowe:

- ✓ mała siłownia o mocy 30 kW – wysokość masztu 18 m
- ✓ siłownia o mocy znamionowej 600 kW, reprezentująca urządzenia o średniej i dużej mocy (wysokość masztu 40 i 60 m)

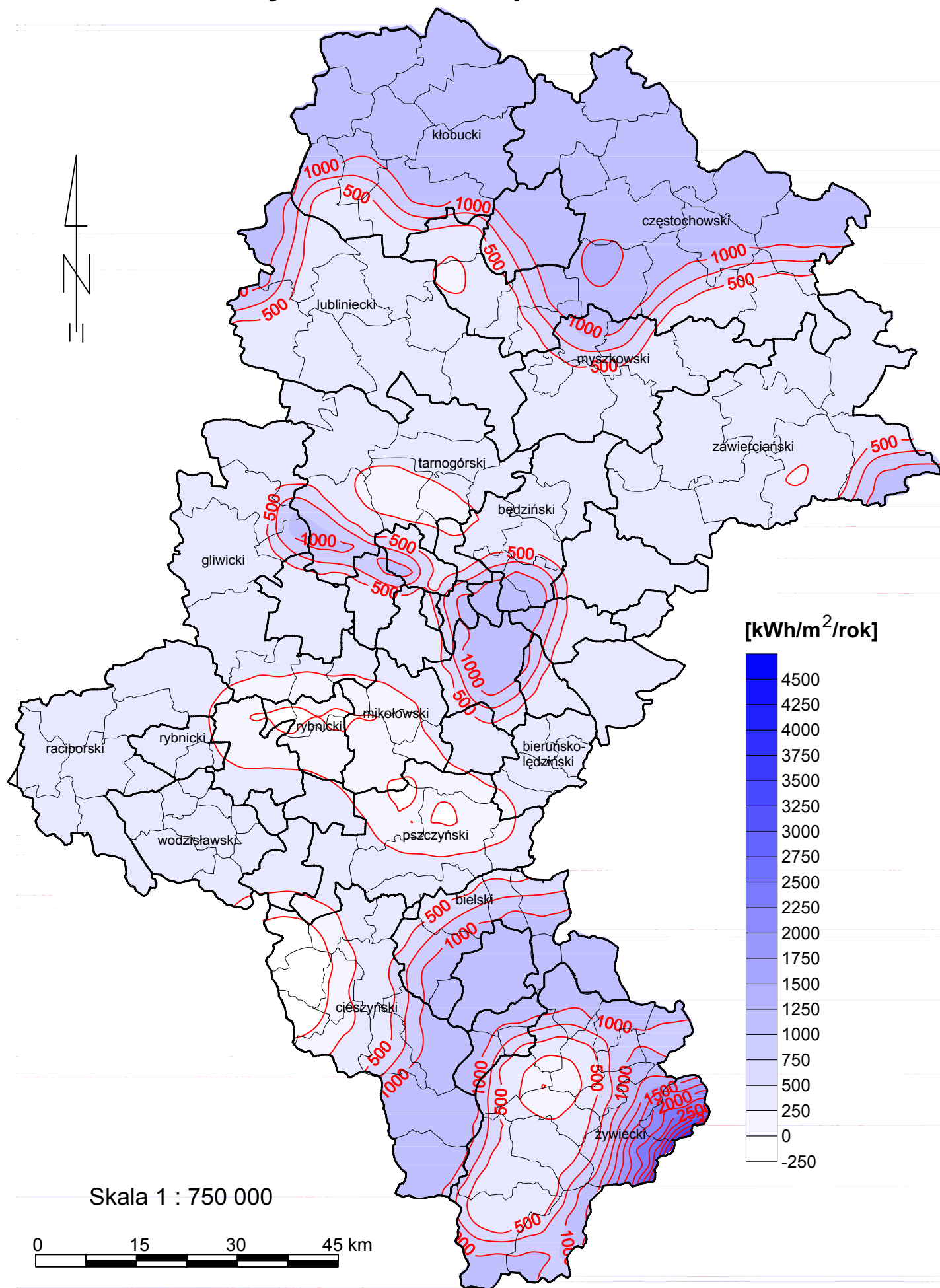
Rycina II.16. Energia wiatru - potencjał teoretyczny na wysokości 18m n.p.t.



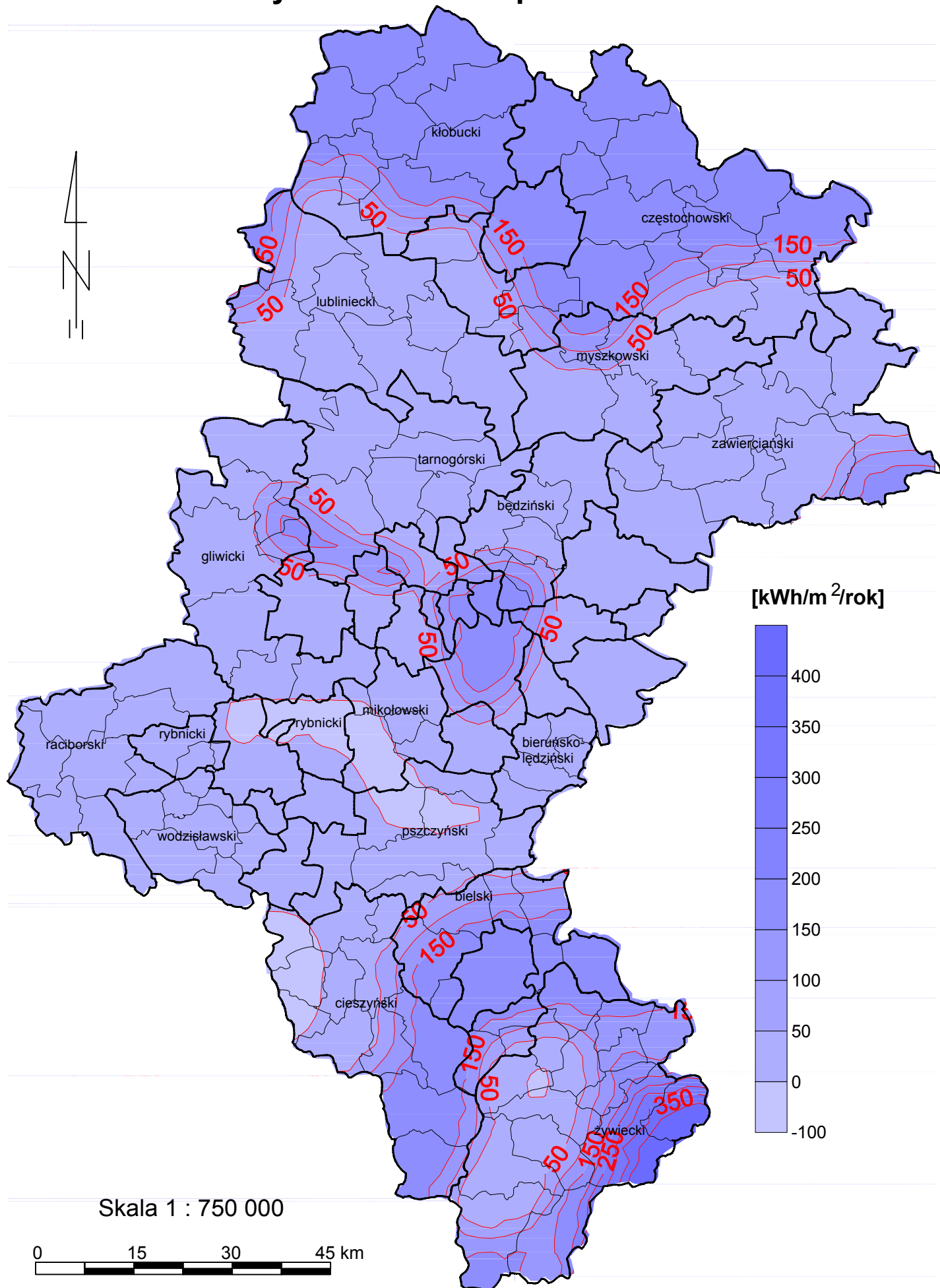
Rycina II.17. Energia wiatru - potencjał teoretyczny na wysokości 40m n.p.t.



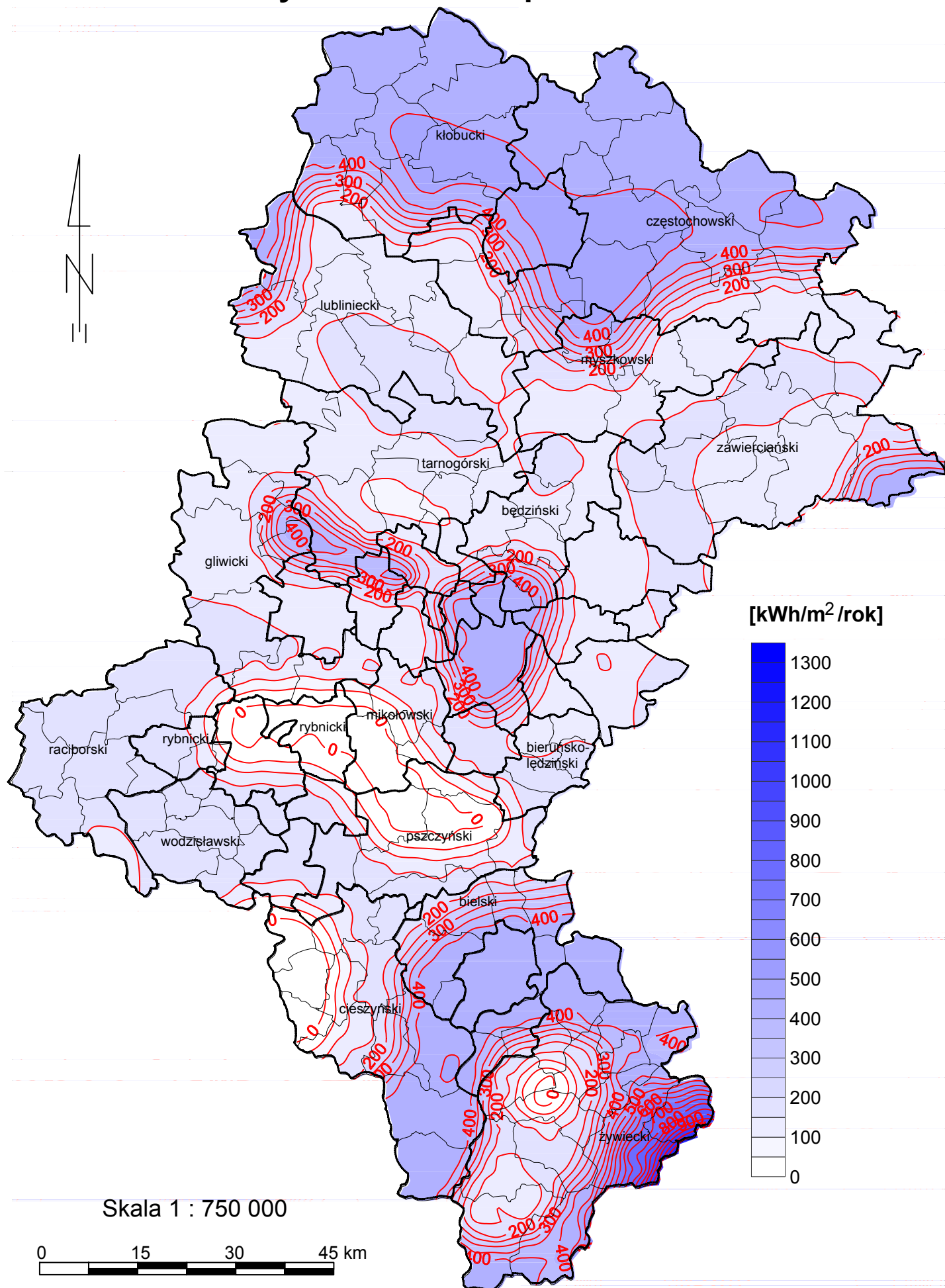
Rycina II.18. Energia wiatru - potencjał teoretyczny na wysokości 60m n.p.t.



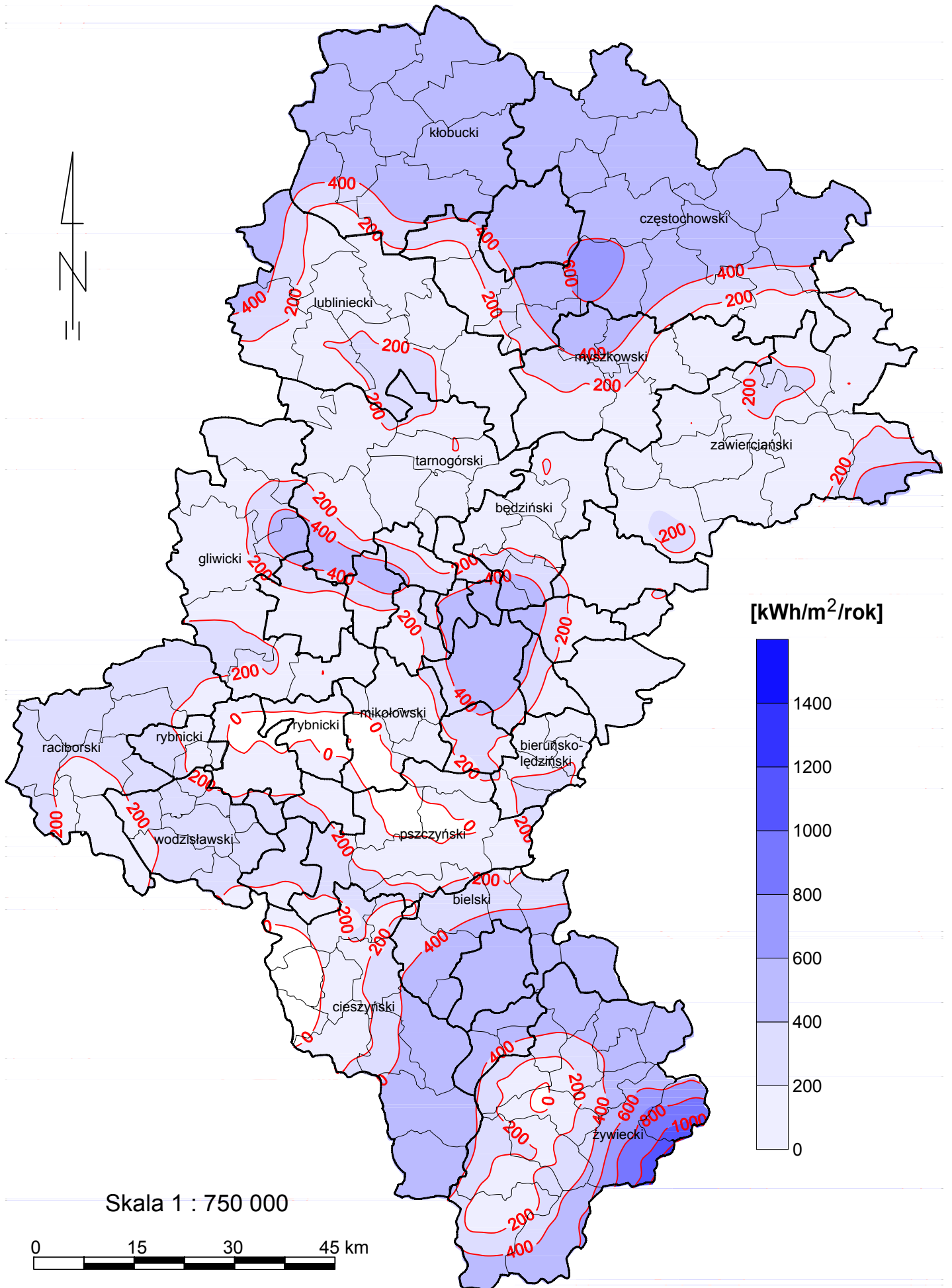
Rycina II.19. Energia wiatru - potencjał techniczny na wysokości 18m n.p.t.



Rycina II.20. Energia wiatru - potencjał techniczny na wysokości 40m n.p.t.



Rycina II.21. Energia wiatru - potencjał techniczny na wysokości 60m n.p.t.

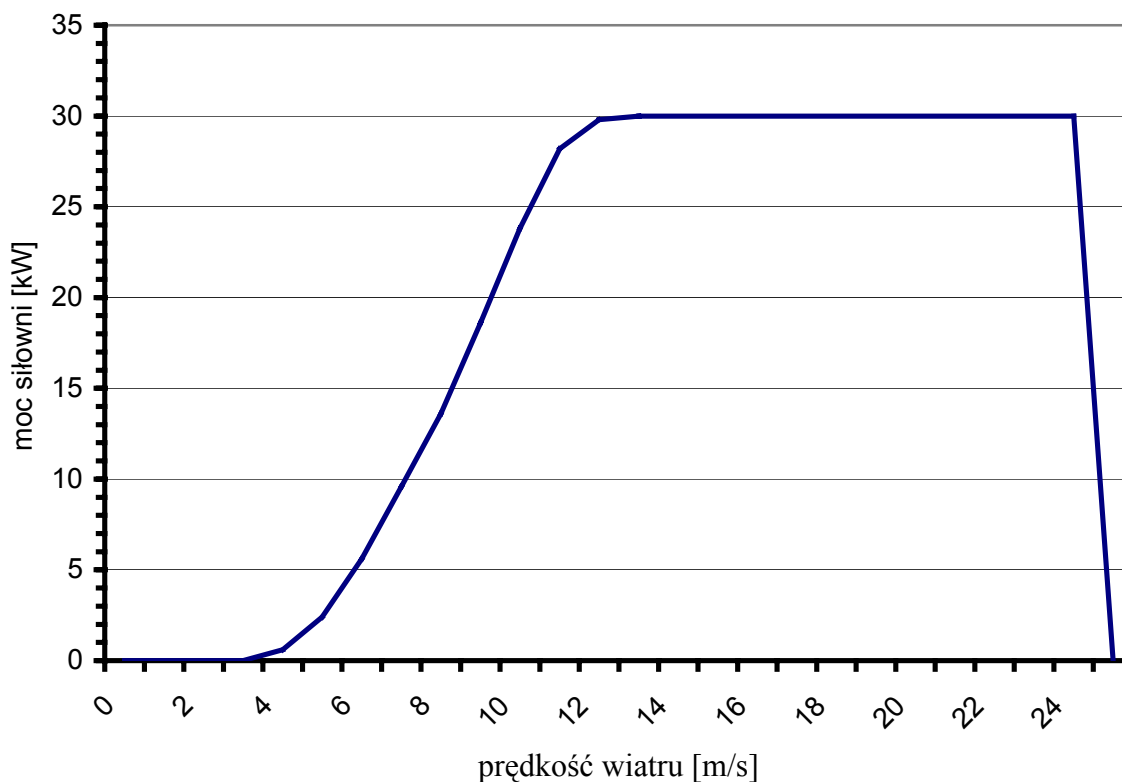


Zaletą małych siłowni wiatrowych jest to, że stosując odpowiednie rozwiązania można je włączać w sieć energetyczną bez konieczności stosowania transformatora. Podstawowe parametry techniczne przyjętej do rozważań siłowni o małej mocy podano za jej producentem poniżej:

- ✓ średnica wirnika 12 m;
- ✓ liczba łopat 3;
- ✓ regulacja kątem natarcia łopat wirnika;
- ✓ nominalna prędkość obrotowa wirnika 60 obr./min;
- ✓ moc generatora 30 kW, generator asynchroniczny o napięciu pracy 3x380 V i częstotliwości 50 Hz;
- ✓ prędkość obrotowa synchroniczna generatora 1500 obr./min;
- ✓ prędkość startowa 4 m/s, prędkość wyłączenia 25 m/s;
- ✓ wysokość osi wirnika 18 m n.p.t.;
- ✓ średnica wieży u dołu 508 mm i u góry 324 mm;
- ✓ całkowita masa elektrowni (bez fundamentów) 3,68 ton;
- ✓ krzywą mocy elektrowni przedstawiono na ryc. II.22

Podstawowe dane techniczne siłowni wiatrowej o mocy nominalnej 600 kW zestawiono poniżej (na podstawie danych producenta):

- ✓ średnica 43 m;
- ✓ powierzchnia wirnika 1452 m²;
- ✓ prędkość obrotowa 26,9 obr./min;
- ✓ możliwe wysokości wieży: 40, 46, 50 i 60 m;
- ✓ prędkość rozruchu 3 m/s, prędkość nominalna 13 m/s, prędkość wyłączenia 25 m/s;
- ✓ generator asynchroniczny;
- ✓ mały generator 125 kW;
- ✓ napięcie generatora 690 V;
- ✓ mechanizm skręcający „Activ”;
- ✓ przekładnia planetarna;
- ✓ krzywą mocy siłowni przedstawiono na ryc. II.23



Ryc.II.22. Krzywa mocy małej elektrowni wiatrowej o mocy 30 kW (na podstawie danych producenta)

Siłownia o mocy nominalnej 600 kW posłużyła do określenia potencjału energii wiatru na wysokościach 40 i 60 m n.p.t.

Potencjał energii wiatru technicznie możliwej do pozyskania określono korzystając z zależności:

$$E_{tch} = \frac{t \int_{w1}^{w2} [P_{tch}(w) f(w)] dw}{F_{tch}} \quad (II.9)$$

gdzie:

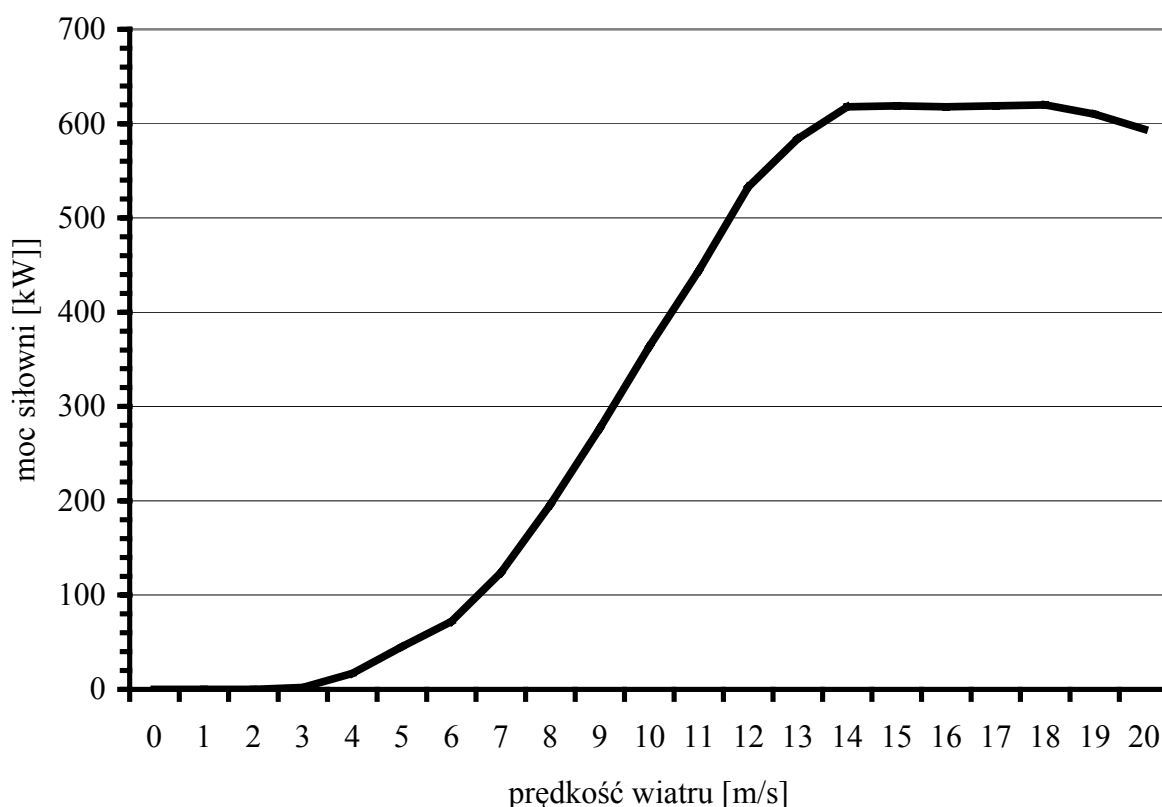
E_{tch} – potencjał energii wiatrowej technicznie możliwe do pozyskania [(kW h)/(rok · m²)];

$P_{tch}(w)$ – moc siłowni wiatrowej przy prędkości wiatru w , wg krzywej mocy [kW] (ryc.II.22 i II.23);

F_{tch} – powierzchnia wirnika [m²] (113 m² dla siłowni 30 kW i 1452 m² dla siłowni 600 kW);

$w1$ – prędkość startowa [m/s] (zgodnie z krzywymi mocy ryc.II.22 i II.23);

$w2$ – prędkość wyłączenia [m/s] (zgodnie z krzywymi mocy ryc.II.22 i II.23).



Ryc. II.23 Krzywa mocy silowni wiatrowej o mocy nominalnej 600 kW (na podstawie danych producenta)

Rozpatrując przestrzenny rozkład energii wiatru w województwie śląskim zaprezentowany na mapach potencjału technicznego energii wiatru dla silowni wiatrowych zainstalowanych na wysokościach 18, 40 i 60 metrów n.p.t stwierdzić można, że województwo śląskie nie posiada generalnie dobrych warunków wiatrowych. Na terenie województwa wyróżnić można jednak regiony korzystne takie jak:

- ↪ południowo-wschodnia część powiatu żywieckiego i cieszyńskiego,
- ↪ południowa i wschodnia część powiatu bielskiego,
- ↪ wschodnia część powiatu gliwickiego, południowa część powiatu będzińskiego,
- ↪ wschodnia część powiatu zawierciańskiego,
- ↪ zachodnia część powiatu lublinieckiego,
- ↪ dominująca część powiatu kłobuckiego,
- ↪ dominująca część powiatu częstochowskiego.

Ze względu na możliwość znacznych zmian prędkości wiatru od wielu czynników, takich jak przykładowo lokalne warunki terenowe, konkretne rozwiązania dotyczące wdrożeń związanych z energetyką wiatrową należy poprzedzić pomiarami prędkości wiatru w miejscu lokalizacji potencjalnej siłowni wiatrowej.

3.5. Energia wód powierzchniowych

Energetyczne zasoby wodne Polski są niewielkie ze względu na niezbyt obfite i niekorzystnie rozłożone opady, dużą przepuszczalność gruntu i niewielkie spadki terenów. Zasoby wodno-energetyczne zależne są od dwóch podstawowych czynników: przepływów i spadów. Pierwszy element określony hydrologią rzeki, ze względu na znaczną zmienność w czasie, przyjmuje się na podstawie wieloletnich obserwacji dla przeciętnego roku o średnich warunkach hydrologicznych natomiast spady rzeki odnosi się do rozpatrywanego odcinka rzeki. Zasoby energetyczne wód opisuje wielkość zwana katasterem sił wodnych. Kataster sił wodnych, określany wg wytycznych Światowej Konferencji Energetycznej, obejmuje te zasoby rzeki bądź odcinka rzek, które wykazują potencjał jednostkowy wyższy niż 100 kW/km.

Metodyka szacowania zasobów energii wód powierzchniowych

Zasoby energii wodnej oszacowano jako zasoby teoretycznie i technicznie możliwe do pozyskania.

Potencjał teoretyczny określany również jako potencjał surowy (brutto), to suma energii uzyskana dla konkretnego odcinka rzeki obliczana wg wzoru:

$$A_{\text{sr}} = 8760 \cdot P_{\text{sr}} \quad [\text{kWh}] \quad (\text{II.9})$$

$$P_{\text{sr}} = 9,81 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot H_{\text{sr}} \quad (\text{II.10})$$

gdzie:

P_{sr} – moc średnia, [kW]

Q_{sr} – przepływ średni z wielolecia, [m³/s]

H_{sr} – spad odcinka rzeki, [m]

Zgodnie z przyjętą metodologią szacowania potencjału teoretycznego potencjał górnej Wisły obliczany jest od ujścia Soły do ujścia Sanu czyli poza woj. śląskim. Potencjał Soły wynosi 282 GWh/a. Potencjał Warty 1032 GWh/a przy czym dla obszaru woj. śląskiego przyjęto 10% tej wartości. Potencjał Odry wynosi 2802 GWh/a a dla woj. śląskiego przyjęto analogicznie 10% tej wartości. Zatem cały potencjał teoretyczny dla województwa śląskiego szacuje się na ok. 460 GWh/a. Przy łącznych zasobach teoretycznych kraju wynoszących ok. 23 000 GWh/a stanowi to zaledwie 2%.

Potencjał techniczny określany jako potencjał netto, jest to potencjał, który można pozyskać w wyniku realizacji wszystkich budowli piętrzących i elektrowni możliwych do wykonania ze względów technicznych. Potencjał techniczny jest znacznie mniejszy od zasobów teoretycznych gdyż wiąże się z wieloma ograniczeniami i stratami, z których najważniejsze to:

- ✓ nierównomierność naturalnych przepływów w czasie
- ✓ naturalna zmienność spadów (związana np. z przepływem wód powodziowych)
- ✓ sprawność stosowanych urządzeń
- ✓ bezzwrotne pobory wody dla celów nieenergetycznych
- ✓ konieczność zapewnienia minimalnego przepływu wody w korycie rzeki poza elektrownią (nienaruszalnego lub biologicznego)

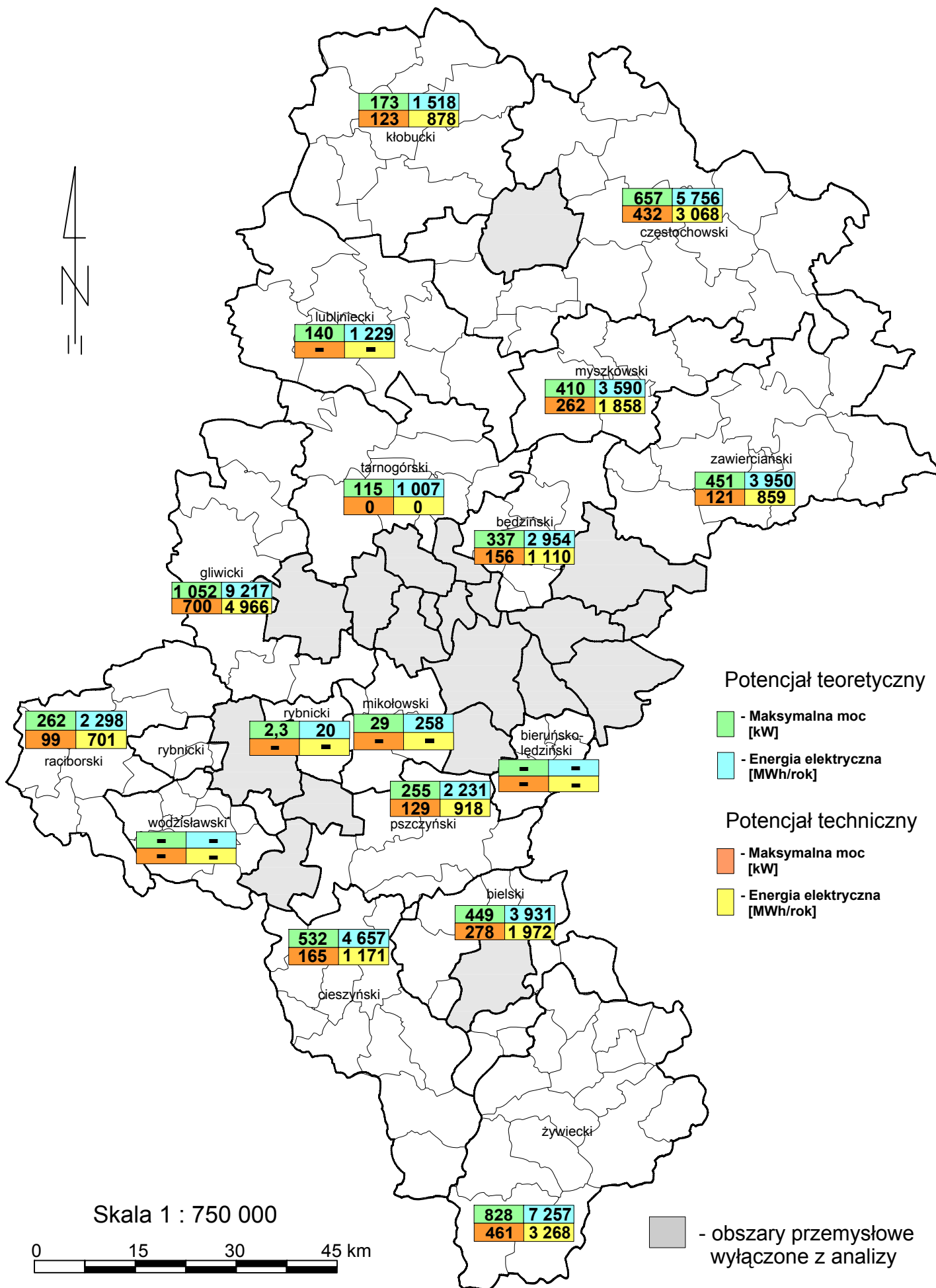
Potencjał techniczny określono sumując produkcję energii elektrycznej dużych elektrowni Wodnych:

- Porąbka - 28.388 MWh/rok [1977 r.]
- Tresna - 34.796 MWh/rok [1977 r.]
- 18 czynnych Małych Elektrowni Wodnych : 6.746 MWh/rok [2003 r.]
- oraz możliwą do uzyskania produkcję energii elektrycznej przy budowie MEW na istniejących obiektach w lokalizacjach których wykorzystanie jest perspektywicznie realne: 19 892 MWh/rok.

Stąd szacowany potencjał techniczny dla woj. śląskiego wynosi: 89,82 GWh/rok i stanowi to 19% potencjału teoretycznego.

Według zgodnych analiz i ekspertyz możliwości dużej energetyki wodnej na terenie województwa śląskiego zostały wyczerpane zatem w opracowaniu skoncentrowano się na możliwości energetycznego wykorzystania małych cieków wodnych.

Rycina II.24. Energia wody



Przyjęte założenia obliczeniowe szacowania potencjału teoretycznego zasobów wodno-energetycznych spowodowały, że w przedstawionych szacunkach teoretycznych nie są uwzględnione zasoby tzw. małej energetyki wodnej a więc możliwości budowy elektrowni wodnych o mocach poniżej 5 MW i mikroelektrowni o mocach do 100 kW.

Stąd potencjał teoretyczny (Ryc. II.24 i tab. II.20) przyjęto jako potencjał wynikający z możliwości zagospodarowania energetycznego wszystkich istniejących i planowanych piętrzeń przy założeniu wykorzystania całego przepływu, istniejącego spadku i założeniu 100% sprawności elektrowni wodnych oraz przy założeniu braku ograniczeń finansowych.

Metodologia ta jest zgodna z przyjętą przy opracowaniu strukturalnego rozmieszczenia zasobów wodno-energetycznych w Polsce. Jako kryterium wyjściowe przyjęto wielkość spadku minimalnego 1,6 m i przepływ roczny średni nie mniejszy niż 0,1 m³/s. Nie uwzględniano obiektów, które znalazły się w materiałach inwentaryzacyjnych jako piętrzenia, które kiedyś istniały i zostały zlikwidowane.

Potencjał techniczny (Ryc.II.24 i tab.II.20) został określony dla wymienionych obiektów po wstępnej analizie możliwości ekonomicznej i energetycznej ich wykorzystania.

Analiza energetyczna uwzględniała:

- ✓ warunki lokalizacyjne piętrzenia /parametry wyjściowe/ i możliwe do uzyskania efekty energetyczne
- ✓ możliwość użytkowania lub reaktywowania urządzeń piętrzących
- ✓ stan istniejących budowli oraz możliwość ich adaptacji dla potrzeb MEW
- ✓ zakres przewidywanych robót i spodziewane nakłady inwestycyjne

Po wstępnej analizie istniejących piętrzeń wytypowano obiekty planowane do energetycznego wykorzystania w pierwszej kolejności tj. takie dla których jednostkowy koszt wyprodukowania energii elektrycznej jest niższy niż 50% obowiązującej aktualnie ceny zakupu energii przez przedsiębiorstwa energetyczne (dla tych obiektów potencjał techniczny wyróżniono kolorem czerwonym) oraz obiekty do realizacji w drugiej kolejności, gdzie wskaźnik kosztów jest zawarty pomiędzy 50 a 100% (dla tych obiektów potencjał techniczny wyróżniono kolorem czarnym). Dla obiektów dla których koszty wyprodukowania energii przekraczają koszty zakupu w zestawieniu pominięto podawanie potencjału technicznego. Do porównania przyjęto cenę zakupu energii odnawialnej „zielonej” w wysokości 245 zł/MWh. W zestawieniu MWE dla poszczególnych powiatów, obok potencjału teoretycznego, podano potencjalne techniczne efekty

energetyczne możliwe do uzyskania w omawianej lokalizacji (przy przyjęciu kryterium jak wyżej).
Wielkość mocy została określona wg roboczego wzoru:

$$P_{\text{sr}} = 7,0 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot H_{\text{sr}} \quad [\text{kW}] \quad (\text{II.11})$$

Natomiast energię określono wzorem:

$$A_{\text{sr}} = 7,0 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot 0,9 \cdot H_{\text{sr}} \cdot 8760 \cdot 0,9 \quad [\text{kWh}] \quad (\text{II.12})$$

Należy podkreślić, że obliczone i podane efekty energetyczne są to efekty potencjalne (brutto). Przyjęty we wzorach ogólny wskaźnik sprawności 7,0 powinien być korygowany odpowiednio do projektowanych turbozespołów.

W tabeli II.20 poniższym zestawiono istniejące obiekty piętrzące w powiatach nieprzemysłowych województwa śląskiego. Podano nazwę obiektu, miejscowości, gminę, lokalizację obiektu, rodzaj obiektu, parametry energetyczne (przepływ, spad, teoretyczną moc i energię, potencjał techniczny: moc i energię – przy uwzględnieniu kryterium przedstawionym w tekście). Pogrubioną czcionką oznaczono lokalizacje szczególnie korzystne do realizacji małych elektrowni wodnych.

Tabela II.20 Zestawienie istniejących obiektów piętrzących w powiatach nieprzemysłowych woj. śląskiego

nr	Nazwa obiektu Miejscowość (Gmina)	Lokalizacja rzeka (dorzecze)	Rodzaj obiektu	Parametry energetyczne					
				Przepływ Q śr. [m³/s]	Spad H max. [m]	potencjał teoretyczny		potencjał techniczny	
						Moc N [kW]	Energia A [MWh/rok]	Moc N [kW]	Energia A [MWh/rok]
POWIAT KŁOBUCKI						173,3	1 518,5	123,7	877,7
1	Starokrzepice (Krzepice)	Liswarta (Warta)	Elektrownia (młyn przy jazie)	5,0	2,2	107,9	945,3	77,0	546,4
2	Nowa Kuźnica (Przystajń)	Liswarta (Warta)	Młyn	2,9	2,3	65,4	573,2	46,7	331,3
POWIAT CZĘSTOCHOWSKI						657,1	5 756,0	432,4	3 068,1
3	Okolowice (Koniecpol)	Pilica (Wisła)	Spiętrzenie dla stawów rybnych	8,7	2,3	196,3	1 719,6	140,1	993,9
4	Koniecpol (Koniecpol)	Pilica (Wisła)	Młyn (nieużywany)	8,1	2,1	166,9	1 461,8	119,1	844,9

5	Rzeki Wielkie (Kłomnice)	Warta (Odra)	Siłownia fabryki (nieczynna)	7,1	3,0	209,0	1 830,4	149,1	1 058,0
6	Smyków (Przyrów)	Wiercica (Warta)	Młyn	1,5	2,3	33,8	296,5	24,2	171,4
7	Zalesice (Janów)	Wiercica (Warta)	Zbiornik rekreacyjny	1,4	2,5	34,3	300,8		
8	Złoty Potok (Janów)	Wiercica (Warta)	Zbiornik rekreacyjny	0,2	2,7	5,3	46,4		
9	Złoty Potok (Janów)	Wiercica (Warta)	Młyn (nieczynny)	0,2	2,1	4,1	36,1		
10	Błachownia (Błachownia)	Stradomka (Konopka)	Zbiornik rekreacyjny	0,3	2,5	7,4	64,5		
POWIAT LUBLINECKI						140,3	1 228,9	0,0	0,0
11	Lisów (Herby)	Liswarta (Warta)	Zbiornik rolniczy	1,0	3,3	32,4	283,6		
12	Panoszów (Ciasna)	Pot. Jeżówki (Liswarta)	Młyn (nieczynny)	5,0	2,2	107,9	945,3		
POWIAT MYSZKOWSKI						409,8	3 589,5	261,8	1 857,6
13	Poraj (Poraj)	Warta (Odra)	zbiornik rekreacyjny - próg regulacyjny	3,4	11,0	366,9	3 214,0	261,8	1 857,6
14	Postęp (Koziegłowy)	Warta (Odra)	próg regulacyjny	1,9	2,3	42,9	375,5		
POWIAT ZAWIERCIAŃSKI						451,0	3 950,4	121,1	859,3
15	Przyłęk (Szczekociny)	Pilica (Wisła)	młyn (nieużywany)	6,2	2,5	152,1	1 332,0	108,5	769,9
16	Zawada (Irządze)	Krztynia (Pilica)	młyn nieczynny	0,8	2,0	15,7	137,5		
17	Przyłubsko (Kroczyce)	Krztynia (Pilica)	zbiornik rolniczy	0,4	2,3	9,0	79,1		
18	Siamoszyce (Kroczyce)	Krztynia (Pilica)	zbiornik rolniczy - młyn nieczynny	0,6	2,5	14,7	128,9		
19	Wilków (Irządze)	Białka (Krztynia)	młyn nieczynny	0,6	2,5	14,7	128,9		
20	Dzibice (Kroczyce)	Białka (Krztynia)	zbiornik rolniczy	0,5	6,0	29,4	257,8		
21	Chruszczobród (Łazy)	Mitrega (Czarna Przemsza)	młyn	0,4	2,4	10,1	88,7		
22	Breziny (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn	2,0	1,4	27,2	238,0		
23	Łany Wielkie (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn	2,0	1,6	31,1	272,2		
24	Łany Wielkie (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn i nawodnienia	1,9	1,2	21,9	191,8		
25	Żarnowiec (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn nieczynny i nawodnienia	0,9	2,0	17,7	154,7	12,6	89,4
26	Wola Libertowska (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn	2,0	1,4	27,2	238,0		
27	Wola Libertowska (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	młyn	0,7	3,7	25,8	225,8		
28	Kleszczowa	Pilica (Wisła)	młyn (nieczynny)	0,5	2,5	12,5	109,6		

	(Pilica)									
29	Kleszczowa (Pilica)	Pilica (Wisła)	młyn	0,5	1,6	8,0	70,1			
30	Jastrzebie (Pilica)	Pilica (Wisła)	młyn (nieczynny)	0,5	2,3	9,9	87,0			
31	Wierbka (Pilica)	Pilica (Wisła)	młyn	0,4	1,4	5,6	49,3			
32	Sławinów (Pilica)	Pilica (Wisła)	jaz melioracyjny	0,3	1,5	4,3	37,4			
33	Zabrodzie (Żarnowiec)	Uniejówka (Pilica)	jaz melioracyjny	0,8	1,8	14,1	123,7			
POWIAT GLIWICKI						1052,2	9 217,3	699,9	4 966,2	
34	Czarków (Wielowieś)	Piła (Mała Panew)	Tartak (nieczynny)	0,2	2,5	5,5	47,9			
35	Czarków (Wielowieś)	Piła (Mała Panew)	Siłownia wodna (nieczynna)	0,2	2,5	5,5	47,9			
36	Pławniowice (Rudziniec)	Kłodnica (Odra)	Piętrzenie dla potrzeb żeglugi	2,9	1,7	48,0	420,3			
37	Rudziniec Śluza (Rudziniec)	Kanał Gliwicki (Kłodnica)	zbiornik alimentacyjny	2,5	6,3	154,5	1 353,5	110,3	782,3	
38	Dierzno - Jaz (Rudziniec)	Kanał Gliwicki (Kłodnica)	wpust wody z kanału do Zbiornika Dierzno Duże	1,4	4,0	56,1	491,6	40,0	284,1	
39	Dierzno Duże (Rudziniec)	Kanał Gliwicki (Kłodnica)	zasilanie kanału Gliwickiego ze Zb. Dierzno Duże	6,6	8,5	549,5	4 813,7	392,1	2 782,2	
40	Dierzno II (Pyskowice)	Drama (Kłodnica)	zbiornik retencyjny	2,5	9,0	220,7	1 933,6	157,5	1 117,6	
41	Pyskowice (Pyskowice)	Drama (Kłodnica)	młyn (nieczynny)	0,8	1,6	12,4	108,9			
POWIAT TARNOGÓRSKI						114,9	1 006,7	0,0	0,00	
42	Kalety (Kalety)	Mała Panew (Odra)	Ujęcie dla zakł. Celulozowych	1,1	2,5	27,0	236,3			
43	Zielona (Kalety)	Mała Panew (Odra)	Zbiornik rolniczy	0,7	3,7	25,4	222,6			
44	Tworóg (Tworóg)	Brzeźnica / Kanar (Stoła)	Jaz melioracyjny	0,3	2,9	10,0	87,6			
45	Strzybnica (Tarnowskie Góry)	Stoła (Mała Panew)	Młyn (zlikwidowany)	0,3	2,0	5,4	47,4			
46	Kaminiec (Zbrosławice)	Drama (Kłodnica)	Jaz z ujęciem wody dla zbiornika retencyjnego (roln.)	0,3	2,4	6,9	60,6			
47	Karchowice (Zbrosławice)	Drama (Kłodnica)	Jaz z ujęciem wody dla zbiornika retencyjnego (roln.)	0,4	2,1	7,5	65,7			
48	Zawada (Zbrosławice)	Drama (Kłodnica)	Młyn (nieczynny)	0,7	1,8	12,6	110,3			
49	Rogożnik 1 (Świerklaniec)	Jaworznik (Brynica)	Zbiornik retencyjno-rolniczy	0,30	2,5	7,4	64,5			

50	Rogoźnik 2 (Świerklaniec)	Jaworznik (Brynica)	Zbiornik retencyjno- rolniczy	0,30	2,5	7,4	64,5		
51	Strzybnica (Tarnowskie Góry)	Stoła (Mała Panew)	Młyn (zlikwidowany)	0,28	2,0	5,4	47,3		
POWIAT BĘDZIŃSKI						337,2	2 953,8	156,4	1 109,9
52	Będzin (Będzin)	Czarna Przemsza (Przemsza)	Jaz betonowy, ujęcie wody pitnej	3,4	1,5	49,9	437,0		
53	Łagisza (Będzin)	Czarna Przemsza (Przemsza)	Jaz betonowy, ujęcie wody przemysłowej	3,3	1,6	51,0	446,9		
54	Zbiornik Przeczyce (Mierzecice)	Czarna Przemsza (Przemsza)	Zapora ziemna, zbiornik z ujęciem wody przemysłowej	2,2	10,3	219,2	1 920,2	156,4	1 109,9
55	Siewierz (Siewierz)	Czarna Przemsza (Przemsza)	młyn	1,1	1,57	17,1	149,8		
POWIAT RACIBORSKI						262,3	2 297,6	98,8	701,3
56	Brantółka (Kuźnia Raciborska)	Ruda (Odra)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	3,3	3,1	100,1	876,5	71,4	506,6
57	Nędza - Jaz na Pot. Cichowieckim (Nędza)	Potok Cichowiecki / Łęgoń (Odra)	Jaz melioracyjny	0,3	1,9	5,4	47,7		
58	Nędza - Jaz na Suminie (Nędza)	Sumina (Odra)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,6	1,5	9,7	84,7		
59	Szamocice (Nędza)	Sumina (Odra)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,5	1,7	8,1	70,9		
60	Markowice (Racibórz)	Bodek Łęgoń (Odra)	Jaz z ujęciem dla stawów rybnych	0,2	2,0	3,4	30,2		
61	Bieńkowice (Krzyżanowice)	Psina (Odra)	Młyn (nieczynny)	2,0	2,0	38,5	336,9	27,4	194,7
62	Bojanów (Krzyżanowice)	Psina (Odra)	Młyn (nieczynny)	1,6	2,0	31,6	276,7		
63	Wojanów (Krzyżanowice)	Psina (Odra)	Jaz melioracyjny	1,6	2,0	30,1	264,1		
64	Cyprzanów (Pietrowice Wielkie)	Psina (Odra)	Młyn (nieczynny)	0,8	2,0	16,1	140,9		
65	Maków (Pietrowice Wielkie)	Psina (Odra)	Młyn (nieczynny)	0,6	2,0	12,6	110,0		
66	Bolesław (Krzyżanowice)	Młynówka Bolesławiecko- Tworkowska (Psina)	Jaz melioracyjny	0,2	2,2	3,4	29,6		
67	Tworków (Krzyżanowice)	Młynówka Tworkowska (Psina)	Młyn (nieczynny)	0,2	2,2	3,4	29,6		
POWIAT RYBNICKI						2,3	20,3	0,0	0,0

68	Pstrążna (Lyski)	Sumina (Odra)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,1	1,7	2,3	20,3		
POWIAT MIKOŁOWSKI						29,4	257,8	0,0	0,0
69	Łaziska (Łaziska Górne)	Gostynka (Wisła)	Zbiornik retencyjny	1,0	3,0	29,4	257,8		
POWIAT BIERUŃSKI						0,0	0,0	0,0	0,0
POWIAT WODZISŁAWSKI						0,0	0,0	0,0	0,0
POWIAT PSZCZYŃSKI						254,7	2 230,9	129,4	917,9
70	Zb. Goczałkowicki (Pszczyna)	Wisła (Bałtyk)	Zapora ziemna i zbiornik wody pitnej z ujęciem	1,7	11,0	181,3	1 588,1	129,4	917,9
71	Zb. Goczałkowicki (Pszczyna)	Wisła (Bałtyk)	Ujęcie wody dla stawów rybnych	0,3	6,0	17,7	154,7		
72	Łąka (Pszczyna)	Pszczynka (Wisła)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,5	8,0	39,2	343,7		
73	Halonowiec (Pszczyna)	Potok Młynówka / Pszczynka (Wisła)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,6	2,8	16,5	144,4		
POWIAT CIESZYŃSKI						531,6	4 656,6	165,0	1 171,0
74	Owczarnia - Jaz (Zebrzydowice)	Pielgrzymówka (Piotrówka)	Jaz melioracyjny	0,4	2,0	7,8	68,7		
75	Wisła Obłaziec (Wisła)	Mała Wisła (Wisła)	Jaz - ujęcie dla Młynówki	2,6	2,3	59,6	521,8		
76	Wisła Czarne - Zapora (Wisła)	Wisła (Bałtyk)	Zapora i zbiornik z ujęciem wody komunalnej	0,6	28,5	153,8	1 347,0	109,7	778,6
77	Pierściec (Skoczów)	Młynówka (Wisła)	Próg do regulacji spadku podłużnego dna	0,5	3,6	17,7	154,7		
78	Pierściec (Skoczów)	Młynówka (Wisła)	Jaz (dawniej tartak i młyn - nieczynne)	0,5	3,5	17,2	150,4		
79	Ochaby Małe (Skoczów)	Młynówka (Knajka)	Młyn (napęd z sieci)	0,3	3,3	9,6	83,8		
80	Hermanowice (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Jaz do regulacji spadku wody	0,5	2,2	10,8	94,5		
81	Hermanowice "Folwark" (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Była siłownia tartaku i el. wodna	0,5	2,5	12,3	107,4		
82	Ustroń - Siłownia Kuźni Ustroń (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Elektrownia do zasilania Kuźni (nieczynna)	0,5	5,0	24,5	214,8	17,5	124,2
83	Ustroń (ul. 22 lipca 27) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Próg do regulacji spadku wody (była el. wodna)	0,5	2,4	11,8	103,1		

84	Ustroń (ul. Mickiewicza 6) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Młyn (nieczynny)	0,5	2,5	12,3	107,4		
85	Ustroń (ul. 1-go maja 12) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Elektrownia (nieczynna)	0,5	4,8	23,5	206,2	16,8	119,2
86	Ustroń Polana (były FSM Nr 3) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Elektrownia (nieczynna)	0,5	5,4	26,5	232,0		
87	Ustroń Polana (SKR Zakł. Wylęgu Drobiu) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko-Ustrońska (Wisła)	Młyn (nieczynny)	0,5	4,0	19,6	171,9		
88	Brenna - Bukowa (Brenna)	Brennica (Mała Wisła)	Jaz do regulacji spadku wody	0,45	2,2	9,7	85,1		
89	Brenna - Bukowa (Brenna)	Brennica (Mała Wisła)	Jaz - próg naturalny (regul. spadku wody)	0,35	2,6	8,9	78,2		
90	Brenna - Leśnica (Brenna)	Leśnica (Brennica)	Jaz do regulacji spadku wody	0,3	3,8	11,0	96,7		
91	Brenna - Hołcyna (Brenna)	Hołcyna (Brennica)	Zapora przeciwrumowiskowa	0,2	5,0	9,8	85,9		
92	Ustroń Poniwiec (Ustroń)	Poniwiec (Wisła Mała)	Jaz do regulacji spadku wody	0,12	2,0	2,4	20,6		
93	Ustroń Polana (Ustroń)	Poniwiec (Wisła Mała)	Jaz do regulacji spadku wody	0,1	5,0	4,9	43,0		
94	Cieszyn Błogocice (Cieszyn)	Olza (Odra)	Jaz dla ujęcia wody do Młynówki Cieszyńskiej	1	1,8	17,7	154,7		
95	Cieszyn "Młyn "Eisnera" (Cieszyn)	Młynówka Cieszyńska (Olza)	Młyn (napęd z sieci)	1,5	2,0	29,4	257,8	21,0	149,0
96	Cieszyn Siłownia "Przykopa" (Cieszyn)	Młynówka Cieszyńska (Olza)	Młyn (nieczynny)	0,5	3,5	17,2	150,4		
97	Cieszyn Błogocice (ul Mostowa 2) (Cieszyn)	Młynówka Cieszyńska (Olza)	Elektrownia (nieczynna)	0,5	2,8	13,7	120,3		
POWIAT BIELSKI						448,7	3 931,0	278,0	1 972,4
98	Ligota -jaz (Czechowice-Dziedzice)	Wapiennica (Iławica)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,5	2,2	10,5	91,9		
99	Bestwinka - Jaz (Czechowice-Dziedzice)	Łękawka (Wisła)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych	0,8	1,6	12,2	107,2		
100	Czaniec (Porabka)	Młynówka Czaniecka (Soła)	Ujęcie wody ze zbiornika Czaniec	5,8	5,7	321,5	2 816,1	229,4	1 627,7
101	Pisarzowice (Wilamowice)	Pisarzówka (Soła)	Jaz piętrzący dla ujęcia wody dla cegielni i stawów rybnych	0,3	1,8	5,3	46,4		

102	Szczyrk Wodospad (Szczyrk)	Żylica (Soła)	Zapora przeciwrumowiskowa - ujęcie wody kmunalnej	0,3	2,5	6,9	60,2		
103	Szczyrk (Szczyrk)	Potok bez nazwy (Żylica)	Próg do regulacji spadku podłużnego koryta	0,1	2,0	2,4	20,6		
104	Roztropice (Jasiennica)	Łłownica (Wisła)	Jaz i ujęcie wody dla stawów rybnych	1,0	3,5	34,3	300,8	24,5	173,8
105	Międzyrzecze Dln (Jasiennica)	Młynówka (Jasienniczanka)	Młyn (napęd z sieci)	0,9	2,6	21,9	192,2		
106	Międzyrzecze Dolne (Jasiennica)	Młynówka (Jasienniczanka)	Tartak (nieczynny)	0,9	4,0	33,7	295,6	24,1	170,9
POWIAT ŻYWIECKI						828,4	7 256,9	460,6	3 268,2
107	Żywiec (Żywiec)	Soła (Wisła)	Próg do redukcji spadku podłużnego rzeki	14,8	1,7	246,8	2 162,1	176,1	1 249,7
108	Żywiec - Sporysz - Elektrownia (Żywiec)	Młynówka Koszarawy (Soła)	Elektrownia (nieczynna)	7,0	2,0	137,3	1 203,1	98,0	695,4
109	Cicha I (Koszarawa)	Koszarawa (Soła)	Próg do wyrównywania przepływu	0,2	1,7	3,3	29,2		
110	Cicha II (Koszarawa)	Koszarawa (Soła)	Próg do wyrównywania przepływu	0,2	1,7	3,3	29,2		
111	Sopotnia Wielka (Jeleśnia)	Sopotnia Wielka (Sopotnia)	Próg naturalny	0,6	12,0	73,0	639,4	52,1	369,5
112	Korbielów Strażnica (Jeleśnia)	Glinna (Krzyżówka)	Próg naturalny	0,6	2,8	15,1	132,3		
113	Korbielów - Kamienna I (Jeleśnia)	Buczynka (Glinna)	Próg do regulacji przepływów	0,1	1,7	1,7	14,6		
114	Korbielów - Kamienna IV (Jeleśnia)	Buczynka (Glinna)	Próg do regulacji przepływów	0,2	1,8	3,5	30,9		
115	Korbielów - Kamienna II (Jeleśnia)	Buczynka (Glinna)	Próg do regulacji przepływów	0,3	2,2	6,5	56,7		
116	Korbielów - Kamienna III (Jeleśnia)	Buczynka (Glinna)	Próg do regulacji przepływów	0,4	4,5	17,7	154,7		
117	Węgierska Górka (Węgierska Górka)	Młynówka (Soła)	Elektrownia (nieczynna) w odlewni żeliwa	2,0	1,8	35,3	309,4	25,2	178,8
118	Rajcza - Elektrownia Sanatorium	Potok Ujsoły (Soła)	Elektrownia (nieczynna)	2,0	7,8	153,0	1 340,6	109,2	774,8

	(Milówka)								
119	Złatna I (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do redukcji spadku podł. dna	0,7	2,2	14,7	128,6		
120	Złatna X (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do wyrówn. przepływów i przeciwrumowisk.	0,5	2,4	11,8	103,1		
121	Złatna IX (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do wyrówn. przepływów i przeciwrumowisk.	0,5	2,4	11,8	103,1		
122	Złatna VIII (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do wyrówn. przepływów i przeciwrumowisk.	0,5	2,4	11,8	103,1		
123	Złatna VII (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do wyrówn. przepływów i przeciwrumowisk.	0,5	2,4	11,8	103,1		
124	Złatna VI (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do wyrówn. przepływów i przeciwrumowisk.	0,5	2,2	10,8	94,5		
125	Złatna II (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do redukcji spadku podł. dna i przeciwrumowisk.	0,5	5,0	24,5	214,8		
126	Złatna III (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do redukcji spadku podł. dna i przeciwrumowisk.	0,4	5,0	19,6	171,9		
127	Złatna IV (Ujsoły)	Bystra (Ujsoły)	Próg do redukcji spadku podł. dna i przeciwrumowisk.	0,3	4,0	11,8	103,1		
128	Złatna V (Ujsoły)	Zajecow (Bystra)	Próg do redukcji spadku podł. dna i przeciwrumowisk.	0,1	3,4	3,3	29,2		

Województwo śląskie posiada zróżnicowane warunki dla rozwoju małej energetyki wodnej. Ogółem w województwie śląskim, na terenach nieprzemysłowych, zlokalizowano 132 istniejące budowle hydrotechniczne. Teoretyczne moce jakie można uzyskać zagospodarowując wszystkie obiekty kształtują się następująco: w 39 obiektach poniżej 10 kW, w 37 obiektach 10 do 20 kW, w 14 obiektach 20 do 30 kW w 23 obiektach 30 do 100 i 19 powyżej 100 kW. Szczególnie dobre warunki posiadają powiaty na południu województwa. Sieć rzeczna jest bardzo rozwinięta i zróżnicowana: obok większych rzek jak Wisła (górný bieg) i Soła występuje tu wiele mniejszych dopływów i małych potoków. Przepływy średnie w różnych ciekach wynoszą od 0,1 do 20,4 m³/s, przeważają przepływy powyżej 2 m³/s, przepływy powyżej 2,0 m³/s występują w ponad 10% przekrojów. O dużych możliwościach energetycznych cieków decydują duże spadki podłużne rzek i potoków, wynikające z faktu że większość tych terytorium południowego woj. śląskiego stanowią góry. Centralne powiaty województwa mają dobre warunki rozwoju małej energetyki

wodnej. Teren jest zróżnicowany wysokościowo, co odbija się korzystnie na spadkach rzek, sieć rzeczna rozwinięta, występują liczne sztuczne zbiorniki dla zaopatrzenia w wodę tej wysoce uprzemysłowionej i zurbanizowanej części województwa, spotyka się często piętrzenia dla celów żeglugowych, dla zasilania kanałów i in. Wprawdzie pobory wody niejednokrotnie poważnie obniżają możliwości energetycznego wykorzystania piętrzeń, ale mimo to pozostają one atrakcyjne dla energetyki wodnej. Największe przepływy średnie występują w Czarnej Przemszy w Sosnowcu (4,64 m³/s) i Kłodnicy w Dzierżoniowie Dużym (5,59 m³/s). Część tego regionu stanowi wododział Wisły i Odry. Powiaty północnej części województwa posiadają przeciętne warunki dla rozwoju małej energetyki wodnej nie mniej jednak wszystkie zinwentaryzowane obiekty piętrzące są w dobrym stanie technicznym co jest zjawiskiem rzadko spotykanym w innych częściach województwach i wynika głównie z dużego udziału zbiorników retencyjnych nie podlegającym tak szybkiemu niszczeniu jak mniejsze obiekty.

3.6. Energii geotermalna

Wody geotermalne w Polsce występują na obszarze około 2/3 terytorium kraju. Nie oznacza to, że na całym tym obszarze istnieją obecnie warunki techniczno-ekonomiczne uzasadniające budowę instalacji geotermalnych. Przy znanych technologiach pozyskiwania i wykorzystywania wody geotermalnej w obecnych warunkach ekonomicznych najefektywniej mogą być wykorzystane wody geotermalne o temperaturze większej od 60°C. W zależności od przeznaczenia i skali wykorzystania ciepła tych wód oraz warunków ich występowania, nie wyklucza się jednak przypadków budowy instalacji geotermalnych, nawet gdy temperatura wody jest niższa od 60°C.

3.6.1. Warunki hydrogeotermalne jednostek geologicznych województwa śląskiego

Obszar województwa obejmuje 5 regionalnych jednostek geologicznych (ryc.II.25):

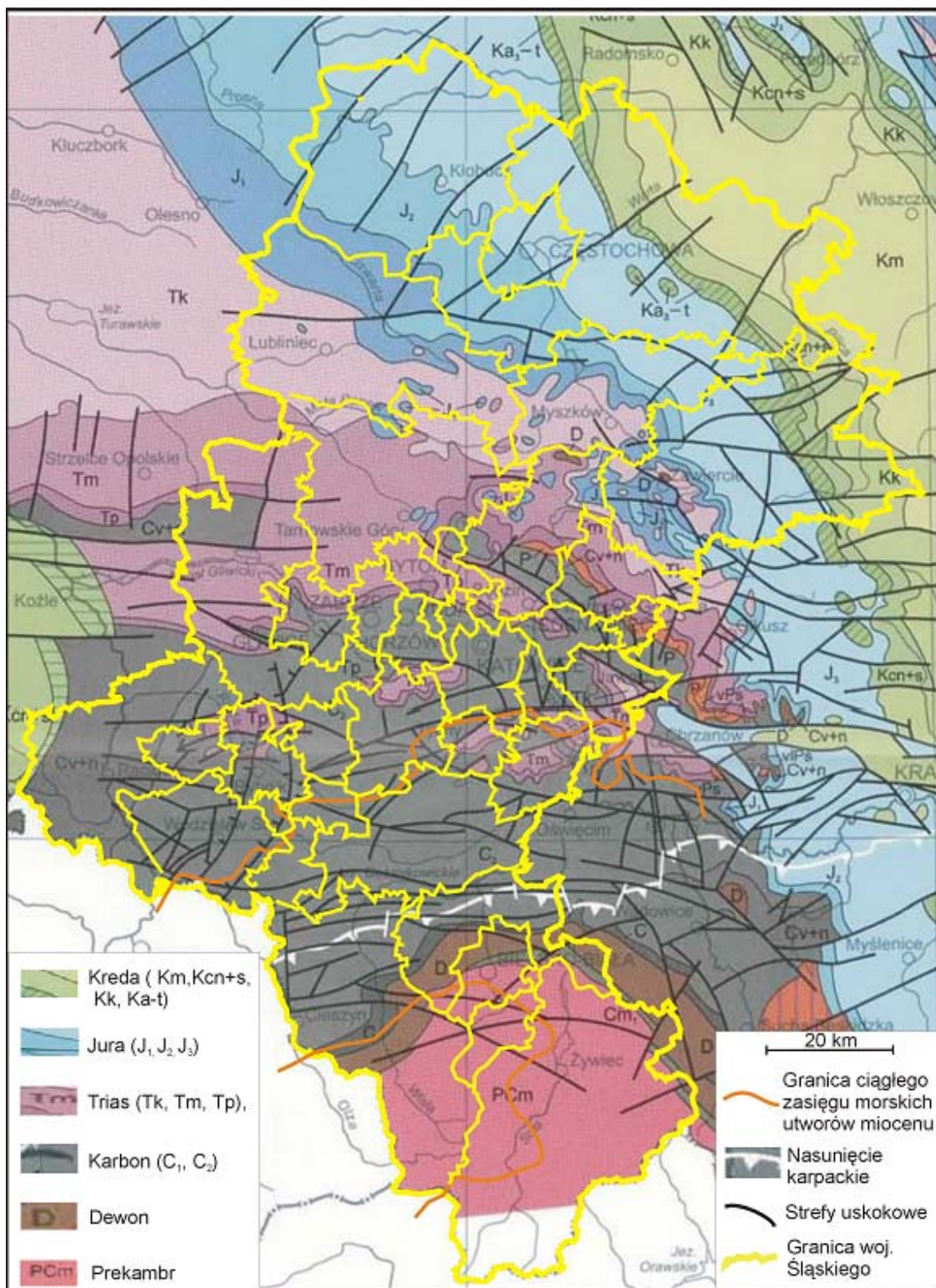
↳ niecka miechowska, w NE części województwa w strefie występowania utworów kredy.

- ↳ monoklina śląsko-krakowska w północnej i środkowej części województwa jako przedłużenie monokliny przedsudeckiej południowej. Jej zasięg wyznacza obszar występowania utworów jury i triasu.
- ↳ zapadlisko górnośląskie na obszarze występowania podtrzeciorzędowych wychodni karbonu górnego.
- ↳ zapadlisko przedkarpackie, którego północną granicę wyznacza zasięg morskich osadów miocenu
- ↳ Karpaty fliszowe

Niecka miechowska

Niecka miechowska występuje na obszarze powiatu częstochowskiego i zawierciańskiego. Na jej obszarze zbiorniki wód termalnych związane są z utworami kredy (głównie cenomanu i albu), jury i triasu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe (w przypadku utworów permu brak jest wiarygodnych danych).

Zbiornik kredowy występuje na maksymalnych głębokościach do 200 m i pomimo bardzo dobrych parametrów zbiornikowych i wydajności do 100 m³/h, ze względu na niskie temperatury wód (około 10 – 15°C) jego wykorzystanie w celach geotermalnych jest ograniczone. Zbiornik kredowy zbudowany jest z piaskowcowych utworów cenomanu i albu a występujące tu wody są z reguły słodkie. Wody znajdują się w warunkach artezyjskich i subartezyjskich. Na podstawie analizy danych otworowych, można założyć, że wydajności dla optymalnego otworu (właściwy dobór płuczki, prawidłowe udostępnienie pełnego interwału utworów zbiornikowych, odpowiednio dobrana średnica rur eksploatacyjnych i rodzaj filtru) mogą osiągać wartości rzędu 50 (strefa zachodnia niecki) – 100 m³/h (strefa wschodnia). Przy standardowo założonym schłodzeniu wód w systemach pomp ciepła do 5°C daje to średnią moc termiczną około 0,6 MW z jednego otworu i energię cieplną 6,0 TJ/rok przy współczynniku wykorzystania mocy 0,3 (potencjał techniczny, Ryc.II.26).



Ryc. II.25. Jednostki geologiczne województwa śląskiego na tle granic powiatów (wg mapy Geologicznej Polski bez utworów kenozoiku pod red. R. Dadleza, S. Marka, J. Pokorskiego)

Zbiornik jurajski na obszarze niecki miechowskiej występuje na głębokościach do około 1000 m i posiada tu bardzo korzystne parametry zbiornikowe. Temperatury wód dochodzą do 30°C w piaskowcowym poziomie doggeru i liasu oraz do 25°C w płytszym, wapiennym poziomie malmu. Główny zbiornik tworzą wapienne utwory malmu i piaskowce liasu o średniej temperaturze wód około 25°C i zmiennej wydajności od 25 nawet do 400 m³/h. Wody są słabo zmineralizowane lub słodkie i występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. W strefach znacznych wydajności wód (rejon Koniecpola) stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 3,0 MW i energii cieplnej około 30 TJ/rok. Wartości te oszacowano posługując się przedstawionymi poniżej formułami w odniesieniu do potencjału technicznego.

Zbiornik triasowy niecki miechowskiej występuje na głębokościach do około 1800 m. Temperatury wód dochodzą do 50°C w piaskowcowym poziomie pstrego piaskowca jednak większe przyływy wód mają miejsce w płytszym poziomie retyku, gdzie temperatury nie przekraczają 35°C a średnia wydajność 5,0 m³/h. Wody występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,1 MW i energii cieplnej około 0,95 TJ/rok.

Monoklina śląsko-krakowska

Monoklina śląsko-krakowska występuje na obszarze powiatu częstochowskiego, myszkowskiego, zawierciańskiego, lublinieckiego, tarnogórskiego, gliwickiego, będzińskiego i dąbrowskiego. Na jej obszarze zbiorniki wód termalnych związane są z utworami jury i triasu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe.

Zbiornik jurajski na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej występuje na głębokościach do około 400 m i posiada tu bardzo korzystne parametry zbiornikowe. Temperatury wód dochodzą do 20°C w piaskowcowym poziomie doggeru i liasu oraz do 13°C w płytszym, wapiennym poziomie malmu. Główny zbiornik tworzą wapienne utwory malmu i piaskowce doggeru o średniej temperaturze wód około 15°C i zmiennej wydajności od 25 nawet do 300 m³/h. Wody są słodkie i występują w warunkach subartezyjskich i sporadycznie artezyjskich. W strefach znacznych wydajności wód stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 1,0 MW i energii cieplnej około 9,5 TJ/rok.

Zbiornik triasowy występuje na głębokościach do około 1000 m pod zbiornikiem jurajskim w części północnej monokliny (powiat kłobucki), do głębokości 200 m w rejonie Kalet i kończy

swój zasięg na powierzchni wzdłuż północnej granicy zagłębia. Główny zbiornik tworzą utwory wapienia muszlowego. W części południowej monokliny (Ryc.II.25, obszar „fioletowy”) średnie wydajności wód kształtują się na poziomie 100 m³/h przy temperaturach do 17°C. Wody są słodkie i występują w warunkach subartezyjskich. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 1,2 MW i energii cieplnej około 11,4 TJ/rok (powiat lubliniecki).

W części północnej monokliny (obszar „niebieski”, Ryc.II.25) wody triasowe występują w warunkach subartezyjskich i artezyjskich a ich temperatury w partiach spagowych zbiornika (pstry piaskowiec) mogą osiągać wartości do 30°C. W głównym zbiorniku środkowo-triasowym średnie temperatury oscylują przeważnie wokół wartości 20°C (od 15 – 25°C), a średnie wydajności ujęć wokół wartości 50 m³/h. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,8 MW i energii cieplnej około 7,6 TJ/rok (powiat częstochowski, myszkowski, zawierciański, kłobucki).

Zapadlisko górnośląskie (część północna, poza zasięgiem miocenu)

Zapadlisko górnośląskie obejmuje zbiorniki wód termalnych związane są z utworami karbonu dewonu i miocenu. Pozostałe utwory (paleozoiczne i prekambryjskie) wykazują niekorzystne parametry zbiornikowe. Na obszarze pozbawionym utworów miocenu (część północna, mapa..., obszar „szary”) wody termalne związane są z utworami karbonu i dewonu.

Zbiornik karboński (karbon górny) tworzą głównie piaskowcowe utwory serii krakowskiej i górnośląskiej. Utwory serii krakowskiej formują zbiornik wód termalnych na wschód od południka Katowic i występują na głębokościach od 700 do 1400 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 20 do 50°C (średnio 30°C) przy wysokiej mineralizacji, powyżej 100 g/l. Wydajności wynoszą od 2 – 25 m³/h, przy znacznych kilkusetmetrowych depresjach.

Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,3 MW i energii cieplnej około 2,9 TJ/rok.

Zbiornik górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu pomimo znacznych temperatur wód (40 – 100°C), ze względu na małe wydajności uzyskiwane z otworów (około 1 m³/h) i duże depresje (kilkusetmetrowe) nie przedstawia większego znaczenia.

Zbiornik serii węglanowej dewonu, z powodu niskich wydajności wód (maks. 1,0 m³/h), pomimo wysokich temperatur wód mieszczących się w przedziale 70 – 100°C - umożliwia

uzyskanie średnich mocy zaledwie około 80 kW z pojedynczego ujęcia i energii cieplnej 0,76 TJ/rok.

Zapadlisko przedkarpackie (zapadlisko górnośląskie pod utworami miocenu)

Na obszarze zapadliska przedkarpackiego zbiorniki wód termalnych związane są z wymienionymi wyżej zbiornikami karbońskim i dewońskim oraz z przykrywającym je zbiornikiem mioceńskim (por. przekrój ryc. II.26)

Zbiornik karboński tworzą piaskowcowe utwory serii krakowskiej i górnośląskiej. Wody termalne osiągają tu średnie temperatury około 30°C przy wysokiej mineralizacji, powyżej 100 g/l. Średnie wydajności wynoszą około 13 m³/h, przy znacznych kilkusetmetrowych depresjach. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,3 MW i energii cieplnej około 2,9 TJ/rok.

Zbiornik górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu, ze względu na małe wydajności uzyskiwane z otworów (około 1 m³/h) nie przedstawia większego znaczenia dla geotermii, podobnie jak zbiornik serii węglanowej dewonu - również z powodu niskich wydajności wód (maks. 1,0 m³/h). Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie ze zbiornika dewońskiego z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,07 MW i energii cieplnej około 0,7 TJ/rok.

Zbiornik mioceński na obszarze zagłębia budują warstwy dębowieckie wykształcone jako zlepieńce, brekcje i piaskowce. Zbiornik występuje w przedziale głębokości 500 – 1300 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 20 do 50°C (średnio 30°C) przy wysokiej mineralizacji 40 – 98 g/l. Wydajności wynoszą od 1 – 32 m³/h (średnio 15 m³/h). Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,4 MW i energii cieplnej około 3,8 TJ/rok.

Karpaty fliszowe

Na obszarze Karpat zbiorniki wód termalnych związane są z wymienionymi wyżej zbiornikami karbońskim i dewońskim oraz z przykrywającym je zbiornikiem mioceńskim (por. przekrój na ryc. II.26). Utwory fliszowe są generalnie nieperspektywiczne.

Zbiornik mioceński na obszarze Karpat występuje w części północnej nasunięcia karpackiego oraz w jego strefie wschodniej i południowej (ryc. II.25). Budują go warstwy dębowieckie wykształcone jako zlepieńce, brekcje i piaskowce. Zbiornik występuje w przedziale głębokości 1300 – 3500 m. Wody termalne osiągają tu temperatury od 35 do 100°C (średnio

50°C) przy wysokiej mineralizacji powyżej 100 g/l. Średnie wydajności można ocenić na 10 m³/h. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,45 MW i energii cieplnej około 4,3 TJ/rok.

Zbiornik dewońsko-dolnokarboński na obszarze Karpat najbardziej interesująco prezentuje się w strefie północnej nasunięcia Karpat, na obszarze powiatu cieszyńskiego i bielskiego. Spękane i skrasowiałe utwory dewonu w tej strefie wykazują podwyższoną porowatość a wydajności z otworów przekraczały 13 m³/h. Wody są silnie zmineralizowane, od kilkudziesięciu do 200 g/l, a ich średnie temperatury ocenia się na 60°C. Stosując pompy ciepła możliwe jest pozyskanie z jednego ujęcia średniej mocy termicznej rzędu 0,5 MW i energii cieplnej około 4,7 TJ/rok.

Metodyka szacowania potencjału energii geotermalnej

Z szerokiego zakresu metod określania potencjału energii geotermalnej (zasoby dostępne, statyczne, dyspozycyjne, eksploatacyjne) w opracowaniu przyjęto zasadę określania mocy termicznej jako miary zasobów dyspozycyjnych (potencjał teoretyczny) i eksploatacyjnych (potencjał techniczny) dla pojedynczego ujęcia.

Potencjał teoretyczny (Ryc.II.26) określany był na podstawie szacowanej średniej temperatury i wydajności wód występujących w obrębie danego zbiornika oraz założonego schłodzenia wód termalnych do temperatury 0°C.

$$P_{\text{teor}} = 0,0012 \cdot t \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (\text{II.13})$$

$$W_{\text{teoret}} = P_{\text{teor}} \cdot 8760 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (\text{II.14})$$

gdzie:

P_{teor} [MW] – teoretyczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia

t [°C] – średnia temperatura wód termalnych

Q [m³/h] – średni strumień wód termalnych

W_{teoret} [TJ/rok] – teoretyczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia

8760 – ilość godzin w roku [h/rok]

Dla oceny potencjału technicznego (Ryc.II.26) przyjęto schłodzenie wód do 5°C w systemach pomp ciepła i współczynnik rocznego wykorzystania mocy cieplnej 0,3.

$$P_{\text{tech}} = 0,0012 \cdot (t - 5) \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (\text{II.15})$$

$$W_{\text{tech}} = P_{\text{tech}} \cdot 8760 \cdot 0,3 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (\text{II.16})$$

gdzie:

P_{tech} [MW] – techniczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia

t [°C] – średnia temperatura wód termalnych

Q [m³/h] – średni strumień wód termalnych

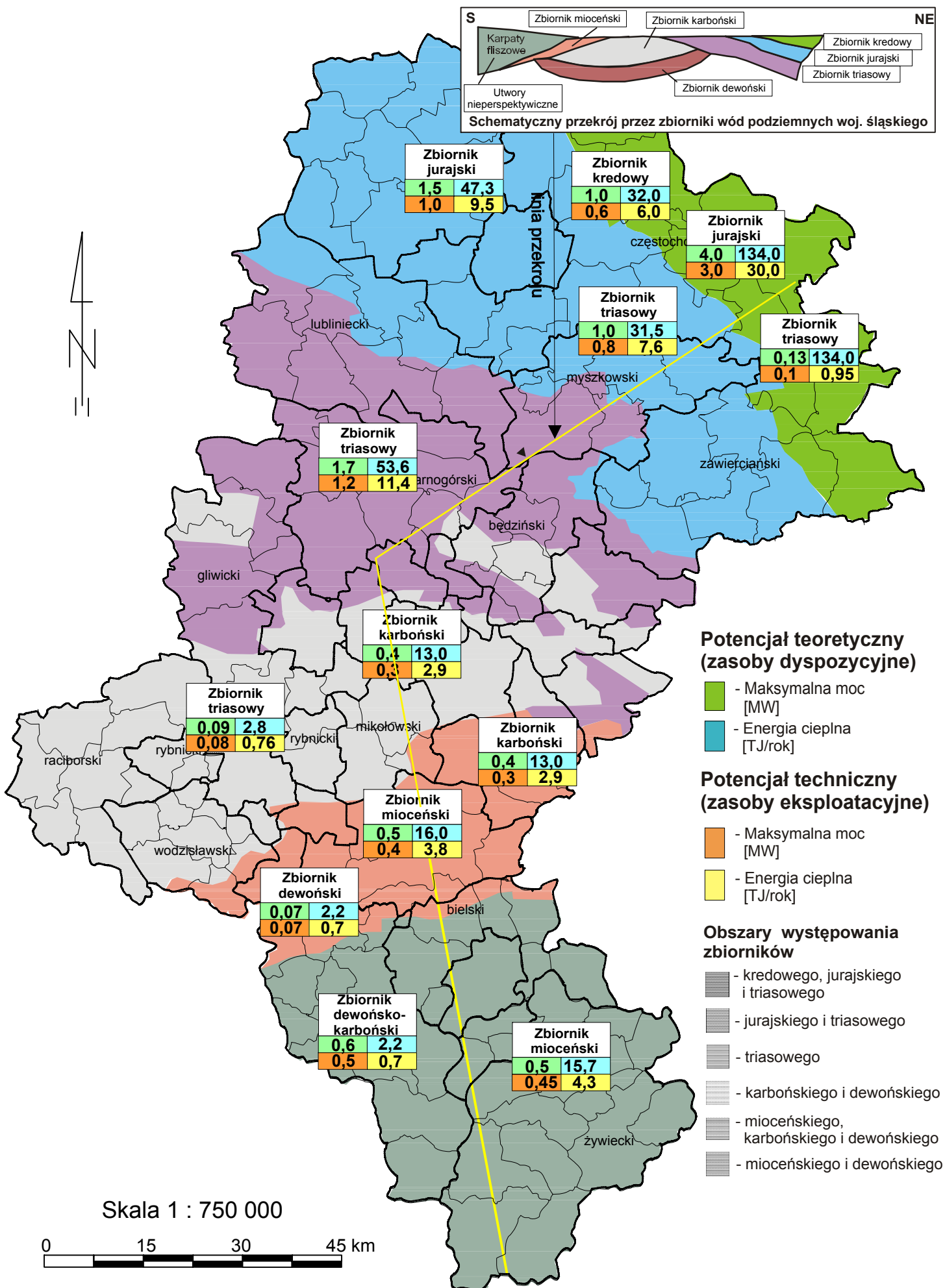
W_{tech} [TJ/rok] – techniczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia

Potencjał energetyczny wód termalnych na obszarze poszczególnych powiatów liczono oddzielnie dla poszczególnych zbiorników występujących na ich obszarze. Przykładowo powiat kłobucki usytuowany w północnej części monokliny śląsko-krakowskiej (Ryc.II.25, obszar „niebieski”) znajduje się nad dwoma zbiornikami: jurajskim i triasowym. Jak wynika z zestawienia, zarówno zbiornik jurajski jak i triasowy na obszarze powiatu wykazują zmienność parametrów geotermalnych. Wynika to nachyleń zbiorników, co powoduje, że np. w SW części powiatu zbiornik jurajski występuje w strefach przypowierzchniowych (temperatury wód około 7°C), a w części NE na głębokości około 270 m (temperatury wód do 15°C). Również wydajności danego zbiornika mogą ulegać zmianie w różnych strefach powiatu.

Najbardziej korzystne warunki do wykorzystania energii geotermalnej występują na obszarze powiatów północnych województwa (niecka miechowska, monoklina śląsko-krakowska – zbiornik jurajski i triasowy) oraz w mniejszym stopniu w północnej części powiatu cieszyńskiego i bielskiego (strefa brzeżna Karpat - zbiornik dewoński). Nawet jednak w najbardziej uprzywilejowanych geotermalnie powiatach warunki hydrogeotermalne poszczególnych gmin mogą się różnić w sposób istotny zarówno w wyniku zmian porowatości i przepuszczalności utworów zbiornika jak i zmiany jego głębokości.

Uwaga: Oszacowane wydajności a tym samym moce termiczne z danych opróbowań wykonanych głównie próbnikiem złoża bez przeprowadzania intensyfikacji przepływów. Są to zatem wartości zaniżone w stosunku do rzeczywistych możliwości zbiorników. Dotyczy to szczególnie południowej części obszaru masywu górnośląskiego w obrębie zbiornika dewońskiego, gdzie wydajności możliwe do uzyskania mogą być kilka lub nawet kilkunastokrotnie wyższe.

Rycina II.26. Energia geotermalna



Ważnymi czynnikami rzutującymi na efektywność pozyskania energii geotermalnej jest - oprócz wartości mocy termicznej - położenie zwierciadła wód podziemnych, wartość depresji podczas eksploatacji złoża oraz stabilność wydajności w czasie. Podczas oceny efektywności konkretnej inwestycji geotermalnej czynniki te winny być każdorazowo analizowane i uwzględniane.

3.7. Energia z odwadniania kopalń

Energia zawarta w wodach i powietrzu kopalnianym pochodzi z ciepła generowanego w skorupie ziemskiej a zakumulowanego w górotworze oraz płynach wypełniających jego pory i szczeliny. Układ komór, korytarzy i wyrobisk kopalnianych stanowi system sztucznych szczelin, które w normalnych warunkach eksploatacji kopalń wypełnia przede wszystkim powietrze. W zlikwidowanych lub likwidowanych kopalniach, w których zaniechano procesu odwadniania, miejsce powietrza stopniowo zajmuje woda. Wody kopalniane wypompowuje się na powierzchnię, gdzie mogą być częściowo wykorzystywane w procesach technologicznych, ich nadmiar odprowadza się do cieków powierzchniowych.

Wody kopalniane stanowią naturalny i łatwy do wykorzystania nośnik umożliwiający transport energii geotermicznej na powierzchnię ziemi. Ze względu na to, że w podziemnej części kopalń nie ma zapotrzebowania na ciepło (wręcz przeciwnie, warunki pracy w pewnych miejscach wymuszają stosowanie urządzeń klimatyzacyjnych) jego zagospodarowanie możliwe jest dopiero na powierzchni. W przypadku kopalń podziemnych, w których eksploatacja bogactw naturalnych odbywa się systemem korytarzy i wyrobisk temperatura wypompowywanych na powierzchnię wód kopalnianych zależy od parametrów hydrogeologicznych (głębokości na jakiej zalegają utwory geologiczne, z których woda pochodzi, lokalizacji obszarów zasilania w wodę, lokalnej budowy geologicznej i warunków geotermicznych) oraz eksploatacyjnych (czas i powierzchnia kontaktu lustra wody z powietrzem wentylującym wyrobiska oraz powietrzem atmosferycznym, temperatura i wilgotność powietrza). W praktyce na powierzchni, w miejscach gdzie można wody kopalniane ująć i wykorzystać w celach energetycznych, ich temperatura rzadko przekracza 22°C. Dzieje się tak mimo wysokiej temperatury pierwotnej skał, z których pochodzą wody na skutek parowania i wymiany ciepła z powietrzem. Wypompowywanie wody najczęściej prowadzone jest w okresach poza szczytem energetycznym – energia napędowa

konsumowana przez pompy odwadniające jest wówczas najtańsza. Jest to przyczyną braku całkowitej zgodności czasowej (koherentności) w zapotrzebowaniu na energię ciepłą i możliwości jej pozyskania z wód kopalnianych. Woda gromadzona jest w komorach pompowych lub specjalnych zbiornikach. Z punktu widzenia zagospodarowania energii ciepłej zawartej w wodach kopalnianych obowiązuje zasada, że korzystne jest otrzymanie na powierzchni ziemi wody o jak najwyższej temperaturze. Woda charakteryzująca się wyższą temperaturę niesie większy ładunek energii w jednostce objętości (ma wyższą entalpię właściwą) i konsumpcja energii elektrycznej na napęd pomp przetłaczających w stosunku do otrzymanej ilości energii ciepłej jest niższa. Poza tym podwyższona temperatura przetłaczanej wody ma pozytywny wpływ na ograniczenie konsumpcji energii elektrycznej zużywanej przez pompy obiegowe (lepkość wody maleje wraz ze wzrostem temperatury powodując spadek oporów przepływu).

Pod względem składu chemicznego wody pochodzące z odwadniania kopalń zazwyczaj odbiegają od wymogów, jakie winna spełniać woda w instalacjach ciepłowniczych. Problemy, na jakie można natrafić w przypadku ich eksploatacji wynikać mogą z: ich korozyjnego działania (jeżeli woda posiada własności korozyjne to jej negatywny wpływ na elementy instalacji rośnie zazwyczaj wraz z temperaturą) lub wytrącania osadów. Problem wytrącania osadów jest ważny, ponieważ powoduje pogorszenie z czasem warunków wymiany ciepła i wzrost oporów przepływu. Występowanie omawianego zjawiska nasila ochładzanie wody – co jak wiadomo przyczynia się do wzmożonego wytrącania osadów (rozpuszczalność substancji stałych w cieczach maleje wraz ze spadkiem ich temperatury).

Metodyka szacowania potencjału energii z wód kopalnianych

Do oszacowania ilości energii możliwej do pozyskania z wód kopalnianych wykorzystano dane pochodzące z ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego oraz danych udostępnianych przez Główny Instytut Górnictwa.

Jako potencjał teoretyczny (Ryc.II.27) przyjęto całkowitą energię jaką można by uzyskać schładzając wodę do temperatury 0°C. Maksymalną moc uzyskiwaną ze strumienia wody obliczyć można ze wzoru:

$$P_{\max} = c_w \rho (T_1 - T_2) V_{\text{sr}} \quad [\text{W}] \quad (\text{II.17})$$

gdzie:

c_w – ciepło właściwe wody [J/(kg·°C)],

ρ – gęstość wody [kg/m³],

V_{sr} – średni strumień wypompowywanej wody [m³/s],

T_1 – temperatura wypompowywanej wody [°C],

T_2 – minimalna temperatur do której schładzana jest woda [°C].

Całkowita energia możliwa do pozyskania w okresie roku równa wyrażona jest wzorem:

$$E_{\max} = P_{\max} \cdot 0,032 \quad [\text{GJ}] \quad (\text{II.18})$$

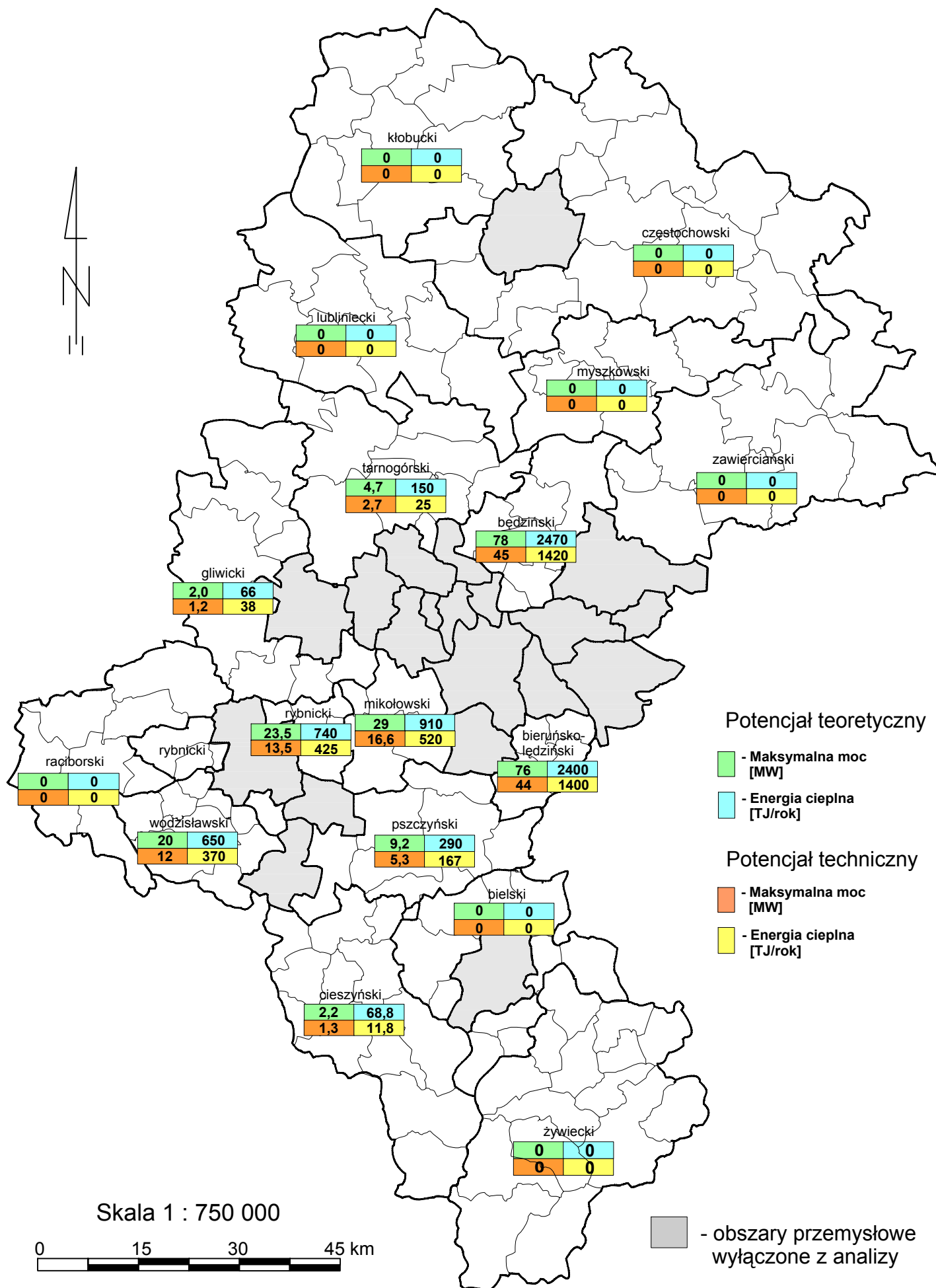
Potencjał techniczny (Ryc.II.27) ograniczony jest sprawnością całego systemu pozyskania energii η , a całkowita energia produkowana przez system w ciągu roku ograniczona jest współczynnikiem rocznego wykorzystania mocy cieplnej określonego na poziomie 0,3.

$$E_{\text{tech}} = E_{\max} \cdot 0,3 \cdot \eta \quad [\text{GJ}] \quad (\text{II.19})$$

Instalacje do pozyskiwania energii z wód kopalnianych

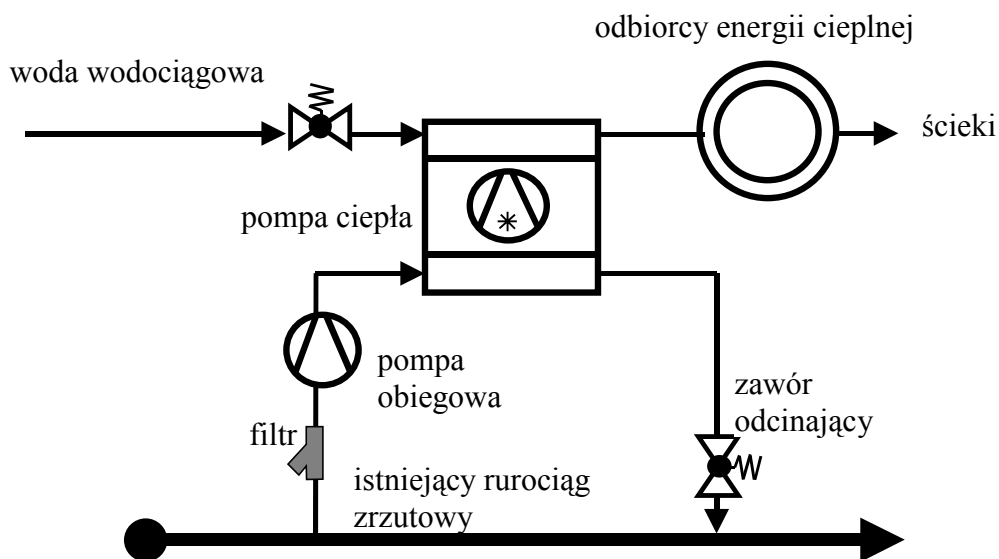
Wykorzystanie energii cieplnej niesionej przez wodę pochodzącą z odwadniania kopalń wymagać może zatem stosowania pośrednich wymienników ciepła (łatwiejszych do czyszczenia i bardziej odpornych na korozję niż elementy innych urządzeń). Dobór wymiennika uzależniony jest od wielu parametrów i jest sprawą indywidualną dla danego rozwiązania. Generalnie panuje zasada, że w przypadku niskich temperatur i niewielkich różnic temperatury między wodą kopalnianą a wodą technologiczną zaleca się stosowanie wymienników płytowych; w przypadku dużej korozyjności lub znacznego wytrącania osadów rozważyć należy wymienniki płaszczowo-rurowe (np. typu JAD).

Rycina II.27. Energia wód kopalnianych

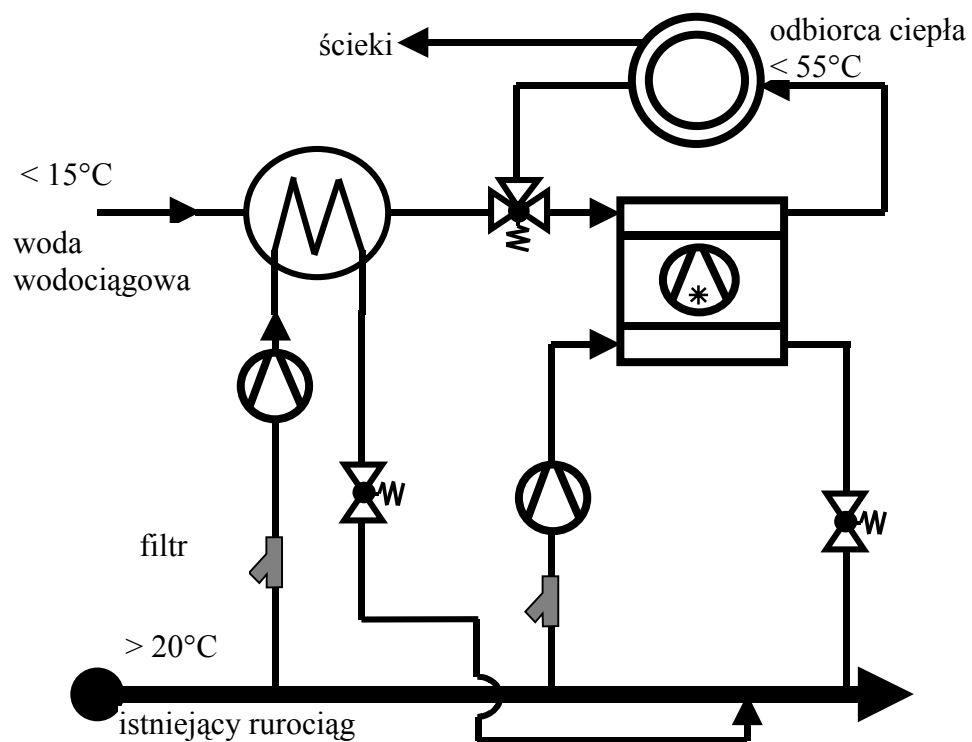


Układy technologiczne rozpatrywanych instalacji mogą być oparte na różnych schematach. Dzięki zastosowaniu pompy ciepła (lub ich systemu) możliwe jest podniesienie temperatury wody technologicznej do wymaganego poziomu (wykorzystując wodę kopalnianą jako źródło ciepła, tzw. dolne źródło ciepła – ryc.II.28). Zaletą tego rozwiązania jest możliwość ograniczenia mocy zamówionej od dystrybutora energii (tym samym ograniczenia kosztów stałych związanych z zakupem nośników energii) i prosty układ technologiczny – wadą może się okazać wysoki koszt inwestycyjny.

Alternatywą dla takiego rozwiązania jest schemat kaskadowego (kilkustopniowego) wykorzystania energii. Efektywny może się on okazać w przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej np. dla łaźni. Przykładowo w układzie dwustopniowym odzyskuje się energię wód wykorzystując wymiennik na pierwszym stopniu dogrzewu, redukując w ten sposób moc pompy ciepła stosowanej na drugim stopniu kaskady (ryc.II.29). Zaletą takiego rozwiązania jest niższy koszt zakupu urządzeń i ich eksploatacji.



Ryc.II.28. Schemat jednostopniowego wykorzystania wód kopalnianych przez pompę ciepła



Ryc.II.29. Schemat dwustopniowego wykorzystania wód kopalnianych na potrzeby przygotowania CWU w łaźniach

4. Charakterystyka województwa w zakresie potencjału odnawialnych źródeł energii

4.1. Ogólna charakterystyka województwa w zakresie potencjału energii odnawialnych

Większość z odnawialnych źródeł energii dostępna w skali całego globu. Zarówno energia słoneczna, energia wiatrowa czy energia geotermalna są dostępne właściwie w dowolnym miejscu na ziemi. Głównymi czynnikami limitującymi możliwości jej wykorzystania jest niewielka gęstość energii (poza energią geotermalną) oraz bariera finansowa związana z budową instalacji do pozyskania energii ze źródeł odnawialnych.

W przypadku planowania dowolnej instalacji jednym z ważniejszych czynników decydujących o otrzymaniu pozytywnego wyniku w prowadzonym studium celowości jest korzystny efekt finansowy a więc określony czas zwrotu inwestycji. W zależności od skali przedsięwzięcia oraz przewidywanej długości czasu pracy instalacji akceptowalny czas zwrotu inwestycji wynosić może od kilku lat (ciepłe kolektory słoneczne, instalacje na biomasę) do kilkudziesięciu lat (geotermia). Wszystkie wskaźniki finansowe zależą będą również od struktury finansowania inwestycji a więc wykorzystania kapitału własnego, kredytów czy systemów dofinansowania. Opłacalność uruchomienia instalacji do pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł energii tak jak i innych instalacji energetycznych w bardzo dużym stopniu zależy od przyszłego sposobu wykorzystania wyprodukowanej energii i właśnie to kryterium jest jednym z ważniejszych przy planowaniu przyszłych instalacji. Innym zagadnieniem są możliwości techniczne pozyskania i przetwarzania energii związane z zastosowaną technologią, współczynnikami sprawności urządzeń i stratami energii na drodze od producenta do konsumenta.

Na podstawie przeprowadzonej w niniejszym opracowaniu analizy stwierdzić można, iż terenie województwa występują średnie w skali Polski możliwości produkcji energii z odnawialnych źródeł energii (za wyjątkiem energii biomasy której potencjał na terenie województwa śląskiego można uznać za duży), biorąc pod uwagę współczesne możliwe do zastosowania technologie.

Część północna województwa obejmująca powiaty: kłobucki, częstochowski, charakteryzuje się dużym w skali województwa potencjałem energii wiatru przy założeniu

wykorzystania siłowni wiatrowych zainstalowanych na wysokościach powyżej 40 m n.p.t. Na tym obszarze występują również możliwe do zagospodarowania energetyczne obiekty hydrotechniczne (w siedmiu gminach). Na terenie powiatu częstochowskiego (szczególnie w jego wschodniej części) występują również perspektywiczne największe możliwości wykorzystania energii geotermalnej. Na terenie gminy poczesna zlokalizowane jest składowisko odpadów komunalnych gdzie możliwy jest do zagospodarowania potencjał gazu wysypiskowego. W powiecie częstochowskim i kłobuckim występuje również w wielu gminach o charakterze rolniczym duży potencjał biogazu z biogazowni rolniczych. Gminy północnej części województwa posiadają duży lub średni potencjał biomasy.

Część północno zachodnia obejmująca powiaty lubliniecki, tarnogórski oraz gliwicki charakteryzują się dużym potencjałem biomasy (szczególnie powiat lubliniecki i gliwicki), oraz dużym potencjałem biogazu rolniczego. W powiecie tarnogórskim (gmina Tarnowskie Góry) występuje potencjał techniczny energii biogazu wysypiskowego oraz z oczyszczalni ścieków. W powiecie gliwickim występuje duży i średni potencjał wykorzystania energii wody (gminy Rudziniec i Pyskowice). Na terenie powiatu gliwickiego istnieją również kopalnie węgla kamiennego z możliwym lecz niewielkim potencjałem wykorzystania wód kopalnianych. Lokalnie na tym terenie występować mogą obszary z korzystnymi w skali województwa zasobami energii wiatru.

Część północno wschodnia województwa obejmująca obszary powiatów myszkowskiego, będzińskiego, oraz zawierciańskiego posiada duży potencjał biomasy. W powiecie zawierciańskim (gmina Zawiercie) występuje potencjał techniczny energii biogazu wysypiskowego oraz z oczyszczalni ścieków. Obszar północno wschodnia posiada średni potencjał biogazu rolniczego. Powiaty myszkowski i zawierciański posiadają również perspektywiczne duże możliwości wykorzystania energii geotermalnej. Na terenie będzińskiego istnieją kopalnie węgla kamiennego z dużym potencjałem wykorzystania wód kopalnianych. Potencjał rozwoju małych elektrowni wodnych na tym terenie jest niewielki (gminy Czeladź i Będzin). Lokalnie na tym terenie występować mogą obszary z korzystnymi w skali województwa zasobami energii wiatru szczególnie w północnej części powiatu zawierciańskiego.

Część południowo zachodnia województwa obejmująca obszary powiatów bieruńsko lędzińskiego, pszczyńskiego i bielskiego posiada średni potencjał biomasy. Na terenie powiatu bieruńsko-lędzińskiego istnieją kopalnie węgla kamiennego z dużym potencjałem wykorzystania wód kopalnianych. Obszar charakteryzuje się dużym potencjałem biogazu rolniczego a na terenie

powiatu bielskiego (gmina Czechowice-Diedzice) wykorzystywany jest biogaz ze składowiska odpadów oraz istniejący potencjał techniczny wykorzystania biogazu z oczyszczalni ścieków. W gminach Pszczyna i Porąbka a także Jasienica istnieje możliwość pozyskiwania energii wód powierzchniowych. Na terenie powiatu bielskiego istnieje większy niż średni potencjał energii wiatru. Na terenie wszystkich powiatów istnieje również perspektywa wykorzystania energii geotermalnej.

Część południowo wschodnia województwa obejmująca obszary powiatów raciborskiego, rybnickiego wodzisławskiego, i mikołowskiego posiada średni potencjał biomasy. Na terenie powiatu wodzisławskiego i rybnickiego istnieją kopalnie węgla kamiennego z dużym potencjałem wykorzystania wód kopalnianych. Obszar ten charakteryzuje się dużym potencjałem biogazu rolniczego (szczególnie powiat raciborski) a w gminie Racibórz występuje potencjał techniczny wykorzystania biogazu ze składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków. Na terenie powiatu raciborskiego istnieją również możliwości wykorzystania energii wody (gminy Krzanowice i Kuźnia Raciborska).

Część południowa województwa obejmująca obszary powiatów cieszyńskiego, żywieckiego posiada średni potencjał biomasy (większy w powiecie cieszyńskim). W gminach Cieszyn, Wisła, Skoczów istnieje potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów a w gminie Żywiec jest on już wykorzystywany. W gminie Żywiec istnieje potencjał techniczny biogazu z oczyszczalni ścieków. Obszar charakteryzuje się również średnim i dużym potencjałem biogazu rolniczego. Na terenie powiatu Cieszyńskiego oraz Bielskiego istnieje potencjał wykorzystania energii geotermalnej oraz w niewielkim stopniu energii wód kopalnianych. Obszar południowy województwa śląskiego charakteryzuje się najkorzystniejszymi w skali województwa zasobami energii wiatru na wszystkich rozpatrywanych wysokościach.

Na terenie całego województwa występują korzystne warunki do wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepłej wody użytkowej.

Sytuacja w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii powinna się poprawiać wraz z rozwojem technologicznym. Zwiększająca się sprawność urządzeń oraz wzrost możliwości produkcyjnych powodują sukcesywny spadek cen urządzeń co korzystnie odbija się na cenach całych systemów polepszając wskaźniki finansowe.

Zwiększające się szanse na konkurencyjność odnawialnych źródeł energii w stosunku do energetyki opartej o surowce mineralne wynikają również z powziętych przez Polskę zobowiązań międzynarodowych. Konieczność zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie

energetycznym kraju wymuszać będzie konieczność tworzenia programów wspomagających zarówno w skali lokalnej jak i na szczeblu państwowym.

4.2. Ocena możliwości wykorzystania lokalnego potencjału energii odnawialnej w kategoriach ekonomicznych

W niniejszym opracowaniu na podstawie map potencjału odnawialnych źródeł energii dla województwa śląskiego dokonano wyboru stref o zróżnicowanych warunkach do rozwoju poszczególnych źródeł energii w kategoriach ekonomiczno-technicznych. W zależności od wielkości potencjału oraz możliwości jego pozyskania wprowadzono trzy strefy A, B i C odpowiadające odpowiednio największemu, średniemu i małemu potencjałowi rozwoju wykorzystania poszczególnych źródeł energii odnawialnych. Strefa A odpowiada obszarom charakteryzującym się najkorzystniejszymi wskaźnikami opłacalności i określono ją jako strefa priorytetów krótkoterminowych do 2008 roku. Strefy B i C o niższych wskaźnikach opłacalności określono jako strefy priorytetów długoterminowych do 2015 roku

4.2.1. Energia z biogazu (Ryc. II.30, II.31)

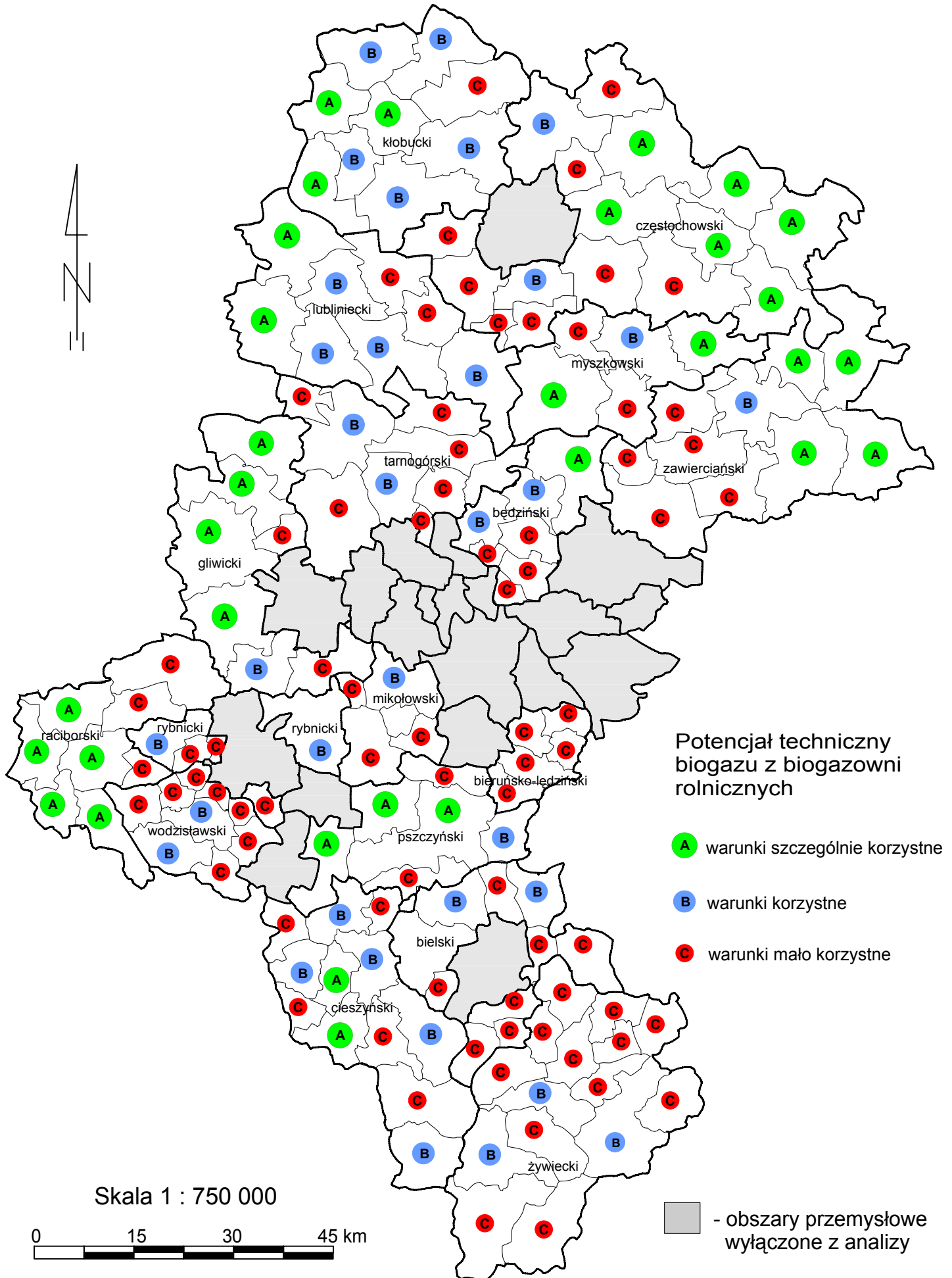
Biogaz z biogazowni rolniczych (Ryc.II.30)

Do grupy gmin, które charakteryzują się najbardziej korzystnymi warunkami do rozwoju biogazowni rolniczych - grupa A zaliczono te gminy, na terenie których występuje pogłowie podstawowych gatunków zwierząt gospodarskich w ilości ponad 2 000 SD.

Gminy spełniające te kryteria to: Czechowice-Dziedzice, Jasienica, Wilamowice, Dębowiec, Golezów, Hażlach, Skoczów, Przyrów, Gierałtowice, Rudziniec, Toszek, Wielowieś, Opatów, Panki, Przystajń, Ciasna, Kochanowice, Pawonków, Mikołów, Niegowa, Miedźna Pawłowice, Pszczyna, Suszec, Krzanowice, Krzyżanowice, Racibórz, Rudnik, Zbrostawice, Irządze, Pilica, Szczekociny, Żarnowiec, Gilowice, Lubonia, Mszana, Łodygowice, Wiry, Konowac, Omatowice, Krzepice, Ledziny, Dąbrowa Zielona, Koniecpol, Bestwina, Bieruń, Cieszyn, Strumień, Lelów.

Rycina II.30. Biogaz

Klasyfikacja gmin, ze względu potencjał techniczny biogazu z biogazowni rolniczych



Do grupy gmin, które charakteryzują się korzystnymi warunkami do rozwoju biogazowni rolniczych - grupa B zaliczono te gminy, dla których spełniony jest przynajmniej jeden z poniższych warunków:

- ✓ występuje pogłowie w ilości 1 000 sztuk bydła,
- ✓ występuje pogłowie w ilości 4 000 sztuk trzody,
- ✓ występuje pogłowie w ilości 100 000 sztuk drobiu.

Gminy spełniające te kryteria to: Mierzęcice, Siewierz, Brenna, Istebna, Mykanów, Pilchowice, Sośnicowice, Kłobuck, Lipie, Popów, Wręczyca Wielka, Koszęcin, Woźniki, Koziegłowy, Pietrowice Wielkie, Gorzyce, Kroczyce, Jeleśnia, Miłówka, Radziechowy-Wieprz, Herby, Łaziska Górne, Oszerze, Markłowice, Lipowa, Łękowica, Świnna, Węgierska Górka, Żywiec, Mostów, Pyskowice, Miedźno, Buczkowice, Bojszowy, Chełm Śląski, Ustroń, Zembrzydowice, Łomice, Chybie, Gazowice, Jejkowice, Świerklany, Ożarówce.

Biogaz z oczyszczalni ścieków (Ryc.II.31)

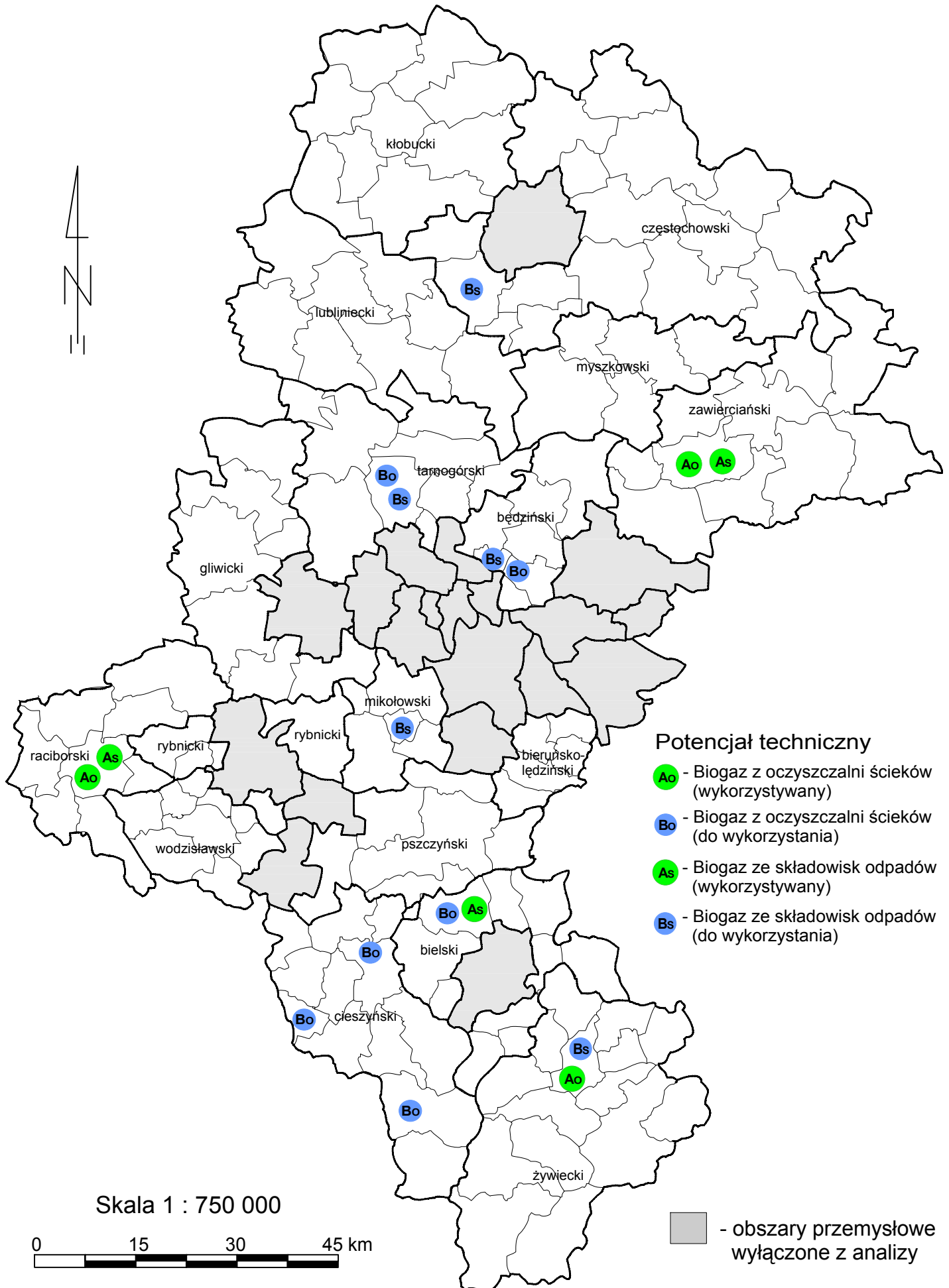
Rekomenduje się budowę instalacji do fermentacji osadów ściekowych na oczyszczalniach ścieków o dobowej ilości oczyszczanych ścieków ponad 5000 m³, a na oczyszczalniach gdzie pozyskiwany jest już biogaz rekomenduje się budowę instalacji agregatów kogeneracyjnych. Obiekty spełniające powyższe kryteria to oczyszczalnie ścieków w miastach: Będzin, Czechowice-Dziedzice, Cieszyn, Skoczów, Wisła, Tarnowskie Góry, Zawiercie, Racibórz, Żywiec.

Biogaz ze składowisk odpadów (Ryc.II.31)

Rekomenduje się budowę instalacji odgazowywania składowisk wraz z instalacją agregatów prądotwórczych na składowiskach o dobowej ilości deponowanych odpadów powyżej 50 Mg. Obiekty spełniające powyższe kryterium to składowiska odpadów w miastach Wojkowice, Tarnowskie Góry, Żywiec, Łaziska Górne, Czechowice-Dziedzice, Poczesna, Zawiercie, Racibórz.

Rycina II.31. Biogaz

Klasyfikacja gmin, ze względu na potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków



4.2.2. Energia z biomasy (Ryc.II.32)

Do grupy gmin, które charakteryzują się najbardziej korzystnymi warunkami do rozwoju wykorzystania energii z biomasy (wzięto pod uwagę możliwy do pozyskania potencjał drewna oraz słomy i siana) – strefa A zaliczono gminy o potencjale przekraczającym 35 TJ/rok: Żarki, Kłomnice, Szczekociny, Czerwionka-Leszczyny, Zbroślawice, Kłobuck, Kroczyce, Herby, Porąbka, Woźniki, Boronów, Pawonków, Lelów, Pszczyna, Kochanowice, Ciasna, Koniecpol, Olsztyn, Żarnowiec, Brenna, Wielowieś, Lubliniec, Koziegłowy, Łazy, Kruszyna, Rudziniec, Siewierz, Koszęcin, Pilica, Sośnicowice, Ogrodzieniec, Blachownia, Kobiór, Wiśła, Orzesze, Kuźnia Raciborska, Istebna.

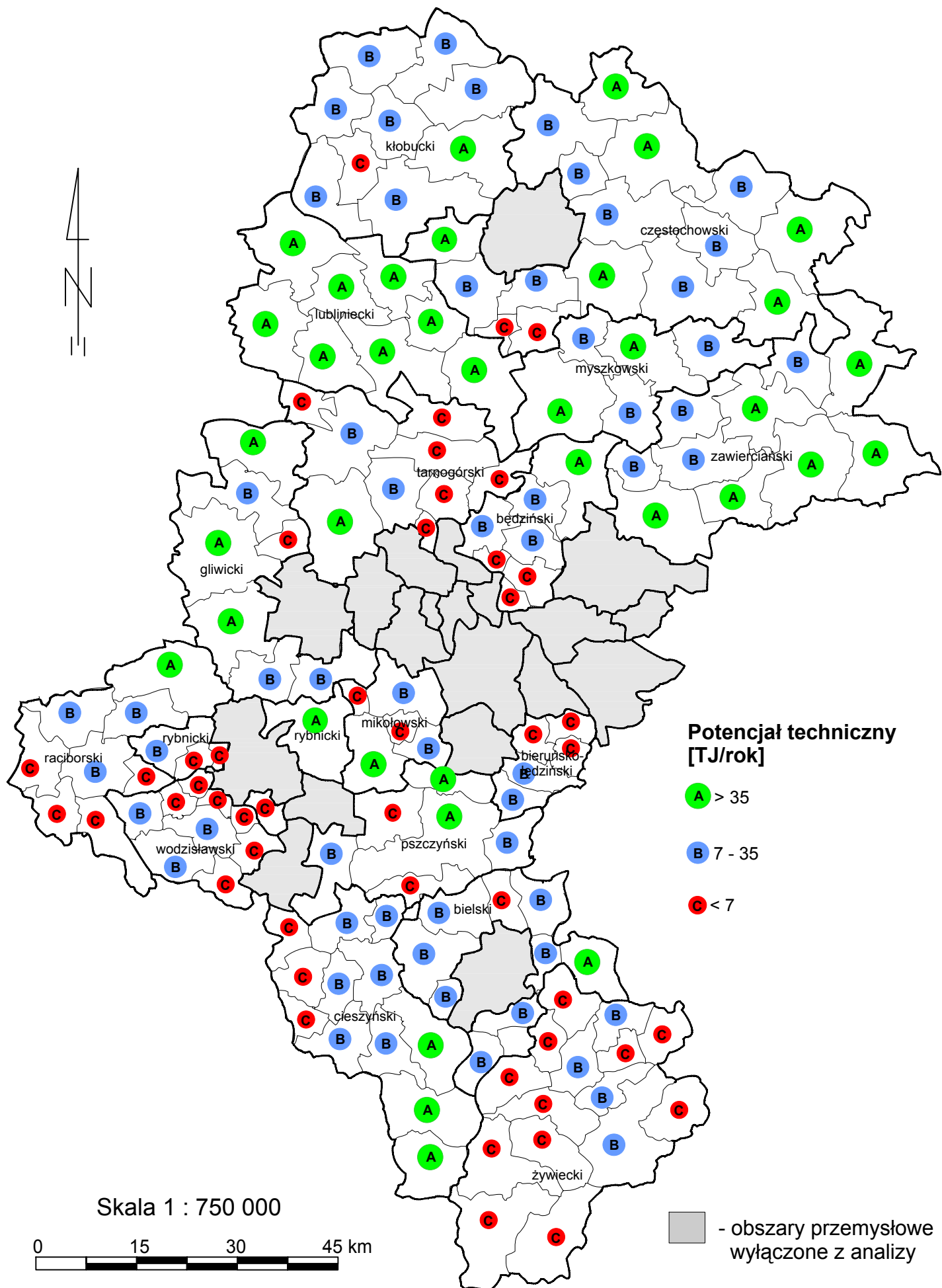
Gminy o potencjale technicznym na poziomie 7 – 35 TJ/rok określono jako strefę B: Wodzisław Śląski, Skoczów, Bieruń, Knurów, Gierałtów, Opatów, Racibórz, Przystajń, Wilamowice, Lipie, Psary, Goleszów, Łękawica, Janów, Lubomia, Bobrowniki, Jeleśnia, Wręczyca Wielka, Świnna, Krzepice, Żywiec, Poręba, Bojszowy, Wilkowice, Miedzna, Jasienica, Chybie, Myszków, Dębowiec, Zawiercie, Dąbrowa Z., Mykanów, Strumień, Niegowa, Pawłowice, Irządze, Tarnowskie Góry, Toszek, Poczesna, Lyski, Mierzęcice, Pilchowice, Miedzno, Mikołów, Rudnik, Poraj, Jaworze, Mstów, Tworóg, Włodowice, Kozy, Konopiska, Wyry, Przyrów, Gorzyce, Szczyrk, Czechowice, Nędza, Popów, Ustroń, Sławków

Gminy o potencjale technicznym poniżej 7 TJ/rok określono jako strefę C: Miasteczko Śląskie, Ślemień, Czeladź, Pszów, Panki, Mielin, Radzionków, Ujsyły, Suszec, Łodygowice, Koszarawa, Świerklany, Chełm Śląski, Lipowa, Rydułtowy, Godów, Buczkowice, Kornowac, Czernichów, Radziechowy-Wieprz, Markłowice, Pietrowice Wielkie, Krzanowice, Rajcza, Goczałkowice-Zdr., Zebrzydowice, Gaszowice, Świerklaniec, Jejkowice, Ornontowice, Gilowice, Cieszyn, Radlin, Węgierska Górka, Pyskowice, Łęczyny, Łaziska Górne, Będzin, Starcza, Ożarówce, Wojkowice, Krzyżanowice, Krupski Młyn, Kalety, Milówka, Kamienica, Mszana, Hażlach, Rędziny, Bestwina.

Wartość inwestycji w przypadku instalacji wykorzystujących biomasę zależeć będzie od ilości i mocy instalacji .

Rycina II.32. Biomasa

Klasyfikacja gmin, ze względu na wartość technicznego potencjału biomasy



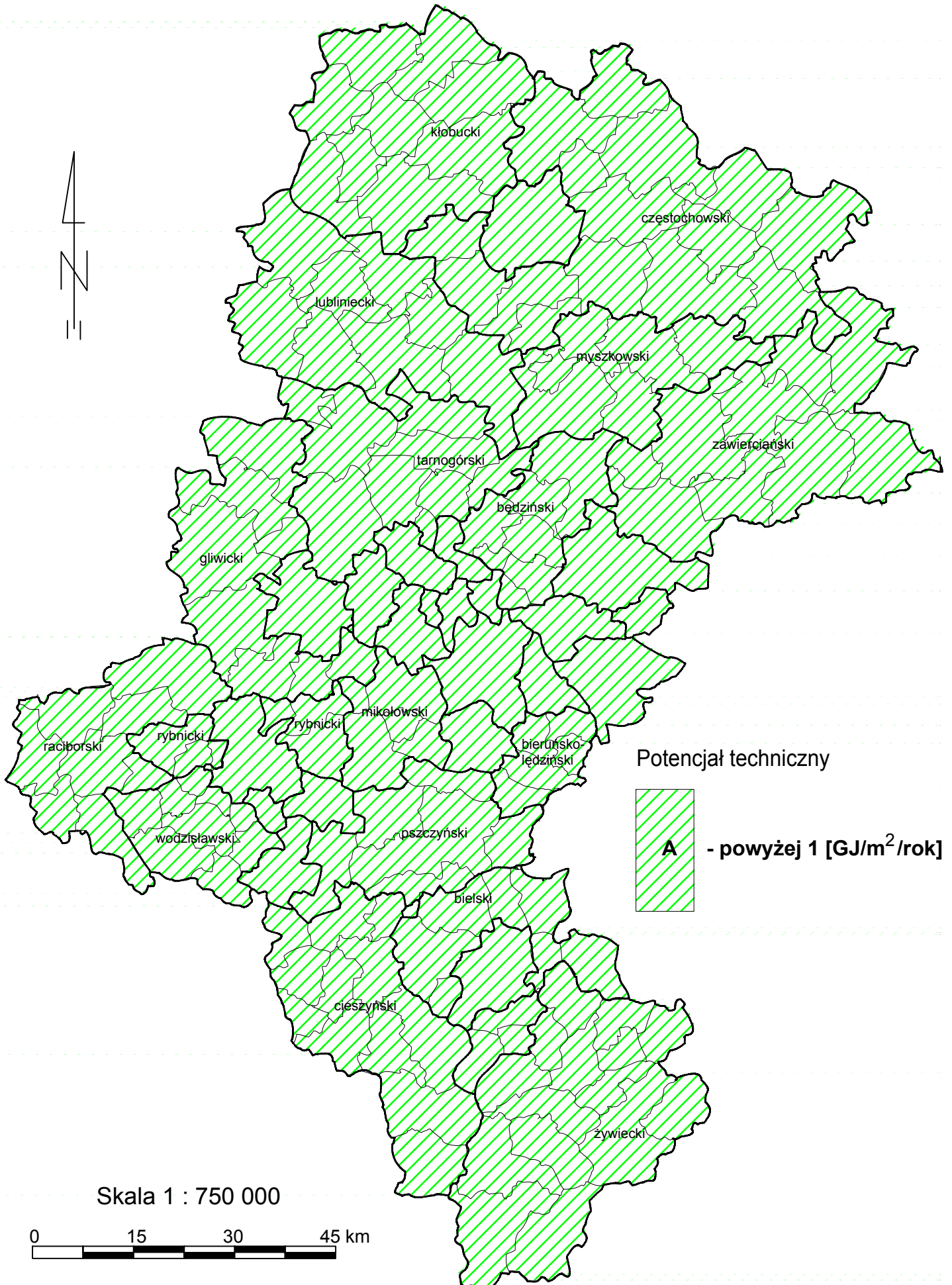
4.2.3. Energia słoneczna (Ryc.II.33)

Ze względu na niewielką rozciągłość geograficzną województwa śląskiego, *potencjał energii słonecznej na całym jego terenie są zbliżone* – odchylenie od wartości średniej rocznych sum promieniowania wynosi około 5%. Większe różnice występują pomiędzy poszczególnymi latami dochodząc do około 10%. Uwzględniając powyższe dane cały teren województwa zakwalifikowano jako strefę A – biorąc pod uwagę termokonwersję energii promieniowania słonecznego za pomocą płaskich kolektorów słonecznych i produkcję ciepłej wody użytkowej (c.w.u.). Ceny instalacji tego typu, ze względu na swoją prostotę i możliwość wyprodukowania kolektorów słonecznych w Polsce po cenach niższych od rozwiązań zagranicznych, sukcesywnie się obniżają, co w konsekwencji podnosi atrakcyjność słonecznych instalacji do produkcji ciepłej wody użytkowej, w skali domów jednorodzinnych, hoteli, moteli i pensjonatów oraz budynków użyteczności publicznej jak baseny, obiekty sportowe itp. gdzie ilość zużywanej c.w.u. w ciągu sezonu wiosenno-letniego jest duża. W przypadku prawidłowego dostosowania wielkości i parametrów instalacji do potrzeb odbiorcy czas zwrotu, uzyskany dzięki oszczędności uzyskanej przez zmniejszenie zużycia paliw tradycyjnych, kształtuje się na poziomie kilku – kilkunastu lat w zależności od wybranego wariantu finansowania inwestycji.

Wartość inwestycji w przypadku instalacji kolektorów słonecznych zależy będzie od powierzchni zainstalowanych kolektorów. Dla małych instalacji dostarczających ciepłą wodę użytkową na potrzeby 3-4 osobowej rodziny koszt kształtował się będzie w granicach od około 5 tys. zł (tanie płaskie kolektory produkcji krajowej) do około 15 tys. zł (zaawansowane systemy z kolektorami próżniowymi oferowane przez firmy zachodnie).

Rycina II.33. Energia słoneczna

Klasyfikacja sterf ze względu na potencjał techniczny energii cieplnej wytwarzanej z energii słonecznej



4.2.4. Energia wiatru (Ryc. II.34, II.35, II.36)

Na podstawie danych otrzymanych z wieloletnich pomiarów prowadzonych przez IMiGW można stwierdzić, że dominująca część województwa śląskiego leży w strefie mało korzystnej pod względem potencjalnego wykorzystania energii wiatru, jedynie południową część województwa uznać można za korzystną. Biorąc pod uwagę fakt że siłownie wiatrowe produkują energię elektryczną, opłacalność inwestycji związanej z instalacją siłowni zależy będzie od ceny energii sprzedawanej do zakładu energetycznego. W chwili obecnej – rok 2005 – stosunkowo niska cena energii elektrycznej powoduje że tylko nieznaczna część województwa charakteryzuje się korzystnymi warunkami do komercyjnej produkcji i sprzedaży energii wiatrowej. Mapy rozmieszczenia stref A, B i C sporządzono dla trzech analizowanych wysokości gondoli siłowni 18, 40 i 60 m n.p.t.

Dla wysokości 18 m n.p.t. najkorzystniejsze warunki wiatrowe występują w gminach Koszarawa oraz Jeleśnia. (Ryc.II.34)

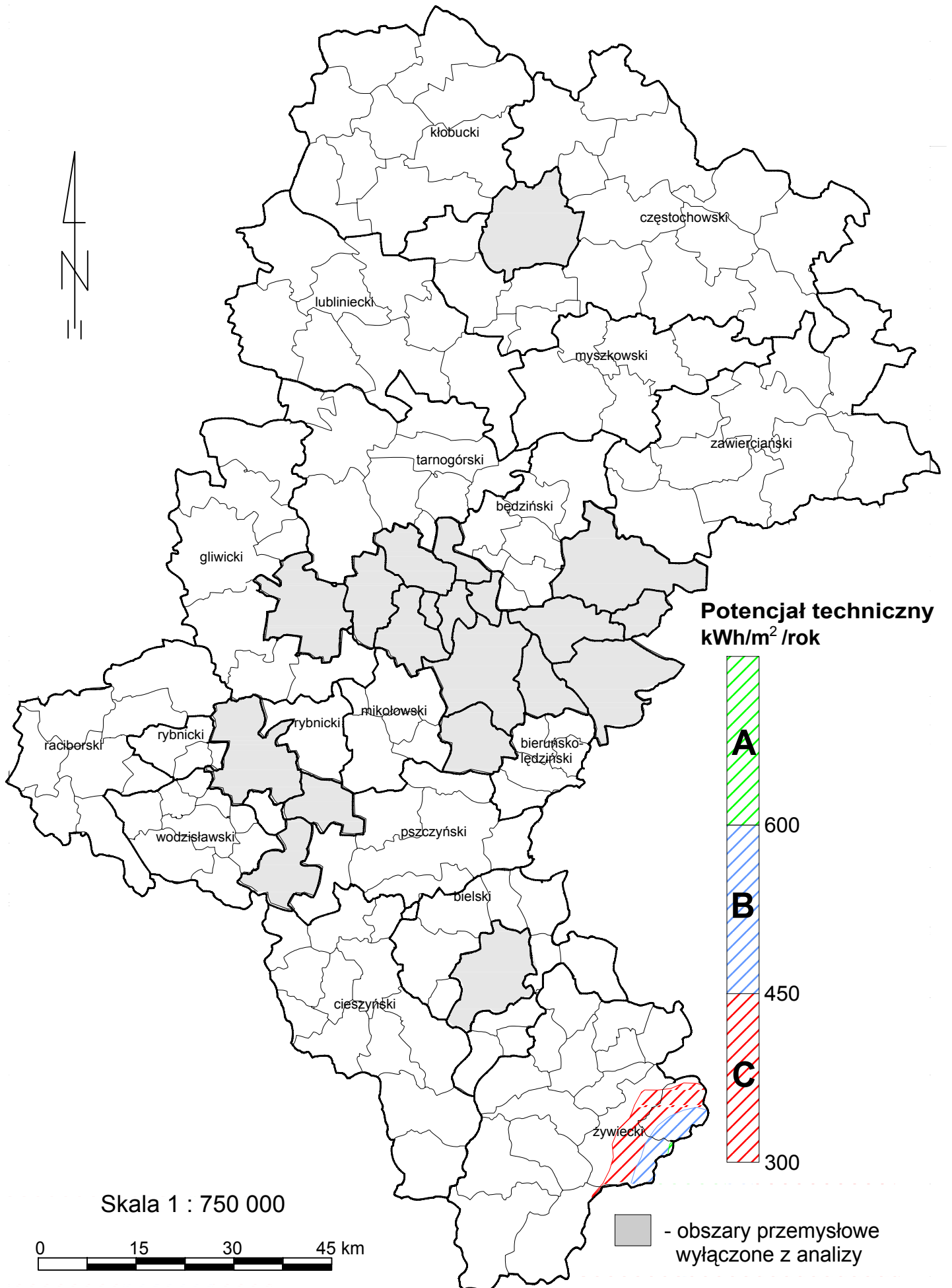
Dla wysokości 40 m n.p.t. najkorzystniejsze warunki wiatrowe (A) występują w gminach Koszarawa, Jeleśnia, gorsze warunki (B) w gminach Brenna, Koniecpol, Dąbrowa Zielona, Mostów, Przyrów, Janów, Olsztyn, Poczesna, Kamienica Polska, Poraj Mykanów, Kłobuck, Wręczyca Wielka, Opatów. (Ryc.II.35)

Dla wysokości 60 m n.p.t. najkorzystniejsze warunki wiatrowe (A) występują w gminach Koszarawa, Jeleśnia, Olsztyn, gorsze warunki (B) w gminach: Koniecpol, Dąbrowa Zielona, Mostów, Przyrów, Janów, Poczesna, Kamienica Polska, Poraj Mykanów, Kłobuck, Wręczyca Wielka, Opatów, Zbrosławice, Pyskowice, Czealdź, Będzin oraz w całym powiecie kłobuckim, częstochowskim, bielskim, w zachodnio-południowej części powiatu cieszyńskiego oraz w części powiatu żywieckiego. (Ryc.II.36)

Ze względu na charakter danych zestawionych przez IMiGW lokalizacja dowolnej siłowni wiatrowej na terenie województwa śląskiego wymaga każdorazowo przeprowadzenia badań wietrzności w okresie co najmniej roku przy wykorzystaniu masztu o wysokości co najmniej 30 m (60 m w przypadku dużych jednostek) z anemometrami umieszczonymi na kilku różnych wysokościach.

Rycina II.34. Energia wiatru

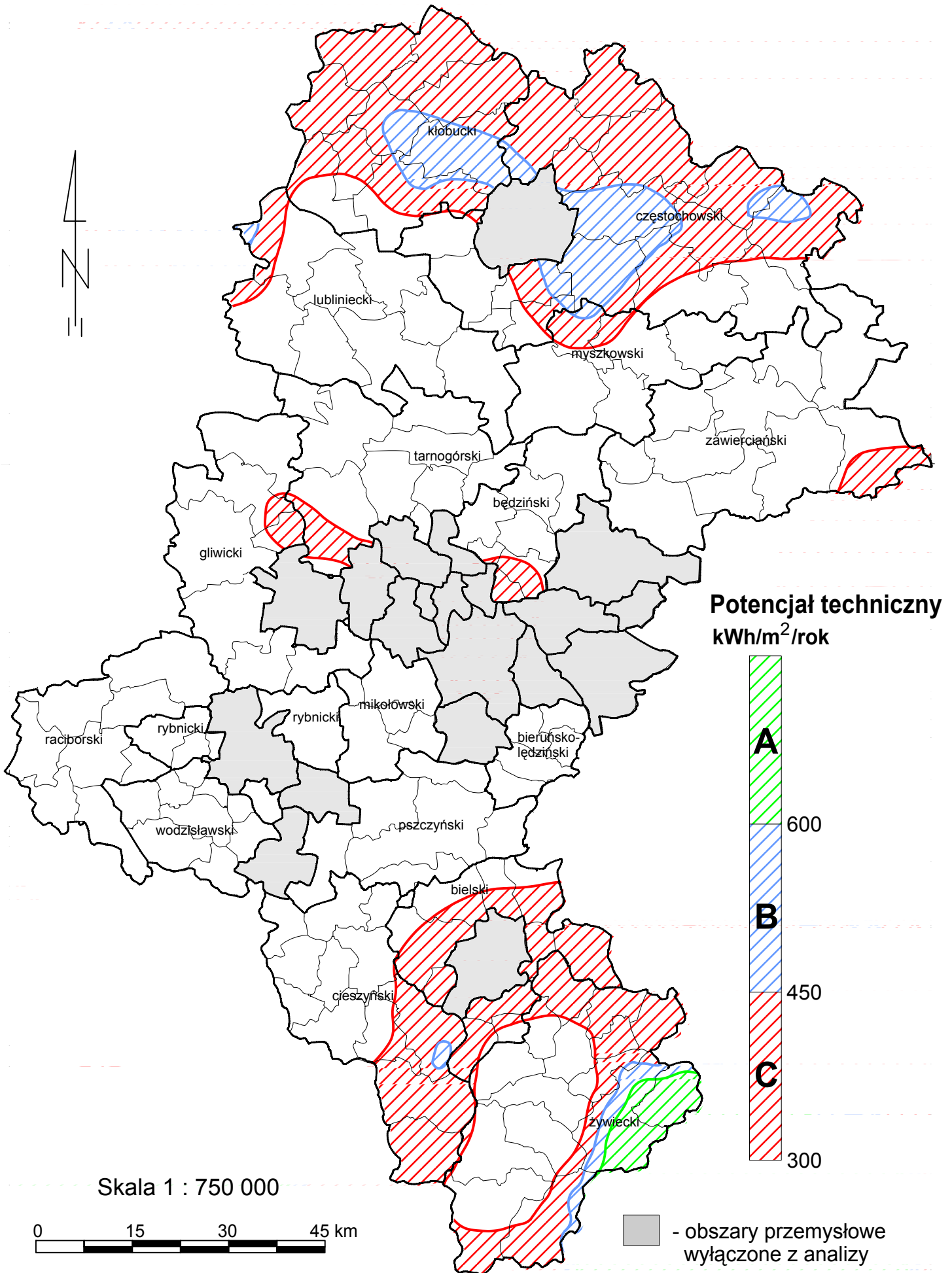
Klasyfikacja obszarów, ze względu na potencjał techniczny wiatru na wysokości 18m



Lokalne potwierdzenie zasobów energii wiatru wymaga przeprowadzenia specjalistycznych pomiarów

Rycina II.35. Energia wiatru

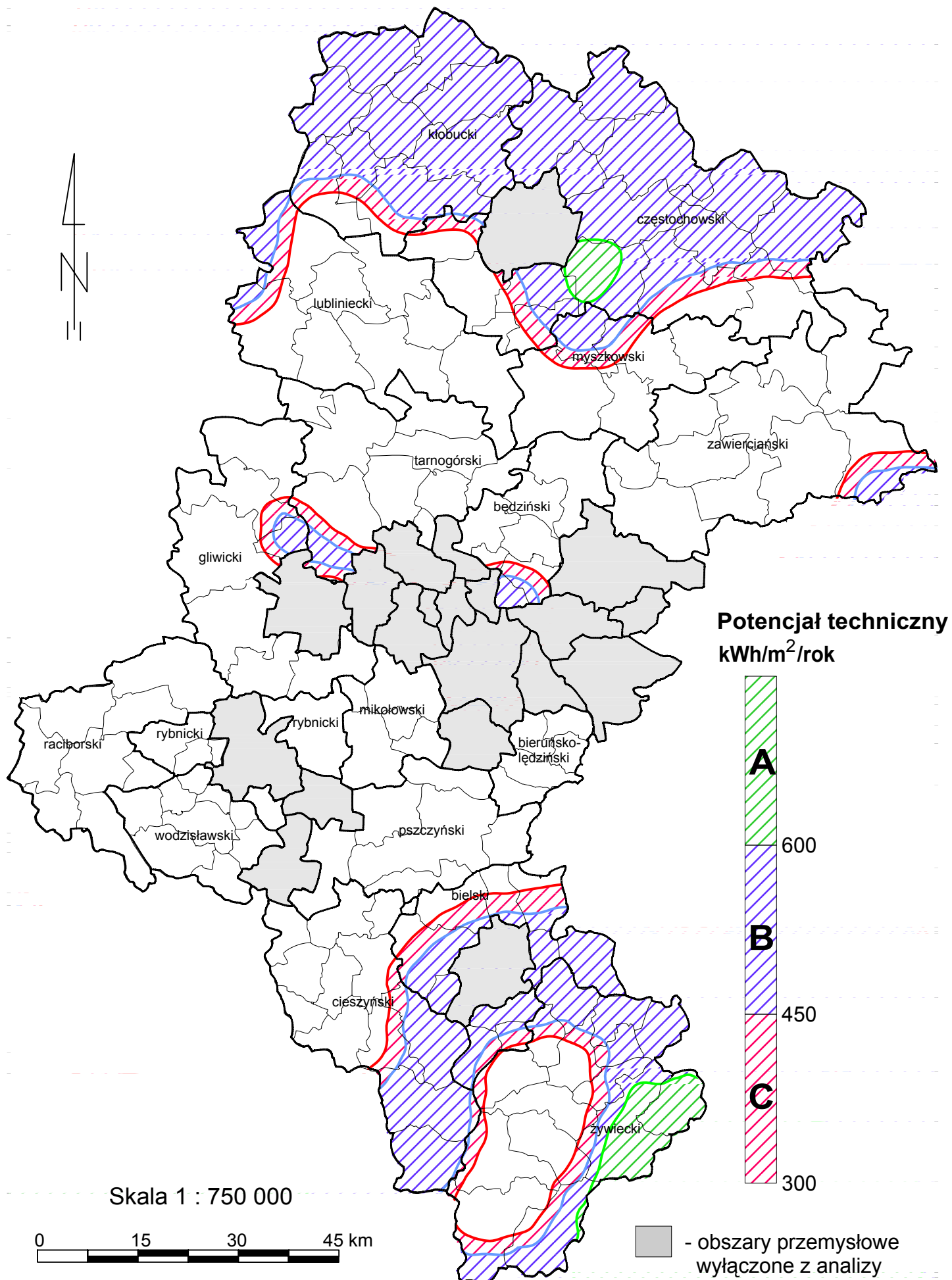
Klasyfikacja obszarów, ze względu na potencjał techniczny wiatru na wysokości 40m



Lokalne potwierdzenie zasobów energii wiatru wymaga przeprowadzenia specjalistycznych pomiarów

Rycina II.36. Energia wiatru

Klasyfikacja obszarów, ze względu na potencjał techniczny wiatru na wysokości 60m



Lokalne potwierdzenie zasobów energii wiatru wymaga przeprowadzenia specjalistycznych pomiarów

4.2.5. Energia wód powierzchniowych (Ryc.II.37)

Województwo śląskie posiada zróżnicowane warunki dla rozwoju małej energetyki wodnej. Ogółem w województwie śląskim, na terenach nieprzemysłowych, zlokalizowano 132 istniejące budowle hydrotechniczne. Teoretyczne moce jakie można uzyskać zagospodarowując wszystkie obiekty kształtują się następująco: w 39 obiektach poniżej 10 kW, w 37 obiektach 10 do 20 kW, w 14 obiektach 20 do 30 kW w 23 obiektach 30 do 100 i 19 powyżej 100 kW. Szczególnie dobre warunki posiadają powiaty na południu województwa. Sieć rzeczna jest bardzo rozwinięta i zróżnicowana: obok większych rzek jak Wisła (górnny bieg) i Soła występuje tu wiele mniejszych dopływów i małych potoków. Przepływy średnie w różnych ciekach wynoszą od 0,1 do 20,4 m³/s, przeważają przepływy powyżej 2 m³/s, przepływy powyżej 2,0 m³/s występują w ponad 10% przekrojów. O dużych możliwościach energetycznych cieków decydują duże spadki podłużne rzek i potoków, wynikające z faktu że większość tych terytorium południowego woj. śląskiego stanowią góry. Centralne powiaty województwa mają dobre warunki rozwoju małej energetyki wodnej. Teren jest zróżnicowany wysokościowo, co odbija się korzystnie na spadkach rzek, sieć rzeczna rozwinięta, występują liczne sztuczne zbiorniki dla zaopatrzenia w wodę tej wysoce uprzemysłowionej i zurbanizowanej części województwa, spotyka się często piętrzenia dla celów żeglugowych, dla zasilania kanałów i in. Wprawdzie pobory wody niejednokrotnie poważnie obniżają możliwości energetycznego wykorzystania piętrzeń, ale mimo to pozostają one atrakcyjne dla energetyki wodnej. Największe przepływy średnie występują w Czarnej Przemszy w Sosnowcu (4,64 m³/s) i Kłodnicy w Dzierżoniowie Dużym (5,59 m³/s). Część tego regionu stanowi wododział Wisły i Odry. Powiaty północnej części województwa posiadają przeciętne warunki dla rozwoju małej energetyki wodnej nie mniej jednak wszystkie zinwentaryzowane obiekty piętrzące są w dobrym stanie technicznym co jest zjawiskiem rzadko spotykanym w innych częściach województwach i wynika głównie z dużego udziału zbiorników retencyjnych nie podlegającym tak szybkiemu niszczeniu jak mniejsze obiekty.

Na rycinie wartości potencjału technicznego naniesiono sumaryczne wartości w poszczególnych gminach z podziałem ze względu na grupy A, B i C ze względu na roczne wartości energii wyprodukowanej w obiektach małej energetyki wodnej.

Rycina II.37. Energia wody

Klasyfikacja gmin, ze względu na potencjał techniczny wód powierzchniowych

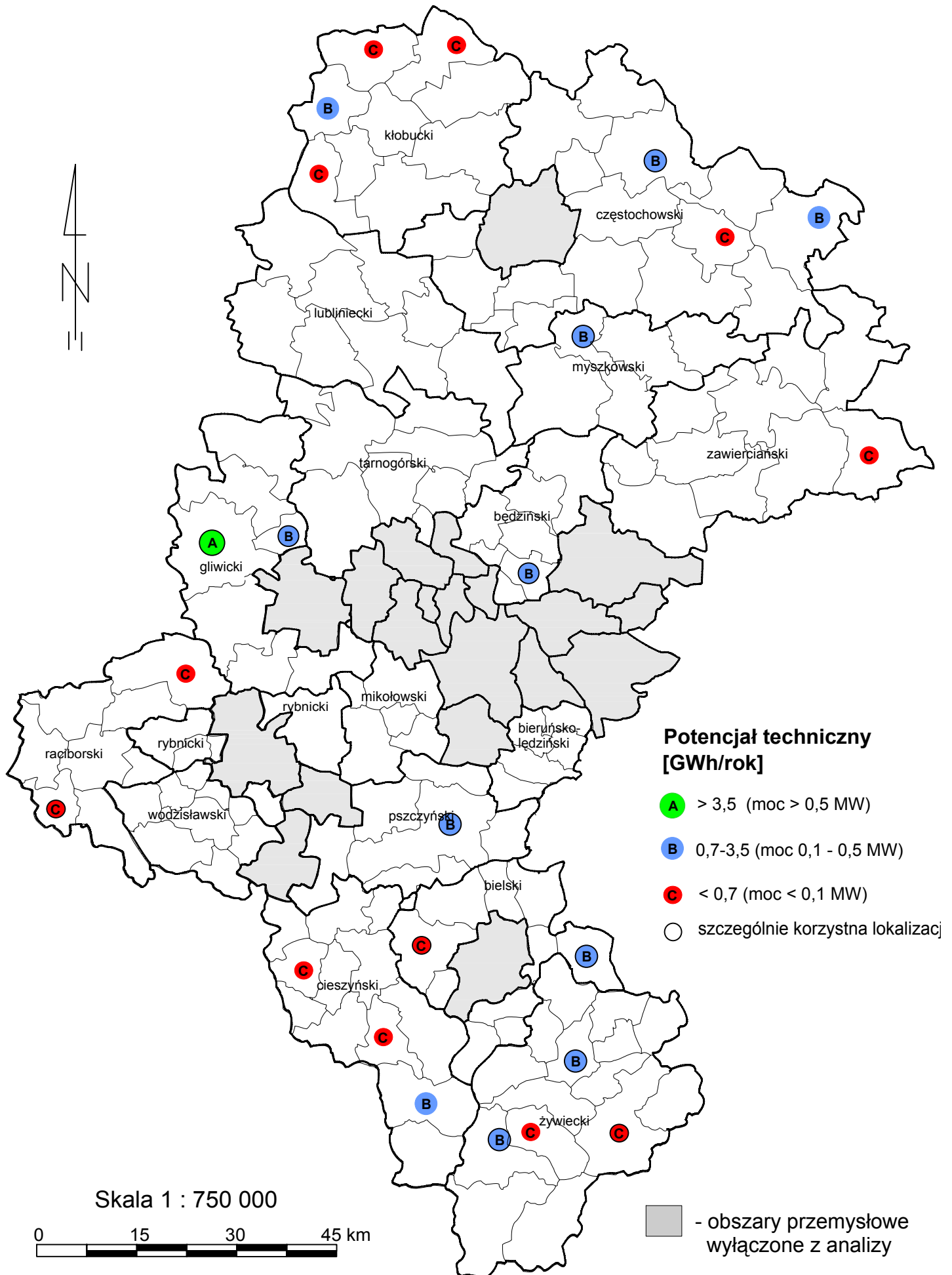


Tabela II.21. Obiekty jako zadania krótkoterminowe (A) z realizacją do 2008 roku:

Nazwa obiektu Miejscowość (Gmina)	Lokalizacja rzeka (dorzecze)	Rodzaj obiektu
Dierzno II (Pyskowice)	Drama (Kłodnica)	Zbiornik retencyjny
Zbiornik Przeczycy (Mierzecice)	Czarna Przemsza (Przemsza)	Zapora ziemna, zbiornik z ujęciem wody przemysłowej
Zb. Goczałkowicki (Pszczyna)	Wisła (Bałtyk)	Zapora ziemna i zbiornik wody pitnej z ujęciem
Czaniec (Porabka)	Młynówka Czaniecka (Soła)	Ujęcie wody ze zbiornika Czaniec
Międzyrzecze Dolne (Jasiennica)	Młynówka (Jasienniczanka)	Tartak (nieczynny)
Żywiec - Sporysz – Elektrownia (Żywiec)	Młynówka Koszarawy (Soła)	Elektrownia (nieczynna)
Sopotnia Wielka (Jeleśnia)	Sopotnia Wielka (Sopotnia)	Próg naturalny
Rajcza – Elektrownia Sanatorium (Milówka)	Potok Ujsoły (Soła)	Elektrownia (nieczynna)

Tabela II.22. Obiekty zaklasyfikowane jako projekty perspektywiczne (B) z realizacją do roku 2015:

Nazwa obiektu Miejscowość (Gmina)	Lokalizacja rzeka (dorzecze)	Rodzaj obiektu
Starokrzepice (Krzepice)	Liswarta (Warta)	Elektrownia (młyn przy jazie)
Nowa Kuźnica (Przystajń)	Liswarta (Warta)	Młyn
Okolowice (Koniecpol)	Pilica (Wisła)	Spiężenie dla stawów rybnych
Koniecpol (Koniecpol)	Pilica (Wisła)	Młyn (nieużywany)
Smyków (Przyrów)	Wiercica (Warta)	Młyn
Przyłęk (Szczekociny)	Pilica (Wisła)	Młyn (nieużywany)
Żarnowiec (Żarnowiec)	Pilica (Wisła)	Młyn nieczynny i nawodnienia
Rudziniec Śluza (Rudziniec)	Kanał Gliwicki (Kłodnica)	Zbiornik alimentacyjny
Dierzno – Jaz (Rudziniec)	Kanał Gliwicki (Kłodnica)	Wpust wody z kanału do Zbiornika Dierzno Duże
Brantolka (Kuźnia Raciborska)	Ruda (Odra)	Jaz piętrzący dla stawów rybnych

Bieńkowice (Krzyżanowice)	Psina (Odra)	Młyn (nieczynny)
Wisła Czarne - Zapora (Wisła)	Wisła (Bałtyk)	Zapora i zbiornik z ujęciem wody komunalnej
Ustroń - Siłownia Kuźni Ustroń (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko- Ustrońska (Wisła)	Elektrownia do zasilania Kuźni (nieczynna)
Ustroń (1-go maja 12) (Ustroń)	Młynówka Skoczowsko- Ustrońska (Wisła)	Elektrownia (nieczynna)
Cieszyn "Młyn "Eisnera" (Cieszyn)	Młynówka Cieszyńska (Olza)	Młyn (napęd z sieci)
Roztropice (Jasiennica)	Ilownica (Wisła)	Jaz i ujęcie wody dla stawów rybnych
Żywiec (Żywiec)	Soła (Wisła)	Próg do redukcji spadku podłużnego rzeki
Węgierska Górka (Węgierska Górka)	Młynówka (Soła)	Elektrownia (nieczynna) w odlewni żeliwa

4.2.6. Energia geotermalna (Ryc.II.38)

Na ryc. II.38 przedstawiono strefy A, B i C charakteryzujące się korzystnymi warunkami do pozyskania energii ciepła ziemi. Najbardziej korzystne warunki do wykorzystania energii geotermalnej występują na obszarze powiatów północnych województwa (niecka miechowska, monoklina śląsko-krakowska – zbiornik jurajski i triasowy) oraz w mniejszym stopniu w północnej części powiatu cieszyńskiego i bielskiego (strefa brzeżna Karpat - zbiornik dewoński). Nawet jednak w najbardziej uprzywilejowanych geotermalnie powiatach warunki hydrogeotermalne poszczególnych gmin mogą się różnić w sposób istotny zarówno w wyniku zmian porowatości i przepuszczalności utworów zbiornika jak i zmiany jego głębokości.

Najkorzystniejsze warunki rozwoju systemów pozyskania energii geotermalnej występują w południowo-wschodniej części powiatów częstochowskiego oraz zawierciańskiego oraz południowo-zachodniej części powiatu cieszyńskiego.

Koszty inwestycyjne związane z realizacją projektów geotermalnych w gminach znajdujących się na obszarach perspektywicznych kształtują się na poziomie 6 mln zł/instalacje w przypadku konieczności wykonania dubletu nowych otworów lub około 4 mln zł/instalacje w przypadku możliwości rekonstrukcji otworów istniejących.

Strefa A – gminy: Kruszyna, Kłomnice, Dąbrowa Zielona, Koniecpol, Lelów, Szczekociny, Irządze, Przyrów

Strefa B – Pilica, Kroczyce, Ogrodzieniec, Niegowa, Włodowice, Żarki, Olsztyn, Mostów, Zawiercie, Rędziny, Mykanów, Miedźno, Zebrzydowice, Hażlach, Cieszyn, Dębowiec, Skoczów, Brenna, Goleszów, Ustroń,

4.2.7. Energia wód kopalnianych (Ryc.II.39)

Możliwość wykorzystania energii cieplnej z wód kopalnianych ograniczona jest do obszarów na terenie których znajdują się czynne zakłady górnicze. Wykorzystując dane pochodzące z ankiet rozesłanych do gmin woj. śląskiego (Zakład Energii Odnawialnej IGSMiE PAN) oraz danych udostępnianych przez Główny Instytut Górnictwa określono obszary gdzie istnieje możliwość lokalizacji instalacji odzyskujących ciepło. Na ryc.II.39 oznaczono strefy A, B i C w zależności od rocznych wartości energii cieplnej możliwej do pozyskania.

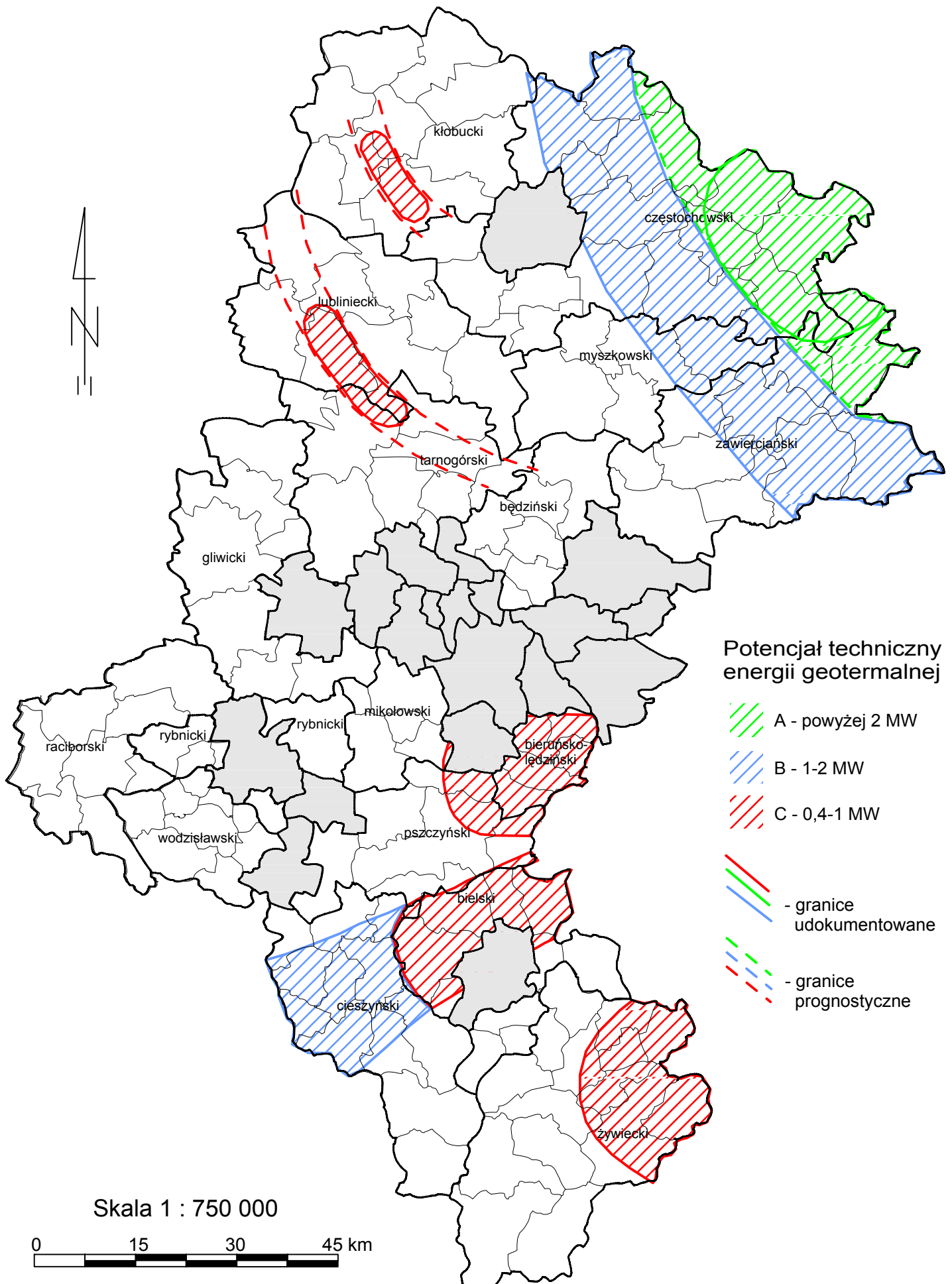
Strefa A – Rydułtowy, Czerwionka Leszczyny, Mikołów, Bojszowy, Bieruń, Łędziny, Czeladź, Będzin.

Strefa B – Zebrzydowice, Świerklany, Wodzisław Śląski, Radzionków, Wojkowice, Ornontowice, Bestwina.

Koszty inwestycyjne związane z realizacją projektów pozyskania ciepła z wód kopalnianych w gminach na terenie których znajdują się instalacje odwadniania kopalń zależą przede wszystkim od całkowitej mocy instalacji. Średni koszt inwestycyjny instalacji o mocy 0,5 MW kształtuje się na poziomie 0,8 mln zł, rosnąc (ceny pomp ciepła i wymienników rosną prawie liniowo wraz ze wzrostem mocy) wraz ze zwiększaniem mocy.

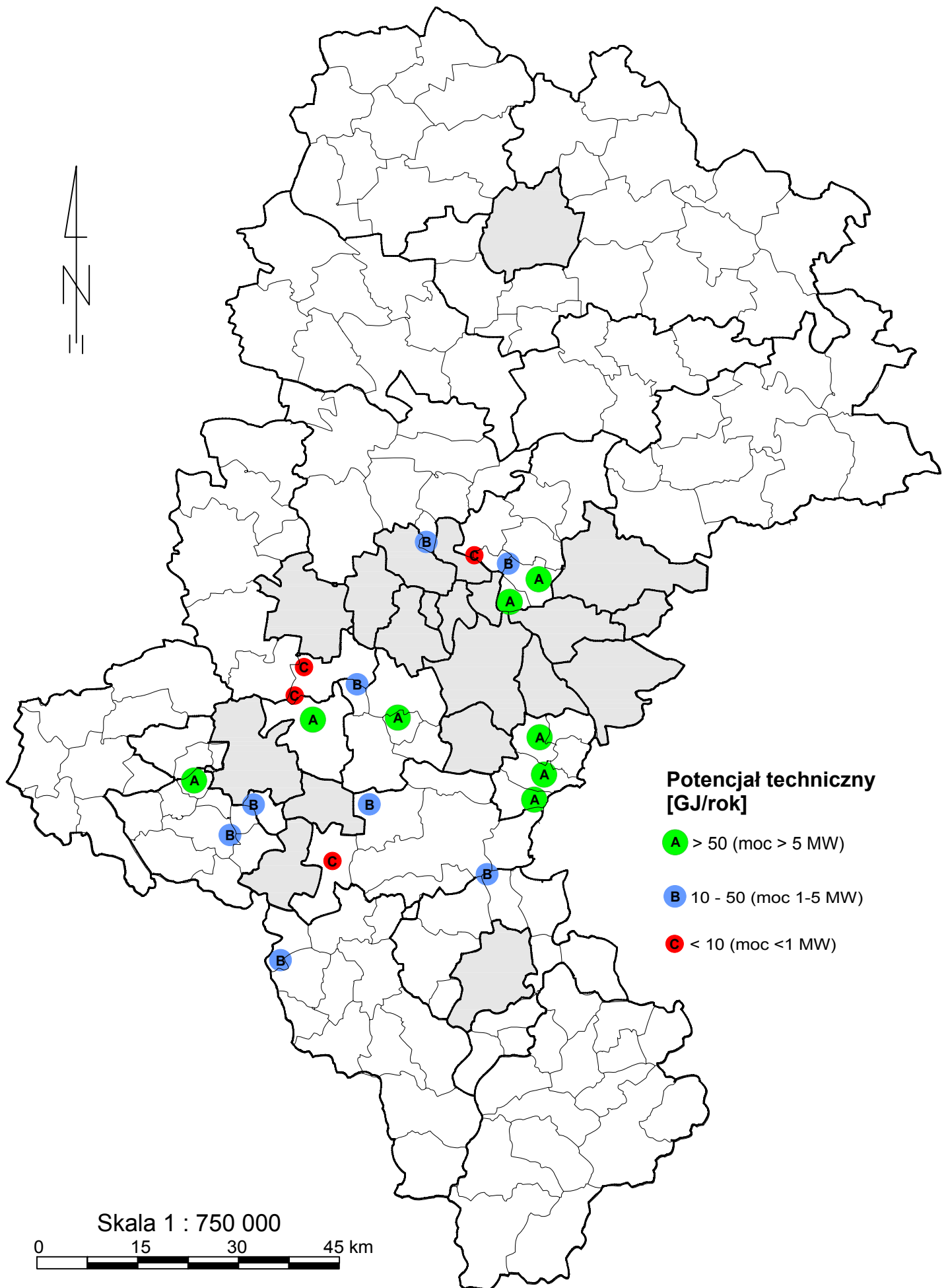
Rycina II.38. Energia geotermalna

Klasyfikacja obszarów, ze względu na potencjał techniczny energii geotermalnej



Rycina II.39. Energia wód kopalnianych

Klasyfikacja gmin, ze względu na potencjał techniczny wód kopalnianych



5. Propozycje zapisów do programów lokalnych

Program wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnej na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego winien być realizowany na poziomie lokalnym, w poszczególnych gminach. Wynika to przede wszystkim z korzyści jakie przynosi ich wykorzystanie zarówno dla lokalnych społeczności – zwiększenie poziomu bezpieczeństwa energetycznego, stworzenie nowych miejsc pracy, promowanie rozwoju regionalnego – jak również z korzyści ekologicznych.

Odnawialne źródła energii mają istotny udział w bilansie energetycznym poszczególnych gmin i powiatów. Dlatego też dla realizacji zapisów prawnych należy wprowadzić odpowiednie zapisy do miejscowych dokumentów oraz rozważyć przygotowanie programów rozwoju poszczególnych rodzajów odnawialnych źródeł energii na danym terenie.

Przyjęte do realizacji przez powiat czy gminę cele i priorytety winny być spójne z przyjętymi programami i zadaniami określonymi w „Strategii rozwoju województwa śląskiego”. Według tego dokumentu jednym z priorytetów jest:

↳ poprawa jakości środowiska przyrodniczego i kulturowego, w tym zwiększenie atrakcyjności terenu poprzez m.in.:

➤ cel strategiczny: poprawa jakości powietrza

⇒ kierunki działań dla osiągnięcia tego celu: redukcja niskiej emisji, ograniczenie emisji CO₂, NO_x, SO_x, ograniczenie strat energetycznych; zintegrowanie i rozbudowa systemu ciepłowniczego regionu, rozwój odnawialnych systemów produkcji energii, rozbudowa systemu wspierania inwestycji odnawialnych źródeł energii, przebudowa świadomości społecznej w zakresie racjonalnego użytkowania energii; promocja wykorzystania alternatywnych źródeł energii.

Określone w wojewódzkim Programie cele strategiczne oraz cele szczegółowe powinny być rozwinięte i kontynuowane w zapisach odnośnych programów ochrony środowiska, planów zaopatrzenia w energię a przede wszystkim w nowych programów wykorzystania zasobów energii odnawialnej tworzonych w powiatach i gminach. Jednym z istotniejszych elementów dla realizacji lokalnych programów winny być wyniki niniejszej pracy. Mapy potencjału technicznego poszczególnych rodzajów energii odnawialnych jak również klasyfikacja gmin pod kątem

możliwości wykorzystania tych zasobów pozwalają na wybranie kierunku rozwoju lokalnego rynku energii odnawialnych. Zestawienie wskazanych kierunków z podziałem na kierunki preferowane do wdrożenia na danym obszarze – tzw. grupa A - inwestycje krótkookresowe oraz na kierunki możliwe do wdrożenia – tzw. grupa B – inwestycje długookresowe znajduje się w tabeli II. Pozwoli to zainteresowanym stronom na podjęcie kroków decyzyjnych, inwestycyjnych i wykonawczych.

Tabela II.23. Zestawienie możliwości wykorzystania OZE na rynku lokalnym

Gmina	Preferowane kierunki rozwoju grupa A - inwestycje krótkookresowe	Kierunki rozwoju możliwe do realizacji grupa B inwestycje długookresowe
Powiat będziński		
Będzin	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia z wód kopalnianych	Energia wiatru
Bobrowniki		Energia z biomasy
Czeladź	Energia z wód kopalnianych	Energia wiatru
Mierzęcice	Energia wód powierzchniowych	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Psary		Energia z biomasy
Siewierz	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Sławków		Energia z biomasy
Wojkowice	Energia biogazu ze składowisk odpadów	Energia z wód kopalnianych
Powiat bielski		
Bestwina	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z wód kopalnianych
Buczkowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Czechowice-Dziedzice	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia biogazu ze składowisk odpadów Energia z biomasy
Jasienica	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód powierzchniowych	Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych
Jaworze		Energia z biomasy
Kozy		Energia z biomasy
Porąbka	Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych	
Szczyrk		Energia z biomasy
Wilamowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Wilkowice		Energia z biomasy

Powiat bieruńsko-lędziański		
Bieruń	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z wód kopalnianych	Energia z biomasy
Bojszowy	Energia z wód kopalnianych	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Chełm Śląski		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Imielin		
Lędziny	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z wód kopalnianych	
Powiat cieszyński		
Brenna	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia wiatru
Chybie		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Cieszyn	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych Energia wód powierzchniowych
Dębowiec	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Goeszów	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Hażlach	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych
Istebna	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Skoczów	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Strumień	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Ustroń		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych
Wisła	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych
Zebrzydowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia z wód kopalnianych

Powiat częstochowski		
Blachownia	Energia z biomasy	
Dąbrowa Zielona	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych	Energia wiatru
Janów		Energia z biomasy Energia wiatru
Kamienica Polska		Energia wiatru
Kłomnice	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Konieczpol	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych Energia wiatru
Konopiska		Energia z biomasy
Kruszyna	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy	
Lelów	Biogazownia roln Energia wód geotermalnych Energia z biomasy	
Mstów		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia z biomasy Energia wiatru
Mykanów		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia wiatru
Olsztyn	Energia z biomasy	Energia wód geotermalnych Energia wiatru
Poczesna		Energia biogazu ze składowisk odpadów Energia z biomasy Energia wiatru
Przyrów	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych	Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych Energia wiatru
Rędziny		Energia wód geotermalnych
Starcza		

Powiat gliwicki		
Gierałtowiec	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Knurów		Energia z biomasy
Piłchowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Pyskowice	Energia wód powierzchniowych	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wiatru
Rudziniec	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych
Sośnicowice	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Toszek	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Wielowieś	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	
Powiat kłobucki		
Kłobuck	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wiatru
Krzepice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych
Lipie		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Miedźno		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych
Opatów	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy Energia wiatru
Panki	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Popów		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Przystajń	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych
Wręczyca Wielka		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy Energia wiatru
Powiat lubliniecki		
Boronów	Energia z biomasy	
Ciasna	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	
Herby	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych

Kochanowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	
Koszęcin	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Lubliniec	Energia z biomasy	
Pawonków	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	
Woźniki	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Powiat mikołowski		
Łaziska Górne	Energia biogazu ze składowisk odpadów	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Mikołów	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z wód kopalnianych	Energia z biomasy
Ornontowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z wód kopalnianych
Orzesze	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Wiry	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Powiat myszkowski		
Koziegłowy	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Myszków		Energia z biomasy
Niegowa	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Poraj		Energia z biomasy
Żarki	Energia z biomasy	Energia wód geotermalnych
Powiat pszczyński		
Goczałkowice-Zdrój		
Kobiór	Energia z biomasy	
Miedźna	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Pawłowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Pszczyna	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy Energia wód powierzchniowych	
Suszec	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Powiat raciborski		
Kornowac	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Krzanowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Krzyżanowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia wód powierzchniowych
Kuźnia Raciborska	Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych

Nędza		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Pietrowice Wielkie	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Racibórz	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu ze składowisk odpadów Energia z biomasy
Rudnik	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Powiat rybnicki		
Czerwionka- Leszczyny	Energia z wód kopalnianych Energia z biomasy	
Gaszowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Jejkowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Lyski		Energia z biomasy
Świerklany		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z wód kopalnianych
Powiat tarnogórski		
Kalety		
Krupski Młyn		
Miasteczko Śląskie		
Ożarówce		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Radzionków		Energia z wód kopalnianych
Świerklaniec		
Tarnowskie Góry	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu ze składowisk odpadów	Energia z biomasy
Tworóg		Energia z biomasy
Zbrosławice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	Energia wiatru
Powiat wodzisławski		
Godów		Energia z biomasy
Gorzyce		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Lubomia	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	Energia z biomasy
Markłowice		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Mszana	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Pszów		
Radlin		
Rydułtowy	Energia z wód kopalnianych	

Wodzisław Śląski		Energia z wód kopalnianych Energia z biomasy
Powiat zawierciański		
Irządze	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych	Energia z biomasy
Kroczyce	Energia z biomasy	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych
Łazy	Energia z biomasy	
Ogrodzieniec	Energia z biomasy	Energia wód geotermalnych
Pilica	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	Energia wód geotermalnych
Poręba		Energia z biomasy
Szczekociny	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód geotermalnych Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych
Włodowice		Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Zawiercie		Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu ze składowisk odpadów Energia wód geotermalnych Energia z biomasy
Żarnowiec	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy	Energia wód powierzchniowych
Powiat żywiecki		
Czemichów		
Gilowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Jeleśnia	Energia wód powierzchniowych Energia wiatru	Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Koszarawa	Energia wiatru	
Lipowa		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Łękawica		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Łodygowice	Energia biogazu z biogazowni rolniczych	
Milówka	Energia wód powierzchniowych	Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Radziechowy-Wieprz		Energia biogazu z biogazowni rolniczych
Rajcza	Energia wód powierzchniowych	
Ślemień		

Świnna		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia z biomasy
Ujsoly		
Węgierska Górka		Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód powierzchniowych
Żywiec	Energia biogazu ze składowisk odpadów Energia wód powierzchniowych	Energia biogazu z oczyszczalni ścieków Energia biogazu z biogazowni rolniczych Energia wód powierzchniowych Energia z biomasy

W tabeli nie uwzględniono energii z promieniowania słonecznego gdyż dotyczy ono całego obszaru województwa śląskiego.

Opracowanie programu oszczędzania energii dla gmin oraz wykorzystania energii odnawialnej może przyczynić się do rozwoju drobnej przedsiębiorczości opartej o wykorzystanie OZE. Aczkolwiek samorząd nie ma możliwości ingerencji w działalność gospodarczą swoich mieszkańców, to jednak może być inicjatorem modelowych instalacji wykorzystujących OZE, czy wreszcie ułatwić pozyskanie funduszy strukturalnych. Jako zalecenia do dalszej realizacji należy przyjąć:

- Opracowanie we wszystkich gminach powiatu „Projektów założeń do planów energetycznych uwzględniających OZE”.
- Wprowadzenie odpowiednich zapisów dotyczących wykorzystania OZE do powiatowych i gminnych strategii, polityk, programów ochrony środowiska i podobnych dokumentów.
- Przeprowadzenie edukacji mieszkańców w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
- Wdrożenie instalacji pilotowych w zakresie wykorzystania energii słonecznej i biomasy do podgrzewania wody na cele bytowe w budynkach komunalnych lub gminnych użyteczności publicznej.
- Przygotowanie w każdej gminie listy priorytetów w zakresie wykorzystania OZE.
- Stworzenie sprawnie funkcjonującego systemu konsultacji w gminie dotyczących problemów OZE.
- Restrykcyjne przestrzeganie zakazu wypalania łąk, ściernisk, nieużytków itp.
- Zbilansowanie potrzeb energetycznych na cele suszarnicze, które mogą być zrealizowane przy wykorzystaniu powietrznych kolektorów słonecznych.

6. Bariery ograniczające wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

Doświadczenia kilku ostatnich lat wykazują, że rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce jest znacznie wolniejszy, niż zakładały to przyjęte kilka lat temu strategie rozwoju energetyki. Co gorsza, strategie te stały się podstawą przyjętych przez Polskę w traktacie akcesyjnym zobowiązań w stosunku do Unii Europejskiej. Dotychczasowa praktyka wskazuje, że spełnienie tych zobowiązań będzie niezmiernie trudne, jeśli nie niemożliwe. Już w chwili obecnej stwierdzić można, że przyjęte programy i strategie rozwoju energetyki odnawialnej są zbyt optymistyczne. Ich autorzy często mylą pojęcia potencjału zasobów energii odnawialnej z realnymi możliwościami jej pozyskiwania pomijając uwarunkowania prawne, logistyczne a przede wszystkim ekonomiczne.

Unikaniu ewentualnych problemów w sytuacji kiedy dotychczasowe, zbyt skromne doświadczenie nie dają podstawy do jednoznacznych rozstrzygnięć, służy rycina I.1. wskazująca obszary, na których uprawy energetyczne mogą budzić sprzeciw ekologów.

W niniejszym tekście podjęto próbę określenia podstawowych barier rozwoju energetyki odnawialnej. Większość tych barier ma zasięg ogólnopolski. Dodatkowe bariery mają charakter lokalny i odnoszą się do zindustrializowanych terenów Śląska.

Naszym zdaniem głównymi ograniczenia rozwoju energetyki odnawialnej odnoszą się przede wszystkim do:

- ✓ *Braku stabilnych uregulowań prawno-finansowych.* Do ustawy „Prawo Energetyczne” wprowadzane są ciągle zmiany i wydawane nowe rozporządzenia mające istotny wpływ na funkcjonowanie i ekonomię przedsiębiorstw energetycznych, szczególnie tych, które realizują przedsięwzięcia o długim czasie zwrotu nakładów, zbliżonym do 10 lat. Nie jest rozstrzygnięty los od kilku lat dyskutowanej ustawy o wspieraniu rozwoju energetyki odnawialnej. W konsekwencji nie zostały dotychczas wprowadzone do obowiązujących uregulowań ustawowych mechanizmy wsparcia dla odnawialnych źródeł energii wymienione w przyjętej w 2000 roku „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej”, w „Polityce energetycznej Polski do 2025 roku”, w „II polityce ekologicznej Państwa” oraz „Strategii zrównoważonego rozwoju Polski do 2025 roku”.

Obowiązujące rozwiązania prawne i finansowe Państwa, będące efektem podpisanych zobowiązań w stosunku do Unii Europejskiej, ukierunkowane są na wsparcie przedsięwzięć, których celem jest produkcja energii elektrycznej przy udziale źródeł odnawialnych. W efekcie pomoc finansowa trafia do dużych przedsiębiorstw energetycznych, kosztem rozwiązań lokalnych, w których można się spodziewać większych korzyści ekologicznych i gospodarczo-społecznych. Dodatkową barierą jest zapis mówiący, że wykorzystanie odnawialnego źródła energii nie może spowodować wzrostu cen ciepła loco odbiorca.

Efektom współspalania biomasy z węglem w dużych elektrowniach może być wzrost ceny biomasy, obniżający jej konkurencyjność na lokalnym rynku paliw.

W obowiązującym systemie brak jest barier prawnych dla spalania w indywidualnych źródłach ciepła paliw pozastandardowych, odpadowych, a nawet samych odpadów.

Wydaje się uzasadnionym przekonanie, że zmiany legislacyjne będą podążać w kierunku bardziej niż dotąd sprzyjającym rozwojowi produkcji energii ze źródeł odnawialnych, a czynnikami sprzyjającymi temu kierunkowi są dyrektywy UE i naciski ze strony organizacji

- ✓ *Prostych zasad ekonomicznej konkurencyjności.* Podejmując decyzję o wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych kierujemy się najczęściej rachunkiem ekonomicznym, nie uwzględniającym kosztów środowiskowych, zdrowotnych, itp. Koszty te, odmiennie jak w wielu krajach Unii Europejskiej, nie są kompensowane systemami wsparcia np. w postaci dopłat do kosztów zakupu energii co powoduje, że energia ze źródeł odnawialnych jest na ogół droższa od konwencjonalnej.

Koszty pozyskania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych zawsze muszą być odnoszone do lokalnych kosztów ze źródeł konwencjonalnych. W przypadku województwa śląskiego, szczególnie w jego centralnej części, za poziom odniesienia należy uznać może nie węgiel, ale łatwo dostępne najtańsze, a więc najgorsze jego gatunki, a nawet odpady węglowe, co powoduje specyficzny, oparty na zafałszowanym rachunku ekonomicznym sposób oceny przedsięwzięć energetyki odnawialnej przez drobnych inwestorów i indywidualnych odbiorców.

Przedsięwzięcia z zakresu energii odnawialnej cechuje na ogół duży udział nakładów kapitałowych (inwestycyjnych), koniecznych do poniesienia na początkowym etapie działalności w łącznych kosztach przedsięwzięcia, przy długim okresie zwrotu poniesionych nakładów. Powoduje to konieczność zaciągania kredytów inwestycyjnych o stosunkowo wysokim stopniu ryzyka, podnoszących koszty tych przedsięwzięć. Brak jest aktualnie banków gotowych przejąć część tego ryzyka, bądź innych mechanizmów o podobnym charakterze.

Konkurencyjność źródeł odnawialnych ulega ciągłej poprawie. Z jednej strony drożeją konwencjonalne surowce energetyczne, rosną wymagania w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń, zmuszające do wyboru czystszych, ale droższych paliw. Z drugiej strony postęp techniczny i technologiczny obniża koszty uzyskania energii ze źródeł odnawialnych. Także wzrost popytu na urządzenia wykorzystywane do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, prowadzący do wzrostu skali produkcji, powoduje obniżenie ich kosztów jednostkowych, a w konsekwencji obniżenie kosztów tej energii.

Wejście do struktur Unii Europejskiej stworzyło, szczególnie podmiotom ze sfery publicznej, szersze niż dotychczas szanse dostępu do środków finansowych przeznaczonych na wspomaganie inwestycji z zakresu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych.

- ✓ *Znaczących przywiązań społeczności do tradycji*, które w przypadku źródeł odnawialnych ulec może jedynie zmianie w wyniku szerokiej akcji promocyjnej i szkoleniowej docierającej do wszystkich grup społecznych. Dotychczas prowadzone akcje miały zdecydowanie zbyt mały zasięg, albo obejmowały tylko fragmenty koniecznych do przekazania informacji.

Za równie szkodliwe uznać należy także rozbudzanie przesadnych i nieuzasadnionych nadziei na dostęp do „łatwej” i „taniej” energii. Niespełnione lub nie w pełni spełnione oczekiwania działają zwykle zniechęcająco i dodatkowo fałszują rzeczywistość.

Jesteśmy przekonani, że niniejsze opracowanie, oparte na w miarę pełnej i rzetelnej wiedzy, przyczyni się do tworzenia właściwego klimatu wokół tych problemów, a podane przykłady zastosowań pomogą wyrobić zainteresowanym osobom własne o nich zdanie.

- ✓ *Barier administracyjnych*, szczególnie wyraźne w przypadku korzystania z zasobów energii geotermalnej, mogą działać bardzo zniechęcająco zarówno ze względu na uciążliwość, jak i konieczność ponoszenia dodatkowych, czasem trudnych do uzasadnienia kosztów.

- ✓ *Problemów natury ekologicznej*, wywołujące ostre spory przy próbach instalowania elektrowni wiatrowych, czasem także wodnych, a w niektórych mogą ograniczać możliwość wykorzystania terenów pod wieloletnie uprawy energetyczne.

Świadomość tych problemów spowodowała wskazanie na wykorzystanie istniejących, starych obiektów infrastruktury hydrotechnicznej do instalowania małych elektrowni wodnych, przez co minimalizujemy ingerencję w środowisko naturalne, a przy okazji ograniczamy koszty przedsięwzięcia.

Unikaniu ewentualnych problemów w sytuacji, kiedy dotychczasowe, zbyt skromne doświadczenia nie dają podstaw do jednoznacznych rozstrzygnięć, służy zamieszczona w opracowaniu mapka wskazująca obszary na których uprawy energetyczne mogą budzić sprzeciw ekologów.

Każda instalacja elektrowni wiatrowych musi być poprzedzona szerokimi konsultacjami społecznymi, w tym ze środowiskami ekologicznym i trudno sformułować uniwersalne kryteria ocen, bo zawsze będą one odnoszone do konkretnej sytuacji. Ważne jest wysłuchanie różnych głosów i obiektywne wyważenie często sprzecznych racji.

Pamiętać wszakże należy, że wykorzystanie zasobów energii odnawialnej winno służyć poprawie stanu środowiska, więc ewentualne kompromisy nie mogą sięgać zbyt głęboko.

- ✓ *Ograniczeń związane z ochroną środowiska*. Zgodnie z obowiązującym prawem z inwestowania wykluczone są obszary rezerwatów przyrody i parków narodowych. Parki krajobrazowe i obszary chronionego krajobrazu dopuszczają tylko te inwestycje, które nie oddziałują znacząco na środowisko (w rozumieniu przepisów o ochronie środowiska), ale również nie oddziałują na zmianę stosunków wodnych na danym obszarze. (por. Ryc.1.1 rozdział I)

- ✓ *Edukacji z zakresu wykorzystania OZE.* Pomimo różnego rodzaju zapisów dotyczących wykorzystania energii z odnawialnych źródeł w dalszym ciągu nie prowadzi się skutecznej akcji edukacyjnej w tym zakresie. Dotyczy to nie tylko informacji z zakresu rodzaju odnawialnych źródeł, ale również szkoleń prowadzonych na szczeblu lokalnym.

7. Środki i narzędzia finansowe umożliwiające realizację programu wykorzystania OZE

Podstawowymi narzędziami realizacji programu są dostępne środki finansowe. Większość przedsięwzięć z zakresu OZE charakteryzuje się wysokimi nakładami inwestycyjnymi. W strukturze kosztów całkowitych wysoki udział mają koszty stałe (związane z obsługą finansową inwestycji) natomiast koszty zmienne (związane z funkcjonowaniem źródła energii) mają ten udział znacznie niższy.

Biorąc ten fakt pod uwagę, w szczególny sposób należy rozpatrywać wszelkie możliwe źródła finansowania przedsięwzięcia zwłaszcza źródła dotacyjne.

Obecnie dostępne są krajowe, europejskie i ogólnosiątkowe źródła finansowania przedsięwzięć z zakresu ochrony środowiska i produkcji energii z odnawialnych źródeł energii.

7.1. Środki krajowe

7.1.1. Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach

Fundusz działa w ramach systemu finansowania ochrony środowiska w Polsce oraz jest istotnym instrumentem wdrażania regionalnej polityki ochrony środowiska. Dofinansowanie zadań przez Fundusz następuje z uwzględnieniem zasad i warunków określonych w ustawie Prawo ochrony środowiska, zgodnie z II Polityką Ekologiczną Państwa oraz Strategią Rozwoju Województwa Śląskiego na lata 2000–2015 i „Programem ochrony środowiska województwa śląskiego do 2004 roku oraz celami długoterminowymi do roku 2015”.

WFOŚiGW w Katowicach wspiera działania na rzecz zrównoważonego rozwoju regionu poprzez preferencyjne dofinansowanie przedsięwzięć realizujących cele długookresowe i krótkookresowe zapisane w wojewódzkim programie ochrony środowiska oraz zapewniających absorpcję środków unijnych dla osiągnięcia w województwie śląskim stanu środowiska zgodnego z warunkami określonymi w umowie akcesyjnej.

Wsparcie finansowe realizowane przez WFOŚiGW może odbywać się poprzez: pożyczki, dotacje, dopłaty do oprocentowania kredytów bankowych, udzielanie kredytów w ramach bankowych linii kredytowych.

7.1.2. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej jest instytucją finansującą przedsięwzięcia z zakresu ochrony środowiska. Działa od 1 lipca 1989 roku, a powstał na podstawie ustawy z dnia 31 stycznia 1980 roku o ochronie i kształtowaniu środowiska.

Zasady udzielania i umarzania pożyczek, udzielania dotacji oraz dopłat do oprocentowania preferencyjnych kredytów i pożyczek, ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej reguluje odpowiednia uchwała Rady Nadzorczej.

Narodowy Fundusz stosuje następujące formy dofinansowania: pożyczki, pożyczki płatnicze, kredyty udzielane ze środków Narodowego Funduszu przez banki, dopłaty do oprocentowania preferencyjnych kredytów i pożyczek, dotacje, umorzenia.

7.1.3. EkoFundusz

Fundusz został powołany przez Ministra Finansów w 1992 roku i jego celem jest efektywne zarządzanie środkami ekokonwersji, polegającej na zamianie długu państwowego na działania związane z ochroną środowiska.

Statut EkoFunduszu określa następujące sektory dla przyszłych projektów:
Ograniczenie transgranicznego transportu dwutlenku siarki i tlenków azotu oraz eliminacja niskich źródeł ich emisji (ochrona powietrza).

Ograniczenie dopływu zanieczyszczeń do Bałtyku oraz ochrona zasobów wody pitnej (ochrona wód).

Ograniczenie emisji gazów powodujących zmiany klimatu Ziemi (ochrona klimatu).

Ochrona różnorodności biologicznej (ochrona przyrody).

Racjonalizacja gospodarki odpadami i rekultywacja gleb zanieczyszczonych (gospodarka odpadami).

Projekty rozpatrywane przez EkoFundusz można podzielić na projekty techniczne oraz przyrodnicze. Projekty techniczne mogą być typowe albo innowacyjne. Przez projekty innowacyjne Fundacja rozumie takie, które prowadzą do pierwszego zastosowania nowej technologii w Polsce lub stwarzają warunki dla jej wprowadzenia na polski rynek.

Wśród projektów innowacyjnych i typowych wyróżnić można projekty komercyjne i niekomercyjne. Projekty komercyjne generują zyski po zakończeniu inwestycji a ich wewnętrzna stopa zwrotu (IRR) czyni je atrakcyjnymi dla banków bez dotacji EkoFunduszu. Głównym celem projektów niekomercyjnych jest poprawa stanu środowiska oraz względy społeczne, a ich wewnętrzna stopa zwrotu i rodzaj oferowanych zabezpieczeń nie spełniają warunków wymaganych przez banki dla udzielenia kredytu.

7.1.4. Bank Ochrony Środowiska

Misją Banku Ochrony Środowiska S.A. jest świadczenie kompleksowych usług finansowych dla podmiotów realizujących projekty na rzecz ochrony środowiska naturalnego. Bank Ochrony Środowiska S.A. rozpoczął działalność 1991 roku. Specjalizuje się w finansowaniu przedsięwzięć służących ochronie środowiska. Głównymi akcjonariuszami Banku są Skandinaviska Enskilda Banken - drugi co do wielkości bank w Szwecji (47,04%) oraz NFOŚiGW (44,69%). Właścicielami pozostałych procent akcji są wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej oraz indywidualni akcjonariusze.

Bank stosuje formy dofinansowania poprzez kredyty:

- proekologiczne BOŚ S.A. udzielane we współpracy z wojewódzkimi funduszami ochrony środowiska i gospodarki wodnej,
- na zakup lub montaż wyrobów służących ochronie środowiska,

- na przedsięwzięcia inwestycyjne na terenach wiejskich w zakresie agroturystyki,
- na przedsięwzięcia z zakresu termomodernizacji,
- dla firm realizujących inwestycje w formule "Trzeciej strony".

7.1.5. Fundacja Partnerstwo dla Środowiska

Celem konkursu realizowanego przez fundację jest dofinansowanie partnerskich, ekologicznych inicjatyw i projektów w praktyce przyczyniających się do rozwoju zrównoważonego na szczeblu lokalnym. Tematem konkursu są praktyczne partnerskie inicjatywy bądź projekty ekologiczne angażujące społeczności w działania partnerskie na rzecz rozwoju zrównoważonego, w szczególności w zakresie aktywnej ochrony środowiska, aktywnej ochrony dziedzictwa przyrodniczo-kulturowego.

7.1.6. Fundacja Wspomagania Wsi

Misją Fundacji jest wspieranie inicjatyw gospodarczych, społecznych i kulturalnych mieszkańców wsi i małych miast, oraz inicjatyw związanych z poprawą infrastruktury technicznej obszarów wiejskich. Fundacja wspiera również rozwój niekonwencjonalnych źródeł energii.

Program Małych Elektrowni Wodnych (MEW) stawia sobie za cel odtworzenie zdewastowanych jazów, zapór, młynów i innych obiektów rzecznych oraz promocję ekologicznie czystej energii. Dofinansowanie realizowane jest w formie pożyczki.

7.2. Środki europejskie

7.2.1. Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego

Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego (ZPORR) jest jednym z siedmiu programów operacyjnych, które służą realizacji Narodowego Planu Rozwoju/Podstaw Wsparcia Wspólnoty na lata 2004-2006 (NPR/PWW). Zintegrowany Program Operacyjny

Rozwoju Regionalnego będzie zarządzany na poziomie krajowym, jednakże jego wdrażanie w dużej mierze będzie odbywać się na poziomie regionalnym.

Celem ZPORR jest tworzenie warunków wzrostu konkurencyjności regionów oraz przeciwdziałanie marginalizacji niektórych obszarów w taki sposób, aby sprzyjać długofalowemu rozwojowi gospodarczemu kraju, jego spójności ekonomicznej, społecznej i terytorialnej oraz integracji z Unią Europejską.

Działania sprzyjające rozwojowi OZE przejawiają się przede wszystkim w:

DZIAŁANIE 1.2. Infrastruktura ochrony środowiska - W ramach Działania przewidziane do realizacji są projekty, które mają pozytywny wpływ na zwiększenie atrakcyjności gospodarczej i inwestycyjnej oraz są zgodne ze standardami w zakresie ochrony środowiska wymaganymi w Dyrektywach, m.in.:

- Gospodarka odpadami,
- Poprawa jakości powietrza
- Zapobieganie powodziom
- Wsparcie zarządzania ochroną środowiska
- Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii

DZIAŁANIE 3.1. Obszary wiejskie - W ramach działania przewidziane do realizacji są projekty, które mają wpływ na zwiększenie atrakcyjności gospodarczej i inwestycyjnej obszaru objętego projektem oraz tworzą warunki dla wzrostu zatrudnienia, m.in.: wykorzystanie odnawialnych źródeł energii: budowa, rozbudowa i modernizacja urządzeń do produkcji i przesyłu energii ze źródeł odnawialnych (energia, wiatrowa, wodna, kolektory słoneczne i ogniwa fotowoltaiczne, energia uzyskiwana z wykorzystania biomasy i inne)

DZIAŁANIE 3.2. Obszary podlegające restrukturyzacji - W ramach Działania przewidziane do realizacji są projekty, które mają wpływ na zwiększenie atrakcyjności gospodarczej i inwestycyjnej obszaru objętego projektem oraz tworzą warunki dla wzrostu zatrudnienia, np.:

- Budowa lub modernizacja urządzeń do odprowadzania i oczyszczania ścieków
- Budowa lub modernizacja urządzeń zaopatrzenia w wodę
- Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii
- Poprawa jakości powietrza

- Gospodarka odpadami
- Budowa lub modernizacja lokalnej bazy kulturalnej i turystycznej

7.2.2. Sektorowy Program Operacyjny SPO

Restrukturyzacja i Modernizacja Sektora Żywnościowego oraz Rozwój Obszarów Wiejskich

W oparciu o analizę sytuacji na obszarach wiejskich i w sektorze rolno-spożywczym przyjęto, że Sektorowy Program Operacyjny pt. Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego oraz rozwój obszarów wiejskich będzie narzędziem w realizacji celu Narodowego Planu Rozwoju - Restrukturyzacja sektora żywnościowego i rozwój obszarów wiejskich.

Pomoc finansowa może być przyznana na realizację projektów w zakresie: budowy lub remontu połączonego z modernizacją urządzeń do odprowadzania i oczyszczania ścieków, w tym urządzeń do gromadzenia, odprowadzania, przesyłania i oczyszczania ścieków pochodzących z gospodarstwa domowego lub rolnego; budowy lub remontu połączonego z modernizacją sieci i urządzeń zaopatrzenia w energię, w tym: przyłączy do istniejącej sieci energetycznej: elektroenergetycznej, gazowej, ciepłej, instalacji elektroenergetycznych, indywidualnych urządzeń zaopatrzenia w energię ze źródeł skojarzonych lub odnawialnych;

Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw

Konkurencyjność gospodarki jest rozumiana jako długookresowa zdolność, stającej się częścią Jednolitego Rynku Europejskiego, otwartej na świat gospodarki rynkowej, do sprostania międzynarodowej konkurencji (na rynku krajowym, unijnym oraz krajów trzecich), a także skutecznej adaptacji do zmieniających się warunków zewnętrznych oraz osiągania szybkiego i zrównoważonego wzrostu gospodarczego, prowadzącego do zmniejszenia dystansu ekonomicznego, społecznego i technologicznego wobec bardziej zaawansowanych gospodarek Unii Europejskiej.

Następujące działania w SPO WKP wspierają rozwój OZE:

Działanie 2.2: Wsparcie konkurencyjności produktowej i technologicznej przedsiębiorstw

Poddziałanie 2.2.1: Wsparcie dla przedsiębiorstw dokonujących nowych inwestycji.

Działanie 3.2: Wzrost konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw poprzez inwestycje

Poddziałanie 2.3.3: Projekty modernizacyjne w małych i średnich przedsiębiorstwach.

7.2.3. Fundusz Spójności

Fundusz Spójności, inaczej nazywany Funduszem Kohezji lub Europejskim Funduszem Kohezji, to czasowe wsparcie finansowe dla krajów Unii Europejskiej, których Produkt Narodowy Brutto (PNB) na mieszkańca nie przekracza 90 % średniej PNB dla wszystkich państw członkowskich. Fundusz Spójności nie należy do funduszy strukturalnych, ale jest instrumentem polityki strukturalnej Unii Europejskiej.

Korzystanie ze środków Funduszu Spójności w Polsce oparte jest na Strategii wykorzystania Funduszu Spójności na lata 2004-2006 utworzonej na podstawie Narodowego Planu Rozwoju 2004 – 2006.

Głównym celem strategii środowiskowej Funduszu Spójności jest wsparcie dla realizacji zadań inwestycyjnych władz publicznych w zakresie ochrony środowiska, wynikających z wdrażania prawa Unii Europejskiej.

Priorytety jakie są realizowane przy wsparciu z Funduszu Spójności w ochronie środowiska:

- poprawa jakości wód powierzchniowych,
- polepszenie jakości i dystrybucji wody przeznaczonej do spożycia,
- poprawa jakości powietrza,
- racjonalizacja gospodarki odpadami,
- ochrona powierzchni ziemi.

7.2.4. Interreg

Celem Inicjatywy Wspólnotowej INTERREG finansowanej ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (ERDF) jest wspieranie współpracy przygranicznej, międzynarodowej i międzyregionalnej zarówno na zewnętrznych, jak i wewnętrznych granicach Unii. W ramach INTERREG III wydzielone zostały trzy komponenty A, B i C.

Interreg III A - Komponent A – współpraca przygraniczna władz publicznych sąsiadujących ze sobą obszarów w celu rozwijania przygranicznych ośrodków gospodarczych i społecznych poprzez wdrażanie zarówno projektów infrastrukturalnych jak i „miękkich” (dotyczących zmian w szeroko rozumianej sferze ekonomiczno-organizacyjnej instytucji beneficjentów, obejmują takie działania jak np. warsztaty, szkolenia, seminaria, studia wykonalności).

W program inicjatywy wspólnotowej Interreg III A Czechy – Polska za rozwój OZE odpowiadają następujące priorytety i działania:

Priorytet 1: Dalszy rozwój i modernizacja infrastruktury dla zwiększenia konkurencyjności obszaru pogranicza

Działanie 1.2: Infrastruktura ochrony środowiska i ochrony przeciwpowodziowej

Interreg III B - Komponent B – współpraca transnarodowa między władzami krajowymi, regionalnymi i lokalnymi w ramach dużych regionów paneuropejskich, mająca na celu zrównoważony i skoordynowany rozwój przestrzenny. W ramach komponentu B tworzone są możliwości dla rozwoju infrastruktury transeuropejskiej, opracowania strategii rozwoju przestrzennego w skali międzynarodowej, przy uwzględnieniu współpracy miast i obszarów wiejskich służącej zrównoważonemu rozwojowi. Ponadto, finansowane są projekty z zakresu ochrony środowiska i rozwoju społeczeństwa informacyjnego. Większość realizowanych projektów to projekty „miękkie”, stanowiące przygotowanie do przedsięwzięć infrastrukturalnych, wdrażanych w ramach regionalnych lub krajowych programów finansowanych z funduszy strukturalnych.

Zadania dotyczące finansowania inwestycji w programie CADSES (Central Adriatic Danubian South-Eastern European Space) wspierających wykorzystanie odnawialnych źródeł energii realizowane są przez odpowiednie priorytety:

Priorytet 4: Ochrona środowiska, zarządzanie zasobami oraz zapobieganie ryzyku

Działanie 4.1: Promowanie ochrony środowiska oraz zarządzania zasobami

Interreg III C - Komponent C – współpraca międzyregionalna w skali europejskiej, której celem jest rozwój powiązań sieciowych w zakresie polityki regionalnej, upowszechnianie systemowych przykładów właściwego rozwiązywania problemów, wymiana informacji i doświadczeń dotyczących rozwoju regionalnego oraz polityk i technik kohezyjnych.

Obecnie program CADSES IIIC z powodów wyczerpania nakładów finansowych wstrzymał nabór wniosków.

7.2.5. EOG

Fundusz EOG działa w oparciu o współpracę między krajami Europejskiego Stowarzyszenia Wolnego Handlu (EFTA). Donatorami dla Polski w ramach tego funduszu są jego 3 członkowie: Norwegia, Islandia i Lichtenstein. Pomoc zostanie udzielona w ramach dwóch instrumentów finansowych: Nor-weskiego Mechanizmu Finansowego i Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospo-darczego (EOG). Środki finansowe na realizację projektów z zakresu ochrony środowiska i OZE będą dostępne w ramach następujących obszarów tematycznych:

- Ochrona środowiska, w tym środowiska ludzkiego, poprzez między innymi redukcję zanieczyszczeń i promowanie odnawialnych źródeł energii,
- Promowanie zrównoważonego rozwoju poprzez lepsze wykorzystanie i zarządzanie zasobami,
- Ochrona środowiska, z uwzględnieniem administracyjnych zdolności wprowadzania w życie odpowiednich przepisów UE istotnych dla realizacji projektów inwestycyjnych.

7.3. Fundusze ogólnoświatowe

7.3.1. *Global Environmental Facility*

Celem Funduszu jest osiągnięcie poprawy stanu środowiska naturalnego poprzez programy i projekty przyczyniające się do rozwiązywania problemów o charakterze globalnym w tak kluczowych dziedzinach jak:

- ochrona bioróżnorodności,
- zapobieganie zmianom klimatycznym,
- powstrzymanie kurczenia się warstwy ozonowej
- oraz ochrona gruntów przed degradacją

8. Ocena potencjalnych korzyści ekologicznych, społecznych i ekonomicznych wynikających z wdrożenia programu

Monokultura węgla doprowadziła do znacznej degradacji środowiska, w tym rolniczego i leśnego, emitując do atmosfery dwutlenek siarki, tlenki azotu, dwutlenek węgla oraz różnego rodzaju pyły. Zmniejszenie emisji szkodliwych produktów spalania może być osiągnięte poprzez zredukowanie udziału paliw kopalnych w bilansie energetycznym oraz zastosowanie metody substytucji paliw tradycyjnych, nowymi (ekologicznie czystymi) nośnikami energii, głównie przez wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych, które są w dużej mierze lub są uznawane, jak w przypadku spalania biomasy, za neutralne w eksploatacji wobec dwutlenku węgla.

Niniejszego opracowanie nie powinno być jednak postrzegane jako próba eliminowania węgla z bilansu paliw w województwie śląskim, ale ograniczania spalania, zwłaszcza w energetyce komunalnej, wszelkiego rodzaju odpadów węglowych i nie tylko węglowych.

Obecnie na całym świecie poszukiwanie alternatywnych źródeł energii prowadzone jest na szeroką skalę. Coraz więcej państw nastawia się na wytwarzanie energii czystej, pochodzącej z odnawialnych źródeł takich jak: rzeki i zbiorniki wodne, wiatr, słońce, czy z surowców do produkcji energii z biomasy. Niezwykle istotnym argumentem przemawiającym za wykorzystywaniem odnawialnych źródeł energii jest niemożliwość wyczerpania się ich zasobów oraz użytkowanie bez degradacji środowiska. Jednak jeszcze przez długi czas energia pozyskiwana ze źródeł alternatywnych nie zastąpi tradycyjnych nośników energii, głównie ze względu na zbyt wysokie koszty związane z inwestycjami, w najbliższych latach będzie więc miała charakter lokalny i uzupełniający. Mimo to korzystanie z odnawialnych, niekonwencjonalnych źródeł energii staje się coraz bardziej uzasadnione wobec zwiększającego się zanieczyszczenia środowiska i konieczności oszczędzania innych nośników energii, także ze względu na ich ograniczone zasoby i ciągle rosnące koszty.

Realizowany program pt.: „Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych

województwa śląskiego wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa śląskiego” jest zgodny z tendencjami i aktami prawnymi, a także dyrektywami Unii Europejskiej oraz nadającym prawodawstwem polskim.

Likwidacja niskiej emisji, szczególnie uciążliwej na terenach małych miast i wsi możliwa jest poprzez sukcesywną zmianę sposobu ogrzewania budynków z węglowego na gazowe i olejowe dla użytkowników indywidualnych, lub korzystanie z odnawialnych źródeł energii. W tabeli II.24 przedstawiono jak wpływa rodzaj paliwa na emisję produktów spalania.

Tabela II.24. Wpływ rodzaju paliwa na emisję produktów spalania

Rodzaj paliwa	Skład chemiczny % wagowy s. m.						wilgotność	wartość opałowa	Emisja kg/GJ			
	C	H	O ₂	N ₂	S	popiół	%	MJ/kg	CO ₂	NO _x	SO ₂	pyły
Węgiel	>68	4,5	11	1	0,5-1,2	<15	2-10	25,0	100	0,3-0,4	0,5-1	0,05
Olej	86	12	1	-	0,3-1	-	-	41,0	77	0,055-0,15	0,15-0,5	-
gaz ziemny	69,5	23,5	-	-	-	-	-	48,7	52	0,05-0,15	-	-
słoma	46	5	45	0,2	0,1	3,7	10-20	17,0	-	0,16	0,07	0,02
drewno	50	6	43	0,1	-	0,9	10-20	19,0	-	0,16	-	0,02

Źródło: Praca zbiorowa: Poradnik dla użytkowników energii. Holendersko-polski program współpracy poszanowania energii SCORE, Gdańsk, 1999.

Potencjalne korzyści wynikające z wdrożenia programu na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego są równe korzyściom wynikającym z energetycznego wykorzystania odnawialnych źródeł energii do których należy:

- ✓ wykorzystanie lokalnych zasobów paliw i wzrost bezpieczeństwa energetycznego;
- ✓ tworzenie nowych miejsc pracy na terenach wiejskich w obszarach produkcji odnawialnych źródeł energii;
- ✓ koszty przewidywalne, które nie zależą od wahań cen paliw;
- ✓ źródła energii – obfite i niewyczerpalne;

- ✓ zróżnicowanie i bezpieczeństwo dostaw energii;
- ✓ przyjazna środowisku technologia;
- ✓ ograniczenie emisji dwutlenku węgla oraz innych gazów cieplarnianych;
- ✓ wkład w zrównoważony rozwój obszarów nieprzemysłowych województwa śląskiego.

Dla prowadzonego dyskursu niezmiernie ważne jest sprecyzowanie, czym jest obszar nieprzemysłowy. Przyjmijmy, że jest to przestrzeń społeczna charakteryzująca się zdolnością absorpcji innowacji technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych przy zachowaniu własnej tożsamości i szacunku dla tradycyjnej kultury. Słowem, środowisko w którym „odnawianie starego wiąże się z odkrywaniem przyszłości”. Częścią tej przestrzeni są obszary wiejskie.

Udokumentowany szeregiem prac badawczych, pozytywny wpływ stosowania odnawialnych źródeł energii na środowisko naturalne zachęca do wprowadzania nowych rozwiązań, z drugiej strony konieczna jest zmiana mentalności, dostrzeżenia wymiernych efektów ekonomicznych i energetycznych stanowiących barierę dalszego postępu w tej dziedzinie. Również nowo powstała „Strategia rozwoju obszarów wiejskich i rolnictwa na lata 2007-2013” (z elementami prognozy do roku 2020) odnosząca się do najważniejszych zagadnień związanych z programowaniem kierunków rozwoju obszarów wiejskich w Polsce w średniej perspektywie czasowej, kładzie nacisk na zrównoważony rozwój obszarów wiejskich.

W latach 2007-2013 w Polsce realizowany będzie model wielofunkcyjnego rozwoju wsi i dywersyfikacja rolnictwa. Wspieranie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich nastąpi przez różnicowanie działalności w celu zapewnienia alternatywnych źródeł dochodów, kształtowanie produkcji rolnej w zgodzie z wymogami środowiska. Elementem zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich będzie poprawa konkurencyjności rolnictwa, a w efekcie wzrost jego dochodowości. Charakter priorytetowy będą miały działania służące poprawie efektywności i dochodowości gospodarstw rolnych poprzez ich modernizację i zmianę struktur rolnych. Odnawialne źródła energii znajdują zatem swoje miejsce w zrównoważonym rozwoju obszarów nieprzemysłowych. Przez dywersyfikację ekonomiczną na obszarach wiejskich rozumie się działanie celowe polegające na istotnym zróżnicowaniu produkowanych dóbr w ramach dotychczasowej działalności podstawowej przy zachowaniu warunku efektywnego wykorzystania posiadanych czynników wytwórczych. Obszary wiejskie muszą przejść proces restrukturyzacji. Restrukturyzacja stanowi proces głębokich i radykalnych zmian strukturalnych ukierunkowanych na wzrost efektywności gospodarowania. Podstawową cechą tak pojmowanej restrukturyzacji jest

kompleksowość działań. W przypadku obszarów wiejskich w grę wchodzi restrukturyzacja we wszystkich możliwych płaszczyznach, tj. restrukturyzacja rynkowa, restrukturyzacja techniczna, restrukturyzacja finansowa, restrukturyzacja organizacyjna, restrukturyzacja zatrudnienia, a także restrukturyzacja własnościowa. Istotnym czynnikiem rozwoju produkcji energii ze źródeł odnawialnych, a zarazem dywersyfikacji ekonomicznej obszarów wiejskich jest przeprowadzenie restrukturyzacji w płaszczyźnie rynkowej, organizacyjnej i finansowej.

Energia z OZE posiada różnorodną użyteczność formy, może występować jako ciepła, elektryczna, paliwa silnikowe etc. co pozwala na realizację różnorodnych celów. System logistyczny opierający się na odnawialnych źródłach energii ze względu na fakt, iż są one praktycznie niewyczerpalne, są nieustannie uzupełniane w procesach naturalnych, o zerowym koszcie napędu np.: wiatr, energia słoneczna, biomasa szczególnie nadaje się do zabudowy rozproszonej. Jednak są one bardzo wrażliwe na instytucjonalizację. Pod tym pojęciem zwykle się określa proces strukturalizacji ludzkich interakcji w postaci ograniczeń formalnych (normy prawne) i ograniczeń nieformalnych (norm zachowań i konwencji) wsparty charakterystyczną infrastrukturą organizacyjną łączącą w sobie wolność i przymus [Ludwicki 2004]. W tabeli II.25 podano mapę organizacji, które predysponowane są do uczestniczenia w procesie instytucjonalizacji produkcji energii z odnawialnych źródeł.

Tabela II.25. Uczestnicy procesu instytucjonalizacji produkcji energii z OZE dla potrzeb energetyki

Sektor publiczny	Atrybut
Ministerstwo Skarbu Państwa Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi Ministerstwo Środowiska Urzędy Wojewódzkie, Powiatowe, Gminne	władza
Polska Akademia Nauk Wyższe Uczelnie Jednostki Naukowo-Badawcze	wiedza
Agencja Nieruchomości Rolnych Agencja Mienia Wojskowego Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa	zasoby rzeczowe
Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. Bank Gospodarki Żywnościowej S.A. Bank Gospodarstwa Krajowego S.A.	zasoby finansowe
Południowy Koncern Energetyczny S.A. Konsorcjum Bełchatów-Opole-Turów	odbiorca

Elektrownie zawodowe Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Administracja lokalna	
Sektor prywatny	Atrybut
Elektrownie i Elektrociepłownie Zakłady Energetyczne Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Lokalni przedsiębiorcy Mieszkańcy terenów nieprzemysłowych	odbiorca
Banki komercyjne Fundusze inwestycyjne	zasoby finansowe
Towarzystwa ubezpieczeniowe	zasoby finansowe
Grupy producenckie Rolnicy indywidualni Lokalni przedsiębiorcy Mieszkańcy terenów nieprzemysłowych	dostawca
Ośrodki doradztwa rolniczego Firmy konsultingowe	doradca
Trzeci sektor	Atrybut
Stowarzyszenia Fundacje	działalność non-profit

Źródło: Ludwicki A. 2004 Materiały Konferencyjne RCDRRiOW Poświętne w Płońsku

Jak wynika z tabeli II.25 istnieją potencjalne możliwości produkcji i odbioru energii ze źródeł odnawialnych w aspekcie finansowania tej działalności.

Słusznie zakłada się, że rozwój energetyki odnawialnej może stworzyć perspektywy lepszego wykorzystania czynników produkcyjnych, zaangażowanych dziś głównie w wytwarzanie produktów żywnościowych. Chodzi też, o uaktywnienie czynników produkcji, które z przyczyn ekonomicznych lub strukturalnych w ogóle nie są obecnie angażowane w procesach gospodarczych, czyli o zmniejszenie bezrobocia na wsi oraz zagospodarowanie części gruntów odłogowanych lub wykorzystywanych ekstensywnie.

Energetyka odnawialna zdaje się takie właśnie szanse stwarzać. Wprowadzanie plantacji roślin przeznaczonych na cele energetyczne np. wiklinowych tworzy nowy rynek pracy na wsi, co może ograniczyć poważnie bezrobocie na wsi zwłaszcza w miesiącach zimowych. Rolnicy nie dysponują kapitałem inwestycyjnym, ale posiadają ziemię i umiejętności jej uprawy. Zamiast produkować coraz tańszą żywność rolnictwo powinno prowadzić produkcję coraz droższych surowców energetycznych. Produkcja nadwyżek surowców żywnościowych i w związku z tym zmienna opłacalność produkcji roślin tradycyjnych zmuszają rolników do dywersyfikacji produkcji rolniczej.

Produkcja roślin energetycznych niesie ze sobą pozytywne efekty, zmniejszenie wydatków na opał tradycyjny, a tym samym obniżenie kosztów energii potrzebnej w gospodarstwie poprzez wykorzystanie biopaliw. Towarowa produkcja biomasy wymaga jednak odpowiedniego skupu i przetwarzania jej na produkty finalne. Aktywizacja gospodarcza lokalnych społeczności związana jest więc nie tylko z pozyskiwaniem i transportem surowca, ale również: dystrybucją paliw i urządzeń do ich spalania, usługami instalacyjnymi, przetwórstwem biomasy na np. pelety, brykiety itp.

Stopień aktywizacji społeczności przy pracach związanych z biomasą obrazuje tabela II.26.

Tabela II.26. Miejsca pracy przy pozyskaniu, przetworzeniu, transporcie i spalaniu biopaliw stałych (wg badań skandynawskich).

Biopaliwo	Zbiór	Rozdrabnianie	Transport	Spalanie	Administracja	Razem
Drewno opałowe:						
-zrąb ręczny	38	20	10	1	4	73
-zrąb mechaniczny	5	15	10	1	4	35
Odpady drzewne:						
-przemysłu papierniczego	-6	8	26	1	4	33
-z leśnictwa	-	13	13	1	4	31
Uprawy zmechanizowane:						
-trzcina	10	8	6	1	1	26
-wierzba energetyczna	9	2	8	1	4	24
Słoma	4	8	8	1	2	23
Recykling drewna	-	-	8	1	4	13
Węgiel			8			

Źródło: Materiały Konferencyjne RCDRRiOW Poświętne w Płońsku:– Łakomiec L.2002

Ponadto dobrym przykładem charakteryzującym, stopień aktywizacji społeczności w pracach związanych z produkcją biopaliw jest organizacja dostaw biomasy, która może opierać się na wielu schematach tzn.: dostawie roślin np. słomiatych sprasowanych przez zewnętrznych w stosunku do kotłowni np. gminnej producentów rolnych, zbiorze i dostawie roślin przez

wyspecjalizowany podmiot, np. firmę eksploatującą kotłownię, w układzie mieszanym, zbiór własnymi siłami przez firmę eksploatującą kotłownię, uzupełniony dostawami przez okoliczne gospodarstwa rolne.

Dodatkowo zaobserwowano szereg pozytywnych zjawisk do których należą: kooperacja, tworzenie kółek maszynowych, współpraca przedsiębiorców rolnych z samorządami i współpraca przedsiębiorców z sektorem leśnym.

Tworzenie lokalnych rynków na biomasę w oparciu o lokalne zasoby przyczynić się może do częściowej decentralizacji struktur energetycznych, w których kluczową rolę odgrywać będą samorządy gminne.

Jednocześnie obserwuje się rozwój lokalnych rynków na biomasę, w których dominującą rolę odgrywa wierzba krzewiasta (zrębkowana lub cięta). Realizacje inwestycji z zakresu ciepłownictwa wzmagają popyt na biomasę, kształtują ceny lokalne i zwiększają zagospodarowanie powierzchni rolniczej, są więc motorem napędzającym rozwój lokalnych rynków. W praktyce oznacza to tworzenie nowych miejsc pracy oraz przepływ środków finansowych w obrębie lokalnym gminy czy powiatu.

Korzyści dla budżetu państwa z tytułu aktywizacji zawodowej ludności można oszacować posługując się formułą (Praca zbiorowa 2002):

$$B=Nr[Zb+Ps(\frac{e+r+z+w+f+g}{100})] \quad (II.20)$$

gdzie:

B-dodatkowe wpływy do budżetu państwa z tytułu aktywizacji zawodowej ludności, zł na miesiąc,

Nr-liczba pracowników zatrudnionych dzięki podjęciu nowej produkcji,

Zb-przeciętny zasiłek dla bezrobotnego, zł na miesiąc,

e-składka emerytalna, %

r-składka rentowa, %

z-składka zdrowotna, %

w-składka wypadkowa, %

f-fundusz pracy, %

g-inne, %

Energetyczne wykorzystanie biomasy znajduje coraz szersze poparcie, aczkolwiek nie należy uważać, że jest to panaceum na problemy ze zbytem produktów z naszego rolnictwa.

Wykorzystanie biomasy, zarówno odpadowej jak i uprawianej na cele energetyczne może pobudzić do działań lokalną społeczność w zakresie tworzenia nowych wartości na rynku.

Przedsięwzięcia związane z rozwojem energetyki odnawialnej, nie powinny być traktowane inaczej niż jako projekty inwestycji, powstające w oparciu o dobre rozpoznanie uwarunkowań ekonomicznych i rynkowych. Jest to także perspektywa dla części spośród tych rolników, którym uda się wykorzystać szanse powstające w kontekście uzyskania dodatkowych środków z budżetu UE i dołączyć do grona gospodarstw towarowych, np. dzięki zagospodarowaniu nowych gruntów lub zintensyfikowaniu wykorzystania gruntów już posiadanych. Warunkiem zasadniczym dla powodzenia tego rodzaju inicjatyw jest nie tylko wytworzenie produkcji po konkurencyjnych cenach, lecz także posiadanie na nią rynku zbytu, zarówno dziś, jak i w dającej się przewidzieć przyszłości.

9. Specyfikacja projektów zgłoszonych z obszaru województwa śląskiego

W tabeli II.27 zestawiono projekty, które zostały zgłoszone przez gminy i powiaty w czasie realizacji niniejszego Opracowania. Projekty są uszeregowane według podziału na rodzaje źródeł energii odnawialnej.

Tabela II.27 Specyfikacja zgłoszonych projektów z obszaru województwa z podziałem na rodzaje źródła energii odnawialnej

	Temat	Lokalizacja Projektu	Jednostka zgłaszająca	Stan zaawansowania
ENERGIA BIOGAZU				
1	Wytwarzanie i wykorzystanie biogazu w biogazowni rolniczej na przykładzie fermy kurzej w Palowicach	Powiat rybnicki Gmina Czerwionka -Leszczyny Wieś Palowice Gospodarstwo hodowlane spółki „H&P2 Odchów i hodowla drobiu”	Spółka „H&P2 Odchów i hodowla drobiu” (hodowca indywidualny)	Studium Celowości
2	Wykorzystanie biogazu na terenie oczyszczalni ścieków w Zawierciu	Powiat zawierciański, Gmina Zawiercie Oczyszczalnia ścieków w Zawierciu	Rejonowe Przedsiębiorstw o Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	Studium Celowości Wynik Negatywny

3	Wykorzystanie biogazu ze zrehabilitowanego składowiska odpadów Wojkowicach	Powiat będziński Gmina Wojkowice	Gmina Wojkowice	Wstępne plany
4	Wykorzystanie biogazu z ferm kurzych w Lyskach	Powiat rybnicki Gmina Lyski	Gmina Lyski	W związku z krytycznymi uwagami mieszkańców powstanie w/w instalacji staje się niemożliwe
5	Wykorzystanie biogazu ze składowiska odpadów w Pszczynie	Powiat pszczyński Gmina Pszczyna	Gmina Pszczyna	Wstępne koncepcje
6	Wykorzystanie biogazu z oczyszczalni ścieków w Raciborzu	Powiat raciborski Gmina Racibórz	Gmina Racibórz	Wstępne plany
ENERGIA BIOMASY				
7	Wykorzystanie biomasy i energii promieniowania słonecznego dla zaspokojenia potrzeb ciepłych Szpitala Rejonowego w Kłobucku	Powiat kłobucki Gmina Kłobuck Szpital Rejonowy w Kłobucku	Gmina Kłobuck	Studium Celowości
8	Wykorzystanie biomasy dla zaspokojenia potrzeb c.o. i c.w.u. obiektu Szkoły Podstawowej w Lusławicach	Powiat częstochowski Gmina Janów Szkoła Podstawowa w Lusławicach	Gmina Janów	Wstępne koncepcje
9	Wykorzystanie biomasy wraz z pompami ciepła i kolektorami słonecznymi dla pokrycia potrzeb c.o. i c.w.u. Ośrodka Energii Odnawialnych w Siedlcu	Powiat częstochowski Gmina Janów Ośrodek Energii Odnawialnych w Siedlcu	Gmina Janów	Wstępne Koncepcje
10	Wykorzystanie biomasy dla zaspokojenia potrzeb c.o. i c.w.u. obiektu Gimnazjum w Piasku	Powiat częstochowski Gmina Janów Gimnazjum w Piasku	Gmina Janów	Wstępne Koncepcje
11	Wykorzystanie biomasy dla zaspokojenia potrzeb c.o. i c.w.u. obiektu Szkoły Podstawowej w Sokolim Polu	Powiat częstochowski Gmina Janów Szkoła Podstawowa w Sokolim Polu	Gmina Janów	Wstępne Koncepcje
12	Wykorzystanie biomasy w kotłowni w Kamienicy Polskiej	Powiat częstochowski Gmina Kamienica Polska	Gmina Kamienica Polska	Wstępne plany
13	Wykorzystanie biomasy wraz z kolektorami słonecznymi w Krupskim Młynie	Powiat tarnogórski Gmina Krupski Młyn	Gmina Krupski Młyn	Wstępne plany
14	Wykorzystanie biomasy w gminie Milówka	Powiat żywiecki Gmina Milówka	Gmina Milówka	Wstępne plany
15	Uprawa wierzby energetycznej w Kłomnicach	Powiat częstochowski Gmina Kłomnice	Gmina Kłomnice	Wstępne plany
16	Uprawy wierzby energetycznej w Miasteczku Śl. – sołectwo Brynica	Powiat tarnogórski Gmina Miasteczko Śląskie Sołectwo Brynica	Gmina Miasteczko Śląskie	Koncepcje
17	Uprawa wierzby energetycznej w	Powiat kłobucki	Gmina Kłobuck	Koncepcje

Kłobucku		Gmina Kłobuck		
ENERGIA SŁONECZNA				
18	Wykorzystanie energii słonecznej w Parku Wodnym w Tarnowskich Górach	Powiat tarnogórski Gmina Tarnowskie Góry Park Wodny w Tarnowskich Górach	Gmina Tarnowskie Góry	Studium Celowości
19	Instalacja kolektorów słonecznych dla potrzeb c.o. i c.w.u. basenu w Radlinie	Powiat wodzisławski Gmina Radlin Dom Sportu	Gmina Radlin	Projekty
20	Instalacja kolektorów słonecznych krytej pływalni OSiR w Kłobucku	Powiat kłobucki Gmina Kłobuck Ośrodek Sportu i Rekreacji	Gmina Kłobuck	Wstępne plany
21	Instalacja pomp ciepła w Ożarowicach	Powiat tarnogórski Gmina Ożarowice	Gmina Ożarowice	Wstępne plany
ENERGIA WIATRU				
22	Wykorzystanie energii wiatru do produkcji energii elektrycznej w Kamienicy Śląskiej	Powiat częstochowski Gmina Kamienica Śląska Firma prywatna Skup i Sprzedaż Surowców Wtórnych	Firma prywatna Skup i Sprzedaż Surowców Wtórnych w Kamienicy Śląskiej	Studium Celowości
23	Instalacja elektrowni wiatrowej w Kamienicy Śląskiej	Powiat częstochowski Gmina Kamienica Śląska Firma prywatna Skup i Sprzedaż Surowców Wtórnych	Firma prywatna Skup i Sprzedaż Surowców Wtórnych w Kamienicy Śląskiej	Faza Realizacji
24	Wykorzystanie energii wiatru do napędu pomp wodnych we wsi Kotowice	Powiat myszkowski Gmina Żarki Wieś Kotowice	Gmina Żarki	Koncepcje
ENERGIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH				
25	Odbudowa zespołu Małych Elektrowni Wodnych w Rajczy	Powiat żywiecki Gmina Rajcza Zespół MEW w Rajczy	Fundacja im. Ks. Jordana	Studium Wykonalności i Celowości
ENERGIA GEOTERMALNA				
26	Wykorzystanie wód geotermalnych dla celów balneo-rekreacyjnych w Jaworzu	Powiat bielski Gmina Jaworze	Gmina Jaworze	Studium Celowości
27	Wykorzystanie niskotemperaturowych wód geotermalnych dla potrzeb kąpieliska w Olsztynie	Powiat częstochowski Gmina Olsztyn	Gmina Olsztyn	Koncepcje
28	Wykorzystanie energii cieplnej gruntu z zastosowaniem pomp ciepła w Wodzisławiu Śląskim	Powiat wodzisławski Gmina Wodzisław Śląski Zespół Szkół im. 14 Pułku Powstańców Śląskich	Starostwo Powiatowe w Wodzisławiu Śląskim	Projekty

29	Wykorzystanie energii ciepłej gruntu z zastosowaniem pomp ciepła dla potrzeb krytej pływalni w Gorzycach	Powiat wodzisławski Gmina Gorzyce Pływalnia Kryta	Gmina Gorzyce	Projekty
30	Wykorzystanie pomp ciepła i kolektorów słonecznych dla potrzeb Uzdrawiska w Goczałkowicach	Powiat pszczyński Gmina Goczałkowice - Zdrój Uzdrawisko Goczałkowice – Zdrój	Fundacja Czysta Energia	Wstępne koncepcje
31	Wykorzystanie energii wód studziennych z zastosowaniem pomp ciepła i agregatu kogeneracyjnego zasilanego z lokalnego źródła gazu do produkcji c.w.u. w miejskiej ciepłowni	Powiat cieszyński Gmina Skoczów MPEC "Ciepło"	Miejskie Przedsiębiorstw o Energetyki Ciepłej "Ciepło" w Skoczowie	Wstępne plany
ENERGIA WÓD KOPALNIANYCH				
32	Wykorzystanie energii wód kopalnianych dla zaspokojenia potrzeb ciepłych łaźni górniczej w KWK PIAST	Powiat bieruński Gmina Bieruń KWK Piast	Fundacja Czysta Energia	Studium Celowości
33	Wykorzystanie energii wód kopalnianych w gminach Kozy - Wilamowice	Powiat bielski Gminy Kozy i Wilamowice	Gmina Kozy	Wstępne koncepcje

10. Bibliografia

- Aguiar R., Collares-Pereira M., 1992 - TAG: A time-dependent auto-regressive, Gaussian model. Solar Energy, Vol. 49, No.3
- Aguiar R., Collares-Pereira M., Conde J.P., 1988 - A simple procedure for generating sequences of daily radiation values using a library of markov transition matrices. Solar Energy, Vol. 40, No.3
- Algorithms for the computation of advanced parameters. Report to the European Commission, January 2002
- Atlas klimatu województwa śląskiego pod redakcją Kruczala A., 2000, IMiGW, Katowice
- Dudek J., Rachwalski J., 1998 - Pozyskiwanie i utylizacja gazu wysypiskowego. Ochrona powietrza i problem odpadów nr 5/98
- Dziewański J., 1993 - Energia Odnawialna, praca zbiorowa pod redakcją Ney R., Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- EC BREC/IBMER, 2003 – Odnawialne Źródła energii jako element rozwoju lokalnego
- Główny Urząd Statystyczny: Infrastruktura komunalna w 2003 r.
- Główny Urząd Statystyczny: Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich – województwo śląskie (wyniki Powszechnego Spisu Rolnego 2002)
- Główny Urząd Statystyczny: Ważniejsze dane o powiatach w 2002 r.
- Górecki W., 1995 - Atlas zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim. Wyd. Towarzystwo Geosynoptyków GEOS – AGH, Kraków
- Grzybek A., Pawlak J., Sadowska M., Rogulski B., 2002– Studium programowo-przestrzenne budowy zakładu biodiesla na bazie przetwórstwa rzepaku i opracowanie projektu organizacji zaopatrzenia w rzepak i zbytu wyprodukowanego paliwa, maszynopis, IBMER
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K., 2001 - "Słoma - energetyczne paliwo". Wyd. Wieś Jutra, Warszawa
- Guzenda R., Świgoń J., 1997 - Techniczne i ekologiczne aspekty energetycznego wykorzystania drewna i odpadów z drzewnych. Gospodarka paliwami i energią, 1/97. Wyd. SEP, Katowice
- Jabłoński K., Różański H., 2003 - Baza i technologia pozyskiwania drewna energetycznego w lasach państwowych, Materiały konferencji pt.: „Badania właściwości i standaryzacji biopaliw stałych”, IBMER Warszawa
- Kaiser H., 1993- Energia Odnawialna, praca zbiorowa pod red. Ney R., Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- Kowalik P., 1998 - Aktualny stan i perspektywa wykorzystania energii biomasy w Polsce. Materiały Międzynarodowego Seminarium "Odnawialne źródła energii w strategii rozwoju zrównoważonego" IBMER, Warszawa
- Kozłowski R., 2003 - Potencjał surowcowy drewna opałowego z polskich lasów, Wyd. Wieś Jutra nr 2
- Laurow Z., 1994 - Pozyskanie drewna. Wyd. SGGW, Warszawa

- Lewandowski W. M., 2002 - Proekologiczne źródła energii odnawialnej, Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa
- Lorenc H., 2004 - Aktualne problemy oceny zasobów energii wiatru w Polsce. X Konferencja Naukowo-Techniczna „Ogólnopolskie Forum Odnawialnych Źródeł Energii”. Warszawa
- Ludwicki A., 2004: Wpływ rozwoju energetyki odnawialnej na dywersyfikację ekonomiczną obszarów wiejskich w Polsce, materiały konferencyjne Stan Polskiej Energetyki Odnawialnej Zeszyt III wyd. RCDRRiOW Poświętne w Płońsku
- Łakomic L., 2002 - Energetyczne wykorzystanie biomasy-alternatywne miejsca pracy rolnictwie i na obszarach wiejskich, materiały konferencyjne RCDRRiOW Poświętne w Płońsku
- Magiera R., 2002 - Modele i metody statystyki matematycznej. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław
- Nowakowski S., 1997 - Pozyskiwanie biogazu wysypiskowego do celów energetycznych. Ochrona powietrza i problem odpadów nr 1/97
- Oferta oceny zasobów energii wiatru na terenie Polski. IMiGW. Serwis [www. http://www.imgw.pl/wl/internet/oferty/dzialy/wiatr.html](http://www.imgw.pl/wl/internet/oferty/dzialy/wiatr.html)
- Oniszk-Popławska A., Zowsik M., Wiśniewski G., 2003 - Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego. Gdańsk – Warszawa, EC BREC/IBMER
- Perez, R., P. Ineichen, E. Maxwell, R. Seals and A. Zelenka, 1991 - Dynamic Models for hourly global-to-direct irradiance conversion. Edited in: Solar World Congress 1991. Volume 1, Part II. Proceedings of the Biennial Congress of the International Solar Energy Society, Denver, Colorado, USA, 19-23 August'91
- Pietruszko S., 1999 - Energie dla przyszłości – odnawialne źródła energii w bilansie energetycznym krajów Unii Europejskiej i USA. Biuro Informacji i Dokumentacji Senackiej Kancelarii Senatu, Ekspertyza OT-242
- Podogrocki J., 1998 - Warunki klimatyczne i meteorologiczne do wykorzystania energii promieniowania słonecznego w warunkach Polski. Konferencja Netmark Dom Ekologiczny
- Praca zbiorowa, 1999: Poradnik dla użytkowników energii. Holendersko-polski program współpracy poszanowania energii SCORE, Gdańsk
- Program Ochrony Środowiska Województwa Śląskiego do 2004 roku oraz cele długoterminowe do roku 2015
- Rigollier C., Bauer O., Wald L., 2000 - On the clear sky model of the 4th European Solar Radiation Atlas with respect to the Heliosat method. Solar Energy, 68(1)
- Rogoż M., Posytek E., 2000 - Problemy hydrogeologiczne w polskich kopalniach węgla kamiennego, Główny Instytut Górnictwa, Katowice
- Rośliny energetyczne, praca zbiorowa pod red. Kościak B., 2003. Wyd. Akademia Rolnicza w Lublinie
- Rózkowski A., 1996 – Warunki występowania wód termalnych w masywie górnośląskim. Technika Poszukiwań Geologicznych– Geosynoptyka i Geotermia 3/4, IGSMiE–PAN, Kraków
- Różycki A., Szramka R., 2000 – Energetyczne wykorzystanie promieniowania słonecznego. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2/2000.

- Różycki A.W., Szramka R., 1999 – Energia Geotermalna. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2/99
- Rzadkowski S., 2000 - Możliwości i technologie pozyskiwania drewna do celów energetycznych w lasach Polski. Materiały III Konferencji Leśnej: „Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu”. IBL Warszawa
- Skrzypczak M., 2002- 2004 - Studia wykonalności wykorzystania agregatu kogeneracyjnego do produkcji ciepła i energii elektrycznej dla oczyszczalni ścieków. Bielsko-Biała
- Soliński I, Soliński B., 2004 – Energetyka wiatrowa w Polsce. Polityka energetyczna, IGSMiE PAN, t.7, z.1, Kraków
- Sonik-Heliasz E. 2001 – Zasoby energii geotermalnej w wodach wypompowywanych z kopalń węgla kamiennego. Przegląd Górniczy. SITG, Katowice
- Sowiński A. i inni, 1982 - Studium terenowe MEW. Program budowy MEW do 2000 r. BSiPE Energoprojekt, Warszawa
- Tymiński J., 1993 - Energia Odnawialna, Praca zbiorowa pod red. R. Neya, Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- Tymiński J., 1997 - Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2003 r. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa
- Wanilišta K., Butra J., Kicki J., 1999 – Leksykon ekonomiczny dla inżynierów i techników. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków
- Wasiak W., Urbaniak W., 1999 - Biogaz – powstawanie, zagrożenia, analiza chromatograficzna. Ekopartner nr 4/99. Wyd. Fundacja Green Park, Warszawa
- Wierzba energetyczna, uprawa, wybrane technologie przetwarzania, praca zbiorowa pod red. Grzybek A., 2004. Wyd. Wyższa Szkoła Zarządzania, Bytom
- Wiśniewski S., Wiśniewski T.S., 1997 - Wymiana ciepła. Wyd. WNT, Warszawa
- Włodarz R., 2001 - Słoma: zaorać czy sprzedać. Top Agrar Plus, 1. Wyd. PWR, Poznań
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach: Raport o stanie środowiska 2002. Katowice, 2004.
- Wójcik L., 2004 - Zasoby energetycznych surowców odnawialnych w PGL LP i prognozy ich rozwoju, referat wygłoszony na konferencji „Odnawialne źródła energii-szanse i bariery zielonej energii w Polsce”