

**Kazimierz Niecikowski**

**Mariusz Kistowski**

**Uwarunkowania i perspektywy  
rozwoju energetyki wiatrowej**

**na przykładzie strefy pobraży i wód przybrzeżnych  
województwa pomorskiego**

**Gdańsk, 2008**

**Recenzent: doc. dr hab. Marek Degórski, Instytut Geografii i Przestrzennego  
Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Warszawa**

**Copyright © 2008 Kazimierz Niecikowski & Mariusz Kistowski**

**Fotografie: Kazimierz Niecikowski**

**Publikacja sfinansowana ze środków na działalność statutową J.M. Rektora  
Uniwersytetu Gdańskiego, Dziekana Wydziału Biologii Geografii i Oceanologii UG oraz  
Katedry Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Instytut Geografii UG**

## Spis treści

1. Wstęp.....	3
1.1. Cel i zakres pracy.....	4
1.2. Przegląd literatury i materiałów źródłowych.....	6
1.3. Metody opracowania.....	8
2. Analiza warunków rozwoju energetyki wiatrowej.....	10
2.1. Uwarunkowania ogólne.....	10
2.1.1. Uwarunkowania prawne.....	10
2.1.2. Uwarunkowania przyrodnicze.....	16
2.1.3. Uwarunkowania krajobrazowe (fizjonomiczno-estetyczne).....	22
2.1.4. Uwarunkowania społeczne.....	29
2.1.5. Uwarunkowania techniczno-ekonomiczne.....	32
2.2. Uwarunkowania wynikające ze struktury środowiska przyrodniczego obszaru badań.....	34
2.2.1 Środowisko przyrodnicze strefy pobrzeży.....	34
2.2.1 Środowisko przyrodnicze przybrzeżnej części Bałtyku.....	53
3. Stan rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem województwa pomorskiego.....	61
4.1. Sytuacja ogólnopolska.....	61
4.2. Energetyka wiatrowa w strefie pobrzeży.....	68
4.3. Energetyka wiatrowa w strefie przybrzeżnej.....	72
4. Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej w województwie pomorskim.....	76
5.1. Potencjał rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobrzeży.....	77
5.2. Potencjał rozwoju energetyki wiatrowej na wodach przybrzeżnych.....	87
5.3. Podsumowanie.....	93
5. Wnioski.....	96
Literatura.....	98
Spis tabel.....	104

Spis rycin.....	104
Spis fotografii.....	105
Załącznik.....	106

## 1. WSTĘP

Energetyka wiatrowa jest obecnie jedną z najszybciej rozwijających się form wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Jej początki sięgają czasów starożytnych. W VI w. p.n.e. wiatraki były wykorzystywane w Persji do mielenia zbóż. W Europie energia wiatru jest wykorzystywana od ponad tysiąca lat. Pierwsza wzmianka o wiatrakach na Pomorzu Gdańskim pochodzi z 1377 roku, kiedy to wielki mistrz krzyżacki wydał zgodę na budowę dwóch młynów wiatrowych w okolicach Chojnic. Od XVI w. wiatraki zaczęto stosować do odwadniania Żuław Wiślanych. Szacuje się, że w XVIII w. na terenie Polski pracowało 20.000 wiatraków. Były one wówczas wykorzystywane głównie jako młyny. Na początku XX w. nastąpił znaczny spadek zainteresowania energią wiatru. Jednak już wówczas zaczęły się pojawiać pierwsze projekty wykorzystania wiatraków do produkcji energii elektrycznej (W. Lewandowski, 2002). Gwałtowny rozwój energetyki nastąpił pod koniec lat osiemdziesiątych XX w. i trwa nieprzerwanie do dziś. W Europie przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych ma charakter wykładniczy.

W Polsce pierwsza profesjonalna elektrownia wiatrowa powstała w 1991 roku w Lisewie k/Gniewina. Jej moc wynosiła 150 kW. Obecnie łączna moc wszystkich elektrowni wiatrowych w kraju przekracza 254 MW. Rządowe plany rozwoju energetyki odnawialnej zakładają budowę do 2010 roku elektrowni wiatrowych o mocy ponad 2000 MW.

Energetyka wiatrowa jest z jednej strony źródłem czystej i odnawialnej energii. Z drugiej strony wiąże się z negatywnym oddziaływaniem na środowisko, w szczególności na krajobraz i awifaunę. Skala tego oddziaływania w dużej mierze zależy od lokalizacji elektrowni wiatrowych. Szeroko zakrojone plany rozwoju energetyki wiatrowej, które są zawarte w wielu krajowych i regionalnych strategiach, rodzą obawy o wpływ tego rozwoju na stan środowiska. Występuje coraz większa presja na budowę elektrowni wiatrowych w miejscach o wysokich walorach środowiska przyrodniczego i krajobrazu. Problem będzie w szczególności dotyczył strefy pobraży Południowego Bałtyku, gdyż obszar ten cechuje się wyjątkowo korzystnymi warunkami anemometrycznymi dla rozwoju energetyki wiatrowej.

Rozwój energetyki wiatrowej wydaje się być przesądzony. Przez najbliższe kilka lat będzie on prawdopodobnie ograniczać się do strefy lądowej. Jednak ze względu na liczne projekty budowy siłowni wiatrowych na wodach przybrzeżnych Bałtyku, warto podjąć próbę porównania możliwości rozwoju energetyki w strefie lądowej i na obszarach morskich. Może się bowiem okazać, że budowa elektrowni na morzu przyniesie w przyszłości mniejsze szkody dla środowiska przyrodniczego w porównaniu do siłowni zrealizowanych na lądzie.

## 1.1. Cel i zakres studiów

Nadrzędnym celem pracy jest dokonanie próby zdiagnozowania obecnego stanu oraz możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobraży i na wodach przybrzeżnych. Jako obszar badań wybrano województwo pomorskie oraz sąsiadujący z nim obszar polskiej strefy ekonomicznej Bałtyku. Wybór tego terenu był uwarunkowany dobrymi warunkami dla lokalizacji energetyki wiatrowej w porównaniu z innymi regionami kraju, jak i dużą intensywnością dotychczasowego rozwoju tego sposobu wytwarzania energii.

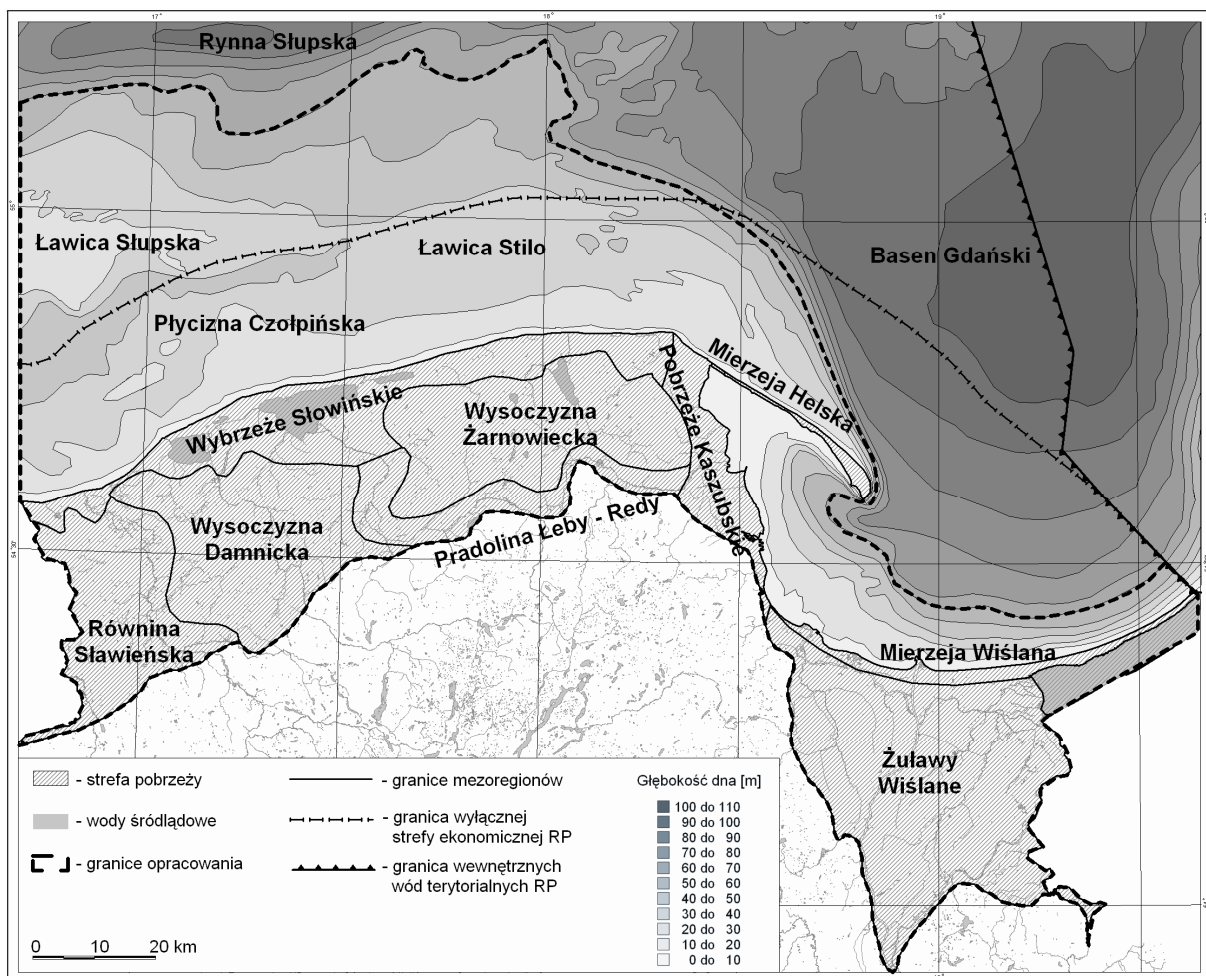
Do niedawna większość opracowań poświęconych energetyce wiatrowej na lądzie była sporządzana w granicach jednostek samorządu terytorialnego. Publikacje na temat energetyki wiatrowej na morzu powstają w oderwaniu od planów rozwoju energetyki wiatrowej na lądzie. Zauważalny jest brak kompleksowego podejścia do problemu rozwoju energetyki wiatrowej w strefie lądowej i na obszarach morskich. Analiza rozwoju energetyki wiatrowej nie powinna ograniczać się tylko do obszaru lądowego albo morskiego, gdyż elektrownie wiatrowe lokowane w strefie nadmorskiej mogą oddziaływać równocześnie na oba typy środowisk. Zintegrowana ocena obejmująca oba obszary może stanowić czynnik optymalizacji procesu ustalania lokalizacji elektrowni wiatrowych oraz przyczynić się do zmniejszenia oddziaływania tych instalacji na środowisko.

Ze względu na przyjętą skalę prezentacji przestrzennej charakteryzowanych w opracowaniu zjawisk (1:200.000), ocena perspektyw rozwoju energetyki wiatrowej będzie miała charakter regionalny. W trakcie badań uwzględnione zostały następujące grupy uwarunkowań rozwoju energetyki wiatrowej:

- środowiskowe – wynikające ze zróżnicowania i specyfiki abiotycznych oraz biotycznych komponentów i cech środowiska;
- krajobrazowe – związane z oddziaływaniem elektrowni wiatrowych na walory fizjonomiczne krajobrazu, w tym także walory kulturowe;
- prawne – wynikające z prawa powszechnego i miejscowego;
- społeczne – wynikające z potencjału środowiska przyrodniczego w zakresie zaspokojenia potrzeb społeczno-gospodarczych i wpływu siłowni na społeczeństwo;
- techniczno-ekonomiczne – wynikające ze stanu rozwoju technologii, opłacalności inwestycji, a także z kosztów przekraczania barier środowiskowych przy budowie farm wiatrowych.

Zintegrowana analiza i ocena powyższych uwarunkowań prowadzi do wskazania obszarów predysponowanych dla rozwoju energetyki wiatrowej, w których jej wpływ na środowisko, jak i generowane przez nią konflikty społeczne o dostęp do zasobów i walorów środowiska, powinny być potencjalnie najmniejsze.

Jak wspomniano, analizą objęto strefę pobraży i wody przybrzeżne województwa pomorskiego. Strefę pobraży wydzielono zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzną J. Kondrackiego (2002). W obrębie Pobraży Południowobałtyckich w granicach województwa pomorskiego wyróżnia on następujące mezoregiony: Wybrzeże Słowińskie, Równina Sławińska, Wysoczyzna Damnicka, Wysoczyzna Żarnowiecka, Pradolina Łeby i Redy, Pobraże Kaszubskie, Mierzeja Helska, Mierzeja Wiślana, Żuławy Wiślane. Lądowa część obszaru pracy, określana dalej jako strefa pobraży, cechuje się korzystnymi dla energetyki wiatrowej warunkami anemometrycznymi, kształtowanymi pod wpływem hydroklimatycznego oddziaływania Morza Bałtyckiego.



Ryc. 1. Zasięg i położenie obszaru opracowania

Zasięg wód przybrzeżnych, na potrzeby badań przyjęto jako obszar wód morskich zawartych między linią brzegową a izobatą 50 m. Jest to głębokość, która z przyczyn

technicznych i ekonomicznych ogranicza lokalizację morskich farm wiatrowych. Wody przybrzeżne zostały ograniczone do obszaru przylegającego do strefy pobraży województwa pomorskiego. Obejmują one takie jednostki jak: Ławica Słupska, Płycizna Czołpińska, Ławica Stilo, Zatoka Gdańska, Zatoka Pucka oraz część Rynny Słupskiej i Basenu Gdańskiego. Obszar Zalewu Wiślanego w granicach województwa pomorskiego był rozpatrywany wspólnie z obszarami lądowymi, ze względu na oddzielenie od otwartych wód Bałtyku Mierzeją Wiślaną.

## **1.2. Przegląd literatury i materiałów źródłowych**

Literaturę wykorzystaną w niniejszym opracowaniu można podzielić na dwie zasadnicze grupy. Pierwszą z nich wykorzystano w trakcie charakterystyki fizycznogeograficznej omawianego terenu. Publikacje naukowe w tym zakresie są stosunkowo liczne, jednak część z nich straciła na aktualności. Najpełniejszym źródłem informacji o środowisku przyrodniczym jest seria monografii regionalnych, wydanych pod redakcją B. Augustowskiego. Najważniejsze z nich, to: Bałtyk Południowy (1987) oraz Pobraże Bałtyku (1984). Zawierają one bardzo szczegółowy opis poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego. Monografia „Pomorze” B. Augustowskiego (1977) zawiera bardziej ogólne informacje na temat środowiska geograficznego całego Pomorza. Z interesujących publikacji warto wymienić „Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego” (1974) pod redakcją J. Moniaka oraz opracowanie „Zatoka Gdańska” wydane w 1990 roku pod redakcją A. Majewskiego. Większość danych zawartych w tych publikacjach pochodzi z badań prowadzonych w latach 1960-1980. Rezultaty bardziej aktualnych badań nad strukturą przyrodniczą analizowanego obszaru można znaleźć w pracach publikowanych w ramach serii wydawniczej urzędu marszałkowskiego województwa pomorskiego „Pomorskie Studia Regionalne”. Najobszerniejsze z tych publikacji to: „Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego” (2001) oraz „Studium ekofizjograficzne województwa pomorskiego” (2006) – obie pod redakcją J. Czochańskiego a także „Studia przyrodniczo-krajobrazowe województwa pomorskiego” wydane w 2006 roku pod redakcją J. Czochańskiego i M. Kistowskiego. Zawierają one aktualne dane na temat walorów, stanu i zagrożeń środowiska przyrodniczego, kulturowego oraz krajobrazu województwa pomorskiego.

Drugą grupę wykorzystanych w pracy publikacji i materiałów stanowią opracowania poświęcone energetyce wiatrowej. Ich zakres jest w kraju stosunkowo wąski. Do tej pory w



Polsce nie ukazała się żadna pozycja książkowa poświęcona oddziaływaniu elektrowni wiatrowych na środowisko. W publikacjach na temat odnawialnych źródeł energii informacje na temat energetyki wiatrowej są bardzo ogólne (W. Lewandowski, 2002.). Jedynym opracowaniem książkowym w całości poświęconym energetyce wiatrowej jest publikacja Z. Lubośnego (2006) „Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym”. Niestety, jest to książka poświęcona głównie problematyce techniczno-inżynierskiej, wykraczającej poza ramy niniejszego opracowania.

Główne źródło informacji na temat energetyki wiatrowej stanowią materiały studialne, planistyczne, konferencyjne a także dane publikowane w źródłach internetowych. Wśród najważniejszych opracowań poświęconych energetyce wiatrowej w granicach omawianego obszaru warto wymienić ekspertyzę z 2002 roku M. Gromadzkiego i M. Przewoźniaka, dotyczącą ekologiczno-krajobrazowych uwarunkowań lokalizacji elektrowni wiatrowych w północnej i centralnej części województwa pomorskiego. Było to pierwsze tego typu opracowanie przedstawiające przyrodniczo-krajobrazowe przesłanki rozwoju energetyki wiatrowej w skali regionalnej. W 2003 roku Biuro Planowania Przestrzennego w Słupsku opracowało „Studium możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w województwie pomorskim” (G. Kubicz, H. Wojcieszek i in.). Przedstawiało ono znacznie szerszy zakres uwarunkowań rozwoju energetyki wiatrowej w regionie. Zawarto w nim wstępną ocenę obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej. Uwzględniono przy tym proponowane lokalizacje elektrowni wiatrowych zawarte w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Opracowania na temat możliwości rozwoju energetyki wiatrowej na morzu pojawiły się dwa – trzy lata później. Badania w tym zakresie prowadzi m.in. Instytut Morski w Gdańsku. W listopadzie 2005 roku zespół w składzie R. Opióła, K. Szeffler, L. Gajewski przedstawił wstępne wyniki badań uwarunkowań środowiskowych budowy farm wiatrowych na morzu. Informacje na ten temat zostały zaprezentowane na konferencji „Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie” zorganizowanej w 2005 roku w Gdańsku przez BAPE S.A. Najnowsze wyniki tych badań zostały przedstawiono w Warszawie w marcu 2007 roku podczas konferencji „Rynek energetyki wiatrowej w Polsce”.

Jako materiały źródłowe wykorzystano także mapy topograficzne WZKart 1: 200 000 (odwzorowanie „1942”), mapy morskie 1:300 000 BHMW (odwzorowanie „WGS 84”) oraz szereg map tematycznych, pochodzących z różnych opracowań studialnych i planistycznych.

### 1.3. Metody opracowania

Pierwsza część pracy, obejmująca ogólną analizę warunków rozwoju energetyki wiatrowej oraz charakterystykę struktury przyrodniczej badanego obszaru, została opracowana na podstawie obszernej literatury przedstawionej w poprzednim podrozdziale. W części tej wykorzystano m.in. wzór służący obliczeniu zasięgu widoczności obiektów usytuowanych na morzu, skonstruowany według następującej formuły (M.Gromadzki, M. Przewoźniak, 2002):

$$d = 2,08(\sqrt{a} + \sqrt{H})$$

gdzie: d [Mm] – odległość do obserwowanego obiektu (z uwzględnieniem kulistości ziemi),

a [m] – wzniesienie oczu obserwatora nad poziom morza,

H [m] – wysokość obserwowanego obiektu.

W drugiej części pracy, prezentującej stan oraz perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej, zastosowano analizę przestrzenną uwarunkowań mających wpływ na rozwój energetyki wiatrowej. Obszary predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej zostały wskazane w wyniku zintegrowanej analizy wielu warstw tematycznych, przeprowadzonej przy użyciu oprogramowania GIS MapInfo. Obejmowały one następujące elementy:

#### 1. Środowiskowo-zasobowe ograniczenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

- złoża surowców mineralnych;
- obszary górnicze;
- działalność rybacką;
- ukształtowanie dna morskiego.

#### 2. Prawne ograniczenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

- formy ochrony przyrody i krajobrazu;
- obszary zamknięte (morskie poligony i otoczenia lotnisk);
- szlaki żeglugowe, redy i kotwicowiska;
- strefy ochronne kabli i rurociągów podmorskich.

#### 3. Krajobrazowe ograniczenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

- zasięg widoczności elektrowni wiatrowych na morzu;
- obszary o najcenniejszym i najbardziej zagrożonym krajobrazie kulturowym.

#### 4. Przyrodnicze ograniczenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

- korytarze i płaty ekologiczne;
- lasy;
- szlaki wędrówki i przebywania ptaków.

Ponadto przy analizie warunków rozwoju energetyki wiatrowej uwzględniono obszary projektowanych farm morskich, lokalizacje projektowanych elektrowni wiatrowych na podstawie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz przebieg linii elektroenergetycznych wyższych napięć. Z powodu stosunkowo małej skali niniejszego opracowania, przy analizie nie uwzględniono: sieci osadniczej, topoklimatu, stref ekspozycji krajobrazowej obszarów chronionych, skumulowanego oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz, stanowisk archeologicznych, rzeźby terenu, struktury agrarnej majątków rolnych, szlaków komunikacyjnych oraz warunków geotechnicznych.

Przy opracowywaniu mapy wydajności łowisk rybackich wykorzystano oprogramowanie Vertical Mapper, w którym dane punktowe były interpolowane do postaci izolinii przedstawiających poziom wydajności łowisk.

## **2. ANALIZA WARUNKÓW ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ**

Energetyka wiatrowa jest jednym z bardziej perspektywicznych odnawialnych źródeł energii (OZE). Konieczność jej dalszego rozwoju wynika z założeń przyjętych w wielu strategiach, zarówno na poziomie unijnym, krajowym, jak i regionalnym. Realizacja zobowiązań wynikających z unijnych dyrektyw i programów sektorowych, powinna się odbywać z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju. Niedostateczne uwzględnienie złożonych uwarunkowań rozwoju OZE, zarówno środowiskowych jak i społeczno-ekonomicznych, wiąże się z nadmierną utratą walorów środowiska przyrodniczego oraz powstawaniem wielu konfliktów środowiskowych.

### **2.1. Uwarunkowania ogólne**

Uwarunkowania rozwoju energetyki wiatrowej można najogólniej podzielić na:

- prawne;
- przyrodnicze;
- wizualno-estetyczne;
- społeczne;
- techniczno-ekonomiczne.

Powyższe grupy czynników są ze sobą ściśle powiązane. Odnoszą się one zarówno do predyspozycji, jak i ograniczeń warunkujących rozwój energetyki wiatrowej. W poniższych podrozdziałach w najszerszym stopniu zostaną omówione uwarunkowania prawne, gdyż są one w największym stopniu powiązane z pozostałymi grupami uwarunkowań.

#### **2.1.1. Uwarunkowania prawne**

Uwarunkowania prawne rozwoju energetyki wiatrowej wynikają z ustawodawstwa międzynarodowego (w tym unijnego), krajowego oraz regionalnego. W ramach prezentacji uwarunkowań prawnych zostały uwzględnione również strategie sektorowe, odnoszące się do rozwoju energetyki wiatrowej.

Wśród zobowiązań międzynarodowych Polski wpływających na rozwój energetyki wiatrowej wymienić można następujące dokumenty:

- Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu oraz Protokół z Kioto;
- Traktat Akcesyjny;

- Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych;
- Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE;
- Dyrektywa 2004/101/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie, z uwzględnieniem mechanizmów projektowych Protokołu z Kioto;
- Biała Księga UE „Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii” z 1997 roku;
- Zielona Księga UE „O bezpieczeństwie energetycznym” z 2000 roku;
- Zielona Księga UE "Europejska strategia na rzecz zrównoważonej, konkurencyjnej i bezpiecznej energii" z dnia 8 marca 2006 roku;
- Zielona Księga UE "W kierunku przyszłej unijnej polityki morskiej: europejska wizja oceanów i mórz" z dnia 7 czerwca 2006 roku.

Założenia dokumentów Unii Europejskiej w sprawie OZE określają wzrost udziału energii produkowanej ze źródeł odnawialnych w krajach Unii do 12% w 2010 roku i 20% w roku 2020. Dla Polski najistotniejsze wymogi rozwoju OZE wynikają z Traktatu Akcesyjnego i dyrektywy 2001/77/WE, na podstawie których Polska jest zobowiązana do 2010 roku zwiększyć udział energii elektrycznej wytworzonej z OZE do poziomu 7,5% w krajowym zużyciu energii elektrycznej. Cel ten został również powtórzony w wielu polskich strategiach sektorowych. Do najważniejszych krajowych strategii sektorowych i dokumentów programowych związanych z rozwojem OZE należą:

- Strategia rozwoju energetyki odnawialnej z dnia 23 sierpnia 2001 roku;
- Polityka energetyczna Polski do 2025 roku;
- Harmonogram realizacji zadań wykonawczych do 2008 roku określonych w „Polityce energetycznej Polski do 2025 roku”;
- Program dla elektroenergetyki z dnia 27 marca 2006 roku;
- Polityka Ekologiczna Państwa na lata 2003 – 2006 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2007 – 2010;
- Polityka Klimatyczna Polski „Strategia redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020”;

- projekt „Polityki Ekologicznej Państwa na lata 2007 – 2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011 – 2014”.

„Strategia rozwoju energetyki odnawialnej” przyjęta przez sejm RP 23 sierpnia 2001 roku określa cel ilościowy jako 7,5% udziału energii ze źródeł odnawialnych w krajowym bilansie zużycia energii pierwotnej do 2010 roku i 14% w 2020 roku.

W dniu 4 stycznia 2005 roku Rada Ministrów przyjęła „Politykę Energetyczną Polski do 2025 roku”. Potwierdza ona cel rozwoju OZE wynikający z Traktatu Akcesyjnego i dyrektywy 2001/77/WE. Polityka energetyczna zakłada, że uzyskanie w 2010 r. 7,5% udziału energii elektrycznej z OZE w krajowym zużyciu energii elektrycznej brutto odbędzie się w taki sposób, aby promowane były najbardziej efektywne ekonomicznie rodzaje OZE.

Przewiduje się, że w 2010 roku struktura poszczególnych OZE w bilansie krajowego zużycia energii elektrycznej będzie wyglądała następująco:

- biomasa – 4 %.
- wiatr – 2,3 %.
- woda – 1,2 %.

Polityka energetyczna zakłada utrzymanie stabilnych mechanizmów wsparcia wykorzystania OZE. W dokumencie znalazły się zapisy mówiące o konieczności wdrożenia rozwiązań poprawiających współpracę elektrowni wiatrowych z krajowym systemem elektroenergetycznym (KSE). Zakłada on również sporządzenie analizy możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego.

W dniu 12 lipca 2005 r. został przyjęty przez Radę Ministrów harmonogram realizacji zadań wykonawczych do 2008 roku określonych w „Polityce energetycznej Polski do 2025 roku”. Planuje się w nim przeprowadzenie analizy możliwości skojarzenia energetyki wiatrowej z elektrowniami szczytowo-pompowymi. Rozwiązanie to ma na celu poprawienie stabilności i przewidywalności generowania energii przez elektrownie wiatrowe. Mają również zostać opracowane analizy wskazujące obszary predysponowane dla rozwoju energetyki wiatrowej.

W „Programie dla elektroenergetyki” z dnia 27 marca 2006 roku potwierdzono potrzebę wzrostu mocy wytwórczych OZE. Mowa jest o konieczności utrzymania w dłuższym horyzoncie czasowym wsparcia w postaci „zielonych certyfikatów” oraz zwiększenia wsparcia finansowego dla nowych inwestycji OZE.

Na poziomie regionalnym wsparcie dla rozwoju OZE zostało zadeklarowane w „Planie zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego”, który został przyjęty

przez Sejmik Województwa Pomorskiego 30 września 2002 roku. Plan zakłada poprawę bezpieczeństwa energetycznego województwa m.in. poprzez rozwój OZE.

Sejmik Województwa Pomorskiego 23 października 2006 roku przyjął „Regionalną strategię energetyki ze szczególnym uwzględnieniem źródeł odnawialnych”. W strategii przyjęto za cel długookresowy osiągnięcie co najmniej 19% udziału energii produkowanej z OZE w ogólnym bilansie zużycia energii w województwie do roku 2025.

W Polsce problematykę rozwoju energetyki wiatrowej reguluje szereg aktów prawnych. Najważniejszą ustawą związaną z energetyką wiatrową jest Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku. Istotne zmiany tej ustawy wspierające rozwój OZE zostały przyjęte w 2005 roku. Ustawa wprowadza między innymi:

- obowiązek zakupu przez przedsiębiorstwa energetyczne całej energii elektrycznej wytworzonej w OZE;
- obowiązek uzyskania przez przedsiębiorstwa energetyczne określonej ilości świadectw pochodzenia;
- obniżenie o połowę kosztów przyłączenia do sieci instalacji odnawialnych źródeł energii elektrycznej;
- regulacje wprowadzające do końca 2010 roku preferencyjny sposób bilansowania elektrowni wiatrowych w systemie elektroenergetycznym;
- zwolnienie wytwórców energii elektrycznej z OZE o mocy do 5 MW z opłat za udzielenie koncesji oraz opłat za uzyskanie i rejestrację świadectw pochodzenia wytworzonej energii elektrycznej w OZE.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 3 listopada 2006 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, wprowadziło dla przedsiębiorstw energetycznych nowe poziomy obowiązkowego udziału energii elektrycznej wytworzonej z OZE w ogólnym rocznym bilansie energetycznym. Poziomy te będą kształtowały się w najbliższych latach następująco:

- 5,1% - w 2007 r.
- 7,0 % - w 2008 r.
- 8,7 % - w 2009 r.
- 10,4 % - w 2010 r.

Pierwotnym założeniem tego rozporządzenia było stymulowanie rozwoju OZE poprzez zwiększenie popytu na świadectwa pochodzenia przez przedsiębiorstwa energetyczne. Jednak intensywny i niekontrolowany rozwój technologii współspalania, polegającej na spalaniu biomasy w starych instalacjach węglowych sprawił, że powyższe cele są realizowane bez nowych inwestycji w OZE.

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody wyklucza lokalizację elektrowni wiatrowych w parkach narodowych i rezerwatach przyrody. Na obszarze pozostałych form ochrony przyrody oraz w ich otulinach lokalizacja elektrowni wiatrowych jest dopuszczalna tylko w przypadku, gdy inwestycja nie będzie oddziaływać na chronione wartości przyrodnicze i krajobrazowe oraz gdy lokalizacja inwestycji nie została ograniczona w planie ochrony danej formy ochrony przyrody.

W województwie pomorskim przepisy prawa miejscowego oraz plany ochrony przyrody wykluczały do 2004 lokalizację elektrowni wiatrowych na terenie parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazów oraz w tych częściach otulin, w których inwestycja mogła by pogorszyć stan środowiska danej formy ochrony przyrody (M.Gromadzki, M. Przewoźniak, 2002). Jednak z chwilą wejścia w życie nowej ustawy o ochronie przyrody w 2004 roku, zaistniał obowiązek dostosowania do niej rozporządzeń wojewody określających zasady ochrony przyrody i krajobrazu w parkach krajobrazowych i obszarach chronionego krajobrazu oraz wprowadzanych w życie planach ochrony parków. Interpretacje zapisów ustawy spowodowały znaczne zmniejszenie możliwości ograniczania lokalizacji siłowni wiatrowych w obrębie tych form ochrony.

Równocześnie z wejściem Polski do Unii Europejskiej, na podstawie dyrektyw „ptasiej” i „siedliskowej” w kraju została wprowadzona sieć Natura 2000, w obrębie której zabrania się podejmowania działań mogących negatywnie wpłynąć na siedliska przyrodnicze oraz gatunki, dla których ochrony został wyznaczony obszar Natura 2000. Ograniczenie to dotyczy również planowanych obszarów. Ponadto inwestycje znajdujące się poza obszarem Natura 2000, które potencjalnie mogą oddziaływać na ten obszar, wymagają przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko.

W ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska znajdują się zapisy dotyczące m.in. ocen oddziaływania na środowisko planów, programów i planowanych przedsięwzięć. Reguluje ona również postępowanie w sprawie oddziaływań transgranicznych.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o



oddziaływaniu na środowisko, wprowadza wymóg przeprowadzenia procedury oceny oddziaływania na środowisko instalacji wykorzystującej siłę wiatru do produkcji energii w przypadku, gdy moc nominalna elektrowni przekracza 100 MW lub gdy wysokość instalacji przekracza 30 m. Obowiązek przeprowadzenia procedury oceny wpływu na środowisko dotyczy wszystkich elektrowni wiatrowych, których lokalizacja jest planowana na morzu.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 13 stycznia 2006 roku, zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu zgłaszania oraz oznakowania przeszkód lotniczych, określa sposób oznakowania elektrowni wiatrowych. Zewnętrzne końce śmigieł powinny być pomalowane w 5 pasów o jednakowej szerokości, prostopadłych do dłuższego wymiaru łopaty śmigła. Trzy pasy koloru czerwonego lub pomarańczowego powinny być rozdzielone dwoma białymi pasami.

16 czerwca 1999 roku ówczesne Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa wydało „Informację dla samorządów dotycząca planów rozwoju energetyki wiatrowej”. Zawiera ona zalecenia dotyczące lokalizacji i technicznej specyfikacji konstrukcji elektrowni wiatrowych. Jednak większość zaleceń zawartych w tym dokumencie w wyniku postępu technicznego uległa dezaktualizacji.

Według ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. elektrownie wiatrowe traktowane są jako budowle specyficzne podlegające przepisom prawa budowlanego. Ustawa ta określa ogólne procedury uzyskania zezwolenia na budowę i eksploatację obiektu oraz wymogi, jakim powinien odpowiadać projekt architektoniczno-budowlany.

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym określa zasady kształtowania polityki przestrzennej przez jednostki samorządu terytorialnego i organy administracji rządowej. Określa również zakres i sposoby postępowania w sprawach przeznaczania terenów na określone cele oraz ustalania zasad ich zagospodarowania i zabudowy. Ustawa reguluje również zasady i procedury sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Jest to najistotniejszy dokument na poziomie lokalnym (gminnym) warunkujący możliwość zrealizowania inwestycji. Każda planowana budowa elektrowni wiatrowej musi być z nim zgodna. MPZP jest uchwalany przez radę gminy. Inwestor realizujący daną inwestycję jest obciążony kosztami sporządzenia nowego, lub zmianą obowiązującego MPZP.

Najważniejszą ustawą regulującą inwestycje na morzu jest Ustawa z dnia 21 marca 1991 roku o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej oraz Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 roku o zmianie ustawy o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej. Na ich podstawie Polska ma wyłączne

prawo do wykorzystywania w strefie ekonomicznej wody, prądów morskich i wiatru w celach energetycznych. Ustawa określa kompetencje ministra właściwego do spraw gospodarki morskiej do wydawania pozwolenia na budowę elektrowni wiatrowych na morzu. Decyzja ta jest podejmowana po zaopiniowaniu jej przez ministrów właściwych do spraw gospodarki, kultury i dziedzictwa narodowego, rolnictwa, środowiska, spraw wewnętrznych oraz Ministra Obrony Narodowej. W sytuacji gdy dla terenu planowanej inwestycji jest już uchwalony miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, decyzję dotyczącą pozwolenia na budowę elektrowni wiatrowych na morzu wydaje dyrektor właściwego urzędu morskiego. Ustawa wyklucza możliwość wydawania pozwolenia na budowę elektrowni wiatrowych na morzu w sytuacji, gdy inwestycja mogłaby się wiązać z zagrożeniem dla (R. Opióła, K. Szeffler, 2005):

- środowiska i zasobów morskich;
- interesu gospodarki narodowej;
- obronności i bezpieczeństwa państwa;
- bezpieczeństwa żeglugi morskiej;
- bezpiecznego uprawiania rybołówstwa morskiego;
- bezpieczeństwa lotów statków powietrznych;
- podwodnego dziedzictwa archeologicznego;
- bezpieczeństwa związanego z badaniami, rozpoznawaniem i eksploatacją zasobów mineralnych dna morskiego oraz znajdującego się pod nim wnętrza ziemi.

Realizacja dotychczasowych planów budowy morskich farm wiatrowych została w 2005 roku wstrzymana przez Ministra Środowiska. Wyklucza ono możliwość wznoszenia morskich farm wiatrowych w obrębie obszarów Natura 2000. Zakłada również, że jedynym sposobem rozpoznania wpływu energetyki wiatrowej na awifaunę jest zrealizowanie inwestycji pilotażowej (Stanowisko ..., 2003; A. Kawicki, 2005).

### **2.1.2. Uwarunkowania przyrodnicze**

Przyrodnicze uwarunkowania rozwoju energetyki wiatrowej dotyczą głównie negatywnego oddziaływania na środowisko potencjalnych lokalizacji elektrowni wiatrowych. Ich budowa wiąże się bezpośrednio z pogorszeniem stanu środowiska. Brak jest bezpośrednich pozytywnych dla środowiska skutków lokalizacji tych elektrowni, które by wzbogacały zasoby i walory środowiska przyrodniczego. Natomiast, w sposób pośredni energetyka wiatrowa, jako odnawialne źródło energii, przyczynia się do redukcji

zanieczyszczeń emitowanych z konwencjonalnych źródeł energii oraz oszczędzania nieodnawialnych zasobów paliw kopalnych.

Według M. Gromadzkiego i M. Przewoźniaka (2002), przyrodnicze uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych można podzielić na:

- fizjograficzne;
- zasobowo-użytkowe;
- ekologiczne.

Uwarunkowania fizjograficzne związane są z abiotycznymi komponentami środowiska, które wpływają na wielkość generowanej energii (wietrzność), a także możliwość posadowienia obiektów (bariery środowiskowe). Uwarunkowania fizjograficzne w dużej mierze decydują o opłacalności danej inwestycji. Z technicznego punktu widzenia wiele barier środowiskowych (takich jak znaczna głębokość posadowienia fundamentu elektrowni wiatrowej na morzu, niestabilność gruntu, duże nachylenie terenu) można przezwyciężyć. Jednak koszty finansowe pokonania barier fizjograficznych często przewyższają potencjalne zyski z inwestycji. Problematyka opłacalności pokonywania tych ograniczeń zostanie szerzej omówiona w podrozdziale 2.1.5. Do najważniejszych ograniczeń fizjograficznych dla lokalizacji elektrowni wiatrowych należą:

- obszary morskie o głębokości przekraczającej 50 m;
- doliny rzeczne;
- na lądzie torfowiska i tereny podmokłe;
- dla strefy morskiej obszary dna, na których występują osady organiczne, muły i ropy;
- obszary, na których średnia roczna prędkość wiatru nie przekracza 4 m/s.

Uwarunkowania zasobowo-użytkowe dotyczą zasobów środowiska przyrodniczego, które służą zaspokajaniu potrzeb społeczno-gospodarczych i które, w wyniku lokalizacji elektrowni wiatrowych, mogą zostać zmniejszone lub dostęp do nich może być utrudniony. Ograniczenia w tym zakresie dotyczą między innymi:

- łowisk rybackich;
- obszarów, na których występują złoża cennych kopalin lub na których jest prowadzona działalność wydobywcza;
- terenów o dużej atrakcyjności turystycznej.

Uwarunkowania ekologiczne są związane z biotycznymi komponentami środowiska i ekosystemami. W strefie pobraży i wód przybrzeżnych województwa pomorskiego znaczna część obszarów cennych przyrodniczo jest objęta różnymi formami ochrony przyrody. Są one

w większości wykluczone dla lokalizowania elektrowni wiatrowych. Jednak obszary nie objęte formami ochrony przyrody, na których występują wartościowe struktury przyrodnicze, również stanowią ograniczenie dla rozwoju energetyki wiatrowej. Dotyczy to głównie korytarzy ekologicznych, cennych ekosystemów, siedlisk i szlaków wędrówki awifauny. Obszary te są cenne dla zachowania różnorodności biologicznej. Z tego względu, spod lokalizacji elektrowni wiatrowych powinny zostać wykluczone:

- formy dolinne;
- kompleksy leśne;
- zespoły wydmore;
- śródlądowe zbiorniki wodne;
- tereny podmokłe;
- obszary morskie z cennymi biocenozyami dennymi;
- siedliska, żerowiska oraz szlaki wędrówki ptaków.

Przy uwarunkowaniach ekologicznych szczególną uwagę należy zwrócić na awifaunę. Ptaki stanowią grupę zwierząt, na którą elektrownie wiatrowe oddziałują w największym stopniu. Można wyróżnić dwa podstawowe rodzaje oddziaływania elektrowni na ptaki:

- zwiększoną śmiertelność w wyniku kolizji z turbiną;
- utratę siedlisk oraz wymuszanie zmiany tras przelotów.

Według M. Gromadzkiego i M. Przewoźniaka (2002) największą śmiertelność ptaków w wyniku kolizji z turbinami notuje się na szlakach migracyjnych ptaków, żerowiskach oraz trasach regularnych dolotów ptaków na żerowisko lub noclegowisko. Największą śmiertelność notuje się w warunkach ograniczonej widoczności, głównie w nocy. Kolizje występują wówczas głównie wśród drobnych ptaków wróblowatych w okresie migracji, a także sów. Przy dobrej widoczności kolizje najczęściej występują wśród dużych ptaków o słabej manewrowości. Są to zazwyczaj ptaki drapieżne oraz łabędzie, gęsi, kaczki, bociany, mewy i rybitwy (P. Chylarecki, 2007).

Utrata siedlisk następuje głównie poprzez odstraszący efekt elektrowni wiatrowych (fot.1). Efekt ten jest zależny od gatunku ptaków. Częściej dotyczy on dużych gatunków, gdyż są one z reguły bardziej płochliwe. Zasięg oddziaływania na siedliska i trasy migracji ptaków wynosi na lądzie nie więcej niż 800 m. Na obszarach morskich wartość ta wzrasta do 2000 m (M. Gromadzki, M. Przewoźniak, 2002).



Fot. 1. Gniazdo bocianie, które nie zostało ponownie zasiedlone, po wybudowaniu w jego sąsiedztwie elektrowni wiatrowej. Farma wiatrowa w Gnieździe – czerwiec 2007



Fot. 2. Gniazdowisko jaskółek przy fundamentach farmy wiatrowej w Gnieździe, fotografia wykonana w lipcu 2006 roku

W niektórych przypadkach elektrownie wiatrowe przywabiają ptaki, przez co są one narażone na podwyższone ryzyko śmierci. Mechanizm ten jest zależny od gatunku ptaków a także fazy realizacji inwestycji. Z obserwacji dokonanych w 2006 roku podczas budowy farmy wiatrowej w Gnieździe wynika, że głębokie wykopy ziemne pod fundamenty masztów elektrowni wiatrowych, w przypadku dłuższych przerw w pracach, są wykorzystywane jako siedliska i miejsca lęgowe jaskółek. Tworzą one gniazda w stromych stokach wykopów ziemnych (fot. 2). Dzieje się tak, gdyż w monotonicznych obszarach użytkowanych rolniczo, antropogeniczne zagłębienia terenu stają się jednym z nielicznych miejsc, które ten gatunek ptaków może wykorzystać jako gniazdowisko. Istotne jest, by nie zasypywać konstrukcji fundamentów w okresie lęgowym gniazdujących tam ptaków.

W przypadku kratownicowych masztów turbin, efekt przywabiania dotyczy głównie ptaków drapieżnych. Maszty kratownicowe są często wykorzystywane przez ptaki drapieżne jako stanowiska do wypatrywania zdobyczy. Wzrasta przez to ryzyko kolizji ptaków drapieżnych z obracającymi się śmigłami turbiny. Efekt przywabiający występuje także przy

ograniczonej widoczności, w szczególności w warunkach nocnych. Dotyczy on migrujących ptaków wróblowatych, które są zwabiane przez oświetlenie elektrowni wiatrowych (M. Gromadzki, M. Przewoźniak, 2002).

Według „Wytycznych w sprawie przyrodniczych analiz przedrealizacyjnych i monitoringu farm wiatrowych” (PIGEO 2007) lokalizacje elektrowni wiatrowych uznaje się za bezpieczne dla ptaków i nietoperzy, w przypadku:

- terenów położonych w odległości powyżej 5 km od granic form ochrony przyrody mających istotne znaczenie dla ochrony ptaków i nietoperzy;
- terenów, na których nie stwierdzono, na podstawie aktualnych danych naukowych (nie starszych niż 10 lat), stałego lub okresowego występowania gatunków wymienionych w załączniku nr I dyrektywy „ptasiej” lub wskazanych w Polskiej Czerwonej Księdze.

Do lokalizacji mogących mieć znaczący wpływ na ptaki i nietoperze zalicza się tereny:

- położone na obszarach specjalnej ochrony Natura 2000 lub w odległości mniejszej niż 1 km od granic form ochrony przyrody mających istotne znaczenie dla ochrony ptaków i nietoperzy;
- na których stwierdzono, na podstawie aktualnych danych naukowych (nie starszych niż 10 lat), stałe występowanie gatunków wymienionych w załączniku nr I dyrektywy „ptasiej” lub wskazanych w Polskiej Czerwonej Księdze;
- leżące pomiędzy obszarami objętymi formami ochrony przyrody mającymi istotne znaczenie dla ochrony ptaków i nietoperzy, zlokalizowanymi w odległości mniejszej niż 5 km od siebie.

Do form ochrony przyrody mających istotne znaczenie dla ochrony ptaków i nietoperzy zaliczono:

- parki narodowe;
- rezerваты przyrody służące ochronie ptaków, nietoperzy lub ich siedlisk;
- zatwierdzone i potencjalne obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000;
- obszary znajdujące się na trasach przelotów migracyjnych lub będących terenami stałego lub okresowego występowania gatunków wymienionych w załączniku nr I dyrektywy „ptasiej” lub wskazanych w Polskiej Czerwonej Księdze.

Pozostałe formy ochrony przyrody uznano za nie mające istotnego znaczenia dla ochrony ptaków i nietoperzy.

Autorzy „Wytycznych...” nie wykluczają lokalizowania elektrowni wiatrowych w bezpośrednim sąsiedztwie form ochrony przyrody mających istotne znaczenie dla ochrony

ptaków i nietoperzy. Inwestycja taka musiała by zostać poprzedzona procedurą oceny oddziaływania na środowisko oraz pod warunkiem monitorowania wpływu inwestycji na awifaunę po jej uruchomieniu. Stanowisko takie może zaskakiwać w kontekście treści wcześniej wspomnianego rozporządzenia Ministra Środowiska, w świetle którego wydaje się, że wszystkie aktualnie lokalizowane farmy wiatrowe powinny podlegać obowiązkowi sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, który powinien także uwzględniać aspekty związane z wpływem na przyrodę ożywioną.

### **2.1.3. Uwarunkowania krajobrazowe (fizjonomiczno-estetyczne)**

Wpływ elektrowni wiatrowych na walory fizjonomiczne krajobrazu jest zjawiskiem trudnym do zmierzenia. Wynika to z występowania wielu zmiennych, od których zależy wielkość oddziaływania elektrowni wiatrowej na krajobraz, a także subiektywnego charakteru oceny stopnia przekształcenia krajobrazu. Do tej pory problem oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz nie został unormowany prawnie. Jedynie na poziomie regionalnym w ekspertyzach i studiach sporządzanych dla urzędu marszałkowskiego województwa pomorskiego można odnaleźć wytyczne dotyczące ochrony krajobrazu przy wyborze lokalizacji elektrowni wiatrowych. W „Studium możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w województwie pomorskim” (G. Kubicz i in., 2003) jako tereny niewłaściwe dla lokalizacji elektrowni wiatrowych wskazano: przedpola panoram, osie widokowe i ciągi widokowe na obiekty przyrodnicze, zabytki, dominanty krajobrazowe, wartościowe i chronione zespoły zabudowy. Jako obszary istotnego konfliktu funkcjonalnego wskazano: tereny zabudowane, tereny przewidziane do zabudowy, tereny uzdrowiskowe i rekreacyjne.

Na skalę oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz duży wpływ mają parametry konstrukcji elektrowni wiatrowych oraz cechy terenu. Według M. Gromadzkiego i M. Przewoźniaka (2002) najważniejsze czynniki wpływające na ekspozycję elektrowni wiatrowych w krajobrazie to:

- ukształtowanie terenu;
- formy użytkowania terenu;
- geometria rozmieszczenia elektrowni wiatrowych oraz ich odległość od jednostek osadniczych;
- typ masztu elektrowni (lity lub kratownicowy) oraz rodzaj turbiny;
- wysokość konstrukcji elektrowni wiatrowej;
- kolorystyka konstrukcji.



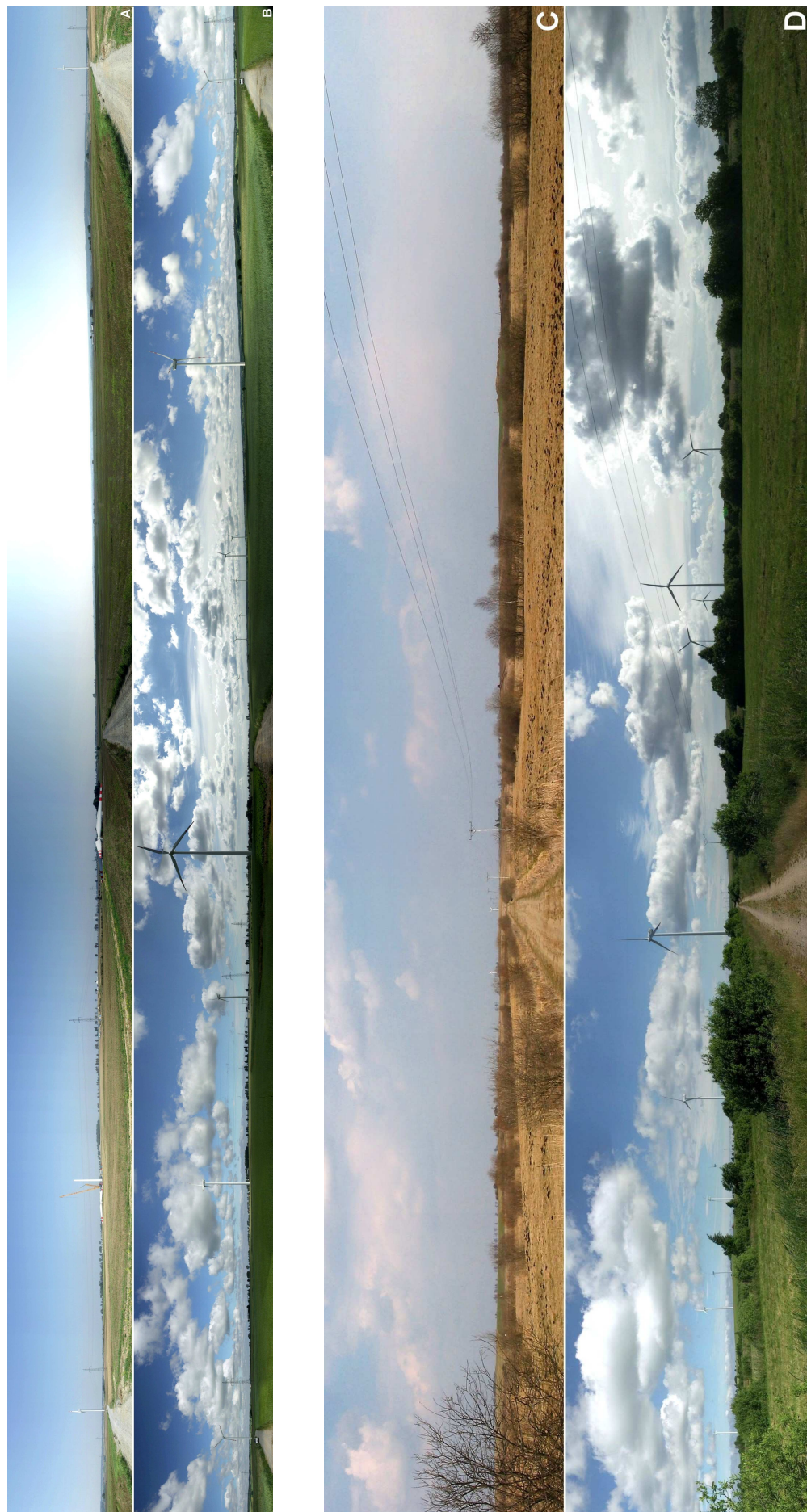
Ukształtowanie terenu może w różny sposób wpływać na ekspozycję elektrowni wiatrowych. Urozmaicona rzeźba terenu generalnie sprzyja zmniejszaniu zasięgu widoczności elektrowni wiatrowych, o ile te nie zostały zlokalizowane w dominantach krajobrazowych. Jednakże zmniejszony zasięg widoczności jakościowo nie przekłada się na zmniejszenie oddziaływania na krajobraz, gdyż wartość wizualno-estetyczna obszarów o urozmaiconej rzeźbie terenu jest zazwyczaj wyższa w stosunku do obszarów płaskich. W strefie pobrzeży obszary o urozmaiconej rzeźbie terenu, takie jak Pobrzeże Kaszubskie czy Wysoczyzna Żarnowiecka posiadają znacznie wyższe naturalne walory krajobrazowe względem płaskich obszarów, np. Żuław Wiślanych. Na terenach równinnych elektrownie wiatrowe stają się dominantą krajobrazową, która jest widoczna w znacznie szerszym zasięgu. Może mieć to także negatywne skutki krajobrazowe (fot. 3, 4).

Forma użytkowania terenu wpływa na ekspozycję elektrowni wiatrowych w podobnym stopniu jak ukształtowanie terenu. Obszary leśne stanowią naturalną barierę ograniczającą zasięg widoczności elektrowni wiatrowych. Efekt ten jest szczególnie widoczny na obszarach o urozmaiconej rzeźbie terenu, na których las porastający strefę krawędziową lub strefy czołowomorenowe w znaczący sposób ogranicza widoczność elektrowni wiatrowych. Tereny użytkowane rolniczo nie stanowią istotnej bariery ograniczającej widoczność elektrowni wiatrowych.

Sposób rozmieszczenia turbin oraz ich liczba w farmach wiatrowych mają znaczny wpływ na ich postrzeganie w terenie. Symetryczne układy turbin w jednej linii stanowią większy dysonans w krajobrazie względem niesymetrycznych układów skupionych. W terenie pagórkowatym turbiny zlokalizowane na stokach wzniesień są znacznie mniej widoczne w porównaniu z lokalizacjami usytuowanymi na szczytach. Jednakże takie położenie siłowni obniża wielkość produkowanej energii. Oddziaływanie elektrowni wiatrowej na krajobraz maleje w sposób nieliniowy wraz ze wzrostem odległości obserwacji. Największy dysonans utrzymuje się w promieniu kilku kilometrów. Po przekroczeniu progu, powyżej którego elementy konstrukcji elektrowni wiatrowej zaczynają zlewać się z tłem, następuje znaczny spadek wyróżniania się elektrowni w krajobrazie. Maszty typu kratownicowego są z większej odległości mniej widoczne od masztów litych.



Fot. 3. Zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych, na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieźdzewie.  
A, B – widok na Gnieźdzewo od strony południowej, C,D – panorama na Pradolinę Płutnicy i Kepę Swarzewską



Fot. 4. Zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych, na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieźdźewie. A, B – widok na Gnieźdźewo od strony zachodniej, C,D – widok na Kępę Swarzewską od strony południowej

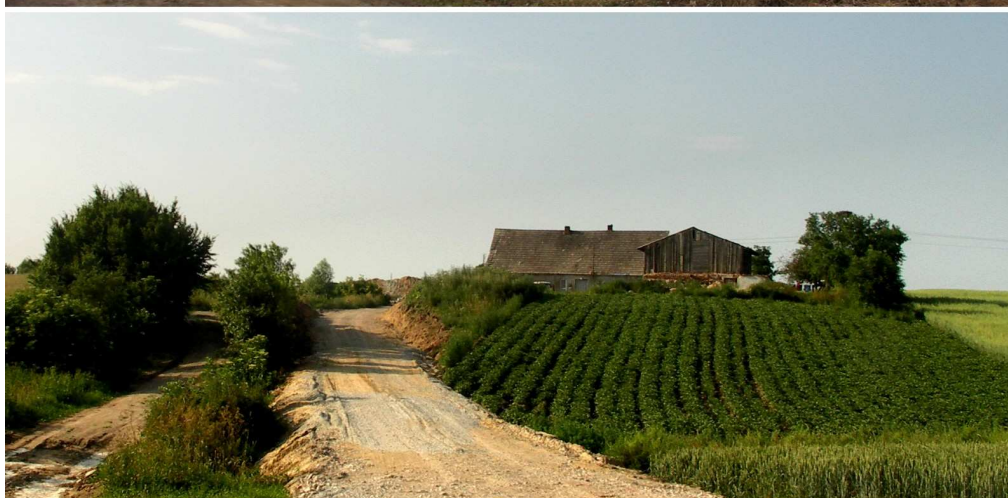
Istotnym problemem jest usytuowanie elektrowni wiatrowych względem jednostek osadniczych i szlaków komunikacyjnych. Minimalna odległość usytuowania elektrowni wiatrowych od domostw jest pośrednio określona poprzez normy poziomu hałasu. Obecnie określa się tę odległość na 500 m. Jednak kwestia odległości od szlaków komunikacyjnych nie została unormowana.

M.Gromadzki i M. Przewoźniak (2002) zaproponował następujące ograniczenia lokalizacji elektrowni wiatrowych:

- ograniczenie o szerokości 3 km względem głównych ciągów komunikacyjnych (linie kolejowe, drogi krajowe, wojewódzkie, autostrady);
- ograniczenie o szerokości do 3 km względem szlaków i akwenów turystyki wodnej;
- minimalna odległość między sąsiednimi farmami wiatrowymi - 15 km.

Już z dotychczasowej, kilkuletniej praktyki lokalizacji farm wiatrowych w regionie pomorskim wynika, że żadne z tych zaleceń nie jest przestrzegane. Przykład mogą stanowić siłownie wiatrowe zlokalizowane w okolicach Pucka.

Tymczasem, zaproponowane powyżej ograniczenia lokalizacyjne elektrowni w porównaniu do zasad dotyczących ich umiejscowienia w stosunku do siedzib ludzkich, mogą wydawać się zbyt rygorystyczne. W sytuacji, gdy elektrownie wiatrowe zgodnie z prawem można lokalizować w promieniu kilkuset metrów od domostw, koncepcja stosowania 3-kilometrowego buforu względem szlaków komunikacyjnych budzi spore wątpliwości. Stawia ona na pierwszym miejscu percepcję krajobrazu odbieraną przez obserwatorów przemieszczających się szlakami komunikacyjnymi. Pomija przy tym fakt, że dla osób przebywających w pewnym oddaleniu od szlaków komunikacyjnych sama infrastruktura komunikacyjna jest odbierana jako istotna ingerencja w krajobrazie. Lokalizowanie elektrowni wiatrowych przy szlakach komunikacyjnych potęguje dysonans w krajobrazie. Jednak ta ingerencja skupia się wokół obszarów, które już wcześniej zostały przez człowieka w znacznym stopniu przekształcone, a obserwatorzy przemieszczający się szlakami komunikacyjnymi są wystawieni na to oddziaływanie tylko chwilowo. Zastosowanie rozległych stref buforowych wzdłuż szlaków komunikacyjnych ogranicza dalszą degradację obszarów o krajobrazie wcześniej zantropizowanym, jednak równocześnie przyczynia się do przekształcania obszarów o krajobrazie bardziej naturalnym – jeszcze nie zdegradowanym.



Fot. 5. Lokalne zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe (2006 – 2007)

Kolejnym czynnikiem wpływającym na percepcję elektrowni wiatrowych w krajobrazie jest ich kolorystyka. Obecnie zdecydowana większość elektrowni wiatrowych jest malowana na biało. Kolor ten z bliska jest estetyczny. Jednak zwiększa on widoczność konstrukcji w terenie. Interesujące rozwiązanie kolorystyczne zastosowano na farmie wiatrowej w Lisewie koło Gniewina, na której maszty i łopaty turbin zostały pomalowane kolorem szarym a na dolnej części masztów zastosowano przejście tonalne między kolorem szarym a zielonym. To rozwiązanie sprawia, że elektrownie wiatrowe z dalszej odległości są mniej kontrastowe dla obserwatora. Zieleń dolnej części masztów zlewa się z użytkami rolnymi. Górna część konstrukcji, pomalowana na szaro, jest na tle nieba bardziej neutralna (fot. 6). W okresie zimowym tło zasadniczo się nie zmienia, gdyż strefa pobraży jest obszarem, w którym pokrywa śnieżna utrzymuje się najkrócej w Polsce – przeciętnie przez kilkanaście dni w roku.

Ze względu na przepisy prawne, na końcówkach śmigieł maluje się trzy czerwone paski. Dzięki temu konstrukcja elektrowni wiatrowej jako przeszkoda lotnicza jest łatwiej dostrzegalna, jednak zwiększa się przy tym także widoczność konstrukcji dla obserwatorów postrzegających ją z poziomu terenu.



Fot. 6. Przykłady malowania elektrowni wiatrowych. Z lewej tradycyjne rozwiązanie malowania na biało (Gniezdzewo 2007), z prawej oryginalny przykład maskowania konstrukcji kolorem szarym i zielonym (Lisewo 2005)

Odmienne przedstawiają się uwarunkowania krajobrazowe dla elektrowni zlokalizowanych na morzu. Na obszarach morskich widoczność ograniczona jest jedynie przejrzystością powietrza, falowaniem i zakrzywieniem powierzchni kuli ziemskiej. Teoretyczny zasięg widoczności danej konstrukcji na morzu przy pominięciu zjawisk falowych określa wzór podany za Gromadzkim i Przewoźniakiem (2002) w rozdziale 1.3.

W przypadku farmy wiatrowej zlokalizowanej na morzu konstrukcje elektrowni wiatrowych o wysokości 100 m dla obserwatora znajdującego się na plaży (średnio  $a = 1,75$  m) będą widoczne z odległości  $d = 23,55$  Mm, czyli 43,61 km. Natomiast w sytuacji, gdy obserwator będzie stał na szczycie klifu w okolicy Chłapowa ( $a = 63$  m) ta sama konstrukcja będzie widoczna z odległości  $d = 37,31$  Mm, czyli 69,10 km. Jest to jednak odległość teoretyczna, która zakłada idealne warunki pogodowe (zimne i suche powietrze, brak falowania). W praktyce widoczność elektrowni wiatrowych na morzu jest dużo mniejsza i można przyjąć, że w odległości większej niż 15 km od brzegu morza widoczność masztów będzie na tyle niewielka, iż nie będą one stanowiły dysonansu w krajobrazie.

#### **2.1.4. Uwarunkowania społeczne**

Inwestycjom związanym z budową elektrowni wiatrowych często towarzyszą protesty miłośników przyrody, a także lokalnych społeczności. Pierwsze z nich związane są z obawami o negatywny wpływ inwestycji na środowisko przyrodnicze (w szczególności na awifaunę i krajobraz). Natomiast protesty lokalnych społeczności dotyczą głównie obaw związanych z wpływem na zdrowie mieszkańców, trudnością w uprawie roli i pogorszeniem się jakości krajobrazu, jak też spadkiem w okolicach elektrowni wartości gruntów, które mogłyby być przeznaczone na cele budowlane lub rekreacyjne. Część tych obaw wynika z niewiedzy na temat rzeczywistego oddziaływania elektrowni wiatrowych na otoczenie.

Elektrownie wiatrowe oddziałują na ludzi w największym stopniu poprzez hałas. Teoretycznie poziom hałasu emitowanego przez elektrownię wiatrową o mocy 2 MW może dochodzić do 106 dB w miejscu jego wytwarzania, natomiast obsługująca farmę wiatrową stacja transformatorowa o mocy 31 MVA może emitować hałas na poziomie 90 dB (M. Przewoźniak i in., 2005). Polskie prawo wymaga, by w porze nocnej na terenach zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej poziom hałasu nie przekraczał 40 dB. Na terenach wypoczynkowo-rekreacyjnych dopuszczalny poziom hałasu w porze nocnej wynosi 45 dB. W praktyce przyjmuje się, że z powodu emisji hałasu odległość między farmą wiatrową a zabudową mieszkalną powinna wynosić co najmniej 500 m, a w przypadku pojedynczej

elektrowni wiatrowej minimalna odległość wynosi 400 m (H. Wojcieszek, 2005). Należy jednak pamiętać, iż powyższe progi wynikają ze specyfiki aktualnie stosowanych turbin. W przyszłości, wraz ze wzrostem mocy turbin i zmianą technologii, odległości te mogą ulec zmianie. Oprócz emitowania hałasu elektrownie wiatrowe mogą oddziaływać na ludzi poprzez:

- efekt migotania oraz rzucanie cienia;
- emisję promieniowania elektromagnetycznego;
- wywoływanie drgań;
- emitowanie pulsującego światła w nocy;
- efekt percepcji zmienionego krajobrazu;
- w przypadku katastrofy budowlanej poprzez przewrócenie się konstrukcji elektrowni.

Oddziaływania te, z wyjątkiem zmian w krajobrazie, ograniczają się do najbliższego sąsiedztwa elektrowni.

Z budową elektrowni wiatrowych wiąże się konieczność wyłączenia pewnej powierzchni gruntów z dotychczasowego użytkowania (drogi dojazdowe, fundamenty, stacje transformatorowe). Elektrownie wiatrowe stanowią również przeszkodę lotniczą, której wysokość może dochodzić do 160 m.

Intensywność powyższych oddziaływań zależy od wielu zmiennych i dla każdej lokalizacji farmy wiatrowej powinna ona zostać określona w raporcie oddziaływania danej inwestycji na środowisko. W interesie inwestora i władz samorządowych jest dostarczenie lokalnym społecznościom rzetelnej informacji na temat prawdziwego zakresu oddziaływania projektowanych farm wiatrowych na ludzi i środowisko. Informacje te powinny być przekazywane w przystępny i zrozumiały sposób, gdyż znaczna część protestów lokalnych społeczności wynika z niewiedzy mieszkańców na temat oddziaływania elektrowni wiatrowych na otoczenie.

Badania przeprowadzone w 2005 roku przez A. Pultowicz na mieszkańcach wybranych miejscowości gminy Darłowo i Ustka potwierdzają problem niskiego poziomu wiedzy społeczności lokalnych o energetyce wiatrowej. Badania zostały przeprowadzone w miejscowościach położonych wokół istniejących farm wiatrowych (Cisowo, Kopań, Barzowice, Dzierżęcin) oraz miejscowościach, przy których planuje się budowę farm wiatrowych (Możdżanowo, Starkowo, Charnowo). Badania ankietowe wskazały, że przed planowaniem budowy farmy wiatrowej 52 % mieszkańców nie miało żadnej wiedzy na temat OZE, 40 % osób posiadało na ten temat wiedzę cząstkową, zaś tylko 8 % mieszkańców



przyznało się do posiadania znacznej wiedzy o OZE. Udział mieszkańców w spotkaniach informacyjnych na temat OZE, które były organizowane przez inwestorów i władze samorządowe, był stosunkowo niski. Odsetek osób uczestniczących w spotkaniach informacyjnych wyniósł 34%. Jednakże jedynie co czwarta osoba uczestnicząca w spotkaniu uznała, że dzięki niemu uzyskała nowe informacje na temat OZE.

Nieco odmienne badania zostały przeprowadzone w powiecie suwalskim przez pracowników firmy EC BREC. W 2002 roku odbyły się tam badania sondażowe i kampanie informacyjne w ramach projektu „Przygotowanie inwestycji budowy elektrowni wiatrowych na terenie Powiatu Suwalskiego”. Wnioski określone na podstawie analizy problemów społecznych pojawiających się przy budowie masztów telefonii komórkowej wskazywały, że do protestów lokalnych społeczności dochodziło najczęściej z powodu niewystarczającej gratyfikacji finansowej. Dochodziło często do sporów międzysąsiedzkich o to, na którym terenie inwestor powinien zrealizować przedsięwzięcie. Z powodu znacznych korzyści majątkowych, każda ze stron sporu chciała lokować inwestycję na swoim terenie. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że podobne reakcje mogą wystąpić przy próbie budowy elektrowni wiatrowych. Problemy o podłożu finansowym potwierdziły kolejne badania. W pierwszym z nich pytano się właścicieli ziemi o wyrażenie zgody na postawienie elektrowni wiatrowej na swoim polu. 95 % osób wyraziło swoją zgodę na realizację inwestycji. Natomiast w przypadku gdyby inwestycja została zrealizowana na polu sąsiada, liczba osób nastawiona pozytywnie do inwestycji malała do 83 %. Wynika z tego, że u części osób percepcja budowy farm wiatrowych jest widziana przez pryzmat indywidualnych korzyści ekonomicznych.

Przy pytaniu dotyczącym pozytywów, jakie mieszkańcy dostrzegają w związku z planowaną budową elektrowni wiatrowej najczęściej padały następujące odpowiedzi:

- 83 % - dodatkowe dochody dla posiadaczy gruntu;
- 61 % - poprawa jakości dróg dojazdowych w okolicy farmy;
- 57 % - wzrost dochodów w budżecie gminy;
- 57 % - poprawa zaopatrzenia w energię;
- 44 % - spadek bezrobocia;
- 42 % - wzrost wartości ziemi włączonej w obszar farmy;
- 34 % - poprawa walorów krajobrazowych;
- 18 % - wzrost wartości ziemi sąsiadującej z obszarem farmy;
- 18 % - wzrost wartości ziemi w okolicy.

Zastanawiająca jest liczba odpowiedzi wskazująca jako pozytyw poprawę walorów krajobrazowych oraz wzrost wartości gruntów sąsiadujących z obszarem farmy. Może to świadczyć o niedostatecznej wiedzy mieszkańców na temat skutków rozwoju energetyki wiatrowej.

W kolejnym badaniu mieszkańcy wymieniali swoje obawy związane z negatywnymi skutkami wybudowania farmy wiatrowej. Najczęściej udzielono następujących odpowiedzi:

- 66 % - utrudnienia w uprawie roli w okresie budowy farmy;
- 47 % - elektrownie wiatrowe jako źródło hałasu;
- 20 % - spadek wartości gruntów włączonych w obszar farmy;
- 18 % - spadek wartości gruntów sąsiadujących z obszarem farmy;
- 18 % - elektrownie wiatrowe jako zagrożenie dla ptaków;
- 12 % - pogorszenie walorów krajobrazowych;
- 8 % - pogorszenie zaopatrzenia w energię elektryczną;
- 7 % - spadek wartości gruntów w okolicy.

W badaniu uczestniczyli mieszkańcy niewielkich miejscowości, którzy utrzymywali się głównie z rolnictwa. Z tego powodu na pierwszym miejscu znalazła się obawa o utrudnienia w uprawie roli w okresie budowy inwestycji. Pewnym zaskoczeniem jest liczba odpowiedzi wskazujących jako zagrożenie spadek wartości gruntów włączonych w obszar farmy.

Dokumentacja inwestora dotycząca farmy wiatrowej w Gnieździe potwierdza, że znaczna część skarg i rozpraw sądowych wszczętych przez mieszkańców wynikała z powodu niedoinformowania oraz nie satysfakcjonującej ich gratyfikacji finansowej.

### **2.1.5. Uwarunkowania techniczno-ekonomiczne**

Dla inwestora opłacalność inwestycji jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na decyzję o budowie farmy wiatrowej. Opłacalność ta zależy od wartości nakładów inwestycyjnych, warunków wiatrowych występujących przy danej lokalizacji, a także od okresu zwrotu poniesionych kosztów. Z technicznego punktu widzenia wiele ograniczeń środowiskowych, takich jak: znaczna głębokość posadowienia fundamentu elektrowni wiatrowej na morzu, niestabilność gruntu, duże nachylenie terenu, można pokonać. Jednak koszty finansowe pokonania barier fizjograficznych często przewyższają potencjalne zyski z inwestycji. Obecnie techniczno-ekonomiczną barierą dla rozwoju energetyki wiatrowej stanowią obszary, w których średnioroczna prędkość wiatru nie przekracza 4 m/s a także obszary morskie o głębokości powyżej 50 m. Istnieje przy tym pewne prawdopodobieństwo

zmiany tych ograniczeń wraz z postępem technologicznym. Istotnym czynnikiem wpływającym na koszty inwestycji jest odległość planowanej farmy od linii przesyłowych energii elektrycznej. Przy farmach wiatrowych o mocy powyżej 12 MW optymalnym rozwiązaniem jest bezpośrednie podłączenie do linii średniego napięcia (110 kV). Obecne rozwiązania prawne sprawiają, że połowa kosztów przyłączenia farmy wiatrowej do sieci energetycznej jest pokrywana przez zakład energetyczny.

Szacunkowe wydatki inwestora na budowę farmy wiatrowej o mocy 20 MW kształtują się następująco:

- 3 mln EUR - koszty przedprodukcyjne: projekty techniczne, badania zasobów energetycznych wiatru, opłaty prawne i administracyjne;
- 30 mln EUR – koszty budowy infrastruktury technicznej, zakupu turbin wiatrowych, koszty rozruchu;
- 0,6 – 1 mln EUR/rok – koszty eksploatacyjne.



Fot. 7. Etapy powstawania fundamentu elektrowni wiatrowej na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe

Łączne koszty budowy farmy wiatrowej wynoszą w przybliżeniu ok. 125 mln zł brutto. Koszty eksploatacyjne są stosunkowo niskie, kształtują się na poziomie 2-3% wartości inwestycji rocznie (T. Tomasiak, 2005). Farma wiatrowa o mocy 20 MW teoretycznie mogłaby wyprodukować ok. 175 GWh/rok. Jednak przykład jednej z farm zlokalizowanych w województwie zachodniopomorskim wskazuje, że w przeciągu roku farma wiatrowa produkuje jedynie 25 % nominalnej ilości energii (G. Barzyk, 2007). Można więc szacować, że farma wiatrowa o mocy 20 MW zlokalizowana w strefie pobraży może wyprodukować ok. 44 GWh/rok. Przy cenie zakupu świadectw energii wynoszącej w 2006 roku średnio 280 zł/MW, roczny przychód inwestora będzie wynosił 12,3 mln zł. Przy uwzględnieniu pozostałej struktury wydatków można zakładać, że w przypadku braku wsparcia inwestycji z zewnątrz farma wiatrowa zwróci się po 12-14 latach. Obecnie pewna część kosztów inwestycji jest pokrywana z funduszy ekologicznych, a podatek VAT jest przez inwestora amortyzowany. Okres eksploatacji farm wiatrowych to 25-30 lat. Widać więc, że inwestor nie może liczyć na szybkie zyski. Jednak w dłuższym okresie inwestycja jest opłacalna.

## **2.2. Uwarunkowania wynikające ze struktury środowiska przyrodniczego obszaru badań**

Możliwości rozwoju energetyki wiatrowej zależą w dużej mierze od struktury i funkcjonowania komponentów środowiska przyrodniczego danego terenu. Jej rozwój jest bezpośrednio związany z klimatem obszaru. Warunki anemometryczne są podstawowym czynnikiem wpływającym na lokalizację elektrowni wiatrowych. Pozostałe elementy środowiska przyrodniczego mają równie istotny wpływ na rozwój energetyki wiatrowej. Decydują one m.in. o technicznej możliwości budowy elektrowni wiatrowych. Różnorodność biologiczna oraz krajobrazowa, jak i georóżnorodność, stanowiące podstawę dla delimitacji obszarów ochrony przyrody i krajobrazu, mogą być istotnym czynnikiem limitującym możliwości lokalizacyjne siłowni wiatrowych.

Charakterystyka środowiska strefy pobraży oraz wód przymorskich, ze względu na odmiennosc ich struktury przyrodniczej, została przedstawiona w odrębnych podrozdziałach.

### **2.2.1. Środowisko przyrodnicze strefy pobraży**

Strefa pobraży w granicach województwa pomorskiego według podziału Kondrackiego (2002) obejmuje wschodnią część Pobraża Koszalińskiego oraz zachodnią część Pobraża Gdańskiego. Obszar ten stanowi pas o szerokości od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Dominują w nim równiny morenowe, równiny aluwialne, nadmorskie obszary wydymowe oraz pradoliny. Na klimat strefy pobraży oddziałuje Morze Bałtyckie, przez co

charakteryzuje się on stosunkowo niewielkimi amplitudami temperatur oraz podwyższoną wietrznością.

### **Budowa geologiczna i kopaliny**

Strefa pobraży składa się z trzech jednostek strukturalnych podłoża krystalicznego, w skład których wchodzi wyniesienie Łeby, synklinorium brzeżne oraz synekliza perybałtycka. Wyniesienie Łeby jest pokryte przez znacznej miąższości osady paleozoiku i zredukowane osady mezozoiku. Przebiega ono wzdłuż linii Słupsk – Lębork – Władysławowo. Synklinorium brzeżne znajduje się po południowej stronie linii Słupsk – Malbork. Jednostka ta stanowi brzeżny obszar prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. Pomiędzy synklinorium brzeżnym a wyniesieniem Łeby znajduje się synekliza perybałtycka. W stosunku do jednostek sąsiednich synekliza perybałtycka wyróżnia się większą miąższością osadów starszego paleozoiku, która przekracza miejscami 3500 m (W. Krocza, 1974).

Podłoże krystaliczne, zalegające 3400 m p.p.t. i głębiej, składa się głównie z gnejsów i pegmatytów prekambryjskich. Bezpośrednio na nim zalegają osady kambru, których miąższość wynosi około 500 m. Składają się one z wapieni, łupków ilastych, mułowców, zlepieńców oraz piaskowców z konkrecjami fosforytowymi (W. Mizerski, S. Orłowski, 2001). Osady ordowiku mają niewielką miąższość. Są reprezentowane głównie przez margle, iłowce oraz wapień margliste. Największa miąższość osadów syluru występuje na wyniesieniu Łeby, gdzie dochodzi do 2000 m. Osady te są reprezentowane przez ciemnoszare iłowce (I. Olszak, 2001). Utwory dewonu oraz karbonu nie występują w strefie pobraży. Na utworach sylurskich zalegają bezpośrednio utwory permskie. Ich miąższość waha się od 200 do 300 m. Są one reprezentowane przez osady margliste, wapień, anhydryty, sole kamienne oraz potasowo-magnezowe. Mają one duże znaczenie gospodarcze (W. Krocza, 1974).

Osady triasowe są reprezentowane przez mułowce i iłowce z wkładkami skał węglanowych. Ich miąższość waha się od 136 m w okolicach Łeby do ponad 500 m na Żuławach Wiślanych. W osadach triasowych w okolicy Dębek, Białogóry i Żarnowca stwierdzono występowanie ropy naftowej i gazu ziemnego (I. Olszak, 2001). Osady jury zalegają na głębokości około 200 m. Ich miąższość waha się od 100 do 300 m. W spągu występują osady lądowe w postaci piaskowców i mułowców z wkładkami wapieni. W stropie występują osady morskie w postaci szarzielonych piaskowców oraz mułowców ilastych z wkładkami wapieni (W. Krocza, 1974). Osady kredy zalegają na głębokościach od 80 m w okolicach Karwii do 100 m na Żuławach Wiślanych. Ich miąższość nie przekracza 130 m. Są one reprezentowane przez piaskowce, margle oraz mułowce. Na wyniesieniu Łeby zalega

seria piaskowców zawierająca konkrecje fosforytowe (E. Mojski, 1984). Piaski kredowe mają duże znaczenie jako poziomy wodonośne stanowiące źródło zaopatrzenia w wodę.

Osady trzeciorzędowe w rejonie Wybrzeża Słowińskiego, Pobrzeża Kaszubskiego i Żuław Wiślanych zostały lokalnie zniszczone przez nasuwający się lądolód. W tych miejscach osady plejstoceny zalegają bezpośrednio na osadach kredowych. Osady paleogenu są reprezentowane przez piaski średnioziarniste i drobnoziarniste. Zalegają one na głębokości od 80 do 100 m p.p.m. Osady eocenu są reprezentowane przez piaski glaukonitowe, iły i mułowce. Zalegają na poziomie od 50 do 150 m p.p.m. W okolicy Chłapowa w osadach eocenu występują złoża bursztynu. Na wyniesieniu Łeby w osadach eocenu występują również konkrecje fosforytowe. Osady oligocenu są reprezentowane przez piaski margliste z konkrecjami fosforytowymi, mułki, iły, iłowce. W obrębie syneklizy perybałtyckiej miąższość osadów oligocenu nie przekracza 100 m. Osady mioceny składają się z piasków drobnoziarnistych, mułków oraz iłów z przewarstwieniami węgla brunatnego. Rzeźba ich stropu oraz ich miąższość są mocno zróżnicowane z powodu erozji, występującej przed okresem zlodowaceń, oraz ze względu na egzarację lodowcową (E. Mojski, 1984).

Osady plejstocenu mają bardzo zmienną miąższość oraz zróżnicowaną litologię. Średnia ich miąższość wynosi 150 m. Maksymalna miąższość osadów plejstoceny, wynosząca ponad 340 m, występuje w rynnicy żarnowieckiej. Jest to jedna z największych wartości miąższości osadów plejstocenu w Polsce. W okolicy Władysławowa miąższość tych osadów wynosi zaledwie 8 m (I. Olszak, 2001). Miąższość osadów zlodowacenia środkowopolskiego wynosi przeciętnie 40 m, w okolicy Malborka dochodząc do 140 m. Osady te są reprezentowane przez ciemnoszarą glinę zwałową, która często zawiera rozarty materiał trzeciorzędowy. Na osadach zlodowacenia środkowopolskiego zalega seria utworów wodnolodowcowych, których miąższość wynosi średnio 30 m. Są to zwykle piaski oraz żwiry, które w strefie przybrzeży stanowią jedną z głównych warstw wodonośnych (W. Krocza, 1974). Osady zlodowacenia północnopolskiego są reprezentowane przez utwory trzech stadiałów. Składają się na nie w przewadze nieco starsze piaski, żwiry, iły warwowe oraz gliny zwałowe i osady zastoiskowe. W okresie holocenu powstawały osady fluwialne, eoliczne, limniczne, morskie i biogeniczne. Osady fluwialne wypełniają doliny rzek. Tworzą również rozległe stożki napływowe. Żuławy Wiślane były miejscem największej akumulacji osadów fluwialnych (A. Marsz, 1984). W północnej części Żuław Wiślanych miąższość utworów holoceny dochodzi do 38 m. Utwory deltowe Wisły to seria drobnoziarnistych szarych piasków, namułów, mad i torfów. Proces sedymentacji osadów został ograniczony wskutek melioracji terenu i uregulowania głównych rzek. Mierzeja Helska jest przykładem

akumulacji morskiej. Miąższość holocenijskich utworów morskich osiąga 100 m. Spąg utworów holocenijskich stanowią tu ility jeziorne wieku ancylusowego, piaski i mułki morskie. Strop tych utworów stanowią piaski akumulacji morskiej i eolicznej (W. Krocza, 1974). Holocenijskie osady eoliczne budują wszystkie mierzeje występujące w strefie pobraży. Biogeniczne osady holocenijskie wypełniają większość pradolin a także strefę równin nadmorskich.

Możliwości posadowienia fundamentów masztów elektrowni wiatrowych zależą głównie od przypowierzchniowej budowy geologicznej, obejmującej utwory do głębokości kilku metrów p.p.t. Obowiązują tu zasady i przepisy dotyczące większości budowli. Dla ich fundamentowania z reguły korzystniejsze są utwory piaszczyste i lżejsze gliniaste, a najmniej korzystne ciężkie, plastyczne utwory ilaste oraz utwory akumulacji biogenicznej (torfy, gytie)

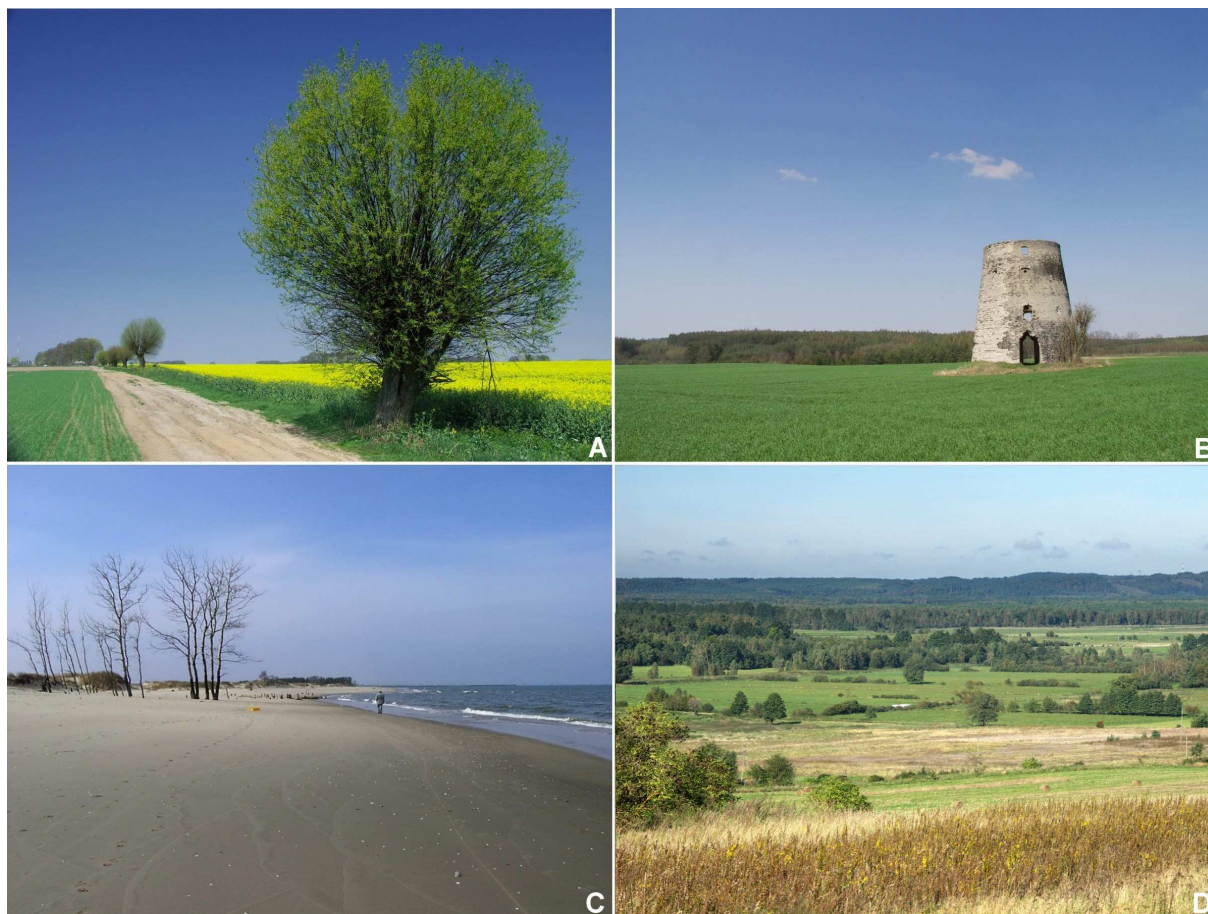
Surowce energetyczne w strefie pobraży są reprezentowane przez złoża torfu, ropy naftowej oraz gazu ziemnego. Największe złoża torfów występują w okolicy Pucka. Złoże Starzyński Dwór szacowane jest na 35 mln m<sup>3</sup>, a złoże Osłonino na 60 mln m<sup>3</sup>. Torfy w większości należą do typu niskiego. Cechują się one niewielką wartością opałową. Liczne złoża torfu występują w Pradolinie Redy-Łeby. Złoże Zamostne – Orle jest bilansowane na 20 mln m<sup>3</sup>. Wartość opałowa tego torfu wynosi 3500 cal (W. Krocza, 1974). W okolicy Białogóry, Dębek oraz Żarnowca są zlokalizowane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Zalegają one w utworach triasowych. Nie są one obecnie eksploatowane ze względu na niewielką wydajność i zasobność (I. Olszak, 2001). Surowce chemiczne są reprezentowane głównie przez polihalit. W północnej części Pobraża Kaszubskiego, w utworach permskich, zalegają bogate złoża soli potasowo-magnezowych. Zasobność tych złóż jest szacowana na 597 mln ton. Bogate złoża soli kamiennej występują w rejonie Łeby oraz Mechelinek. Wielkość zasobów tych złóż szacuje się na 21157 mln ton. Złoża te nie są obecnie eksploatowane (J. Czochański, 2002). W strefie pobraży najliczniej reprezentowane są surowce skalne. Zalicza się do nich kruszywa naturalne, surowce ilaste, kredę jeziorną, piaski, żwiry, ility oraz bursztyny. W osadach paleogenu występują znaczne skupiska bursztynu, szczególnie w okolicach Chłapowa oraz w Możdżanowie koło Słupska. Zasobność złoża chłapowskiego jest szacowana na 640 ton. Z osadami plejstocenijskimi są związane złoża piasków, żwirów i iłów. Złoża piasków formierskich są zlokalizowane w okolicach Strzelna. W okolicy Pucka znajdują się złoża piasków szklarskich (A. Marsz, 1984). W okolicach Domatowa jest zlokalizowane złoże gładów narzutowych. Surowce ilaste ceramiki budowlanej występują głównie w okolicach Lęborka. Złoża kredy jeziornej występują w

Pradolinie Redy-Łeby w rejonie jeziora Orle. Miąższość kredy jeziornej dochodzi do 7 m (W. Krocza, 1974). Złoża wód solankowych zlokalizowane są w Ustce oraz w Sopocie.

W przypadku udokumentowania kopalin i istnienia perspektyw ich przyszłej eksploatacji, teren położony nad złożem może być poddany ochronie na podstawie ustawy Prawo Geologiczne, co ograniczy możliwość lokalizacji w jego obrębie farm wiatrowych.

### Rzeźba terenu

Rzeźba strefy pobrzeży województwa pomorskiego jest silnie zróżnicowana pod względem hipsometrycznym, jak i geomorfologicznym. Najwyższym wzniesieniem w tej strefie jest Wysoka Góra, osiągająca 179,2 m n.p.m., znajdująca się na Wysoczyźnie Żarnowieckiej w pobliżu miejscowości Chynowie. Najniższym położonym obszarem są Żuławy Wiślane, w obrębie których występują liczne tereny depresyjne, położone przy wschodniej granicy województwa pomorskiego na poziomie 0,9 m p.p.m.



Fot. 8. Wybrane krajobrazy otwarte Pobrzeży Południowobałtyckich: A – Wysoczyzna Damnicka, B – Wysoczyzna Żarnowiecka, C – Mierzeja Wiślana, D – Pradolina Łeby - Redy



Między wysoczyznami morenowymi a Żuławami Wiślаныmi występuje największy kontrast pod względem hipsometrycznym. Jest on następstwem dużego zróżnicowania czynników morfogenetycznych kształtujących rzeźbę strefy pobraży. Należą do nich: działalność erozyjna i akumulacyjna lądolodu, działalność akumulacyjna i erozyjna rzek, abrazja morska oraz działalność wiatru (B. Augustowski, 1977). W strefie pobraży można wyróżnić pięć podstawowych struktur geomorfologicznych: nadmorskie obszary wydymowe, równiny aluwialne i torfowe, dna dolin rzecznych i pradolin, równiny sandrowe, wysoczyzny morenowe (J. Czochoński, M. Kaniewska, 2002) (fot. 8).

Nadmorskie obszary wydymowe dominują na obszarze Wybrzeża Słowińskiego, Mierzei Helskiej oraz Mierzei Wiślanej. Występują one głównie w postaci pól wydymowych oraz mierzei. Nadmorskie obszary wydymowe posiadają charakterystyczny układ stref położonych równolegle względem siebie. Bezpośrednio wzdłuż brzegu morza rozciąga się strefa plażowa. Graniczy z nią pas wydm, zwykle porośniętych przez nadmorski bór sosnowy. W zagłębieniach międzywydymowych lokalnie występują niewielkie torfowiska. Na zapleczu wałów wydymowych często występują równiny torfowe. Na niektórych odcinkach mierzejowych, na zapleczu wałów wydymowych, występują strefy równinne zbudowane z rozmytych stożków spięrzeń sztormowych (B. Rosa, 1984). Najwyższe wydmy występują na Wybrzeżu Słowińskim, gdzie ich wysokość dochodzi do 55 m n.p.m. (Wydma Czołpińska). Na mierzei helskiej wydmy są znacznie niższe. Ich wysokość dochodzi do 23 m n.p.m. (Góra Szwedów). Na mierzei wiślanej wysokość wydm przekracza 30 m (Wielbłądzi Garb).

Równiny aluwialne w strefie pobraży są reprezentowane głównie przez Żuławę Wiślanę. Stanowią one formę o najmniejszym zróżnicowaniu hipsometrycznym rzeźby terenu. W okolicach miejscowości Grabiny Zameczek wysokość terenu dochodzi do 15,3 m n.p.m. (ostaniec erozyjny). Najniżej położony punkt na Żuławach Wiślanych w okolicach miejscowości Raczki Elbląskie znajduje się na poziomie 1,8 m p.p.m. , Pod względem genetycznym Żuławy Wiślane stanowią deltę Wisły.

Równiny torfowe położone są głównie na Wybrzeżu Słowińskim oraz Pobrażu Kaszubskim. Powstały one po transgresji Morza Litorynowego w obniżeniach terenu na przedpolu strefy morenowej, które później zostały odcięte od morza wałem wydymowym.

Dna dolin rzecznych w strefie pobraży są reprezentowane głównie przez pradoliny oraz formy rynnowe. Do największych pradolin w strefie wybrzeży zalicza się Pradolinę Redy-Łeby oraz Pradolinę Kaszubską. Pradolina Redy-Łeby jest wyraźnie wykształconą formą dolinną o złożonej genezie. Jej długość wynosi 90 km, a szerokość zawarta jest w przedziale od 1,5 km koło Wejherowa, do 5,5 km w okolicach Wicka. Dno pradoliny w

środkowym odcinku w okolicy Strzebielina znajduje się na wysokości 40 m n.p.m. Obniża się ono na obu końcach pradoliny do poziomu 5 m n.p.m. Dno pradoliny jest podmokłe, wypełniają je utwory hydrogeniczne. Wysokość zboczy pradolin dochodzi miejscami do 100 m (B. Augustowski, 1974). Pradoliny oraz rynny subglacjalne rozcinają obszar Wysoczyzny Żarnowieckiej i Pobrzeża Kaszubskiego na szereg odizolowanych kęp wysoczyznowych.

Wysoczyzny morenowe w strefie pobrzeży tworzą rozległe poziomy wyniesienia terenu ponad dna form dolinnych. Charakter ich rzeźby zależy od typu wysoczyzny (J. Czochoński, 2002). Największe wysokości oraz deniwelacje terenu występują na Wysoczyźnie Żarnowieckiej. Na obszarze Równiny Sławieńskiej, Wysoczyzny Damnickiej i Pobrzeża Kaszubskiego dominują wysoczyzny moreny dennej – równinnej. Powierzchnie wysoczyzn znajdują się na poziomie od 30 do 100 m nad dnami pradolin. Tak znaczne deniwelacje terenu wprowadzają duże ożywienie reliefu w strefach krawędziowych pradolin. W obrębie wierzchołów wysoczyzn deniwelacje terenu są mniejsze (B. Augustowski, 1974).

Równiny sandrowe występują w postaci niewielkich płątów na Wysoczyźnie Żarnowieckiej oraz Wysoczyźnie Damnickiej. Na Wysoczyźnie Żarnowieckiej w północno-zachodniej części Kępy Puckiej znajduje się Sandr Piaśnicy. Jego powierzchnia pod względem genetycznym nie jest jednorodna, znajduje się na wysokości od 40 do 80 m n.p.m. (B. Augustowski, 1977). Nieco mniejsze równiny sandrowe położone są w północnej części Wysoczyzny Żarnowieckiej, a także w północnej części Wysoczyzny Damnickiej.

Lokalizacji siłowni wiatrowych sprzyja rzeźba mało urozmaicona, równinna o niewielkich deniwelacjach, która występuje na wielu fragmentach obszaru badań (fot.8).

## **Klimat**

Strefa pobrzeży pod względem klimatycznym wyraźnie odróżnia się od regionów sąsiadujących z nią od południa. W większości podziałów klimatycznych strefa pobrzeży traktowana jest jako odrębny region. Jednak granice regionów klimatycznych nie pokrywają się w pełni z granicami jednostek fizycznogeograficznych (J. Paszyński, 1984).

O odrębności klimatycznej strefy pobrzeży w głównej mierze decyduje sąsiedztwo Bałtyku, a także położenie tej strefy na północnych krańcach Polski. Zasadniczą cechą klimatu jest tu duża zmienność stanów pogody. Jest ona konsekwencją położenia tego obszaru na drodze atlantyckich ośrodków cyklonalnych, którym przeciwstawiają się masy powietrza kontynentalnego. W strefie pobrzeży często dochodzi do ścierania się powietrza zwrotnikowego z polarnomorskim. W strefie pobrzeży dominuje cyrkulacja oceaniczna –

zachodnia. Charakteryzuje się ona przewagą adwekcji mas polarno-morskich i silnie rozwiniętą działalnością cyklonalną (S. Taranowska, 1974).

Morze Bałtyckie wywiera bezpośredni wpływ na elementy klimatu w dolnej warstwie atmosfery. Pomiędzy wodami Bałtyku a dolną częścią atmosfery zachodzi proces wzajemnej wymiany ciepła, w wyniku którego w strefie pobrzeży występują długie okresy przejściowe między latem a zimą. Pod względem termicznym Morze Bałtyckie w okresie zimowym ogrzewa strefę pobrzeży. W okresie letnim Bałtyk ochładza przyległą strefę lądową. Wskutek bezpośredniego sąsiedztwa morza przez cały rok utrzymuje się wysoki poziom wilgotności powietrza. Zasięg oddziaływania Bałtyku na klimat strefy lądowej, przy sprzyjających warunkach morfologicznych, dochodzi do 30 km (S. Taranowska, 1974).

O typie klimatu decyduje zespół elementów, z których do najistotniejszych należą: ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza, kierunek i prędkość wiatru, wilgotność, zachmurzenie, opady atmosferyczne i usłonecznienie. Wśród nich największe znaczenie dla rozwoju energetyki wiatrowej mają warunki anemometryczne.

#### *Ciśnienie atmosferyczne*

W miesiącach zimowych zaznacza się wyraźna różnica wartości ciśnienia atmosferycznego pomiędzy północą a południem Polski. W tym okresie w strefie pobrzeży występuje jedna z najniższych wartości ciśnienia atmosferycznego. W okresie zimowym przez basen Morza Bałtyckiego przebiega szlak szczególnie aktywnych niżów barycznych. W okresie dominacji Niżu Islandzkiego napływa w zimie ciepłe i wilgotne powietrze. W okresie dominacji Wyżu Azjatyckiego lub Wyżu Arktycznego napływa w zimie suche i chłodne powietrze. W okresie letnim zaznacza się oddziaływanie Wyżu Azorskiego. Z okresem dominacji układów wyżowych wiąże się stabilizacja warunków pogodowych. W okresie występowania układów niżowych wzrasta zmienność pogody. W okresie letnim na omawianym obszarze obserwuje się wtórne minimum ciśnienia atmosferycznego. Jest ono związane z efektem silnego ogrzewania się kontynentu oraz wpływem słabych układów niżowych przemieszczających się w basenie Morza Bałtyckiego (J. Trapp, 2001). Najwyższe wartości ciśnienia notuje się w marcu oraz w listopadzie.

Zmiany ciśnienia atmosferycznego pociągają za sobą zmiany pogody. Wraz z nadejściem ośrodków niskiego ciśnienia zwiększa się zachmurzenie, występują opady, wzrasta prędkość wiatru, zimą zwiększa się temperatura a latem obniża. W okresie dominacji wyżu barycznego zmniejsza się zachmurzenie, maleje prędkość wiatru, latem temperatura wzrasta a zimą się obniża (S. Taranowska, 1974).

### *Temperatura powietrza*

W strefy pobraży zaznacza się wyraźnie wpływ Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego. Sprawia on, że na tym obszarze występują łagodne zimy oraz chłodniejsze niż w głębi lądu lata. Występują tu relatywnie niskie amplitudy roczne temperatur. Okresy przejściowe między zimą a latem są stosunkowo długie. Wiosna jest chłodniejsza od jesieni.

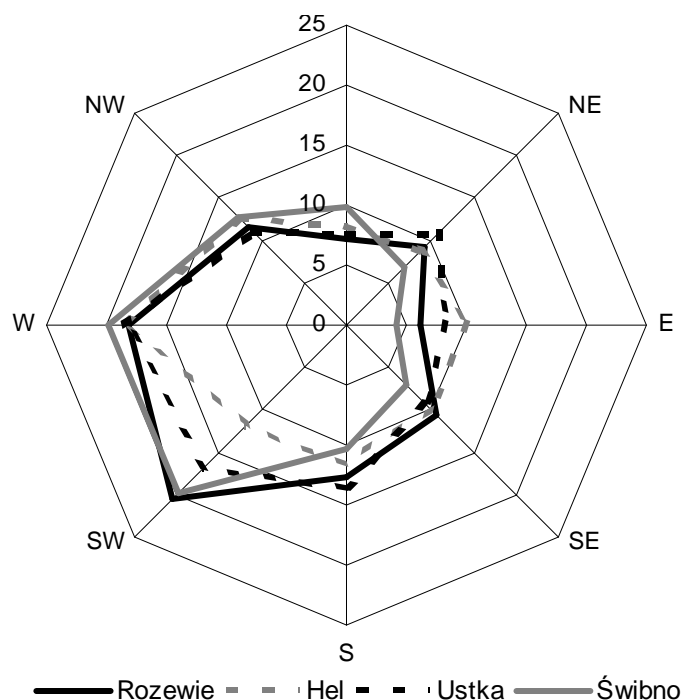
Zasięg bezpośredniego oddziaływania Morza Bałtyckiego zależy od rzeźby terenu przyległej strefy lądowej. Zwiększa się on tam, gdzie teren jest płaski. Przykładem są Żuławy Wiślane, gdzie izotermi okresu chłodnego są znacznie przesunięte na południe w stosunku do przebiegu izoterm sąsiednich terenów. Zasięg bezpośredniego oddziaływania Bałtyku dochodzi tam do 30 km. Gdy w sąsiedztwie brzegu morza występują wysoczyzny morenowe, zasięg bezpośredniego oddziaływania Bałtyku wyraźnie maleje. Na wysoczyznach Pobraża Kaszubskiego zasięg ten maleje do kilku kilometrów (J. Trapp, 2001). Najchłodniejszym miesiącem na omawianym obszarze jest luty. Najniższe średnie temperatury tego miesiąca występują na południowym krańcu Żuław Wiślanych ( $-3^{\circ}\text{C}$ ). Najwyższe wartości średnich temperatur lutego notuje się nad brzegiem otwartego morza ( $-1,3^{\circ}\text{C}$ ). Najcieplejszym miesiącem jest sierpień. Najwyższe średnie temperatury dla tego miesiąca notuje się na południowym krańcu Żuław Wiślanych (Tczew  $17,7^{\circ}\text{C}$ ), najniższe nad brzegiem morza (Rozewie  $16,5^{\circ}\text{C}$ ). Amplituda średnich temperatur miesięcznych nie przekracza na ogół  $20^{\circ}\text{C}$ .

Liczba dni przymrozkowych waha się od 90 w Gdyni do 118 w Lęborku. Występują one z reguły w okresie od października do maja. W Lęborku pierwsze przymrozki trafiają się już we wrześniu (S. Taranowska, 1974).

### *Wiatr*

W strefie pobraży stosunki wietrzne kształtują się przede wszystkim pod wpływem cyrkulacji oceanicznej – zachodniej. Jest ona modyfikowana przez wpływ Morza Bałtyckiego oraz warunki lokalne. Bezpośrednie oddziaływanie Morza Bałtyckiego zaznacza się głównie jesienią oraz zimą. W tym okresie słabnie napływ mas powietrza z kierunku zachodniego. W wyniku dużej różnicy termicznej wód Bałtyku i lądu powstaje wymiana powietrza o kierunku południkowym. Zaznaczają się wówczas wiatry z kierunku południowego. Bezpośredni wpływ Bałtyku na stosunki wietrzne zaznacza się również w postaci bryz morskich i lądowych. Powstają one przy wyżowej pogodzie o dużym nasłonecznieniu. Zasięg bryz dochodzi maksymalnie do 10 km w głąb lądu. Pewien wpływ na kształtowanie się warunków wietrznych mają warunki lokalne. W Rozewiu w strefie wzmożonej konwekcji dynamicznej

notuje się najsilniejsze wiatry (S. Taranowska, 1974). W Pradolinie Redy-Łeby występuje znaczna deformacja kierunków wiatru.

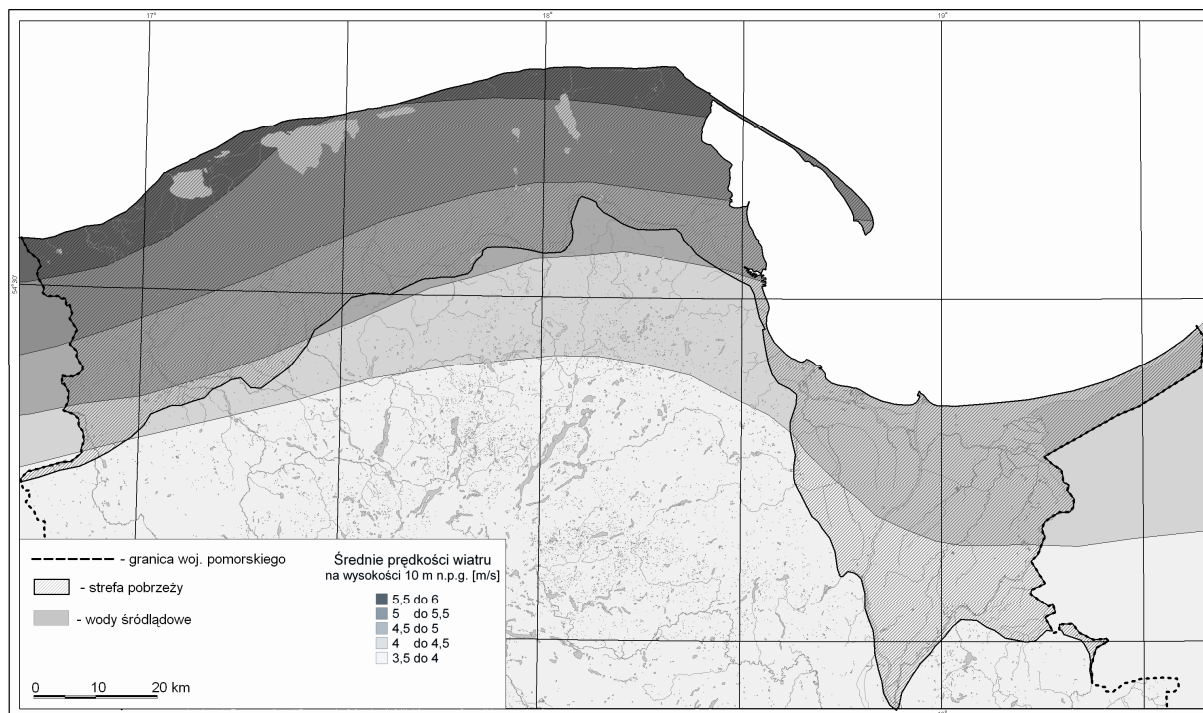


Ryc. 2. Częstość kierunków wiatru na Rozewiu, Helu, Ustce i Świbnie (1951 – 1960)

Źródło: K.Kwiecień (1987)

W strefie Wybrzeża Słowińskiego oraz północnej części Wysoczyzny Damnickiej, Wysoczyzny Żarnowieckiej i Pobrzeża Kaszubskiego występują jedne z najwyższych w Polsce prędkości wiatru. Równie wysokie wartości notowane są jedynie w górach. Średnia w roku liczba dni z wiatrem silnym ( $v > 10$  m/s) i bardzo silnym ( $v > 15$  m/s) w tej części pobrzeży może dochodzić do 70. Najsilniejsze wiatry występują zwykle w okresie zimowym, kiedy przez basen Morza Bałtyckiego przemieszczają się liczne układy niżowe. W miesiącach zimowych w rejonie Łeby, Rozewia i Krynicy Morskiej średnie prędkości wiatru przekraczają 6 m/s. Wiosną średnia prędkość wiatru wynosi ponad 4 m/s. Średnie prędkości wiatru w okresie letnim nie przekraczają 4 m/s. Znaczny jest wówczas udział cisz i wiatrów słabych. Jesienią średnia prędkość wiatru wzrasta do 5 m/s (S. Taranowska, 1974).

Należy zwrócić uwagę, że zbyt duże prędkości wiatru, przekraczające 12-15 m/s także nie sprzyjają – podobnie jak wartości zbyt małe – wykorzystaniu energetycznemu wiatru.



Ryc. 3. Średnie prędkości wiatru na wysokości 10 m n.p.g. dla wielolecia 1971-2000

Źródło: opracowanie własne na podstawie Atlasu Klimatu Polski (2005)

Energia użyteczna wiatru zależy w bezpośredni sposób od jego prędkości. Na wartość energii użytecznej wiatru ma też wpływ klasa szorstkości terenu, a także wysokość nad powierzchnią terenu. Najwyższe wartości energii użytecznej wiatru notuje się na wybrzeżu od strony otwartego morza. Najbardziej uprzywilejowany w tym względzie jest pas o szerokości kilku kilometrów położony wzdłuż wybrzeża od Darłowa po Władysławowo i Hel. W obszarze tym znajduje się Wybrzeże Słowińskie oraz Mierzeja Helska. Wartość energii użytecznej wiatru liczonej dla wysokości 10 m nad poziomem gruntu (n.p.g.) w terenie otwartym przekracza 1500 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Poziom energetyczności wiatru maleje wraz ze wzrostem odległości od morza. Na zapleczu wyżej omówionej strefy od południa przylega pas o szerokości do kilkunastu kilometrów, w którym poziom energii użytecznej wiatru zawiera się w przedziale 1000-1500 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Obszar ten obejmuje północną część Równiny Sławieńskiej, Wysoczyznę Damnicką, Wysoczyznę Żarnowiecką, Pobrzeże Kaszubskie, Mierzeję Wiślaną a także północną część Żuław Wiślanych. Dalej na południe znajduje się strefa, której poziom energii użytecznej wiatru zawiera się w przedziale 750-1000 kWh/m<sup>2</sup>/rok. W strefie tej znajduje się fragment pradoliny Redy-Łęby a także większa część Żuław Wiślanych. W strefie pobraży najniższy poziom energii użytecznej wiatru występuje na południowym krańcu Żuław Wiślanych. Jego wartość nie przekracza 750 kWh/m<sup>2</sup>/rok (Atlas Klimatu Polski, 2005).

### *Wilgotność względna*

Na omawianym obszarze występuje stosunkowo wysoka wilgotność względna powietrza. Jest to wynik oddziaływania Morza Bałtyckiego. W przebiegu rocznym najbardziej wilgotny okres przypada na miesiące od listopada do lutego. W listopadzie średnia miesięczna wilgotność względna wynosi ponad 85%. W maju oraz w czerwcu notuje się najniższe wartości wilgotności względnej. Wynosi ona wówczas około 70-80%. Najmniejszą wilgotność notuje się w Trójmieście oraz w Tczewie. Największa wilgotność występuje w Pucku oraz w okolicy ujścia Wisły, gdzie wskutek mieszania się wód o różnej termice dochodzi w atmosferze do kondensacji pary wodnej (S. Taranowska, 1974).

### *Zachmurzenie*

W strefie pobraży największe zachmurzenie występuje w okresie późnojesiennym i zimowym. Najbardziej pochmurne miesiące to listopad, grudzień i styczeń. Stopień zachmurzenia dochodzi wówczas do 8 (w skali od 1 do 10). Najmniej pochmurnym miesiącem jest czerwiec. Średnie zachmurzenie wynosi wówczas 5-6. Najmniej pochmurnych dni zanotowano w Tczewie, Rozewiu i Łebie. W przebiegu rocznym zachmurzenia występuje duża zbieżność ze zmianami poziomu wilgotności względnej (S. Taranowska, 1974).

### *Usłonecznienie*

Na omawianym obszarze kąt padania promieni słonecznych jest mniejszy niż na południu Polski. Wskutek niższej wysokości słońca nad horyzontem, do powierzchni ziemi dociera mniejsza ilość promieniowania słonecznego. Jednak na północy kraju w okresie letnim długość trwania dnia jest o 1,1 godz. większa niż na południu Polski. Dzięki temu strefa pobraży charakteryzuje się stosunkowo wysoką wartością usłonecznienia.

Na Wybrzeżu Słowińskim i Pobrażu Kaszubskim usłonecznienie rzeczywiste jest w skali roku o 100 godzin większe niż na Pojezierzu Pomorskim. W okresie letnim suma usłonecznienia rzeczywistego dochodzi do 750 godzin. Średnie roczne sumy usłonecznienia rzeczywistego w Łebie, Ustce, Władysławowie, Helu i Gdyni przekraczają 1700 godz. Na południowym krańcu Żuław Wiślanych wartość ta nie przekracza 1600 godz. Najwyższe sumy usłonecznienia są notowane w czerwcu (J. Trapp, 2001).

### *Opady atmosferyczne*

W strefie pobraży występuje duże zróżnicowanie wysokości opadów atmosferycznych. Jest to wynik zróżnicowania ukształtowania terenu i jego ekspozycji w stosunku do wiatrów deszczonośnych. Obszar Żuław Wiślanych i Pobraża Kaszubskiego

znajduje się w cieniu opadowym. Roczna suma opadów nie przekracza tu 550 mm. Na tym obszarze wiatry deszczonośne wieją z kierunku zachodniego. Wysoczyzny morenowe stanowią przeszkodę orograficzną dla nadciągających z zachodu mas wilgotnego powietrza. W strefie wysoczyznowej notuje się stosunkowo wysokie roczne sumy opadów atmosferycznych. Na Równinie Sławieńskiej przekraczają one 700 mm.

Najbardziej deszczowym miesiącem jest lipiec. W okolicach Łeby i Lęborka suma opadów dla tego miesiąca wynosi 100 mm. Wartość ta maleje w Gdańsku do 75 mm. Najniższą miesięczną sumę opadów notuje się w marcu. Na omawianym obszarze wynosi ona średnio 20 mm. Najmniejszą liczbę dni z opadem notuje się w Pucku (138), zaś największą w Lęborku (180) (S. Taranowska, 1974).

### *Mgły*

W strefie pobrzeży mgła najczęściej występuje w okolicy Rozewia. Powstawanie mgieł na tym obszarze jest związane z różnicą temperatur między zimnymi głębinowymi wodami pod wpływającymi u wybrzeży i zalegającym nad nimi powietrzem. Najczęściej mgły występują w kwietniu, maju oraz grudniu. Mgły najrzadziej są notowane na wybrzeżu południowej i wschodniej części Zatoki Gdańskiej. W okolicy Rozewia liczba dni z mgłą w roku dochodzi do 69. Na pozostałym obszarze wynosi ona ok. 30 dni (S. Taranowska, 1974).

### *Burze*

Na wybrzeżu Bałtyku notuje się najmniej burz w Polsce. Na Helu w ciągu roku występuje przeciętnie 17 dni z burzą, w Łebie 19, zaś w Ustce 16. W strefie pobrzeży burze najczęściej są notowane we wschodniej części Żuław Wiślanych (J. Trapp, 2001).

### *Krainy klimatyczne*

Według podziału klimatycznego zaproponowanego przez J. Trappa (2001) w strefie pobrzeży województwa pomorskiego wyróżnia się cztery krainy klimatyczne:

- Kraina pobrzeża otwartego morza;
- Kraina wybrzeża Zatoki Gdańskiej;
- Kraina Żuław i Doliny Dolnej Wisły;
- Kraina Pojezierza Pomorskiego – część zewnętrzna.

Kraina pobrzeża otwartego morza obejmuje w przybliżeniu obszar Wybrzeża Słowińskiego. Obszar ten charakteryzuje się występowaniem najmniejszej rocznej amplitudy temperatury powietrza. Wskazuje to na najbardziej morski charakter klimatu tej krainy. Jednocześnie jest to najchłodniejszy fragment polskiego wybrzeża. Występują tu największe



prędkości wiatru w ciągu całego roku. Prędkości wiatru maleją na tym obszarze ze wschodu na zachód. Znaczne jest tu zróżnicowanie wysokości rocznych sum opadów atmosferycznych. We wschodniej części nie przekraczają one 550 mm, zaś w zachodniej przekraczają 700 mm. Obszar ten charakteryzuje się najmniejszą liczbą dni z pokrywą śnieżną. Występuje tu duża liczba z mgłą (J. Trapp, 2001).

Kraina wybrzeża Zatoki Gdańskiej obejmuje Mierzeję Wiślaną, Pobrzeże Kaszubskie oraz Mierzeję Helską. Obszar ten charakteryzuje się najwyższym usłonecznieniem rzeczywistym, którego roczna wartość przekracza miejscami 1700 godz. Występują tu duże prędkości wiatru. Liczba dni z mgłą jest stosunkowo niewielka.

Kraina Żuław i Dolnej Wisły w granicach omawianego obszaru obejmuje Żuławę Wiślaną. Obszar ten charakteryzuje się stosunkowo wysoką średnią roczną amplitudą temperatury powietrza. Występuje tu duża liczba dni gorących i liczba dni mroźnych. Roczna suma opadu atmosferycznego należy do najniższych, nie przekraczając 550 mm.

Kraina Pojezierza Pomorskiego – część zewnętrzna, w stosunku do przyległej od północy krainy pobrzeża otwartego morza, charakteryzuje się nieco wyższymi amplitudami rocznymi temperatury powietrza oraz nieco mniejszymi prędkościami wiatru. Występuje tu największa liczba dni w roku z przymrozkami. W okolicy Lęborka dochodzi ona do 118. Opady atmosferyczne wschodniej części tej krainy nie przekraczają 550 mm, zaś w zachodniej przekraczają 700 mm (J. Trapp, 2001).

### **Wody powierzchniowe i podziemne**

Obszar Pobrzeży Południowobałtyckich w granicach województwa pomorskiego charakteryzuje się bogatą i dobrze wykształconą siecią hydrograficzną. Wykazuje ona wyraźny związek z rzeźbą glacialną tego terenu. Obszar ten cechuje się dominującą rolą wód tranzytowych, gdyż przepływają przez niego ciekły odprowadzające wody spoza tego regionu.

Rzeki pobrzeża można podzielić na dwie grupy: uchodzące bezpośrednio do morza oraz należące do dorzecza Wisły (J. Borowik, 1964). Do pierwszej grupy zalicza się rzeki Pobrzeża Koszalińskiego i północnej części Pobrzeża Gdańskiego. Największe z nich to: Wieprza, Słupia, Łupawa, Łeba, Reda. Rzeki te biorą swój początek na północnym skłonie wysoczyzny pojeziernej, która stanowi obszar zasilania wód powierzchniowych i podziemnych. W górnych odcinkach rzeki wykorzystują sieć dolin erozyjnych. Spadki rzek dochodzą do 5‰. W strefie pobrzeża rzeki wkraczają w sieć drobnych form pradolinnych. Spadki stają się niewielkie, a bieg koryt rzecznych jest bardziej kręty. Rzeki pobrzeża są zasilane głównie wodami podziemnymi. Ten rodzaj zasilania w połączeniu z licznymi

występującymi jeziorami w zlewniach sprawia, że stany wód, jak i przepływów są stosunkowo stabilne (B. Augustowski, 1977). Do drugiej grupy zalicza się rzeki przepływające przez Żuławy Wiślane. Na tym obszarze rzeki zatraciły swój naturalny charakter. Charakteryzują się one minimalnym spadkiem. Ich poziom jest zbliżony do poziomu morza. Największym ciekim w obrębie Żuław Wiślanych jest Wisła. Co roku dostarcza ona do Zatoki Gdańskiej ponad 2 000 000 m<sup>3</sup> osadów (K. Ostaszewska i in., 1998). Do większych rzek tego regionu zaliczają się: Motława, Święta, Martwa Wisła, Szkarpada, Nogat. Są one włączone do systemu odwadniającego nisko położone obszary deltowe. W trakcie spiętrzeń sztormowych do ujściowych odcinków rzek następują wlewy wód morskich. Przyczyniają się one do wzrostu poziomu wód w rzekach, a także do wzrostu zasolenia.

Jeziorność obszaru pobraża jest silnie zróżnicowana. Największą jeziornością charakteryzuje się Wybrzeże Słowińskie, głównie za sprawą występowania jezior przybrzeżnych. Wyróżnia je stosunkowo duża powierzchnia i niewielka głębokość. Największym z nich jest jezioro Łebsko, zajmujące 75,2 km<sup>2</sup> o maksymalnej głębokości 6,3 m. Drugim co do wielkości zbiornikiem jest jezioro Gardno o powierzchni 23,37 km<sup>2</sup> i maksymalnej głębokości 2,6 m. Pod względem pojemności największym zbiornikiem jest jezioro Żarnowieckie (120 841 tys. m<sup>3</sup>). Jego powierzchnia jest przy tym pięciokrotnie mniejsza w stosunku jez. Łebsko (A. Choiński, 1991). Najniższą jeziornością charakteryzują się Pobraże Kaszubskie oraz Żuławy Wiślane.

System krążenia wód podziemnych w strefie pobraży jest silnie związany z warunkami fizycznogeograficznymi sąsiednich regionów. Dominuje tu spływ z wysoczyzny pojeziernej w kierunku równin nadmorskich i dalej do morza oraz w kierunku delty Wisły. W strefie pobraży infiltracja wód opadowych jest mniejsza niż w przypadku wysoczyzny pojeziernej. Strefami zasilania wód podziemnych są wysoczyzny morenowe, a ich drenażu – strefy krawędziowe i wybrzeża klifowe. Pradoliny oraz doliny głównych rzek pełnią funkcje zarówno drenujące, jak i tranzytowe dla wód podziemnych. Nadmorskie równiny aluwialne są miejscem tranzytu wód podziemnych do głównej bazy drenażu, czyli Bałtyku (J. Drwał, 2001).

W strefie pobraży znajduje się 13 głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP), z których 7 znajduje się w całości w granicach omawianego obszaru. Główne zbiorniki wód podziemnych występujące w Pradolinie Redy-Łeby należą do najzasobniejszych. Znajdują się tam dwa zbiorniki oznaczane jako GZWP 110 i GZWP 107. Szacunkowe zasoby dyspozycyjne tych zbiorników wynoszą łącznie 320 tys. m<sup>3</sup>/dobę (J. Drwał, 2001). Z ujęć głębinowych zlokalizowanych w Pradolinie Redy zaopatrywana jest w wodę północna część aglomeracji trójmiejskiej. Żuławy Wiślane są obszarem o najmniejszych zasobach wód

podziemnych. Poziom wód kredowych na Żuławach Wiślanych jest małowartościowy ze względu na znaczne zasolenie. Utwory trzeciorzędowe występują tu fragmentarycznie, przez co ich wartość wodonośna jest znikoma. W utworach czwartorzędowych zwierciadło wód podziemnych występuje płytko, przez co są one narażone na zanieczyszczenia.

## **Gleby**

W strefie pobraży odzwierciedla się silny związek między budową geologiczną, rzeźbą terenu a glebami. Na wysoczyznach moreny dennej gleby wykształciły się głównie na osadach plejstoceniowych. W obszarach deltowych, pradolinach, równinach zastoiskowych i mierzejach gleby wykształciły się na osadach holoceniowych.

Obszar wysoczyzn morenowych w przeważającej części jest pokryty osadami plejstoceniowymi w postaci glin, ilów i piasków. Gleby utworzone z glin zwałowych i piasków gliniastych charakteryzują się dużą przydatnością dla rolnictwa. Są to głównie gleby brunatne. Ukształtowały się one głównie na obszarach zajętych przez lasy liściaste i mieszane. W klasyfikacji bonitacyjnej gleby brunatne mieszczą się między III a V klasą. Na żwirach, piaskach i piaskach gliniastych, zajętych pierwotnie zwykle przez lasy iglaste, wytworzyły się gleby bielcowe i pseudobielcowe. Ich cechą charakterystyczną jest wykształcenie się w profilu glebowym trzech poziomów genetycznych: akumulacyjnego, eluwialnego (wymywania) oraz iluwialnego (wmywania). Gleby bielcowe charakteryzują się niższą przydatnością dla rolnictwa. Najmniej urodzajne są gleby bielcowe, które powstały na osadach piaszczystych. Posiadają zwykle VI klasę bonitacyjną. Gleby bielcowe utworzone na piaskach gliniastych należą do IV lub V klasy bonitacyjnej (B. Augustowski, 1977).

W strefie mierzejowej na polach wydmych i torfowiskach występują osady holoceniowe. Na polach wydmych gleby są najmłodsze i często występują w stadium inicjalnym. Na wydmych białych proces glebotwórczy nie występuje. Zaznacza się on jedynie na wydmych szarych porośniętych sosnowym borem i na torfowiskach (T. Wojterski, 1982).

W strefie nadmorskich równin zastoiskowych i pradolin, a także w niektórych częściach Delt Wisły, wykształciły się gleby bagienne. Powstały one na podmokłych terenach przy zasadniczym udziale roślinności bagiennej i łąkowej. Wartość użytkowa gleb bagiennych zależy od stopnia rozkładu szczątków organicznych oraz od stosunków wodnych terenu. W klasyfikacji bonitacyjnej gleby bagienne zwykle zaliczają się do klasy III i IV. Jednak z uwagi na częste występowanie niekorzystnych stosunków wodnych oraz silne zakwaszenie, grunty te zwykle są wykorzystywane jako pastwiska (B. Augustowski, 1977).

Na Żuławach Wiślanych występują osady holocenijskie, które są reprezentowane przez: torfy, namuły rzeczne, ropy, mułki jeziorne, kredę jeziorną i piaski rzeczne. Wykształciły się na nich gleby aluwialne – mady, wśród których najbardziej wartościowe dla rolnictwa są mady próchniczne. Gleby te kształtowały się na namulach porośniętych w początkowym okresie osadnictwa lasem liściastym. Są to jedne z najżyźniejszych gleb w Polsce. Zalicza się je do I klasy bonitacyjnej. W północnej części Żuław Wiślanych, na obszarach depresyjnych, wykształciły się mady mułowe. Zaliczają się one do klasy I i II. Na obszarach zajętych przez torfy i kredę jeziorną wykształciły się gleby bagienne, użytkowane zwykle jako pastwiska. Szczególne ograniczenia dla lokalizacji siłowni wiatrowych stwarzają gleby hydrogeniczne.

### **Komponenty biotyczne**

Flora i fauna strefy pobraży ukształtowana została głównie w holocenie, po ustąpieniu zlodowaceń. Wykazują one znaczne zróżnicowanie przestrzenne, wynikające z bogactwa i urozmaicenia siedlisk występujących na tym terenie. Pobraże to obszar ścierania się wpływów atlantyckich i kontynentalnych. Istotne znaczenie odgrywa bezpośrednio sąsiedztwo Bałtyku, wpływające na klimat, chemizm wód oraz rzeźbę terenu strefy pobraży. Bałtyk ma również znaczny wpływ na rozprzestrzenianie się na tym obszarze nowych gatunków roślin i zwierząt, a także ich sezonowe migracje.

Typy siedlisk są w znacznym stopniu powiązane z budową geologiczną i rzeźbą obszaru. Bezpośrednio wzdłuż morza rozciąga się strefa plaż i wydm nadmorskich o stosunkowo ubogim składzie gatunków roślin i zwierząt przystosowanych do przetrwania w trudnych warunkach. Na równinach błot przymorskich, a także w pradolinach, wykształciły się siedliska łąkowe i bagienne o bogatym składzie gatunków hydrofilnych. W strefach krawędziowych wysoczyzn morenowych, a także na sandrach, występują zwykle zbiorowiska leśne. Wierzchowiny wysoczyzn oraz równiny aluwialne w przeważającej części pokryte są przez użytki rolne. Duże zróżnicowanie struktury abiotycznych komponentów środowiska, a wraz z nimi typów siedlisk, determinuje bogactwo gatunkowe tego obszaru.

### *Świat roślinny*

Strefa pobraży według podziału geobotanicznego obejmuje w granicach omawianego obszaru następujące jednostki: Brzeg Bałtyku, Pobraże Bałtyckie i Żuławy Wiślane (B. Augustowski, 1977).

Kraina Brzegu Bałtyku zajmuje wąską strefę brzegową ukształtowaną w wyniku działalności morza i wiatru. Kraina ta obejmuje część Wybrzeża Słowińskiego, Mierzeję

Helską, fragment Pobrzeża Kaszubskiego, a także Mierzeję Wiślaną. Wyróżnia się tu plaże, strefy mierzejowe, odcinki brzegu klifowego oraz równiny błot przymorskich. Na tym obszarze zaznacza się najsilniej bezpośredni wpływ słonawych wód Bałtyku. Flora wydm nadmorskich jest stosunkowo uboga w gatunki i dość jednolita. Ale występują tu specyficzne gatunki roślin, przystosowane do przetrwania w trudnych warunkach. Istotną rolę w utrwalaniu wydm spełniają bory sosnowe z takimi charakterystycznymi gatunkami jak bażyna czarna, a w podmokłych obniżeniach woskownica europejska i wrzosiec bagienny. Na wybrzeżach klifowych występują odmienne warunki życia niż na wybrzeżach mierzejowych. Na klifach zbudowanych z osadów fluwioglacjalnych spotyka się murawy z koniczyną i przeplotem nadmorskim. Na klifach zbudowanych z gliny zwałowej występuje rokitnik zwyczajny. Gatunkiem reliktowym porastającym strome zbocza klifowe jest jarzab szwedzki. Roślinność nadbrzeżna nosi cechy roślinności napiaskowej, halofilnej, szuwarowej i borowej. Występowanie halofitów wzdłuż wybrzeży nie jest ciągle. Skupiają się one przy ujściach rzek oraz nad brzegami płytkich zatok. W kierunku wschodnim, wraz ze zmniejszaniem się zasolenia wód Bałtyku, zaznacza się ubożenie roślinności halofilnej. Jednymi z najbardziej unikatowych roślin tej strefy są mikołajek nadmorski i łądzwan nadmorski.

W krainie geobotanicznej Pobrzeże Bałtyckie szata roślinna jest w dużej mierze kształtowana przez rzeźbę terenu. W rozległych pradolinach i innych obniżeniach najważniejszym składnikiem szaty roślinnej są torfowiska wrzosowiskowe. W Pradolinie Kaszubskiej pokrywają one Moście Błota. W Pradolinie Płutnicy wypełniają całe jej dno, podobnie jak większą część Równiny Błot Przymorskich. Rozległe torfowiska pokrywają dno Pradoliny Redy-Łeby. W strefie wysoczyznowej pierwotnie występowały lasy liściaste i mieszane. Płaskie i faliste powierzchnie moreny dennej zostały w znacznej części wylesione. Lasy pokrywają głównie sandry, strefy krawędziowe wysoczyzn oraz zbocza pradolin. Dla lasów Pobrzeża Kaszubskiego charakterystyczną rośliną jest wiciokrzew pomorski (B. Augustowski 1977). Szczególnie wyjątkową rośliną występującą w jeziorach lobeliowych jest poryblin kolczasty. W Polsce znajduje się tylko kilka stanowisk tej rośliny. Należą do nich jeziora Salińskie i Czarne koło Salina (M. Buliński, M. Ciechanowski i in., 2006).

Krainę geobotaniczną Żuław Wiślanych porastały niegdyś bujne lasy łągowe reprezentowane przez dęby, topole, jesiony, wiązy i graby. Obecnie jest to teren prawie całkowicie wylesiony. Pozostałością pierwotnych lasów jest fragment lasu łągowego położonego w widłach Wisły i Nogatu (Las Maławski). Na Żuławach Wiślanych, wzdłuż rowów odwadniających i dróg, zostały nasadzone rzędami wierzby. Formacje łąkowe

reprezentują łąki pobagiennie. Obfitują one w wiele gatunków traw, turzyc a także zarośli szuwarowych (J. Szukalski, 1966).

Największe ograniczenie dla lokalizacji farm wiatrowych stwarzają zbiorowiska leśne i torfowiskowe (mokradłowe). Pierwsze ze względu na zwartą i wysoką roślinność, drugie z racji płytkiego występowania wód gruntowych.

### *Świat zwierzęcy*

Fauna strefy pobraży w porównaniu do flory, w nieco mniejszym stopniu różni się od fauny innych regionów. Jednak dzięki oddziaływaniu Morza Bałtyckiego została ona wzbogacona o elementy atlantyckie, czy też halofilne (S. Kadulski, 1984). Z punktu widzenia możliwości rozwoju energetyki wiatrowej najważniejsza jest liczebność i behavior fauny ptaków.

Obszar ten charakteryzuje się występowaniem bardzo bogatej awifauny. Krzyżują się tu dwa wielkie szlaki wędrówek ptaków – z północnego wschodu na zachód, oraz z północy na południe. Część migrujących ptaków zatrzymuje się tu tylko na odpoczynek, a wiele gatunków ptaków zimuje. Istnieją tu dwa duże obszary koncentracji ptaków wodno-błotnych. Pierwszy z nich położony jest w rejonie ujścia Wisły, drugi w rejonie Zatoki Puckiej. Są tu położone jedyne w Polsce stanowiska sieweczki morskiej, rybitwy czubatej i rybitwy popielatej (S. Zieliński, 2001). Występuje również jedno z największych skupisk kormoranów. Wiosną oraz jesienią notuje się największą w Polsce liczbę przypadkowo zalatujących gatunków ptaków, takich jak amerykański perkoz grubodzioby czy arktyczne mewy. Przez strefę pobraży przebiega również główny szlak wędrówkowy nietoperzy, z krajów nadbałtyckich do Europy Zachodniej (M. Buliński, T. Ciechanowski i in., 2006).

W lasach występuje bogata fauna ssaków. Lecz nie wszystkie znajdują tu dobre warunki do bytowania. Stosunkowo rzadko występują tu jelenie, daniela i łosie. Znacznie liczniejsze są populacje dzików i saren (S. Kadulski, 1984). Występują tu również lisy, kuny domowe, jenoty, tchórze, norki amerykańskie, bobry, wiewiórki, popielice i orzesznice. Na terenach podmokłych i łąkach można spotkać wiele gatunków gadów i płazów. Do rzadziej notowanych płazów należy traszka grzebieniasta, traszka zwyczajna, ropucha paskówka, kumak nizinny. Z gadów wymienić można jaszczurkę zwinkę i żyworódkę, padalca, zaskrońca oraz żmiję zygzakowatą (S. Kadulski, 1984). Bogata jest ichtiofauna, wśród której występuje wiele gatunków ryb wędrownych, takich jak łosoś, troć wędrowna i węgorz. Notuje się tu również rzadkie gatunki minogów: morskiego, rzecznoego i strumieniowego (S. Zieliński, 2001). Z interesujących gatunków owadów warto wymienić skoczogonki i kosarze

licznie występujące w strefie wydmowej oraz motyle, takie jak strzępotek i korowódka sosnówka. Spośród mieczaków, w okolicy Pucka występuje reliktowy gatunek ślimaka balea, stanowiący element południowoeuropejski (S. Kadulski, 1984).

### **2.2.2. Środowisko przyrodnicze przybrzeżnej części Bałtyku**

Bałtyk jest stosunkowo płytkim morzem półzamkniętym. Jego średnia głębokość wynosi 52,3 m, a maksymalna w rejonie Głębi Landsorckiej dochodzi do 459 m. Powierzchnia morza łącznie z cieśninami duńskimi wynosi 450 000 km<sup>2</sup>.

Morze Bałtyckie zostało umownie podzielone na siedem regionów: Botnik Północny, Botnik Południowy, Zatoka Ryska, Bałtyk Środkowy, Bałtyk Południowy, Morze Bełtów, Kattegat. Poniższa charakterystyka elementów środowiska przyrodniczego ogranicza się do części Bałtyku Południowego - strefy przybrzeżnej województwa pomorskiego.

### **Budowa geologiczna i kopaliny**

Bałtyk Południowy w granicach omawianego obszaru składa się z dwóch jednostek strukturalnych podłoża krystalicznego: Wyniesienia Łeby i syneklizy perybałtyckiej. Głębokość zalegania podłoża krystalicznego wynosi od 2,5 km w okolicy Ławicy Słupskiej do 3,5 km w rejonie Głębi Gdańskiej. Platforma krystaliczna jest pocięta licznymi strefami uskoku o przebiegu południkowym (E. Mojski, 1984).

Najstarszą warstwą zalegającą na podłożu krystalicznym są osady wendyjskie. Wykształciły się one z piasków zlepieńcowatych, piasków arkozowych z mułowcami i zlepieńców. Miąższość tej warstwy w okolicach Smołdzina wynosi 140 m i maleje w kierunku północnym oraz wschodnim. Osady kambryjskie są reprezentowane przez utwory piaszczysto-mułowcowe oraz piaskowce kwarcytowe. Pokrywają one całą strefę południowobałtycką. Miąższość tych osadów wynosi od 300 do 700 m. Osady ordowiku zostały częściowo zniszczone przez erozję środkowoordowicką. Występują one na obszarze położonym na wschód od Gdańska. Reprezentowane są przez piaskowce, zlepieńce i iłowce. Osady syluru są reprezentowane przez łupki graptolitowe, iłowce, mułowce oraz fację marglisto-wapienną. Miąższość tej warstwy wynosi od 700 do 1500 m. W iłowcach sylurskich występują znaczne ilości substancji bitumicznych. Osady dewonu notowane są sporadycznie. Występują one w północno-wschodniej części Głębi Gdańskiej. Występują w nich złoża ropy i gazu. Bezpośrednio na osadach syluru i dewonu zalegają utwory permskie. Są one reprezentowane przez formację czerwonego spągowca oraz utwory cechsztyńskie składające się z osadów węglanowych i polihalitu. Na obszarze Południowego Bałtyku osady

triasu są niekompletne. Występują tu tylko osady triasu dolnego reprezentowane przez formacje piaszczysto-mułowcowo-ilaste. Miąższość tej warstwy wynosi około 300 m. Osady jury składają się z mułowców i piaskowców z przewarstwieniami skał węglanowych. Ich maksymalna miąższość dochodzi miejscami do 2000 m. Osady kredy występują jedynie w strefie przybrzeżnej. Ich miąższość wynosi od 150 do 1000 m. Są one reprezentowane przez mułowce, piaskowce, margle i skały węglanowe. Osady kredy zostały częściowo zerodowane przez nasuwający się wielokrotnie z północy lądolód (E. Mojski, 1987).

Osady trzeciorzędowe zaznaczają się jedynie w wąskiej strefie brzegowej. Od strony Pobrzeża Kaszubskiego ich miąższość dochodzi miejscami do 100 m. Są to przeważnie osady oligoceńskie i mioceńskie składające się z piasków, mułków, iłów z węglem brunatnym oraz piasków kwarcowo-glaukonitowych. Osady czwartorzędowe wyścielają całe dno omawianego obszaru. Seria plejstocenska rozpoczyna się od kilkumetrowej warstwy żwirów i otoczków. W strefie przybrzeżnej zalega na niej warstwa piasków i żwirów fluwioglacjalnych. Na warstwie tej znajduje się pokrywa gliny morenowej o kilkumetrowej miąższości. Osady holocenske w strefie przybrzeżnej są reprezentowane przez piaski morskie i otoczaki (K Łomniewski, 1975).

Wśród kopalin występujących w osadach przedczwartorzędowych największe znaczenie ma ropa naftowa, gaz ziemny, polihalit i sól kamienna. Osady kambru są najbardziej perspektywiczne dla poszukiwań ropy naftowej i gazu ziemnego. Ropa naftowa występująca w osadach ordowiku, syluru i dewonu nie ma większego znaczenia przemysłowego z uwagi na niską wydajność złóż (E. Mojski, 1987). Obecnie ropa naftowa jest wydobywana ze złoża B3 położonego kilkadziesiąt kilometrów na północ od Rozewia. Większe znaczenie mają złoża polihalitu i soli kamiennej występujące w rejonie Zatoki Puckiej. Złoża zalegają tam na głębokości od 440 do 970 m, a ich miąższość przekracza 200 m.

### **Rzeźba dna morskiego i osady denne**

Ukształtowanie dna Morza Bałtyckiego w obrębie omawianego obszaru jest bardzo zróżnicowane. Na obecny kształt dna morskiego mają wpływ takie czynniki jak: wgłębna budowa geologiczna, tektonika oraz działalność czynników morskich (K. Łomniewski, 1975).

Według B. Rosy (1984), w obrębie polskiego szelfu można wydzielić następujące jednostki morfologiczne:

- płytkorównia (przybrzeżna równina abrazyjno-akumulacyjna) - stanowi strefę od brzegu morskiego do izobaty 40-50 m. Występują na niej płycizny i ławice podwodne stanowiące



pozostałość po ściętych abrazyjnie kępach, które są oddzielone od siebie pradolinami. Występują tu także moreny czołowe oraz szerokie stopnie powierzchni dennej pochodzenia abrazyjnego. Powierzchnia Ławicy Słupskiej zaczyna się na głębokości 14-18 m. Wierzchołek ławicy jest wyrównany;

- skłon południowobałtycki – jest to strefa przejściowa między płytkorównią a głębokorównią. Jest on reprezentowany przez formy pochodzenia litoralnego: stopnie, półki, platformy abrazyjne. Skłon południowobałtycki wyznacza linię zasięgu zbiornika bałtyckiego z okresu późnoglacialnego;
- głębokorównia (równina akumulacyjna kotlin podmorskich) – stanowi powierzchnię denną rynien i głębi. Składają się na nią formy egzaracji lodowcowej, które w holocenie zostały przysłonięte osadami dennymi. Głębokorównia zaczyna się od izobaty 60-70 m. Zalicza się do niej Rynnę Słupską, której maksymalna głębokość dochodzi do 94 m oraz Głębę Gdańską, której głębokość osiąga 118 m.

Jednostki te różnią się znacznie osadami dennymi. Strefa przybrzeżnej akumulacji rozciąga się z reguły do głębokości 10 m. Reprezentowana jest przez piaski drobnoziarniste i średnioziarniste. Strefa abrazyjna wybrzeży klifowych zbudowana jest z piasków gruboziarnistych, żwirów i otoczaków. Strefa mułów i szlamów obejmuje dna głębin i rynien. Na omawianym obszarze wyróżnia się następujące typy nagromadzeń osadów dennych:

- typ lodowcowy – występuje w strefie przybrzeżnej na głębokości od 0 do 15 m oraz na Ławicy Słupskiej. Występują tam pola kamienisto-żwirowe oraz gładzowiska zbudowane z materiału grubo-okruchowego;
- typ wodnolodowcowy – występuje na ławicy Środkowej i Ławicy Słupskiej w postaci pól sandrowych żwirowo-piaszczystych;
- typ rezydualny – w postaci gładzowisk i pól kamienisto-żwirowych występuje na Ławicy Słupskiej;
- typ morski – występuje w rejonie Władysławowa w postaci pól piaszczysto-żwirowych.

W Zatoce Gdańskiej rozmieszczenie typów osadów dennych zależy od kilku czynników. Od strony otwartego morza, na północ od Mierzei Helskiej, wiodącą rolę odgrywa czynnik morski, w postaci falowania i prądów morskich. W wewnętrznej części zatoki czynnik morski wpływa na procesy abrazyj dennej i transport rumowiska w strefie przybrzeżnej. Występuje tu strefowe rozmieszczenie osadów, równoległe do linii brzegowej. Otoczaki, kamienie i żwiry występują w sąsiedztwie brzegów klifowych. Piaski gruboziarniste występują tylko na dnie płytkorówni, tworząc izolowane pola. Nie występują

poniżej izobaty 50 m. Piaski drobnoziarniste zajmują największą część płytkorówni. Mułki gruboziarniste pokrywają dno po izobacie 50 m. Iły gruboaulerytowe występują zarówno na płytkorówni, jak i głębokorówni, tworząc pojedyncze odizolowane płyty. Iły drobnoaulerytowe stanowią dominujący typ osadów Głębi Gdańskiej. Iły pelitowe występują wyłącznie w strefie głębokorówni. Gliny morenowe odsłaniają się na lokalnych wyniesieniach dna oraz w obrębie skłonu południowobałtyckiego (K. Łomniewski, 1975).

## **Klimat**

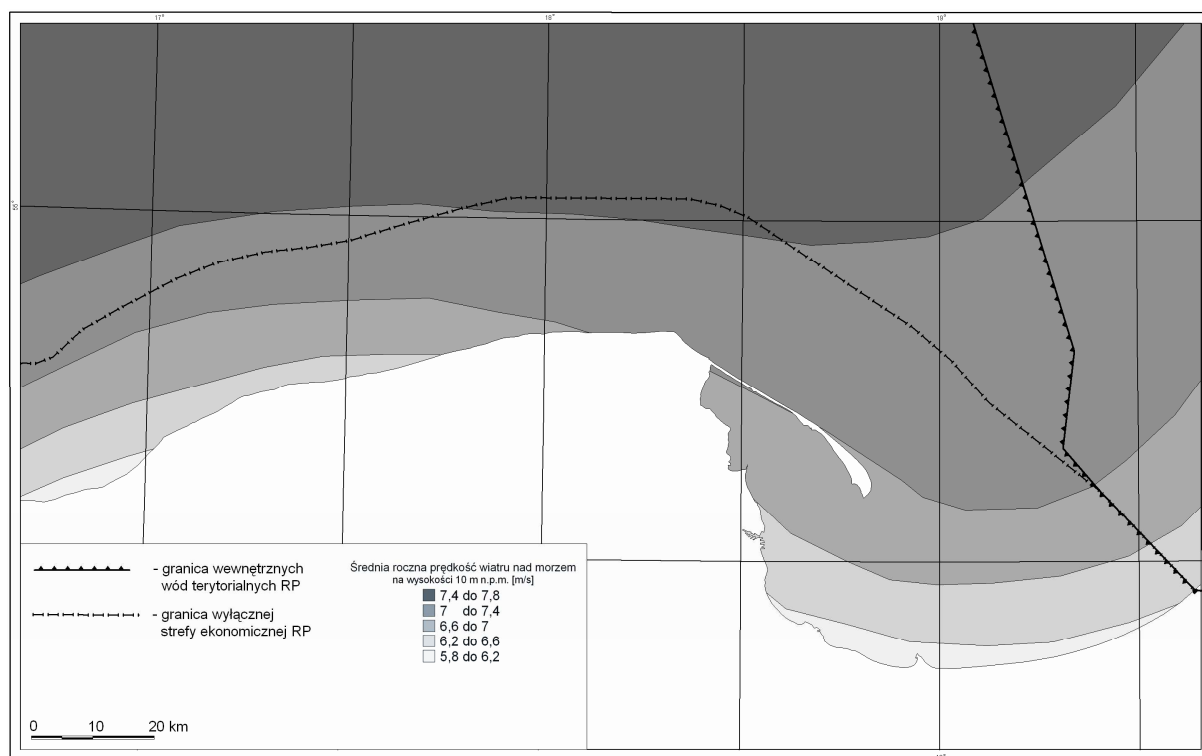
Klimat Bałtyku Południowego cechuje się małymi amplitudami temperatur powietrza, dużym zachmurzeniem, wysoką wilgotnością powietrza, dużą wietrznością oraz znaczną zmiennością stanów pogody. W strefie przybrzeży dominuje cyrkulacja zachodnia. Ośrodki niżowe, przemieszczające się z kierunków zachodnich, powodują dużą zmienność stanów pogody. Zaznacza się ona szczególnie jesienią oraz zimą, gdy notuje się najsilniejsze sztormy.

Najwyższe temperatury powietrza występują w lipcu i sierpniu; średnia miesięczna temperatura dochodzi wówczas do 17°C. Najniższe temperatury powietrza notuje się w lutym. Średnia miesięczna temperatura dla tego miesiąca wynosi ok. 0°C. W okresie zimowym temperatura powietrza nad morzem jest niekiedy wyższa o 3°C w stosunku do strefy lądowej. Wilgotność względna wynosi średnio 83 %. Najniższe wartości wilgotności względnej notuje się jesienią. Średnia roczna suma opadów wynosi 500-600 mm. Najwyższe wartości opadów notuje się w lipcu i sierpniu, najniższe zaś w lutym i marcu. W okresie letnim opady są krótkotrwałe, lecz znacznie obfitsze w porównaniu z opadami zimowymi (J. Gęstwicki, 2001).

Wiatry na morzu osiągają znacznie większe prędkości w stosunku do strefy lądowej. Cisze występują bardzo rzadko. Większa wietrzność nad tym terenem wynika z mniejszej szorstkości powierzchni, braku przeszkód orograficznych a także częstszego występowania aktywnych układów niżowych.

W strefie przybrzeży przeważają wiatry południowo-zachodnie i zachodnie. Ich częstość występowania wynosi 35-50 %. W okresie wiosennym wzrasta udział wiatrów wschodnich i północno-wschodnich. W pozostałym okresie przeważają wiatry południowo-zachodnie i północno-zachodnie. Największe wartości prędkości wiatrów notuje się jesienią oraz zimą. W tym okresie na pełnym morzu średnia miesięczna prędkość wiatru wynosi od 6 do 9 m/s. W strefie brzegowej prędkość wiatru spada do 3-6 m/s. Wiosną oraz latem średnie miesięczne prędkość wiatru spadają o 2 m/s (J. Gęstwicki, 2001).

W strefie brzegowej dochodzi do deformacji kierunku i prędkości wiatru. Zmiany te są uzależnione od kształtu linii brzegowej i topografii wybrzeża. Zróżnicowana szorstkość powierzchni strefy morskiej i lądowej sprawia, że wiatr wiejący znad morza na ląd słabnie i skręca w strefie brzegowej w lewo. Natomiast wiatr wiejący znad lądu przybiera na sile i skręca w prawo. Przy stromym i wysokim brzegu od strony morza występuje strefa, w której wiatr wieje równoległe do linii brzegowej.



Ryc. 4. Średnia roczna prędkość wiatru nad morzem, na wysokości 10 m n.p.m. w latach 1998 – 2006

Źródło: M. Kałas, A. Staśkiewicz i in. (2007)

Znaczny wpływ na kierunki wiatrów w strefie brzegowej wywierają bryzy. Wskutek różnic temperatur między lądem a morzem dochodzi do wymiany mas powietrza, z reguły o kierunku południkowym. Wskutek tego zjawiska jesienią i zimą zaznacza się udział wiatrów południowych, zaś wiosną i latem udział wiatrów północnych (K. Kwiecień, 1987).

### Warunki hydrologiczne

Na warunki hydrologiczne panujące w strefie przybrzeży składa się szereg czynników. W poniższym podrozdziale zostaną przedstawione skrótowo najważniejsze z nich, takie jak: stany wód, prądy morskie, falowanie, prądy powierzchniowe i przydenne, temperatura wód, zasolenie, zjawiska lodowe.

W strefie przybrzeży głównym czynnikiem wpływającym na zmiany stanów wody jest wiatr oraz ciśnienie atmosferyczne. Zmiany te są często nagłe, krótkotrwałe i intensywne. Przy jednoczesnym i zgodnym oddziaływaniu wiatru i ciśnienia atmosferycznego zmiany stanów wody mogą przekroczyć 2 m. We Władysławowie i na Helu najwyższy stan wód dochodzi do +1,2 m, najniższy zaś do -1,0 m. Najwyższy stan wód występuje przy silnym wietrze północnym i jednoczesnym przemieszczaniu się przez Bałtyk ośrodka niskiego ciśnienia. Spiętrzenia sztormowe są zwykle krótkotrwałe. Nie trwają one dłużej niż 50 godzin. Natomiast niskie stany wody utrzymują się znacznie dłużej. Czas ich trwania przekracza niekiedy 400 godzin. Spadek ciśnienia atmosferycznego o 1hPa powoduje wzrost poziomu wody o 10 mm (J. Gęstwicki, 2001).

Decydujący wpływ na kształtowanie się powierzchniowych prądów morskich mają wiatry oraz wymiana wód z Morzem Północnym. Układ prądów wiatrowych jest bardzo niestabilny. Na wodach otwartych wskutek działania siły Coriolisa kierunek tych prądów odchyła się o 20-30° na prawo od kierunku wiatru. W strefie przybrzeżnej kierunki prądów zależą w dużej mierze od kształtu linii brzegowej. Od strony morza otwartego prąd przybrzeżny jest skierowany na wschód. Po minięciu Helu rozdziela się on na dwie odnogi. Pierwsza odnoga jest skierowana na południe, następnie wzdłuż brzegów Zatoki Gdańskiej na wschód. Natomiast druga odnoga opływa Cypel Helski od strony południowej i dalej kieruje się na zachód w stronę Zatoki Puckiej (J. Gęstwicki, 2001).

Prądy przydenne od strony otwartego morza przemieszczają się w kierunku wschodnim. Natomiast w Zatoce Gdańskiej układ prądów przydennych jest złożony i zmienny. Kierunek prądów wzdłużbrzegowych zmienia się tu co kilkanaście kilometrów (S. Musielak, 1980).

W strefie przybrzeżnej falowanie zależy głównie od parametrów wiatru i ukształtowania dna. Najsilniejsze falowanie występuje jesienią i zimą podczas sztormów północnych. Znacznie słabsze falowanie występuje w okresie wiosny i lata. Małe fale występują zwykle przy wiatrach odlądowych.

Średnia roczna temperatura wód powierzchniowych wynosi ok. 9,5°C. Zimą podczas zjawisk lodowych spada do -0,3°C. Latem przekracza niekiedy 20°C.

Zasolenie wód w strefie brzegowej zależy w dużej mierze od dopływu wód rzecznych. Średnie zasolenie tej strefy wynosi ok. 7,5 ‰. Na obszarach oddalonych od brzegu poziom zasolenia jest wyższy. Podczas dużych wlewów wód z Morza Północnego zasolenie warstwy powierzchniowej może wzrosnąć do 8,5 ‰, a w warstwach przydennych nawet do 20 ‰.

Zwykle zasolenie wód na dnie Rynny Słupskiej wynosi 12-14 ‰ a w Głębi Gdańskiej 11-12 ‰ (J. Gęstwicki, 2001).

Zjawiska lodowe w strefie przybrzeży występują z niewielkim nasileniem. Dotyczą one na ogół obszarów zatokowych. Na wybrzeżu od strony morza otwartego zjawiska lodowe nasilają się jedynie podczas surowych zim. Występują one najczęściej na Zatoce Puckiej i Zalewie Wiślanym. Pierwszy lód pojawia się zwykle na początku grudnia. Maksymalna grubość lodu może dochodzić do 70 cm. Wskutek rozpadu lodu brzegowego podczas silnych wiatrów z sektora południowego na Zatoce Puckiej tworzą się spiętrzenia lodowe. Zjawiska lodowe na Zatoce Gdańskiej ustępują na ogół na początku marca. Zwykle trwają ok. 70 dni, a w czasie surowych zim 120 dni. W strefie przybrzeżnej morza otwartego zjawiska lodowe występują rzadziej. Lód występuje tu tylko przez kilkanaście dni w roku. Jedynie podczas surowych zim liczba dni z lodem może przekroczyć 70 dni (J. Gęstwicki, 2001).

### **Roślinność i świat zwierzęcy**

Roślinność Południowego Bałtyku jest stosunkowo uboga. Wyróżnia się tu ok. 200 gatunków roślin. Swoim charakterem nawiązują one do flory Atlantyku. Jednak z powodu różnic temperatury wód zaznaczają się tu również formy arktyczne. W Zatoce Gdańskiej wyodrębniono 1,5% gatunków arktycznych, 17,6 % gatunków subarktycznych, 36,8 % gatunków borealnych, 26,5 % gatunków borealnych-zimnowodnych i 17,6 % borealnych - ciepłowodnych (A. Sikora, 1988).

Największą grupę stanowią okrzemki, bruzdnice, sinice i wiciowce. Wśród glonów osiadłych dominują zielenice, brunatnice i krasnorosty. Występują one głównie w wąskim pasie przybrzeża do głębokości ok. 9 m. Część gatunków roślin występuje tylko sezonowo. Zimą dominują okrzemki. Wiosną zaznaczają się wiciowce i zielenice. W okresie letnim bujnie rozwijają się sinice. W okresie jesiennym pojawiają się brunatnice (A. Sikora, 1988).

Fauna Południowego Bałtyku jest także dość uboga. Niski poziom zasolenia morza ogranicza liczebność gatunków zwierząt atlantyckich. Liczne zmiany poziomu zasolenia morza w holocenie utrudniały rozwój gatunków endemicznych (L. Żmudziński, 1987). Faunę Bałtyku można uogólnić do dwóch grup: arktycznej, która stanowi relikty z okresu Morza Yoldiowego, oraz borealnej – pochodzenia atlantyckiego.

Rozmieszczenie fauny dennej w znacznej mierze zależy od głębokości. W strefie do głębokości 40 m żyją zespoły płytkowodne o stosunkowo bogatym składzie gatunkowym. Występują tu: mięczaki – rogowiec bałtycki, omólek, sercówka i płaskożół oraz skorupiaki – kielż, równonóg i pąkla. W strefie o głębokości poniżej 40 m również występują mięczaki i

skorupiaki, lecz są one reprezentowane przez gatunki przystosowane do życia przy niższej zawartości tlenu. Zooplankton Bałtyku Południowego jest reprezentowany przez jamochłony, wioślarki i szczeponogi. Ichtyofauna jest stosunkowo uboga. Występuje tu zaledwie 26 gatunków ryb morskich i wędrownych. Wśród ssaków żyjących w Bałtyku Południowym wymienić można: fokę szarą, fokę pospolitą i morświna (A. Sikora, 1988).

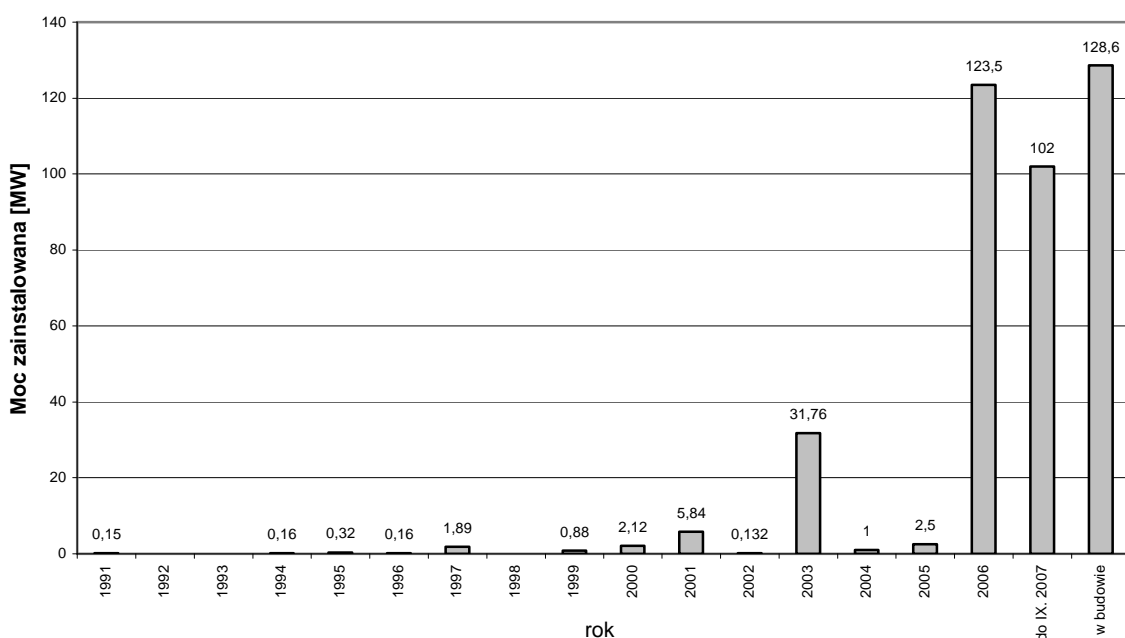
W strefie przybrzeży występuje bogata awifauna. Największą grupę stanowią liczne gatunki mew i rybitw. W okresie wędrówek ptaków występuje tu wiele gatunków dzikich kaczek, takich jak: lodówki, gągoły, czernice, głowienki, markaczki, krzyżówki i edredony. Występują tu również bernikle, tracze, nury, perkozy i łyski. Szacuje się, że na obszarze Zatoki Gdańskiej co roku zimuje ok. 100 tys. ptaków (A. Sikora, 1988).

### 3. STAN ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO

Energetyka wiatrowa na świecie od połowy lat dziewięćdziesiątych XX w. przeżywa okres intensywnego rozwoju. Przez ostatnie 10 lat moc zainstalowanych turbin wiatrowych w skali globalnej wzrosła 12-krotnie. Postęp technologiczny wpłynął na znaczące obniżenie kosztów wytwarzania energii z elektrowni wiatrowych, lecz są one nadal wyższe w stosunku do konwencjonalnych źródeł energii. Pod koniec 2006 roku całkowita moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych na świecie wynosiła 72.628 MW, przy czym na kraje Unii Europejskiej przypadało 48.042 MW (66%). W krajach Unii Europejskiej zdecydowanym liderem pod względem całkowitej mocy zainstalowanych elektrowni wiatrowych są: Niemcy (20.622 MW), Hiszpania (11.615 MW) i Dania (3.136 MW).

#### 3.1. Sytuacja ogólnopolska

Intensywny rozwój energetyki wiatrowej w świecie nie przekłada się na stan energetyki wiatrowej w Polsce. Pod koniec 2006 roku całkowita moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych w Polsce wynosiła 152,6 MW (Wind Energy Barometer, II. 2007). Do końca września 2007 roku wartość ta wzrosła szacunkowo do 254 MW (ryc.5, tabela 1).



Ryc. 5. Roczny przyrost mocy elektrowni wiatrowych w Polsce od 1991 do września 2007 roku

Tab. 1. Wykaz funkcjonujących i budowanych elektrowni wiatrowych o mocy powyżej 0,03 MW z wyróżnieniem (szare wiersze) elektrowni w województwie pomorskim. Kolejność według mocy zespołu elektrowni. Stan na październik 2007 roku

L p	Miejsce zainstalowania	Liczba turbin (szt.)	Moc pojedynczej turbiny (MW)	Całkowita moc zespołu (MW)	Producent	Użytkownik	Rok ukończenia budowy
1	Tymień k/Kołobrzegu	25	2	50	Vestas	Spółka EEZ	2006
2	Zajączkowo k/ Słupska	24	2	48	-	J-Power, Mitsui, WFL	w budowie
3	Kończewo k/ Słupska	21	2	42	-	Windpol	w budowie
4	Kisielice k/Kwidzyna	27	1,5	40,5	Enercon	Iberdrola	2007
5	Jagniątkowo k/Wolina	17	1,8	30,6	-	Dong Energy	w budowie
6	Kamięńsk k/Bełchatowa	15	2	30	Vestas	E.W. Kamięńsk	2007
7	Zagórze k/Wolina	15	2	30	Vestas	Wolin North Elsam	2003
8	Koniecwałd k/Malborka	12	1,5	18	Enercon	Iberdrola	2007
9	Gniezdzewo k/Pucka *	15	2	30	Gamesa	PEP S.A.	2006/2007
10	Cisowo k/Darłowa	9	2	18	Vestas	Energia Eco	2 001/2002
11	Gniewino k/Żarnowca	17	0,6	10,2	Enercon	Eurowind Poland	2006/2007
12	Łebcz k/Pucka	4	2	8	Vestas	EW „Łebcz”	2007
13	Barzowice k/Darłowa	6	0,833	5	Vestas	Elektr. Wiatrowe S.A.	2001
14	Łebcz - Swarzewo k/Pucka	4	0,8	3,2	Enercon	-	2007
15	Wiżajny k/Suwałk	6	0,3	1,8	WindMaster	Właściciel prywatny	2000/2006
16	Połczyno k/Pucka	2	0,8	1,6	Enercon	Eolica Połczyno	2006
17	Swarzewo k/Pucka	2	0,6	1,2	Tacke	WestWind- Poland	1997
18	Ogrodniki k/Elbląga	1	1	1	Acowind	Eneco	2003
19	Bogatka k/Gdańska	1	0,85	0,85	Vestas	Właściciel prywatny	2006
20	Ostrów Wielkopolski	1	0,8	0,8	-	-	-
21	Kramsk k/Konina	5	0,15	0,75	WindWord	Właściciel prywatny	2005
22	Zagórzycze k/Radziejowa	5	0,15	0,75	Bonus	Właściciel prywatny	2005
23	Rychtyn k/ Suwałk	1	0,75	0,75	Nec Micon	Właściciel prywatny	-
24	Miedziana Góra k/Kielc	9	0,075	0,675	Vestas	-	-
25	Cisowo k/Darłowa	5	0,132	0,66	SeeWind	Właściciel prywatny	1999
26	Wólka k. Bań Mazurskich	1	0,66	0,66	-	Właściciel prywatny	2003
27	Głuszynek k/Radziejowa	4	0,15	0,6	Bonus	Właściciel prywatny	-
28	Przysiek k/Radziejowa	4	0,15	0,6	-	Właściciel prywatny	-
29	Sokoły k/Radziejowa	4	0,15	0,6	WindWord	Właściciel prywatny	2005
30	Sieniawa k/Rymanowa	4	0,15	0,6	-	Właściciel prywatny	-
31	Niedzwiada k/Łowicza	2	0,25	0,5	Dencon	Właściciel prywatny	2007
32	Zwarcienko k/Lęborka	3	0,16	0,48	Nowomag/We-Met	Firma "ZEW"	2001
33	Kłonowo k/Radziejowa	3	0,15	0,45	Bonus	Właściciel prywatny	2005



34	Kcynia k/Bydgoszczy	1	0,4	0,4	-	-	2004
35	Wróblík Szlachecki k/Krosna	2	0,16	0,32	Nowomag	Właściciel prywatny	2000
36	Nowy Dwór k/Radziejowa	2	0,15	0,3	Nowomag	Właściciel prywatny	2004
37	Szybka k/Radziejowa	2	0,15	0,3	Bonus	Właściciel prywatny	-
38	Mokra k/Jaroslavia	1	0,3	0,3	-	Właściciel prywatny	-
39	Chwałowice k/Sandomierza	2	0,15	0,3	-	Właściciel prywatny	-
40	Rembertów k/Tarczyna	1	0,25	0,25	Lagerway	Firma Van Melle Polska	1997
41	Starbienio k/Żarnowca	1	0,25	0,25	Nordex	Kaszubski Uniwersytet Ludowy	1997
42	Mielec	1	0,25	0,25	Nordex	Właściciel prywatny	2007
43	Ćmińsk Rządowy k/ Kielc	3	0,075	0,25	-	Właściciel prywatny	-
44	Nowogard	1	0,225	0,225	Vestas	Gmina	1999
45	Stara Dąbrowa k/ Stargadru Szcz.	2	0,1	0,2	-	Właściciel prywatny	2001
46	Przyjmo k/ Kielc	2	0,11 i 0,08	0,19	-	-	-
47	Barzkowice k/Stargardu Szcz.	1	0,16	0,16	-	Gmina	-
48	Kwilcz k/Międzychodu	1	0,16	0,16	Nowomag	Gmina	1996
49	Niwa Babicka k/Ryk	1	0,16	0,16	-	-	2004
50	Rytro k/Nowego Sącza	1	0,16	0,16	Nowomag	Właściciel prywatny -ksiadz	1994
51	Słup k /Legnicy	1	0,16	0,16	Nowomag	Gmina	1997
52	Sowiniec k/ Poznania	1	0,16	0,16	Nowomag	Elektromis Poznań	2001
53	Wrocki, woj. kujawsko-pomorskie	1	0,16	0,16	Nowomag	Właściciel prywatny	1995
54	Zawoja k/ Bielska-Białej	1	0,16	0,16	Nowomag	Klasztor	1995
55	Pielgrzymka k/Krosna	2	0,075	0,15	-	Właściciel prywatny	2006
56	Kruszwica	1	0,15	0,15	-	-	2004
57	Lisewo k/Żarnowca	1	0,15	0,15	Nordtank	Elektrownia Wodna Żarnowiec S.A	1991
58	Chańcza k/Staszowa	1	0,132	0,132	SeeWind	-	2002
59	Dąbrowa Chełmińska k./Torunia	1	0,1	0,1	-	-	2003
60	Mochy k/ Wolsztyna	1	0,08	0,08	-	Właściciel prywatny	-
61	Radoszewnica k/ Koniecpola	1	0,075	0,075	-	-	-
62	Wojkowice k/ Będzina	1	0,03	0,03	Dr Ząber	Właściciel prywatny	1997

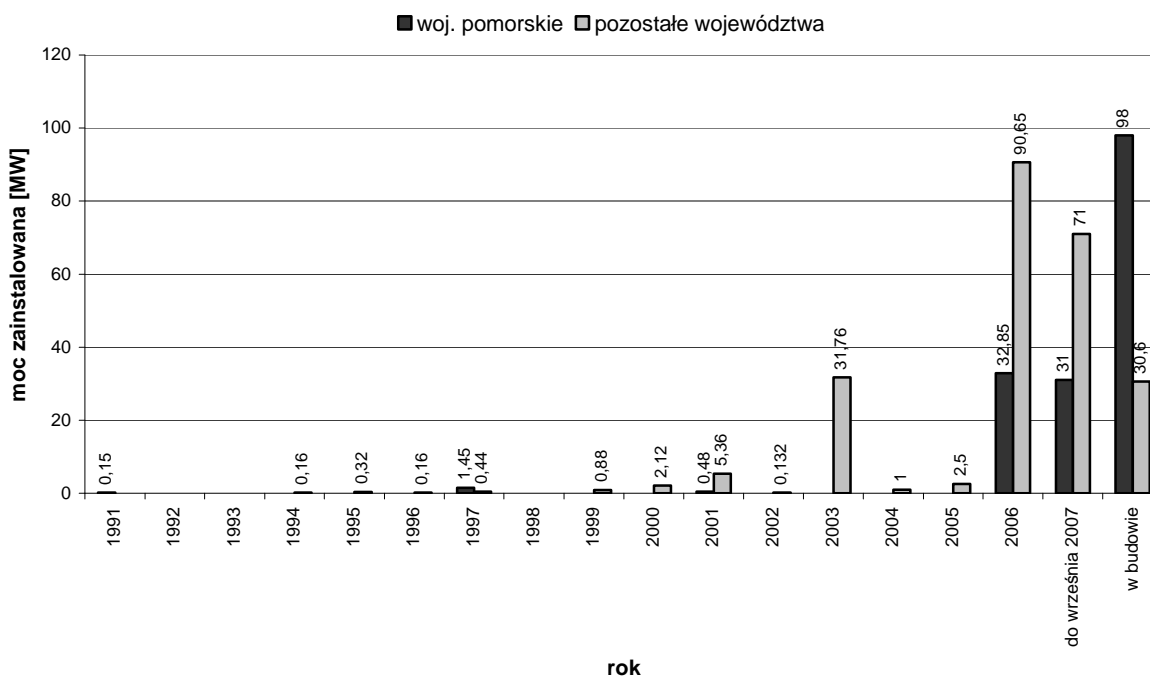
	Liczba turbin (szt.)	Średnia moc turbiny (MW)	Całkowita moc instalacji (MW)
Istniejące elektrownie wiatrowe	233	1,091	254,4
Elektrownie w trakcie budowy	66	1,948	128,6
<b>Łącznie</b>	<b>312</b>	<b>1,232</b>	<b>384,507</b>

\* - Na farmie wiatrowej w Gnieździe 11 turbin postawiono w 2006 roku, 4 kolejne są w trakcie budowy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wizji terenowej (woj. pomorskie) oraz danych pochodzących z: Polskiego Towarzystwa Energetyki Wiatrowej, Związku Powiatów Polskich, Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej

Pierwsze w Polsce profesjonalne elektrownie wiatrowe zostały zbudowane w północnej części województwa pomorskiego. W 1991 roku w Lisewie koło Gniewina powstała elektrownia wiatrowa o mocy 150 kW. W tym samym roku w Swarzewie koło Pucka wzniesiono elektrownię o mocy 90 kW (obecnie nieczynna). Większość instalacji zbudowanych do 2000 roku składała się małych turbin, których moc jednostkowa nie przekraczała 600 kW.

W 2001 roku w Cisowie koło Darłowa zainstalowano pierwsze turbiny o mocy 2 MW. Powstała tam wówczas farma wiatrowa, składająca się z dziewięciu turbin, których łączna moc wynosiła 18 MW. Kolejna duża farma wiatrowa powstała w 2003 roku w Zagórzku koło Wolina. Farma składała się z piętnastu turbin o łącznej mocy 30 MW. Przez kolejne dwa lata nie wybudowano w Polsce żadnej farmy wiatrowej. W tym okresie przyrost zainstalowanych mocy wyniósł w Polsce zaledwie 2,5 MW, podczas gdy na świecie wartość ta przekroczyła 20.000 MW. Dopiero w 2006 roku nastąpił w Polsce znaczący przyrost mocy elektrowni wiatrowych. W Tymieniu (województwo zachodniopomorskie) sfinalizowano budowę największej w Polsce farmy wiatrowej o łącznej mocy 50 MW. W Gniewinie powstała farma składająca się z 14 wiatraków o łącznej mocy 8,4 MW. Pod koniec 2006 roku nastąpił rozruch farmy wiatrowej w Gnieździe o całkowitej mocy 22 MW.

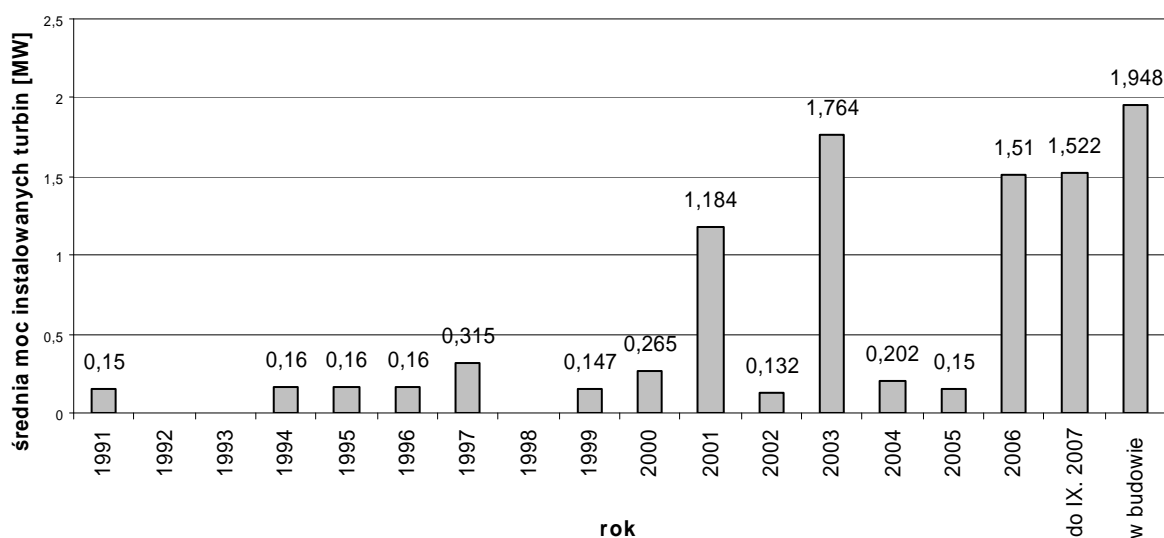


Ryc. 6. Roczny przyrost mocy zainstalowanej w woj. pomorskim na tle reszty kraju

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1

W 2007 roku przyrost instalowanych mocy elektrowni wiatrowych może być w Polsce rekordowo wysoki. Do końca września 2007 roku oddano do użytku farmę wiatrową w Kisielicach koło Kwidzyna (40,5 MW), w Kamieńsku koło Bełchatowa (30 MW), Koniecwałdzie koło Malborka (18 MW), w Łebczu koło Pucka (8MW). Trzy kolejne duże farmy wiatrowe są w trakcie budowy: Zajączkowo (48 MW) i Kończewo koło Słupska (42 MW) oraz Jagniątkowo koło Wolina (30,6 MW).

Obecnie w dużych farmach wiatrowych są najczęściej instalowane turbiny o mocy 2 lub 1,5 MW. Mniejsze moce są zwykle instalowane przez prywatnych właścicieli i samorządy gminne. Do końca lat 90-tych używano zwykle turbin polskiej produkcji o mocy 160 kW. Obecnie w mniejszych instalacjach prywatni właściciele wykorzystują najczęściej używane turbiny, które zostały sprowadzone z Holandii.



Ryc. 7. Dynamika zmian uśrednionej mocy turbin instalowanych w danym roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1

W 2006 roku uśredniona moc oddanej do użytku elektrowni wiatrowej wynosiła 1,51 MW (ryc.7). Wraz ze zwiększającą się liczbą inwestycji w sektorze dużych farm wiatrowych wzrasta moc jednostkowa instalowanych turbin. Obecnie z technicznego punktu widzenia istnieje możliwość instalowania turbin o jednostkowej mocy 5 MW, jednak nie zawsze wzrost mocy turbiny ma przełożenie na wzrost ilości produkowanej energii. Turbina 5 MW uzyskuje pełną moc znamionową przy wietrze o prędkości kilkunastu m/s. Mniejsze turbiny do osiągnięcia stanu pracy z pełną mocą znamionową wymagają mniejszych prędkości wiatru. W warunkach polskich, z uwagi na stosunkowo niewielkie prędkości

wiatru, teoretycznie mniejsza turbina może wyprodukować w przeciągu roku większą ilość energii niż większa turbina. Instalowanie elektrowni o mocy 5 MW będzie miało swoje uzasadnienie w przypadku farm morskich. W przypadku farm lądowych częściej pojawia się tendencja do wzrostu wysokości konstrukcji masztu. Najwyższą elektrownię wiatrową wybudowano w 2006 r. w Niemczech. Na maszcie kratownicowym o wysokości 160 m umieszczono generator o mocy 2,5 MW z wirnikiem, którego śmigła mają długość 45 m. Najwyższa część konstrukcji osiąga 205 m wysokości.

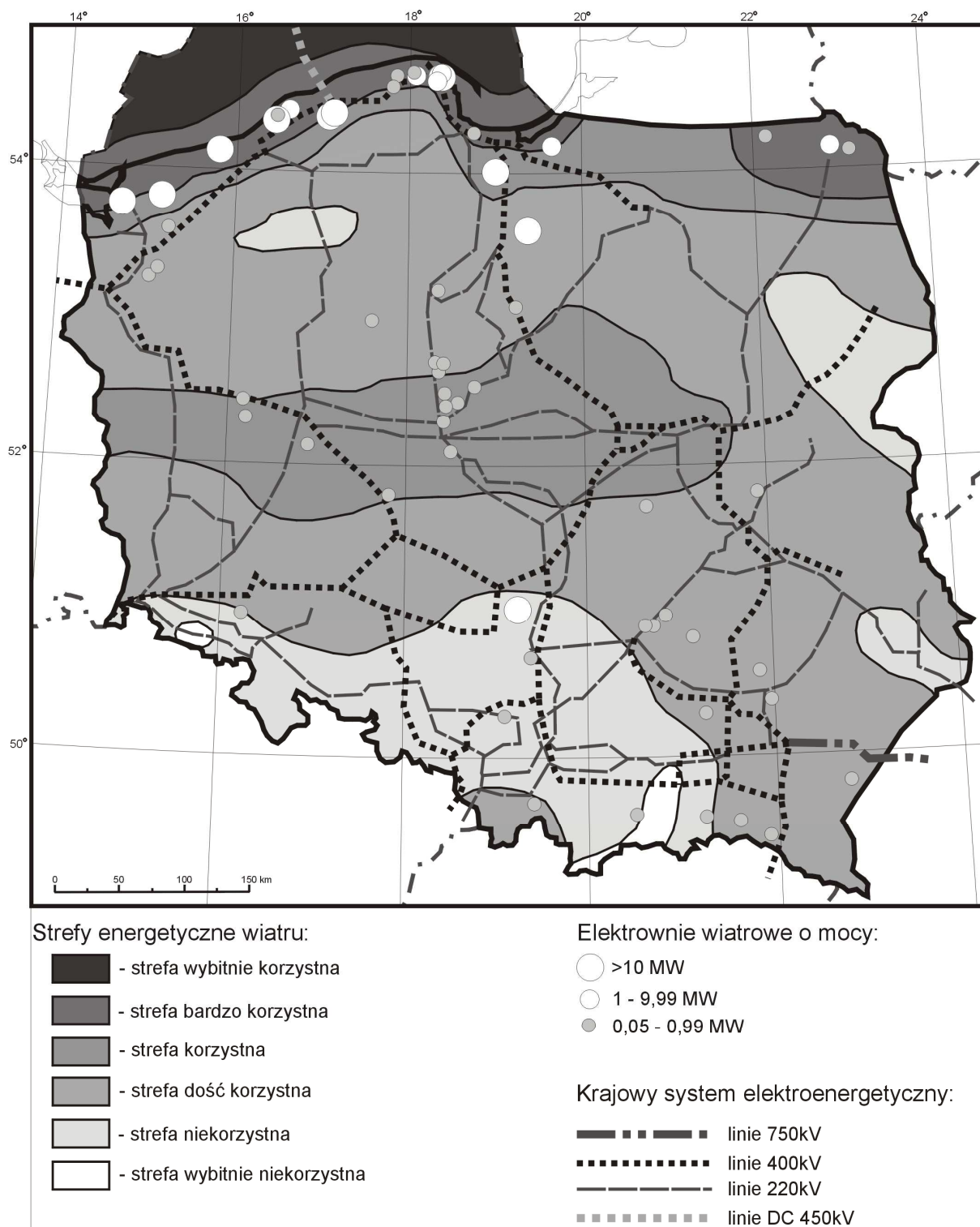
Obecnie w Polsce funkcjonuje 233 elektrowni wiatrowych (z pominięciem turbin o mocy poniżej 30 kW). Ich łączna moc wynosi ok. 254 MW. Elektrownie o największej mocy zlokalizowane są w strefie pobraży Południowego Bałtyku (ryc.8). Panują tu najkorzystniejsze warunki wiatrowe. Średnia roczna prędkość wiatru dochodzi w strefie nadmorskiej do 6 m/s. Elektrownie wiatrowe w tej części Polski są najczęściej grupowane w dużych farmach. Użytkownikami są z reguły firmy z kapitałem zagranicznym.

Ilościowo największa liczba elektrowni występuje w Polsce Centralnej (łódzkie), na Kielecczyźnie i Podkarpaciu. Jednak są to w większości elektrownie o niewielkiej mocy, których lokalizacja jest znacznie rozproszona. Panują tam gorsze warunki wietrzne. Użytkownikami są zazwyczaj prywatni właściciele oraz gminy.

Szczególnym przypadkiem lokalizacji jest farma wiatrowa w Kamieńsku koło Bełchatowa. Składa się ona z piętnastu turbin o łącznej mocy 30 MW. Farma została wybudowana w strefie o niekorzystnych warunkach wietrznych. Inwestycja jest finansowana przez elektrownię węglową w Bełchatowie. Do tej pory żaden inny inwestor w Polsce nie zdecydował się na zlokalizowanie tak dużej inwestycji w miejscu o niekorzystnych warunkach wietrznych. Jednak w tym przypadku inwestor – elektrownia węglowa w Bełchatowie odniesie spore korzyści, dzięki możliwości uzyskiwania „zielonych certyfikatów” bez konieczności kupowania ich na wolnym rynku. Inwestycja jest również traktowana jako forma zagospodarowania zdegradowanych terenów, gdyż farma została zlokalizowana na kopalnianej hałdzie.

Krajowa sieć energetyczna jest najlepiej rozbudowana w południowej i centralnej części Polski. Najmniejsza ilość sieci elektroenergetycznych wysokich napięć występuje w północno-wschodniej Polsce oraz na Pomorzu.

Stan rozbudowy sieci elektroenergetycznych zaspokaja obecne zapotrzebowanie na energię elektryczną. Jednak w perspektywie rozwoju energetyki wiatrowej, w strefie pobraży w przyszłości pojawi się konieczność rozbudowy linii energetycznych odciążających szynę północną.



Ryc. 8. Lokalizacja elektrowni wiatrowych na tle stref energetycznych wiatru oraz linii sieci elektroenergetycznej. Stan na maj 2007.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: H. Lorenc, 1996, Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, M. Kałas, A. Staśkiewicz i in., 2007, Ocena warunków wiatrowych w polskiej strefie ekonomicznej na morzu dla potrzeb energetyki wiatrowej, dane z Polskich Sieci Elektroenergetycznych S.A.

### 3.2. Energetyka wiatrowa w strefie pobraży

Strefa pobraży województwa pomorskiego cechuje się dobrymi warunkami anemometrycznymi dla rozwoju energetyki wiatrowej. W granicach tego obszaru znajduje się dwanaście miejsc, w których zlokalizowano 46 siłowni wiatrowych. Ich całkowita moc wynosi 47,93 MW. Największa farma wiatrowa powstała pod koniec 2006 roku w Gnieźdźwie koło Pucka. Składa się ona z 11 turbin o łącznej mocy 22 MW, cztery kolejne wiatraki są w trakcie budowy. Druga pod względem mocy jest farma wiatrowa w okolicy Gniewina, która została oddana do użytku na początku 2006 roku. W jej skład wchodzi obecnie 17 turbin wiatrowych o łącznej mocy 10,2 MW. Zastosowano w niej siłownię o stosunkowo niewielkiej mocy jednostkowej (0,6 MW). Wynikało to z postępu technologicznego, jaki zaszedł podczas trwania procesu inwestycyjnego farmy. Trwał on ponad 5 lat. W końcowej fazie, z obawy o dalsze przedłużenie procedury administracyjnej, inwestor zdecydował się na wdrożenie bez zmian projektu, którego techniczne założenia określono 5 lat wcześniej (B. Waliński, 2005). W rejonie Łebcza koło Pucka w 2007 roku powstały dwie farmy wiatrowe (8 MW i 3,2 MW).

Pozostałe elektrownie są znacznie mniejsze. W Połczynie znajdują się dwie siłownie wiatrowe o łącznej mocy 1,6 MW. Powstały one w 2006 roku. W przyszłości hiszpański inwestor zamierza zbudować w tym miejscu farmę składającą się z kilkunastu elektrowni. W Swarzewie znajdują się dwie turbiny o łącznej mocy 1,2 MW. W Zwarcienku znajdują się cztery turbiny o mocy jednostkowej 160 kW, przy czym jedna od dłuższego czasu została wyłączona z eksploatacji w skutek awarii wirnika (fot.10). W Starbieniu, Lisewie i Bogatce znajdują się pojedyncze turbiny, których moc jednostkowa wynosi od 150 do 850 kW (fot.11). Jedna z pierwszych elektrowni wiatrowych w Polsce, która powstała w 1991 r. na terenie oczyszczalni ścieków w Swarzewie, od dłuższego czasu jest wyłączona z eksploatacji. Z tego powodu również nie została ujęta na liście (tabela 2).

W Zajączkowie i Kończewie koło Słupska są obecnie budowane jedne z większych farm wiatrowych w Polsce. W Zajączkowie jest budowana farma, która składać się będzie z 24 siłowni wiatrowych o łącznej mocy 48 MW. W pobliskim Kończewie realizowana jest inwestycja składająca się z 21 siłowni wiatrowych o łącznej mocy 42 MW. Po ukończeniu tych inwestycji łączna moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych w strefie pobraży województwa pomorskiego wzrośnie trzykrotnie, z obecnych 47,93 MW do 145,93 MW. W Koniecwałdzie koło Malborka w drugiej połowie 2007 roku uruchomiono farmę wiatrową składającą się z 12 turbin o łącznej mocy 18 MW. Farma znajduje się jednak na terenie Pojezierza Iławskiego – poza granicami omawianego obszaru. Warto o niej wspomnieć, gdyż

jest jedną z najsilniej wyeksponowanych farm wiatrowych w Polsce. Ze względu na położenie na południe od Żuław Wiślanych jest widoczna z odległości nawet kilkudziesięciu kilometrów, np. z trasy kolejowej Tczew – Malbork (fot. 9).



Fot 9. Farma wiatrowa w Koniecwałdzie koło Malborka (12 x 1,5 MW)



Fot. 10. Uszkodzony wirnik elektrowni wiatrowej w Zwarcienku k/Lęborka

Tab. 2. Spis funkcjonujących i budowanych elektrowni wiatrowych w strefie pobrażę woj. pomorskiego. Kolejność wg mocy zespołu elektrowni. Stan na październik 2007 roku.

Lp	Miejsce zainstalowania	Liczba turbin (szt.)	Moc pojedynczej turbiny (MW)	Całkowita moc zespołu (MW)	Producent	Użytkownik	Rok ukończenia budowy
1	Zajęczkowo k/ Słupska	24	2	48	-	J-Power, Mitsui, WFL	w budowie
2	Kończewo k/ Słupska	21	2	42	-	Windpol	w budowie
3	Gniezdzewo k/Pucka *	15	2	30	Gamesa	PEP S.A.	2006/2007
4	Gniewino k/Żarnowca	17	0,6	10,2	Enercon	Eurowind Poland	2006/2007
5	Łebcz k/Pucka	4	2	8	Vestas	EW „Łebcz”	2007
6	Łebcz - Swarzewo k/Pucka	4	0,8	3,2	Enercon	-	2007
7	Połczyno k/Pucka	2	0,8	1,6	Enercon	Eolica Połczyno	2006
8	Swarzewo k/Pucka	2	0,6	1,2	Tacke	WestWind- Poland	1997
9	Bogatka k/Gdańska	1	0,85	0,85	Vestas	Właściciel prywatny	2006
10	Zwarcienko k/Lęborka	3	0,16	0,48	Nowomag/We-Met	Firma "ZEW"	2001
11	Starbienio k/Żarnowca	1	0,25	0,25	Nordex	Kaszubski Uniwersytet Ludowy	1997
12	Lisewo k/Żarnowca	1	0,15	0,15	Nordtank	Elektrownia Wodna Żarnowiec S.A.	1991
		<b>Liczba turbin (szt.)</b>	<b>Średnia moc turbiny (MW)</b>	<b>Całkowita moc instalacji (MW)</b>			
<b>Istniejące elektrownie wiatrowe</b>		<b>46</b>	<b>1,041</b>	<b>47,93</b>			
<b>Elektrownie w trakcie budowy</b>		<b>49</b>	<b>2,0</b>	<b>98</b>			
<b>Łącznie</b>		<b>95</b>	<b>1,536</b>	<b>145,93</b>			

\* - Na farmie wiatrowej w Gnieździe 11 turbin postawiono w 2006 roku, 4 kolejne są w trakcie budowy.

Źródło: na podstawie tabeli 1

Średnia moc aktualnie pracujących w strefie pobrażę województwa pomorskiego turbin wiatrowych wynosi ok. 1 MW. Wartość ta jest stosunkowo niska jak na obszar o dobrych warunkach wietrznych. Po ukończeniu inwestycji w Zajęczkowie i Kończewie koło Słupska średnia moc turbin wzrośnie do 1,53 MW.

W strefie pobrażę można wyróżnić trzy rejony, w których koncentruje się największa ilość inwestycji związanych z rozwojem energetyki wiatrowej. Pierwszym z nich są okolice Pucka, w którym funkcjonują 23 turbiny o łącznej mocy 36 MW. Drugim jest rejon Gniewina, gdzie znajduje się 22 turbin o łącznej mocy 11,08 MW. Trzecim rejonem koncentracji są okolice Słupska, gdzie budowane są obecnie farmy liczące 45 siłowni wiatrowych o łącznej mocy 90 MW. Powyższe lokalizacje znajdują się w bliskim sąsiedztwie linii energetycznych o napięciu 110 kV. Dostępność do sieci 110 kV jest istotna przy farmach wiatrowych o mocy



powyżej 10 MW, gdyż wpływa to na możliwość wyprowadzenia energii z instalacji przy zachowaniu wysokiej sprawności energetycznej.



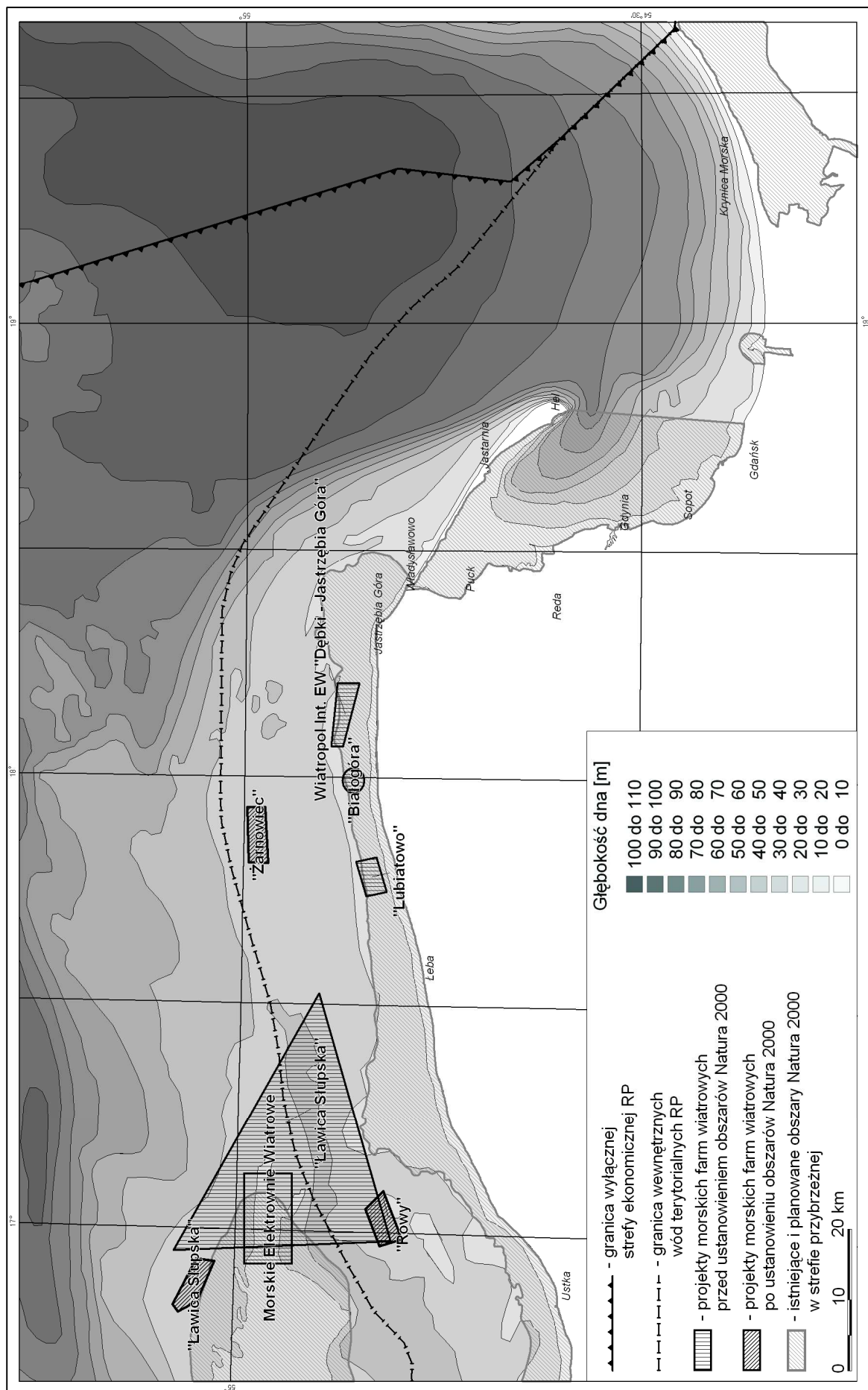
Fot. 11. Przykłady farm wiatrowych znajdujących się w strefie pobrzeży województwa pomorskiego: A - Lisewo k/Żarnowca (1 x 150 kW), B – Swarzewo/Pucka (1 x 95 kW, nieczynna), C – Starbienio k/Choczewa (1 x 250 kW), D – Swarzewo k/Pucka (2 x 600 kW), E - Połczyno k/Pucka (2 x 800 kW), F - Gnieźdzewo k/Pucka (11 x 2 MW)

Przez strefę pobraży przebiega „szyna północna” - linia energetyczna o napięciu 400 kV, przez którą jest zaopatrywana w energię elektryczną Polska Północna. Istotnym elementem systemu energetycznego jest elektrownia szczytowo-pompowa „Żarnowiec” w Czymanowie o mocy 716 MW. Poprawia ona stabilność pracy krajowego systemu elektroenergetycznego poprzez bilansowanie nagłych ubytków i przyrostów mocy w systemie elektroenergetycznym. W odleglejszej perspektywie czasu obecność elektrowni szczytowo-pompowej może przyczynić się do dalszego rozwoju energetyki wiatrowej. Obecnie trwają prace badawcze nad skojarzeniem elektrowni szczytowo-pompowych z elektrowniami wiatrowymi. Współpraca obu typów elektrowni mogłaby wyeliminować problem niestabilnej produkcji energii elektrycznej przez siłownie wiatrowe.

Szacuje się, że system sieci elektroenergetycznej w północno-zachodniej Polsce umożliwi przyłączenie farm wiatrowych o mocy do 2500 MW, bez konieczności poważniejszej rozbudowy systemu. W przypadku przekroczenia tej wartości zaistnieje konieczność budowy sieci energetycznej 400 kV wyprowadzającej energię elektryczną na linii Słupsk – Bydgoszcz – Warszawa (B. Sobczak, 2005).

### **3.3. Energetyka wiatrowa w strefie przybrzeżnej**

Strefa przybrzeżna województwa pomorskiego posiada większe zasoby potencjalnej energii wiatru w stosunku do obszarów lądowych. Z uwagi na mniejszą szorstkość terenu oraz brak przeszkód orograficznych średnia prędkość wiatru w strefie przybrzeżnej jest wyższa o 1-1,5 m/s względem strefy pobraży. Ta z pozoru niewielka różnica prędkości przekłada się na wzrost energii wiatru o 30-50%, gdyż energia wiatru jest proporcjonalna do trzeciej potęgi prędkości. Mimo dobrych warunków anemometrycznych, na obszarach morskich RP do tej pory nie powstała żadna farma wiatrowa. Wynika to z ograniczeń prawnych związanych z ochroną sieci Natura 2000 oraz z braku polskich doświadczeń lokalizacji siłowni na morzu.



Ryc. 9. Projekty morskich farm wiatrowych z lat 2000 – 2006 na tle obszarów Natura 2000 w strefie przybrzeżnej województwa pomorskiego

Przed ustanowieniem obszarów Natura 2000 dla strefy przybrzeżnej województwa pomorskiego rozpatrywano pięć wniosków o pozwolenie na budowę farm wiatrowych na morzu. Wniosek złożony przez firmę Enertrag dotyczył rekordowo dużej inwestycji. Firma ta planowała wybudowanie farmy wiatrowej „Ławica Słupska”, która miała się składać z 450 turbin o łącznej mocy 2250 MW.

Powierzchnia obszaru pod tą inwestycję miała wynieść 550 km<sup>2</sup> (E. Tymiński, 2002). Projekt budowy farmy był kilkakrotnie zmieniany. Inwestor początkowo zamierzał zastosować turbiny o jednostkowej mocy 5 MW. Jednak w momencie składania wniosku turbiny o takiej mocy nie były jeszcze dostępne na rynku.

Tab. 3. Wykaz planowanych farm wiatrowych w strefie przybrzeżnej województwa pomorskiego

L p	Nazwa projektowanej farmy wiatrowej	Liczba turbin (szt.)	Moc pojedynczej turbiny (MW)	Całkowita moc zespołu (MW)	Inwestor	Okres złożenia wniosku o wydanie zezwolenia na
1	EW „Ławica Słupska”	450	5	2250	Enertrag Szczecin	do końca 2003 r.
2	Morskie Elektrownie Wiatrowe	100	2,5	250	Morskie Elektrownie Wiatrowe - Słupsk	
3	MFW „Lubiatowo”	60	2	120	Czystsza Energia - Słupsk.	
4	EW „Białogóra”	61	2	122	Nowa Energia - Postomino	
5	EW „Dąbki – Jastrzębia Góra”	50	2	100	Wiatropol International - Gdańsk	
6	FEW „Ławica Słupska”	40	-	-	-	2004-2006
7	FEW „Rowy”	40	-	-	TW Energia - Głównyzyce	
8	FEW „Żarnowiec”	-	-	-	-	

Źródło: dane Ministerstwa Infrastruktury, Urzędu Morskiego w Gdyni i Urzędu Morskiego w Słupsku

Po ustanowieniu obszarów Natura 2000 wszystkie wcześniej proponowane lokalizacje morskich farm wiatrowych znalazły się całkowicie lub częściowo w granicach Obszarów Specjalnej Ochrony Ptaków (OSOP).

W latach 2004-2006 pojawiły się trzy nowe projekty morskich farm wiatrowych, których lokalizacja została wybrana z uwzględnieniem granic nowych obszarów chronionych. Dla projektu budowy farmy wiatrowej „Dąbki – Jastrzębia Góra” Urząd Morski w Gdyni wydał decyzje o warunkach zabudowy. Dla projektu budowy farmy wiatrowej „Białogóra” decyzja o warunkach zabudowy została skierowana do ponownego rozpatrzenia. W przypadku pozostałych projektów postępowanie w sprawie wydania decyzji o warunkach zabudowy nie zostało zakończone (H. Kamrowska, 2005).

Pomimo negatywnych opinii Ministerstwa Środowiska (Stanowisko..., 2003) – m.in. ze względu na położenie w obrębie obszaru Natura 2000, jak i zaskarżenia przez samorząd

gminy Krokowa – ze względu na pogorszenie walorów krajobrazowych jej obszaru – decyzji o warunkach zabudowy dla farmy wiatrowej „Dąbki – Jastrzębia Góra”, koncepcja morskiej lokalizacji tej farmy została ponownie przedstawiona w połowie 2007 roku pod nazwą „Pomorze”. Pierwotnie proponowana przed 2004 rokiem liczba turbin uległa zmniejszeniu z 50 do 33 (3 rzędy po 11 siłowni), jednak łączna moc farmy pozostała taka sama, gdyż wcześniej zamierzano zastosować siłownie o mocy jednostkowej 2 MW, a w 2007 roku zwiększono ją do 3 MW. Wysokość wież ma wynosić 100 m co, uwzględniając długość wirników, spowoduje oddziaływania siłowni sięgające około 140 m nad powierzchnią wody. Jednak najbardziej niepokojące jest trwanie inwestora przy zamiarze lokalizacji farmy w obrębie obszaru Natura 2000 „Przybrzeżne Wody Bałtyku” (PLB 990002), w odległości 5 – 6 km na północ od brzegu morza w Dąbkach. Ukończenie budowy planuje się w 2010 roku.

Przedstawione plany stoją w sprzeczności nie tylko z zasadami ochrony i zarządzania różnorodnością biologiczną w obrębie obszarów Natura 2000, ale także kolidują ze stanowiskiem Krajowej Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko dotyczącym morskich lokalizacji farm elektrowni wiatrowych sformułowanym na podstawie materiału przygotowanego przez A. Kawickiego i K. Twardowską w 2003 roku. Stwierdza ono, że farmy takie mogą być lokalizowane w granicach obszarów morskich RP dopiero po:

- zakończeniu prac związanych z inwentaryzacją i waloryzacją przyrodniczą Bałtyku;
- wykazaniu konieczności realizacji przedsięwzięcia, braku alternatywnych lokalizacji i znikomej szkodliwości inwestycji dla przyrody;
- wykazaniu ekonomicznej potrzeby realizacji i eksploatacji farmy;
- w przypadku farm składających się z ponad 20 turbin, przeprowadzeniu fazy pilotażowej inwestycji, polegającej na realizacji części planowanych turbin i przeprowadzeniu co najmniej dwuletniego monitoringu wpływu ich funkcjonowania na środowisko.

Lokalizacja projektowanych farm wiatrowych została przedstawiona na ryc. 9. Widać na niej zmiany w sposobie lokalizowania projektowanych inwestycji, jakie zaszły po ustanowieniu obszarów Natura 2000. Najstarsze projekty morskich farm wiatrowych: „Ławica Słupska”, „Morskie Elektrownie Wiatrowe”, „Lubiatowo”, „Białogóra”, „Dąbki – Jastrzębia Góra” zostały oznaczone na mapie szrafem o pionowym kreskowaniu. Projekty farm, które powstały po wprowadzeniu sieci Natura 2000, zostały oznaczone na mapie szrafem o ukośnym kreskowaniu. Wszystkie projekty dotyczyły obszarów morskich o głębokości dna od 10 do 30 m.

#### **4. PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ W WOJEWÓDZTWIE POMORSKIM**

Rozwój odnawialnych źródeł energii jest w Polsce nieunikniony. Formalnie wynika on z konieczności wypełnienia zobowiązań zawartych w Traktacie Akcesyjnym i dyrektywie 2001/77/WE. Na ich podstawie Polska jest zobowiązana do 2010 roku zwiększyć udział energii elektrycznej wytworzonej z OZE do poziomu 7,5% w krajowym zużyciu energii elektrycznej. Jednak pierwotny cel rozwoju OZE wynika z konieczności ograniczenia emisji zanieczyszczeń, a także wyczerpywania się zasobów paliw kopalnych.

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki, udział OZE w krajowym zużyciu energii elektrycznej wyniósł w 2006 roku około 3%, przy czym udział poszczególnych technologii produkcji energii z OZE przedstawiał się następująco:

- 48,8% - energetyka wodna;
- 45,8% - biomasa;
- 5,4% - energetyka wiatrowa.

Energetyka wiatrowa posiadała zaledwie 0,16% udziału w krajowym zużyciu energii elektrycznej. Strategie rządowe zakładają wzrost udziału energetyki wiatrowej do 2,3% krajowego zużycia energii elektrycznej w 2010 roku. Aby zrealizować ten cel konieczne jest wybudowanie elektrowni wiatrowych o łącznej mocy 2300 MW. Prawie dziesięciokrotny wzrost zainstalowanych mocy elektrowni wiatrowych do 2010 roku wydaje się mało możliwy do zrealizowania. Osiągnięcie tego celu będzie w głównej mierze zależało od czynników prawno-politycznych i organizacyjnych. Uwarunkowania przyrodnicze i techniczne umożliwiają zrealizowanie tego zadania.

Plany inwestycyjne do 2013 roku zakładają budowę elektrowni wiatrowych o łącznej mocy 3500 – 4000 MW. Dokumenty strategiczne na poziomie wojewódzkim zakładają możliwość wybudowania elektrowni o mocy: ok. 700 MW w województwie pomorskim, 380 MW w zachodniopomorskim i około 75 MW w warmińsko-mazurskim. Z danych pochodzących od operatorów sieci energetycznych wynika, że łączna moc wszystkich projektów budowy elektrowni wiatrowych, dla których złożono wnioski o warunki przyłączenia, wynosi ponad 7500 MW (A. Paślawska, 2006).

Nowe instalacje, z uwagi na korzystne warunki anemometryczne, będą powstawały głównie na Pobrzeżu Południowobałtyckim, Suwalszczyźnie oraz Podkarpaciu. W

odniesieniu do obszarów morskich RP, wielostronność uwarunkowań i opinii nie pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, czy w najbliższych latach zostaną tu wzniesione farmy wiatrowe.

Na poziomie regionalnym rozwój energetyki wiatrowej zależy głównie od polityki władz samorządowych, lokalnych zasobów wiatrowych, ograniczeń prawnych wynikających z występowania obszarów i obiektów chronionych i stref ograniczonego użytkowania terenu, infrastruktury elektroenergetycznej oraz nastawienia społeczności lokalnych. W następnych podrozdziałach zostanie przedstawiona analiza najistotniejszych uwarunkowań wpływających na rozwój energetyki wiatrowej.

#### **4.1. Potencjał rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobrażę**

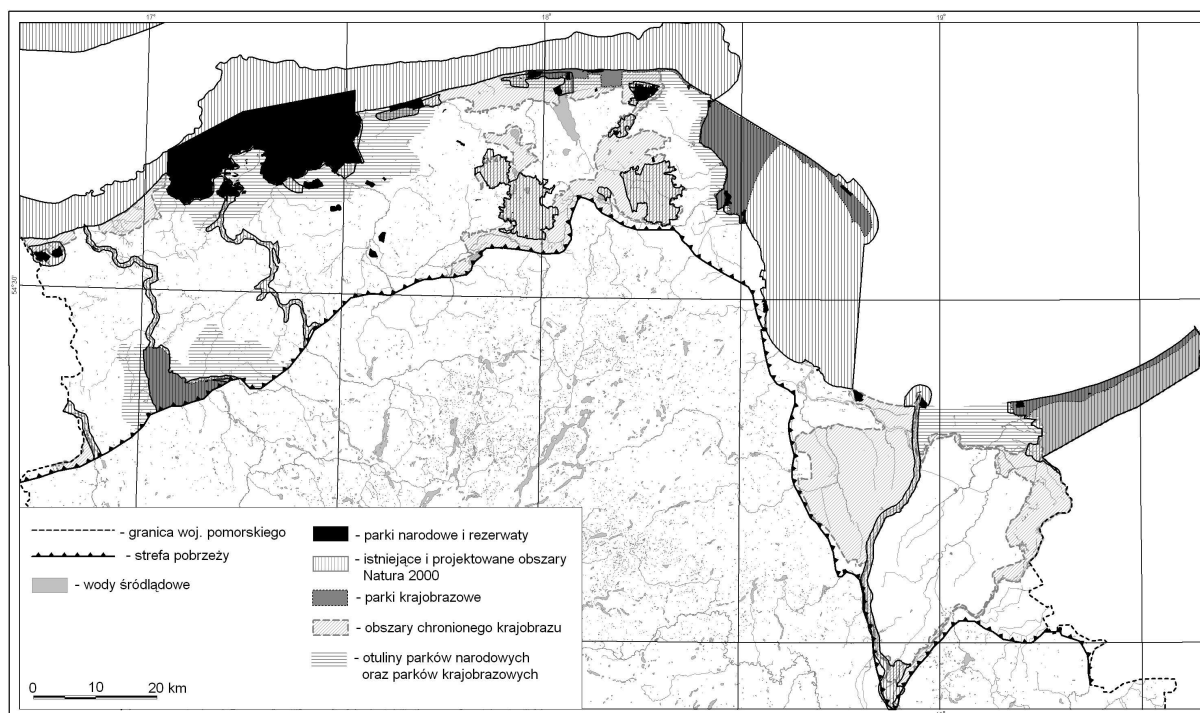
Strefa pobrażę województwa pomorskiego posiada bardzo korzystne warunki dla rozwoju energetyki wiatrowej. Sąsiedztwo Morza Bałtyckiego oraz położenie w wyższych szerokościach geograficznych sprawia, że średnioroczne prędkości wiatru osiągają tu jedne z wyższych wartości w Polsce. Dobre warunki anemometryczne sprawiają, że obszar ten cieszy się sporym zainteresowaniem inwestorów pragnących lokalizować tu elektrownie wiatrowe. Jednocześnie obszar ten charakteryzuje się wysokimi walorami przyrodniczymi. Występuje tu także znaczne natężenie ruchu turystycznego. Powyższe czynniki sprawiają, że problem lokalizowania elektrowni wiatrowych w strefie pobrażę nabiera szczególnego znaczenia i jest szczególnie konfliktogenny.

W skali lokalnej rozwój energetyki wiatrowej w dużej mierze zależy od powierzchni obszarów, na których lokalizacja elektrowni wiatrowych nie będzie w sposób znaczący oddziaływać na środowisko przyrodnicze. Poprzez orientacyjne wskazanie takich obszarów można wstępnie oszacować potencjał rozwoju energetyki wiatrowej.

Uwarunkowania rozwoju energetyki wiatrowej zostały ogólnie omówione w rozdziale drugim. Najważniejsze z nich zostaną poniżej przedstawione w formie kartograficznej. Analizie przestrzennej zostaną poddane ograniczenia związane z: formami ochrony przyrody, walorami krajobrazowymi (w tym krajobrazu kulturowego), strukturą osnowy ekologicznej, strefami ograniczonego użytkowania terenu wokół infrastruktury technicznej. Efektem tej analizy będzie wskazanie obszarów predysponowanych dla rozwoju energetyki wiatrowej.

Na ryc. 10 został przedstawiony zasięg obszarów ochrony przyrody strefy pobrażę województwa pomorskiego. Na omawianym terenie najwyższą formę ochrony przyrody stanowi Słowiński Park Narodowy. Obejmuje on swoim zasięgiem mierzę łąbską, strefę jezior przymorskich: Łebsko i Gardno, a także wąski pas wód przybrzeżnych. W strefie pobrażę znajduje się 37 rezerwatów przyrody. Zajmują one w przewadze niewielkie obszary.

Utworzono tu trzy parki krajobrazowe. Są to: Park Krajobrazowy Dolina Słupi (część północna), Nadmorski Park Krajobrazowy oraz Park Krajobrazowy Mierzeja Wiślana. Położonych jest tu 9 obszarów chronionego krajobrazu. Należą do nich: OChK Pas pobrzeża na zach. od Ustki, OChK Pas pobrzeża na wsch. od Ustki, Nadmorski OChK, Choczewsko-Saliński OChK, OChK Pradolina Łeby-Redy, OChK Puszczy Darżlubskiej, OChK Żuław Gdańskich, Środkowożuławski OChK, OChK Rzeki Szarpawy, OChK Rzeki Nogat.



Ryc. 10. Struktura obszarów ochrony przyrody strefy pobrzeży województwa pomorskiego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Czochoński i in., 2006 oraz G. Kubicz, H. Wojcieszek i in., 2003

Na ryc. 10 zostały również przedstawione istniejące oraz projektowane obszary Natura 2000. Wśród obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSOP) wymienić można następujące ostoje: PLB 040003 Dolina Dolnej Wisły, PLB 220002 Dolina Słupi, PLB 220003 Ostoja Słowińska, PLB 220004 Ujście Wisły, PLB 220005 Zatoka Pucka, PLB 220006 *Lasy Łęborskie*, PLB 220007 *Puszcza Darżlubska*, PLB 280010 Zalew Wiślany, PLB 990002 Przybrzeżne Wody Bałtyku, *PLC 220002 Bielawskie Błota*<sup>1</sup>.

Do specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000 należą następujące ostoje: *PHL 220033 Dolna Wisła*, *PHL 220040 Łebskie Bagna*, *PHL 220042 Torfowisko Pobłockie*, PHL 220053 Dolina Słupi, PLH 220001 Bagna Izbickie, PLH 220003 Białogóra, PLH 220018 Mierzeja Sarbska, PLH 220019 Orle, PLH 220021 Piaśnickie Łąki, PLH 220023 Pobrzeże Słowińskie, PLH 220024 Przymorskie Błota, PLH 220029 Trzy Młyny, PLH

<sup>1</sup> obszary projektowane zostały wyróżnione kursywą



220030 Twierdza Wisłoujście, PLH 220032 Zatoka Pucka i Półwysep Helski, *PLH 220038 Dolina Wieprzy i Studnicy*, PLH 280007 Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana.

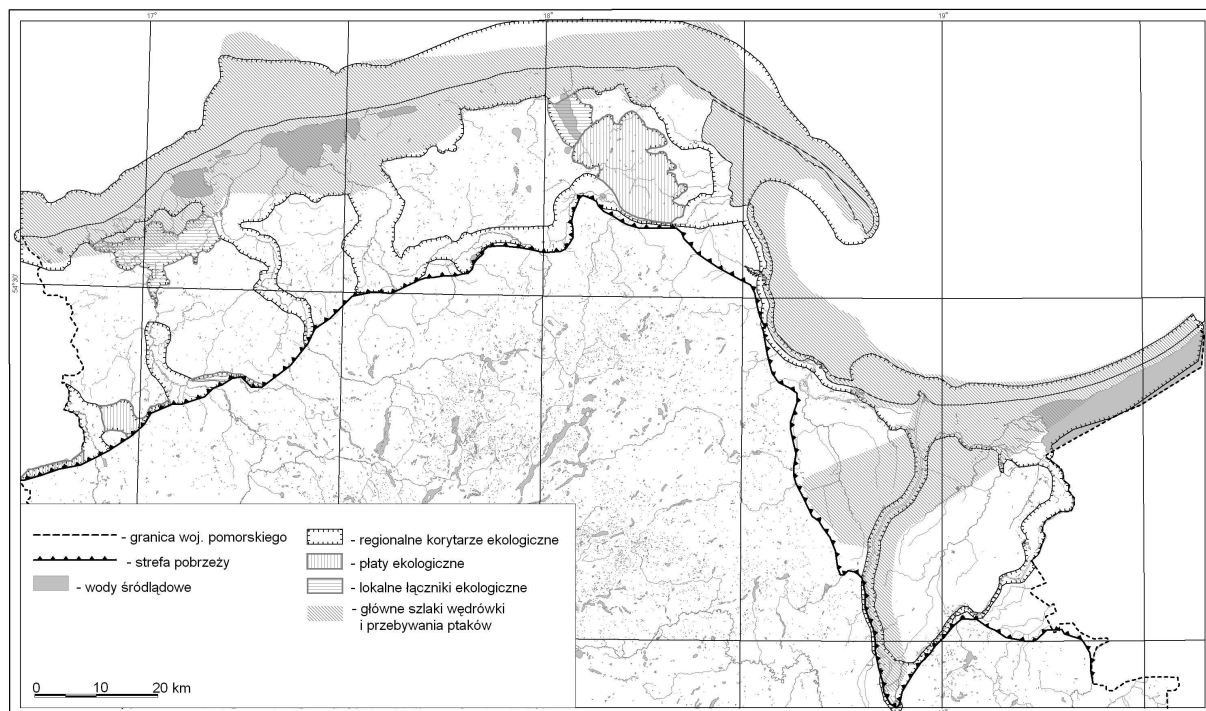
Łącznie obszary chronione zajmują 45,4% powierzchni terenu strefy pobrzeży. Powierzchniowo dominującą formą ochrony przyrody są obszary chronionego krajobrazu oraz obszary Natura 2000.

Budowa elektrowni wiatrowych na terenie parków narodowych i rezerwatów jest wykluczona na mocy prawa powszechnego. W obrębie pozostałych form ochrony przyrody z prawnego punktu widzenia lokalizacja elektrowni wiatrowych nie jest wykluczona, pod warunkiem, że nie zabraniają tego przepisy prawa lokalnego oraz, że inwestycja nie spowoduje dewaloryzacji wartości przyrodniczych będących przedmiotem ochrony (G. Kubicz, H. Wojcieszek i.in., 2003).

Analiza przepisów prawa miejscowego dokonana przez M. Przewoźniaka w 2002 roku wskazuje, że lokalizacja elektrowni wiatrowych powinna być wykluczona na terenie parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, w strefach ochrony ekspozycji krajobrazowej parków krajobrazowych i narodowych oraz częściach tych częściach otulin, w których inwestycja mogłaby negatywnie wpłynąć stan środowiska parku. Praktyka wskazuje, że na terenie otulin parków krajobrazowych oraz strefach ochrony ekspozycji krajobrazowej tego typu inwestycje mogą być niekiedy realizowane. Przykładem jest tu farma wiatrowa, która została wybudowana w 2006 r. w Gnieździe. Znaczna jej część znajduje się w otulinie oraz strefie ochrony ekspozycji krajobrazowej Nadmorskiego Parku Krajobrazowego. Uwarunkowania prawne uległy jednak zmianie wraz z wejściem w życie ustawy o ochronie przyrody z 2004 roku i obecnie nie można kategorycznie wykluczać lokalizacji elektrowni wiatrowych w parkach krajobrazowych i obszarach chronionego krajobrazu, o ile nie pogarszają one stanu środowiska i krajobrazu na ich terytorium. Można jednak uznać, że każda lokalizacja takiego obiektu na terenach, gdzie jedną z podstawowych funkcji jest ochrona krajobrazu, będzie kolidować z tą ochroną i dlatego – w sytuacji dostatecznej powierzchni poza granicami obszarów chronionych – należy unikać takich lokalizacji.

W strefie pobrzeży województwa pomorskiego większość najcenniejszych zasobów przyrodniczych objęto ochroną w obrębie parków narodowych, rezerwatów i obszarów Natura 2000. Jednak niektóre tereny znajdujące się poza obszarami chronionymi są również cenne przyrodniczo. Przez strefę nadmorską przebiegają główne szlaki wędrówek awifauny. Zlokalizowane są tu liczne płaty i korytarze ekologiczne o randze regionalnej. Konieczność ich zachowania została potwierdzona w planie zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego.

W granicach omawianego obszaru zdelimitowano dwa korytarze rangi krajowej: korytarz przymorski – południowobałtycki oraz korytarz doliny Wisły. Pierwszy z nich obejmuje swym zasięgiem strefę przybrzeżną do głębokości dna morza 20 m, natomiast od strony lądu obejmuje strefę wydmową oraz przybrzeżne równiny hydrogeniczne i jeziora. Drugi z nich obejmuje całą dolinę Wisły wraz z jej zboczami.



Ryc. 11. Osnowa ekologiczna strefy pobrazeży województwa pomorskiego

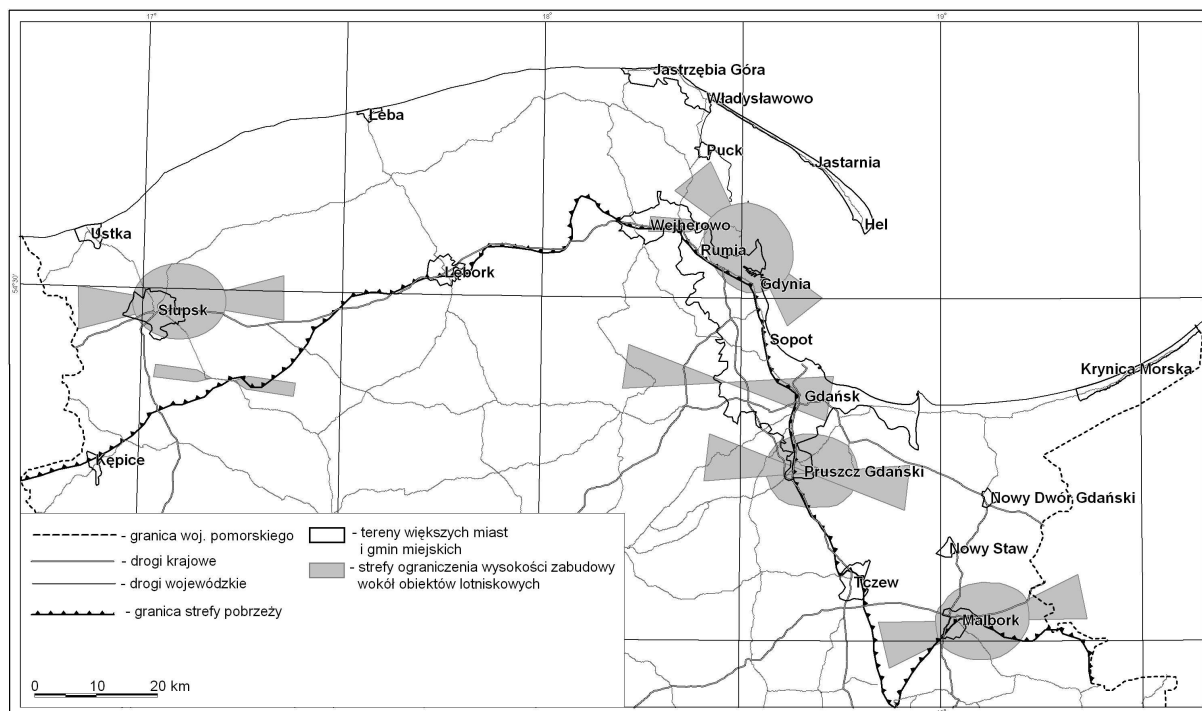
Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Czochański i in., 2006 oraz G. Kubicz, H. Wojcieszek i in., 2003

Korytarze rangi regionalnej obejmują swym zasięgiem: dolinę Słupi, dolinę Łupawy, Pradolinę Redy-Łeby, dolinę Wieprzy i Studnicy, dolinę Nogatu i dolinę Szkarpawy. Wśród lokalnych łączników ekologicznych wyróżnia się: korytarz lasów między Słupią a Łupawą, korytarz doliny Skotawy, korytarz doliny Piaśnicy i rynny Jeziora Żarnowieckiego. Do płyt rangi regionalnej zalicza się lasy oliwsko-darżlubskie i lasy kępicko-bytowskie (J. Czochański i in., 2006).

Osnowa ekologiczna zajmuje łącznie 46,6 % powierzchni strefy pobrazeży. Powyższe obszary, z uwagi na pełnienie istotnych funkcji dla zachowania różnorodności biologicznej środowiska, powinny być wyłączone spod lokalizacji elektrowni wiatrowych.

Na rycinie 12 zostały ukazane strefy ograniczenia wysokości zabudowy wokół obiektów lotniskowych. W strefie pobrazeży znajdują się cztery lotniska wojskowe (Redzikowo k/Słupska, Babie Doły, Pruszcz Gdański, Królewo k/Malborka), dwa drogowe zapasowe lądowiska wojskowe (Dębica Kaszubska k/Słupska i Kazimierz k/Rumi) oraz

jedno lotnisko cywilne w Gdańsku Rębiechowie. Elektrownie wiatrowe należą do obiektów mogących stanowić przeszkodę lotniczą. Z tego powodu wysokie konstrukcje elektrowni wiatrowych nie powinny być lokalizowane w otoczeniu lotnisk. Strefy ograniczenia wysokości zabudowy wokół obiektów lotniskowych zajmują łącznie 14,4% powierzchni omawianego terenu.



Ryc. 12. Strefy ograniczenia wysokości zabudowy wokół obiektów lotniskowych

Źródło: G. Kubicz, H. Wojcieszek i.in., 2003

W wyniku nałożenia warstw przedstawiających przestrzenne ograniczenia dla lokalizacji elektrowni wiatrowych wyznaczono obszary perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej. Analizie poddano: tereny objęte formami ochrony przyrody (w tym ustanowione i projektowane obszary Natura 2000), obszary tworzące ośno ekologiczną o randze regionalnej, obszary leśne, strefy ograniczenia wysokości zabudowy wokół obiektów lotniskowych oraz obszary planowanych parków kulturowych. Z uwagi na skalę opracowania w analizie przestrzennej pominięto tereny zabudowy mieszkaniowej i obszary intensywnego wypoczynku. Nie uwzględniono również warunków wiatrowych na poziomie lokalnym, które często zależą od rzeźby terenu oraz szorstkości terenu. Autorzy przyjęli założenie, że cały omawiany obszar posiada dość korzystne warunki wiatrowe dla rozwoju energetyki wiatrowej.

Graficzny wynik tej analizy został przedstawiony na rycinach 13 i 14. Pierwsza z nich ukazuje obszary predysponowane do lokalizacji elektrowni wiatrowych na tle planowanych

parków kulturowych. Druga rycina przedstawia te same strefy na tle sieci elektroenergetycznej, funkcjonujących elektrowni wiatrowych oraz projektów lokalizacji elektrowni wiatrowych zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.

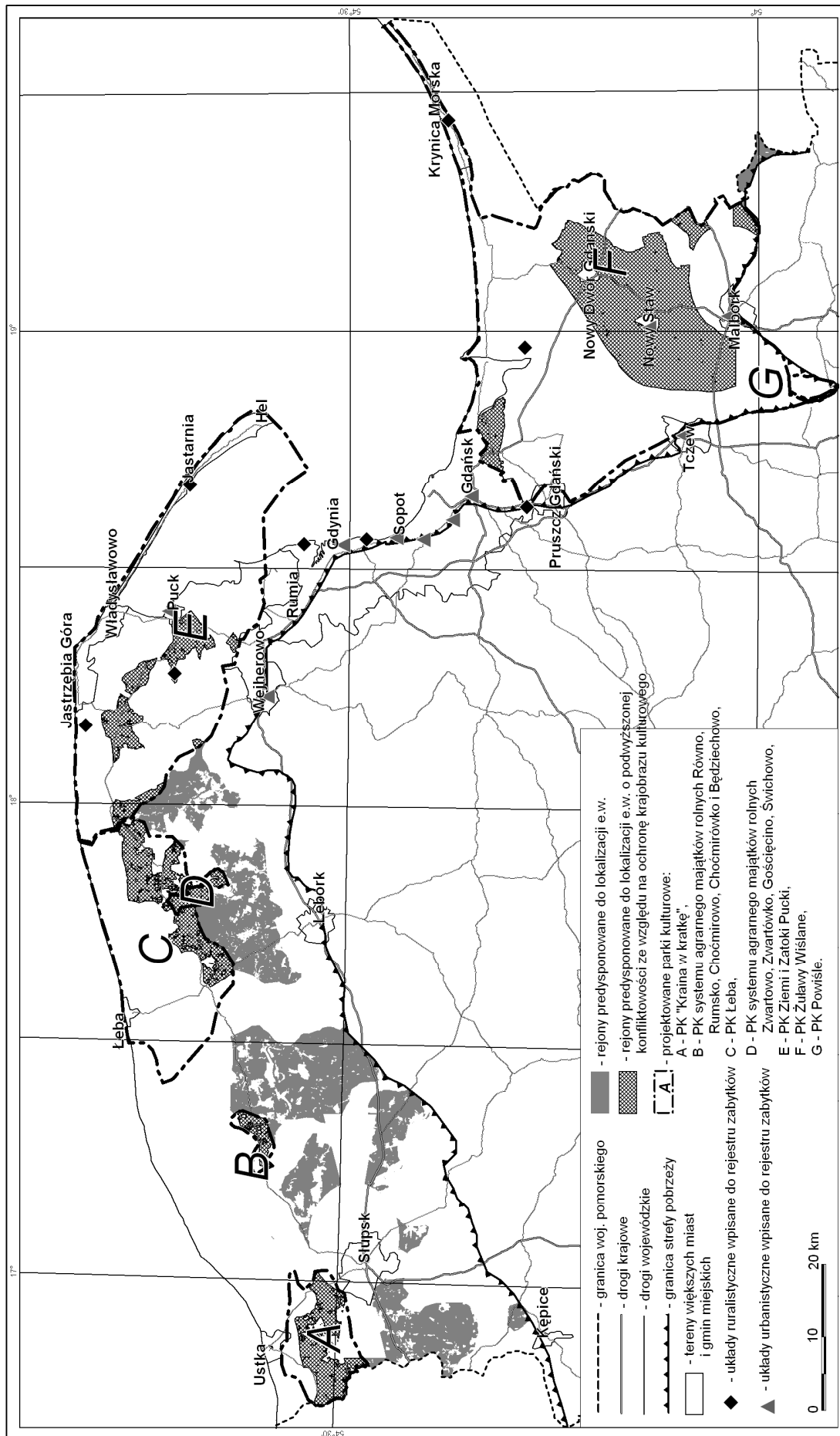
Obszary predysponowane do lokalizacji elektrowni wiatrowych zostały podzielone na dwa rodzaje. Pierwszy z nich, oznaczony szarym wypełnieniem, przedstawia strefy o stosunkowo niskiej konfliktowości, zarówno przyrodniczej jak i krajobrazowej. Drugi rodzaj, oznaczony na mapach czarną kratką, ukazuje obszary, które ze względu uwarunkowań prawnych są predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej, jednakże budowa elektrowni wiatrowych na ich terenie będzie się wiązać z utratą walorów krajobrazu kulturowego strefy pobrzeży i może spowodować liczne lokalne konflikty społeczne.

Wartość krajobrazu kulturowego jest czynnikiem trudno mierzalnym i subiektywnym w ocenie. Jednak w pośredni sposób tereny o wysokich walorach krajobrazu kulturowego można wskazać kierując się zasięgiem projektowanych parków kulturowych, które wskazano na ryc. 13 (M. Kistowski i in., 2006). Znalazły się wśród nich:

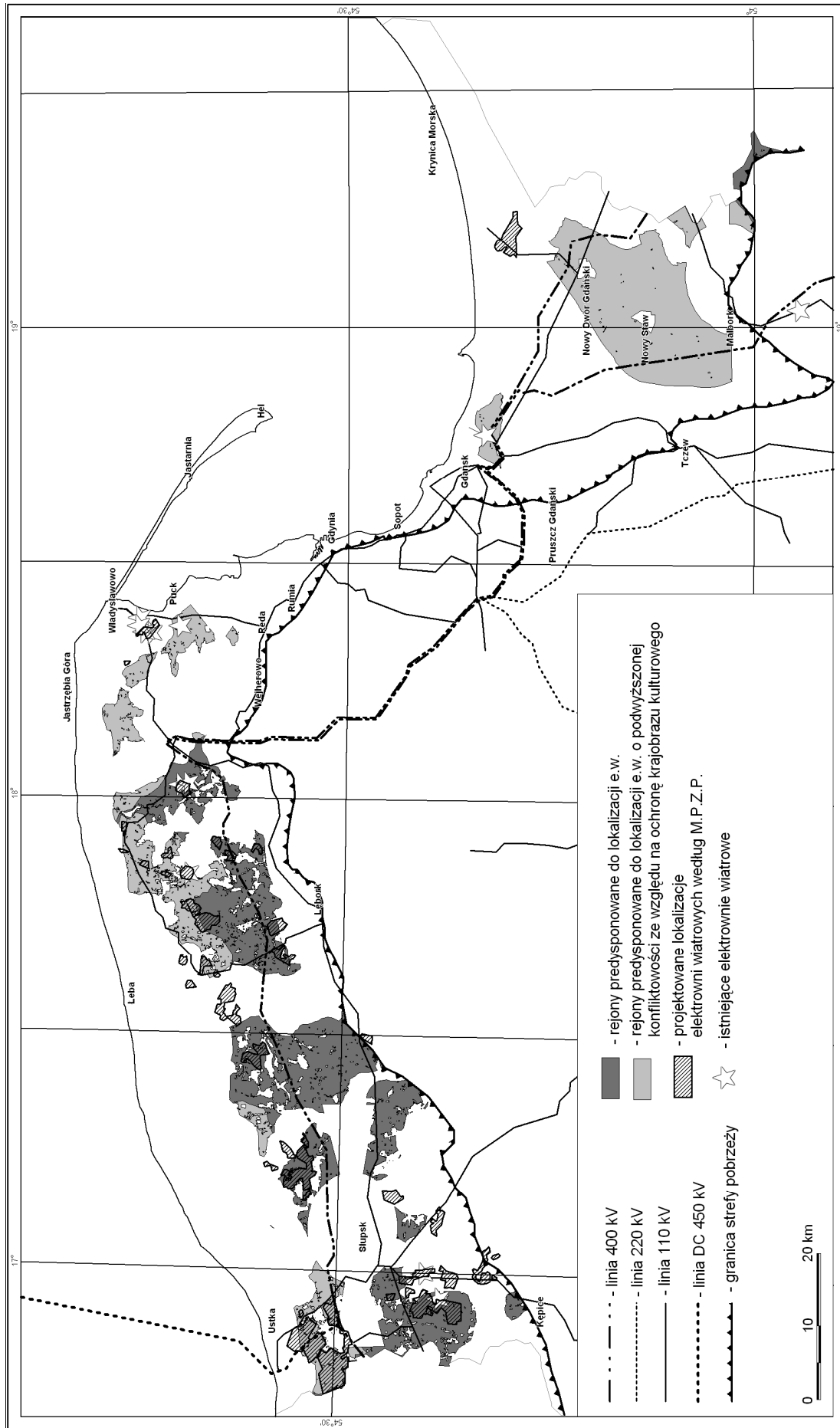
- PK "Kraina w kratę";
- PK systemu agrarnego majątków rolnych Równo, Rumsko oraz Choćmirowo, Choćmirówko i Będziechowo;
- PK Łeba;
- PK systemu agrarnego majątków rolnych Zwartowo, Zwartówko, Gościęcino, Świchowo;
- PK Ziemi i Zatoki Puckiej;
- PK Żuławy Wiślane;
- PK Powiśle.

Największa liczba układów ruralistycznych i urbanistycznych wpisanych do rejestru zabytków znajduje się na terenie Pobrzeża Kaszubskiego oraz Żuławy Wiślanej. Jednak ich rozkład nie odzwierciedla rzeczywistej potrzeby ochrony krajobrazu kulturowego. Na ryc. 13 widać, że w regionie słupskim żaden układ ruralistyczny, ani urbanistyczny nie został wpisany do rejestru zabytków, choć obszar ten obfituje w znaczną ilość zespołów pałacowo-parkowych. Również na Żuławach Wiślanych liczba układów ruralistycznych i urbanistycznych wpisanych do rejestru zabytków jest dalece nieadekwatna do rzeczywistej ilości występujących tam przestrzennych zespołów zabytkowych.

Obszary predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej, które znajdują się w obrębie projektowanych parków kulturowych zostały uznane za tereny o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej. W strefie pobrzeży zajmują one powierzchnię 622,7 km<sup>2</sup>.



Ryc. 13. Strefy perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej na tle planowanych parków kulturowych.



Ryc. 14. Strefy perspektywnicznego rozwoju energetyki wiatrowej na tle sieci elektroenergetycznej, funkcjonujących elektrowni wiatrowych oraz projektów lokalizacji elektrowni wiatrowych zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego



Fot. 12. Krajobrazy projektowanych parków kulturowych: PK "Kraina w kratę" (Bruskowo Wielkie), PK Żuławy Wiślane (Palczewo)

Pozostałe obszary o stosunkowo niskiej konfliktowości krajobrazowej zajmują powierzchnię 583,7 km<sup>2</sup>. Porównując rozkład terenów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej z obszarami o wysokich wartościach krajobrazu kulturowego, można dostrzec, że najbardziej konfliktogenne obszary znajdują się na Żuławach Wiślanych, Pobrzeżu Kaszubskim oraz w północnej części Wysoczyzny Żarnowieckiej i Równiny Sławieńskiej.

Północna część Wysoczyzny Żarnowieckiej posiada najlepsze warunki wiatrowe dla rozwoju energetyki wiatrowej. Jednocześnie jest to obszar o stosunkowo wysokich walorach przyrodniczych i krajobrazowych, przez co rozwój energetyki wiatrowej w tym regionie będzie wiązał się ze znaczną dewaloryzacją jakości krajobrazu. Występują tu także skrajnie różne przypadki nastawienia władz lokalnych do rozwoju energetyki wiatrowej. Przykładem jest gmina Krokowa, której władze samorządowe uchwałyły zakaz budowy elektrowni wiatrowych na terenie całej gminy. Z tego powodu inwestycje będące w fazie planowania zostały wstrzymane (farma wiatrowa Jeldzino-Sobieńczyce-Karlikowo). W sąsiedniej gminie Gniewino oraz w gminie Puck samorządy starają się przyciągnąć inwestorów zainteresowanych budową elektrowni wiatrowych. Wiąże się to ze znacznymi wpływami do budżetu gminy z tytułu podatków. Na terenie obu gmin występuje znaczne nasilenie ruchu turystycznego, jednak należy liczyć się z tym, że obecność elektrowni wiatrowych wpłynie za obniżenie walorów krajobrazowych i atrakcyjności turystycznej gmin, a co za tym idzie na zmniejszenie ruchu turystycznego. Na terenie gminy Krokowa nie funkcjonuje żadna elektrownia wiatrowa, podczas gdy w sąsiedniej gminie Gniewino łączna moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych wynosi 11 MW, a w gminie Puck 36 MW.

Nieco gorsze warunki anemometryczne dla rozwoju energetyki wiatrowej występują w zachodniej części strefy pobraży. Jednak władze gmin tego regionu sprzyjają inwestorom, chcącym budować tu elektrownie wiatrowe. Na terenie gmin: Ustka, Wicko, Główny, Słupsk, Kobylnica znajduje się największa ilość terenów, dla których miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego przewidują lokalizację elektrowni wiatrowych (ryc. 14). Obecnie w tej części regionu nie funkcjonuje jeszcze żadna farma wiatrowa, ale w trakcie realizacji są farmy w Kończewie i Zajączkowie k/Słupska, których łączna moc wynosić będzie 90 MW.

Północno-wschodnia część Równiny Sławieńskiej charakteryzuje się wysokimi walorami krajobrazu kulturowego. Jest to obszar planowanego parku kulturowego „Kraina w kratę”, którego charakterystycznym elementem są układy ruralistyczne wsi o zabudowie szachulcowej (Swołowo, Gać, Bruskowo Wielkie). Większa część projektowanego parku kulturowego „Kraina w Kratę” według MPZP ma zostać pokryta farmami wiatrowymi, co doprowadzi do degradacji unikatowego krajobrazu kulturowego tego obszaru.

Wschodnia część Żuław Wiślanych stanowi największy obszar o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej. Rozciąga się on od Malborka, aż po Nowy Dwór Gdański. Występuje tu największe zagęszczenie zabytkowych obiektów sakralnych i domów podcieniowych. Specyfika terenu Żuław Wiślanych sprawia, że zasięg widoczności konstrukcji elektrowni wiatrowych jest tu teoretycznie większy w porównaniu do obszarów wysoczyznowych. Występują tu jednak gorsze warunki anemometryczne w stosunku do pozostałej części strefy pobraży, przez co lokalizacje elektrowni wiatrowych na tym terenie są przez inwestorów brane pod uwagę w dalszej kolejności. W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego znalazł się tylko jeden obszar wytypowany pod lokalizację elektrowni wiatrowych (Grochowo-Płonino). Jednak został on wyznaczony na terenie cennym przyrodniczo, przez co budowa elektrowni wiatrowych nie powinna dojść tu do skutku.

Analiza potencjalnych lokalizacji elektrowni wiatrowych zapisanych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego wskazuje, że część z nich ma konfliktogeny charakter. Należą do nich głównie lokalizacje wskazane na terenie projektowanych parków kulturowych oraz otulin parków narodowych i krajobrazowych. Z prawnego punktu widzenia elektrownie wiatrowe nie mogą być lokalizowane w tych częściach otulin, w których inwestycja mogłaby negatywnie wpłynąć na stan środowiska parku narodowego. Potencjalne oddziaływanie elektrowni wiatrowych na stan środowiska obszarów chronionych jest analizowane indywidualnie dla każdego projektu. W analizie przedstawionej na ryc. 13 i 14 otuliny parków narodowych i parków krajobrazowych zostały wykluczone spod lokalizacji



elektrowni wiatrowych jako tereny, w których istnieje podwyższone ryzyko negatywnego oddziaływania inwestycji na stan środowiska wyżej wymienionych form ochrony przyrody. Projekty parków kulturowych z prawnego punktu widzenia nie stanowią ograniczenia dla elektrowni wiatrowych, jednak stan ten może ulec zmianie wraz z ich utworzeniem.

Analizując przebieg linii elektroenergetycznych widocznych na ryc.14 można stwierdzić, że układ linii 110 kV jest stosunkowo korzystny dla lokalizacji elektrowni wiatrowych planowanych na terenie Równiny Sławieńskiej i Wysoczyzny Żarnowieckiej. Sieć 110 kV najslabiej jest rozwinięta na terenie Wysoczyzny Damnickiej, przez co lokalizacja większych farm wiatrowych wiązać się będzie z wyższymi kosztami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej. Można przypuszczać, że z tego powodu inwestorzy w pierwszej kolejności będą wybierać pod lokalizację farm wiatrowych tereny położone na Równinie Sławieńskiej i Wysoczyźnie Żarnowieckiej.

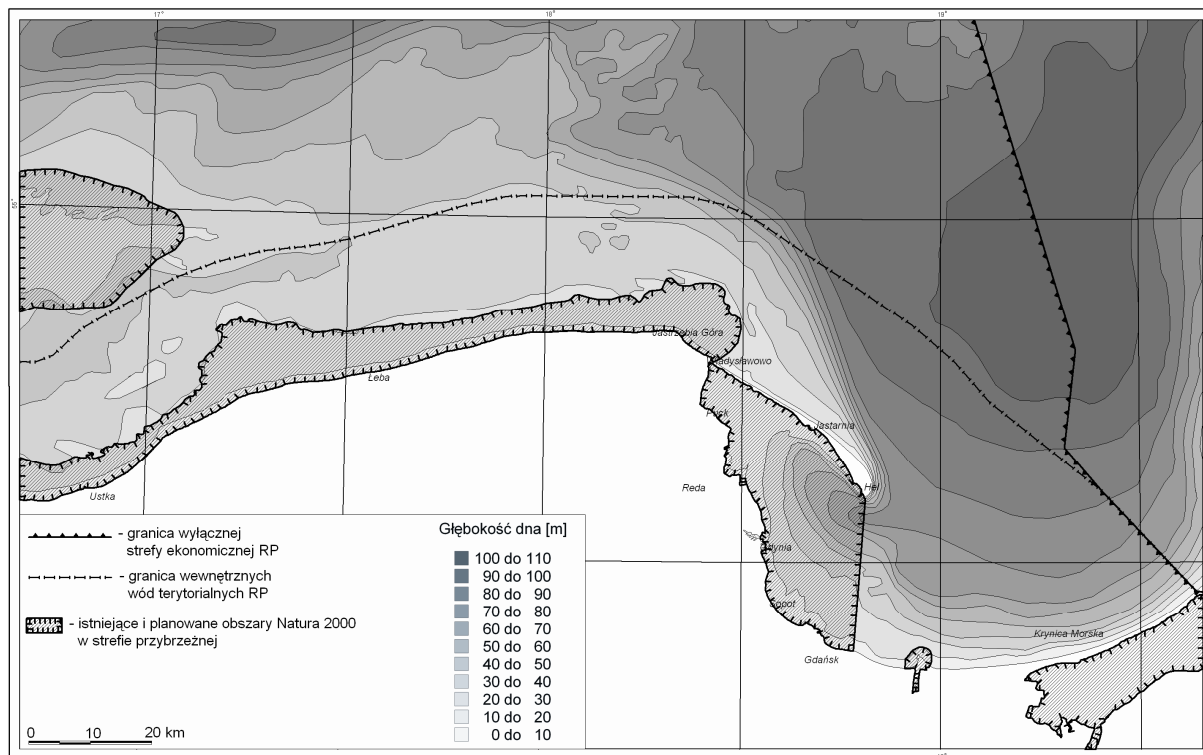
#### **4.2. Potencjał rozwoju energetyki wiatrowej na wodach przybrzeżnych**

Na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego występują najlepsze w regionie warunki anemometryczne dla rozwoju energetyki wiatrowej. Jednak lokalizacje elektrowni wiatrowych na morzu są związane z innymi ograniczeniami w porównaniu z lokalizacją w strefie lądowej. Głównym ograniczeniem są tu: tory żeglugowe, redy i podejścia do portów, kotwicowiska, akweny okresowo zamykane z uwagi na działalność wojska, strefy ochronne wokół instalacji podwodnych, złoża kopalin, łowiska rybackie o wysokiej wydajności oraz ustanowione i planowane obszary Natura 2000 (G. Kubicz, H. Wojcieszek i.in., 2003). Wszystkie te ograniczenia zostały poddane analizie przestrzennej, w wyniku której wytypowano obszary predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej w strefie przybrzeżnej regionu.

Na ryc. 15. zostały przedstawione istniejące oraz planowane obszary Natura 2000. Wśród obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSOP) wymienić można następujące ostoje: PBL 990001 Ławica Słupska, PLB 990002 Przybrzeżne Wody Bałtyku, PLB 220004 Ujście Wisły, PLB 280010 Zalew Wiślany, PLB 220005 Zatoka Pucka. Do specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000 należą ostoje: PHL 280007 Zalew Wiślany i Mierzeja Wiślana, PHL 220032 Zatoka Pucka i Półwysep Helski, PLC 2020001 Ostoja Słowińska, PLH 990001 Ławica Słupska. Ministerstwo Środowiska zaleca wykluczenie tych obszarów spod lokalizacji morskich farm wiatrowych

Na ryc. 16 została przedstawiona wydajność łowisk rybackich. Wydajność ukazano w postaci izolinii średniorocznych połowów ryb. Izolinie wykreślono poprzez interpolację

sektorów wytyczonych w celach statystycznych przez Morski Instytut Rybacki w Gdyni. Dane użyte do wytyczenia izolinii zostały obliczone na podstawie wartości połowu ryb w latach 1997-2002.

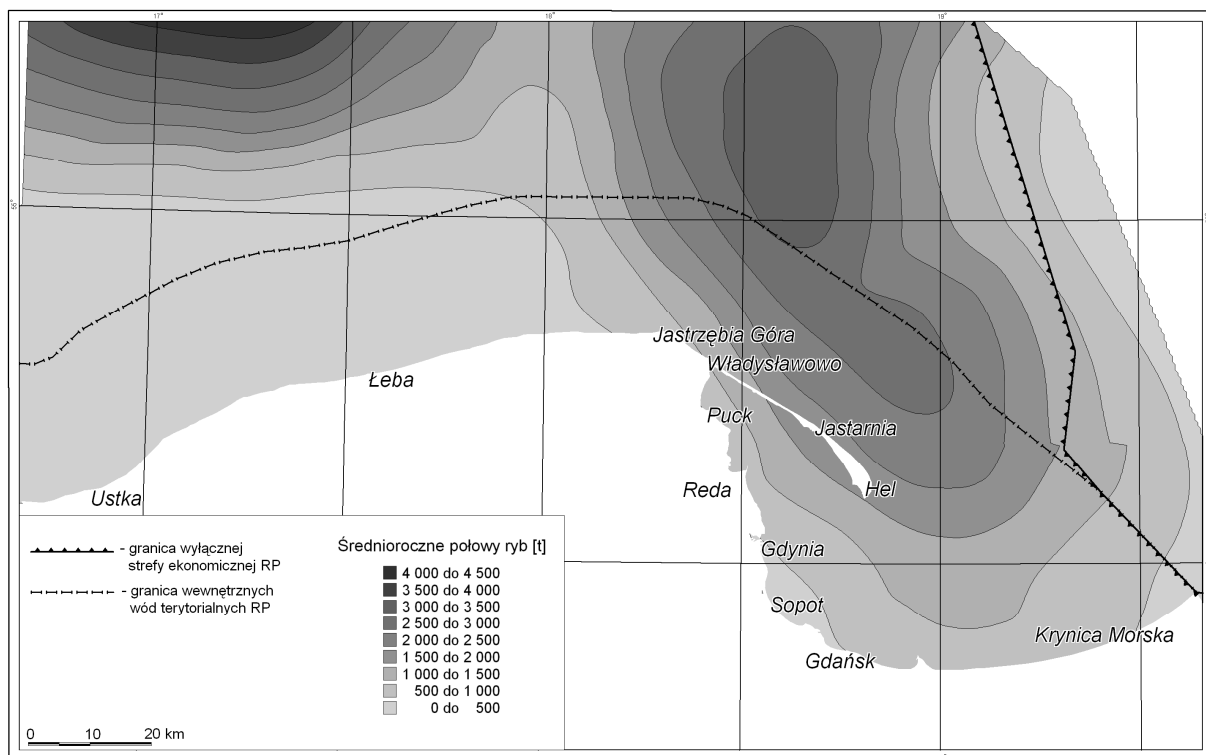


Ryc. 15. Ustanowione oraz planowane obszary Natura 2000 na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie J. Czochański i in., 2006

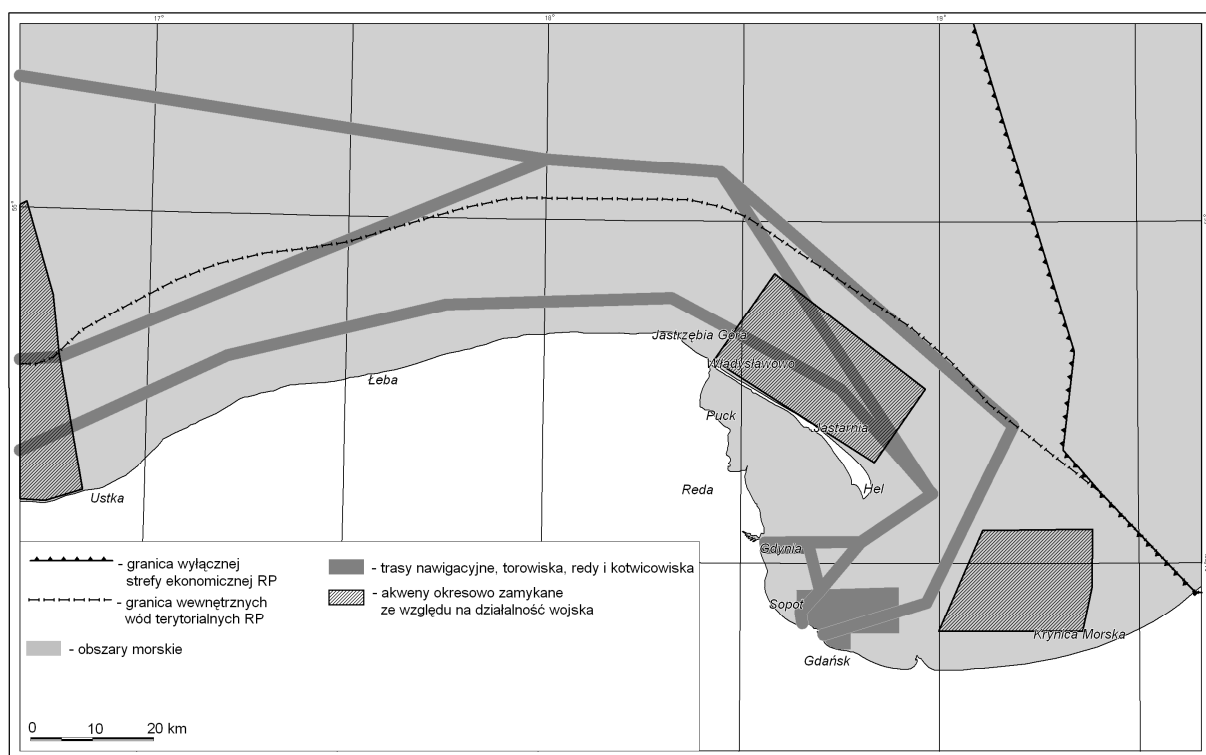
W granicach omawianego obszaru podwyższona wydajność łowisk rybackich występuje w rejonie Rynny Słupskiej oraz północno-zachodniej części Głębi Gdańskiej. Strefy te powinny być wyłączone spod lokalizacji morskich farm wiatrowych. Ze względu na głębokości przekraczające w tych rejonach 50 m, nie powinny one stanowić przedmiotu zainteresowania inwestorów w zakresie energetyki wiatrowej.

Ryc. 17 ukazuje ograniczenia związane z występowaniem torów żeglugowych a także akwenów okresowo zamykanych ze względu na działalność wojska. W granicach omawianego obszaru znajdują się trzy morskie poligony wojskowe: na północ od Mierzei Wiślanej, na północ od Mierzei Helskiej oraz na północny-wschód od Ustki. Obszary te są wyłączone z lokalizacji morskich elektrowni wiatrowych.



Ryc. 16. Wydajność łowisk rybackich na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego

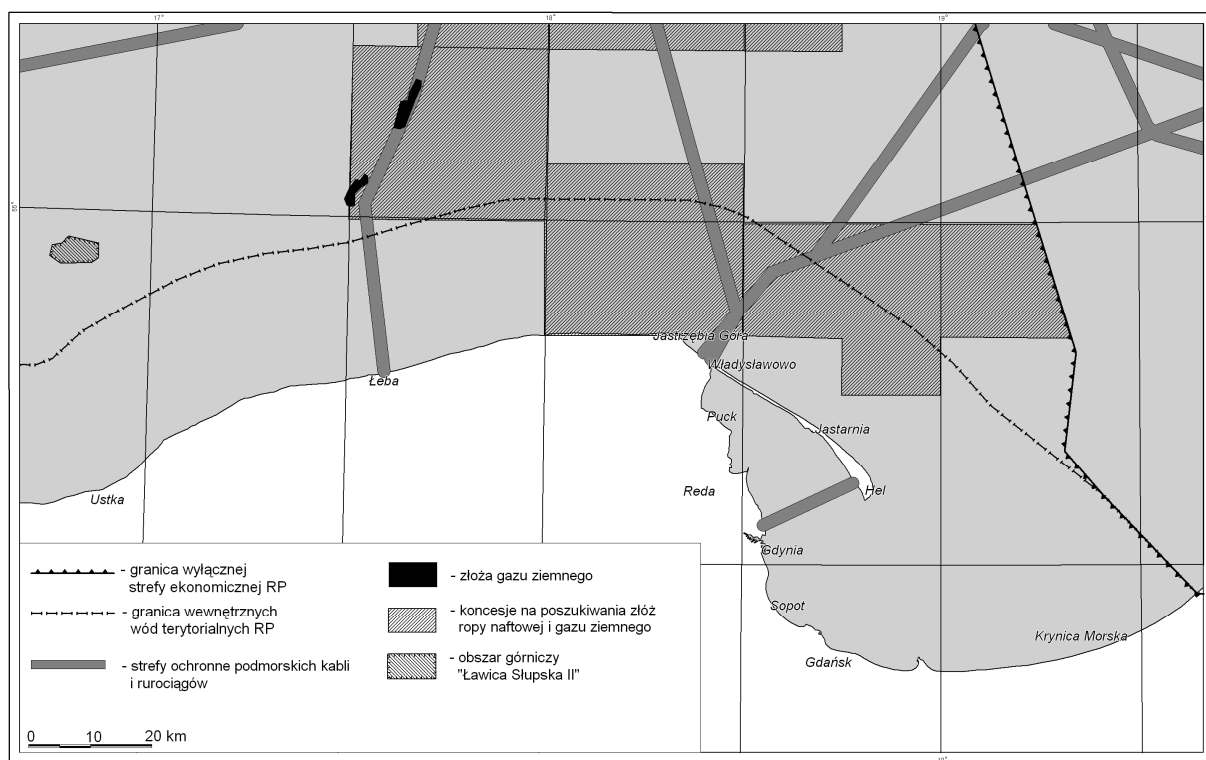
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z atlasów połowów bałtyckich 1997-2002



Ryc. 17. Tory żeglugowe oraz akweny okresowo zamykane ze względu na działalność wojska

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Instytutu Morskiego w Gdańsku

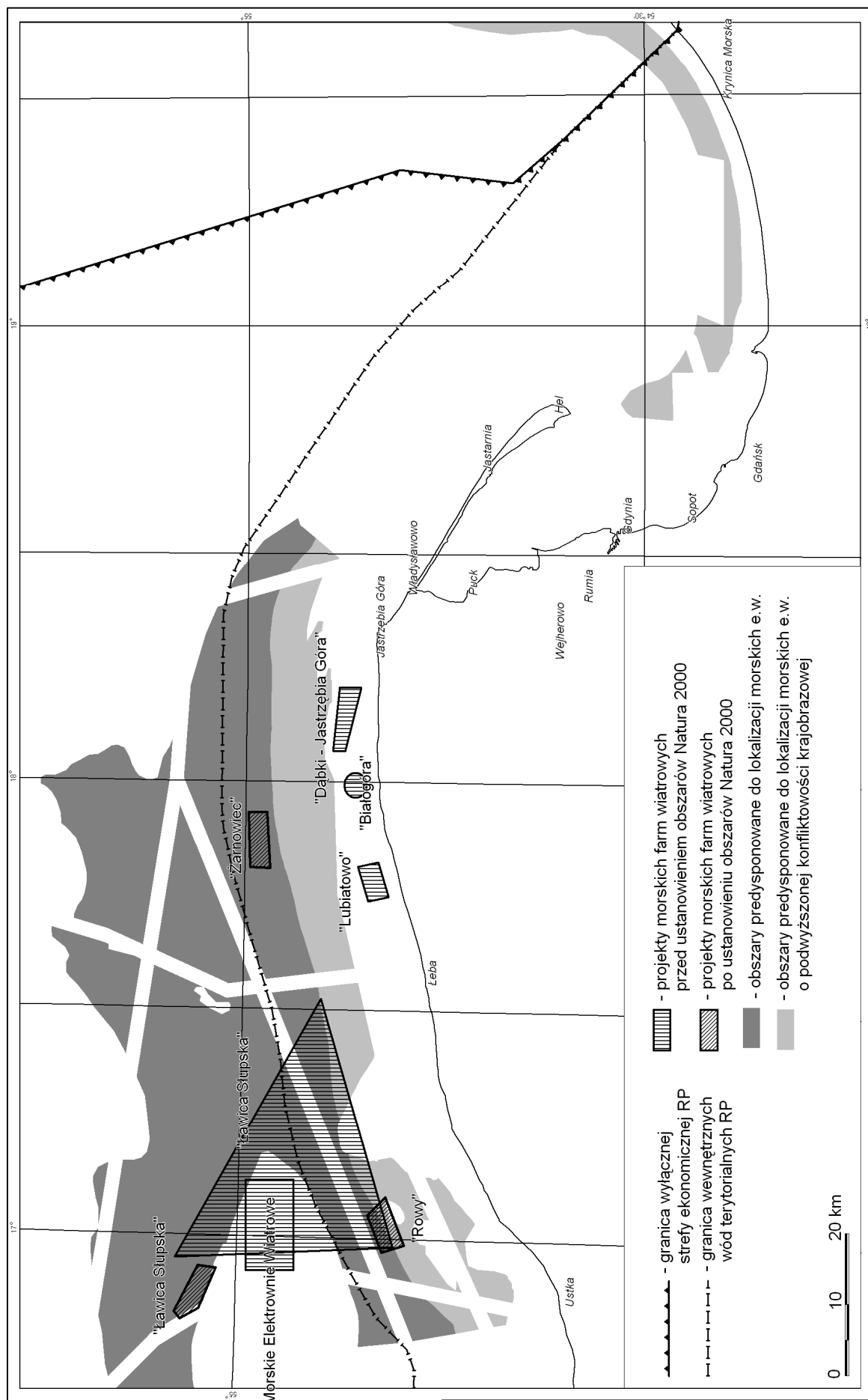
Rysunek 18 przedstawia strefy ochronne wokół podmorskich instalacji technicznych, tereny górnicze, a także złoża kopalin. Na ławicy Słupskiej są zlokalizowane złoża kruszywa, natomiast kilkadziesiąt kilometrów na północ od Łeby znajdują się dwa bogate złoża gazu ziemnego. Obszary te są wyłączone z lokalizacji elektrowni wiatrowych. Obszary morskie, w których wydano koncesje na poszukiwanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego, nie wykluczają bezpośrednio możliwości budowy morskich elektrowni wiatrowych. Należy się jednak liczyć, że w dalszej przyszłości na tych obszarach mogą zostać odkryte złoża kopalin, które okresowo wykluczą możliwość lokalizowania elektrowni wiatrowych.



Ryc. 18. Złoża kopalin oraz strefy ochronne wokół podmorskich instalacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Infrastruktury, Instytutu Morskiego w Gdańsku oraz Petrobaltic S.A.

Na ryc. 19 przedstawiono wynik przestrzennej analizy ograniczeń lokalizacji elektrowni wiatrowych na morzu. Przyjęto przy tym dodatkowe ograniczenia zasięgu głębokościowego obszarów predysponowanych dla rozwoju energetyki wiatrowej. Obszar ten został ograniczony do zakresu głębokości od 20 m, z uwagi na ograniczenia związane z ochroną brzegów, do głębokości 50 m z powodu ograniczeń technicznych i finansowych.



Ryc. 19. Obszary predysponowane do lokalizacji morskich farm wiatrowych

Na mapie wyróżniono dwa rodzaje obszarów predysponowanych do lokalizacji elektrowni wiatrowych na morzu. Kolorem jasno-szarym oznaczono strefy o stosunkowo niskiej konfliktowości przyrodniczej i krajobrazowej. Natomiast ciemno-szarym kolorem zaznaczono obszary predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej. Są to strefy położone w promieniu do 15 km od linii brzegowej. Jest to umowna granica obszarów, w których lokalizacja elektrowni wiatrowych będzie wprowadzać znaczny dysonans w krajobrazie postrzeganym przez obserwatorów z brzegu morskiego. Z wyliczeń przedstawionych w rozdziale 2.1.3 wynika, że na morzu widoczność konstrukcji o wysokości 100 m wynosi 43 km.

Jak wcześniej wspomniano, w odległości 15 km od brzegu teoretycznie widać aż 93% wysokości konstrukcji. Jednak z takiej odległości detale konstrukcji ulegają stopniowemu zlewaniu z tłem, a skala obserwowanego obiektu nie stanowi już tak poważnego dysonansu w krajobrazie. Na morzu widoczność nie jest co prawda ograniczana naturalnymi przeszkodami orograficznymi, ale obszar ten cechuje się podwyższoną wilgotnością powietrza w porównaniu ze strefą lądową, co wpływa korzystnie na ograniczenie zasięgu widoczności.

Należy pamiętać, że przyjęta granica 15 km od linii brzegowej dla obszarów o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej ma charakter umowny. Rzeczywista skala oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz zależeć będzie od wielu czynników, takich jak: kolorystyka, stopień koncentracji, wysokość i rodzaj zastosowanej konstrukcji.

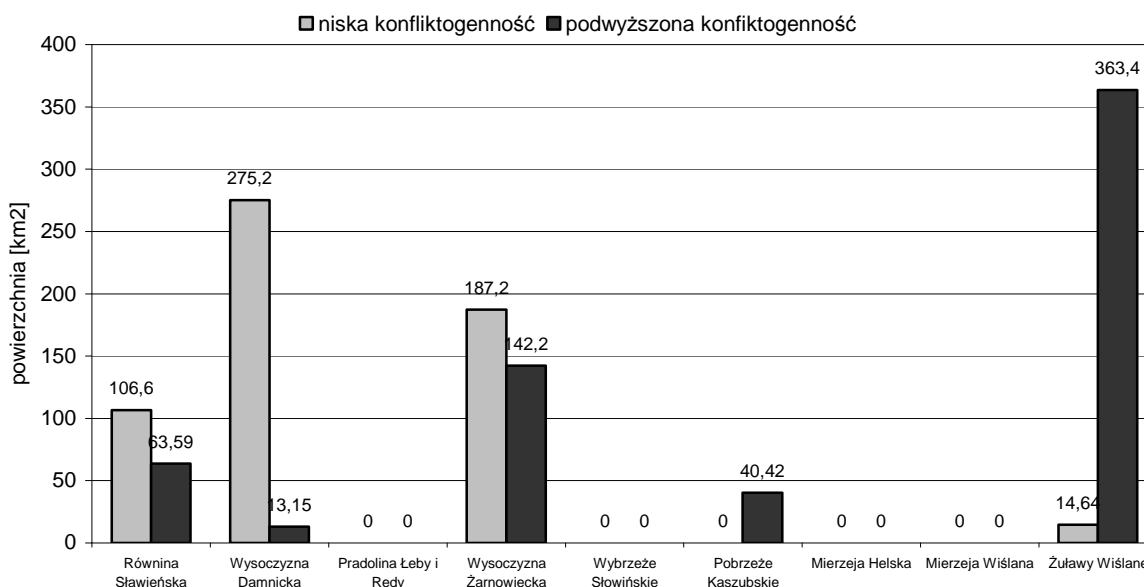
Obszary predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej na morzu zajmują w granicach omawianego obszaru 2320 km<sup>2</sup>. Koncentrują się one głównie w zachodniej części strefy przybrzeżnej, pomiędzy południkiem 17°E a 18°E. Głębokość dna zawiera się tu w przedziale od 30 do 50 m. W tej części występują również najlepsze warunki anemometryczne dla rozwoju energetyki wiatrowej. Obszary o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej zajmują strefę w promieniu 15 km od linii brzegowej. Jej łączna powierzchnia wynosi 834,2 km<sup>2</sup>. Od strony Wybrzeża Słowińskiego zajmuje on strefę o głębokości od 20 do 30 m a od strony Mierzei Wiślanej od 20 do 50 m.

Na ryc. 19 wyróżniono projekty morskich farm wiatrowych, które zostały złożone do Ministerstwa Infrastruktury przed ustanowieniem obszarów Natura 2000, oraz projekty złożone po wprowadzeniu obszarów Natura 2000. Realizacja najstarszych projektów farm wiatrowych zostały wstrzymana z powodu ustanowienia w strefie projektowanych inwestycji obszarów Natura 2000. Projekty morskich farm wiatrowych złożone w latach 2004-2006 obejmowały lokalizacje znajdujące się poza obszarami Natura 2000. Nie kolidowały one również ze strefami ochronnymi podwodnych instalacji, szlaków żeglugowych i złóż kopalin.

Jednak w ich przypadku istnieje obawa o pośredni wpływ tych inwestycji na pogorszenie się walorów przyrodniczych obszarów Natura 2000. Z tego powodu wszelkie prace projektowe i wykonawcze dotyczące morskich farm wiatrowych powinny podlegać rygorom wymienionym wcześniej na podstawie stanowiska Krajowej Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko dotyczącego morskich lokalizacji farm elektrowni wiatrowych (2003).

### 4.3. Podsumowanie

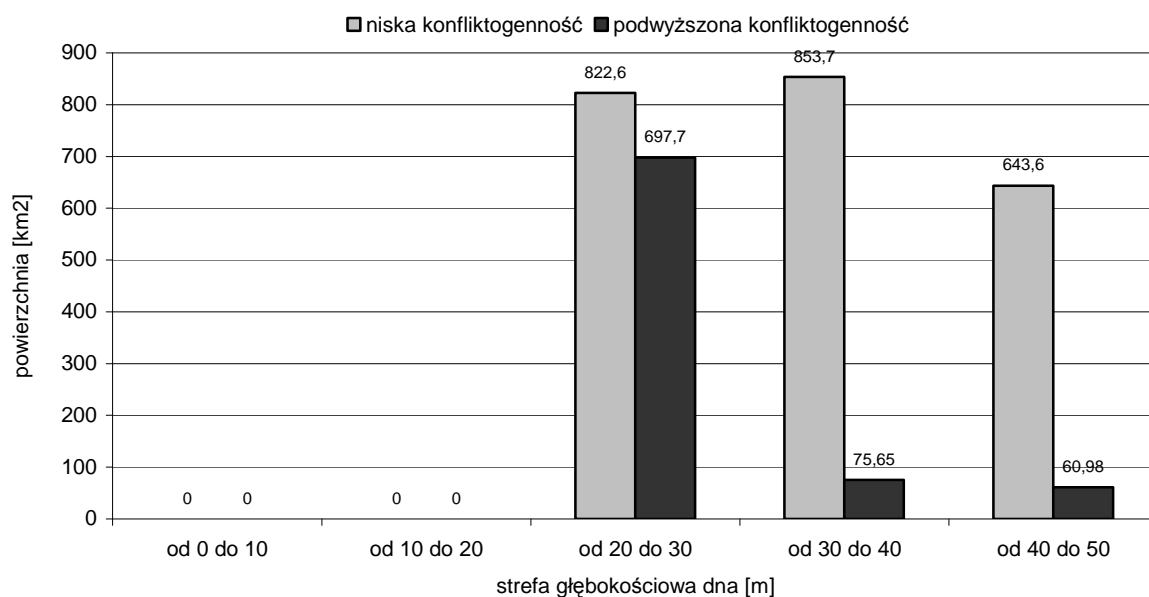
Obszary lądowe predysponowane do lokalizacji elektrowni wiatrowych o stosunkowo niskiej konfliktowości krajobrazowej zajmują w analizowanym obszarze łącznie 583,7 km<sup>2</sup> powierzchni (11,1 % powierzchni strefy pobrażę województwa pomorskiego). Dominują one na Wysoczyźnie Damnickiej oraz w południowej części Wysoczyzny Żarnowieckiej (ryc.20). Natomiast obszary predysponowane do lokalizacji elektrowni wiatrowych o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej zajmują 622,7 km<sup>2</sup>, co stanowi 11,9% powierzchni strefy pobrażę. Te ostatnie obszary występują głównie na Żuławach Wiślanych, Pobrażę Kaszubskim oraz w północnej części Wysoczyzny Żarnowieckiej i Równiny Sławińskiej.



Ryc. 20. Poziom konfliktowości z ochroną krajobrazu kulturowego obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobrażę województwa pomorskiego

Należy zaznaczyć, że powyższa analiza dotyczy terenów wytypowanych bez szczegółowej analizy warunków lokalnych. Dotyczy ona ogólnych cech struktury obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej. Po uwzględnieniu uwarunkowań lokalnych, rzeczywista powierzchnia tych obszarów może ulec znacznemu zmniejszeniu.

Na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego obszary predysponowane do lokalizacji elektrowni wiatrowych o stosunkowo niskiej konfliktowości krajobrazowej zajmują łącznie 2320 km<sup>2</sup>. Dominują one w zachodniej części strefy przybrzeżnej. Ich rozkład w strefach głębokościowych morza od 20 do 50 m jest równomierny (ryc.21). Obszary predysponowane do lokalizacji morskich elektrowni wiatrowych o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej zajmują powierzchnię 834,2 km<sup>2</sup>. Obejmują one akweny do 15 km od linii brzegowej. Występują głównie w strefie głębokościowej od 20 do 30 m.



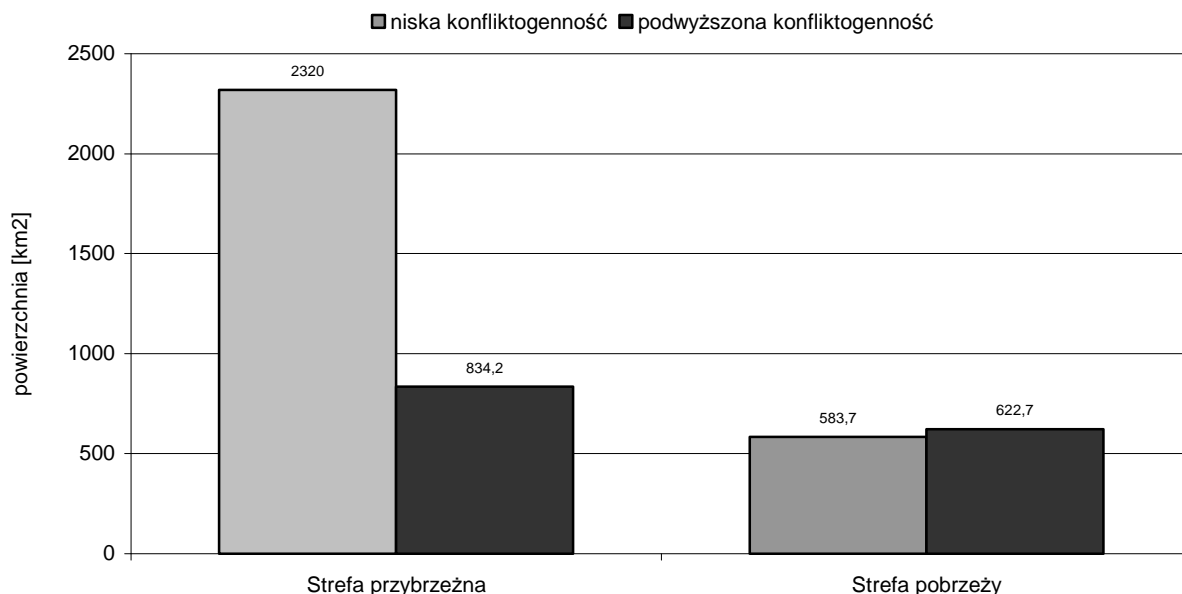
Ryc. 21. Poziom konfliktowości z postrzeganiem cech wizualno-estetycznych krajobrazu morskiego obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej w strefie przybrzeżnej w zależności od głębokości morza

Porównanie rzeczywistej wartości potencjału energetyki wiatrowej w strefie lądowej i morskiej jest zadaniem trudnym do wykonania z uwagi na odmienne uwarunkowania kształtujące rozwój energetyki wiatrowej w danej strefie. Można natomiast dokonać próby oszacowania ogólnych zasobów energii wiatrowej, wprowadzając hipotetyczne założenie, że cały obszar wytypowanych stref perspektywicznego rozwoju energetyki wiatrowej zostanie pokryty elektrowniami wiatrowymi. Teoretycznie powierzchnia obszarów predysponowanych dla rozwoju energetyki wiatrowej umożliwi zainstalowanie na morzu ponad 15770 masztów elektrowni wiatrowych (5 turbin/1km<sup>2</sup>). Instalując turbiny o mocy jednostkowej 2 MW, łączna moc zainstalowana wynosiłaby 31540 MW.

W strefie pobrzeży teoretycznie można by zainstalować 6030 turbin o łącznej mocy 12060 MW. Zakładając, że średnioroczna prędkość wiatru w strefie pobrzeży wynosi 5 m/s a



na wodach przybrzeżnych 6,5 m/s można się spodziewać, że z jednej turbiny zainstalowanej na wodach przybrzeżnych uzyska się dwukrotnie więcej energii w porównaniu do turbiny zlokalizowanej w strefie pobrzeży, gdyż energia wiatru jest proporcjonalna do trzeciej potęgi prędkości wiatru. Uwzględniając różnice w prędkościach wiatru oraz w całkowitej powierzchni terenów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej, można postawić wniosek, że potencjał energii wiatrowej na wodach przybrzeżnych jest ponad pięciokrotnie większy w porównaniu do strefy pobrzeży (ryc.22).



Ryc. 22. Porównanie obszarów perspektywicznego rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobrzeży i na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego

Powyzsza konstatacja wskazuje, że osiagniecie w przyjetym terminach celow polityki ekologicznej i energetycznej panstwa oraz regionu pomorskiego w zakresie produkcji energii ze zrodel odnawialnych, w szczegolnosci energii wiatrowej, jest realne tylko w przypadku lokalizacji silowni wiatrowych na wodach przybrzeznym Baaltyku. Nalezzy jednak pamietac, ze ten proces lokalizacyjny jest obarczony licznymi warunkami, wzrod ktorych do najwazniejszych nalezy zaliczyc:

- umiejscowienie farm wiatrowych poza obszarami sieci Natura 2000;
- lokalizacje wiez w odleglosci nie mniejszej niz 15 km od brzegu Baaltyku.

## 5. WNIOSKI

Należy przypuszczać, że ze względu na uwarunkowania prawne i administracyjne, w ciągu kilku kolejnych lat rozwój energetyki wiatrowej w województwie pomorskim i jego otoczeniu będzie koncentrował się na obszarach lądowych. W strefie pobraży największy potencjał rozwoju energetyki wiatrowej posiada Wysoczyzna Damnicka, południowa część Wysoczyzny Żarnowieckiej oraz południowo-wschodnia część Równiny Sławieńskiej. W przypadku Żuław Wiślanych, Pobrzeża Kaszubskiego, północnej części Wysoczyzny Żarnowieckiej i Równiny Sławieńskiej rozwój energetyki wiatrowej może powodować na tyle istotną utratę występujących tam wysokich walorów krajobrazowych, iż należy rozważyć rezygnację z lokalizacji elektrowni wiatrowych na ich obszarze, ewentualnie poprzedzić ją bardzo wnikliwymi studiami krajobrazowymi, których rezultat będzie decydujący dla realizacji inwestycji. Ponieważ przepisy prawne nie wykluczają lokalizacji elektrowni wiatrowych na tych terenach, rozwój elektrowni wiatrowych na obszarach o podwyższonej konfliktowości i wrażliwości krajobrazowej będzie uzależniony głównie od decyzji władz samorządowych. Rady oraz zarządy gmin i powiatów powinny poważnie potraktować fakt, że coraz bardziej deficytowe krajobrazy seminaturalne oraz harmonijne krajobrazy kulturowe stanowią dobro ogólnospołeczne, a ich istnienie jest jednym z ważnych czynników kreujących atrakcyjność terenów: osadniczą, rekreacyjną, a często także gospodarczą. Może się jednak zdarzyć, że władze samorządowe gmin, szczególnie tych w których turystyka nie odgrywa znaczącej roli, będą podejmowały decyzje o masowym lokalizowaniu elektrowni wiatrowych w obszarach o wysokich walorach przyrodniczych i krajobrazowych. W takich przypadkach wszystkich możliwych instrumentów, które mogą zapobiec masowemu rozwojowi takich inwestycji, powinien użyć samorząd województwa oraz wojewoda wraz z podległymi mu służbami wojewódzkiego konserwatora przyrody i zabytków.

Na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego obszary o największym potencjale rozwoju energetyki wiatrowej położone są w trójkącie pomiędzy Ławicą Słupską, Ławicą Stilo a Rynną Słupską. Głębokość dna zawiera się tam w przedziale od 20 do 50 m, przy czym w strefie głębokościowej od 20 do 30 m znajdują się największe powierzchnie obszarów o podwyższonej konfliktowości krajobrazowej, na których wieże elektrowni mogą być wyraźnie dostrzegane przez obserwatorów znajdujących się na brzegu morza.

Powierzchnia obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej na wodach przybrzeżnych jest prawie trzykrotnie większa w stosunku do obszarów lądowych. Elektrownie wiatrowe na wodach przybrzeżnych, z uwagi na korzystniejsze w stosunku do

lądu warunki anemometryczne, są dwukrotnie wydajniejsze w porównaniu do tych samych elektrowni zlokalizowanych w strefie pobraży. Potencjał energii wiatrowej na wodach przybrzeżnych jest więc ponad pięciokrotnie większy w porównaniu do strefy pobraży.

Z punktu widzenia interesu społeczności lokalnych, planując rozmieszczenie elektrowni wiatrowych w różnych częściach regionu, warto zwrócić uwagę na to, jakie skutki w dalszej perspektywie przyniesie ograniczanie lokalizacji elektrowni wiatrowych głównie do strefy lądowej. Pierwotnym celem rozwoju energetyki wiatrowej jest ograniczanie emisji zanieczyszczeń z konwencjonalnych źródeł energii. Przy umiejętnym zagospodarowaniu obszarów morskich, z poszanowaniem zasad ochrony środowiska, cel ten może zostać zrealizowany z mniejszymi stratami w zasobach i walorach środowiska przyrodniczego oraz krajobrazu w rozumieniu wizualno-estetycznym, niż w przypadku inwestycji realizowanych w strefie lądowej. Na obszarach morskich panują znacznie lepsze warunki wiatrowe oraz nie występują problemy związane z sąsiedztwem obszarów zabudowanych. W strefie oddalonej o kilkadziesiąt kilometrów od brzegu występują mniejsze problemy z wpływem elektrowni wiatrowych na awifaunę oraz nadmorski krajobraz. W przypadku właściwie zaprojektowanych i prawidłowo zlokalizowanych siłowni wiatrowych, negatywne oddziaływanie elektrowni morskich na środowisko może być mniejsze w porównaniu do lokalizacji lądowych.

Pomimo kilku opracowań studialnych dotyczących lokalizacji elektrowni wiatrowych w województwie pomorskim i na wodach przybrzeżnych Bałtyku, przygotowanych w latach 2002 – 2007, dotychczas nie została wypracowana przejrzysta wizja rozwoju energetyki wiatrowej w regionie, szczególnie w zakresie preferencji lokalizacyjnych. Niedoskonałe przepisy prawne z zakresu planowania zagospodarowania przestrzennego i ochrony przyrody oraz nie w pełni ustabilizowana sytuacja ekonomiczna społeczeństwa, szczególnie wiejskiego, skutkują nadmierną koncentracją zrealizowanych (np. okolice Pucka) i planowanych (np. okolice Słupska) elektrowni wiatrowych. Wydaje się, że niezbędne jest przyjęcie przez samorząd wojewódzki spójnej polityki lokalizacyjnej instalacji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych, tak aby spełniały one swoje proekologiczne funkcje, równocześnie w minimalnym stopniu ingerując w strukturę i funkcjonowanie cennych elementów przyrodniczych regionu.

## Literatura

- Andrzejewski T., Przewoźniak M., i in., 2004, Raport o oddziaływaniu na środowisko projektowanego zespołu elektrowni wiatrowych firmy Dipol Spółka z o.o. koło Gnieźdźewa, Proeko, Gdańsk.
- Atlas Klimatu Polski, 2005, IMGW, Warszawa.
- Augustowski B., 1974, Rzeźba terenu (w:) Moniak J. (red.), Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego, GTN, Gdańsk, s. 37-90.
- Augustowski B., 1977, Pomorze, PWN, Warszawa.
- Augustowski B., red., 1984, Pobrzeże Pomorskie, GTN, Ossolineum, Gdańsk.
- Augustowski B., red., 1987, Bałtyk Południowy, GTN, Ossolineum, Gdańsk.
- Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., 1999, Hydrologia ogólna, PWN, Warszawa.
- Baran K., Kasperska E. (red.), 2004, Wojewódzki program rozwoju alternatywnych źródeł energii dla województwa lubuskiego, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin.
- Barzyk G., 2006, Ocena wielkości energii elektrycznej produkowanej przez elektrownie wiatrowe w kontekście wybranych parametrów (w:) Lewandowski P. (red.), Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim, Hogben, Szczecin, s. 277-284.
- Borowik J., 1964, Województwo gdańskie, PWN, Warszawa.
- Buliński M., 2001, Szata roślinna (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 78-91.
- Choiński A., 1991, Katalog jezior Polski, cz.1, UAM, Poznań.
- Chylarecki P., 2007, Elektrownie wiatrowe i ptaki (w:) Rynek energetyki wiatrowej w Polsce, materiały z konferencji, 20-21. III. 2007, Warszawa.
- Czochański J. (red), 2006, Studium ekofizjograficzne województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk.
- Czochański J. 2001, Makrostruktura krajobrazowa i regionalizacja fizycznogeograficzna (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 100-109.
- Czochański J., Kaniewska M., 2002, Środowisko (w:) Pankau F. (red.), Raport o stanie zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 43-80.
- Czochański J., Kistowski M. (red), 2006, Studia przyrodniczo-krajobrazowe województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk.
- Drwal J., 2001, Stosunki wodne (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 52-64.

- Dubrawski R., Zawadzka E., Boniecka H., 2001, Uwarunkowania środowiskowe rozwoju morskiej energetyki wiatrowej na Bałtyku Południowym (w:) *Odnawialne źródła energii: wiatr i woda*, materiały z konferencji, 11. 05. 2001, Gdańsk.
- Elektrownie wiatrowe - Xinxin Polska, Lokalizacja elektrowni wiatrowych w terenie, 28. V. 2007, <http://www.elektrownie.tanio.net/lokalizacja.html>
- Gęstwicki J. (red.), 2001, *Locja Bałtyku*, Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej, Gdynia.
- Gromadzki M., Przewoźniak M., 2002, Uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych w północnej i centralnej części województwa pomorskiego, Proeko, Gdańsk.
- Hałuzo M., Czochański J., 2001, Warunki agroekologiczne (w:) Czochański J. (red.), *Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego*, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 43-51.
- Hoffman J., 2007, Ekspertyza przyrodniczo-krajobrazowa dotycząca możliwych miejsc lokalizacji elektrowni wiatrowych w gminie Nowy Dwór Gdański, *Ekoprzestrzeń*, Gdańsk.
- Janicki D., 2006, Lokalizacja farm wiatrowych na Pomorzu Zachodnim (w:) Lewandowski P. (red.), *Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim*, Hogben, Szczecin, s. 247-254.
- Kadulski S., 1984, *Zarys faunistyczny* (w:) B. Augustowski (red.), *Pobrzeże Pomorskie*, GTN, Gdańsk, s. 319-336.
- Kałas M., Staśkiewicz A., Szeffler K., 2007, Ocena warunków wiatrowych w polskiej strefie ekonomicznej na morzu dla potrzeb energetyki wiatrowej (w:) *Rynek energetyki wiatrowej w Polsce*, materiały z konferencji, 20-21. III. 2007, Warszawa.
- Kamrowska H., 2007, Rola urzędu morskiego w procesie inwestycyjnym na obszarach morskich (w:) *Rynek energetyki wiatrowej w Polsce*, materiały z konferencji, 20-21. III. 2007, Warszawa.
- Kawicki A., 2005, *Polityka Ministerstwa Środowiska w zakresie budowy farm wiatrowych na morzu* (w:) *Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie*, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Kawicki A., Twardowska K., 2003, *Problematyka lokalizacji farm elektrowni wiatrowych w granicach polskich obszarów morskich*, Ministerstwo Środowiska, materiał dla KKOŚ.
- Kistowski M., Lipińska B., Korwel-Lejkowska B., 2006, *Walory, zagrożenia i propozycje ochrony zasobów krajobrazowych województwa pomorskiego* (w:) Czochański J., Kistowski M. (red.), *Studia przyrodniczo-krajobrazowe województwa pomorskiego*, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk.
- Kistowski M., Szczepaniak J., 1990, *Wstępne studium lokalizacyjne regionu gdańskiego na cele energetyki wiatrowej*, Ecobaltic, Gdańsk (maszynopis).
- Kociszewska-Musiał G., 1988, *Surowce mineralne czwartorzędu*, Wydawnictwa geologiczne, Warszawa.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.

- Kostarczyk A., Przewoźniak M. (red.), 2002, Materiały do monografii przyrodniczej regionu gdańskiego, T.8, WKOP, WKP w Gdańsku, Marpress, Gdańsk.
- Krocza W., 1974, Budowa geologiczna - zasoby surowców mineralnych (w:) Moniak J. (red.), Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego, GTN, Gdańsk, s. 19-36.
- Kubicz G., Wojcieszek H., Wojcieszek K., 2003, Studium możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w województwie pomorskim, Biuro Planowania Przestrzennego w Słupsku, Słupsk.
- Kwiecień K., 1987, Warunki klimatyczne (w:) Augustowski B. (red.), Bałtyk Południowy, GTN, Gdańsk, s. 219-288.
- Kwiecień K., Taranowska S., 1974, Warunki klimatyczne (w:) Moniak J. (red.), Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego, GTN, Gdańsk, s. 91-144.
- Lewandowski W., 2002, Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa.
- Linkowski T. (red.), 1998, Atlas połowów bałtyckich 1997, MIR, Gdynia.
- Linkowski T. (red.), 1999, Atlas połowów bałtyckich 1998, MIR, Gdynia.
- Linkowski T. (red.), 2000, Atlas połowów bałtyckich 1999, MIR, Gdynia.
- Linkowski T. (red.), 2001, Atlas połowów bałtyckich 2000, MIR, Gdynia.
- Linkowski T. (red.), 2002, Atlas połowów bałtyckich 2001, MIR, Gdynia.
- Linkowski T. (red.), 2003, Atlas połowów bałtyckich 2002, MIR, Gdynia.
- Lorenc H. (red.), 2005, Atlas Klimatu Polski, IMGW, Warszawa.
- Lorenc H., 1996, Struktury i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, IMGW, Warszawa.
- Lorenc H., Kowalewski M., 2002, Struktura zmian prędkości i zasobów energii wiatru w Polsce (w:) Energetyka wiatrowa – planowanie i realizacja, materiały z konferencji, 21-22. III. 2002, Gdańsk.
- Lubośny Z., 2006, Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, WNT, Warszawa.
- Łomniewski K., 1974, Stosunki hydrograficzne (w:) Moniak J. (red.), Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego, GTN, Gdańsk, s. 145-192.
- Łomniewski K., Mańkowski W., 1975, Morze Bałtyckie, PWN, Warszawa.
- Majewski A. (red.), 1990, Zatoka Gdańska, IMGW, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Majewski A., Lauer Z. (red.), 1994, Atlas Morza Bałtyckiego. IMGW, Warszawa.
- Marsz A., 1984, Główne cechy geomorfologiczne (w:) B. Augustowski (red.), Pobrzeże Pomorskie, GTN, Gdańsk, s. 41-66.
- Miętus M. i in. (red.), 2004, Warunki środowiskowe polskiej strefy Południowego Bałtyku w 2001 roku, IMGW, Gdynia.
- Miętus M., 1998, The climate of the Baltic Sea Basin, IMGW, Gdynia.
- Ministerstwo Infrastruktury, 2003, Przedsięwzięcia – istniejące oraz planowane – w granicach obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej, mapa 1:300 000,
- Mizerski W., Orłowski S., 2001, Geologia historyczna dla geografów, PWN, Warszawa.

- Mojski E., 1984, Budowa geologiczna (w:) B. Augustowski (red.), Pobrzeże Pomorskie, GTN, Gdańsk, s. 9-40.
- Mojski E., 1987, Zarys budowy geologicznej obszaru południobałtyckiego bez czwartorzędu (w:) Augustowski B. (red.), Bałtyk Południowy, GTN, Gdańsk, s. 51-74.
- Olszak I., 2001, Budowa geologiczna i surowce mineralne (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 25-35.
- Opióła R., Szeffler K., Gajewski L., 2005, Uwarunkowania środowiskowe budowy farm wiatrowych w polskiej strefie Morza Bałtyckiego (w:) Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Ostaszewska K., Więckowski M. i in., 1998, Pomorze Wschodnie, Geocenter, Warszawa.
- Pankau F., 2002, Energetyka wiatrowa w planach zagospodarowania przestrzennego i w prawie budowlanym (w:): Energetyka wiatrowa – planowanie i realizacja, materiały z konferencji, 21-22. III. 2002, Gdańsk.
- Pasławska A., 2006, Stan rynku energetyki wiatrowej w Polsce na tle europejskim i perspektywy rozwoju (w:) Przyszłość rynku energetyki wiatrowej w Polsce, materiały z konferencji, 14-15. III. 2006, Warszawa.
- Paszyński J., 1984, Główne cechy klimatu (w:) B. Augustowski (red.), Pobrzeże Pomorskie, GTN, Gdańsk, s. 169-188.
- PIGEO 2007, Wytyczne w sprawie przyrodniczych analiz przedrealizacyjnych i monitoringu farm wiatrowych, Warszawa,
- Pliński M., 1987, Roślinność (w:) Augustowski B. (red.), Bałtyk Południowy, GTN, Gdańsk, s. 321-346.
- Polskie Sieci Elektroenergetyczne, Raport roczny 2005, 24. V. 2007, [http://www.pse.pl/01/raport/2005\\_PL.pdf](http://www.pse.pl/01/raport/2005_PL.pdf)
- Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, Energetyka wiatrowa w Polsce, 28. V. 2007, [http://www.visventi.org.pl/energetyka\\_wiatrowa.htm](http://www.visventi.org.pl/energetyka_wiatrowa.htm)
- Polskie Towarzystwo Energetyki Wiatrowej, Pracujące elektrownie wiatrowe w Polsce. 24. V. 2007, <http://www.ptew.pl/html2006/lista.html>
- Przewoźniak M., Sawon E., Winiarski A., 2005, Aneks do raportu o oddziaływaniu na środowisko projektowanego zespołu elektrowni wiatrowych firmy "Dipol: sp. z o.o. koło Gnieźdźewa, Proeko, Gdańsk.
- Pultowicz A., 2006, Społeczne aspekty procesu inwestowania w energetykę wiatrową w gminie Darłowo i Ustka (w:) Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i praktyce, materiały z konferencji, 29-30. VI. 2006, Wrocław.

- Rachocki A., 2001, Struktura geomorfologiczna (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 36-42.
- Rosa B., 1984, Rozwój brzegu i jego odcinki akumulacyjne (w:) B. Augustowski (red.), Pobrzeże Pomorskie, GTN, Gdańsk, s. 67-120.
- Rosa B., 1987, Pokrywa osadowa i rzeźba dna (w:) Augustowski B. (red.), Bałtyk Południowy, GTN, Gdańsk, s. 51-74.
- Sikora A., 1988, Ochrona Bałtyku i jego zasobów, Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa.
- Sobczak B., 2005, Możliwości przyłączenia dużych farm wiatrowych off-shore do krajowego systemu elektroenergetycznego (w:) Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Stanowisko Krajowej Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko dotyczące problematyki lokalizacji farm elektrowni wiatrowych w granicach polskich obszarów morskich, 2003, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Starostwo Powiatowe w Suwałkach, AWS Scientific, Inc., EC BREC IEO Sp. z o.o., 2002, Kampania informacyjna i sondaże opinii publicznej w ramach projektu: „Przygotowanie inwestycji budowy elektrowni wiatrowych na terenie Powiatu Suwalskiego” (wydruk komputerowy).
- Staszek W., 2004, Raport o oddziaływaniu na środowisko farmy elektrowni wiatrowych „Jeldzino – Sobieńczyce”, Biuro Urbanistyczne PPP, Gdańsk.
- Staszek W., 2005, Wykorzystanie GIS do oceny wpływu elektrowni wiatrowych na krajobraz, Problemy Ocen Środowiskowych, 1(28), s.63-68.
- Szefler K., Gajewski J., Gajewski Ł., Rybka K., 2007, Obszary optymalnych lokalizacji farm wiatrowych w polskich obszarach morskich (w:) Rynek energetyki wiatrowej w Polsce, materiały z konferencji, 20-21. III. 2007, Warszawa.
- Szukalski J., 1966, Środowisko geograficzne Żuław Wiślanych (w:) Ciesielski Z. (red.), Żuławy Wiślane, GTN, Gdańsk, s. 7-34.
- Tomasiak T., 2005, Zasady współfinansowania projektów budowy parków wiatrowych (w:) Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Trapp J., 2001, Warunki klimatyczne (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 65-77.
- Tymiński E., 2002, Elektrownie wiatrowe na obszarach morskich administrowanych przez Urząd Morski w Słupsku (w:) Energetyka wiatrowa – planowanie i realizacja, materiały z konferencji, 21-22. III. 2002, Gdańsk.



- Waliński B., 2005, Przykłady planowania i budowy farmy wiatrowej (w:) Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Wind Energy Barometer II. 2007, European Renewable Energy Centres Agency, 24. V. 2007, <http://www.eurec.be/content/view/60/49/1/8/>
- Wojcieszek H., 2005, Studium możliwości rozwoju energetyki wiatrowej w województwie pomorskim – opracowanie dla potrzeb polityki regionalnej zagospodarowania przestrzennego (w:) Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie, materiały z konferencji, 24. XI. 2005, Gdańsk.
- Wojterski T., Bendorz J., 1982, Pobrzeże Słowińskie i Kaszubskie, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Zieliński S., 2001, Fauna (w:) Czochański J. (red.), Opracowanie ekofizjograficzne do planu zagospodarowania przestrzennego województwa pomorskiego, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, s. 92-97.
- Związek Powiatów Polskich, Ranking energii odnawialnej, 17. V. 2007, <http://www.eo.org.pl/index.php?page=glowna>
- Żmudziński L., 1987, Świat zwierzęcy (w:) Augustowski B. (red.), Bałtyk Południowy, GTN, Gdańsk, s. 347-376.

## Spis tabel

Tab. 1. Wykaz funkcjonujących i budowanych elektrowni wiatrowych o mocy powyżej 0,03 MW z wyróżnieniem (szare wiersze) elektrowni w województwie pomorskim. Kolejność według mocy zespołu elektrowni. Stan na październik 2007.....	63
Tab. 2. Spis funkcjonujących i budowanych elektrowni wiatrowych w strefie pobrzeży woj. pomorskiego. Kolejność wg mocy zespołu elektrowni. Stan na październik 2007 roku.....	71
Tab. 3. Wykaz planowanych farm wiatrowych w strefie przybrzeżnej województwa pomorskiego.....	75

## Spis rycin

Ryc. 1. Zasięg i położenie obszaru opracowania.....	5
Ryc. 2. Częstość kierunków wiatru na Rozewiu, Helu, Ustce i Świbnie (1951 – 1960).....	44
Ryc. 3. Średnie prędkości wiatru na wysokości 10 m n.p.g. dla wielolecia 1971-2000.....	45
Ryc. 4. Średnia roczna prędkość wiatru nad morzem, na wysokości 10 m n.p.m., dane z okresu 1998 – 2006.....	58
Ryc. 5. Roczny przyrost mocy elektrowni wiatrowych w Polsce od 1991 do września 2007 roku.....	62
Ryc. 6. Roczny przyrost mocy zainstalowanej w woj. pomorskim na tle reszty kraju.....	65
Ryc. 7. Dynamika zmian uśrednionej mocy turbin instalowanych w danym roku.....	66
Ryc. 8. Lokalizacja elektrowni wiatrowych na tle stref energetycznych wiatru oraz linii sieci elektroenergetycznej. Stan na maj 2007.....	68
Ryc. 9. Projekty morskich farm wiatrowych z lat 2000 – 2006 na tle obszarów Natura 2000 w strefie przybrzeżnej województwa pomorskiego.....	74
Ryc. 10. Struktura obszarów ochrony przyrody strefy pobrzeży województwa pomorskiego.....	79
Ryc. 11. Osnowa ekologiczna strefy pobrzeży województwa pomorskiego.....	81
Ryc. 12. Strefy ograniczenia wysokości zabudowy wokół obiektów lotniskowych.....	82
Ryc. 13. Strefy perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej na tle planowanych parków kulturowych.....	84
Ryc. 14. Strefy perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej na tle sieci elektroenergetycznej, funkcjonujących elektrowni wiatrowych oraz projektów lokalizacji elektrowni wiatrowych zawartych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.....	85
Ryc. 15. Ustanowione oraz planowane obszary Natura 2000 na wodach przybrzeżnych.....	89
Ryc. 16. Wydajność łowisk rybackich na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego .....	90
Ryc. 17. Tory żeglugowe oraz akweny okresowo zamykane ze względu na działalność wojska.....	91
Ryc. 18. Złoża kopalin oraz strefy ochronne wokół podmorskich instalacji.....	92
Ryc. 19. Obszary predysponowane do lokalizacji morskich farm wiatrowych.....	93

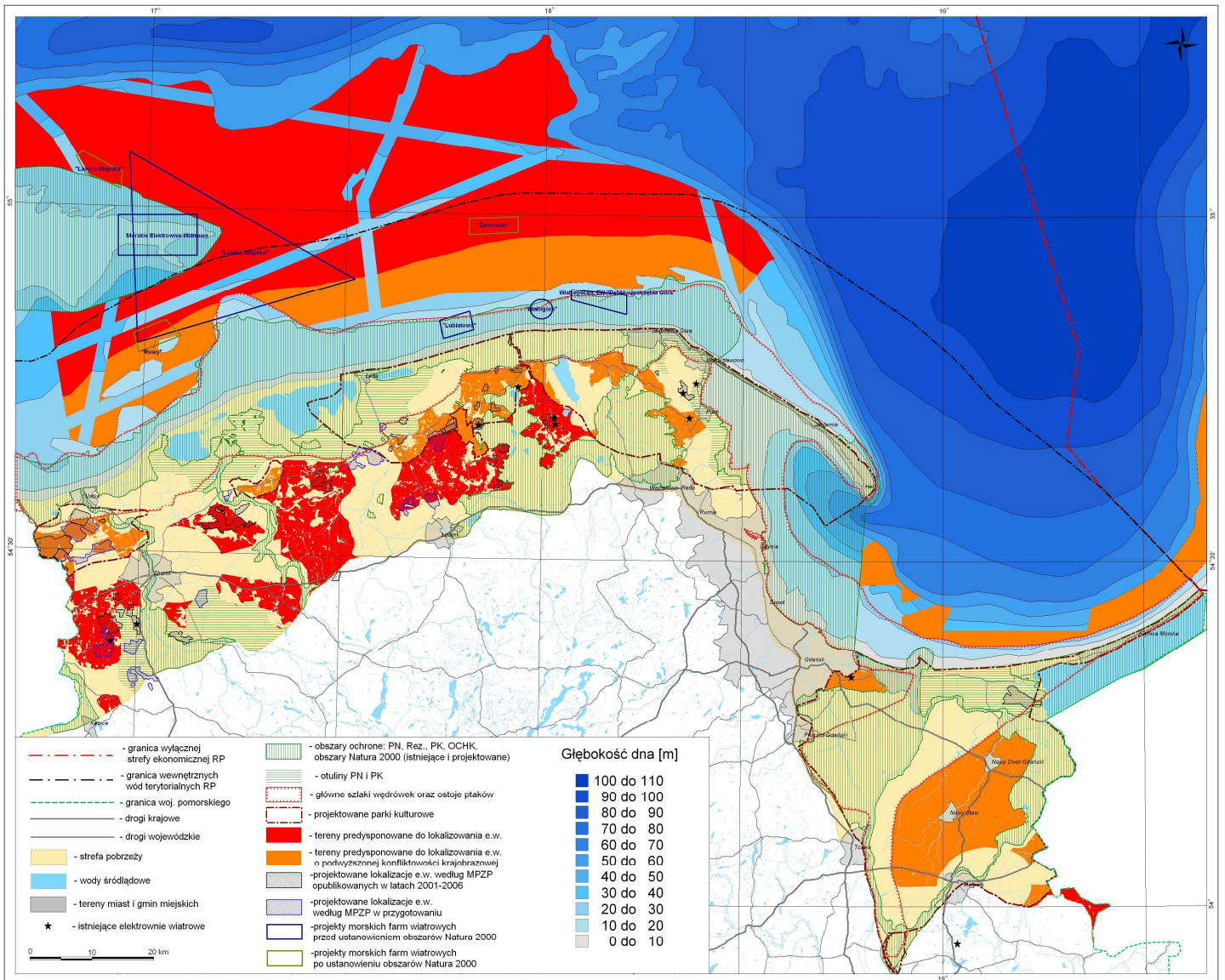
Ryc. 20. Poziom konfliktowości z ochroną krajobrazu kulturowego obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobraży województwa pomorskiego.....	95
Ryc. 21. Poziom konfliktowości z postrzeganiem cech wizualno-estetycznych krajobrazu morskiego obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej w strefie przybrzeżnej w zależności od głębokości morza.....	96
Ryc. 22. Porównanie obszarów perspektywicznego rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobraży i na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego.....	97

## Spis fotografii

Fot. 1. Gniazdo bocianie, które nie zostało ponownie zasiedlone, po wybudowaniu w jego sąsiedztwie elektrowni wiatrowej. Farma wiatrowa w Gnieździe – czerwiec 2007.....	19
Fot. 2. Gniazdowisko jaskółek przy fundamentach farmy wiatrowej w Gnieździe, fotografia wykonana w lipcu 2006 roku.....	20
Fot. 3. Zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych, na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe, A, B – widok na Gnieździe od strony południowej, C,D – panorama na Pradolinę Płutnicy i Kępę Swarzewską .....	24
Fot. 4. Zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych, na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe A, B – widok na Gnieździe od strony zachodniej, C,D – widok na Kępę Swarzewską od strony południowej.....	25
Fot. 5. Lokalne zmiany krajobrazu zachodzące podczas budowy elektrowni wiatrowych na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe (2006 – 2007).....	27
Fot. 6. Przykłady malowania elektrowni wiatrowych. Z lewej tradycyjne rozwiązanie malowania na biało (Gnieździe 2007), z prawej oryginalny przykład maskowania konstrukcji kolorem szarym i zielonym (Lisewo 2005).....	29
Fot. 7. Etapy powstawania fundamentu elektrowni wiatrowej na przykładzie farmy wiatrowej w Gnieździe.....	34
Fot. 8. Wybrane krajobrazy otwarte Pobraży Południowobałtyckich: A – Wysoczyzna Damnicka, B – Wysoczyzna Żarnowiecka, C – Mierzeja Wiślana, D – Pradolina Łeby – Redy.....	39
Fot. 9. Farma wiatrowa w Koniecwałdzie koło Malborka (12 x 1,5 MW).....	70
Fot. 10. Uszkodzony wirnik elektrowni wiatrowej w Zwarcienku k/Lęborka.....	71
Fot. 11. Przykłady farm wiatrowych znajdujących się w strefie pobraży województwa pomorskiego: A - Lisewo k/Żarnowca (1 x 150 kW), B – Swarzewo/Pucka (1 x 95 kW, nieczynna), C – Starbienio k/Choczewa (1 x 250 kW), D – Swarzewo k/Pucka (2 x 600 kW), E - Połczyń k/Pucka (2 x 800 kW), F - Gnieździe k/Pucka (11 x 2 MW).....	72
Fot. 12. Krajobrazy projektowanych parków kulturowych: PK "Kraina w kratę" (Bruskowo Wielkie), PK Żuławy Wiślane (Palczewo) .....	86

## Załączniki

### Załącznik 1. Obszary perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobraży i na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego



Zal. 1. Obszary perspektywnego rozwoju energetyki wiatrowej w strefie pobraży i na wodach przybrzeżnych województwa pomorskiego