

Bogusz WIŚNICKI¹
Anna GALOR²
Artur KUJAWSKI³
Marcin BREITSPRECHER⁴

POPRAWA EFEKTYWNOŚCI TRANSPORTU NIENORMALYWNIEGO OBSŁUGUJĄCEGO FARMY WIATROWE W POLSCE

Artykuł charakteryzuje rozwijający się rynek elektrowni wiatrowych w Polsce. Na tym tle pokazano uwarunkowania techniczne i organizacyjne transportu nienormalnywnego turbin wiatrowych. Autorzy przeanalizowali istniejące przewozy i wskazano możliwości usprawnienia tych przewozów. W szczególności, pokazano metodologię wyznaczania nienormalnywnych intermodalnych korytarzy transportowych do i z farm wiatrowych. Artykuł kończy autorskie wnioski określające strategiczne wskazówki rozwoju przewozów nienormalnywnych w Polsce.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ABNORMAL TRANSPORT SUPPORTING WIND FARMS IN POLAND

Article describes the growing market for wind power energy in Poland. The technical and organizational considerations of abnormal transport of wind turbines were shown. The authors analysed the existing transport operations and indicated ways to improve them. In particular, the non-standard methodology for the determination of intermodal transport corridors to and from wind farms. The article ends with conclusions providing strategic guidance to abnormal transport development in Poland.

1. WSTĘP

Krajowy system energetyczny oparty jest na konwencjonalnych elektrowniach węglowych, co wydaje się być logicznym rozwiązaniem dla kraju będącego jednym z największych przemysłów wydobywczych węgla kamiennego i brunatnego. Przemysł ten boryka się z coraz większymi trudnościami. Koszt wydobycia surowców mineralnych z

¹ Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, 70-500 Szczecin, ul. Wały Chrobrego 1/2, Tel: + 48 91 4809640, Fax: + 48 91 4809643, E-mail: b.wisnicki@am.szczecin.pl

² j.w, E-mail: a.galor@am.szczecin.pl

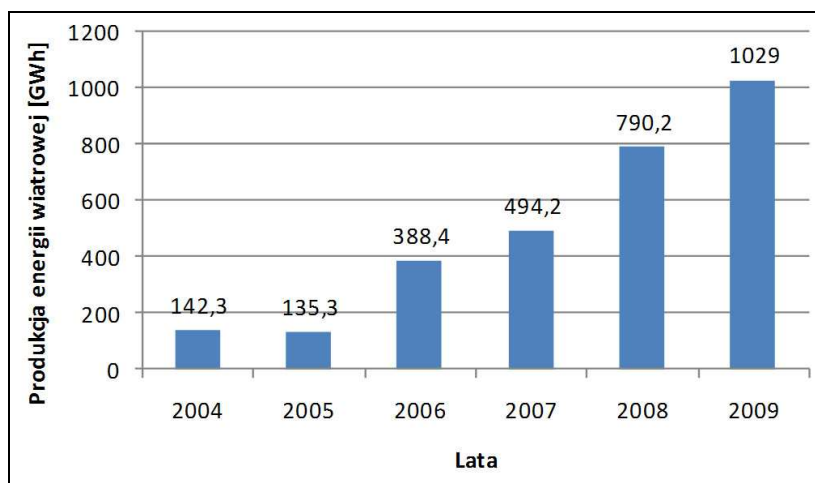
³ j.w, E-mail: a.kujawski@am.szczecin.pl

⁴ j.w, E-mail: breymar@am.szczecin.pl

roku na rok jest coraz większy i eksperci ostrzegają przed zbliżającym się momentem, kiedy ich wydobycie w krajowych kopalniach będzie nieopłacalne. Import surowców jest już dzisiaj powszechnie stosowanym rozwiązaniem, lecz i tu należy spodziewać się pogarszających się warunków ekonomicznych. Alternatywą dla elektrowni konwencjonalnych są odnawialne źródła energii, do których zaliczamy elektrownie: wodne, wiatrowe oraz na biogaz lub biomasę. Niestety, Polska nie jest krajem, który kojarzy się z widokiem turbin wiatrowych oraz elektrowni wodnych.

Powyżej opisana sytuacja zmienia się dość dynamicznie. W 2009 r. weszła w życie Dyrektywa UE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca status przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii na inwestycje celu publicznego [1]. Zmiana ta oznacza w praktyce, szereg ułatwień formalno-prawnych, które skrócą proces inwestycyjny. Jest to szczególnie istotne dla drobnych inwestorów, małych firm i osób fizycznych, które będą chciały wybudować własną elektrownię wodną lub wiatrową. To ostatnie rozwiązanie w postaci przydomowych turbin wiatrowych wydaje się być szczególnie atrakcyjne. Zwłaszcza, że istnieje możliwość uzyskania dotacji unijnych na ten cel.

Od 2005 r. obserwujemy dynamiczny przyrost produkcji energii wiatrowej, która wynosi obecnie powyżej 1TWh (rys. 1). Wielkość ta stanowi około 0,69% udział w krajowym zużyciu energii elektrycznej. Łącznie w Polsce posadowionych jest 378 koncesjonowanych źródeł energii wiatrowej o sumarycznej mocy 1005 MW⁵. Statystycznie, oznacza to ciągle najniższy poziom nasycenia elektrowniami wiatrowymi w Europie [2].



Rys.1. Produkcja energii wiatrowej w Polsce w latach 2004-2009 [3]

Zgodnie z dokumentem *Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku* osiągnięcie celów UE w zakresie energii odnawialnej wymagać będzie produkcji energii elektrycznej ze

⁵ Suma mocy osiągalnych w Krajowym Systemie Energetycznym na koniec 2008 wyniosła 34922 MW.

źródeł odnawialnych na poziomie około 39,5 TWh w 2030 r [4]. Oznacza to ok. 18,2% udział w całkowitej produkcji energii w Polsce. W tym, energia z elektrowni wiatrowych powinna wynosić ok. 18 TWh, co stanowi ok. 8,2% przewidywanej produkcji całkowitej brutto. Oznacza to dysponowaniem mocami wytwórczych w energetyce wiatrowej o wartości ok. 19150 MW. Strategia energetyczna kraju przewiduje, że 17500 MW będzie pochodzić z farm wiatrowych lądowych a 1650 MW z przybrzeżnych farm morskich.

Przyjmując założenie, że jedna turbina wiatrowa posiad moc 4 MW⁶, oznacza to że przez najbliższe 20 lat czeka nas budowa ok. 4400 turbin wiatrowych. Jest to olbrzymie wyzwanie transportowo-logistyczne. Biorąc pod uwagę tradycyjny transport sekcji elektrowni wiatrowej transportem drogowym, transport 4400 turbin oznacza przejazd ok. 40000 zestawów drogowych określanych jako pojazdy nienormatywne. Pojazdy te będą bowiem dłuższe, szersze, wyższe i cięższe od standardowych. W skali roku można założyć konieczność przejazdu ok. 400 konwojów pojazdów. Te obliczenia nie uwzględniają dodatkowych przejazdów w celu dostarczenia na farmy wiatrowe części zamiennych, które będą miały charakter nieregularny.

Realizacja transportu nienormatywnego elektrowni wiatrowych spotka się z dużymi trudnościami. Konieczne są odpowiednie działania zmierzające do zwiększenia efektywności tych przewozów.

2. UWARUNKOWANIA TECHNICZNE I EKONOMICZNE PRZEWOZÓW ELEKTROWNI WIATROWYCH

Przewozy elementów elektrowni wiatrowych są obecnie realizowane prawie wyłącznie transportem drogowym. Wynika to z niewątpliwych zalet jakie posiada ta gałąź transportu, a najważniejsze z nich to doskonała dostępność transportowa, bardzo duża elastyczność w realizacji usługi transportowej i relatywnie niski fracht. Przewoźnicy kolejowi nie mogą zaoferować takich warunków i są mniej konkurencyjni na rynku przewozów nienormatywnych. Kolej dysponuje ograniczoną infrastrukturą liniową i punktową, uruchomienie pociągu wymaga kilkumiesięcznego okresu przygotowań i jest stosunkowo drogie, przede wszystkim ze względu na koszt wynajęcia specjalistycznych wagonów. Podobna sytuacja dotyczy przewoźników śródlądowych i morskich, którzy co prawda oferują większe możliwości przewozów w zakresie masy i wymiarów ładunku, lecz jeszcze gorszą dostępność transportową.

Polskie statystyki pokazują, że w ostatnich kilku latach nie zrealizowano żadnych przewozów elektrowni wiatrowych transportem kolejowym i żeglugą śródlądową. Dotychczasowe przewozy morskie były realizowane w eksporcie poprzez porty w Szczecinie, Gdańsku i Gdyni. Przewozy drogowe koncentrują się w relacjach do obszarów lokalizacji farm wiatrowych w północnej Polsce. Miejsca wysyłki sekcji turbin wiatrowych znajdują się w Europie Zachodniej oraz coraz częściej w naszym kraju. Można przyjąć że po Polskich drogach w 2009 r. przejechało ok. 2200 naczep nienormatywnych załadowanych sekcjami turbiny wiatrowej, naczepy te poruszały się w ok. 450 konwojach. Niestety, duża część przewozów miała charakter nielegalny, przez co trudno o wiarygodne dane o ich trasie i uwarunkowaniach technicznych.

⁶ Założenie na podstawie informacji [5]

Przykładowy zestaw sekcji tworzących jedną elektrownie wiatrową wraz z opisem zestawów drogowych je przewożących pokazuje poniższa tabela (tab. 1). Jest to średniej wielkości turbina wiatrowa, gdyż najcięższe elementy turbin mogą posiadać masę zbliżoną do 100 t a łopaty wirnika mogą mieć długość nawet powyżej 60 m. Każda z sekcji przewożona jest osobnym pojazdem, składającym się z ciągnika i naczepy siodłowej, który musi być konstrukcyjnie przystosowany do ich przewozu. W UE, każdy kraj określa zasady przemieszczania się tego typu pojazdów nienormatywnych⁷. Regułą jest konieczność uzyskania zezwolenia od administracji drogowej. W przypadku Polski zezwolenia wydaje Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Jedną z podstawowych zasad przy określaniu warunków przewozu w zezwoleniu jest zachowanie maksymalnego dopuszczalnego obciążenia na oś, która powinna być dostosowana do standardu drogi, ale nie większa niż 11,5 t na oś napędową. Jak wcześniej wspomniano, część przewoźników wykonuje przewozy bez stosownych zezwoleń, przewożąc ładunki pojazdami przeciążonymi.

Tab. 1. Opis segmentów elektrowni wiatrowej i pojazdów nienormatywnych

Lp.	Segmenty	Opis ładunku				Opis pojazdu z ładunkiem		
		L [m]	B [m]	H [m]	Masa [t]	Wymiary L×B×H [m]	Masa [t]	Ilość osi
1	Sekcja 1	15,8	4,2	4,2	64,8	40,0×4,3×4,6	145	4+3+5
3	Sekcja 2	18,6	4,0	4,0	54,3	42,0×4,1×4,5	102	4+3+4
4	Sekcja 3	20,0	3,8	3,8	43,9	42,0×3,8×4,2	93	4+2+4
5	Sekcja 4	23,8	3,5	3,5	44,2	32,0×3,5×4,3	73	3+6
6	Sekcja 5	24,4	2,8	2,8	49,5	29,0×2,8×4,0	78	3+6
7	Gondola	10,3	3,4	4,4	78,2	40,0×3,5×4,8	150	4+5+6
8	Piasta	4,0	3,6	3,4	26,0	18,0×3,6×4,0	51	3+3
9	Łopata wirnika (3 szt.)	45,4	4,2	3,0	1,1	51,0×4,2×4,3	30	3+3

Bibliografia [6]

Podstawowe ograniczenia techniczne na trasie przejazdu konwoju pojazdów nienormatywnych związane są z obiektami inżynierskimi oraz ze złym stanem nawierzchni dróg. W przypadku transportu elektrowni wiatrowych najważniejsze ograniczenia obejmują:

- 1) mosty i estakady ograniczające dopuszczalny nacisk na oś/osie,
- 2) zbyt niskie i wąskie wiadukty,
- 3) ronda o zbyt małym promieniu skrętu i braku możliwości przejazdu na wprost,
- 4) zły stan nawierzchni, nieodpowiadający nawet wartościom projektowym dla danej kategorii drogi,
- 5) ostre leśne zakręty,
- 6) stałe obiekty w zabudowie miejskiej, np. lampy, drogowaskazy, reklamy,
- 7) przeprowadzane remonty dróg, itp.

⁷ Zgodnie z Dyrektywą 96/53 z 1996 r. zestaw siodłowy uważany jest za pojazd nienormatywny jeśli przekracza przynajmniej jeden z poniższych parametrów: długość – 16,5 m, szerokość – 2,55 m, wysokość – 4,0 m, masa brutto – 40 t.

Konieczność identyfikacji, zabezpieczenia i usuwania przeszkód drogowych na czas przejazdu konwoju wiąże się z znaczącymi kosztami. Przykładowe wysokości kosztów związane z transportem jednej elektrowni wiatrowej transportowanej trzema konwojami pokazuje poniższa tabela (tab. 2.). Do tych kosztów należy doliczyć opłatę wnoszoną za wydanie zezwolenia w wysokości kilku tysięcy złotych. Koszt zezwolenia jest zależny od długości trasy i wielkości przekroczeń dopuszczalnych parametrów pojazdów.

Tab. 2. Przykładowe koszty dostosowania infrastruktury do przewozów nienormalnych

Lp.	Opis czynności	Lokalizacja	Koszt [zł]
1	Objazd trasy poprzedzający transport nienormalny	cała trasa	3500,00
2	Pilotaż (3 konwoje)	cała trasa	3 × 3000,00
3	Przycinanie drzew	kilka lokalizacji na drogach wojewódzkich i lokalnych	4500,00
4	Nadbudowa drewnem krawężników na zakrętach	3 lokalizacje	3 × 1000,00
5	Wyłożenie drogi płytami betonowymi przy wjeździe na farmę	ok. 60 płyt na ostatnich 2 km	28000,00
Razem			48000,00

Bibliografia [6]

Zwiększająca się liczba przewozów elektrowni wiatrowych powoduje że zwiększa się liczba przewoźników drogowych oferujących swoje usługi na tym rynku. Nierzadko konwoje realizowane przez różnych przewoźników podążają jeden za drugim w porze nocnej. Konieczne działania z zakresie dostosowania infrastruktury drogowej, dokonywane są przez każdego z przewoźników osobno i zdarza się, że brak koordynacji tych działań rodzi niepotrzebne koszty. Przykładowo, po przejściu konwoju przewoźnik jest zobowiązany usunąć wszelkie zmiany, których dokonał w celu dostosowania infrastruktury drogowej, a zaraz po nim przejeżdża kolejny konwój który ponownie wykonuje te same czynności dostosowawcze. Takie zdarzenia mają miejsce m.in. dlatego, że lokalizacja farm wiatrowych w pasie nadmorskim wymusza zbliżone trasy dojazdu od producentów sekcji w głąbi lądu.

3. KONCEPCJA NIENORMATYWNYCH KORYTARZY TRANSPORTOWYCH

Idea nienormalnych korytarzy transportowych zrodziła się nie tylko wśród przewoźników i gestorów niestandardowych ładunków, lecz potrzebę ich istnienia dostrzegły także instytucje UE. Komisja Europejska zaleca krajom członkowskim wytyczanie korytarzy, dla których przewiduje się uproszczoną procedurę wydawania zezwoleń dla pojazdów nienormalnych. W przypadku niewielkich przekroczeń dopuszczalnych parametrów pojazdów zezwolenia nie byłyby w ogóle wymagane, a w przypadku większych przekroczeń czas oczekiwania na zezwolenie byłby krótszy od zwyczajowego [7].

Wytyczanie korytarzy stało się celem kilku projektów finansowanych ze źródeł unijnych wśród których można wymienić „Oversize Baltic”, który obejmuje analizą obszar

południowego Bałtyku od Szwecji do Litwy. Poniższe założenia są efektem prac nad tymi projektami.

W procesie wytyczania nienormatywnych korytarzy dedykowanych energetyce wiatrowej należy uwzględnić szereg czynników. Po pierwsze, miejsce produkcji elementów turbiny wiatrowej i lokalizacje farm wiatrowych. W przypadku elementów importowanych korytarz zaczyna się poza granicami Polski lub w porcie morskim.

Planując trasę przewozu elementów turbin wiatrowych należy pamiętać, że są to obiekty o dużej masie i/lub gabarytach. Transport powinien odbywać się po drogach o możliwie najlepszej charakterystyce technicznej, tzn. po drogach, które dopuszczają duży nacisk na oś oraz zapewniają odpowiednią skrajnie ładunkową. W Polsce takie warunki zapewniają autostrady i drogi ekspresowe, dla których dopuszczalny nacisk wynosi 11,5 t/oś oraz pozostała sieć dróg krajowych o dopuszczalnej masie 10 t/oś. W praktyce transport elementów turbin wiatrowych odbywa się również z wykorzystaniem dróg wojewódzkich i powiatowych. Jest to przede wszystkim spowodowane lokalizacją farm wiatrowych na terenie północnej i północno-wschodniej Polski, które charakteryzują się najgorzej rozwiniętą infrastrukturą drogową w kraju.

Przy wytyczaniu trasy, alternatywą dla nienormatywnego transportu drogowego jest wykorzystanie śródlądowych i morskich szlaków wodnych. Na dzień dzisiejszy największym ograniczeniem jest stan polskich dróg wodnych śródlądowych. Należy tu wymienić niewystarczające głębokości tranzytowe, małe prześwity pod mostami oraz w wielu przypadkach brak odpowiedniej infrastruktury portowej. W perspektywie roku 2020 przewiduje się znaczne doinwestowanie tej gałęzi transportu w tym uregulowanie rzek i tym samym polepszenie parametrów żeglugowych.

Dla potrzeb niniejszego opracowania przeanalizowano możliwości przewozu części turbin pochodzących od polskich producentów. Obecnych oraz przyszłych dostawców pogrupowano w siedmiu obszarach, w których są zlokalizowani: gorzowski (1), szczeciński (2), drawski (3), koszaliński (4), trójmiejski (5), bydgoski (6), sochaczewski (7) (patrz rys. 2).

Odbiorcy czyli farmy wiatrowe poddane analizie obejmowały następujące lokalizacje w województwach:

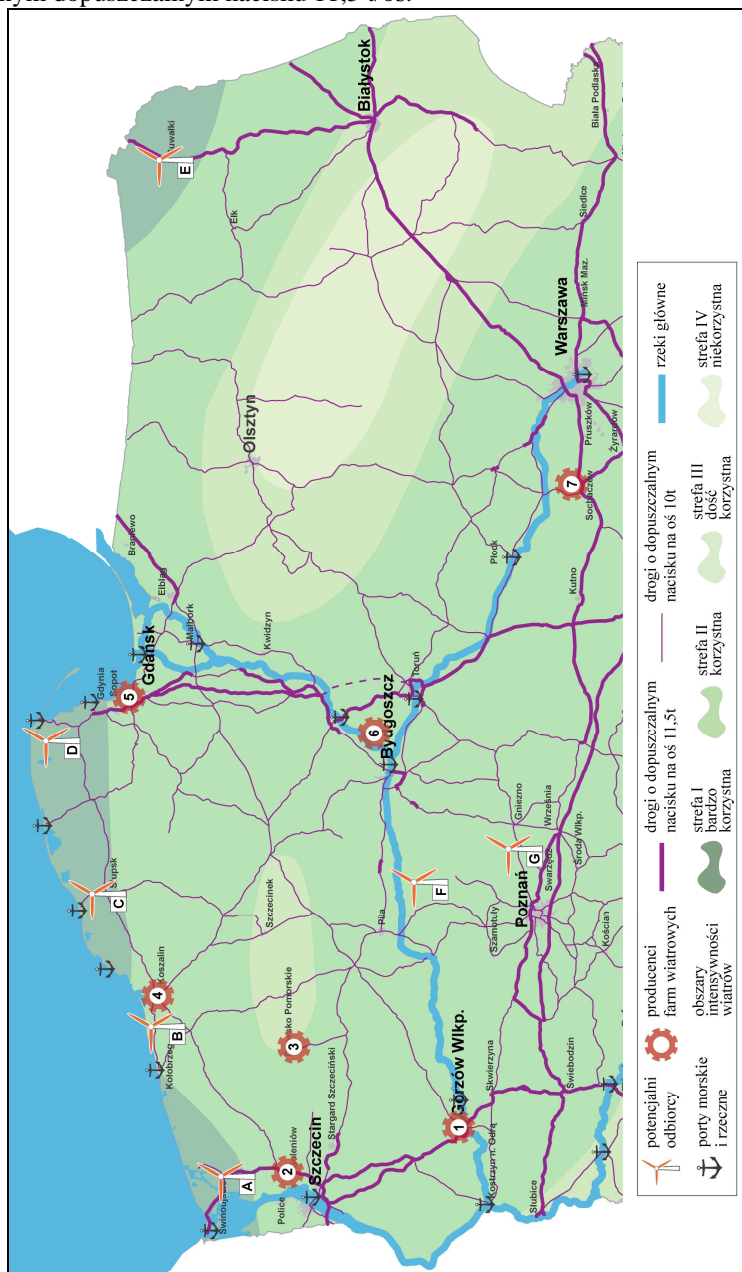
- 1) zachodniopomorskie: Jagniątków (A), Karścino (B);
- 2) pomorskie: Zajączkowo (C), Puck (D);
- 3) podlaskie: Suwałki (E);
- 4) wielkopolskie: Margonin (F), gminy Kleszczewo i Kostrzyn (G - planowana) [2].

Poniżej pokazano wyniki wytyczania przykładowego korytarza łączącego producentów zlokalizowanych w obszarze sochaczewskim (7) z odbiorcą – farmą wiatrową w Zajączkowie pod Słupskiem (C). Przebieg alternatywnych ponadnormatywnych korytarzy transportowych przedstawiony został na rys. 3.

Opcja 1 - korytarz dla elementów ciężkich – generator, sekcje wież

- droga krajowa nr 2: Sochaczew-Krośniewice
- droga krajowa nr 1: Krośniewice-Toruń
- autostrada A1: Toruń-Pruszcz Gd. (odcinek Toruń-Grudziądz obecnie w budowie)
- droga ekspresowa S6: Pruszcz Gd.-Gdynia-Chylonia
- droga krajowa nr 6: Gdynia-Chylonia-Słupsk

— droga krajowa nr 21: Słupsk-Zajęczkowo
 Charakterystyka trasy: długość ok. 500 km; 40% drogi dwupasmowe, 75% drogi o maksymalnym dopuszczalnym nacisku 11,5 t/oś.



Rys. 2. Lokalizacja producentów i odbiorców części turbin – opracowanie własne

Opcja 2 - korytarz dla elementów długich – płaty wirnika

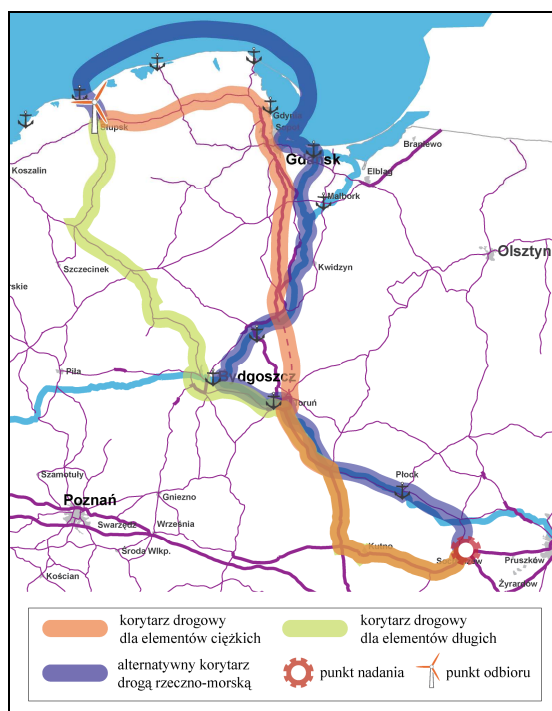
- droga krajowa nr 2: Sochaczew-Krośniewice
- droga krajowa nr 1: Krośniewice-Toruń
- droga ekspresowa S10 (kierunek Bydgoszcz)
- droga krajowa nr 10: Toruń-Pawłówek
- droga krajowa nr 80 (kierunek Bydgoszcz)
- droga krajowa nr 25: Bydgoszcz-Biały Bór
- droga krajowa nr 21: Biały Bór-Zajązkowo

Charakterystyka trasy: długość ok. 450 km; 100% drogi o maksymalnym dopuszczalnym nacisku 10 t/oś.

Opcja 3 - transport multimodalny, drogowy, rzeczno-morski

- droga krajowa nr 50: Sochaczew-Wyszogród
- droga krajowa nr 62: Wyszogród-Płock (port rzeczny)
- droga rzeczno-morska: Płock-Ustka (port morski)
- droga krajowa nr 21: Ustka-Zajązkowo

Charakterystyka trasy: długość ok. 600 km; 85% trasy przebiega drogą wodną.



Rys. 3. Przebieg proponowanych korytarzy – opracowanie własne

4. WNIOSKI

Strategia rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce musi być powiązana ze strategią rozwoju transportu nienormatywnego turbin wiatrowych. W tym, musi zawierać procedury tworzenia nienormatywnych korytarzy transportowych. Korytarze powinny być coraz lepiej dostosowywane infrastrukturalnie do potrzeb przewozu długich i ciężkich ładunków. Co więcej konieczna jest zmiana procedury korzystania z tych korytarzy. Na podstawie przeprowadzonej analizy można sformułować następujące wskazówki dla administracji państwowej i instytucji nadzorujących przewozy ładunków nienormatywnych. Wskazówki mają charakter strategiczny i powinny być uwzględnione m.in. w nowo tworzoną akcie prawnym jakim jest znowelizowana ustawa Prawo o ruchu drogowym, która jest obecnie w fazie konsultacji i zatwierdzeń [8]. Postuluje się:

- 1) ustawy nakaz korzystania z dróg wodnych, rzecznych i morskich, o ile relacja transportowa i warunki nawigacyjne na to pozwalają;
- 2) ustanowienie procedury wytyczania korytarzy nienormatywnych, dla których stosowana była uproszczona procedura wydawania zezwoleń;
- 3) przeznaczanie środków uzyskiwanych przez administratorów dróg z wydawanych pozwoleń na przewozy nienormatywne, na prace dostosowawcze w zakresie infrastruktury transportowej;
- 4) wprowadzenie długoterminowych zezwoleń dla przewoźników obsługujących ładunku o określonych powtarzających się parametrach, np. segmentów turbiny wiatrowej;
- 5) stworzenie ogólnopolskiej bazy danych zezwoleń, do której dostęp będzie miała administracja, instytucje nadzorujące oraz częściowo przewoźnicy;
- 6) surowe kary dla przewoźników dokonujących nielegalnych przewozów, włącznie z pozbawieniem licencji na wykonywanie zawodu;
- 7) wprowadzenie systemu monitoringu przewozów, np. z użyciem systemu kamer, nadajników radiowych lub aktywnych urządzeń nawigacji satelitarnej.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.*
- [2] Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej (www.psew.pl).
- [3] dane Urzędu Regulacji Energetyki (www.ure.gov.pl).
- [4] *Prognoza zapotrzebowania na paliwo i energię do 2030 r.*, Załącznik 2. do „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”, Ministerstwo Gospodarki 2009 (www.mg.gov.pl).
- [5] dr Barzyk Consulting (www.barzyk.pl).
- [6] opracowanie własne na podstawie danych z firmy Best Logistics sp. z o.o.
- [7] *Abnormal Road Transport – European best practice guidelines*, European Commission Directorate-General for Energy and Transport, Luxemburg 2008.
- [8] *Projekt Ustawy o zmianie ustawy – Prawo o ruchu drogowym oraz o zmianie niektórych innych ustaw* (bip.kprm.gov.pl).