

ALTERNATYWNE MOŻLIWOŚCI TRANSPORTU ELEMENTÓW ELEKTROWNI WIATROWYCH W WARUNKACH POLSKI

dr inż. Izabela Kotowska
Instytut Zarządzania Transportem
Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie

mgr inż. Grzegorz Barzyk
Instytut Elektrotechniki
Politechnika Szczecińska

1. Wstęp

Transport drogowy elementów tzw. trudnych, jest w warunkach polskiej specyfikacji oraz uwarunkowań administracyjno-technicznych zagadnieniem na tyle skomplikowanym, że inne dostępne środki transportu np. kolejowego, mogą w efekcie odebrać mu pozorną wyłączność i stać się istotnym konkurencyjnie elementem.

Elementy elektrowni wiatrowych jednak, z uwagi na swoje gabaryty oraz masę poszczególnych elementów, sprawiają szereg trudności podczas przygotowania oraz organizacji transportu nie tylko drogowego. Szczegółowo do problemów z jakimi podczas takiego transportu można się zetknąć, Autorzy odnieśli się w publikacji [3].

Typowa elektrownia wiatrowa składa się z kilkunastu elementów, z których praktycznie każdy wymaga szczególnego traktowania podczas przewozu. Zarówno masy, które dochodzą do 60 t, jak i wymiary zewnętrzne: długość, szerokość czy wysokość, przekraczają wszelkie dopuszczalne w transporcie lądowym wielkości. Płaty wirnika mogą osiągać długość do 66m (np. dla elektrowni Enercon E-112), szerokość transformatora: 6-10m, a średnice wież 3-8m.

W celu zobrazowania skali podejmowanego tematu, w tabeli 1 przedstawiono wymiary elementów składowych elektrowni Enercon E-66 z wieżą stalową o wysokości 85 m.

Tabela 1. Elementy techniczne elektrowni wiatrowej E-66 z wieżą stalową 85 m [1]

| Turbina E-66 18.70 | Masa maksymalna (t) | Wymiary |
|--------------------|---------------------|-------------------------|
| Gondola | 18 | 7,5 x 5,5 x 6,1 |
| Generator | 49 | Ø5 x 2,2 |
| Piasta | 20 | Ø 5,6 x 5,2 |
| Piasta + Płaty | 35 | Ø70 x 5,2 |
| Płat wirnika 33m | 4 | 33 x 1,9 x 2,6 |
| Wieża 85 m | | |
| Sekcja I | 36 | 25,5 / Ø 2,18 / Ø 2,71 |
| Sekcja II | 45 | 23 / Ø 2,71 / Ø 3,35 |
| Sekcja III | 60 | 21,3 / Ø 3,35 / Ø 3,906 |
| Sekcja IV | 58 | 14,4 / Ø 3,91 / Ø 4,3 |
| RAZEM | 325 | |

Praktycznie każdy z wymienionych w tabeli 1 elementów może zostać zakwalifikowany do ładunków ponadgabarytowych, niemniej jednak niektóre z nich, takie jak np.

platy wirnika, których długość wynosi 33m, mogą w sposób drastyczny utrudnić i skomplikować wcześniej ustalone plany transportu.

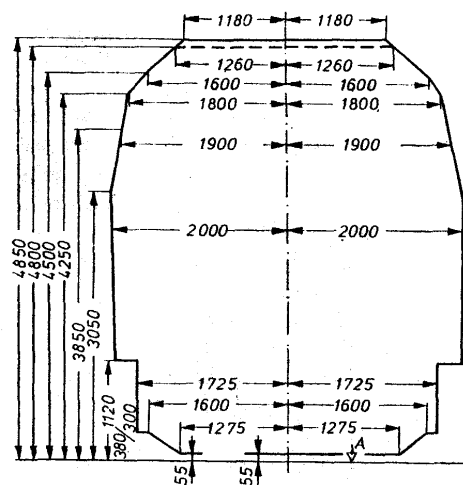
Często, ze względu na swoją dostępność, samochód jako środek transportu drogowego jest niezbędny przynajmniej w pierwszej lub ostatniej fazie przewozu. Wyjątek stanowi przypadek, w którym elektrownia wiatrowa budowana jest w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowych, portów morskich czy śródlądowych. W praktyce jednak, pod względem ilości takich inwestycji jest to mało znaczący odsetek, choć również stanowiący potwierdzenie konieczności poznania cech, jakimi charakteryzują się zarówno transport wodny oraz kolejowy

2. Transport kolejowy

Jeżeli ograniczenia wynikające z przewozu ładunków transportem samochodem są zbyt duże, można zastanowić się, czy nie lepszym rozwiązaniem będzie przewóz elementów elektrowni wiatrowej- tak daleko jak można- koleją. W tym przypadku nie istnieje tak dużo ograniczeń, jak dla transportu samochodowego. Najmniejszy problem stanowi ciężar ładunku, gdyż granice obciążenia wagonów nierzadko dochodzą do 90t, a dla ładunków szczególnie ciężkich takich jak np. transformatory – 160t. Kłopot mogą stanowić jedynie gabaryty przewożonych elementów.

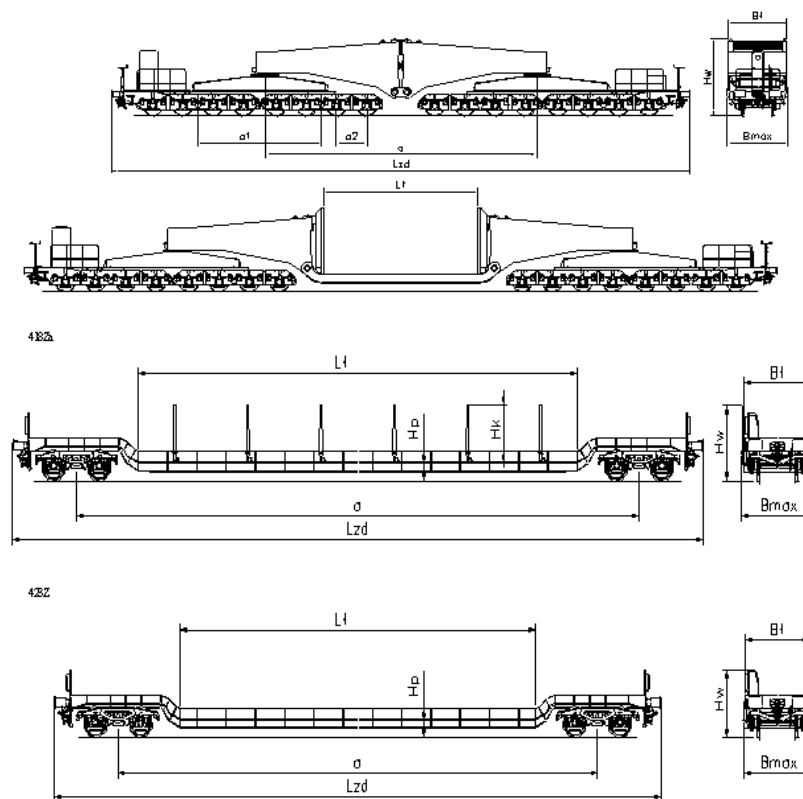
Pierwszym ograniczeniem jest skrajnia taboru, czyli linia zamknięta, której żaden element konstrukcyjny wagonu i umieszczony na nim ładunek nie może przekroczyć. Według skrajni taboru obowiązującej w Polsce dopuszczalna wysokość wagonu z ładunkiem jest większa aż o 55cm niż w większości krajów europejskich, jednak w przypadku niektórych elementów elektrowni wiatrowych jest niewystarczająca (Rys. 1)

Rys. 1. Skrajnia taboru 1-SM na kolejach normalnotorowych



Sekcje wieży o średnicy 4,3 m przekraczają o 30cm dopuszczalną szerokość ładunku, generator natomiast aż o 1 m. Jednocześnie wysokość ponad główki szyn platformy z ładunkiem nie powinna przekraczać 4,85 m, co praktycznie jest niemożliwe uwzględniając wysokość ładunkową platformy (wznios platformy z obniżoną podłogą przekracza 1m).

Długość ładunkowa platform cztero- i sześciosiowych waha się w granicach 15-19 m, dlatego też ładowanie ładunków długości powyżej 25 m wymaga umieszczenia ich na dwóch platformach łąką przekrętą, co jest sporym utrudnieniem. Najmniejszy problem natomiast stanowi przewóz samego transformatora, ponieważ polskie koleje są wyposażone w specjalny tabor kolejowy przeznaczony tylko do tych celów. Na rysunku 2 przedstawiono kilka przykładowych wagonów go przewozu transformatorów będących na stanie PKP-Cargo.



Rys. 2. Wagony towarowe do przewozu ładunków ciężkich

Istnieje możliwość przewozu ładunków o przekroczonej skrajni taboru, jednak wymaga to specjalnej technologii. Szczegółowe warunki określają przepisy zawarte w Regulaminie Przewozu Przesyłek Towarowych (RPT). Ładunki szczególnie długie i ciężkie (o masie powyżej 25 t), przekraczające skrajnię taboru, powodujące nadmierne obciążenie osi wagonu itp. choćby w części drogi przewozu są zaliczane do przesyłek nadzwyczajnych. Przesyłki nadzwyczajne PKP CARGO S.A. przyjmuje do przewozu w miarę możliwości techniczno-eksploatacyjnych.

Może okazać się zatem, że przewóz elementów elektrowni wiatrowych będzie wymagał dostosowania drogi przewozu (np. przesunięcia torów pod obiektami, demontażu sieci trakcyjnej lub urządzeń sygnalizacyjnych), przy czym koszty robót zawsze muszą być pokryte przez zleceniodawcę. W wielu przypadkach przed przewozem właściwym, dokonuje się także jazdy próbnej z urządzeniem do pomiarów skrajni budowli albo z makietą przesyłki.

Zgłoszenie o zamiarze przewozu ładunku przekraczającego skrajnię, powinno być złożone w Zakładzie Przewozów Towarowych w miejscu nadania przesyłki, na 30 dni przed planowanym przewozem.

Zawiadomienie powinno zawierać:

- datę zgłoszenia
- nazwę i adres przedsiębiorstwa zgłaszającego do przewozu
- stację nadania i miejsce ładowania
- opis ładunku, jego masę i wymiary
- termin zamierzonego ładowania
- nazwę i adres odbiorcy
- stację przeznaczenia i miejsce wyładowania
- rysunek techniczny przesyłki.

O ile w szczególnych przypadkach kolejną dopuszczany jest przewóz ładunków o przekroczonej skrajni taboru, o tyle przekroczenie skrajni budowli może stanowić przeszkodę nie do pokonania. Nie zawsze możliwe jest przebudowanie toru, podniesienie przewodu trakcyjnego, czy usunięcie przeszkadzających elementów stałych. Może się przecież zdarzyć, że niektórych elementów np. tuneli nie można ominąć i jedynym, co pozostaje jest rezygnacja z tej gałęzi transportu.

3. Żegluga śródlądowa

Inną proponowaną w niniejszym artykule, a alternatywną w stosunku do transportu drogowego gałęzią transportu jest żegluga śródlądowa. Transport śródlądowy dość często wykorzystywany jest do przewozów ładunków wielkogabarytowych i ładunków ciężkich.

Żegluga śródlądowa, posiada kilka cech, które wyróżniają ją wśród innych gałęzi transportu i predestynują do przewozu ładunków ponadgabarytowych.

Jako największą zaletę tej gałęzi transportu można podać masowość przewozu. Dla wszystkich wymienionych w tabeli 1 elementów elektrowni wiatrowej wystarczyłaby tylko jedna barka o ładowności 800 t. Ten rodzaj transportu cechują zdecydowanie mniejsze ograniczenia dotyczące wielkości przesyłki niż w transporcie samochodowym i kolejowym.

Żegluga śródlądowa to także duży stopień bezpieczeństwa i bezkolizyjności przewozów, charakteryzujący się niewielkimi wstrząsami i wibracjami.

Do największych wad tej technologii przewozowej zaliczyć można:

- małą dostępność żeglugową, ograniczającą stosowanie do obszarów położonych przy drogach wodnych,
- wysoki współczynnik wydłużenia, określający długość drogi wodnej pomiędzy punktami transportowymi do ich odległości liniowej (w %),
- małą prędkość techniczną.

Wymienione w tabeli 1 elementy elektrowni wiatrowej można by było przetransportować barką BP-800 (wymiary w świetle luku wynoszą: 49,5m na 6,98m). Jej zanurzenie przy obciążeniu ładunkiem o masie 350t wynosi niewiele powyżej 1,20m. Większość akwenów, na których uprawia się żeglugę, jest dla niej dostępnych. Ograniczeniem jest jednak wysokość mostów. Wprawdzie przy takim zanurzeniu wysokość nadwodnej części barki z ładunkiem nie przekroczy 3,5 m, to w niektórych przypadkach i tak jest to niewystarczające. Światło pod niektórymi mostami nie przekracza 3 m. W tabeli 2 zostały zestawione wysokości mostów znajdujących się na głównych szlakach żeglugowych, o wysokości poniżej 4 m.

Tabela 2. Mosty na polskich szlakach żeglugowych Wysokość wysokości poniżej 4,0m

| Lokalizacja | Wysokość |
|--|----------|
| Kanał Gliwicki | 4,06 |
| Odra (Opole) | 3,85 |
| Odra (Krosno Odrzańskie) | 3,15 |
| Warta | 2,8 |
| Noteć (Trzebisz) | 4,00 |
| Noteć | 3,40 |
| Kanał Bydgoski | 3,52 |
| Brda | 2,93 |
| Wisła (Bydgoszcz) | 2,8 |
| Szczecin Podjuchy – podnoszone przęsło | 3,94 |

Trzeba również pamiętać, że światło mostów może być znacznie mniejsze przy wysokiej wodzie żeglownej.

Osobne zagadnienie stanowi wyposażenie portów. Porty śródlądowe wyposażone są w żurawie przeładunkowe o niewielkim udźwigu, w związku z czym przeładunku można dokonać jedynie żurawiem samojezdnym.

4. Podsumowanie

Rychle przystąpienie Polski do Unii Europejskiej oraz związane z tym przyjęcie przez nasz kraj ogólnoświatowych trendów związanych z wdrażaniem protokołu z Kioto sprawiły,

iż budowa elektrowni wiatrowych w Polsce stała się zagadnieniem niezwykle prawdopodobnym, o skali dziś nie dającej się jeszcze wprost przewidzieć. Abstrahując od szeregu problemów związanych z kwestiami ekonomicznymi, czy też technicznymi (np. w zakresie przyłączenia i współpracy z systemem energetycznym) o powodzeniu inwestycji i zwiększeniu udziału tej gałęzi OZE będą z pewnością decydowały możliwości organizacji i wyboru technologii transportowej, co uzasadnia zarówno powstanie niniejszej publikacji jak i prowadzenie bieżących analiz w przedmiotowym zakresie. Transport drogowy bowiem, w warunkach istniejącej w Polsce infrastruktury nie jest w 100% w stanie zapewnić możliwości transportowych tego typu ładunków, a jak wynika z zapisów niniejszej publikacji, również alternatywne możliwości przewozu, są w stanie znacząco skomplikować te fazę realizacji inwestycji

5. Literatura

1. *Enercon GmbH Civil Works, Crane and Road Requirements E-66, , Aurich 1998*
2. *K. Chwesiuk, P. Zaleski, Technologia transportu kolejowego, Wyd. US, Szczecin 1989*
3. *Kotowska I., Barzyk G. Transport drogowy elementów elektrowni wiatrowych w warunkach polskich, Czysta Energia, lipiec/sierpień 2003*
4. *Polish port handbook, Wyd. Link, 2000*
5. *Raport o stanie technicznym nawierzchni dróg krajowych w 2001 r., www.mi.gov.pl, z dn. 1.04.03*
6. *Regulamin Przewozu Przesyłek Towarowych (RPT), www.pkp-cargo.pl*
7. *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 kwietnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia. Dz.U.99.44.432*
8. *Rydzkowski W., K Wojewódzka-Król, Transport, PWN, Warszawa, 1998, s. 122-25*
9. *Sitko A et al. Kontenerowy system transportowy, WKiŁ, Warszawa 1974*