

Mgr inż. Grzegorz Barzyk
Instytut Elektrotechniki
Politechnika Szczecińska

Mgr inż. Krzysztof Prasalek
Przedsiębiorstwo Projektowo-Serwisowe
Elektroniki, Pomiarów i Automatyki EPA Sp. z o.o.
Szczecin

O wykorzystaniu siłowni wiatrowej do zasilenia w energię elektryczną oczyszczalni ścieków w Nowogardzie

Streszczenie: W publikacji, na bazie własnych doświadczeń autorów, związanych z projektem budowy siłowni wiatrowej wspomagającej zasilanie istniejącej oczyszczalni ścieków w Nowogardzie, zaprezentowano kilka aspektów naukowo-technicznych związanych ze współpracą projektowanej siłowni wiatrowej z systemem elektroenergetycznym oczyszczalni. Zaprezentowano faktyczne problemy inżynierskie związane z koniecznością budowy siłowni wiatrowej w oddaleniu od zasilanego obiektu, problemy ze sprzężaniem i współpracą z siecią energetyki zawodowej. W oparciu o istniejące uregulowania prawne związane ze sprzedażą energii elektrycznej na rzecz ZE, rozważono ekonomiczne przesłanki projektu i finansowe efekty ze szczególnym zwróceniem uwagi na możliwości dofinansowywania podobnych projektów przez fundusz PHARE.

1. WSTĘP

Deklaracja Madrycka z 1994 r., obliguje kraje Unii Europejskiej aby do roku 2010 osiągnęły udział tzw. energii czystej – niekonwencjonalnej (wg definicji przyjętej w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne - pod pojęciem niekonwencjonalnego źródła energii rozumieć należy takie, które nie wykorzystuje w procesie przetwarzania spalania organicznych paliw kopalnych) w wysokości 15 % całkowicie produkowanej. Aktualnie udział niekonwencjonalnych źródeł energii w bilansie paliwowo - energetycznym w tych krajach wynosi ok. 6,5 %. W oparciu o powyższe, Komisja Europejska wydała Białą Księgę „Energia dla przyszłości: odnawialne źródła energii”. Związany z nią plan działań zakłada osiągnięcie do 2010 r. minimum 12 % udziału energii odnawialnej w gospodarce UE. Pozwoli to obniżyć import paliw o 17,4 %, zredukować emisję dwutlenku węgla o ponad 400 mln ton rocznie, a także utworzyć 500 - 900 tys. nowych miejsc pracy. Budowa siłowni wiatrowych jest więc niezaprzeczalnie związana z szeregiem istotnych dla gospodarki poszczególnych krajów korzyści. Zmiana struktury bilansu energetycznego, aktywizacja terenów słabo zaludnionych, o ubogich glebach lub jako dodatkowa działalność gospodarza dla wielkoobszarowych producentów rolno-przetwórczej działalności stanowią tylko ich wybiórczą część. Atutem siłowni wiatrowych jest nie tylko brak emisji pyłów, ale również możliwość zapewnienia energii elektrycznej bez konieczności budowy linii przesyłowych

(m.in. pola elektromagnetyczne) tam, gdzie nie ma dostatecznej ilości i wielkości elektrowni zawodowych.

Regionalne zróżnicowanie dla odbiorców cen energii elektrycznej w Polsce, oznaczające ceny wyższe tam, gdzie jest większa odległość od zakładów wydobywania kopalin (węgla) czy zakładów produkujących energię elektryczną, nasuwa także oczywisty wniosek o korzyściach płynących z inwestowania w siłownie wiatrowe szczególnie na terenach oddalonych od elektrowni, a mających duży potencjał wietrzności. Powyższe argumenty, w połączeniu z możliwością zastosowania siłowni wiatrowej jako czynnika zmniejszającego koszt zasilania w energię elektryczną oczyszczalni ścieków stały się decydującym elementem o wzięciu pod uwagę budowy siłowni wiatrowej w Nowogardzie.

2. BADANIE POTENCJAŁU WIETRZNOŚCI

Niewątpliwie najistotniejszym argumentem przemawiającym za budową siłowni wiatrowych jest przewidywana ilość energii elektrycznej mogąca zostać przezeń wyprodukowana. Prowadzone przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej prace nad mezoskalową rejonizacją Polski pod względem zasobów energii wiatru, zakwalifikowały rejon Nowogardu do I strefy (skala 6-stopniowa, strefa I – wybitnie korzystna). Fakt ten, jak również później wykonana w oparciu o duński model matematyczno-fizyczny WAsP (Wind Analysis and Application Programme 4.0 by Risø National Laboratory, Roskilde, Danemark) ekspertyza doc. dr Haliny Lorenc (IMGW Warszawa) sprawiły, iż szanse na budowę siłowni wiatrowej w Nowogardzie znacząco wzrosły.

Największą bolączką polskich prognoz wietrzności jest ich wykonywanie w oparciu o istniejące, a nieoptymalne do celów projektowych siłowni wiatrowych punkty pomiarowe. Stosowany powszechnie model WAsP (jak również popularny Microsite Wind Data Analysis firmy NRG Systems) transfiguruje warunki lokalizacji siłowni wiatrowej do warunków zadanych. Wynikiem obliczeń programu jest dla konkretnej lokalizacji siłowni, energia wiatru na wybranej w zakresie 10 - 50 m npg (nad poziomem gruntu) wysokości. Wybór profilu płata wirnika, powierzchni łopat, a przez to krzywej mocy siłowni, pozwala także wyznaczyć ilość energii w MWh/rok.

Istotne dla celów programu parametry wietrzności, szorstkości, osłonięcia oraz orografii terenu z konkretnej stacji meteorologicznej (w tym przypadku dane Nowogardu otrzymano konwertując dane ze stacji meteorologicznej w Szczecinie) nie pochodzą jak dotychczas (niestety) z map cyfrowych je uwzględniających. Inklinowane parametry pozbawione są również atutu dokonywania pomiarów poszczególnych wartości prędkości wiatru na

wysokościach ponad 10m n.p.g.. co stanowi zaprzeczenie jednego z głównych zaleceń projektowych. Również brak długotrwałych serii pomiarowych (założenie kontynuacji min. 10 lat), chociażby ze względu na dopiero rozpoczynające się zainteresowanie tematyką siłowni wiatrowych, jest tu sprawą co najmniej dyskusyjną.

Mimo występowania powyższych negatywnych cech, określających odstępstwa od idealnych warunków stwierdzających wielkość zasobów wiatru w danej lokalizacji, powszechnie akceptuje się analizę wietrzności wykonywaną w oparciu o dane analogowe oraz istniejące faktyczne uproszczenia. Ekspertyza IMGW wietrzności okolic Nowogardu określiła ją jako „obiecującą i wskazującą na opłacalność inwestycji”. Wyznaczona średnia prędkość wiatru na wysokości 30 m. n.p.g. zaprezentowana została jako 5,35 m/s. Wielkość zaś rocznej produkcji energii (z wziętej do porównania siłowni Nowomag EW-160-22-30), na 248,6 MWh.

3. ZAŁOŻENIA INWESTYCYJNE

Siłownia wiatrowa jako przedmiot zainteresowania Urzędu Miasta i Gminy w Nowogardzie (UMiG) pojawiła się w związku z tematem zasilania energetycznego miejscowej oczyszczalni ścieków. Ustalono, iż projektowana siłownia wiatrowa poprzez produkcję energii elektrycznej zmniejszyłaby zapotrzebowanie na energię istniejącej oczyszczalni ścieków. Stąd projekt zyskał nazwę „Budowa elektrowni wiatrowej dla zasilania oczyszczalni ścieków w Nowogardzie”

UMiG Nowogard biorąc pod uwagę powiązanie z oczyszczalnią ścieków zaproponował lokalizację pod budowę siłowni wiatrowej w bliskiej odległości od tejże, na gruntach należących do Gminy. Ekspertyza geologiczna wybranego terenu potwierdziła możliwość takiego usytuowania siłowni. Zgodnie z ustawą Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1997r. wystąpiono zatem o kolejne pozwolenia oraz uzgodnienia z instytucjami mającymi wpływ na budowę (Przepisy Prawa Budowlanego w zakresie dotyczącym lokalizacji obiektów energetycznych / elektrowni wiatrowych oraz warunków zabudowy i zagospodarowania terenu, uzupełnione są zapisami zawartymi w ustawie o zagospodarowaniu przestrzennym z 7 lipca 1994 roku, zaś lokalizacja elektrowni wiatrowych, w zależności od ich mocy wymaga (lub może wymagać) uzgodnień z Ministerstwem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Państwową Inspekcją Ochrony Środowiska, Ministerstwem Łączności, Ministerstwem Transportu, Głównym Inspektorem Lotnictwa Cywilnego, Wojewodą, Dyrekcją Okręgową Dróg Publicznych i innymi instytucjami).

4. ASPEKTY TECHNOLOGICZNE PROJEKTU

Oczyszczalnia ścieków w Nowogardzie zasilana jest energią elektryczną z sieci energetyki zawodowej linią napowietrzną 15 kV, 50 Hz nr 129 poprzez stację transformatorową 15/0,4 kV, 250 kVA umieszczoną na terenie oczyszczalni. Miejsce usytuowania siłowni wiatrowej wybrano w odległości około 350 m w linii prostej od stacji transformatorowej oczyszczalni ścieków. Lokalizacja siłowni ze względu na usytuowanie w pobliżu toru motocrossowego oraz kępy średniowysokich drzew nie jest więc idealna. Przebiegający w pobliżu nasyp kolejowy z czynną linią kolejową świadczy o dodatkowych możliwych turbulencjach wiatru i związanych z tym utrudnieniach w stabilnej pracy. Wybór miejsca pod budowę siłowni przy stwierdzeniu występowania powyższych problemów był jednak podyktowany:

- faktem występowania w przedmiotowym miejscu właściwych warunków geologicznych - zapewniających stabilność projektowanej inwestycji (masa łączna ok. 24 ton). Analizie poddano więcej punktów lokalizacyjnych, jednak aprobatę geologiczną zyskał właśnie ten
- bliskości do linii SN
- bliskości do oczyszczalni ścieków
- możliwości wybudowania ciągu komunikacyjnego - drogowego
- odległością od zabudowań mieszkalnych (>200m) zapewniającą dodatkowo właściwe warunki głośności pracy siłowni (<40dB przy 280m)

Produkowana przez siłownię energia elektryczna jest odprowadzana po stronie SN do linii napowietrznej nr 129, skąd następnie następuje odbiór w transformatorze oczyszczalni.

Powyższe rozwiązanie (sprzedaż energii produkowanej przez siłownię, a następnie kupno energii w celu zasilenia oczyszczalni ścieków) z pewnością ma szereg niezaprzeczalnych zalet (w tym m.in.: przejrzystość transakcji i rozliczeń, uniezależnienie obiektu przemysłowego od warunków atmosferycznych oraz niezawodności urządzeń siłowni wiatrowej). Zdaniem autorów, jednak inna forma przyłączenia i wykorzystania siłowni wiatrowej byłaby praktyczniejsza i ekonomiczniejsza w eksploatacji. Chodzi mianowicie o bezpośrednie połączenie siłowni wiatrowej z zasilanym obiektem

Sprzęgnięcie systemu energetycznego siłowni wiatrowej z oczyszczalnią możliwe jest przecież na kilka sposobów. Wykorzystując asynchroniczny generator siłowni wiatrowej pracujący bezpośrednio na potrzeby oczyszczalni, w szerokim spektrum prędkości wiatru przy wykorzystaniu systemów sterowania opartych np. na zasadzie OptiSlip® czy VCS

(Vestas Converter System) można ustawić pracę oczyszczalni ścieków jako tzw. odbiornika autonomicznego. System generatora OptiSlip pozwala bowiem na zmianę prędkości obrotowej wirnika i generatora nawet o 10% (poślizg), minimalizuje ono także obciążenie turbiny oraz poprawia jakość dostarczanej energii elektrycznej. System VCS jako rozwinięcie systemu OptiSlip utrzymuje ponadto moc wyjściową generatora na stałym poziomie niezależnie od podmuchów wiatru w zakresie nawet do 70%. System ten stabilizuje moc wyjściową generatora nawet przy słabych wiatrach i pozwala na łatwe i szybkie korygowanie parametrów elektrycznych generatora.

W przypadku takiej pracy (na odbiornik autonomiczny) niezbędna do wytworzenia wirującego pola magnetycznego generatora moc bierna indukcyjna może pochodzić np. z baterii pojemnościowych.

Niestety, praca siłowni wiatrowej na odbiornik autonomiczny, choć możliwa nawet w dużym przedziale prędkości wiatru, przy założeniu wymogu całkowitego uniezależnienia się od niesprzyjających warunków pogodowych z reguły już nie wystarcza. Całkowite uniezależnienie oczyszczalni ścieków od takich warunków (wiatr zbyt słaby lub zbyt silny) oznacza konieczność sprzęgnięcia siłowni wiatrowej w systemem elektroenergetycznym oczyszczalni współpracującej równolegle z systemem energetyki zawodowej.

Takie rozwiązanie gwarantuje, że dostarczana (po stronie NN) z siłowni wiatrowej energia elektryczna, automatycznie zmniejsza pobór mocy czynnej przez oczyszczalnię, a w skrajnych przypadkach powoduje nawet zwrot energii do sieci energetyki zawodowej (sprzedaż). Procedura taka, przy obecnie obowiązujących taryfach cenowych oraz uwzględnieniu nawet ewentualnych związanych z przesyłem po stronie NN strat mocy ($I=98$ A/57 A) czy też uwzględnieniu generacji w takim przypadku pól elektromagnetycznych wydaje się być godna zastanowienia.. Należy również zauważyć że przy przesyśle energii na stosunkowo niedużą odległość od punktu rozbioru energii, można zmniejszyć koszty budowy siłowni wiatrowej o koszt stacji trafo przynależnej siłowni.

Inne możliwe konfiguracje przyłączeń np. z zastosowaniem generatora synchronicznego dodatkowo tworzą szereg aspektów w tym przypadku nieistotnych. Wystarczy pod uwagę wziąć problemy z osiągnięciem i utrzymaniem częstotliwości generowanej energii, synchronizmem z siecią, czy też zawartością krzywych harmonicznych generowanych przez odpowiednie układy przekształtnikowe, aby wykazać zalety przedmiotowego rozwiązania.

Zakład Energetyczny Szczecin S.A. (obecnie Energetyka Szczecińska S.A.) w wydanych dla przedmiotowej inwestycji warunkach techniczno-przyłączeniowych, nakazał

przyłączenie projektowanej siłowni wiatrowej do linii napowietrznej nr 129 zasilającej także oczyszczalnię ścieków.

Wydane w ten sposób warunki przyłączeniowe (Wtp) de facto ucięły dywagacje na temat sposobu przyłączenia i korzystania z energii siłowni wiatrowej. Jednak fakt, iż w każdym z opcjonalnych przypadków przyłączenia, gdzie istotną sprawą jest zapewnienie produkowanej energii elektrycznej o odpowiedniej jakości (Dz. U. Nr 135 z dnia 21.10.1998r.) a taryfikacja dostarczanej energii w oparciu o rozporządzenie Min. Gospodarki, które opublikowane zostało w Dzienniku Ustaw nr 13 z 1999 r w poz. 119).oraz w Dz.U. 153 z 1998r-poz.1002 w § 7.3 z dn. 03.12.1998r, nakazuje się zastanowić, czy aktualne rozwiązanie jest najbardziej ekonomiczne i celowe? Zdaniem autorów, sprzedaż produkowanej energii po cenach odbiorcy NN (aktualnie w Energetyce Szczecińskiej S.A.: 246,6 zł/MWh) , a kupno dla oczyszczalni po taryfie SN B22 (aktualna szczytowa stawka podstawowa wynosi 190,58 zł, pozaszczytowa: 93,76 zł + opłaty przesyłowe zmienne i stałe oraz abonament) stanowi o celowości stosowania proponowanego przez autorów bezpośredniego sprzęgnięcia siłowni wiatrowej z zasilanym obiektem, przy pominięciu przesyłu za pośrednictwem PSE. Z analizy obliczeń wynika, że jedynie w przypadku pozaszczytowej pracy oczyszczalni ścieków (lub pracy kombinowanej z preferencją pozaszczytowej), obecnie zastosowane rozwiązanie byłoby ekonomicznie zasadniejsze. Stała praca urządzeń oczyszczalni nie pozostawia złudzeń: bezpośrednie przyłączenie przynosi większe korzyści finansowe.

Niestety, wydawane przez ZE warunki przyłączeniowe, nie pozostawiają pola wyboru projektantom instalacji. Czy możliwe jest zatem wpłynięcie na zapisy WTP? Autorzy pozostawiają to pytanie bez odpowiedzi.

5. PODSUMOWANIE

Wybudowana w Nowogardzie siłownia Vestas V29-225kW, uruchomiona oficjalnie 7 lutego 2000r., w ciągu pierwszych miesięcy pracy wyprodukowała odpowiednio: w m-cu lutym 2000r: 38699 kWh, w miesiącu marcu 2000r.- 44790 kWh. Wyniki te pozwalają oszacować roczną produkcję energii na poziomie ok. 330 MWh co stanowi bardzo dobry wynik jak na siłownię tej mocy.

Ze względów oszczędnościowych wieża siłowni została wykonana w systemie kratownicy, co przy obecnych wynikach produkcji energii, wpływie i koszcie wieży rurowej i możliwości jej zastąpienia z komponentów krajowych, stanowi o sprawdzeniu się powyższego rozwiązania.

Wartość inwestycji zamykająca się kwotą w przybliżeniu 1mln DM świadczy niestety o nielicznych, w szerokim gremium polskich gmin czy samorządów, spodziewanych przykładach powielenia przykładu Nowogardu. Średnia długość pracy siłowni wynosi 20-25 lat. Przy aktualnie zaprezentowanych wynikach finansowych związanych z produkcją i sprzedażą przez siłownię wiatrową energii elektrycznej oraz aktualnych cenach energii, jasnym staje się fakt, iż zwrot poniesionych nakładów, przewidywany jest dopiero u schyłku żywotności siłowni (przy założeniu maksymalnej produkcji energii oraz braku kosztów dodatkowych: remontów, konserwacji itp.).

Jedynym rozwiązaniem zaistniałej sytuacji, a możliwym jeszcze do realizacji, jest budowa kolejnych siłowni przy współfinansowaniu inwestycji z funduszy PHARE. Dotacja w granicach 50% powoduje, że przewidywany okres zwrotu poniesionych nakładów finansowych wynosi ok. 10-12 lat (co ma miejsce właśnie w przypadku Nowogardu).

Długotrwałość procedur związanych z przyznaniem dotacji, stopień komplikacji formalno-prawnych, brak doświadczenia w uzyskiwaniu funduszy PHARE oraz konieczność znalezienia na ten cel okazałych środków własnych, to największe zagrożenia z jakim borykać się będą kolejni inwestorzy. Czy warto? Zdaniem autorów - ewidentnie tak. Wymienione na początku publikacji zalety inwestowania w siłownie wiatrowe i inne źródła niekonwencjonalne, konieczność dostosowania się Polski do wymagań Unii Europejskiej u progu jej członkostwa, aspekt ekologiczny czy wreszcie przyszłościowe spojrzenie na oczekiwane zmiany ekonomiczne stanowią o pewności opłacalności podobnych inwestycji – na razie w sensie makro...

Rozwiązania zachodnie, w których inwestowanie w energetykę niekonwencjonalną stanowi możliwość odliczenia tego od podatku, zmiana (podwyżka) cen energii elektrycznej (nieuchronna przy dostosowaniu cen do warunków europejskich), obniżenie ceł i VAT do stawki 0% przy imporcie odpowiednich urządzeń technicznych przeznaczonych na ten cel (na razie tylko części finansowane z funduszy PHARE podlegają obniżonym stawkom), czy też krajowa produkcja siłowni wiatrowych (o odpowiadających parametrach zachodnim siłowniom) to oczekiwania których spełnienia należy oczekiwać w przyszłości, a których realizacji winny domagać się szerokie środowiska naukowo-techniczne oraz organizacje stanowiące lobby proekologiczne.

6. LITERATURA

1. Barzyk G.; Construction of wind plant - engineering strategy and technical aspects on the grounds of Nowogard's experience; in Proceedings of the 4th ISTC UEES'99; St. Petersburg, June 1999; vol. 3; pp. 1019-1024

2. Barzyk G., Dopiera M.: Significant parameters of wind power plants and their influence on receiving devices operation, in Proceedings of the 3rd ISTC UEES'97; Alushta, September 1997; vol.2; pp 531-534
3. Kalisiak S., Barzyk G.: Układ siłowni wiatrowej współpracujący zarówno z siecią sztywną jak i odbiornikiem autonomicznym; Mat. I Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej "Bezpieczne urządzenia energoelektroniczne; Warszawa 24-27.11.98; tom 1; str. 159-163
4. Lorenc H., Hrehoruk J.; Ocena zasobów energii wiatru w rejonie miasta Nowogard przy zastosowaniu modelu WAsP; IMGW Warszawa 1997
5. <http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/>
6. <http://priv2.onet.pl/zie/premol/>