

Tadeusz Glinka, BOBRME Komel, Katowice
Wiesław Goc, Politechnika Śląska, Gliwice

DROBNE ELEKTROWNIE WIATROWE - PRZESŁANKI WPROWADZENIA

SMALL WIND POWER PLANTS – GROUNDS FOR INTRODUCTION

Abstract: The paper presents legal aspects of introducing renewable energy sources. Next, conditions for constructing wind power plants in Poland are given. Basing on these conditions, design of small wind power plant for individual user is shown (Fig.2). The plant uses low-rotational generators with diameters smaller than those found in standard generators (Fig.3). Fig.1. depicts a small wind power plant, which has been manufactured in part by the co-author of this paper. This kind of plant can be used for individual farms.

Elektrownia wiatrowa do warunków Polski

W Polsce, pomijając strefę przybrzeżną Bałtyku, średnia prędkość wiatru wynosi 3 do 5 m/s i na takie prędkości należy projektować i budować elektrownie wiatrowe aby były Ekonomiczne. Natomiast w takich państwach jak Dania, Holandia, RFN te prędkości są znacznie wyższe i elektrownie wiatrowe są budowane na prędkość wiatru 11 – 13 m/s, a zakres ich pracy obejmuje prędkości wiatru od 3 do 25 m/s. Dla tych prędkości obrotowych najkorzystniejszym rozwiązaniem są turbiny łopatkowe z poziomą osią obrotu. Liczba stosowanych łopat wynosi od jednej do czterech. W elektrowniach dużych mocy najczęściej stosowane są trzy łopaty. Tego typu turbiny zaczynają się obracać przy prędkości wiatru większej od 3 m/s i pracują do prędkości wiatru około 25 m/s.

W elektrowniach mniejszej mocy (do około kilkuset kW) mogą być stosowane turbiny pierścieniowe. Turbiny pierścieniowe o kilkudziesięciu łopatach i poziomej osi obrotu obracają się już przy prędkości wiatru około 1 m/s, lecz dopuszczalna bezpieczna górna prędkość wiatru wynosi około 15 m/s – wydają się dogodne do warunków polskich [1, 3, 4, 6]. Omawiana tutaj grupa drobnych elektrowni wiatrowych dotyczy mocy nie przekraczającej 50 kW, zwykle jest ona znacznie niższa. Możliwość produkcji energii elektrycznej określają siły wiatru na danym terenie. W przybliżeniu – dla omawianych drobnych elektrowni może być oszacowana przez czas użytkowania mocy zainstalowanej, który może być przyjęty w przedziale od ok. 1500 do 2000 h/a.

Elektrownie mogą być instalowane przy budynkach indywidualnych nawet o mocach rzędu 1 kW - na potrzeby ich właścicieli. Autorzy widzą możliwość szerszego zastosowania drobnych elektrowni wiatrowych przy gospodarstwach rolnych do wytwarzania energii elektrycznej głównie na potrzeby odbiorcy przy niewielkiej sprzedaży jej do sieci. Sprzyja temu możliwość odliczenia kosztów tej inwestycji od podatku rolnego. Biorąc pod uwagę tylko lokalizacje przy ok. 5% gospodarstw oraz zakładając, że pojedyncze wiatraki będą małej mocy, uzyska się rozproszone wytwarzanie energii o łącznej mocy w zakresie 0,3 - 0,7 GW. Da to rocznie produkcję energii elektrycznej 0,4 - 0,9 TWh. Jednak nie należy spodziewać się szybko takiego wyniku, chociażby na konieczność uzyskania koncesji na wytwarzanie niewielkich ilości energii elektrycznej w drobnych rozproszonych elektrowniach wiatrowych, często złożonych z jednego wiatraka.

Aspekt prawny

Wymagania w zakresie zwiększenia udziału energii odnawialnej w bilansie energetycznym Polski prowadzą do wykorzystania sił wiatru. Pomysł nie jest nowy bowiem zwrócono na to uwagę w okresie przedwojennym [1]. Obecnie obserwuje się to w polityce energetycznej Polski i UE. Nowa polityka energetyczna dla Europy przedstawiona przez Komisję Europejską w dniu 10 stycznia 2007 przewiduje 20% udział energii odnawialnej w konsumpcji całej UE. Skutkuje to coraz większym udziałem wytwarzania energii elektrycznej z sił wiatru w energetykach państw UE.

Minister Gospodarki w zmienionym w dniu 3.11.2006 r. Rozporządzeniu (Dz. U. 2006 Nr 205, poz. 1510, poprzednie Dz. U. 2005 Nr 261, poz. 2187) podał nowe poziomy obowiązek zakupu energii z odnawialnych źródeł, mianowicie: w roku 2007 - 5,1%, w 2008 - 7,0%, w 2009 - 8,7% a w latach 2010 - 2014 - 10,4%. Ma to wpłynąć na rozwój energetyki odnawialnej, w tym wiatrowej poprzez udokumentowanie jej pochodzenia.

Prawo energetyczne [8] w stanie obecnym nie wspiera wystarczająco rozwoju energetyki wiatrowej. M.in. w art. 32.1, art. 33.2 i art. 34.4 stawia wymagania koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych. Procedura zgromadzenia i złożenia dokumentów potrzebnych do uzyskania koncesji wielu drobnych potencjalnych producentów energii elektrycznej skutecznie odstraszy. Dla wielu z nich byłoby to hobby, które równocześnie poprawiałoby bilans energetyczny kraju. Jednak procedura ta jest konieczna ze względu na udokumentowanie wywiązywania się z nałożonych zobowiązań. Może być ona podstawą do negocjacji z lokalnym przedsiębiorstwem energetycznym w celu uzyskania korzystnych cen przy sprzedaży nadwyżek wytwarzanej energii elektrycznej do jego lokalnych sieci. Np. rozliczenia per saldo. Ponadto Ustawa o podatku rolnym [10], w art. 13 daje możliwość odliczenia kosztów inwestycji¹⁾ od podatku rolnego, mianowicie: „Art. 13.1. Podatnikom podatku rolnego przysługuje ulga inwestycyjna z tytułu wydatków poniesionych na: 2) zakup i zainstalowanie: . . . c) urządzeń do wykorzystywania na cele produkcyjne naturalnych źródeł energii (wiatru, biogazu, słońca, spadku wód)”.

1) Wg Ustawy: „Art. 13.2. Ulga inwestycyjna przyznawana jest po zakończeniu inwestycji i polega na odliczeniu od należnego podatku rolnego od gruntów położonych na terenie gminy, w której została dokonana inwestycja - w wysokości 25 % udokumentowanych rachunkami nakładów inwestycyjnych.

3. Ulga z tytułu tej samej inwestycji nie może być stosowana dłużej niż przez 15 lat.

3a. Kwota ulgi inwestycyjnej jest odliczana z urzędu w decyzji ustalającej wysokość zobowiązania podatkowego. Podatnicy obowiązani do składania deklaracji na podatek rolny odliczają, określoną w decyzji w sprawie ulgi inwestycyjnej, kwotę przyznanej ulgi od należnego podatku rolnego.

4. Podatnik traci prawo do odliczenia od podatku rolnego niewykorzystanej kwoty ulgi inwestycyjnej w przypadku sprzedaży obiektów i urządzeń, od których przyznana została ta ulga, lub przeznaczenia ich na inne cele niż określone w ust. 1.”

Budowa elektrowni wiatrowych wymaga uwzględnienia też innych aktów, m.in. Prawa budowlanego, Ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym. Rozrzucenie po wielu aktach prawnych zagadnień energetyki odnawialnej, a taką jest energetyka wiatrowa – często różnie pojmowana i traktowana – nie ułatwia jej rozwoju. Wymagane byłoby ujednoczenie.

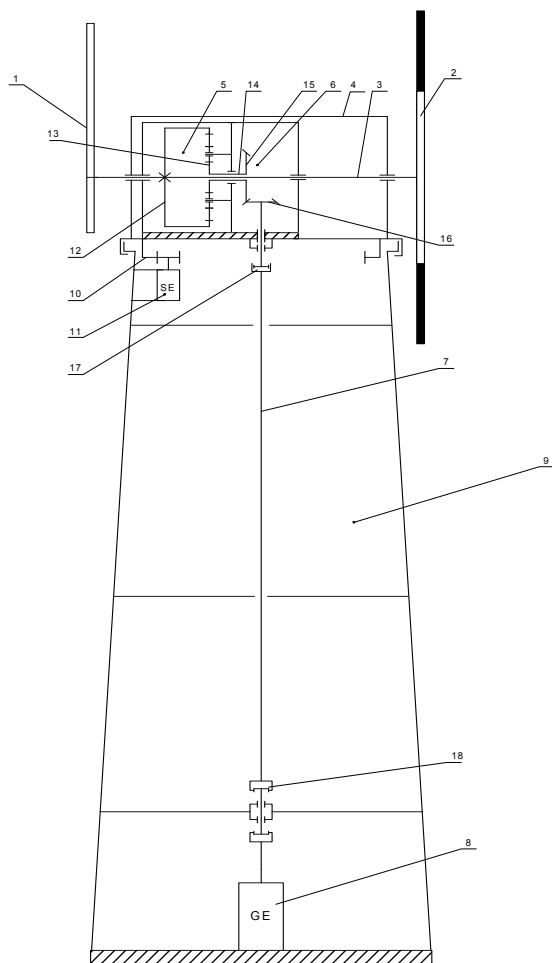
Propozycja rozwiązania elektrowni wiatrowej małej i średniej mocy

Elektrownia wiatrowa małej i średniej mocy przystosowana do małych prędkości wiatru w wykonaniu z turbiną wiatrową pierścieniową pokazano na rys. 1. Jedną z propozycji rozwiązania podaje [3, 6], w której elektrownia składa się z wieży stalowej lub żelbetowej zakończonej gondolą obrotową (rys. 2), silnika wiatrowego złożonego z dwóch wirników osadzonych na wspólnym wale (zwykle stosuje się rozwiązanie jedno wirnikowe z jedną turbiną), przekładni mechanicznej kątowej, obrotownicy i generatora elektrycznego o osi pionowej.



Rys. 1. Widok drobnej elektrowni wiatrowej o mocy prądnicą 10 kW, 250 obr/min, przekładnia jednostopniowa (opracowana przez współautora TG)

W omawianej propozycji silnik wiatrowy ma dwie turbiny najkorzystniejszej, gdy jedna jest łopatomą, a druga pierścieniową, przy czym turbiny mają różne średnice. Turbina o mniejszej średnicy, łopatomą jest umieszczona z przodu, turbina o większej średnicy jest umieszczona z tyłu na wspólnym poziomym wale.



Rys. 2. Schemat konstrukcyjny elektrowni wiatrowej. Oznaczenia: 1- turbina łopatkowa o mniejszej średnicy, 2 - turbina pierścieniowa o większej średnicy oraz przekładnia mechaniczna kątowna, 3 - wspólny poziomy wał, 4 - gondola, 5 - przekładnia kątowna, 6 - duże koło przekładni mechanicznej kątownej, 7 - wał, 8 - generator elektryczny, 9 - wieża stalowa lub żelbetowa, 10 - obrotownica napędzana silnikiem elektrycznym, 11 - samohamowna przekładnia ślimakowa, 12 - duże koło zębate, 13, 14, 15, 16 - przeniesienie napędu, koła zębate, 17 - sprzęgło, 18 - wał Kardana.

Na tym wale jest osadzona także jedno- lub dwustopniowa kątowna przekładnia mechaniczna. Przekładnia jednostopniowa jest korzystniejsza, gdyż ma większą sprawność, jest bardziej niezawodna i cicho pracuje. Przekładnia dwustopniowa umożliwia uzyskanie większej prędkości generatora, co zmniejsza jego gabaryt i ciężar. Rozwiązanie konstrukcyjne turbin wiatrowych jest standardowe. Elektrownia o zaproponowanej konstrukcji, będzie pracować już przy prędkości wiatru około 1 m/s. Przy

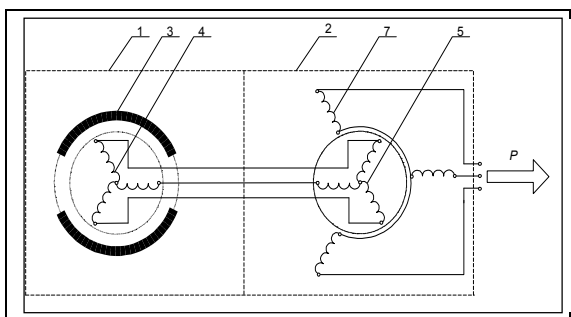
małej prędkości wiatru moment obrotowy będzie wytwarzała turbina pierścieniowa (2). Przy prędkościach wiatru 4 m/s i większych będą pracować obydwie turbiny (1) i (2). Prędkość obrotowa wału (3) silnika wiatrowego (1) i (2) jest mała, kilka do kilkunastu obrotów na minutę. Przekładnia mechaniczna (5) i (6) powinna podwyższać prędkość obrotową generatora elektrycznego (8) około 10 razy. Generator (8) będzie pracować przy prędkości obrotowej od 100 do 200 obr/min. Przekładnia kątowna (6), z osią małego koła zębatego (16) leżącą w osi obrotu gondoli (4), umożliwia ustawienie generatora elektrycznego (8), o konstrukcji pionowej, także w osi obrotu gondoli (4), zatem generator elektryczny (8) może być przymocowany nieruchomo do konstrukcji wieży (9), a wyprowadzenie mocy elektrycznej z generatora (8) nie wymaga pierścieni ślizgowych, gdyż generator jest nieruchomy. Obrotownica (10) spełnia dwie funkcje: przy prędkościach wiatru do około 20 m/s ustawia turbiny wiatrowe (1) i (2) prostopadle do wiatru, a w czasie wiatru huraganowego ustawia turbiny wiatrowe (1) i (2) równoległe do kierunku wiatru, stanowiąc drugi stopień zabezpieczenia elektrowni przed zniszczeniem. Turbina pierścieniowa (2) jest turbiną wolnoobrotową bardziej wrażliwą na uszkodzenia przy dużych szybkościach wiatru, dlatego powinna mieć dodatkowe zabezpieczenie.

Generatory elektryczne do elektrowni wiatrowej małej mocy

Generatory elektryczne do elektrowni wiatrowych powinny być przystosowane do stosunkowo małych prędkości obrotowych silników wiatrowych [2, 3, 5, 7]. Znane rozwiązania takich generatorów posiadają uzwojenia o dużej liczbie par biegunów, co powoduje, że średnica ich jest duża, natomiast długość osiowa jest niewielka. Objętość generatora wolnoobrotowego jest duża, lecz częścią aktywną jest pierścień, przestrzeń pod pierścieniem nie jest wykorzystana do przemiany energii. Generator elektryczny proponowany do elektrowni wiatrowej składa się z dwóch maszyn elektrycznych posiadających wspólny wał mechaniczny. Jedna z maszyn elektrycznych jest wzbudzana magnesami trwałymi lub elektromagnetycznie, przy czym magnesy trwałe lub uzwojenie wzbudzenia są umieszczone na stojanie, a uzwojenie twornika m_1 -fazowe na wirniku. Uzwojenie twornika tej maszyny jest połączone z uzwoje-

niem m_1 -fazowym wirnika drugiej maszyny elektrycznej, której uzwojenie twornika m_2 umieszczone jest na stojanie i generuje moc P wyjściową generatora elektrycznego. Przykład rozwiązania generatora elektrycznego [2] jest przedstawiony na rys. 2. Generator elektryczny składa się z dwóch maszyn elektrycznych (1) i (2) połączonych wspólnym wałem.

Generator elektryczny dwumaszynowy będzie miał średnicę zewnętrzną o połowę mniejszą od generatora klasycznego jednomaszynowego, będzie jednak dwukrotnie od niego dłuższy. Objętość całkowita generatora dwumaszynowego będzie dwukrotnie mniejsza. W Branżowym Ośrodku Badawczo Rozwojowym Maszyn Elektrycznych KOMEL w Katowicach opanowano produkcję generatorów ze wzbudzeniem magnesami stałymi przeznaczoną dla elektrowni wiatrowych. Obecnie produkowane generatory mają moc do kilkudziesięciu kW (na generatory większej mocy nie było zamówień). Generatory te są zainstalowane na elektrowniach wiatrowych małej mocy w Polsce, Dominikanie, Nowej Zelandii. BOBRME KOMEL rozwiązał problem stabilizacji napięcia generatora na drodze konstrukcyjnej.



Rys. 3. Przykład rozwiązania generatora elektrycznego. Oznaczenia: 1, 2 - generator elektryczny złożony z dwóch maszyn elektrycznych (1) i (2) na wspólnym wale; 3 - magnes trwały; 4 - uzwojenie twornika; 5 - uzwojenie wirnika maszyny (2); 7 - uzwojenie twornika maszyny (2) umieszczone na stojanie

Przemiennik napięcia i częstotliwości

Przemiennik napięcia i częstotliwości dopasowuje wartość i częstotliwość napięcia generatora synchronicznego do napięcia i częstotliwości sieci elektroenergetycznej, z którą elektrownia wiatrowa współpracuje. Składa się on z energoelektronicznego przemiennika częstotliwości i transformatora dopasowującego wartość napięcia generatora do napięcia sieci elektroenergetycznej. Ma on rozwiązanie stan-

dardowe podobne do falowników zasilających silniki indukcyjne klatkowe, a więc składa się on z prostownika AC/DC i falownika DC/AC.

Przemiennik częstotliwości powinien być tak zbudowany, aby do sieci elektroenergetycznej generował możliwie mało wyższych harmonicznych prądu. Można to uzyskać poprzez:

- 1) zastosowanie uzwojenia twornika generatora (2) o liczbie faz równej 6 tak nawiniętego, aby na wyjściu generatora uzyskać dwie gwiazdy napięć 3-fazowych skróconych względem siebie o kąt 30° . Po wyprostowaniu napięcia, na dwóch mostkach prostowniczych 3-fazowych, uzyskuje się napięcie stałe o minimalnej pulsacji, gdyż najniższa harmoniczna składowej zmiennej napięcia wyprostowanego będzie mieć częstotliwość 600 Hz;
- 2) zastosowanie falownika DC/AC 6-cio fazowego tak sterowanego, aby na wyjściu falownika otrzymać dwie gwiazdy napięcia 3-fazowego skrócone względem siebie o kąt 30° . Falownik ten będzie połączony z uzwojeniami wtórnymi transformatora 3-fazowego 3-uzwojeniowego o dwóch uzwojeniach pierwotnych i jednym uzwojeniu wtórnym. Uzwojenia pierwotne (niskonapięciowe) są połączone; jedno w gwiazdę a drugie w trójkąt. Uzwojenie wtórne transformatora (wysokonapięciowe) jest 3-fazowe i połączone, poprzez odłącznik i wyłącznik z siecią elektroenergetyczną.

W tym układzie rozwiązania części elektrycznej elektrowni wiatrowej najniższe harmoniczne prądu generowane do sieci elektroenergetycznej mają częstotliwość 550 Hz i 650 Hz i jest to rozwiązanie optymalne. Regulację wartości napięcia, a tym samym obciążenia elektrowni wiatrowej, realizuje przemiennik częstotliwości sterowany mikroprocesorem.

Zarys opłacalności

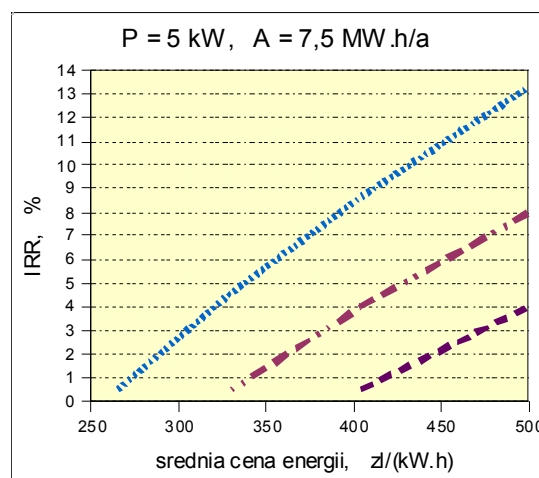
Drobne elektrownie wiatrowe pokrywają z reguły część zapotrzebowania na energię elektryczną ich właścicieli - odbiorców – przyłączonych do sieci elektroenergetycznych niskiego napięcia należących do przedsiębiorstwa energetycznego (PE). Podstawowym problemem w ocenie opłacalności elektrowni wiatrowej jest poprawne określenie zasobów energii wiatru w miejscu jej lokalizacji. Bowiern z tego wynika: - zależna od rozwiązania technicznego elektrowni wiatrowej – ilość wytworzonej energii elektrycznej. Błędy w tym zakresie mają

znaczący wpływ na przyszłą opłacalność elektrowni. Dlatego w ocenie opłacalności elektrowni wiatrowej powinien być szczegółowo rozpatrzony zarówno okres realizacji inwestycji i okres jej eksploatacji, w którym następuje wytwarzanie energii elektrycznej. Głównymi czynnikami, które powinno się uwzględnić w tej ocenie są:

- ilość wytworzonej energii elektrycznej, przy przyjętym rozwiązaniu technicznym elektrowni o danej mocy znamionowej. Zależy to od zasobów energii wiatru w miejscu lokalizacji elektrowni. Ważne jest określenie jaka część wytworzonej energii będzie sprzedawana do sieci PE. Ponieważ właściciel elektrowni może zużywać część wytworzonej energii na swoje potrzeby, a nadwyżki sprzedawać do sieci PE. Można więc wyróżnić okresy zakupu i sprzedaży. Z reguły okresy te nie dadzą się zaprognozować ze względu na niską przewidywalność produkcji elektrowni wiatrowej. W przypadku drobnych elektrowni może się okazać, że cała produkcja będzie zużywana na potrzeby odbiorcy i nie występują nadwyżki mocy, które można by sprzedać do sieci PE;
- jakość wytwarzanej energii elektrycznej. W rozwiązaniu tutaj przedstawionym te wymagania jakościowe będą spełnione;
- niezbędne nakłady kapitałowe na budowę elektrowni. Należy tutaj uwzględnić źródła pochodzenia kapitału, instytucje dotujące i kredytujące odnawialne źródła energii (kredyty preferencyjne) a także późniejsze odpisy części nakładów inwestycyjnych. Zmniejsza to kapitał na budowę elektrowni i sposób jego rozliczenia. W przypadku drobnych elektrowni wiatrowych niektóre elementy wykonuje właściciel samodzielnie, rzadziej kupując całą elektrownię. Dlatego w tym zakresie mocy koszty budowy mogą kształtować się różnie dla podobnych rozwiązań;
- powiązanie elektrowni wiatrowej z siecią elektroenergetyczną PE. W przypadku drobnych elektrowni zwykle odgrywa to mniejszą rolę, bowiem przepustowość istniejącego przyłącza jest wystarczająca zarówno do zasilania odbiorcy (właściciela elektrowni) jak i wyprowadzenia mocy z jego elektrowni. W nielicznych przypadkach potrzebna będzie rozbudowa istniejącego układu powiązania z siecią PE;
- rozliczenie z przedsiębiorstwem energety-

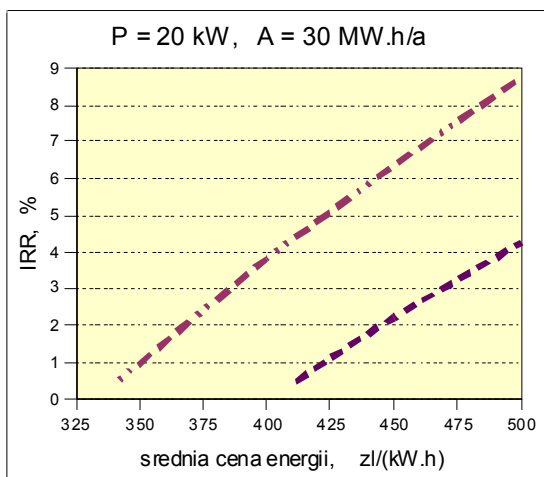
cznym. Będzie to zawsze wynik negocjacji przy czym należy pamiętać, że jest to energia ze źródła odnawialnego (preferowana). Tutaj proponuje się, żeby przyjąć te same ceny za zakupioną i sprzedawaną energią elektryczną. Bowiem elektrownia wiatrowa położona w pobliżu odbiorcy zmniejsza straty energii w sieci PE i nie tylko, a przy nadwyżkach energii wytworzonej zużywają ją leżący w pobliżu inni odbiorcy zamiast pobierać z odległych elektrowni²⁾. Wymaga to jednak modyfikacji układu pomiarowego.

Przy tych założeniach przedstawiono szacunkowe wyniki oceny opłacalności dla dwóch rozwiązań elektrowni z prądnicami synchronicznymi 3-fazowymi z magnesami trwałymi. Orientacyjne wyniki oceny opłacalności przedstawiono w formie zależności między wewnętrzną stopą zwrotu (IRR, %) a ceną energii elektrycznej (c_E , zł/kWh). Na rys. 4 zestawiono wyniki oceny dla elektrowni o mocy 5 kW, a na rys. 5 dla elektrowni o mocy 20 kW. Potwierdzają one ilościowo oczekiwany rezultat, że im wyższa cena energii elektrycznej tym większa opłacalność. Każde rozwiązanie elektrowni wymaga indywidualnej oceny (rys. 4).



Rys. 4. Zależność między wewnętrzną stopą zwrotu (IRR, %) a ceną energii elektrycznej dla kilku rozwiązań elektrowni o mocy 5 kW. Dla nowych elektrowni – koszt budowy w zakresie 27000 do 35000 zł – między liniami: przerywaną oraz kreski z kropkami, dla elektrowni odkupywanych i tworzonych we własnym zakresie – koszt budowy ok. 20000 zł – linia kropkowa

2) Nie jest to tak proste jak tutaj przedstawiono, chociażby z tego powodu, że moc z elektrowni wiatrowej wymaga odpowiedniej rezerwy w innych rodzajach elektrowni.



Rys. 5. Zależność między wewnętrzną stopą zwrotu (IRR, %) a ceną energii elektrycznej dla kilku rozwiązań elektrowni o mocy 20 kW. Dla nowych elektrowni – koszt budowy w zakresie 90000 do 120000 zł – między liniami: przerywaną oraz kreski z kropkami

Podsumowanie

Elektrownia wiatrowa rozwiązana według podanej koncepcji będzie przystosowana do małej i średniej prędkości wiatru. Elektrownia ta będzie mieć optymalne parametry eksploatacyjne. Elektrownia może mieć konstrukcję zunifikowaną, to znaczy bazującą na urządzeniach katalogowych lub zaadoptowanych, np.: łopaty silnika wiatrowego, przekładnia mechaniczna, generator (zbudowany na elementach maszyn elektrycznych produkowanych), przełącznik częstotliwości, transformator (dopasowane uzwojenia).

Przedstawione w referacie prądnice synchroniczne 3-fazowe z magnesami trwałymi nadają się do zastosowania w elektrowniach wiatrowych.

Elektrownie małych mocy mogą być instalowane na obszarach rolniczych, przy gospodarstwach rolnych jako pojedyncze wiatraki. Biorąc pod uwagę tylko lokalizacje przy ok. 5% gospodarstw oraz zakładając, że pojedyncze wiatraki będą miały moc począwszy od kilku kW uzyska się rozproszone wytwarzanie o łącznej mocy w zakresie 0,3 - 0,7 GW. Da to rocznie produkcję energii elektrycznej 0,4 - 0,9 TW.h. Jednak nie należy spodziewać się szybko takiego wyniku, chociażby na konieczność uzyskania koncesji na wytwarzanie niewielkich ilości energii elektrycznej w drobnych rozproszonych elektrowniach wiatrowych, często złożonych z jednego wiatraka.

Na terenie jednej gminy w powiecie gliwickim podjęto działania w celu wybudowania elektrowni doświadczalnej o mocy kilkuset kW. Jest na to zgoda wójta tej gminy. Właściciel działki o powierzchni 5 hektarów, oddalonej od najbliższych zabudowań o około 5 km chce w przyszłości wybudować tam farmę wiatrową. Działka ta leży w „korytarzu” bramy morawskiej, gdzie są największe wiatry na Śląsku. Obecnie, w miejscu ewentualnej budowy elektrowni doświadczalnej są prowadzone pomiary prędkości wiatru. Pomyślne wyniki badań elektrowni doświadczalnej mogą doprowadzić do wybudowania na tym terenie farmy wiatrowej.

Literatura

- [1]. Jaros P.: Silniki wietrzne oraz ich zastosowanie do wytwarzania energii elektrycznej. Wiadomości Elektrotechniczne 1938 nr: 1, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12.
- [2]. Glinka T., Świtoński E., Piecuch St.: Generator elektryczny. Zgłoszenie patentowe nr P 379746 z dnia 22.05.2006. Zgłaszający: Politechnika Śląska.
- [3]. Glinka T., Budzyński Z.: Generatory w elektrowniach wiatrowych Europy. Wiadomości Elektrotechniczne 2002 nr 4.
- [4]. PN – EN 61400 – 2, z grudnia 1999 r. Turbiny wiatrowe małej mocy. Bezpieczeństwo małych turbin wiatrowych.
- [5]. Glinka T.: Prądnice dla małej elektrowni wiatrowych. Wiadomości Elektrotechniczne 2002 nr 10 – 11.
- [6]. Glinka T.: Elektrownia wiatrowa. Zeszyty Problemowe BOBRME Komel 2003 nr 65.
- [7]. Polak A.: Wysokosprawna prądnica wzbudzana magnesami trwałymi – wyniki badań laboratoryjnych. Zeszyty Problemowe BOBRME KOMEL 2003 nr 65.
- [8]. Ustawa Prawo energetyczne – stan na 2007 r.
- [9]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3.11.2006 r. (Dz. U. 2006 Nr 205, poz. 1510, poprzednie Dz. U. 2005 Nr 261, poz. 2187) - nowe poziomy obowiązek zakupu energii z odnawialnych źródeł.
- [10]. Ustawa o podatku rolnym, z dnia 15 listopada 1984 r., z późniejszymi zmianami - stan na 2007 r.