

Wspomaganie zasilania „zieloną” energią przenośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy i innych napędów przekształtnikowych sektora transportowego

Jerzy R. Szymański

Wprowadzenie

Uzyskanie 15% na rok 2020 i 27% na rok 2030 udziału energii OZE (energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych) w stosunku do otrzymywanej ze źródeł wykorzystujących spalane paliwa, głównie węgiel brunatny i kamienny, jest celem, który musi być osiągnięty, aby wywiązać się z przyjętych przez Polskę zobowiązań w stosunku do innych krajów UE (dyrektywa 2009/28/WE) [1, 2]. Jest to cel ambitny, ale osiągalny. Według danych GUS za 2016 rok Polska zaspokaja tylko 11% swojego zapotrzebowania energetycznego energią elektryczną OZE.


Uruchomione są nowe inwestycje, w tym fotowoltaika prosumerska. Obserwowane jest zwiększone zainteresowanie tymi inwestycjami, co jest wynikiem wprowadzonej nowelizacji prawa energetycznego w 2016 roku i nowelizacją ustawy OZE w 2017 roku. Często wykorzystywane jest dofinansowanie inwestycji OZE środkami UE. Powoduje to coraz większy udział paneli słonecznych jako źródeł energii elektrycznej w rynku energetycznym. Niemniej obywatelski charakter energetyki budownictwa mieszkaniowego, które dąży do neutralności energetycznej bazującej na energii OZE, nie jest tu podstawowym działaniem dla poprawy udziału energii źródeł odnawialnych w całym rynku energii.

Polska w Krajowym Planie Działań (KPD) przyjęła ambitny cel w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, który wynosi 15,5% do roku 2020 i obejmuje trzy cele sektorowe [2]:

- 19,13% udziału OZE w sektorze elektroenergetycznym;
- 17,05% udziału OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie;
- 10,14% udziału OZE w transporcie.

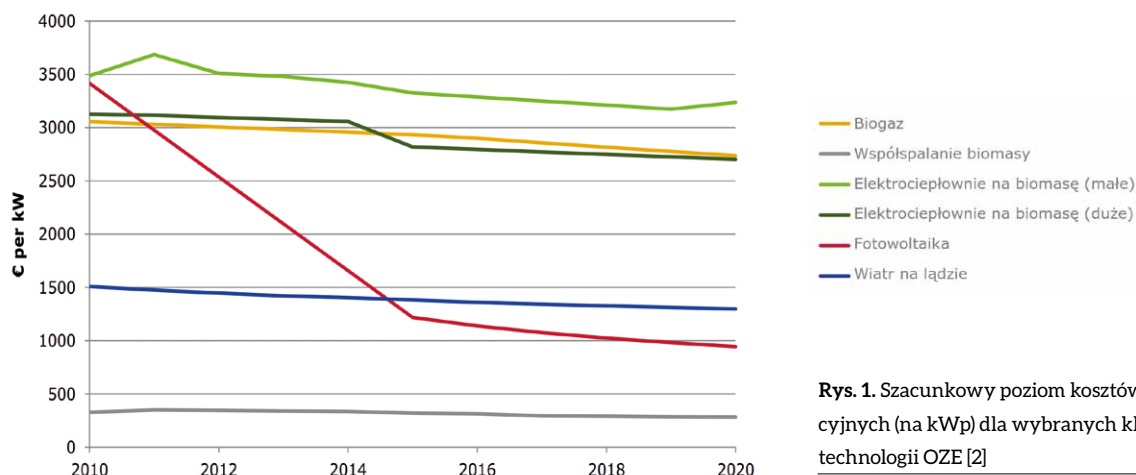
Realizacja celu sektorowego w transporcie jest mocno zagrożona. W latach 2010–2015 zużycie energii ze źródeł odnawialnych w sektorze transportu w Polsce było znacząco niższe od założenia zdefiniowanego w KPD. Co więcej, dane wskazywały na wyraźny trend spadkowy aż do roku 2014, zwiększający lukę między planowanym rozwojem a rzeczywistym zużyciem energii z OZE. Dane dla roku 2015 wskazują na niewielkie odbicie do poziomu z roku 2012 [2]. Bez zastosowania energii OZE do wspomaganego zasilania przekształtnikowych urządzeń transportowych osiągnięcie celu określonego w KPD jest mało realne. Z danych statystycznych dotyczących roku 2016, opublikowanych przez Polską Agencję Rynku Energii, wynika, że produkcja energii elektrycznej z OZE w Polsce wzrosła w roku 2016

Streszczenie: Osiągnięcie celu, jakim jest udział energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na poziomie 27% w stosunku do energii ze źródeł konwencjonalnych do 2030 roku, możliwe jest przy współdziałaniu różnych sektorów gospodarki (15% w 2020 roku). Polski przemysł jest mocno nasycony napędami wykorzystującymi energoelektroniczne napięciowe falowniki dwupoziomowe MSI. Napędowe przekształtniki napięciowe przetwarzają energię napięcia stałego uzyskiwaną z sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem prostowników, jak i mogą ją uzyskiwać wprost z paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. Przenośniki taśmowe z napięciowymi przekształtnikami częstotliwości na stacjach napędu taśmy są szczególnie predisponowane do wspomaganego zasilania zieloną energią, tzw. hybrydowe systemy zasilania. Korzyści wydają się oczywiste, w szczególności biorąc pod uwagę zapisy nowej dyrektywy energetycznej UE nazywanej „pakietem czystej energii”, która będzie obowiązywać od 2019 roku.

 **Abstract:** Achieving the global of share of electricity from renewable sources at 27% in relation to conventional sources until year 2030 is possible with the participation of different sectors of the economy. Polish industry is heavily saturated with the power electronic drive converters with voltage PWM inverters. Drive converters convert DC energy obtained from power grid via rectifiers or can obtain it directly from photovoltaic panels and wind turbines. Mining plants are especially predisposed to support the power supply of belt conveyors with green energy, so-called hybrid installations. Power of engines are so large that photovoltaic or wind farms can supply directly to the drives without using the power grid. The benefits seem obvious, particular taking into account the provisions of the new energy efficiency directive so-called “clean energy package” which will is to apply from 2019.

zaledwie o 0,5% w porównaniu do roku poprzedniego. Planowane osiągnięcie 15% udziału energii OZE w roku 2020 może być zagrożone, jeżeli nie zostaną podjęte działania korygujące.

reklama



Rys. 1. Szacunkowy poziom kosztów inwestycyjnych (na kWp) dla wybranych kluczowych technologii OZE [2]

Wartość zainstalowanej mocy farm wiatrowych w Polsce w 2016 roku wyniosła 5,7 GW (co plasuje Polskę na 7 miejscu w UE). Dla porównania moc zainstalowana w krajowym systemie energetycznym wynosiła 41,4 GW. W Europie w 2016 roku zainstalowana moc farm wiatrowych wynosiła 153,7 GW, a potencjał farm wiatrowych wyprzedził łączne moce elektrowni węglowych [3].

Jak wynika z tabeli 1, spośród źródeł energii elektrycznej OZE fotowoltaika cechuje się najszybszym czasem wykonania inwestycji, a typowy czas jej realizacji zwykle nie przekracza 1 roku. Przy czym koszt jej realizacji jest najmniejszy w porównaniu do innych źródeł OZE i będzie dalej się zmniejszał (bez uwzględnienia dotacji na inwestycje). W końcu roku 2017 w Polsce koszt instalacji fotowoltaicznej małej mocy (np. 40 kWp), bez uwzględniania dotacji, wynosił ok. 4–5 tys. PLN na 1 kW (1 kWp), co daje jej zwrot kosztów po ok. 8 latach, przy założeniu stałej ceny za 1 kWh = 0,65 PLN i produktywności ok. 950 kWh/1 kWp/rok.

Biorąc pod uwagę koszty inwestycji (rys. 1), jak i czas jej wykonania (tabela 1), energia słoneczna jest obok energii wiatrowej atrakcyjnym źródłem OZE do zastosowań w układach hybrydowego zasilania przemysłowych napędów przekształtnikowych. Zmniejszenie zużycia energii konwencjonalnej na potrzeby transportu wewnątrzzakładowego może znacząco przyczynić się do realizacji celu określonego w KPD na 10,14% udziału energii OZE w transporcie. Uzyskanie bezwrotnych dotacji na te inwestycje przyczyni się do uzyskania taniej czystej energii do realizacji transportu wewnątrzzakładowego. Niskonapięciowe siniki indukcyjne powierzchniowych przenośników taśmowych w zakładach górnictwa powierzchniowego osiągają moce rzędu 0,5 MW [6]. Udział energii elektrycznej zużywanej na transport przenośnikami taśmowymi to często prawie 50% całej energii elektrycznej zużywanej przez zakład górniczy i może stanowić nawet 15 GWh/miesiąc [7]. Jak przedstawiono na rys. 1, jednostkowe koszty (Eur/kW) budowy elektrowni fotowoltaicznej ciągle się obniżają i osiągają już poziom rzędu 4000 PLN/kWp, co w efekcie skutkuje w Polsce roczną produkcją rzędu 1000 kWh/kWp. Wyższy o ok.

Tabela 1. Szacunkowe czasy realizacji projektów dla poszczególnych technologii produkcji energii elektrycznej z OZE (lata) [2]

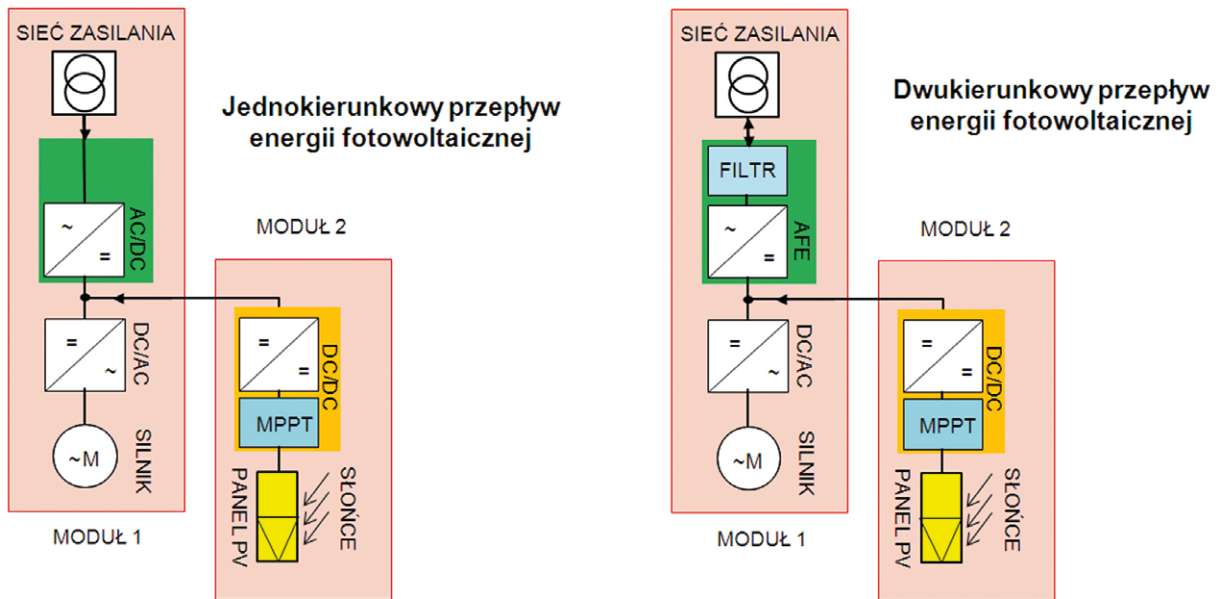
| | Szybka realizacja | Wolna realizacja |
|------------------|-------------------|------------------|
| Wiatr na lądzie | 2 | 4 |
| Wiatr na morzu | 3 | 6 |
| Fotowoltaika | 1 | 2 |
| Biogaz | 2 | 4 |
| Energetyka wodna | 3 | 6 |
| Biomasa | 2 | 4 |

20% jest dziś koszt budowy elektrowni wiatrowej w stosunku do elektrowni fotowoltaicznej. Niemniej nowelizacja ustawy OZE z 20 maja 2016 roku (zapisy odległościowe i podatkowe) praktycznie uniemożliwia budowę lądowych elektrowni wiatrowych w Polsce. Dziś elektryczna energetyka słoneczna wydaje się być najbardziej korzystną inwestycją w energetykę OZE w zakładach górniczych stosujących transport urobku przenośnikami taśmowymi. W tabeli 2 przedstawiono szacunkowy czas wybudowania elektrowni OZE zależnie od zastosowanej technologii. Z tabeli 2 wynika, że elektrownia fotowoltaiczna ma najszybszy czas realizacji inwestycji (ok. 1 roku), natomiast inne technologie wymagają kilkukrotnie dłuższych czasów realizacji inwestycji w stosunku do fotowoltaiki.

Dążenie do wspomaganie zasilania instalacji transportowej energią OZE jest w Polsce o tyle ułatwione, że krajowy system energetyczny, który jest oparty na elektrowniach węglowych, może z powodzeniem buforować zmienność warunków środowiskowych dla produkcji energii ze źródeł OZE.

Zasilanie źródłami OZE napędów przekształtnikowych

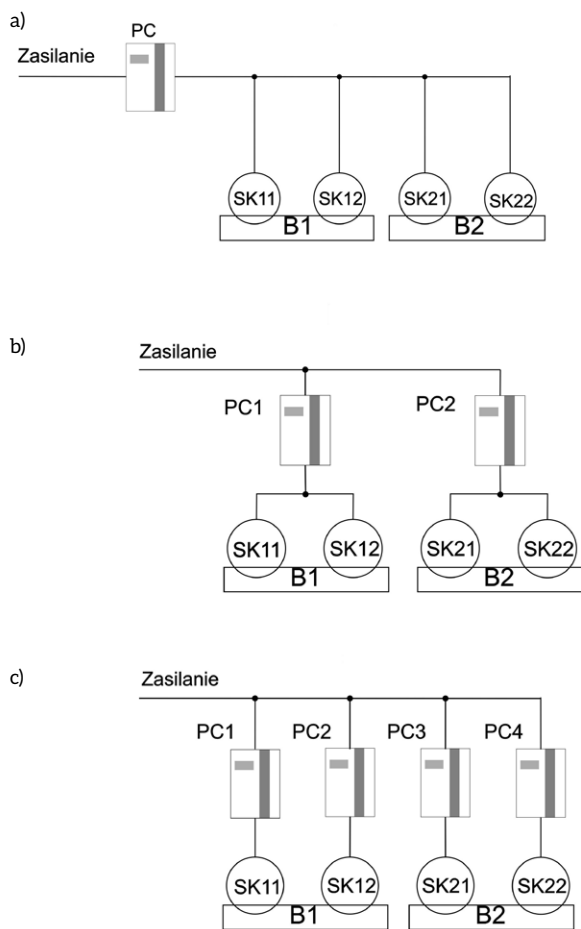
Stosowanie odnawialnych źródeł energii, np. farmy fotowoltaicznej ($P_{PV} = 1 \text{ MWp}$ produktywność roczna, ok. 1 GWh) czy turbiny wiatrowej ($P_{TW} = 1 \text{ MWp}$ o produktywności rocznej osiągającej nawet 3 GWh) do wspomaganie zasilania napędu przekształtnikowego, jak na rys. 2, jest obecnie intensywnie



Rys. 2. Wspomaganie zasilania przemienników częstotliwości zieloną energią z wykorzystaniem dodatkowych przekształtników sprzęgających DC/DC (MPPT – ang. *max power point tracking*)

reklama

reklama



Rys. 3. Konfiguracje napędów z napięciowymi przekształtnikami częstotliwości: a - konfiguracja napędu zapewnia bezstratny płynny rozruch i płynną regulację prędkości taśmy przenośnika; b - konfiguracja napędu zapewnia, dodatkowo w stosunku do konfiguracji z rys. 3 a, niezależną regulację prędkości obrotowej poszczególnych bębnow napędowych taśmy i jednakowe obciążenie mechaniczne tych bębnow; c - konfiguracja napędu zapewnia, dodatkowo w stosunku do konfiguracji z rys. 3 a i 3 b, niezależną regulację prędkości każdego silnika i ich jednakowe obciążenie mechaniczne

rozwijane [2]. W tym przypadku nie ma potrzeby stosowania zasobników energii dla zapewniania poprawnej pracy napędu. Przekształtnik AFE (ang. *Active Front End*) z falownikiem w obwodzie wejściowym umożliwia dwukierunkowy przepływ zielonej energii prądu stałego, czyli przy jej nadmiarze może ją przekształcić w napięcie przemiennie, które zostanie przesłane do systemu energetycznego. Można w uproszczeniu stwierdzić, że przemysłowe przekształtniki energoelektroniczne to urządzenia przystosowane do zasilania zieloną energią ich obwodów stałonapięciowych i do jej przetwarzania oraz przesyłania do obciążenia lub sieci elektroenergetycznej.

Dzisiaj są już dostępne przekształtniki napięcia stałego na napięcie stałe (DC/DC), które zapewniają odpowiednią wartość napięcia stałego na szynie DC zasilanego przekształtnika niezależnie do chwilowej wartości tego napięcia po stronie źródła zielonej energii, czy też zasobnika elektrochemicznego [5].

Hybrydyzacja zasilania stacji napędu taśmy w przenośnikach taśmowych

Przedstawione propozycje wykorzystania powszechnie stosowanych w polskim przemyśle napięciowych przekształtników częstotliwości do absorbowania wytworzonej w zakładzie przemysłowym energii OZE mogą znacząco i szybko poprawić udział zielonej energii wykorzystywanej na potrzeby wewnętrzne zakładu, w szczególności powierzchniowego zakładu górniczego, np. kopalni węgla brunatnego.

Specyfiką zakładów górnictwa odkrywkowego jest praca na dużych obszarach zabezpieczonych pod działalność górnictw. Długie ciągi KTZ (koparka – taśmociąg – zwałowarka), w których przekształtnikowe stacje napędu taśmy przenośnika można wspomagać energią elektryczną ze źródeł OZE.

Przykładowe rozwiązania napędów taśmy przenośników taśmowych wykorzystujących napięciowe przekształtniki częstotliwości przedstawiono na rys. 3.

Dodatkowe informacje przedstawiające zalety i wady rozwiązań przedstawionych na rys. 3 można znaleźć w literaturze [6]. Na potrzeby tego opracowania można stwierdzić, że napędy o konfiguracji z rys. 3 a najczęściej spotykane są w przenośnikach z małą długością taśmy, konfiguracja z rys. 3 b stosowana jest dla przenośników o długości taśmy do kilkuset metrów, dla przenośników o długiej taśmie rzędu kilku kilometrów stosowana jest konfiguracja napędu z rys. 3 c.

Źródła OZE można lokalizować doraźnie (farmy fotowoltaiczne nie są na stałe związane z gruntem) w bliskim sąsiedztwie stacji napędowych przenośników poza obszarem działalności górnictw. W zakładach górniczych transportujących urobek przenośnikami taśmowymi ok. 50% energii elektrycznej jest wykorzystywane na zasilanie tych przenośników. Są tu potencjalnie duże możliwości ograniczenia zużycia energii konwencjonalnej i wykorzystania energii OZE [4]. Innym, nie mniej ważnym obszarem wykorzystania energii OZE do wspomaganie jest zasilanie przekształtników napędowych układów pompowych odwadniających odkrywkę górnictw, gdyż na odwodnienie przeznaczane jest nawet blisko 20% energii zużywanej w kopalni odkrywkowej.

Podsumowanie

Nie ma dziś technicznych ograniczeń do stosowania wspomaganie zasilania przekształtnikowych stacji napędowych przenośników taśmowych ze źródeł energii elektrycznej typu OZE (hybrydyzacja) z jednoczesnym podłączeniem przekształtnika do elektroenergetycznej sieci przemysłowej z energią uzyskaną poprzez spalanie węgla. Istnieje już pilna konieczność zwiększenia udziału energii z OZE we wszystkich zakładach przemysłowych ze względu na politykę UE, braki wody i zmiany klimatu.

Otoczenie prawne i ekonomiczne dla tych działań jest coraz bardziej korzystne. Można rozważać dalsze działania, jak np.: całkowite zlikwidowanie opustów (pobieranie 20% lub 30% energii OZE za jej magazynowanie w sieci elektroenergetycznej) w instalacjach prosumenckich o mocach do 40 kWp czy zniesienie akcyzy dla energii OZE zużywanej na potrzeby własne przez zakłady produkcyjne, niezależnie od mocy źródeł OZE. Na podstawie § 5 ust. 1 rozporządzenia ministra rozwoju i finansów z 24 lutego 2017 r. w sprawie zwolnień od podatku


akcyzowego (Dz.U. z 2017 r., poz. 430; dalej: rozporządzenie), zwalnia się od akcyzy zużycie energii elektrycznej (ze źródeł OZE zużywanej na potrzeby własne – przyp. autora) wyprodukowanej z generatorów o łącznej mocy nieprzekraczającej 1 MW przez podmiot, który zużywa tę energię.

Niemniej istnieje potrzeba zintensyfikowania działań na rzecz pozyskania zielonej energii – energii słonecznej i wiatrowej – dla potrzeb własnych, także w zakładach górniczych. Są techniczne możliwości doprowadzenia energii prądu stałego wprost do obwodu pośredniego napędowego przekształtnika częstotliwości, np. w stacjach napędowych przonośników o regulowanej prędkości taśmy czy napędach układów pompowych.

Podnoszenie świadomości zarządów zakładów produkcyjnych, w tym zakładów górniczych, o konieczności ograniczenia wykorzystywania dla potrzeb własnych tradycyjnie wytwarzanej energii cieplnej i elektrycznej, może się przyczynić do funkcjonowania kopalń węgla brunatnego i kamiennego jako zakładów przyjaznych środowisku przy jednoczesnym zabezpieczeniu odpowiedniego poziomu wydobycia węgla dla węglowych zakładów energetycznych. Energetyka węglowa jeszcze przez wiele lat będzie nam towarzyszyła, choć jej złoty okres w Europie i w Polsce, wydaje się, że przeminął z upływem XX wieku.

Literatura

- [1] KPMG: Pakiet zimowy Komisji Europejskiej, 30 listopada 2016.
- [2] ECOFYS, Luis Janeiro (Ecofys), Gustav Resch (TU Wien): Prognoza realizacji celu OZE 2020 dla Polski. Raport końcowy. Numer projektu: EPODE1700, 2017.
- [3] PSEW: Stan energetyki wiatrowej w Polsce w 2016 roku, 2017.
- [4] MEHLMANN G., SCHIRMER F., ZEUSS M., HEROLD G.: *DC/DC converters as linkages between photovoltaic plants and module integrated multilevel-inverters*, ICREPQ'11, 2011.
- [5] Danfoss: Hybridization – perfectly balancing supply and demand, 2017.
- [6] SZYMAŃSKI J.: *Wdrożone projekty przekształtnikowych napędów jezdnych maszyn roboczych i napędów głównych przonośników taśmowych o regulowanej prędkości taśmy górnictwa powierzchniowego*. „ElektroInfo” 10/2017.
- [7] SZYMAŃSKI J.: *Napęd przekształtnikowy w górnictwie i przemyśle wydobywczym*. „Przegląd Elektrotechniczny” 9/2009.

 dr hab. inż. Jerzy R. Szymański – prof. Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu

artykuł recenzowany

reklama

reklama