

LIŚTOPAD - GRUDZIEŃ 2012

NAKLAD 1500 EGZ. • ISSN 1426-6210

ZIELONA PLANETA



Polski Klub Ekologiczny
Dwumiesięcznik Okręgu Dolnośląskiego



6(105)

ZIELONA PLANETA

Kolegium redakcyjne:

Włodzimierz Brząkała

Krystyna Haladyn - redaktor naczelna

Maria Kuźniarz

Aureliusz Miklaszewski

Maria Przybylska-Wojtyszyn

Bogusław Wojtyszyn

Korekta:

Maria Przybylska-Wojtyszyn

Opracowanie graficzne:

Bogusław Wojtyszyn

Układ typograficzny i łamanie:

Marcin Moskała

Wydawca:

Polski Klub Ekologiczny

Okręg Dolnośląski

ul. marsz. J. Piłsudskiego 74

50-020 Wrocław

Adres redakcji:

51-630 Wrocław

ul. J. Chelmońskiego 12, P-5

<http://www.ekoklub.wroclaw.pl/>

e-mail: klub@eko.wroc.pl

tel./fax (+48) 71 347 14 45

tel. (+48) 71 347 14 44

Konto bankowe:

69 1940 1076 3008 5822 0000 0000

(Credit Agricole Bank – Wrocław)

Wersja internetowa czasopisma:

<http://www.ekoklub.wroclaw.pl>

<http://www.esd.pl/zplaneta>

Redakcja zastrzega sobie prawo wprowadzenia skrótów w tekstach autorskich.

Za zawartość merytoryczną tekstów odpowiadają autorzy.

Przedruk lub inny sposób wykorzystania materiałów za wiedzą i zgodą redakcji.

Obsługa poligraficzna:

ESD-Drukarnia

ul. Paczkowska 26

50-503 Wrocław

Nakład: 1500 egz.

ISSN 1426-6210

SPIS TREŚCI

FORUM EKOLOGICZNE

Wojna prądów – początek drugiego starcia – <i>Jacek Malco</i>	3
Ustawa o odnawialnych źródłach energii – nadzieja i obawy – <i>Aureliusz Miklaszewski</i>	7
Roślinność wybrzeża Bałtyku – <i>Karolina Konopska, Michał Śliwiński</i>	10
Małe elektrownie wiatrowe lokalnym źródłem energii. Cz. I. Energia strumienia powietrza – <i>Henryk Wojciechowski</i>	14
Pierwsza w Polsce pasywna szkoła w Budzowie – <i>Marek Janikowski</i>	19
Ekologiczne osiedle w Amsterdamie – <i>Bogusław J. Wojtyszyn</i>	22

PREZENTACJE

Buczyny w Polsce – <i>Michał Śliwiński</i>	24
--	----

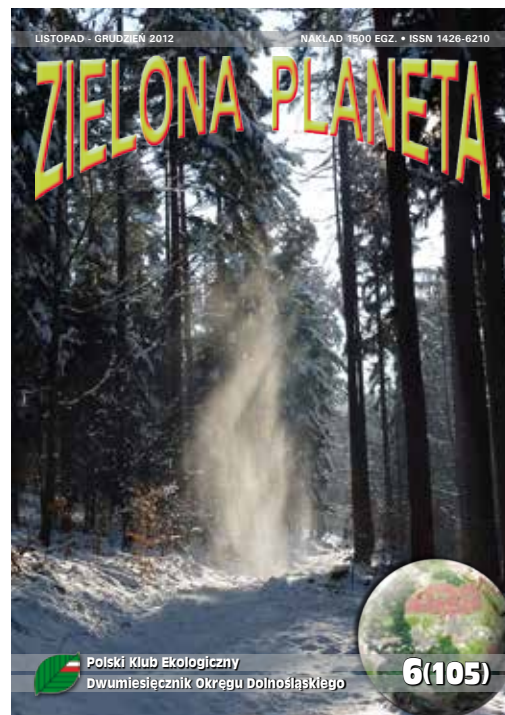
EKOFELETON

Kara Boska – <i>Maria Kuźniarz</i>	26
--	----

Opinie wyrażone w artykułach nie są jednoznaczne ze stanowiskiem Redakcji.

*Radosnych i spokojnych Świąt Bożego Narodzenia,
a w Nowym 2013 Roku – dużo zdrowia i szczęścia,
sukcesów w życiu osobistym i zawodowym
oraz satysfakcji z działalności na rzecz ochrony środowiska
- wszystkim Klubowiczom i Czytelnikom*

*życzy Zarząd OD PKĖ
i Kolegium Redakcyjne „Zielonej Planety”*



„Zimowy krajobraz”, fot. Aureliusz Miklaszewski

Publikacja dofinansowana ze środków:
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Opolu,
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu,
Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Brzegu.

WOJNA PRĄDÓW

POCZĄTEK DRUGIEGO STARCIA

JACEK MALKO

Ostatni w roku 2012 numer prestiżowego dwumiesięcznika Stowarzyszenia Elektroenergetyków (PES¹) Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE²) – Power & Energy Magazine, niemal w całości (łącznie z „artykułem okładkowym” - Cover Story), poświęcony jest zjawisku powrotu komercyjnej koncepcji prądu stałego.

Wprowadzenie

Zeszyt otwiera wprowadzenie do tematyki przez komentatora naukowego Mel Olkiena [1], zaś artykuł programowy Gregory F. Reeda [2] omawia historię technologii stałoprądowych oraz przyczyny ich renesansu. Szerzej stan rozwoju wysokonapięciowych technologii przesyłu prądu stałego (HVDC³) przedstawia Ram Adapa [3]. Wysznułe wnioski podkreślają dynamikę konwersji z aplikacji przemiennoprądowych na stałoprądowe wysokich i niskich napięć, o zdolnościach przesyłu 600 MW i więcej. Ponadto, opanowanie technologii przekształtników wielopoziomowych czyni HVDC atrakcyjnym rozwiązaniem dla integracji zasobów rozproszonych i sieci inteligentnych („smart”). Artykuł Petera Lundberga i współautorów [4] omawia projekty HVDC dla integracji rozproszonych wiatrowych źródeł morskich z lądową siecią przesyłową Europy i USA. Projekt wykorzystuje platformy o budowie modułowej, stanowiące „huby” dla lokalizacyjnie odległych farm wiatrowych, a łączy stałoprądowe typu „od punktu do punktu” mogą być wbudowane do sieci HVDC. W fazie budowy znajduje się kilka projektów o mocach gigawatowych. Artykuł Rajata Majumdera i współpracowników [5] stwierdza, iż systemy HUDC oferują sporo zalet w rozwiązywaniu narastającego problemu transferu wielkich mocy na duże odległości skali

transkontynentalnej. Systemy stałoprądowe, jako integralna część infrastruktury sieci elektroenergetycznych, zapewniają elastyczność pracy, sterowalność i korzyści ekonomiczne. Guy Allee i Wiliam Tschndi rozważają problem, podstawowy dla operatorów ośrodków przetwarzania danych: jak zapewnić dostateczną zdolność obliczeniową i wystarczające chłodzenie urządzeń [6]. Okazuje się, że potrzeby własne takich ośrodków w r. 2006 wynosiły ok. 1,5 % całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w USA, co odpowiada potrzebom ok. 5,8 miliona odbiorców komunalno-bytowych w tym kraju. Przejście sieci dystrybucyjnych na rozwiązanie 380 V prądu stałego (DC), powoduje większą efektywność wykorzystywania energii (o 10%), obniża koszty inwestycyjne (o 15%), zmniejsza zajętość terenu (o 25%) i redukuje koszty zainstalowania (o 20%). Rozwiązania stałoprądowe (240 – 280 VDC z przejściem na 380 VDC) są w ośrodkach przetwarzania danych rozważane jako wielce obiecujące w programach rozwojowych Japonii i Chin.

Brian T. Patterson w swym artykule [7] przypomina upadki i wzloty stałoprądowej infrastruktury sieciowej. Obserwowany powrót prądu stałego wykazuje jego zdolność do przebudowy świata raz jeszcze. Jest rzeczą naturalną, iż zalety prądu stałego (DC) ujawniają się w rozwiązaniach sieci inteligentnych ograniczonych terytorialnie („mikrogridowych”), nie powtarzających wzorców z przeszłości. „Zagregowane i stale rosące wykorzystywanie komunikacji elektronicznej, pojazdów elektrycznych, energoelektroniki, napędów elektrycznych,

nowej generacji techniki oświetleniowej, układów sterowania i elektroniki osobistej – w powiązaniu z rosnącym stosowaniem „czystych” technologii wytwarzania energii elektrycznej, rozprowadzanej przez sieci stałoprądowe – to są elementy powodujące drastyczne odejście od dotychczasowych wzorców w łańcuchu wytwarzanie – transport – użytkowanie. Czas na prawdziwą innowacyjność nowego wieku elektryczności” [7]. Gregory F. Reed i współautorzy [8] zwracają uwagę na nowy obszar wzajemnego przenikania się technologii na przykładzie współpracy statków o dużej ładowności (masowce, kontenerowce) i znaczącym stopniu zelektryfikowania z lądowym systemem elektroenergetycznym portu. Nowoczesne statki napęd realizują przez umieszczone obrotowo w gondolach silniki elektryczne, zwiększające zdecydowanie manewrowość jednostki i komfort obsługi. Przemiany architektury wielkich statków zachodziły stopniowo: od wprowadzenia systemów elektrycznych prądu stałego do średnionapięciowej infrastruktury DC, wypełniającej istniejącą lukę pomiędzy sektorami przesyłu i dystrybucji. Znacząca moc układu napędowego i możliwości jej wyprowadzenia „na ląd” czyni możliwym wspieranie sieci na lądzie nie tylko w sytuacjach zagrożeń, realizując zasadę „Vehicle to Grid” (V2G⁴), znaną z koncepcji współpracy samochodów elektrycznych z elektroenergetyczną siecią dystrybucyjną.

Komentarzem do tych swoistych „studiów przypadku” jest artykuł Petera Fairleya, stałego współpracownika czasopi-

1. PES - Power & Energy Society - Stowarzyszenie Mocy i Energii (sekcja IEEE)

2. IEEE - Institute of Electrical and Electrical Engineers - Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników

3. HVDC - High Voltage Direct Current - Prąd Stały Wysokiego Napięcia

4. V2G - Vehicle to Grid - przepływ od pojazdu do sieci

sma P&E i autora rubryki „in my view”, podsumowującej zasadniczy temat bieżącego numeru. Fairley nawiązuje zatem do „pierwszej wojny prądów” („first war of currents”), rozegranej pomiędzy stronnikami Edisona i Tesli/Westinghouse’a, optującymi za koncepcją bądź stało – bądź przemiennoprądową. Z wielu dość oczywistych względów zwyciężyła na całym świecie nowatorska wówczas myśl Nicoli Tesli, wsparta kapitałem jego partnera biznesowego, a dzisiejsza nowa „druga wojna prądów” i coraz więcej odkrywanych zalet DC, stanowi rewanż z za grobu Thomasa Edisona. Wiele faktów wskazuje na to, że prąd stały może znów płynąć przez sieci dystrybucyjne, dostarczające energię elektryczną do odbiorców końcowych, a dość zaskakująca jest informacja, iż „już dziś blisko 30% wytworzonej mocy przepływa przed jej wykorzystaniem przez stałoprądowe elementy przetworników energoelektronicznych” [2].

Technologie stałoprądowe versus przemiennoprądowe

W kontekście przypadków szczególnych, obrazujących różnorodność obszarów, na których zachodzi konkurowanie technologii stało- i przemiennoprądowych, interesujące uwagi przynosi próba uogólnienia, sformułowana w [2].

„Stały rozwój systemów DC zarówno po stronie popytowej jak i podażowej jest nieunikniony. Czas najwyższy, by rozpocząć w sposób bardziej strategiczny wykorzystywanie przewagi DC nad AC (prąd przemienny) w całym systemie i rozpoznać zalety hybrydowej infrastruktury AC/DC⁵. Westinghouse i Edison byliby dumni, widząc nasze sukcesy w zmieniającym się świecie energii elektrycznej. Z pewnością zwrot do prądu stałego uszczęśliwiłby Edisona (...) Jest to z pewnością przypuszczenie prawdziwe, ale co pomyślałby Westinghouse? Osobiście sądzę, że był on przede wszystkim biznesmem i ostatecznie doceniłby wartość dzisiejszej propozycji, by zwrócić się racjonalnie do koncepcji stałoprądowej” [2].

Zastosowania DC są niezmiernie różnorodne, ale niemal wszystkie obiecują ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną i łatwiejszą integrację zasobów odnawialnych w systemie. Sporo przypadków, potwierdzających te zalety DC znaleźć można chociażby na obszarze aglomeracji San Francisco w USA [9]. Przykładem pierwszym może być położony w roku 2010 kabel HVDC o długości 53 mil, łączący brzegi zatoki (Trans Bay Cable). Ułożenie kabla na dnie zatoki ułatwiło transfer z Pittsburga (Calif) do San Francisco, z gęstą zabudową aglomeracji miejskiej, a użycie prądu stałego skutkuje znacznie słabszym polem elektromagnetycznym niż w przypadku AC, co zmniejsza straty przesyłowe. Zastosowanie terminali przekształtnikowych, wykorzystujących technologie skomercjalizowane w latach 90-tych, umożliwia przesył 400 MW, zwiększając stabilność pracy rozbudowanej infrastruktury sieci AC. Linia stałoprądowa zapewniła coś więcej niż tylko dostawę energii. Trans Bay umożliwił wycofanie z eksploatacji elektrowni Portero, w której blok z lat 60-tych był największym pojedynczym źródłem emisji do atmosfery San Francisco.

Przykład drugi nie jest tak imponujący pod względem oferowanej mocy, ale zapewnia dostarczenie energii bezpośrednio do miejsca jej zapotrzebowania. Dachy wysokościowców w przywoływanym przypadku, pokryte są panelami słonecznymi (przeszło 2600 modułów fotowoltaicznych), zapewniającymi ponad 18 MWp, przetwarzanych na prąd przemienny bezpośrednio dla lokalnych odbiorców. Nadmiar jest kierowany do sieci i zaspokaja potrzeby w sąsiedztwie. Wytwarzanie mocy „in situ” w ciągu godzin pracy (gdy na ogół obserwowane jest obciążenie szczytowe) zmniejsza obciążenia w sieciach dystrybucyjnych. Co więcej istnieje nadal możliwość instalowania paneli fotowoltaicznych, pomimo powszechniej opinii o San Francisco jako mieście mgieł. Studia Kalifornijskiej Komisji ds. Energii (CEC) wskazują na teoretyczny potencjał fotowoltaiki rzędu 500 MW, co jest wartością dostateczną dla zaspokojenia 1/3 potrzeb odbiorców komu-

nalno-bytowych metropolii. Nawet słynna, więzienna wysepka Alcatraz, niepołączona z siecią dystrybucyjną, wykorzystuje własną generację solarną, zintegrowaną z bateryjnym układem magazynowania energii. Panele PV o mocy szczytowej 307 kW współpracują z zespołem akumulatorów o pojemności 2000 Ah, zmniejszając zależność od prądnic, napędzanych silnikami wysokoprężnymi, które były jednym źródłem energii elektrycznej na wyspie do lat 70-tych ubiegłego stulecia. Służba Parków Narodowych USA (US National Park Service), zarządzająca Alcatraz, oczekuje, iż czas pracy agregatów prądotwórczych zostanie wkrótce ograniczony o 60%, co spowoduje ograniczenie emisji CO₂ o ok. 340 t/rok.

Zacytowane przykłady ekspansji technologii stałoprądowych nie wyczerpują chłonności rynku, a zapowiadane inwestycje zwielokrotnią skalę zastosowań DC. Najnowszą rolą do spełnienia przez prąd stały jest zasilanie samochodów elektrycznych (EVs-Electric Vehicles). W lipcu 2012 roku spółka zależna koncernu Volkswagen („ECO-tality”), otworzyła w północnej Kalifornii publiczną stację ładowania baterii. Układy zasilania DC o mocach po 90 kW zdolne są do naładowania baterii w ciągu ~ godziny; przy konwencjonalnej ładowarce musiałyby to trwać 3 ÷ 8 godzin. Takie osiągi stanowią nie tylko ułatwienie eksploatacyjne: jest to w istocie potencjalne rozwiązanie „problemu z zasięgiem” samochodów elektrycznych – największą przeszkodą w szerokim ich rozpowszechnianiu. Zdolność do doładowania akumulatorów w czasie raczej minut niż godzin, oznacza dla użytkownika EVs, iż nie musi się on już obawiać utknięcia w drodze z rozładowanym akumulatorem.

Oczywiście San Francisco jest mikro-systemem dość specyficznym, a przytoczone przykłady zastosowań DC są tylko zwiastunami rozpowszechniania powracającej technologii, a zachodzące rewolucyjne zmiany są już zjawiskiem szerokim i powszechnym:

- systemy HVDC wykorzystujące kable podmorskie prądu stałego – w rodzaju kabla Trans Bay- w coraz większym

5. DC/AC - Direct Current/Alternating Current - przejście z prądu stałego na przemienny



Linie wysokiego napięcia w krajobrazie, fot. Krystyna Haladyn

stopniu służą do wyprowadzenia mocy z europejskich farm wiatrowych;

- konwencjonalne kable HVDC integrują szeroko rozbudowaną infrastrukturę Chin, uzyskując korzyści niskiej rezystancji kabli DC (a zatem i obniżonych strat mocy) przy przesyłach na odległość tysięcy kilometrów. Podobnie jak w przypadku linii HVDC, przesyłającej 31 GW mocy, generowanej w hydroenergetyce północno-zachodniej Kalifornii, Chiny wykorzystują nowoczesne rozwiązania linii o napięciu 750 i 800 kV dla przesyłu mocy rzędu gigawatów z odległych elektrowni wodnych i wiatrowych do rozwijających się miast wschodniego wybrzeża;
- niskonapięciowe systemy oświetlenia stałoprądowego wykorzystują centralne stacje prostownicze o wysokiej sprawności dla zminimalizowania strat energii, występujących w procesie przekształcania AC/DC i vice versa;
- urzędy standaryzacyjne Japonii, Europy i Ameryki Płn. stosują obwody 380

VDC dla rozdzielania energii w budynkach użyteczności publicznej. Zapewnia to obniżenie strat, wynikających z zakłóceń w pracy czułego i energochłonnego wyposażenia, w rodzaju ośrodków przetwarzania danych, czemu w znacznej mierze sprzyja scentralizowanie AC/DC oraz eliminacja pasożytniczych cykli wielokrotnych inwersji przy ładowaniu akumulatorowych instalacji rezerwowania mocy.

Można mnożyć podobne przypadki o zróżnicowanej skali i ważności. Przykładowo projektanci przystąpili do konstruowania układów sieci HVDC dla lepszego powiązania narodowych systemów w Europie i wyprowadzenia mocy z farm wiatrowych, zlokalizowanych w akwencie Morza Północnego. Projekty wspierane przez Komisję Europejską koncentrują wysiłki podstawowych firm branży energetycznej – takich jak ABB czy Siemens – dla dostarczenia aparatury łączeniowej i zabezpieczającej. Jeżeli prace te zakończą się suk-

cesem, produkt końcowy będzie syntezą sieci DC i sterowania rozpiętymi w liniach HVDC, co gwarantować winno mniejszą czułość na zdarzenia katastrofalne niż w połączonych sieciach przemiennoprądowych.

Rozwój systemów DC będzie szczególnie interesujący, gdy konstruktorzy będą mogli zaoferować ich hybrydyzację. Przykładem może być rozwiązanie, łączące obwody stałoprądowe biurowca z panelami solarnymi na jego dachu i zapewniające pokrycie potrzeb własnych (serwerownie, oświetlenie) oraz zasilanie stacji ładowania samochodów osobowych w garażu, zastosowane w budynku Uniwersytetu stanu Colorado w Boulder. W fazie końcowej znajduje się przygotowanie takich mikro-sieci DC, a kluczowym elementem tego rozwiązania jest dwukierunkowy przekształtnik AC/DC, umożliwiający współpracę lokalnych źródeł stałoprądowych z elementami odbiorczymi oraz zarządzanie wymianą mocy z elektroenergetyczną siecią AC dla odprowadzenia nadmiar-

wej generacji oraz pobieranie dodatkowej mocy w przypadku, gdy lokalne źródła pozasystemowe okażą się niewystarczające.

Gdy słońce oświetla panele fotowoltaiczne, ich moc stałoprądowa zasila bezpośrednio odbiorniki stałoprądowe, eliminując cykl przetwarzania DC/AC, marnotrawiący ok. 10% generowanej energii. Modułując obciążenia DC przekształtnik może zapewnić pożądane parametry zasilania i pełnić usługi regulacyjne w sieci. Zastosowane wyposażenie będzie lepiej wykorzystywane obciążeniowo przez ograniczenie dobowych okresów „stand by”, typowych dla przekształtnika pracującego automatycznie przy współpracy z systemem solarnym lub stacją ładowania.

Przewidywać można rozwój rynku konsumenta dla mikrosieci, zasilających pojedyncze domy jednorodzinne lub nawet mieszkania w zabudowie wielkomiejskiej, co powoduje psychologiczny efekt poczucia niezależności od rozbudowanej infrastruktury sieciowej („living off-grid”). Innym zastosowaniem może być kolejny krok wykorzystania technologii „plug-in” dla pojazdów elektrycznych, a obszar technik zastosowań rozszerza się wraz z każdą nową ofertą producentów samochodów. Nie należy się zrażać tym, że konieczne elementy: dachowe panele fotowoltaiczne, wyposażenie dla stacji ładowania DC, zaawansowane konwertery a nawet akumulatory dla zminimalizowania zależności od sieci elektroenergetycznych, generują koszty, co sprawia, że domowa mikro sieć nie będzie zasadna z ekonomicznego punktu widzenia (w warunkach stałości cen energii elektrycznej z sieci i paliw silnikowych). Podobnie jak samochody hybrydowe, dla których obniżenie ceny zakupu jest na ogół mniejsze niż efekt oszczędności paliwa i niezbędnego wyposażenia dodatkowego; mikrosieci domowe można traktować jako brak zgody na „status quo”. Przez maksymalizację niezależności uzyskuje się zdystansowanie od tradycyjnych zasobów energii w rodzaju kanadyjskich łupków ropośnych, obciążonej ryzykiem energetyki jądrowej oraz emitujących zanieczyszczenia elektrowni węglowych.

Bariery

Cechą układów stałoprądowych jest nieciągły charakter wytwarzania w oparciu o wykorzystywane w nich technologie. Ładowarki w rodzaju ECotality mogą zachwiać zaufanie konsumenta do samochodów elektrycznych (EVs), przedłużając niepożądaną i trwającą od stulecia dominację silników spalinowych. Z kolei budowa komercyjnych systemów stałoprądowych (takich jak kabel Trans Bay w Zatoce San Francisco) jest wyzwaniem dla przedsiębiorstw energetycznych, korzystających z lokalnych sieci AC. Wracając do pierwszej, historycznej fazy rozwoju elektroenergetyki stałoprądowej można stwierdzić, iż wyposażenie DC znów zapewnia dostawę energii od źródeł wysokonapięciowych do konsumentów (HVDC) i „domowych” obwodów 380 VDC. Podsektor dystrybucji DC daje możliwość zlikwidowania luki pomiędzy tymi dwoma napięciami, obiecując nowy poziom osiągniętej efektywności.

Niektóre z niezbędnych technologii już istnieją: przedstawiciele spółek dystrybucyjnych są przekonani, że technologie przekształtników energoelektronicznych są tym właśnie elementem, który zastąpi transformatory przemiennoprądowe i które przesądziły o kierunku rozwoju elektroenergetyki na całe stulecie. Konwertery DC/DC zdolne są, wykorzystując raczej technologie „solid-state” niż cewki miedziane i magnesy, do regulacji napięcia w górę i w dół. Transformacja od wysokiego napięcia do napięcia odbiorcy detalicznego 120 V, może okazać się efektywniejsza o rząd 5%. Występuje to głównie na skutek eliminacji przepływów mocy biernej. Nowe obwody dystrybucyjne DC mogą pojawić się w najbliższym pięcioleciu. Warunkiem jest opanowanie technologii podwyższania napięcia dla transformatorów DC w domenie napięciowej i prądowej. Półprzewodniki na bazie krzemu mogą być tu pomocne z uwagi na zdolność przenoszenia znacznych mocy. Trwałe i dostępne łączniki krzemowe dla napięć poziomu dystrybucyjnego DC, mogą zapewnić sprawność

rzędu 96-97% i odporność na temperatury 200°C i wyższe.

Oczywiście nowe technologie muszą znacząco przewyższać osiągnięcia swych zdomowionych na rynku poprzedników i ta reguła obowiązuje także w obszarze dystrybucji stałoprądowej. Zastosowanie nowych elementów energoelektronicznych wraca do obszaru prądu przemiennego, np. w postaci elementów, poprawiających osiągnięcia elastycznych systemów przesyłu przemiennoprądowego (FACTS⁶) i zapewniających zwiększoną stabilność oraz sterowanie rozplływami w sieciach AC.

Jak więc obserwujemy początek nowej wojny prądów. Będzie ona zapewne trwać przez dziesięciolecia gdyż wielki skok technologii DC dotyczy również konkurencyjnych technologii AC, co nie rokuje rychłego rozstrzygnięcia.

PROF. JACEK MALKO

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

Literatura

1. M. Tolken: From the Editor – The Solution May – Be DC. IEEE Power&Energy Magaz., Vol. 10, nr 6 Nov./Dec. 2012
2. G.F. Reed: Guest Editotial – DC technologies. IEEE Power&Energy Magaz. Vol. 10 Nr 6 Nov/Dec. 2012
3. R. Adapa: High – Vire Act. IEEE Power&Energy Magaz. Vol. 10 Nr 6 Nov/Dec. 2012
4. P. Lundberg, M. Callavik, M.Bahrman, P.Sandberg: Platforms to Charge. IEEE Power&Energy Magaz., Vol. 10 Nr 6 Nov./Dec. 2012
5. R. Majumder, C. Bartzsch, P. Kohnstam, E. Fullerton, A. Finn, W. Galli: Magic Bus. IEEE Power&Energy Magaz., Vol. 10 Nr 6 Nov./Dec. 2012
6. G. Alle, W. Tschuchi: Edison Redux. IEEE Power&Energy Magaz. Vol. 10 Nr 6, Nov./Dec. 2012
7. B.T. Patterson: DC, Come Home. IEEE Power&Energy Magaz., Vol. 10. Nr 6, Nov./Dec. 2012
8. G.T. Reed, B.M. Grainger, A.R. Sparacino, Zhi-Hong Mao: Ship to Grid. IEEE Power&Energy Magaz. Vol. 10 Nr 6 Nov./Dec. 2012
9. P. Fairley” DC versus AC. IEEE Power&Energy Magaz., Vol. 10, Nr 6 Nov./Dec. 2012

6. FACTS - Flexible Altenating Current Transmission System - Elastyczny System Przesyłu Przemienoprądowego

USTAWA O ODNAWIALNYCH ŹRÓDŁACH ENERGII

nadzieja i obawy

AURELIUSZ MIKŁASZEWSKI

Nadzieję podtrzymuje niepoprawny optymizm, a obawy mają uzasadnienie w faktach. 5 grudnia 2012 minęły 2 lata od upływu terminu wdrożenia dyrektywy UE 2009/28/WE o promocji odnawialnych źródeł energii (OZE).

Ministerstwo Gospodarki opracowało projekt ustawy o OZE i skierowało go do komitetu Rady Ministrów. Wiosną 2010 wydawało się, że do jesieni będziemy mieli uchwaloną ustawę, która ureguluje problem OZE i będzie stanowiła ramy dla całej niskoemisyjnej gospodarki, bo przecież ... musimy zdążyć. Nie zdążyliśmy, wzrosły natomiast obawy, które opierają się na faktach.

Wersja ustawy, przygotowana przez Ministerstwo Gospodarki, zawierała kilka ważnych zapisów, które zmieniłyby obraz gospodarki energetycznej w Polsce. Należą do nich:

- wsparcie dla OZE, obniżenie kosztów ich wprowadzania;
- wypromowanie mikroenergetyki, która byłaby traktowana inaczej niż energetyka zawodowa;
- wprowadzenie energetyki prosumenckiej – biorca energii może być jej producentem;
- obowiązek przyłączenia mikroźródeł i priorytet dla tych przyłączeń;
- stopniowa eliminacja współspalania w energetyce, rozłożona co prawda na 5 lat, ale eliminująca (zbyt wolno, ale jednak) patologię.

Zapisy te odpowiadają potrzebom zmian w zakresie zaopatrzenia w energię, jakie dokonują się w Europie. Częściowo odchodzi się od wielkiej, systemowej energetyki opartej na dużych złożach węgla, ropy czy gazu na rzecz energetyki rozproszonej. Ta energetyka jest dziś w fazie rozwoju i wymaga wsparcia państwa, by mogła kon-

kurować i zacząć zastępować stopniowo energetykę zawodową. Energetyka rozproszona powiązana jest z wprowadzeniem inteligentnych systemów zarządzania energią i budowaniem wielu małych mikrozakładów, produkujących energię na terenie kraju.

Polska stoi przed problemem konieczności wymiany starych, nieefektywnych bloków węglowych, o niskiej sprawności, powstałych 30-50 lat temu. Najstarsza turbina pracuje ponad 100 lat! Ale też jest to okazja, by nie odbudowywać energetyki zawodowej w dawnym kształcie lecz stworzyć taki miks energetyczny, który zapewni bezpieczeństwo energetyczne, spełni potrzeby, ale nie będzie utrwał na następne dziesiątki lat modelu, który powstał w okresie totalitarnym. To nie wyklucza uzasadnionej potrzeby budowania wysokosprawnych bloków węglowych czy gazowych, ale ich rola musi być wyraźnie określona potrzebami bezpieczeństwa energetycznego, w okresie przejściowym, gdy coraz bardziej będzie wzrastał potencjał OZE.

Potencjał inwestycyjny OZE

Według Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) potencjał inwestycyjny w sektorze OZE w latach 2011-2020, wynikający z prognozowanego w Krajowym Planie Działań (KPD) zakresie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, powinien obejmować nowe inwestycje w OZE o wartości 24 mld euro (energia elektryczna i ciepło) oraz ok. 3 mld euro w sektorze paliw.

Wg IEO największe inwestycje obejmowałyby energetykę wiatrową ok. 8 mld euro

(w tym farmy wiatrowe lądowe – ok. 5 mld euro, morskie – ok. 1,4 mld euro) i małe elektrownie wiatrowe ok. 1,6 mld euro. Energetyka słoneczna obejmowałaby nakłady na kolektory słoneczne płaskie i próżniowe ok. 7,9 mld euro, na biogazownię ok. 3,6 mld euro, a na kogenerację z wykorzystaniem biomasy ok. 2,5 mld euro. Reszta środków przeznaczona byłaby na kotły na biomasę, ciepłownie geotermalne, pompy ciepła, elektrownie wodne i systemy fotowoltaiczne. Powyższe wyliczenia wskazują jak duży jest potencjał i rynek zielonych inwestycji w Polsce.

Barierą rozwoju tego rynku jest brak linii przesyłowych. Dla wyprowadzenia mocy z planowanych farm wiatrowych należy wybudować ok. 660 km linii 400 kV do roku 2015, a do 2020r. potrzeby modernizacji istniejących i budowy nowych szacuje się na ok. 5,6 tys. km. Potrzeby sieci dystrybucyjnych są jeszcze większe i wynoszą 255 tys. km. Modernizacja sieci musi uwzględniać zmniejszenie start przesyłowych oraz zmniejszenie zużycia energii na własne potrzeby zakładów energetycznych, stacji rozdzielczych i sieci dystrybucyjnych. Rozwój energetyki rozproszonej mógłby znacznie zmniejszyć potrzeby budowania sieci przesyłowych dla dużych mocy i na duże odległości.

Powszechność OZE, mikroenergetyka i budowa energetyki prosumenckiej stanowią zagrożenie dla energetyki korporacyjnej oraz kontrolowanego przez zakłady energetyczne zaopatrzenia w energię i ich zysku. Rozbieżność interesów – społecznego i korporacyjnego powiązanego ze struk-



Wiatrak i panele fotowoltaiczne to mikroźródła energii odnawialnej, fot. Krystyna Haladyn

turami państwowymi powoduje opóźnienie w uchwaleniu ustawy o OZE.

Ministerstwa hamują?

Stanowiska niektórych ministerstw są sprzeczne z duchem ustawy lub wręcz blokują jej realizację. Ministerstwo Skarbu Państwa (MSP) uważa, że bez współspalania Polsce nie uda się osiągnąć 15% udziału OZE w produkcji prądu. Dąży w ten sposób do utrwalenia patologii, jaką jest współspalanie na dużą skalę drewna opałowego w elektrowniach węglowych, by mogły otrzymać zielone certyfikaty potwierdzające wywiązanie się z obowiązku udziału w produkcji energii z OZE. Utrzymanie takiej formy współspalania utrwała ten stan, wyniszcza stare kotły elektrowni węglowych, które nie są przystosowane do spalania biomasy, obniża się też sprawność produkcji prądu z węgla. Taki system wsparcia dla współspalania obecnie kosztuje rocznie ok. 1,5 mld zł, tj. ok. 4110 tys. zł/dzień. Tymczasem, proponowana przez Komisję Europejską kara za niewdrożenie dyrektywy elektrycznej wynosi 84500 euro/dzień, tj. ok. 346 tys. zł/dzień, a więc ponad 10 razy mniej niż wynosi wsparcie współspalania!

Przewiduje się wsparcie kosztów dla zamortyzowanych już dawno dużych elektrowni wodnych (rocznie ok. 0,5 mld zł).

Zadowoleni są więc właściciele starych, dawno już zamortyzowanych, elektrowni wodnych, bo dostają dotacje. A pieniędzy brakuje na rzeczywiste wsparcie nowych źródeł OZE, co eliminuje z rynku małych, niezależnych producentów energii i blokuje rozwój mikroenergetyki u konsumentów i ich przemiany w prosumentów.

Ministerstwo Finansów (MF) nie chce instalowania inteligentnych liczników. Mając takie liczniki, prosumenci będą mieli bieżącą informację o wysokości pobierania lub oddawania do sieci energii. Przeciwnie jest także wsparcie dla mikroinstalacji i przyjęciu stałych taryf (FiT) za dostarczanie energii ze źródeł odnawialnych. A bez mikroinstalacji i źródeł OZE wspartych stałymi cenami (co zrobiono na Zachodzie), unowocześnienie sektora energetycznego i rzeczywisty rozwój OZE jest niemożliwy. W warunkach niepewności ekonomicznej nikt nie zechce inwestować w OZE nie będąc pewnym, czy nagłe ceny wyprodukowanej energii nie ulegną zmianie (nie spadną).

Oba stanowiska (MSP i MF) odpowiada ją interesom korporacji paliwowo - energetycznych, gdyż eliminują konkurencję, jaką są źródła OZE. Hamują proces zmian idących w kierunku zwiększenia udziału OZE, co jest sprzeczne z duchem i postanowieniami dyrektywy 2009/28/WE.

A Sejm ...?

Dezorganizuje. Zamiast skłaniać rząd do szybkiego uchwalenia potrzebnej od dawna ustawy, wybiera inne rozwiązanie. W tym miejscu niezbędne jest uściślenie używanych nazw. Duży „trójpak” energetyczny to pakiet trzech ustaw: prawa energetycznego, prawa gazowego i ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz ustawy wprowadzającej te trzy poprzednie. Pod koniec grudnia 2012r. „trójpak” został przyjęty przez rządowy Komitet ds. Energetyki. Teraz będzie się nim zajmował Stały Komitet Rady Ministrów (złożony z wiceministrów odpowiednich resortów). Te prace mogą potrwać parę miesięcy, później prace parlamentarne (opinie, komisje). Wejście w życie trójpaku to koniec 2013 lub początek 2014 roku. A więc, dalsze 1,5 roku opóźnienia.

Tymczasem grupa posłów (mniejsza o przynależność partyjną) zgłosiła projekt, który nazwano „małym trójpakiem”. Miałby on wdrożyć dyrektywę „gazową” (2009/73/WE) i „elektryczną” (2009/72/WE) i przy okazji (!) „o promocji OZE” (2009/28/WE). Odbłyoby się to w ramach nowelizacji prawa energetycznego (PE). W tejże nowelizacji Prawa Energetycznego, system wsparcia dla OZE pozostałby bez istotnych zmian. Gdyby ten „mały trójpak” został uchwalony, to formalnie ustawa o wsparciu OZE zostałaby „załatwiona” ..., po myśli koncernów energetycznych, czyli bez istotnego wsparcia dla OZE, mikroenergetyki, jako istotnej dla rzeczywistych zmian i poważnej konkurencji dla monopolu energetyki zawodowej. By do tego nie dopuścić, na posiedzeniu sejmowej komisji gospodarki wnioskowano o zaniechanie tego rozwiązania, ale 14 grudnia 2012r. posłowie nie uwzględnili wniosku o odrzucenie „małego trójpaku” i skierowali go do dalszych prac w powołanej podkomisji (komisji gospodarki). W ten sposób, jako inicjatywa poselska, „mały trójpak” ma szansę na szybsze uchwalenie. Trudno dziś przesądzać jego ostateczny kształt, ale sądząc po różnych, publikowanych wypowiedziach postępowanie takie:

- spowoduje utrzymanie krajowej energetyki bez istotnych zmian;

- nie powstaną liczne, zielone miejsca pracy (ok. 80 tys.);
- nastąpi spadek inwestycji w OZE, krajowy i zagraniczny kapitał nie będzie się angażował w niepewne ekonomicznie przedsięwzięcia;
- zwiększy się dystans Polski wobec krajów, które zainwestują w badania nad OZE, rozwój i modernizację energetyki ze źródeł odnawialnych, w rezultacie pozostaniemy zapóźnionym w rozwoju skansenem energetycznym.

Manewry sejmowe trwają i pod koniec roku 2012 jedna z partii politycznych zgłosiła jeszcze inny projekt (fragment „trójpaku”) ustawy o odnawialnych źródłach energii. O wyłączenie ustawy o OZE z „trójpaku” i jej szybsze uchwalenie apelują przedstawiciele branży energetyki odnawialnej. Inicjatywa poselska pozwala na szybszą ścieżkę uchwalania ustawy. Ale brak jest politycznej woli – w rządzie nie ma zgody na szybkie uchwalenie ustawy o OZE i jest bardzo prawdopodobne, że projekt trafi do sejmowej „zamrażarki” do czasu, gdy zostaną uchwalone projekty rządowe, odpowiadające polityce rządu w zakresie energetyki. W tej sytuacji trudno się dziwić, że z listy przepisów do przyjęcia w latach 2012-2013 znikły te dotyczące inteligentnych sieci energetycznych (smart grids). Jako powód podano, że wystarczające zmiany będą zawarte w „trójpaku” energetycznym.



Kolektor słoneczny podgrzewa wodę i ogrzewa mieszkanie, fot. Aureliusz Miklaszewski

Więc może Premier ...?

Niestety, o OZE nie powiedział ani słowa. W wygłoszonym w październiku 2012 tzw. II exposé mówił o przyszłości energetyki. Była mowa o gazie łupkowym, o inwestycjach w energetyce – budowie nowych bloków energetycznych (PGE, Tauron, Enea), przeważnie węglowych. I o powstaniu spółki „Inwestycje Polskie”, która ma być zasilana środkami skarbu państwa i przedsiębiorstw, łącznie w wysokości 228 mld zł, z tego dla samej energetyki - 60 mld zł. Będzie to jednak energetyka tradycyjna, od której będą odchodziły kraje europejskie, preferujące ścieżkę innowacyjności. Powstanie więc (wg planów) kolejny moloch, zarządzany wg potrzeb politycznego klucza. Będzie konkurował „korzystając ze wsparcia skarbu państwa” z kapitałem prywatnym lub zagranicznym, który takiego wsparcia nie będzie miał i po prostu powędruje gdzie indziej.

To kto w końcu zainwestuje w energetykę odnawialną? Tego dziś, pod koniec roku 2012, nie wiadomo. Wiadomo natomiast, że jeśli zainwestuje się 60 mld zł w tradycyjną, korporacyjną energetykę, to energetyka odnawialna, która na początku, by mogła się rozwinąć i stała się powszechna, potrzebuje dużego wsparcia ze strony państwa. Wsparcia i pieniędzy jednak zabraknie.

A magazynowanie?

O tym w projekcie ustawy o OZE nie pomyślano. A szkoda, bo można było skorzystać z doświadczeń niemieckich i uczyć się na błędach. Problem w tym, że wiatraki produkują prąd, gdy wieje wiatr, panele fotowoltaiczne, gdy świeci słońce, a przynajmniej gdy jest jasno. Gdy nie ma wiatru, czy w nocy – prądu nie ma. Różna jest również intensywność wiatru i promieni słonecznych, co przekłada się na wysoką produkcję prądu (gdy wieje i świeci) i duże wahania tej produkcji, gdy zmieniają się warunki atmosferyczne. Zachodzi więc potrzeba uzupełniania farm wiatrowych o dodatkowe, wyrównujące niedobory źródła energii, gdy nie wieje lub wiatr jest słaby oraz dodatkowe źródła dla farm fotowoltaicznych.

Zamiast dodatkowych źródeł można zastosować magazynowanie nadmiaru energii i oddawać ją dla wyrównania niedoborów, gdy spada produkcja prądu z wiatru i słońca. Problem magazynowania energii elektrycznej nie został jeszcze wystarczająco rozwiązany. Niskie sprawności akumulatorów, zbyt małe pojemności i straty na przetwarzaniu energii elektrycznej wymagają dalszych prac badawczych i wdrożeń, by rozwiązać zadawalająco problem magazynowania energii elektrycznej.

Problem braku magazynowania można prześledzić na przykładzie Niemiec, gdzie zbudowano liczne farmy wiatrowe na północy i wschodzie kraju. Niewystarczające możliwości przesyłowe sieci elektrycznych w Niemczech utrudniają przesyłanie prądu na południe kraju. Prąd płynie więc zgodnie z prawami fizyki (i zgodami państw) przez sieci sąsiadów – Polski i Czech. Ale zbyt duże wielkości niestabilnego prądu destabilizują sieci energetyczne obydwu krajów i bezpieczeństwo systemu pogarsza się. Te nieplanowane przepływy prądu są duże i osiągają wartość 1500 MW i są ok. 3 razy większe niż wielkość handlu prądem pomiędzy Polską a Niemcami. By zmniejszyć zagrożenie polskich sieci, z Berlina płynnie propozycja wspólnej budowy tzw. przesuwników fazowych na 2 głównych transgranicznych liniach przesyłowych. Byłaby to inwestycja kosztująca ok. 80 mln euro, zrealizowana do roku 2016.

Tak więc brak wysokosprawnego magazynowania energii elektrycznej powoduje skutki mające wpływ na funkcjonowanie sieci przesyłowych w dużej skali. Magazynowanie energii przez produkcję wodoru to jeszcze nadal rozwiązanie przyszłościowe.

Można natomiast inwestorom dać czytelny sygnał zwracający uwagę na pole dla innowacyjnych rozwiązań związanych z magazynowaniem energii. Chodzi tu zarówno o prace badawcze jak i wdrożeniowe, gdyż ze wzrostem ilości farm wiatrowych i fotowoltaicznych zachodzi pilna potrzeba rozwiązania tego problemu.

DR INŻ. AURELIUSZ MIKLASZEWSKI
PREZES KOŁA PRZY POLITECHNICE
WROCLAWSKIEJ OD PKE

ROŚLINNOŚĆ WYBRZEŻA BAŁTYKU

KAROLINA KONOPSKA, MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

Morska woda i jasny, rozgrzany piasek to główne atrakcje polskiego wybrzeża Bałtyku. W upalne dni, ludzie leżąc plackiem na plaży wdychają jod, a wydmy służą im za darmową toaletę. Pomimo ogromnych zniszczeń w tym środowisku, wybrzeże Bałtyku wciąż posiada wysokie walory przyrodnicze. Zachowanie nadmorskich siedlisk powinno być celem wyważonego kompromisu pomiędzy korzyściami płynącymi dla człowieka, a dobrem otaczającej go przyrody.

Wstęp

Wyjątkowa różnorodność krajobrazów i łagodny mikroklimat ukształtowany pod silnym wpływem morza, to największe atrakcje nadmorskich okolic. Brzeg Bałtyku ma wyrównany charakter, z naprzemiennie występującymi odcinkami brzegu akumulacyjnego z szerokimi, piaszczystymi plażami, na zapleczu których znajdują się wydmy oraz odcinkami abrazyjnymi z wąskimi plażami ograniczonymi od strony lądu urwistymi klifami. Ta specyficzna rzeźba terenu, uformowana w następstwie ostatniego zlodowacenia, oddziaływania wiatru i wód Bałtyku, jest miejscem występowania równie interesującej i rzadkiej roślinności.

Charakterystyka siedlisk

Spacerując brzegiem morza w zasięgu przypływu, odnajdujemy na piasku wy-

rzuczone przez fale szczątki roślin. Są to zarówno rośliny morskie, jak też inne przyniesione przez fale i osadzone na plaży. To pozornie mało interesujące, rzadkie siedlisko przyrodnicze opisywane jako **kidzina**, zawiera fragmenty **morszczyznu pęcherzykowatego** *Fucus vesiculosus* i **zostery morskiej** *Zostera marina* oraz kawałki drewna i bursztynu. Obumierająca materia i obecność wody sprawia, że podłoże jest okresowo zasolone i zasobne w azot, tworząc idealne warunki do rozwoju jednorocznych roślin halofilnych i nitrofilnych, charakterystycznych dla zespołu **łobody nadbrzeżnej** *Atriplicetum littoralis*. Dynamiczne zbiorowisko występuje w postaci przerywanego pasa wzdłuż całego wybrzeża Bałtyku. Jest wartościowe, ponieważ wyróżnia się obecnością rzadkich w skali kraju gatunków słonolubnych, takich jak:

rukwiel nadmorska *Cakile maritima*, **solanka kolczysta** *Salsola kali* subsp. *kali*, **łoboda zdobna** *Atriplex calotheca*, **nadbrzeżna** *A. littoralis* i **oszczepowata** w odmianie solnej *A. prostrata* var. *salina*.

Tuż za plażą wykształcają się **inicjalne stadia wydmy białych**. Są to niskie pagórki usypane z piasku, skierowane podstawą w kierunku morza. Występująca tu wybitnie psammofilna roślinność zatrzymuje lotny piasek przyczyniając się tym samym do powstawania zaczątków wydmy. Odnajdziemy tu zarówno zbiorowiska halofilne, tworzone przez **honkenię piaskową** *Honckenya peploides* i **perz sitowy** *Agropyron juncei* oraz usytuowane dalej od morza układy mniej halofilne, w których pojawiają się pierwsze osobniki **wydmuchrzyca piaskowej** *Elymus arenarius* i **piaskownicy zwyczajnej** *Ammophila arenaria*. Czasami spotyka się tu także rukwiel nadmorską i solankę kolczystą. Są to zbiorowiska o charakterze niskich muraw, okresowo zalewane falami i odtwarzające się na nowo.

W wybranych miejscach wybrzeża występują **klify**, których łączna długość wynosi ok. 70 km. Są to strome urwiska sięgające wysokość do 30 m i powstające na skutek abrazji czyli odmywania dolnej części wybrzeża przez fale oraz grawitacyjnego obrywania części górnej. Klify aktywne znajdują się w zasięgu fali sztormowej, klify nieaktywne zlokalizowane są poza zasięgiem fal. Różne procesy osuwania się materiału w dół klifów powodują, że ich budowa jest urozmaicona, podobnie jak różne jest tempo abrazji wynoszące od 0,5 do 3,5 m/rok.



Fot 1. Piaskownica zwyczajna na przedpolu wydmy białych, fot. Karolina Konopska

Zmienność siedlisk sprawia, że istniejąca tu roślinność jest bardzo zróżnicowana. Tuż obok siebie występują napiaskowe **zbiorowiska pionierskie z podbiałem** *Poo-Tussilaginetum*, **murawy naklifowe z przelotem** *Trifolio-Anthylidetum maritimae*, nieopodal **naklifowe zarośla z rokitnikiem** *Hippochaëtum rhamnoides*, przechodzące w zbiorowiska leśne – **łęgi, żyzne i kwaśne buczyny niżowe** głównie na klifach martwych oraz inne, z bujnie rozwiniętym podszytem złożonym z **wierzb** *Salix*, **jarząbu pospolitego** *Sorbus aucuparia* i **leszczyny pospolitej** *Corylus avellana*. Na klifach znajduje się zatem mozaika roślinności zarówno typowej dla tego siedliska, jak również przypadkowej, która osunęła się ze szczytu urwiska. Z tego powodu trudno jest określić gatunki diagnostyczne, z wyjątkiem **rokitnika zwyczajnego** *Hippochaë rhamnoides*, którego naturalny zasięg w Polsce ograniczony jest wyłącznie do wybrzeża Bałtyku. Klify są unikatowym typem krajobrazu w Polsce, bardzo dynamicznym i warunkującym istnienie innych, cennych przyrodniczo siedlisk, np. **buczyny storczykowej** *Cephalanthero-Fagetum* czy wykształcającej się przed nimi wydmy przedniej.

Właściwe miejsce akumulacji piasku, zatrzymywanego przez rośliny stanowią dopiero **wydmy białe**. Są to wydmy ruchome, gdzie wiatr przewiewa piasek między roślinami, nieustannie zasypując je i odsłaniając. Od strony lądu wydmy białe sąsiadują z wydmami szarymi lub nadmorskimi borami. Występują na całej długości wybrzeża poza obszarami klifowymi. W miejscach tych wykształca się zbiorowisko trawy piaskownicy zwyczajnej, opisywane jako *Elymo-Ammophiletum*. Wciąż można spotkać tu trawę wydmuchrzycę piaskową i inne rośliny: **groszek nadmorski** *Lathyrus japonicus* subsp. *maritimus*, **lnicę wonną** *Linaria odora* wymienianą w załączniku II Dyrektywy Siedliskowej i prawnie chronionego **mikołajka nadmorskiego** *Eryngium maritimum*, odznaczającego się wyjątkowo pięknymi kształtami twardych, sinoniebieskich liści oraz główkowatymi kwiatostanami o jasnoniebieskiej barwie.

Obniżenia pomiędzy wydmami stanowią cenne siedlisko dla krzewów: rokitnika zwy-

czajnego i **wierzy płożącej** w podgatunku piaskowym *Salix repens* subsp. *arenaria*. Rozłożyste krzewy rokitnika osiągają do 3–4 m wysokości, choć w miejscach o silnym działaniu wiatru są zazwyczaj niższe. Rokitnik w czasie owocowania wygląda bardzo efektownie, gdy jego gałązki są gęsto oblepione pomarańczowymi owocami. Takie nadmorskie zakrzewienia występują najczęściej w rejonie Darłowa, Świnoujścia i nad Zatoką Pucką. Z kolei niskie zbiorowiska wierzy płożącej poprzez obecność traw i psammofilnych bylin nawiązują swoim wyglądem do zbiorowisk murawowych. Zarośla te występują w rozproszeniu na całym wybrzeżu, tworząc większe skupienia na Mierzejach: Łebskiej i Sarbskiej. Rokitnik zwyczajny i wierza płożąca mogą również wzajemnie się przenikać, tworząc krzewiastą mozaikę oddzielającą wydmy białe od innych układów roślinności.

Pierwszym z siedlisk wybrzeża Bałtyku o znaczeniu priorytetowym są **nadmorskie wydmy szare**. Jest to również pierwsze siedlisko ustabilizowane przez mniej lub bardziej zwartą roślinność, należąca do grupy niskich muraw szczotlichowych. Występujące tu: **szczotliha siwa** *Corynephorus canescens*, **kocanki piaskowe** *Helichrysum arenarium* i **jasieniec piaskowy** w odmianie nadbrzeżnej *Jasione montana* var. *litoralis*, tworzą zbiorowisko opisywane jako *Helichryso-Jasionetum litoralis*. Roślinom towarzyszy również warstwa mchów lub

porostów. Cennym składnikiem roślinności jest storczyk – **kruszczyk rdzawoczerwony** *Epipactis atrorubens* spotykany przeważnie w nadmorskich lasach liściastych, ale także w murawach wydm szarych i na klifach. Gatunek ten podlega w Polsce ścisłej ochronie gatunkowej, a na terenie Pomorza Zachodniego i Gdańskiego należy do grupy roślin zagrożonych wymarciem. Dobrze zachowane siedlisko wydmy szarej ma zawsze charakter otwartej murawy ale w zależności od składu podłoża i etapu sukcesji może nawiązywać do następnych układów roślinności.

Na przedpolu borów sosnowych, w obrębie wydmy szarej tworzą się płaty wrzosowisk zielno-krzewinkowych z udziałem **bażyny czarnej** *Empetrum nigrum*, **wrzosu zwyczajnego** *Calluna vulgaris* i **turzycy piaskowej** *Carex arenaria*. Na podłożu próchnicznym towarzyszy im również **borówka brusznica** *Vaccinium vitis-idaea* i **paprotka zwyczajna** *Polypodium vulgare*. Są to zbiorowiska dość stabilne, choć okresowo zasypywane piaskiem, priorytetowe dla sieci Natura 2000, stanowiące po *Helichryso-Jasionetum* kolejne stadium sukcesji wydm. Największe powierzchnie wrzosowisk należących do zespołów *Carici arenariae-Empetretum nigrum* i *Empetrum nigrum-Vaccinium vitis-idaea* zachowały się lokalnie w zachodniej części wybrzeża Bałtyku i w granicach Słowińskiego Parku Narodowego.



Fot 2. Wydma biała, fot. Karolina Konopska

Największe zróżnicowanie siedlisk na całym wybrzeżu występuje jednak w międzywymowych obniżeniach na oligotroficznym, lecz wilgotnym podłożu. Powstaje tu sukcesyjny ciąg sąsiadujących ze sobą siedlisk, począwszy od pionierskich układów roślin w obniżeniach poprzez wilgotne murawy, młaki i torfowiska, aż do pierwszych stadiów boru bażynowego. Składnikami efemerycznej i dynamicznej roślinności pionierskiej są m.in. **sit człownikowy** w podgatunku nadmorskim *Juncus subsp. litoralis*, **sit bałtycki** *Juncus balticus*, **kostrzewa czerwona** w podgatunku piaszkowym *Festuca rubra subsp. arenaria*, **sit drobny** *Juncus bulbosus* i **jaskier płomiennik** *Ranunculus flammula*. Następnymi zbiorowiskami są mszary z **wrzosem bagiennym** *Erica tetralix*, **przygielką białą** *Rhynchospora alba* i **turzącą nitkowatą** *Carex lasiocarpa*, kwaśne młaki turzycowe *Carici-Agrostietum* z **turzącą siwą** *Carex canescens* i **mietlicą rozłogową** *Agrostis stolonifera*, wilgotne wrzosowiska bażynowe *Vaccinio uliginosi-Empetretum nigri* z wrzosem zwyczajnym i bażyną czarną oraz łożowiska z **woskownicą europejską** *Myrica gale* i **wierzłą uszatą** *Salix aurita*. W tych bardzo zmiennych i zróżnicowanych warunkach trudno jest klasyfikować obserwowane układy, dlatego większość z nich opisuje się jako zbiorowiska z udziałem wybranych gatunków, np. zbiorowisko *Calluna vulgaris-Empetrum nigrum-Pinus*

sylvestris. Sukcesję na obniżeniach deflacyjnych opisywano m.in. z Mierzei Łebskiej, a jej „przyspieszony” wariant występuje na obszarze słynnych ruchomych wydym w Słowińskim Parku Narodowym. Wiatr przenoszący kolejne warstwy piasku, powoduje stopniowe zasypywanie zbiorowisk roślinnych, odsłaniając jednocześnie następne obniżenia, ponownie zasiedlane przez pionierską roślinność. Następuje to tak szybko, że młode sosny ostatniego stadium sukcesji zostają pochłonięte przez przesuwaną się kilkunastometrową wydmę. Z tego powodu, ten niedostępny dla zwiedzających obszar, przedstawiający unikatowy i niepowtarzalny w skali kraju zmienny krajobraz, objęty jest ochroną ścisłą.

Piaszczyste podłoże wydym oferuje również możliwość rozwoju lasów mieszanych – głównie kwaśnych dąbrów ze związku *Quercion robori-petrae*, w których dominuje **dąb bezszypułkowy** *Quercus petraea* z domieszką **brzozy omszonej** *Betula pubescens* i **buka zwyczajnego** *Fagus sylvatica*. Runo tworzą borówki, **kosmatka owłosiona** *Luzula pilosa*, **siódmaczek leśny** *Trientalis europaea*. Zbiorowiska te mogą regenerować się z dawnych nasadzeń sosny i sąsiadującymi w wielu miejscach wybrzeża Bałtyku. Nad ciekami, w siedliskach bardziej wilgotnych spotykane są również łągi czeremchowo-jesionowe *Pruno-Fraxinetum*.

Zagrożenia i metody ochrony

Największy, niszczycielski wpływ na wszystkie opisywane zbiorowiska roślinne wybrzeża Bałtyku ma człowiek i jego działalność – gospodarcza, turystyczna i rekreacyjna. Ogromna antropopresja dokonała już nieodwracalnych przeobrażeń nadmorskich siedlisk, które wciąż ulegają niszczeniu i tracą swój niepowtarzalny charakter. Choć prowadzone są działania ochronne, a objęcie siedlisk programem Natura 2000 gwarantuje ochronę przed inwestycjami, obszar wybrzeża pozostaje bezbronny wobec dewastacji środowiska przez turystów. W stosunku do obowiązujących zakazów chodzenia, przebywania i niszczenia roślinności na wydmach, wzniesienia ognia oraz zaśmiecania plaży, ignorancja ludzi przybywających na morzem osiągnęła już apogeum. Ostrzegające tablice informacyjne przy każdym zejściu na plażę, nie robią już na nikim wrażenia. Szklane butelki, puszki, kolorowe opakowania i resztki jedzenia leżą na piasku porozrzucane przez konsumentów wylegujących się w promieniach słońca. Z każdym, nawet najlżejszym podmuchem wiatru foliowe jednorazówki unoszą się w górę, by powędrować nad wydmy i tam zaczepić się o gałęzie krzewów i drzew już na dłużej. Nawet specjalne ogrodzenie wyznaczające granicę pomiędzy dostępnym pasem plaży a niedostępnianym obszarem wydym nie jest w stanie pokonać naporu turystów. W wielu miejscach zniszczony płot daje możliwość wejścia na chronione wydmy tym osobom, które nie znają szacunku do przyrody, a potrzebę jej ochrony mają sobie za nic.

Z drugiej strony poważnym zagrożeniem dla cennej, naturalnej roślinności wybrzeża są gatunki obce, chętnie wprowadzane poprzez nasadzenia. **Wierzba wawrzynowa** *Salix daphnoides*, **róża pomarszczona** *Rosa rugosa*, **sosna smółowa** *Pinus rigida*, **sosna Banksa** *P. banksiana* i **sosna wejmutka** *P. strobus* mają za zadanie utrwalać wydmy, lecz jednocześnie przyspieszają proces odkładania próchnicy, zmieniając charakter siedliska. Aktywność człowieka, rozwijająca się zabudowa oraz sztuczne umocnienia sprzyjają rozwojowi pospolitych zbiorowisk roślin ruderalnych, wśród



Fot. 3. Wydma biała, fot. Karolina Konopska



Fot. 4. Wydmy Słowińskiego Parku Narodowego, fot. Michał Śliwiński

których zaobserwować można wkraczającą na wydmy **kolczurkę klapowaną** *Echinocystis lobata*, należąca do grupy gatunków inwazyjnych.

Opisywane siedliska należą w większości do kategorii rzadkich i silnie zagrożonych, głównie wskutek stosowania różnych form technicznej i biologicznej ochrony brzegu, aktywności turystycznej oraz nasilającej się w ostatnich latach abrazji. Największym zagrożeniem dla kicziny jest presja rekreacyjna, wymuszająca „sprzątanie plaż” i całkowite jej usuwanie w okresie wegetacyjnym. Inicjalne formy wydmy o wyjątkowo niestabilnym charakterze, wydmy białe oraz szare są szczególnie wrażliwe na zadeptywanie, uruchomienie pia-

sków i rozwiewanie. Nasadzenia drzew od dawna prowadzone na wydmach od strony lądu wybitnie zwężyły pierwotną szerokość naturalnego pasa wydm bezleśnych. Dodatkowo, abrazja brzegu będąca największym niebezpieczeństwem naturalnym, nakłada się na wszystkie zagrożenia antropogeniczne. W celu zachowania wydm należałoby objąć je ochroną rezerwatową, z bezwzględnym zakazem aktywności człowieka i jego ingerencji w naturalne procesy przyrodnicze. Wybrzeże klifowe, poddane przede wszystkim zmianom intensywności postępującej abrazji, wymaga ochrony biernej polegającej na utrzymaniu naturalnych procesów oddziałujących na klify. Nadmorskim wydmom z zaroślami rokitnika zagra-

żają sztuczne nasadzenia sosny i innych drzew, które stopniowo wypierają wybitnie światłolubnego rokitnika. Podobnie wrażliwe na zacienienie są siedliska z zaroślami wierzby płózającej. Do najważniejszych zabiegów ochronnych należy więc usuwanie spontanicznie wkraczających drzew i krzewów zacinających siedlisko. Wrzosowiska bażynowe są z kolei szczególnie wrażliwe na działanie silnych, sztormowych wiatrów zasypujących rośliny grubą warstwą nawianego piasku. Krzewinki niszczone są również przez zadeptywanie. Skuteczną ochroną wrzosowisk bażynowych, znajdujących się poza istniejącymi obszarami chronionymi, byłoby wyłączenie ich z użytkowania turystyczno-rekreacyjnego i wprowadzenie zakazu zalesiania w celu powstrzymania stopniowego przekształcania wrzosowisk w zbiorowiska borowe. Zbiorowiska wilgotnych zagłębień międzywymowych należałoby objąć ochroną z odpowiednio dużymi kompleksami wydm i zagłębień, tak aby w ich obrębie znalazły się wszystkie stadia rozwojowe zbiorowisk. Ponadto należałoby zakazać jakiegokolwiek aktywności człowieka na tym obszarze, podobnie jak w Słowińskim Parku Narodowym, gdzie strefa ochrony ścisłej wyłączona jest z działalności gospodarczej. Lasy mieszane i bory na wydmach nadmorskich posiadają obecnie status lasów ochronnych, w których preferowane jest naturalne odnawianie dębu i brzozy oraz właściwa przebudowa drzewostanów.

MGR KAROLINA KONOPSKA

MGR MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

Literatura

- Borówka R. (red.). 2004. Przyroda Pomorza Zachodniego. – Oficyna In Plus, Szczecin.
- Herbich J. (red.). 2004. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Tom. 1. Siedliska morskie i przybrzeżne, nadmorskie i śródlądowe solniska i wydmy. – Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Piotrowska H. 1991. The development of the vegetation in the active deflation hollows of the Łeba Bar (N Poland). – *Fragm. Flor. Geobot.* 35(1–2): 173–215.



Fot. 5. Nasadzenia wierzby na wydmach, fot. Karolina Konopska

MAŁE ELEKTROWNIE WIATROWE LOKALNYM ŹRÓDŁEM ENERGII

Część 1. Energia strumienia powietrza

HENRYK WOJCIECHOWSKI

Strumień powietrza (wiatr), jako nośniki energii, wykorzystywano już w starożytności. Pierwsze „silniki wiatrowe” pojawiły się około 1800 lat temu w krajach śródziemnomorskich, w Chinach i Indiach. W Babilonii wykorzystywano wiatraki do napędu kół wodnych do osuszania mokradła, a w innych krajach koła wodne stosowano w systemach irygacyjnych do nawadniania pól.

1. Wprowadzenie

W VIII wieku w Europie pojawiły się duże wiatraki 4-skrzydłowe, w których budowie wyspecjalizowali się Holendrzy. We wczesnym średniowieczu „silnik wiatrowy” znalazł zastosowanie w młynach prochowych i zbożowych. Na terenach Polski rozpowszechnione były koźlaki (rys.1), który swoją nazwę przyjęły od podstawy, czyli tzw. koźła. Był to wiatrak zbudowany z drewna, posiadał trzy kondygnacje, z których dwie służyły do produkcji mąki. Charakterystyczną cechą koźlaka jest możliwość obracania go wokół słupa, co umożliwia ustawienie wiatraka względem kierunku wiatru. Również popularnym

wiatrakiem, który przywędrował do Polski w XVII w., był wiatrak holenderski (rys. 2).

W 1940 roku w Danii było ponad 1300 elektrowni wiatrowych wytwarzających energię elektryczną, w USA w tym czasie było ich około 6 milionów. Elektrownie wiatrowe były dla mieszkańców wsi w ówczesnych czasach jedynym dostępnym źródłem energii elektrycznej. Elektrownie wiatrowe mają poważną wadę, ich działanie uzależnione jest od pogody, w dni bezwietrzne, i takie, gdy wiatr jest bardzo silny, elektrownie wiatrowe nie mogą pracować.

Elektrownie wiatrowe nie stanowią konkurencji dla elektrowni zasilanych paliwami kopalnymi. Pierwsze próby wykorzy-

stania turbin wiatrowych na masową skalę były podejmowane w latach 70 XX wieku w odpowiedzi na kryzys naftowy. Do końca XX wieku nie były one znaczącym źródłem energii, moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych wynosiła 17,4 GW i generowały mniej niż 0,4 % całkowitej zużywanej przez ludzkość energii elektrycznej.

2. Energia strumienia powietrza (wiatru) jako pierwotne źródło energii

Wiatr jest to strumieniowy, poziomy ruch powietrza. Przyczyną powstawania wiatru jest różnica ciśnień wywołana różnicą temperatur oraz ruch obrotowy Ziemi. Na prędkość wiatru w warstwie atmosfery do 1000 m istotną rolę odgrywa ukształtowanie terenu, powyżej tej wysokości wiatr uzależniony jest od rozmieszczenia zimnych i ciepłych mas powietrza. Gdy strumień przepływającego powietrza napotka na drodze przeszkodę lub nierówną powierzchnię, nad którą musi przepłynąć, powstają wiry, tym większe, im silniejszy jest wiatr. Są to tak zwane turbulencje.

Energię kinetyczną strumienia powietrza E przepływającego laminarnie przez powierzchnię A w czasie t określa się wzorem:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(Avt\rho)v^2 = \frac{1}{2}At\rho v^3 \quad (1)$$

gdzie:

E – energia kinetyczna strumienia powietrza w J,



Rys.1. Wiatrak koźłowy (koźlak) w Lednogórze (źródło wikipedia.org)



Rys. 2. Wiatrak holenderski w Lędzinie (źródło wikipedia.org)

v - prędkość strumienia powietrza w m/s,
 ρ - gęstość powietrza w kg/m^3 .
 t - czas w s,
 we wzorze (1)

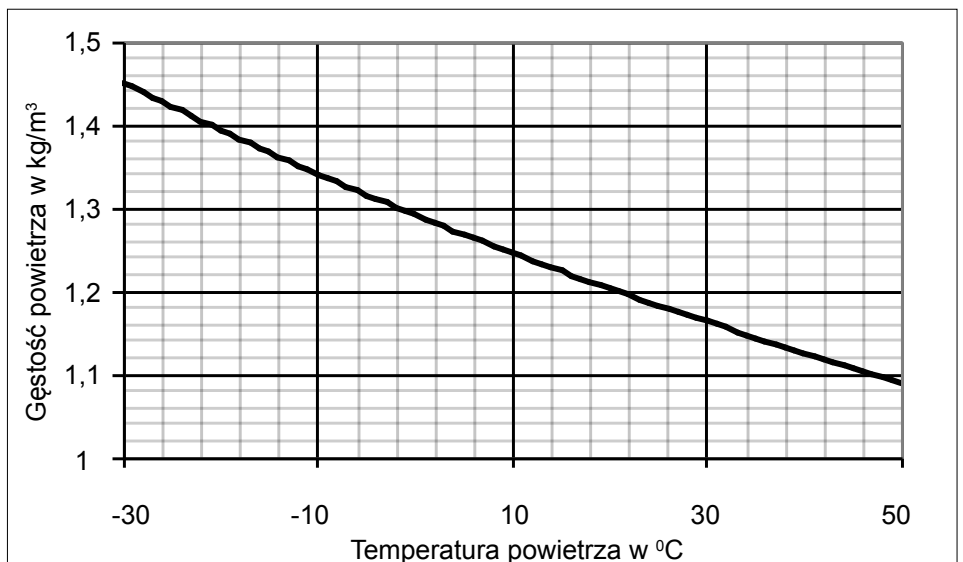
$A v t \rho$ - masa strumienia powietrza przepływająca w czasie t przez powierzchnię A w kg .

Powierzchniowa gęstość mocy, czyli energia na jednostkę czasu i powierzchni, określa się wzorem

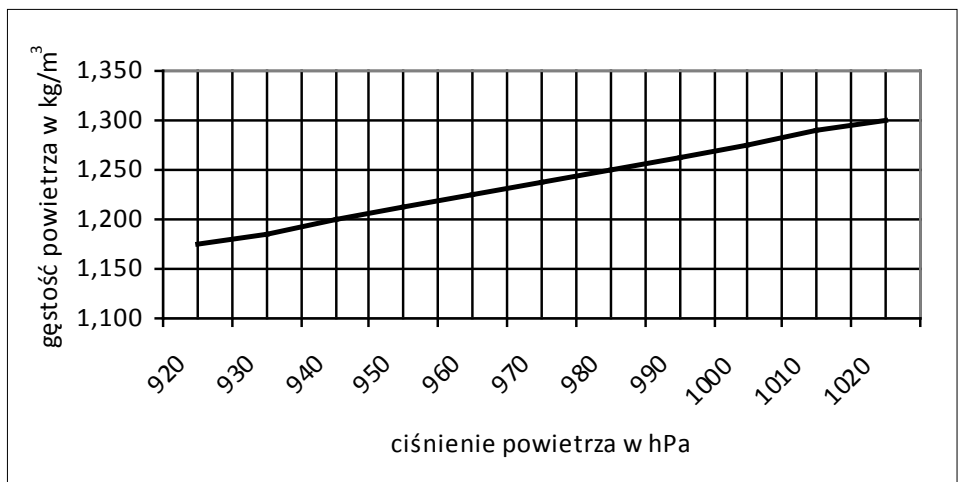
$$P = \frac{E}{At} = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad (2)$$

Z wzoru wynika, że powierzchniowa gęstość mocy zależy od prędkości strumienia powietrza w trzeciej potęgę i gęstości powietrza. Wiatr o dwukrotnie większej prędkości posiada ośmiokrotnie większą powierzchniową gęstość mocy. Dlatego lokalizacja turbin wiatrowych w miejscach gdzie wieją silne wiatry ma kluczowe znaczenie dla ich efektywności technicznej i ekonomicznej. W praktycznych obliczeniach przyjmuje się, że średnia gęstość powietrza wynosi $\rho=1.225 \text{ kg/m}^3$. W rzeczywistości gęstość powietrza jest zmienna i zależy głównie od temperatury (rys.3) i ciśnienia atmosferycznego (rys.4). I to wcale nie w znikomym stopniu. Z powodu zmian temperatury w zakresie od -25 do $+40^\circ\text{C}$, zmiana gęstości powietrza sięga 20,4%. Zaś z powodu spotykanych wahań ciśnienia atmosferycznego między wyżem a niżem (nawet $\sim 80 \text{ hPa}$) zmiana gęstości powietrza sięga 7,7%. Zatem lodowaty wiatr „na wyżu” może być nawet o 28% „bardziej gęsty” niż upalny wiatr podczas niżu atmosferycznego. Zmiana gęstości powietrza przekłada się wprost na moc strumienia powietrza. Czyli o ile procent „bardziej gęsty wiatr”, o tyle procent większa jest jego moc przy tej samej prędkości strumienia powietrza.

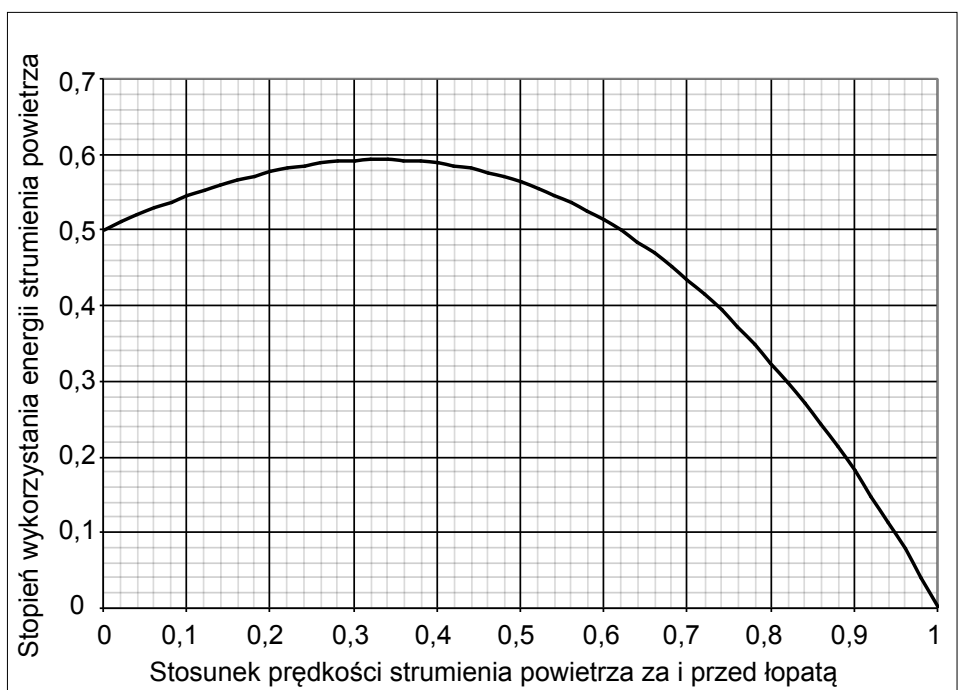
Nie cała energia kinetyczna wiatru może zostać wykorzystana przez łopaty turbiny. Albert Betz (ur. 1885r.) przeszedł do historii jako pionier energetyki wiatrowej. Niemiecki fizyk pracował naukowo na Uniwersytecie w Göttingen nad zagadnieniami aerodynamiki, hydromechaniki i mechaniki płynów. W 1910 roku opublikował pracę naukową na temat teoretycznych granic najlepszego wykorzystania energii wiatru w silnikach wiatrowych. Stopień wy-



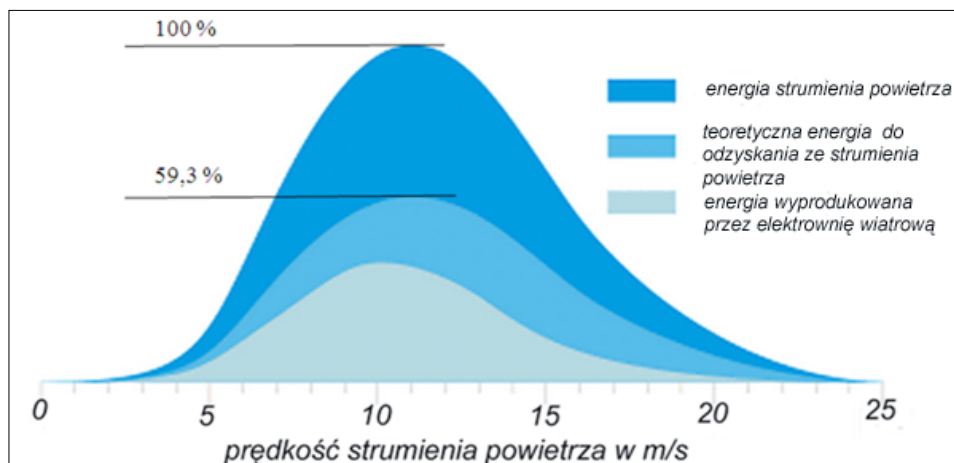
Rys.3. Gęstość powietrza suchego w funkcji temperatury przy ciśnieniu normalnym.



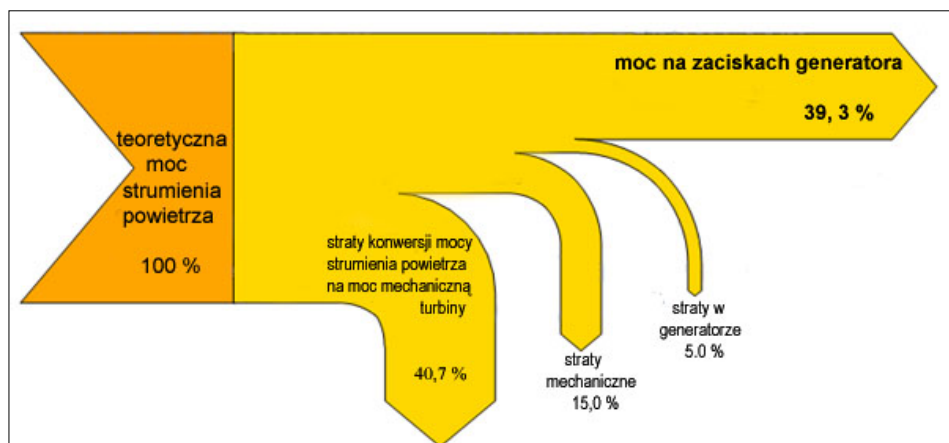
Rys.4. Gęstość powietrza suchego w funkcji ciśnienia przy temperaturze 273 K



Rys. 5. Graficzna ilustracja prawa Betz'a.



Rys. 6. Rozkład gęstości energii strumienia powietrza w funkcji jego prędkości w roku.



Rys.7. Wykres Sankey'a elektrowni wiatrowej pracującej w optymalnych warunkach

korzystania energii kinetycznej zawartej w strumieniu powietrza zależy od stosunku prędkości strumienia powietrza za i przed łopatami wirnika.

Na rys. 5 przedstawiono wykres stopnia wykorzystania energii zawartej w strumieniu powietrza w funkcji stosunku jego prędkości za i przed łopatami. Teoretycznie maksymalny stopień wykorzystania energii zawartej w strumieniu powietrza wynosi 59,3% i występuje przy stosunku prędkości strumienia powietrza za i przed łopatami 1/3. Oznacza to, że idealna turbina wiatrowa spowolni prędkość strumienia powietrza do 1/3 jego pierwotnej wartości. Jeżeli przyjmiemy, że gęstość prawdopodobieństwa występowania prędkości wiatru w roku może być opisana rozkładem Weibulla (o tym w dalszej części artykułu) i uwzględniając, że moc strumienia powietrza (wiatru) zależy od jego prędkości w trzeciej potęgze, to uzyskamy funkcję rozkładu gęstości energii strumienia powietrza w roku, co przedstawiono na rys. 6.

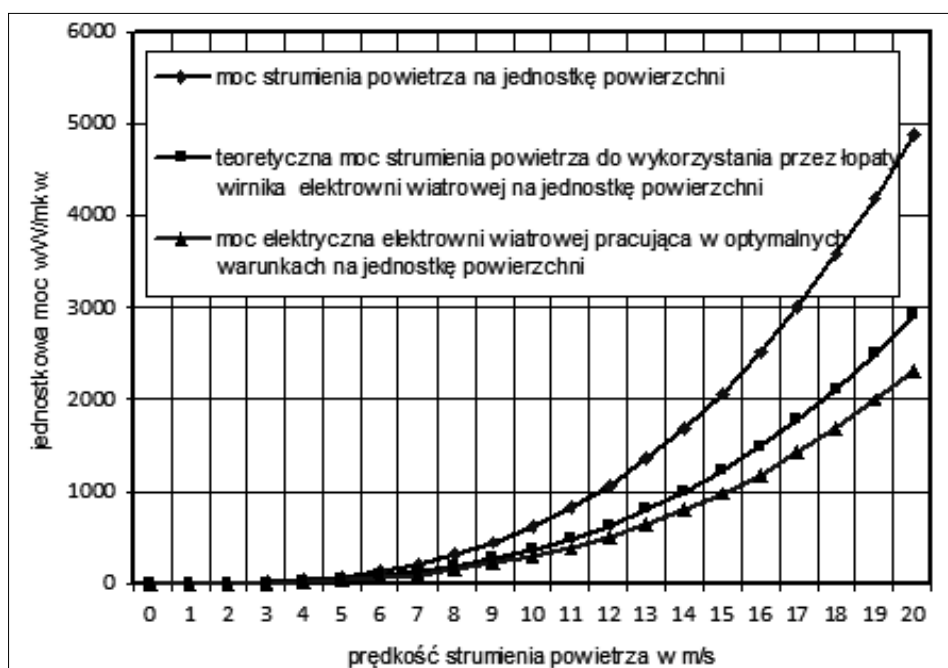
Stosunek wytwarzanej energii przez

elektrownię wiatrową do energii zawartej w strumieniu powietrza wynosi od 20 do 40%. Na rys.7 przedstawiono wykres Sankey'a (wykres strugowy mocy) elektrowni wiatrowej pracującej na wierzchoł-

ku krzywej Betz'a (rys.5). By to osiągnąć, wymagane jest zastosowanie odpowiedniego rodzaju turbin, doboru profilu łopat i automatycznej regulacji ustawienia łopat względem kierunku wiatru.

Moc generowana przez turbiny wiatrowe na ogół gwałtownie się zmienia w ciągu dnia, gdyż prędkość strumienia powietrza nie jest stała. Dodatkowo ulega zmianom dobowym i rocznym. Ponieważ odbiorcy energii elektrycznej nie chcą być uzależnieni od takich zmian, duże elektrownie wiatrowe muszą być wspomagane bądź przez klasyczne elektrownie, bądź przez systemy magazynowania energii takie jak elektrownia pompowa czy elektrownia gazowa z magazynem powietrza (CASE). Wykorzystanie energii słonecznej równocześnie z wiatrową może częściowo niwelować ten problem. Wyże baryczne charakteryzują się czystym niebem i stosunkowo słabymi wiatrami przy powierzchni, natomiast niż baryczne są zwykle bardziej wietrzne i bardziej pochmurne. Najsilniejsze wiatry wieją w zimie, gdy energii słonecznej jest najmniej. Zatem nie ma stałej prędkości strumienia powietrza (wiatru), wiatr ma bardzo zmienną prędkość i kierunek.

Przemysłowe elektrownie wiatrowe są budowane na średnie prędkości wiatru z przedziału od 4 do 25 m/s, natomiast małe elektrownie wiatrowe, których wirniki

Rys.8. Moce strumienia powietrza przepływającego przez powierzchnię 1 m² ustawioną prostopadle do kierunku prędkości wiatru

znajdują się nisko nad poziomem gruntu, ze względu na turbulencje powietrza (zawirowania) są budowane na średnie prędkości wiatru z zakresu od 3 do 15 m/s. Na rys.8 przedstawiono jednostkową moc strumienia powietrza, jednostkową moc teoretyczną możliwą do wykorzystania oraz moc praktycznie osiągalną na zaciskach generatora w funkcji stabilnych prędkości strumienia powietrza. Jednostkowe moce strumienia powietrza obliczono przy gęstości powietrza $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$, zaś jednostkową moc na zaciskach generatora przy iloczynie sprawności mechanicznej, sprawności przekładni i sprawności generatora wynoszącym 0,8.

3. Podstawowe parametry strumienia powietrza (wiatru) jako pierwotnego nośnika energii

Ze względu na to, że moc produkowana przez elektrownię wiatrową jest funkcją prędkości strumienia powietrza w trzeciej potęgze, średnia arytmetyczna prędkość wiatru, w badanym okresie na danym terenie, nie jest odpowiednia do oceny ilości energii jaką może wyprodukować elektrownia wiatrowa. Na rys. 9 przedstawiono przykładowe przebiegi pomiarowe prędkości strumienia powietrza, dla których średnia arytmetyczna wartość prędkości wiatru jest jednakowa i wynosi 4,5 m/s.

Średnia prędkość wiatru w badanym okresie pomiarowym, do obliczenia średniej wartości mocy produkowanej w tym okresie, powinna być obliczona ze wzoru:

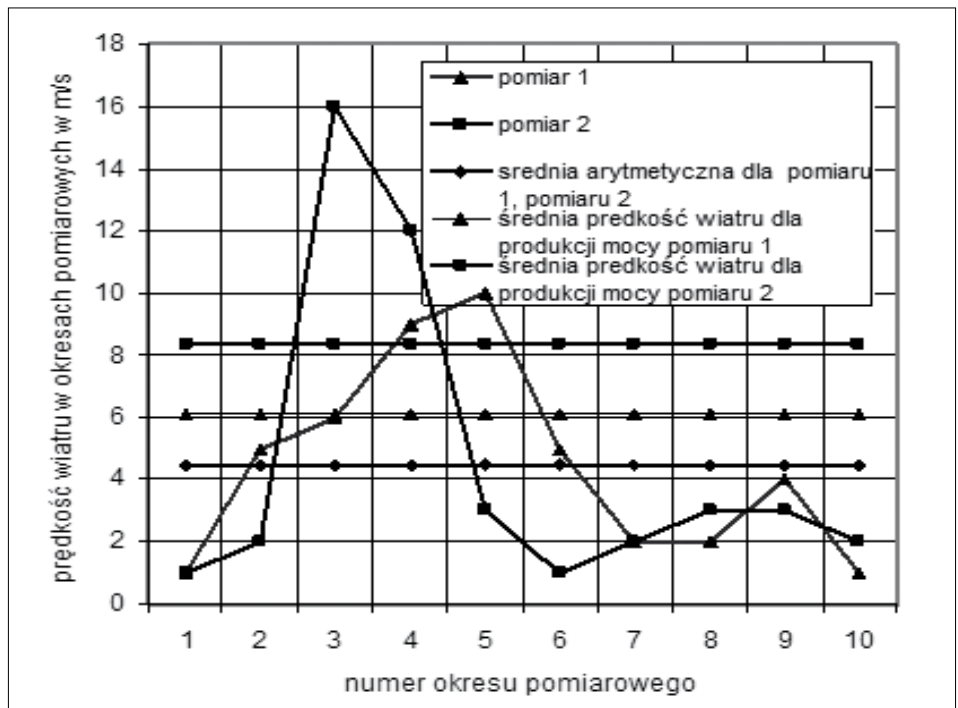
$$\sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^3}{n}} \quad (3)$$

gdzie :

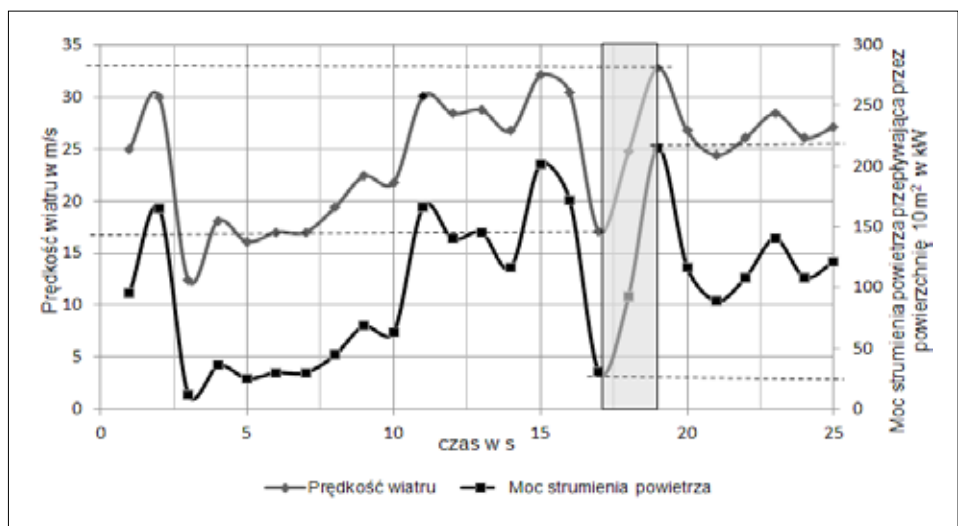
v_i – prędkość wiatru w okresie pomiarowym i ,

n – liczba okresów pomiarowych i .

Dla przebiegów pomiarowych obliczono średnie prędkości wiatru dla produkcji mocy w badanym okresie przy założeniu, że elektrownia wiatrowa nie ma ograniczeń wykorzystywania wszystkich prędkości wiatru. Średnia prędkość wiatru dla produkcji mocy w badanym okresie w pomiarze 1



Rys. 9. Przykładowe przebiegi pomiarowe prędkości wiatru, dla których średnie wartości arytmetyczne prędkości strumienia powietrza w badanym okresie są sobie równe



Rys.10. Przykładowy przebieg prędkości strumienia powietrza i związanego z nim przebiegu mocy strumienia powietrza

wynosi 6,1 m/s a w pomiarze 2 – 8,4 m/s. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej na swych mapach meteorologicznych podaje średnie arytmetyczne prędkości wiatru. Dlatego istnieje konieczność pomiaru prędkości wiatru w danej lokalizacji pod kątem energetycznego wykorzystania prędkości strumienia powietrza. Elektrownia wiatrowa wykorzystuje prędkości strumienia powietrza: od tzw. „prędkości startowej” elektrowni wiatrowej do prędkości nominalnej wiatru, na którą to została zbudowana elektrownia wiatrowa. Prędkości strumienia powietrza o wartościach wyższych niż prędkość nominalna, na którą elektrownia wia-

trowa została zbudowana, są „wyhamowywane” do prędkości nominalnej elektrowni wiatrowej przez poziomy lub pionowy obrot płaszczyzny wirowania łopat wirnika, bądź zmiany kąta ustawienia łopat wirnika w stosunku do kierunku wiatru. W małych elektrowniach wiatrowych ster kierunkowy służy do ustawienia płaszczyzny wirowania łopat prostopadle do kierunku wiatru, a ster boczny do poziomego obrotu płaszczyzny wirowania łopat i „wyhamowywania” prędkości strumienia powietrza do poziomu wymaganego przez elektrownię wiatrową.

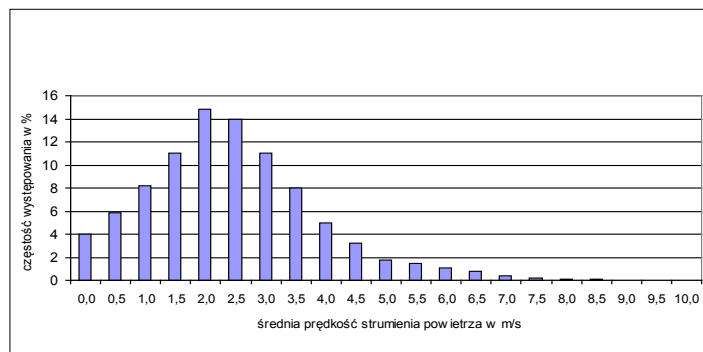
Na rys. 10 przedstawiono przebiegi prędkości strumienia powietrza na podstawie

rzeczywistych pomiarów wykonanych co sekundę i moc strumienia powietrza związanego z jego prędkością. Na podstawie tych przebiegów można dostrzec trudności z jakimi trzeba zmierzyć się podczas projektowania elektrowni wiatrowych. Obliczenia wykonano dla powierzchni zataczanej przez wirnik 10 m². Jest to mały wiatrak, którego długość łopat wynosi 1,8 m. W zaznaczonym zacienieniu na rys.10 zakresie (do 17 do 19), prędkość strumienia powietrza

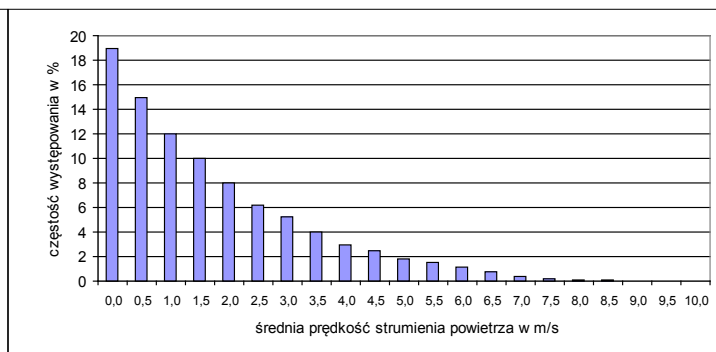
każdym terenie, występują w określonych warunkach, np. podczas tzw. podmuchów, czy zjawisk towarzyszących burzom i innym zjawiskom pogodowym. Maksymalne prędkości wiatru występują więc w całych przebiegach tylko w poszczególnych chwilach lub krótkich okresach czasu. Jeśli elektrownia wiatrowa miałaby być napędzana wiatrem o prędkości maksymalnej zaobserwowanej podczas pomiarów, to pracowałaby tylko w krótkich momentach

często wartości prędkości strumienia powietrza powtarzają się. W ten sposób możemy zbudować wykres przedstawiony na rysunkach.11 i 12, na których widoczna jest graficzna analiza udziałów poszczególnych średnich prędkości w klasach (na rysunkach szerokość klasy wynosi 0,5 m/s) w dwóch lokalizacjach A i B.

W lokalizacji A prędkość strumienia powietrza 2 m/s występowała w 14,8% w zarejestrowanych pomiarach, prędkość strumie-



Rys.11. Częstość występowania średnich prędkości strumienia powietrza w ciągu roku w lokalizacji A



Rys.12. Częstość występowania średnich prędkości strumienia powietrza w ciągu roku w lokalizacji B

wzrasta z 17 m/s do 33 m/s. W tym samym czasie moc przepływającego strumienia powietrza wzrasta z ok. 30 kW do ponad 215 kW, a wcześniej był spadek mocy tego strumienia z 200 do 30 kW. Podmuchy o takim przyroście prędkości strumienia powietrza nie występują często ale elementy konstrukcyjne elektrowni wiatrowej muszą zostać przewidziane na ich wystąpienie. Wiele elektrowni wiatrowych, szczególnie tych amatorskich, nie wytrzymało spotkania z burzą, a czasami zdarza się to i elektrowniom przemysłowym, budowanym profesjonalnie. Energia zawarta w strumieniu jest ogromna i stawia wyzwanie konstruktorom elektrowni wiatrowych - przechwycić jak największą jej część. Konstruktorzy starają się rozwiązać ten problem stosując układy, które wyłączają silnik wiatrowy po przekroczeniu pewnej, ustalonej prędkości strumienia powietrza. Wprowadza to dodatkowe elementy do układu technologicznego i podraża konstrukcję elektrowni wiatrowej, a ponadto skraca czas wykorzystania mocy zainstalowanej elektrowni, gdyż nie pracuje ona mimo wiejącego wiatru.

Prędkości maksymalne strumienia powietrza, z jakimi mamy do czynienia na

lub okresach czasu, w których wiatr osiąga prędkości maksymalne.

Prawidłowa ocena prędkości strumienia powietrza, którą można wykorzystać do budowy elektrowni wiatrowych, powinna zostać oparta na tzw. rozkładzie częstości występowania poszczególnych wartości prędkości strumienia powietrza. Pomiar prędkości wiatru dokonuje się np. co sekundę, co 5 sekund, co 15 minut czy co godzinę, a prędkość strumienia w tych okresach nie zmienia się. Przy krótszych przedziałach czasowych otrzymujemy bardziej przylegający do rzeczywistych warunków przebieg prędkości strumienia powietrza i ogromną liczbę przedziałów pomiarowych, gdyż pomiary prędkości wiatru powinny być wykonywane co najmniej przez rok a nawet kilka lat, ponieważ prędkość wiatru zmienia się również cyklicznie w wieloletnich okresach. Należy zauważyć, że są to pomiary wykonywane na określonej wysokości nad poziomem gruntu (npg). Otrzymane pomiary prędkości z roku w formie elektronicznego wykresu poddaje się obróbce polegającej na obliczeniu szerokości klasy dla prędkości strumienia powietrza, a następnie zliczeniu w poszczególnych klasach prędkości; jak

nia powietrza do 3,5 m/s występuje przez 76,9% w zarejestrowanych pomiarach, a cisza trwa przez 4,0%. Zarejestrowane prędkości strumienia powietrza powyżej 7,0 m/s mają znikomy udział w tej lokalizacji. Jeśli prędkość startowa elektrowni wiatrowej wynosi 3,5 m/s, to przez 6738 godzin w roku elektrownia wiatrowa nie będzie produkować energii elektrycznej.

W lokalizacji B prędkość strumienia powietrza 0,5 m/s występowała w 15,0% w zarejestrowanych pomiarach, prędkość strumienia powietrza do 3,5 m/s występuje przez 79,4% w zarejestrowanych pomiarach a cisza trwa przez 19,0%. Zarejestrowane prędkości strumienia powietrza powyżej 6,5 m/s mają znikomy udział w produkcji energii w tej lokalizacji. Jeśli prędkość startowa elektrowni wiatrowej wynosi 3,5 m/s, to przez 6974 godzin w roku elektrownia wiatrowa nie będzie produkowała energii elektrycznej, a w pozostałym roku stopień wykorzystania elektrowni jest stosunkowo niski.

DR INŻ. HENRYK WOJCIECHOWSKI, DOCENT
INSTYTUT ENERGEOELEKTRYKI
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

PIERWSZA W POLSCE PASYWNA SZKOŁA W BUDZOWIE

MAREK JANIKOWSKI

Najwięcej energii (40-70%) pochłania ogrzewanie budynków. Tutaj też należy szukać oszczędności. Najwięcej energii można zaoszczędzić poprzez unikanie strat. Taka jest główna przesłanka do budowy domów niskoenergetycznych, zużywających mało energii podczas funkcjonowania. Unia Europejska od lat dąży do upowszechnienia budowy domów niskoenergetycznych.

Wychodząc z założenia, że dobry przykład powinny dać władze, szczególnie te wybrane w sposób demokratyczny, Unia Europejska wydała dyrektywę mówiącą m.in. o obowiązku budowania budynków użyteczności publicznej o niewielkim lub zerowym zużyciu energii. Można to osiągnąć poprzez poprawę izolacyjności ścian i innych elementów budynku, likwidację mostków termicznych oraz korzystanie z odnawialnych źródeł energii. Ale samo mówienie o tym da niewiele. Najbardziej przekonujące są konkretne przykłady, że coś już istnieje, funkcjonuje i że można policzyć efekty ekonomiczne i środowiskowe. Takim pozytywnym, dobrym do naśladowania przykładem, który „Zielona Planeta” chciałaby czytelnikom przedstawić, jest budynek szkoły w Budzowie.

Skąd pomysł ?

W roku 2010 Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego zorganizował wizytę studyjną do Saksonii. Tam mieliśmy okazję zobaczyć energooszczędne budynki, w tym budynki pasywne, o prawie zerowym zużyciu energii i plus energetyczne. Mogliśmy porozmawiać z projektantami, wykonawcami i użytkownikami tych obiektów. Doświadczenia niemieckie okazały się bardzo interesujące, koszty eksploatacji budynków były bardzo niskie, wręcz niewiarygodne. Okazało się, że można nawet zbudować budynki, które produkują więcej energii niż zużywają. Dla mnie najciekawsze okazały się budynki pasywne, gdzie rozwiązania technologiczne wcale nie

były kosmiczne, a uzyskane efekty bardzo ciekawe.

Po powrocie z Saksonii było dla mnie jasne, że jeżeli mam w przyszłości budować budynek użyteczności publicznej, to musi to być budynek pasywny. Jak się okazało kilka miesięcy później, radni zaakceptowali mój pomysł na zbudowanie w gminie nowej szkoły. Tak doszło do budowy pierwszej szkoły pasywnej w Polsce w Budzowie (gm. Stoszowice, powiat Ząbkowice), przy ul. H. Pobożnego 1.

Jak zacząć?

Specyfika lokalna sprawiła, że obiekt musieliśmy zbudować bardzo szybko, nie było więc czasu na projektowanie. Należało przygotować program funkcjonalno – użyt-

kowy (PUF). Aby to zrobić zwróciłem się o pomoc do poznanych podczas wizyty studyjnej projektantów z Niemiec. To oni pomogli przygotować główne założenia techniczne, a zaprzyjaźniony architekt z Czech pomógł w uszczegółowianiu elementów architektonicznych i wykończenia wnętrz. Z pomocą przyszli też panowie z Narodowej Agencji Poszanowania Energii, którzy sprawdzili nasz program funkcjonalno – użytkowy. Koniec końców, dzięki pomocy wielu fachowców po 2 miesiącach powstał całkiem przyzwoity dokument i mogliśmy ogłaszać przetarg. Od tej chwili w ciągu 18 miesięcy wykonawca miał wykonać dokumentację, uzyskać pozwolenie na budowę i wykonać budynek. Udało się, choć nie było łatwo!



Fot. 1. Budynek szkolny powoli wylania się z ziemi, fot. Małgorzata Chmiel



Fot. 2. Budowa ścian, fot. Małgorzata Chmiel

Przygody na budowie

Mimo, że pisanie PFU zajęło nam ok. 2 miesiące, i tak było wiele wątpliwości. Najtrudniejsze relacje są zawsze na linii zamawiający – projektant – wykonawca. Zamawiający chce mieć jak najlepszy produkt, a wykonawca chce go zrobić jak najtaniej. Projektant, mimo że opłacany przez wykonawcę, stara się zadowolić obie strony, co nie jest łatwe. I w tym przypadku precyzyjne zapisy w PFU pozwalają utrzymać dobre relacje. Należy jednak pamiętać, że na tym etapie inwestor ma bardzo ograniczone zdolności negocjacyjne i z trudem

może cokolwiek „dorzucić” lub zmienić.

Na etapie projektowania pewnym problemem okazały się projekty wykonawcze, które nie zawsze zadowalały naszego sprawdzającego. Ostatecznie osiągnęliśmy to, co chcieliśmy, ale wielokrotne poprawianie projektów wykonawczych wprowadzało zamieszanie na budowie i przesunięcia terminów. Chwilami groziło to niewykonaniem zadania w czasie określonym w umowie. Dodatkowo musieliśmy przekonać podwykonawców, żeby też przeczytali PFU. Uświadomiliśmy im, że będziemy odbierać obiekt zgodnie z PFU.



Fot. 3. Widok na szkołę z innej strony, fot. Małgorzata Chmiel

Na szczęście, 10 miesięcy trwania budowy wystarczyło, aby się porozumieć.

Ostatecznie nasza szkoła ma 836 m² powierzchni użytkowej, przenikalności przegród średnio 3 razy niższe niż w tradycyjnych budynkach, zapotrzebowanie na ciepło 4 razy niższe niż dla budynków pasywnych, a szczelność 3 razy lepszą niż budynki pasywne. Wszystko to sprawia, że szacunkowy koszt na ogrzanie budynku wyniesie około 1000 zł rocznie. Dla porównania; w starym budynku o podobnej wielkości koszt ogrzewania wynosił 25 tys. zł plus wynagrodzenie palacza, razem około 40 tys. zł. Obecnie koszty ogrzewania szkoły jest 40 razy niższy!

Ile to wszystko kosztuje i po co to zbudowaliśmy?

No dobrze, ktoś powie, a ile to wszystko kosztowało i o ile droższa była budowa nowej szkoły od budowy tradycyjnego budynku. Tu przydałaby się szersza analiza wariantowa, oczywiście dużo zależy od tego do jakiego budynku mamy się porównać. Postaram się przedstawić tylko krótką analizę. Nasz budynek kosztował 3.340.000 zł czyli ok. 4000 za m². Całkowity koszt obejmuje projekt obiektu, budowę i część wyposażenia (kuchnia, multimedia, monitoring), a także koszt zagospodarowanie terenu (chodniki, nasadzenia, zatoczka dla autobusów), nadzory inwestorskie (wyposażenie szkoły w całości od prywatnych sponsorów). W sąsiednim samorządzie, dwa lata temu wybudowano szkołę i koszt wyniósł ok. 3650 zł za m². Było to zaledwie 10% taniej. Jak szybko zwróci się te 10%? Rachunek jest prosty, przy utrzymaniu się stałych cen zwrot nadpłaty nastąpi po około 10 latach, jednak w ciągu ostatnich 3 lat gaz LPG (gazu z sieci u nas nie ma) podrożał o 47%, co sprawia, że taki dodatkowy wydatek zwróci się już po 6 – 7 latach. A ponieważ czas żywotności budynku to co najmniej 100 lat, to jeszcze kolejne pokolenia będą wdzięczne za takie rozwiązanie.

Należy ponadto przestrzegać prawa unijnego, a sprawę efektywności energetycznej reguluje Dyrektywa 2010/31/UE, która mówi m.in., że wszystkie obiekty zajmowane przez władze publiczne po 2018 r.



Fot. 4. Szkoła gotowa, ścieżki i ławki także, fot. Małgorzata Chmiel



Fot. 5. Szkolny korytarz w jasnych barwach lśni nowością, fot. Małgorzata Chmiel



Fot. 6. Pierwsze zajęcia w nowej szkole, fot. Małgorzata Chmiel

mają być obiektami o prawie zerowym zużyciu energii.

Co się nie udało?

Nie udało się zdobyć znaczącej dotacji na nasz „zerowy” budynek, nigdzie w Polsce nie ma bowiem programu, który wspierałby budowę niskoenergetycznych budynków użyteczności publicznej. Szkoda, bo dotacja w wysokości 20–30% pomogłaby w podejmowaniu decyzji o budowie budynków prawie zerowych.

Działamy

We wrześniu 2012 r. budynek już działa, spóźniliśmy się tylko 3 dni (uroczyste otwarcie nowej szkoły odbyło się 26 października 2012 r.). Osiągnęliśmy wskaźniki lepsze, niż chcieliśmy - zapotrzebowanie na ogrzewanie to nie zakładane 15 kW/m²/rok ale 3,16 kW/m²/rok (równowartość około 1,5 litra oleju napędowego), gdzie w tradycyjnym budynku jest to ok. 120–140 kW/m²/rok. Nasz budynek jest prawie „zerowy”, a po zamontowaniu ogniw fotowoltaicznych na dachu będzie „plus-energetyczny”. Brzmi to niewiarygodnie, ale do ogrzania budynku wystarczają nam same dzieci i oświetlenie klas. Teraz będziemy się uczyć, jak umiejętnie z niego korzystać, aby liczby zapisane w dokumentach potwierdziły się w rzeczywistości i dały jak największe oszczędności.

Promowanie dobrych praktyk

Promujemy inwestycję w mediach, aby za naszym przykładem poszły inne samorządy (i nie tylko). Projekt został objęty patronatem Ministra Infrastruktury, Marszałka Województwa Dolnośląskiego, Dolnośląskiego Kuratora Oświaty oraz Starosty Ząbkowickiego. Na stronie internetowej gminy Stoszowice można znaleźć zdjęcia z inwestycji oraz wszystkie dokumenty przetargowe – bardzo dobrą umowę i wspomniany PFU. Drodzy Państwo, budujcie oszczędne budynki, to się nam wszystkim opłaci!

MAREK JANIKOWSKI
WÓJT GMINY STOSZOWICE

gwł terrein **Ekologiczne** osiedle w Amsterdamie

BOGUSŁAW J. WOJTYSZYN

fotoreportaż
na stronie 28

W rejonie Terrein, na terenach dawnych Miejskich Wodociągów z okresu 1851-1994, znajduje się obecnie Ekologiczna Jednostka Mieszkaniowa GWL (Gemeentewaterleidingen). Jest to małe osiedle mieszkaniowe, sąsiadujące z ekologicznym centrum wypoczynku i rozrywki - parkiem Cultuurpark Westergasfabriek, utworzonym w roku 2006 na terenach byłej Miejskiej Gazowni z okresu 1883-1990. Obydwa tereny położone są niecałe 3 km od starego centrum Amsterdamu.

Ekologiczną Jednostkę Mieszkaniową GWL –Terrein o powierzchni 6 ha zamieszkuje 1500 mieszkańców. GWL-Terrein jest 600-tną jednostką ekologiczną budownictwa mieszkaniowego w aglomeracji Amsterdamu, położoną w zachodniej części miasta, która powstała jeszcze w ubiegłym stuleciu. Stanowi ona ciekawe rozwiązanie społeczno-przestrzenne, w którym do obecnej chwili w niezmienionej postaci utrzymane zostały, zaprogramowane wcześniej, ekologiczne zasady jej funkcjonowania.

Na zamówienie Stowarzyszeń - Fundacji ECO-plan i Spółdzielni Mieszkaniowej,

a także Rady Miejskiej dla Dzielnicy Westerpark (Stadsdeel Westerpark Council & Amsterdam) powstały w latach 1989-1994: najpierw projekt urbanistyczny GWL –Terrein, wykonany przez firmę Kees Christiaanse Architects & Planners, a następnie projekty architektoniczne autorstwa - Kees Christiaanse, Liesbeth vd Pol, Meyer en Van Schooten, Willem Jan Neutelings, DKV.

Realizacja Ekologicznej Jednostki Mieszkaniowej GWL – Terrein, w narożu ulic Van Hallstraat i Haarlemmerweg, poprzedzona została rekultywacją przemysłowego obszaru i oceną możliwości

adaptacji najlepiej zachowanych zabudowań historycznych. W latach 1994-1998 w starej i nowej zabudowie powstało 591 apartamentów, w tym 273 lokali socjalnych i 318 mieszkań własnościowych. Całość zarządzana jest przez 5 wspólnot mieszkaniowych, które przystosowały 5 apartamentów dla dzieci z wieloma rodzajami niepełnosprawności, w ramach projektu polepszania ich życia. Dla wzmocnienia społecznej integracji osiedla, 17 lokali przeznaczono na ośrodek dla centrum wspólnot mieszkaniowych, a niektóre apartamenty przekształcono w lokale typu studio. Natomiast w hali dawnej przepompowni została otwarta kawiarnia-restauracja, biuro i studio telewizyjne. W dawnym magazynie powstały apartamenty zaprojektowane w układzie mieszkalno-handlowym, a w budynku dawnej portierni umieszczono administrację miejskiego zarządcy. Dawna kotłownia zamieniona została na jeden z pokoi hotelowych dla gości.

Na obrzeżu jednostki znajduje się parking na 135 miejsc, w tym 110 stanowisk rozdysponowanych zostało wśród mieszkańców GWL. Zabudowa mieszkalna osiedla jest dostępna tylko pieszo i pojazdami niespalinowymi. W centralnej części obszaru GWL dawny basen wodociągowy pełni funkcję oczyszczalni roślinnej i wraz z tarasem małej gastronomii stanowi ciche miejsce do wypoczynku. W sąsiedztwie znajduje się, dominująca nad osiedlem,



Fot. 1. Dawna wodociągowa wieża ciśnień – obecnie punkt widokowy i symbol tożsamości miejsca, fot. Bogusław Wojtyszyn

BUCZYNY W POLSCE

MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

Buczyny to lasy liściaste, których głównym składnikiem drzewostanu jest buk zwyczajny. Występują w obszarach suboceanicznych niżu oraz w niższych położeniach górskich i są typem naturalnej roślinności o charakterze klimaksowym. W Polsce występuje duża różnorodność lasów bukowych, wszystkie posiadają wysokie walory przyrodnicze.

Wstęp

Lasy bukowe to mezo- i eutroficzne zbiorowiska roślinne, z dominującym bukiem zwyczajnym *Fagus sylvatica*, z niewielką domieszką jodły lub jaworu. Są to zbiorowiska, które przetrwały do dzisiejszych czasów w mało zmienionej postaci, a przez to są cenne z punktu widzenia wspólnoty europejskiej. Gospodarka leśna występuje na większości tych obszarów i trudno ją pogodzić z dobrym zachowaniem tych siedlisk. Są jednak w Polsce tereny, na których buczyny zachowały się w stanie niemal pierwotnym. Duże zróżnicowanie siedliskowe buczyn powoduje, że w związku *Fagion* wyróżniono 5 podzwiązków, gromadzących aż kilkadziesiąt zespołów roślinności.

Z podłożem zasobnym i wilgotnym związane są **buczyny żyzne**. Warstwa zielna rozwija się w nich głównie wiosną, gdyż później, zwarte korony drzew nie dopuszczają zbyt wiele światła do dna lasu. Zbiorowiska te cechują się naturalnym odnowieniem buka, mają słabo rozwiniętą warstwę podszytu i bogate runo, w którym licznie występują geofity, np. zawilce, kokorycze i żywce *Dentaria*. Żyzne buczyny rzadko występują na niżu, znacznie częściej na pogórzach i w reglu dolnym gór, gdzie występuje zróżnicowanie siedliskowe na buczyny sudeckie i karpackie. Z kolei na glebach zakwaszonych i mało zasobnych wykształcają się **buczyny kwaśne**. W porównaniu z buczynami żyznymi, ich runo jest dość ubogie i dominuje w nich roślinność trawiasta. Zbiorowiska te występują głównie na niżu i w niższych położeniach górskich.

Buczyny niżowe

Żyzne buczyny występują na niżu sporadycznie. Ich przedstawicielem jest **żyzna buczyna niżowa typu pomorskiego** *Ga-*

lio odorati-Fagetum o jednolitym, bukowym drzewostanie. Charakterystyczna jest występująca w nich kombinacja **perłówki jednokwiatowej** *Melica uniflora*, kostrzewy leśnej i **żywca cebulkowego** *Dentaria bulbifera*, a w runie występują rośliny typowo niżowe, jak: przylaszczka pospolita *Hepatica nobilis*, zawilec gajowy *Anemone nemorosa*, bluszcz pospolity *Hedera helix* i przytulia wonna *Galium odoratum*. Zbiorowisko to nawiązuje do lasów grądowych *Galio-Carpinetum* (o czym może świadczyć udział np. gwiazdnicy wielkokwiatowej), a formy przejściowe między tymi zbiorowiskami są trudne do rozróżnienia. Zbiorowiska te występują na glebach świeżych i wilgotnych brunatnych i płowych pojezierzy północno-wschodniej Polski, wyspowo sięgają również na południe, nawet na Dolny Śląsk.

Rzadkim typem buczyny na niżu jest **wilgotna buczyna niżowa ze szczyrem**, w nomenklaturze fitysocjologicznej opisywana jako zbiorowisko *Fagus sylvatica-Mercurialis perennis*. Występuje ona w specyficznych warunkach siedliskowych – w wąwozach i jarach związanych z wysiękami, na podłożu o dużej zawartości węgla wapnia. Silnie zwarty drzewostan powoduje, że podszyt jest słabo rozwinięty, za to runo bardzo *bujne*, z **lanami szczyru trwałego** *Mercurialis perennis*, **czosnaczka pospolitego** *Alliaria petiolata* i **czartawą pospolitą** *Circaea lutetiana*. Zbiorowiska te znane są tylko z Pomorza, m.in. z Puszczy Bukowej, Wysoczyzny Elbląskiej, źródeł Radwi i okolic Recza.

Z kolei na ubogim podłożu, wykształcają się buczyny kwaśne, charakteryzujące się stałym udziałem gatunków acydofilnych. Typem gleby jest tu oligotroficzny ranker, gleby brunatne kwaśne i zbielicowane lub

płowe. **Kwaśna buczyna niżowa** *Luzulo pilosae-Fagetum* posiada drzewostan bukowy tylko z niewielką domieszką grabu lub dębu. Nie posiada w składzie gatunkowym gatunków górskich, za to licznie występuje w niej **kosmatka owłosiona** *Luzula pilosa*, **turzyca pigułkowana** *Carex pilulifera* oraz niektóre gatunki o charakterze borealnym i acydofilnym, jak: szczawik zajęczy *Oxalis acetosella*, siódmaczek leśny *Trientalis europaea* czy konwalijka dwulistna *Maianthemum bifolium*. Buczyny te występują na polskich pojezierzach, ale zalicza się również do nich stanowiska kwaśnych buczyn z pasa wyżyn Polski środkowej i południowo-zachodniej.

Buczyny górskie

Również na podłożu ubogim, lecz w górach, wykształca się **kwaśna buczyna górska** *Luzulo luzuloidis-Fagetum*. Cechuje się ona dominacją buka z niewielką domieszką jodły (w Karpatach) lub świerka (w Sudetach), silnie zwartymi koronami drzew oraz luźnym i ubogim w gatunki trawiastym runem, w którym występują głównie: **śmiałek pogięty** *Deschampsia flexuosa* i **kosmatka gajowa** *Luzula luzuloides*. Trafiają się również mchy, borówka czernica oraz niskie paprocie i wybrane górskie gatunki bylin. Ten typ buczyny występuje w Sudetach i Karpatach w podobnych układach.

Żyzna buczyna karpacka obejmuje swoim zasięgiem Karpaty, Wyżynę Sandomiersko-Kielecką, Wyżynę Krakowsko-Częstochowską oraz Roztocze. Występuje na glebach brunatnych, eutroficznych rankorach i glebach wapniowcowych. Charakterystycznymi dla niej gatunkami są **żywiec gruczołowaty** *Dentaria glandulosa* (od niego wzięta się nazwa łacińska zbiorowiska: *Denario glandulosae-Fagetum*),

żywokost sercowaty *Symphytum cordatum* i **paprotnik Brauna** *Polystichum braunii*, a w drzewostanie dodatkowo występuje jodła pospolita. W reglu dolnym Karpat jest to zbiorowisko roślinne o charakterze klimaksowym, osiągające optimum występowania między 800 a 1150 m n.p.m. Żyzna buczyna karpacka jest silnie zróżnicowana pod względem siedliskowym, wyróżnia się również dwie odmiany geograficzne: wschodnio- i zachodniokarpacką. Najlepiej zachowane płaty tego zbiorowiska zachowały się na Babiej Górze.

Żyzna buczyna sudecka występuje w reglu dolnym Sudetów i na Pogórze Sudeckim, wyspowo również w południowo-wschodniej części kraju. Gatunkiem przewodnim, odróżniającym buczynę sudecką od karpackiej, jest tu żywiec dziewięciolistny *Dentaria enneaphyllos* (stąd nazwa łacińska zbiorowiska: *Dentario enneaphyllidi-Fagetum*), jak również większy udział kostrzewy leśnej *Festuca altissima* i wydmuchrzycy zwyczajnej *Hordelymus europaeus*. Ponadto, w drzewostanie nie występuje tu jodła pospolita. Żyzna buczyna w Sudetach występuje w reglu dolnym na wysokościach 600–800 m n.p.m., jak również w piętrze pogórza i w kotlinach śródgórzyskich. Dobrze zachowane płaty buczyn są objęte ochroną m.in. w rezerwatach przyrody: „Buki Sudeckie”, „Góra Miłek”, „Cisowa Góra”, „Góra Ślęza”, a także na Górze Chojnik i w Parku Narodowym Gór Stołowych.

Na żyznych glebach, charakteryzujących się znaczną zawartością węgla wapnia, można odnaleźć tzw. ciepłolubne **buczyny storczykowe**, zaliczane do podzwiazku *Cephalanthero-Fagenion*. Należą tutaj różne zbiorowiska, mające swoje centrum występowania w różnych rejonach kraju, ale wszystkie charakteryzują się obfitym udziałem różnych gatunków storczyków, co ma znaczący wpływ na walory przyrodnicze tych siedlisk. Występują w nich m.in. **buławniki**: **wielkokwiatowy** *Cephalanthera damasonium*, **mieczolistny** *C. longifolia* i **czerwony** *C. rubra*, **gnieźnik leśny** *Neottia nidus-avis*, **kruszczyk szerokolistny** *Epipactis helleborine*, **listera jajowata** *Litsea ovata*, czy **obuwik pospolity** *Cypripedium calceolus*.

Na klifach nadmorskich występuje nadmorska ciepłolubna buczyna z buławnikiem czerwonym, w Pieninach buczyna storczykowa z turzycą białą *Carex alba*, a w pozostałych regionach także ciepłolubna buczyna małopolska, kaszubska wilgotna buczyna nawapienna i **ciepłolubna buczyna storczykowa regionu sudeckiego**. Ostatnie siedliska należą do rzadkości w krajobrazie Dolnego Śląska, dlatego powinny zostać objęte ochroną rezerwatową. Ich występowanie stwierdzono tylko na wybranych powierzchniach w Górach Kaczawskich i w Krowiarkach.

Gospodarka leśna w buczynach

W przeszłości areal zajmowany przez buczyny został w znacznym stopniu zmniejszony w wyniku uprawy na ich siedliskach innych gatunków drzew, np. dębu, sosny czy świerka, co upodobiło lasy bukowe do dąbrów, czy borów mieszanych. Aktualnie, w leśnictwie to buk jest gatunkiem promowanym w miejsce grabu, bywa również podsadzany pod innymi drzewostanami. W efekcie, na siedliskach górskich buczyn można spotkać monokultury sosnowe lub świerkowe z tylko niewielkim udziałem buka, a na niżu drzewostany o charakterze przejściowym między buczyną a grądem. Buczyny w większości są lasami gospodarczymi, a wiek rębności buka w Polsce wynosi 120 lat. Obecny sposób prowadzenia gospodarki w tych lasach prowadzi do ich juvenalizacji, uproszczenia struktury i ograniczenia różnorodności biologicznej, a zbyt duże prześwietlenie drzewostanu prowadzi do zniszczenia ich runa, np. w wyniku rozrostu jeżyn. O tym, jak ważna jest rozsądna gospodarka w buczynach na terenach górskich, świadczy fakt, że zbiorowiska te pełnią ważną rolę w kształtowaniu odpływu wody ze zlewni górskich. Występują one na podłożach o dużej zdolności infiltracji i zbyt duża eksploatacja tych lasów powoduje zmniejszenie wartości retencyjnej takiego podłoża.

Metody ochrony

O dużym znaczeniu buczyn dla ochrony środowiska naturalnego Europy świadczy fakt, że wszystkie ich typy siedliskowe zo-

stały objęte ochroną w ramach sieci Natura 2000: Kwaśnym buczynom przyznano kod 9110, żyznym – 9130, a ciepłolubnym buczynom storczykowym – 9150. W tych ostatnich występuje obuwik pospolity *Cypripedium calceolus*, a w innych typach buczyn również pachnica dębowa *Osmoderma eremita* i nadobnica alpejska *Rosalia alpina* – gatunki z II Załącznika Dyrektywy Siedliskowej.

Buczyny są zbiorowiskami trwałymi i w niezakłóconych warunkach funkcjonują bez działalności człowieka, stąd zalecana jest dla nich ochrona bierna. Największą wartość siedliskową mają stare drzewostany bukowe, osiągające wiek 200–300 lat. To właśnie one cechują się najwyższą bioróżnorodnością i właściwym biotopem dla wielu gatunków związanych z buczynami. Takie powierzchnie powinny być obejmowane ochroną, jednak rzadko odnotowuje się już płaty noszące cechy naturalności. Kompromisem pomiędzy zachowaniem siedliska a pozyskiwaniem surowca, powinna być rębnia częściowa, połączona z pozostawianiem skupień starych drzew i runa w stanie nienaruszonym oraz niewzbogacanie ekosystemu w inne gatunki drzew, zwłaszcza obcego pochodzenia. Dobrze zachowane płaty buczyn powinno się wyłączać z użytkowania gospodarczego, a najlepsze efekty daje ochrona powierzchniowa stosowana w rezerwatach i parkach narodowych, m.in. Babiogórskim, Bieszczadzkiem, Drawskim, Gorczańskim, Pienińskim, Wolińskim i w Parku Narodowym Gór Stołowych.

MGR MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

Literatura

- Herbich J. (red.) 2004. Lasy i Bory. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Tom 5. – Ministerstwo Środowiska, Warszawa
- Matuszkiewicz W. 2006. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 536 ss.
- Szweykowska A., Szweykowski J. (red.) 2003. Słownik botaniczny. – PW „Wiedza Powszechna”, Warszawa, 1136 ss.

KARA BOSKA

MARIA KUŹNIARZ

Ktoś mi mówił, że gdzieś w centrum Polski miejscowy proboszcz, borykający się z problemem zaśmiecania parafialnego cmentarza i jego okolicy, po miesiącach bezskutecznego zawstydzania i pokrzykiwania z amfony, wpadł na pomysł, najprostszy z możliwych. Z pomocą wiernych postawił na cmentarzu kilka jaskrawo pomalowanych tablic z napisem informującym, że każdego, kto nie segreguje i nie wyrzuca odpadów do odpowiednich kontenerów, które stoją przed bramą, czeka kara Boska. Poskutkowało!!! Ani na cmentarzu, ani za jego płotem śmieci nie ma!



Zastanawiam się, czy instytucje, w których ręce mają niebawem pójść wszystkie komunalne odpady, zgodnie z oczekiwaną od lat zasadą „śmieci w ręce gmin”, nie powinny wdrażając nowe przepisy, pójść za powyższym przykładem i też odwołać się do Najwyższej Instancji? W ich przypadku także dlatego, że stoją przed bardzo trudną decyzją dotyczącą opłat, jakie mają narzucić właścicielom i użytkownikom lokali mieszkalnych. O powodzeniu zmian w zagospodarowywaniu odpadów w ogromnej mierze decydować będzie sprawna organizacja i wysokość opłat za ich wywóz. Ustawa, której postanowienia mają być powszechnie stosowane już latem 2013 roku, dopuszcza cztery możliwości naliczania opłat. Za pozbycie się odpadów płacić będziemy albo od ilości osób zamieszkujących nieruchomość albo od zamieszkiwanej powierzchni lub zużycia wody. Gmina może jednak przyjąć czwarte rozwiązanie. Ustalić jedną opłatę dla wszystkich gospodarstw.

To czwarte, dla decydentów najprostsze rozwiązanie, już na wstępie budzi największej emocji. Jest bowiem wysoce niesprawiedliwe. Słysząc nawet głosy, że byłoby to demoralizujące, gdyż nie mobilizowałoby to nikogo do starań o ograniczanie ilości odpadów, ani też do ich segregacji.

Czy któraś z pozostałych trzech możliwości jest sprawiedliwa?

Uzależnianie opłaty od użytkowanej powierzchni też budzi wątpliwości. Koszt mieszkania na mniejszych czy więk-

szych powierzchniach pokrywają przecież czynsze i podatki. Godziłoby to zwłaszcza w ludzi starszych, którzy po odchowaniu dzieci pozostali (często już w pojedynkę) na dużych powierzchniach. Nie jest to też grupa wiodąca w produkowaniu odpadów. Pełne rodziny, czasem wielopokoleniowe, mieszkające z konieczności „tłumnie” w ciasnocie, wytwarzają na każdej jednostce powierzchni mieszkania znacznie więcej odpadów. Wątpliwości budzi też pomysł wiązania wysokości opłat z ilością zużytej wody. Wprawdzie mogłoby to mieć jakieś znaczenie mobilizujące do jeszcze oszczędniejszego jej zużywania, ale czy nie są wystarczającym bodźcem rosnące opłaty za wodę i ścieki? Czy fundując sobie w upalny dzień dodatkowy prysznic mam drżeć, że podniosą mi stawkę za wywóz śmieci?

Nie zazdroścę radnym trudnego zadania jakie na nich spadło, ale „sami chcieli”, bo inaczej by nie kandydowali. Muszą je rzeczowo ale i sprawiedliwie rozwiązać, zdają więc poważny egzamin. Na pocieszenie mają możliwość podglądania wiele krajów, które dawno już przećwiczyły problem, a nawet bliżej – przodujących, krajowych gmin. Obywatelskie społeczeństwo coraz wnikliwiej patrzy na ręce radnych a istnieje obawa, że otrzymując na własność cały komunalny dobytek odpadowy, gminy zamiast czerpać dochód z jego utylizacji, zechcą się bogacić z dochodów, którymi będą opłaty. Zagospodarowania tego dobra, jakim są surowce wtórne w od-

padach komunalnych, muszą się nauczyć a opłaty nie mogą być wysokie, jeśli nie chcą by ich też spotkało to, czym straszy wspomniany proboszcz.

Nad kształtowaniem sumień ekologicznych (wszystkich, także i radnych) od lat pracują organizacje proekologiczne i oświatowe, ale efekty wydają się być mizerne. Może przesadzam, że są mizerne ale na pewno powinny być bardziej widoczne. Kary za pozbywanie się odpadów „gdzieś tam” (czytaj: w lesie, na polach, w rowie a nawet w domowym ognisku) są też wciąż albo niewystarczająco groźne, albo nieściągalne, bo nieefektywne. Same przepisy i kary jednak nie wystarczą jeśli gminy nie stworzą warunków do ich stosowania. Zanim wspomniany proboszcz zaczął na cmentarzu straszyć, postarał się o takie warunki. Pojawiły się odpowiednie kontenery, podpisano umowy z odbiorcami posegregowanych odpadów. Asortyment podobny jak w gospodarstwie domowym: resztki roślinne, szkło, plastiki, metal z wyjątkiem tzw. gabarytów, których z gospodarstw domowych pozbyć się jest chyba najtrudniej i może dlatego nietrudno spotkać je w lesie. Gminy muszą się więc postarać też o sprawniejszy niż aktualnie, ale i TAŃSZY niż dotąd, system oddawania do utylizacji starych mebli, zerwanych tapet, gruzu itp. W przeciwnym razie nawet tabliczki skopiowane od mądrego proboszcza niewiele pomogą.

DR MARIA KUŹNIARZ

KOŁO W BIELAWIE

prezes dr inż. Iwona Chelmecka
os. Włókniarzy 18/8, 58-260 Bielawa, tel. 74 834 40 39
iwona.chelmecka@op.pl

KOŁO W CHOCIANOWIE

prezes mgr inż. Adam Świtoń
ul. Świerkowa 6, 59-141 Chocianów, tel. 76 818 58 27
s.switon@onet.eu

KOŁO DOLINY BIAŁEJ ŁĄDECKIEJ

prezes Monika Słonecka
ul. Ostrowicza 1/3, 57-540 Łądek-Zdrój, tel. 74 814 71 62
monika_slonecka@op.pl

KOŁO „GŁOGÓW” W GŁOGOWIE

prezes Maria Szkatulska
ul. Folwarczna 55, 67-200 Głogów, tel. 76 833 38 57
maria.szkatulska@interia.pl

KOŁO W LUBINIE

p.o. prezesa mgr Stanisław Głonek
ul. Jana Pawła II 70, 59-300 Lubin, tel. 76 844 72 44
stanislaw.glonck@wp.pl

KOŁO MIEJSKIE W LEGNICY

prezes mgr inż. Eugenia Rurak
ul. Pomorska 19, 59-220 Legnica, tel. 76 855 04 18

KOŁO MIEJSKIE WE WROCŁAWIU

prezes dr hab. inż. arch. Bogusław Wojtyszyn
ul. J. Chelmońskiego 12, P-5, 51-630 Wrocław, tel. 71 347 14 45
wojtyszyn_b@wp.pl

KOŁO PRZY NOT WE WROCŁAWIU

prezes mgr Dawid Golec
ul. marsz. J. Piłsudskiego 74, 50-020 Wrocław, tel. 71 347 14 45
adres do korespondencji: ul. Chopina 6/6, 55-200 Oława

KOŁO W NOWEJ RUDZIE

prezes Julian Golak
ul. Bohaterów Getta 4/6, 57-400 Nowa Ruda, tel. 74 872 46 24
julian.golak@dolnoslask.pl

KOŁO PRZY POLITECHNICE WROCŁAWSKIEJ

prezes dr inż. Aureliusz Mikłaszewski
ul. J. Chelmońskiego 12, P-5, 51-630 Wrocław, tel. 71 347 14 45
klub@eko.wroc.pl

KOŁO „WŁODARZ-OSTOJA” W GŁUSZYCY

prezes dr hab. inż. Włodzimierz Brząkała
ul. Parkowa 9 (Zespół Szkół), 58-340 Głuszyca, tel. 74 845 64 81
wlodzimierz.brzakala@pwr.wroc.pl

KOŁO „ZIELONY MUCHOBÓR”

prezes Marianna K. Gidaszewska
ul. Klecińska 134 m. 3, 54-412 Wrocław, tel. 71 357 18 75



**OKRĘG DOLNOŚLĄSKI
POLSKIEGO KLUBU
EKOLOGICZNEGO**

ul. marsz. J. Piłsudskiego 74
50-020 Wrocław

tel./fax 71 347 14 45, tel. 71 347 14 44
e-mail: klub@eko.wroc.pl

<http://www.ekoklub.wroclaw.pl/>

ZARZĄD OKRĘGU

mgr Michał Śliwiński
prezes, tel. 71 347 14 44, 663 326 899
e-mail: michal.sliwinski@o2.pl

dr inż. Aureliusz Mikłaszewski
wiceprezes, tel. 71 347 14 44
e-mail: aureliusz.miklaszewski@wp.pl

dr hab. inż. Włodzimierz Brząkała
wiceprezes, tel. 663 261 317
e-mail: wlodzimierz.brzakala@pwr.wroc.pl

dr Barbara Teisseyre
sekretarz, tel. 606 103 740
e-mail: bnteiss@wp.pl

mgr Krystyna Haladyn
skarbnik, tel. 71 783 15 75
e-mail: krystyna.haladyn@wp.pl

KOMISJA REWIZYJNA

dr hab. inż. arch. Bogusław Wojtyszyn
przewodniczący, tel. 605 620 208
e-mail: wojtyszyn_b@wp.pl

mgr inż. Magdalena Styś-Kruszelnicka
członek, tel. 74 845 64 81
e-mail: magda_kruszelnicka@wp.pl

SĄD KOLEŻEŃSKI

dr Maria Przybylska-Wojtyszyn
przewodnicząca, tel. 71 353 40 47
e-mail: wojtyszyn_b@wp.pl

dr inż. Zdzisław Matyniak
członek, tel. 71 330 30 50
e-mail: matyniak@kn.pl

**BIURO ZARZĄDU OD PKE
ul. J. Chelmońskiego 12, P-5, Wrocław**

czynne jest we wtorki i czwartki
w godzinach od 15⁰⁰ do 18⁰⁰



Taras wypoczynkowy kawiarni Domu Kultury nad zbiornikiem wodnym



Ciąg spacerowo-rowerowy w centralnej części osiedla

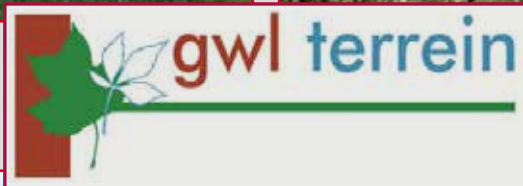


Ogrody wypoczynkowe w wydzielonych żywopłotem przestrzeniach funkcjonalnych



Przydomowe ogrody warzywne

Ekologiczne osiedle



w Amsterdamie Westerpark

Fot. Bogusław Wojtyszyn



Pionowe i poziome układy zieleni wewnątrz osiedlowego ogrodu



Zabudowa wtopiona w zieleni ozdobnego ogrodu wypoczynkowego



Spacerowy podest łączący wypoczynkowe tarasy sąsiednich budynków



Wysokie budynki osłaniają osiedle przed uciążliwościami dużego miasta