

<http://www.gmina.bio-gazownie.edu.pl/pozostalosci-z-przetworstwa-rolno-spozywczego>, 10.07.2019.

[15] Bank Danych Lokalnych, http://stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks, 29.08.2019.

[16] Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszk-Popławska A., Wiśniewski G., 2009, Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie. MAE Sp. z o.o., Warszawa, http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf, 29.11.2020.

[17] Myczko A., Dobór substratów do biogazowni. Biogazownie rolnicze – mity i fakty. FDPA, Warszawa 2011.

[18] Cebula J., Wybrane metody oczyszczania biogazu rolniczego i wysypiskowego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.

[19] Grzybek A. (red.), Biogazownia rolnicza – podręcznik dla samorządowca, Fundacja na Rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa, Warszawa 2014.

[20] Michalska K., Pazera A., Energia z odpadów, w: Determinanty rozwoju odnawialnych źródeł energii, 45-62, Kochańska E. (red.), Seria wydawnicza Acta Innovations, CBI Pro-Akademia, Łódź, 2014.

Beata Gradek, Andrzej Żarczyński, Marcin Zaborowski

e-mail: Beata Kubacka<beata.kubacka91@gmail.com>; andrzej.zarczyński@p.lodz.pl; marcin.zaborowski@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Propozycja ankiety jako metody kompleksowej charakterystyki elektrowni wiatrowych

Wstęp

Ankietyzacja jest często stosowaną metodą badań w naukach społecznych, zwłaszcza w socjologii, jednak może być przydatna także w naukach technicznych i w ochronie środowiska [1-3]. Metoda ta polega na uzyskiwaniu danych poprzez zadawanie pytań respondentowi przez ankietę, na podstawie specjalnie przygotowanego narzędzia badawczego w postaci kwestionariusza – ankiety, albo przez wypełnienie tej ankiety w zdefiniowanym czasie. W drugim przypadku odpowiedzi mogą być uzyskiwane sposobem korespondencyjnym za pomocą Internetu lub jako przesyłka pocztowa. Ankieter uzyskuje odpowiedzi od respondentów, wybranych na podstawie odpowiednio dobieranych prób badawczych, oczywiście, jeśli wyrażą na to zgodę [2, 3].

Elektrownia wiatrowa produkując energię bez zanieczyszczania środowiska spalinami i pyłem, przyczynia się do zmniejszenia wykorzystywania paliw kopalnych, a tym samym do redukcji możliwości występowania kwaśnych deszczy, efektu cieplarnianego i smogu. Produkcja energii z wiatru nie wymaga pobierania wody ani surowców, toteż proces ten nie generuje ścieków ani odpadów. Energetyka wiatrowa daje profity gospodarcze oraz społeczne, bowiem farmy wiatrowe są źródłem podatków dla miejscowych gmin oraz sprzyjają rozwojowi lokalnych rynków pracy [3-9].

W społeczeństwie, oprócz korzyści, dostrzegane są mankamenty tego źródła energii, w praktyce zależnego od

siły wiatru, czyli niestabilnego w czasie. Poza tym turbiny wiatrowe w większości generują hałas, zwłaszcza dokuczliwy przy ich usytuowaniu w pobliżu osiedli ludzkich. Ponadto energetyka wiatrowa powoduje zmiany w krajobrazie, niekiedy uciążliwości zdrowotne dla ludzi, zagrożenia dla awifauny i obniża atrakcyjność rekreacyjną oraz wartość materialną danego terenu [3, 5, 6, 9-16].

Głównymi celami polityki energetycznej dla stałego i zrównoważonego rozwoju tego sektora jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zwiększenie konkurencyjności i efektywności energetycznej oraz ograniczenie oddziaływania energetyki konwencjonalnej na środowisko [17, 18]. Jedną z dróg prowadzących do osiągnięcia tego celu jest rozwój energetyki wiatrowej, niestety zahamowany zwłaszcza ustawą z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych [3, 5, 19, 20].

Cel ankiety

Celem opracowanej ankiety jest kompleksowa analiza stanu energetyki wiatrowej na terenie województwa łódzkiego obejmująca ocenę potencjału technicznego farm wiatrowych oraz procesu pozyskiwania energii wiatru. Zadaniem ankiety jest badanie jedynie elektrowni komercyjnych, a nie przydomowych, tj. prosumenckich. Ankieta składa się z 28 pytań z zakresu lokalizacji, danych technicznych oraz informacji nt. reakcji lokalnego społeczeństwa na inwestycje wiatrowe. Tak szeroki zakres ankiety pozwala

ocenić stan energetyki wiatrowej na terenie analizowanej jednostki terytorialnej. Założono, że badanie ankietowe pozwoli oszacować efektywność pracy istniejących farm wiatrowych w województwie łódzkim – centralnie położonej w Polsce jednostce administracyjnej [3]. W każdym badaniu ankietowym powinien być wskazany podmiot i przedmiot prowadzonej analizy. Przedmiotem ankiety przedstawionej w dalszej części pracy są elektrownie wiatrowe zlokalizowane na terenie województwa łódzkiego, a podmiotem jest grupa inwestorów, ich właścicieli i zarządców.

Prezentacja ankiety

Poniżej przedstawiono tekst ankiety – kwestionariusza pt. „Analiza stanu technicznego i innych wybranych aspektów elektrowni wiatrowych pracujących na terenie województwa łódzkiego” [3]. Po przedstawieniu się ankietę zwraca się z prośbą do adresata o wypełnienie krótkiej ankiety. Ponadto informuje, że badania objęte kwestionariuszem są anonimowe, a ich wyniki posłużą do oceny stanu energetyki wiatrowej województwa łódzkiego. Poza tym prosi adresata o oznaczenie *) zagadnień objętych tajemnicą patentową lub służbową.

1. Powiat, w którym zlokalizowana jest elektrownia wiatrowa to:
 - powiat bełchatowski,
 - powiat brzeziński,
 -
 - powiat zgierski.
2. Proszę podać miejscowość, w której zlokalizowana jest turbina/y:

.....
3. Liczba turbin znajdująca się w danej miejscowości:
 - 1-3,
 - 4-7,
 - 8-11,
 - 12-15,
 - 16 i więcej.
4. Jaka jest masa całkowita konstrukcji pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
5. Wysokość maksymalna obiektu nad poziomem terenu:
 - 20 – 100 m,
 - 101 – 140 m,
 - 141 – 180 m,
 - 181 – 210 m.
6. Maksymalna moc pojedynczej turbiny wynosi:
 - 0,2 – 0,7 MW,
 - 0,8 – 1,3 MW,

- 1,4 – 1,8 MW,
 - 1,9 – 2,4 MW,
 - 2,5 – 3,0 MW.
7. Ile wynosi prędkość obrotowa nominalna wirnika [obr./min]:

.....
 8. Ile wynosi prędkość obrotowa synchroniczna generatora [obr./min]:

.....
 9. Rodzaj generatora:
 - asynchroniczny,
 - synchroniczny.
 10. Ile wynosi częstotliwość generatora:

.....
 11. Rodzaj wirnika:
 - przegubowy,
 - wahliwy,
 - bezprzegubowy.
 12. Typ głowicy wirnika nośnego:
 - przegubowa,
 - huśtawkowa,
 - bezprzegubowa.
 13. Ile wynosi średnica wirnika pojedynczej turbiny?

.....
 14. Jaką oś obrotu posiadają turbiny wiatrowe:
 - Poziomą (HWAT – Horizontal Axis Wind Turbine),
 - Pionową (VWAT – Vertical Axis Wind Turbine).
 15. Prędkość startu pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
 16. Prędkość zatrzymania pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
 17. Optymalna robocza prędkość wiatru:

.....
 18. Jaka jest maksymalna wytrzymałość turbiny na prędkość wiatru [m/s]:
 - 30,
 - 40,
 - 50,
 - 60.
 19. Średnia prędkość wiatru w ciągu roku na terenie farmy wiatrowej wynosi [m/s]:

.....
 20. Jaka jest szacowana ilość produkowanej energii w farmie wiatrowej (pojedynczej turbinie) w ciągu roku przy średnich prędkościach wiatru [MWh/rok]:

.....
 21. Kto jest producentem zainstalowanych w Pana/Pani firmie turbin wiatrowych?

.....



22. Kto jest producentem ważniejszych podzespołów turbin wiatrowych zainstalowanych w Pana/Pani firmie?
.....
23. W którym roku uruchomiono pierwszą turbinę wiatrową w Pana/Pani firmie?
.....
24. W którym roku osiągnięto aktualną moc elektrowni wiatrowej w Pana/Pani firmie?
.....
25. Czy Pana/Pani firma planuje dalsze inwestycje związane z energią wiatrową w ciągu najbliższych 5 lat na terenie województwa łódzkiego?
- Tak,
 Nie.
26. Czy informacje o zamiarze budowy/w czasie trwania budowy/po uruchomieniu elektrowni wiatrowej związane były z protestami społecznymi?
- Tak,
 Nie.
27. Kiedy protesty społeczne miały miejsce?
- Po informacji o zawarciu umowy,
 W trakcie budowy,
 Po uruchomieniu siłowni wiatrowej.
28. Jakie były formy protestów społecznych?
- Demonstracje,
 List protestacyjny,
 Pozew sądowy,
 Petycja z podpisami osób zainteresowanych.

Dziękuję bardzo Pani/Panu za wypełnienie powyższej ankiety. Uprzejmie proszę o uwagi do jej zakresu! Uwagi:
.....

Zakres i dyskusja struktury ankiety

Ankieta umożliwia zebranie szeregu danych na temat istniejących obecnie obiektów energetyki wiatrowej na terenie całego województwa, obejmując oprócz pytań także rezerwę miejsca na ewentualne uwagi wypełniających. Ankiety można podzielić na trzy części dotyczące:

- 1) lokalizacji oraz liczebności turbin wiatrowych w danej farmie;
- 2) danych technicznych dotyczących turbin wiatrowych;
- 3) informacji dotyczących reakcji lokalnego społeczeństwa na inwestycje wiatrowe.

Pierwsza część ankiety zawiera pytania dotyczące konkretnej lokalizacji rozbijając ten zakres tematyczny na powiaty i miejscowości. Pytanie nr 3 ma na celu wskazanie, ile turbin wiatrowych powstało w ramach pojedynczej inwestycji.

Kolejna część jest najbardziej obszerna spośród wyżej wymienionych i zawiera dane dotyczące aspektów technicznych. W pierwszej kolejności w ankiecie zawarte są pytania dotyczące gabarytów turbin wiatrowych, tj. masa konstrukcji oraz jej wysokość. Kolejno umiejscowione zostały pytania nt. maksymalnej mocy jaką może osiągnąć turbina oraz prędkości podzespołów, takich jak: wirnik i generator oraz wyszczególnione zostały ich typy. W ankiecie znajduje się pytanie dotyczące rodzaju osi obrotu turbiny: poziomej bądź pionowej. Następne pytania natomiast dotyczą prędkości minimalnych, maksymalnych i optymalnych wiatru, przy których poruszają się siłownie. Na podstawie wykonanych pomiarów efektywności w ankiecie padło bardzo ważne pytanie dotyczące szacowanej ilości energii jaka osiągnana jest w ciągu roku w przypadku pojedynczej turbiny. Dalej poruszane są kwestie producentów najważniejszych części i podzespołów badanych siłowni. Pod koniec drugiej części analizowane będą pytania o to: kiedy oddano farmę do użytku oraz po jakim czasie od jej uruchomienia udało się uzyskać aktualnie osiąganą moc.

Ostatnia część ankiety dotyczy negatywnego odbioru informacji o planowanej inwestycji wśród lokalnego społeczeństwa oraz działaniach jakie zostały przez nie podjęte i kiedy miało to miejsce. Ze względu na zmiany w ustawodawstwie w 2016 roku istniejących przepisów dotyczących możliwości określania lokalizacji turbin w ankiecie pojawiło się pytanie o przyszłe planowane inwestycje w zakresie energetyki wiatrowej w okresie najbliższych pięciu lat przez inwestorów, zarządców i właścicieli. Na samym końcu ankiety umiejscowione zostało pole na ewentualne uwagi ze strony ankietowanych.

Przedstawiona ankieta ma jednak charakter uniwersalny i może być stosowana w każdym województwie na terenie Polski, a także na terenach fragmentów województw, tj. w powiatach lub ich grupach, po dostosowaniu do potrzeb ankietyzacji punktu nr 1.

Próba ankietyzacji farm wiatrowych

Badanie ankietowe zostało wykonane w I połowie 2017 r. na terenie województwa łódzkiego obejmującego 21 powiatów w zakresie istniejących tu 219 farm wiatrowych, obejmujących wówczas 554 turbiny energetyczne. Jednak już na samym początku ankietyzacji okazało się, że po ustaleniu lokalizacji elektrowni w wielu przypadkach trudno było uzyskać dane kontaktowe do ich właścicieli, zarządców lub inwestorów. Po próbie kontaktu jedynie poprzez pocztę elektroniczną zdecydowana większość respondentów nie odpowiedziała na prośbę o uczestnictwo w badaniu [3]. Mimo to ankietę składającą się z 28 pytań, tam gdzie było to



Przykładowa turbina wiatrowa we wsi Teodorów
(Gmina Będków, powiat tomaszowski).
Fot. A. Żarczyński

możliwe po rozmowie wstępnej z właścicielami lub zarządcami farm wiatrowych, przesłano im pocztą elektroniczną z prośbą o wypełnienie i odesłanie.

Na badanie ankietowe odpowiedziało zaledwie około 10% respondentów reprezentujących w większości pojedyncze turbiny wiatrowe. **Jednocześnie część ankietowanych poprosiła o całkowitą anonimowość i o nieupublicznianie wyników ich odpowiedzi.** W praktyce uniemożliwiło to przedstawienie Szanownym Czytelnikom szczegółowych wyników badania, a jedynie podanie ogólnych wniosków i obserwacji.

Podsumowanie ankietyzacji

Uzyskane odpowiedzi respondentów umożliwiły sformułowanie kilku wniosków.

1. Wyniki badania ankietowego uzyskano tylko z 22 farm wiatrowych, na terenie których było zainstalowanych 69 turbin energetycznych.
2. Najwięcej zbadanych elektrowni, tj. 13 z 26 znajdowało się w powiecie radomszczańskim, co oznacza, iż udało się tu uzyskać odpowiedzi od połowy jednostek ankietowanych na tym terenie. Jednak może mieć to związek z faktem zamieszkiwania w tym powiecie głównej Autorki kwestionariusza.

3. W powiecie piotrkowskim uzyskano wyniki z 4 elektrowni wiatrowych, w poddębickim z 2, a w powiatach bełchatowskim, tomaszowskim i opoczyńskim po 1 farmie.
4. Ankieta pozwoliła przebadać wybrane farmy wiatrowe pod względem technicznym, wydajności produkcji energii elektrycznej oraz w aspekcie ewentualnych protestów społecznych związanych z inwestycjami w energetykę wiatrową.
5. Średnie prędkości wiatru na terenie badanych elektrowni zmieniały się w przedziale od 4,5 do 7,0 m/s. Jednak w większości wahania zawierały się między 4,7 a 5,0 m/s.
6. Stwierdzono, że elektrownie wiatrowe nie wykorzystują swoich maksymalnych możliwości produkcyjnych, zwykle jest to tylko 30-42%, przez co są mało efektywne energetycznie. Główną przyczyną tej sytuacji są stosunkowo mało korzystne warunki wietrzne w miejscach ich lokalizacji, typowe dla centralnej Polski.
7. Inwestorzy, którzy zgodzili się na badanie w okresie najbliższych pięciu lat nie przewidują kolejnych inwestycji w energetykę wiatrową. Wynika to głównie z przepisów ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, która wprowadziła m. in. konieczność wpisania nowych elektrowni wiatrowych w miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz zachowania wystarczającej odległości od szeregu obiektów w środowisku [3, 19, 20]. Te restrykcyjne ograniczenia istotnie obniżyły atrakcyjność inwestycji w energetyce wiatrowej.

Literatura

- [1] Podedworna J., Kulig A., Heidrich Z., Sinicyn G., 2010, Ocena oddziaływania zapachowego procesów mechanicznego oczyszczania ścieków, *Przemysł Chemiczny*, 89(4), 517-523.
- [2] Klemba K., Żarczyński A., Wolf W.M., Anielak P., 2016, Praktyczne metody usuwania siarkowodoru z biogazu. III. Propozycja ankiety jako metody kompleksowej oceny aspektów ekonomicznych i ekologicznych technologii odsiarczania biogazu, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 6, 218-220.
- [3] Kubacka B., 2017, Energetyka wiatrowa w województwie łódzkim, Praca dyplomowa inżynierska, IChOIe. Politechnika Łódzka, Łódź.
- [4] Witowski A., 2016, Wielka Brytania inwestuje w energetykę wiatrową, *Przemysł Chemiczny*, 95(9), 1670.
- [5] Żarczyński A., Niedbalska M., Zaborowski M., 2016, Ocena efektywności energetycznej dwóch turbin wiatrowych firmy Vensys, *Eliksir*, 2(4), 27-31.
- [6] Wągrowski G., Żarczyński A., Zaborowski M., 2018, Monitoring produkcji energii elektrycznej w przykładowej farmie wiatrowej na terenie województwa łódzkiego, *Eliksir*, 2(8), 13-18.
- [7] Tytko R., 2019, Energetyka wiatrowa na Morzu Bałtyckim, *Aura*, 4, 8-11.



[8] Szymański D., 2019, Fakty przemawiają za morskimi wiatrakami, *Energia i Recykling*, 12(24), 16-17.

[9] Frączek P., 2011, Przeciwdziałanie konfliktom lokalizacyjnym w sektorze energii, *Polityka Energetyczna*, 14(2), 65-78.

[10] Górka K., 2009, Promieniowanie i hałas jako zanieczyszczenia środowiska w świetle statystyki. *Aura*, 12, 27-29.

[11] Bonenberg K., 2011, Hałas, *Aura*, 11, 35.

[12] Pawlas K., Pawlas N., Boroń M., 2012, Życie w pobliżu turbin wiatrowych, ich wpływ na zdrowie – przegląd piśmiennictwa, *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, 15(4), 150-158.

[13] Wągrowski G., Żarczyński A., Zaborowski M., 2019, Kontrola oddziaływania akustycznego na środowisko przykładowej farmy wiatrowej w województwie łódzkim. Cz. 1. *Aura*, 4, 8-11.

[14] Loss S.R., Will T., Marra P.P., 2015, Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*, 46, 99-120.

[15] Pawlak K., Swadźba-Karbowy M., 2018, Hałas – zagrożenie dla środowiska i zdrowia, *Aura, Dodatek Ekologiczny dla Szkół*, 4, 1-3.

[16] Mitera M., 2017, Wpływ dźwięku w środowisku na atrakcyjność krajobrazu terenów rekreacyjnych, *Aura*, 7-8, 3-6.

[17] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odnawialnych źródłach energii. Dz. U. 2020, poz. 261.

[18] Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, sierpień 2015.

[19] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych. Dz. U. 2016, poz. 961; tekst jednolity Dz. U. 2020, poz. 981.

[20] Forsyś K., 2019, Ocena aktualnej sytuacji w odniesieniu do energetyki wiatrowej w Polsce: możliwości rozwoju i jego zagrożenia. *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna*, 3, 85-89.

Aleksandra Wdowiak*, Joanna Chudzik

e-mail: 218693@edu.p.lodz.pl; joanna.chudzik.@dokt.p.lodz.pl

Koło Naukowe „Polimer”*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

2 gramy dopaminy gwarancją poprawy każdego zbliżenia

W dobie, gdy tworzy się skomplikowane kompozyty do coraz bardziej specjalistycznych zastosowań, kwestia adhezji pomiędzy nanonapełniaczem (szczególnie zaś nanodrutami metalicznymi) a matrycą polimerową staje się kluczowym aspektem. Wiele materiałów polimerowych nie wykazuje wystarczająco dobrej adhezji („zbliżeń”) do nanodrutów, co prowadzi do osłabienia właściwości mechanicznych gotowych kompozytów. Cieszącym się obecnie dość dużą popularnością i skutecznym rozwiązaniem tego problemu wydaje się dodatek polidopaminy, który może okazać się korzystny i przy wprowadzeniu go do polimeru, i przy stworzeniu z niego otoczki dla nanodrutu metalicznego.

Nanodrutu metaliczne

Nanodrutu (z ang. NWs – nanowires) klasyfikuje się, wraz z popularnymi manorurkami węglowymi i nanopręciami półprzewodnikowymi, jako struktury nanometryczne jednowymiarowe. W ich przypadku nieograniczonym wymiarem jest długość i jej standardowy stosunek do szerokości wynosi 100 lub więcej, choć czasami zdarza się, iż niektórzy autorzy zmniejszają go do 10. Oznacza to, że ich dwa wymiary, czyli średnica, mieszczą się w zakresie od 1 do 100 nm, podczas gdy trzeci wymiar, jakim jest właśnie

długość, zawiera się w skali mikrometrycznej. Rzecz jasna, granica ta jest kwestią umowną, podobnie jak zresztą dla różnych innych nanomateriałów. Najczęściej NWs charakteryzują się średnicą w zakresie kilku – kilkudziesięciu nanometrów przy długości w zakresie kilku – kilkudziesięciu mikrometrów [1, 2].

Zależnie od właściwości, nanodrutu można podzielić według różnych klasyfikacji, jednak najczęściej stosuje się dwie z nich [3-5]:

- Podział ze względu na właściwości przewodzące:
 - Nanodrutu metaliczne (przewodzące) (np. Au, Ag, Cu, Ni);
 - Nanodrutu półprzewodzące (np. InP, InAs, GaN, Si);
 - Nanodrutu o właściwościach dielektrycznych (np. SiO₂, TiO₂).
- Podział ze względu na długość (jej stosunek):
 - Nanopręty (np. nanopęciczki i nanowłókna, których średnica jest mniejsza od ich długości ok. 100 razy);
 - Nanodrutu (z reguły sztywne, stanowiące strukturę metaliczną lub ceramiczną);
 - Nanowłókna (cechujące się niewielkim przekrojem poprzecznym oraz znaczą długością – stosunek tych wartości wynosi powyżej 100).