Green Transition HUB

PSEW



ENERGETYKA WIATROWA

PYTANIA I ODPOWIEDZI

2025

SPIS TREŚCI

1. Czy wiatraki wpływają na zdrowie i hałasują? 3
2. Powietrze i emisje CO_2 4
3. Wpływ na środowisko i ptaki 7
4. Estetyka krajobrazu 9
5. Wpływ na rolnictwo 11
6. Zagrożenie dla bezpieczeństwa 12
7. Wpływ na lokalne społeczności 13
8. Zagrożenie dla dzikiej przyrody 15
9. Wpływ na migrację ptaków 16
10. Problemy z recyklingiem 17
11. Zagrożenie dla infrastruktury 18
12. Zagrożenie dla zdrowia psychicznego i jakości życia 20
13. Wpływ na ceny energii 21
14. Ekonomiczna nieopłacalność i niska efektywność. Korzyści dla gospodarki 23
15. Wpływ na bezpieczeństwo energetyczne 25
16. Technologie przyszłości 26
17. Regulacje prawne i polityka energetyczna 27
18. Kto zarabia na wiatrakach? 29
19. Czy wiatraki mają wpływ na bezpieczeństwo militarne? 30
20. Wpływ na sieć energetyczną 31
21. Problemy techniczne 33
22. Zmiana koloru mleka 34
23. Bezpieczeństwo cyfrowe oraz wpłw nowych technologii 35

1. Czy wiatraki wpływają na zdrowie i hałasują?

- *Czy wiatraki powodują problemy zdrowotne, takie jak bezsenność i bóle głowy?*
- *Jakie są wyniki badań naukowych dotyczących wpływu hałasu wiatraków na zdrowie?*
- *Czy infradźwięki emitowane przez wiatraki mogą wpływać na zdrowie ludzi?*
- *Jakie są zalecenia lekarzy dotyczące hałasu generowanego przez wiatraki?*
- *Z czego wynika niechęć do mieszkania w pobliżu farm wiatrowych*

Zdaniem Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) energia wiatrowa powiązana jest z mniejszą ilością negatywnych oddziaływań na zdrowie niż inne formy tradycyjnego wytwarzania energii, a wręcz ma pozytywne skutki dla zdrowia dzięki zmniejszaniu emisji i zanieczyszczeń.

Farmy wiatrowe spełniają restrykcyjne normy hałasu, a dźwięki, które wytwarzają są identyczne jak te, których źródłem są urządzenia codziennego użytku, np. lodówka czy zegar. Producenci turbin wiatrowych mają do spełnienia szereg szczegółowych wytycznych i norm, ściśle określających poziom natężenia dźwięku, który dana turbina może emitować na terenach ochrony akustycznej, czyli także w pobliżu siedzib ludzkich. Dźwięki, które powstają w wyniku działania turbin i które docierają do terenów zamieszkanych, zbliżone są do poziomów tła, czyli odgłosów towarzyszących ludziom na co dzień. Dodatkowo, badania w zakresie hałasu realizowane są dla każdej inwestycji indywidualnie na etapie projektowania tak, aby każda farma wiatrowa spełniała restrykcyjne wymagania określone przepisami prawa.

Infradźwięki to rodzaj niesłyszalnych dla człowieka fal dźwiękowych, które otaczają nas na co dzień. Rozróżniamy dwa rodzaje źródeł infradźwięków: naturalne (jak np. wiatr, burza, szum morza, wodospad) oraz sztuczne (generowane np. przez klimatyzację, grzejniki). Z naukowego punktu widzenia infradźwięki generowane przez wiatraki nie mają żadnego negatywnego wpływu na nasze zdrowie. Fale te mogą powodować negatywne skutki dla organizmu, ale muszą mieć określony poziom ciśnienia akustycznego, a takiego przy wiatrakach nie ma. Emitowane przez turbiny wiatrowe infradźwięki są na niższym poziomie niż te wytwarzane wewnątrz miejskiego autobusu czy we wnętrzu samochodu osobowego. Obecnie stosowany typ turbin jest absolutnie nieszkodliwy dla zdrowia ludzi i zwierząt. Z naukowego punktu widzenia nie mają żadnego negatywnego wpływu na samopoczucie czy zdrowie człowieka.

Brak negatywnych oddziaływań potwierdzają m. in. naukowcy z Polskiej Akademii Nauk (PAN) w monografii naukowej „Elektrownie wiatrowe w środowisku człowieka”.[1] Badania naukowe prezentowane w tej publikacji jasno wskazują, że nie ma jednoznacznych dowodów na to, by dźwięki elektrowni wiatrowych, w tym infradźwięki, wywierały negatywny wpływ na zdrowie lub samopoczucie człowieka. Już w odległości ok. 85 m od turbiny wiatrowej poziom hałasu wynosi blisko 50 dB, co odpowiada normom dla dopuszczalnych poziomów hałasu na terenach zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w godzinach dziennych. Z kolei z innych badań wynika, że w odległości 500 m od elektrowni wiatrowej wynosi on poniżej 40 dB. Taki poziom hałasu nie powinien powodować negatywnych skutków zdrowotnych, również w przypadku

[1] https://kis.pan.pl/app/uploads/2024/10/Monografia178.pdf

osób wrażliwych. Inni zaś wskazują, że w odległości 500 m poziom hałasu nie przekracza nawet 35 dB.[2]

Także badacze z Wydziału Studiów Edukacyjnych UAM oraz Wydziału Fizyki i Astronomii Uniwersytetu im Adama Mickiewicza w Poznaniu, współpracujący w ramach Centrum Neuronauki Poznawczej, zbadali skutki zdrowotne hałasu generowanego przez pracujące w pobliżu elektrownie wiatrowe. Artykuł opisujący wnioski z przeprowadzonego badania ukazał się w czasopiśmie z grupy Nature – Humanities & Social Sciences Communications.[3] Wyniki pilotażowego badania pokazują, że nie ma związku przyczynowo-skutkowego między hałasem elektrowni wiatrowych, a funkcjonowaniem poznawczym. Jak tłumaczą naukowcy z UAM, ewentualny negatywny wpływ na pracę mózgu wynika nie z samego hałasu, a ze społecznie skonstruowanych przekonań na temat farm wiatrowych i ich ingerencji w lokalny krajobraz.

2. Powietrze i emisje CO_2

- *Czy wiatraki emitują do atmosfery zanieczyszczenia?*
- *Ile CO_2 powstaje podczas wyprodukowania wiatraka?*
- *Czy produkcja i instalacja wiatraków prowadzi do zwiększenia emisji dwutlenku węgla?*
- *Jakie są całkowite emisje CO_2 związane z energią wiatrową w porównaniu do innych źródeł energii?*
- *Jak energia wiatrowa przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych?*
- *Jakie są porównania emisji CO_2 z różnych źródeł energii odnawialnej?*

W porównaniu z tradycyjnymi elektrowniami węglowymi, odnawialne źródła energii nie emitują toksycznych spalin i nie zanieczyszczają powietrza. Oznacza to, że nie powodują emisji m.in. dwutlenku węgla, tlenków siarki, tlenków azotu, czadu oraz pyłów. Zanieczyszczenia te zwiększają ryzyko wielu chorób np. układu oddechowego, dlatego tak ważne jest ograniczenie ich emisji do środowiska naturalnego. Turbiny wiatrowe są technologią bezemisyjną – tzn. w czasie produkcji energii elektrycznej nie emitują do atmosfery szkodliwych substancji, w tym gazów cieplarnianych oraz pyłów. Działająca elektrownia wiatrowa nie potrzebuje dostaw surowców (jedynym jest wiatr), nie wytwarza szkodliwych odpadów, nie degraduje i nie zanieczyszcza gleby oraz nie powoduje strat w obiegu wody. Z pełnym uwzględnieniem energii włożonej w produkcję, eksploatację i utylizację poszczególnych elementów, elektrownie wiatrowe są jedną z najkorzystniejszych technologii energetycznych przeciwdziałających zmianom klimatu. Potwierdzają to liczby.

W Krajowym Ośrodku Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), jednostce działającej w ramach Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie, co roku publikowane są wskaźniki emisyjności, które określają obciążenie wytworzonej jednej

[2] A. Zagubień, P. Kacejko, A. Jasiński, K. Matuszczak, J. Szulczyk, Elektrownie wiatrowe w środowisku człowieka, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk Komitet Inżynierii Środowiska, Lublin 2022

[3] A. Rosciszewska, M. Buszkiewicz, G. Dobrzynska-Kobylec, G. *et al.* Cognitive neuroscience approach to explore the impact of wind turbine noise on various mental functions. *Humanit Soc Sci Commun* **12**, 296 (2025). https://doi.org/10.1057/s41599-025-04645-x

megawatogodziny energii elektrycznej emisjami CO_2, SO_2, NO_x, CO i pyłu całkowitego. Dzięki produkcji energii w farmach wiatrowych w 2024 r. uniknęliśmy emisji ok. 3,7 mln ton dwutlenku węgla, 2,2 tys. ton tlenków siarki, 2,4 tys. ton tlenków azotu, 1,4 tys. ton tlenku węgla i 90 ton pyłu całkowitego.[4]

Praca tylko jednej 2 MW turbiny wiatrowej w ciągu roku „zapobiega" przedostaniu się do atmosfery 4,5 tysiąca ton dwutlenku węgla, 30 ton dwutlenku siarki, 20 ton tlenków azotu i ponad 300 ton pyłów. Wszystkie te zanieczyszczenia zostałyby wyemitowane, gdyby taką samą ilość energii miała wyprodukować tradycyjna elektrownia.

Pojedyncza, nowoczesna turbina potrzebuje maksymalnie kilku miesięcy, aby wytworzyć energię potrzebną do jej wyprodukowania, eksploatacji i demontażu. Jeśli chodzi o emisję CO_2 wynikającą z procesu produkcji urządzenia, czas ten jest jeszcze krótszy i wynosi od 3 do 5 miesięcy[5] - kolejne 25 lub nawet 30 lat produkuje wyłącznie czystą energię elektryczną. Przez cały okres swojej pracy turbina wiatrowa produkuje nawet 80 razy więcej energii niż pochłaniają jej wytwarzanie, praca i rozbiórka. Jedną z największych zalet turbin wiatrowych jest także stosunkowo prosty demontaż. Dla porównania elektrownia węglowa w Bełchatowie emituje rocznie więcej CO_2 niż Litwa i Łotwa łącznie.

Badania naukowe pokazują, że w porównaniu z innymi źródłami energii energia wiatrowa uchodzi za niskoemisyjną formę wytwarzania energii elektrycznej także w ujęciu całego cyklu życia. Dostępne badania szacują całkowitą emisję gazów cieplarnianych związaną z cyklem życia farm wiatrowych (lądowych i morskich) na około 7-11 g ekwiwalentu CO_2 /kWh wyprodukowanej energii[6]. Dla elektrowni wykorzystujących gaz wskaźnik ten wynosi od 437-758 g ekwiwalentu CO_2 /kWh[7], natomiast w przypadku elektrowni wykorzystujących węgiel – od 675 to 1 689 g ekwiwalentu CO_2 /kWh[8].

Najnowsze badania naukowe nad ociepleniem klimatu, przedstawione w szóstym Raporcie Międzynarodowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (IPCC, ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*), pokazują, że obserwowany wzrost stężenia gazów cieplarnianych od około 1750 r. jest bezdyskusyjnie spowodowany działaniami człowieka.[9] Prof. Marcin Popkiewicz zwraca uwagę, że polskie miejscowości okupują szczyt listy najbardziej zanieczyszczonych w Europie: jak pokazują raporty Europejskiej Agencji Środowiska, spośród 50 miast Europy

---

[4] Na podstawie: Wskaźniki emisyjności CO2, SO2, NOx, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok oraz Wydawnictwa - Agencja Rynku Energii S.A.

[5] Calculating carbon payback for wind farms

[6] A. Bonou, A. Laurent, S.I. Olsen, *Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application*, Applied Energy Volume 180, 15 October 2016, s. 343, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916309990?via%3Dihub

[7] G.A. Heath, P. O'Donoughue, D.J. Arent, M. Bazilian, *Harmonization of initial estimates of shale gas life cycle greenhouse gas emissions for electric power generation*, Proceedings of the National Academy of Sciences Vol. 111 | No. 31, 2014, https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1309334111#core-collateral-references

[8] M. Whitaker, G.A. Heath, P. O'Donoughue, M. Vorum, *Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Coal-Fired Electricity Generation*, Industrial Ecology, Special Issue: Meta-Analysis of Life Cycle Assessments, Volume16, Issues1, 2012, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1530-9290.2012.00465.x

[9] Edenhofer O., Pichs- Madruga R., Sokona Y., Seyboth K., Matschoss P., Kadner S., Zwickel T., Eickemeier P., Hansen G., Schlömer S., von Stechow C., *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, Cambridge University Press, Cambridge, 2021, https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation

z najgorszym powietrzem ponad 3/4 jest w Polsce. Zanieczyszczenia powietrza to 4 mln Polaków chorujących na astmę, 2 mln cierpiących na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc, choroby serca, permanentne złe samopoczucie, spadek wydolności i inteligencji, wcześniejszą niesamodzielność na starość i szereg innych paskudnych przypadłości. Według szacunków Europejskiej Agencji Środowiska czy Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) brudne powietrze jest w Polsce przyczyną 40–50 tys. przedwczesnych zgonów rocznie.[10] Zanieczyszczenia powietrza powstające w wyniku działalności człowieka w przeważającej mierze pochodzą z produkcji i wykorzystania energii, głównie ze spalania paliw kopalnych i biomasy.[11] Dlatego tak istotna jest produkcja energii elektrycznej w czystych, nieemisyjnych źródłach, do których należą również farmy wiatrowe.

Organizacje społeczne, samorządy oraz biznes od lat apelują o pilne odblokowanie rozwoju energetyki wiatrowej na lądzie. W zeszłym roku także naukowcy i organizacje środowiskowe wystosowali do rządu apel, w którym zaznaczyli, że jeśli nie zwiększymy tempa transformacji energetycznej obserwowane skutki pogłębiających się zmian klimatu, takie jak powodzie i susze, będą w kolejnych dekadach jeszcze intensywniejsze. Jednym z rozwiązań jest przyspieszenie procesu dekarbonizacji całej gospodarki Polski w oparciu o rozwój OZE. To właśnie wiatr ma potencjał zostać kluczowym narzędziem do walki z kryzysem klimatycznym. Według wyliczeń Ministerstwa Klimatu i Środowiska tylko w 2023 roku koszty braku transformacji energetycznej, w tym koszty ekstremalnych zjawisk pogodowych, smogu czy importu węgla, wyniosły około 260 miliardów zł. Natomiast realizacja ambitnego scenariusza transformacji szacowana jest na 158 mld zł rocznie przy uśrednieniu dla lat 2026-2030 przy jednoczesnym wzroście PKB na poziomie 4,13 proc. w perspektywie 2030 roku.

W miarę jak technologia turbin wiatrowych staje się coraz bardziej wydajna i tańsza, rozwój energetyki wiatrowej staje się kluczowym elementem walki z globalnym ociepleniem. Wzrost liczby farm wiatrowych może przyczynić się do osiągnięcia celów klimatycznych, takich jak te określone w Porozumieniu Paryskim, które zakładają ograniczenie globalnego ocieplenia do 1,5°C w porównaniu z poziomami przedindustrialnymi.

Większość klimatologów uważa, że energia wiatrowa jest jednym z kluczowych narzędzi w walce ze zmianami klimatycznymi, ponieważ przyczynia się do znaczącej redukcji emisji gazów cieplarnianych. Opinie ekspertów w tej dziedzinie są zdecydowanie pozytywne, a energia wiatrowa jest postrzegana jako istotny element strategii dekarbonizacji sektora energetycznego.

[10] M. Popkiewicz, Zrozumieć transformację energetyczną. Od depresji do wizji albo jak wykopywać się z dziury, w której jesteśmy, Katowice, 2023

[11] World Energy Outlook Special Report: Energy and Air Pollution, International Energy Agency, https://www.iea.org/reports/energy-and-air-pollution,

3. Wpływ na środowisko i ptaki

- *Czy wiatraki zabijają ptaki i nietoperze?*
- *Jakie są środki ochrony przyrody stosowane przy budowie farm wiatrowych?*
- *Czy wiatraki mogą powodować erozję gleby i jakie są tego skutki?*
- *Jakie są przykłady pozytywnego wpływu farm wiatrowych na lokalne ekosystemy?*

Natura stoi w obliczu rosnącej presji związanej ze zmianami klimatu, które przyspieszają utratę różnorodności biologicznej i zakłócają kluczowe ekosystemy. Najważniejszym sposobem ochrony różnorodności biologicznej jest ograniczenie emisji, głównie poprzez globalne przejście z paliw kopalnych na energię odnawialną - w tym energię wiatrową. Chociaż infrastruktura energetyczna, taka jak turbiny wiatrowe, ma wpływ na ptaki i nietoperze, ogólne zagrożenie jest niewielkie w porównaniu z innymi zagrożeniami - takimi jak zmiany klimatu, wydobycie paliw kopalnych i wytwarzanie energii oraz inne przyczyny związane z działalnością człowieka. Niektóre gatunki są bardziej wrażliwe niż inne, takie jak ptaki drapieżne i kaczki morskie. Branża energetyki wiatrowej ściśle współpracuje z lokalnymi władzami i specjalistami ds. ptaków, aby zapobiegać i/lub ograniczać wpływ farm wiatrowych na te gatunki. Poprzez dobre planowanie i lokalizację podejmuje się działania mające na celu odstraszanie ptaków i nietoperzy od turbin wiatrowych. W stosownych przypadkach stosuje się systemy dźwiękowe, ultradźwiękowe lub wabiki. Jeśli wymaga tego konkretny kontekst lokalny, można nawet wyposażyć turbiny wiatrowe w specjalną funkcję, która zatrzymuje wirnik, gdy ptaki lub nietoperze przelatują zbyt blisko.[12]

Badania pokazują, że farmy wiatrowe są odpowiedzialne za 0,3 ofiar śmiertelnych ptaków na gigawatogodzinę (GWh) energii elektrycznej, podczas gdy elektrownie zasilane paliwami kopalnymi są odpowiedzialne za około 5,2 ofiar śmiertelnych na GWh.[13] Badania wskazują strukturę przyczyn śmierci ptaków w ciągu roku: farmy wiatrowe powodują 0,01% przypadków śmiertelności, samoloty 0,01%, pestycydy za 7%, samochody za 8%, koty za 10%, linie elektroenergetyczne za 14%, natomiast kolizje z budynkami i szybami – za ok. 59%.[14] Inne badanie wykazało, że dwie trzecie gatunków ptaków w Ameryce Północnej jest narażonych na wysokie ryzyko wyginięcia z powodu zmian klimatycznych, które są napędzane przez wykorzystanie paliw kopalnych.[15]

Bezpośredni wpływ projektów wiatrowych na ptaki i nietoperze jest bardzo niski w porównaniu z wpływem zmian klimatu i działalności człowieka. Prawidłowo zlokalizowane turbiny wiatrowe są stosunkowo przyjazne dla ptaków. Firmy z sektora energetyki wiatrowej podejmują szereg działań, aby ograniczyć wpływ farm wiatrowych na bioróżnorodność - od właściwej lokalizacji

[12] Wind energy and the environment | WindEurope
[13] Benjamin K. Sovacool, (2009). "Kontekstualizacja śmiertelności ptaków: A Preliminary Appraisal of Bird and Bat Fatalities from Wind, Fossil-Fuel, and Nuclear Electricity."
[14] Wallace P. Erickson, Gregory D. Johnson, David P. Jr. Young, A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions, https://research.fs.usda.gov/treesearch/32103
[15] Matthew Eisenson, Jacob Elkin, Andy Fitch, Matthew Ard, Kaya Sittinger, & Aamuel Lavine. (2024). Rebutting 33 False Claims About Solar, Wind, and Electric Vehicles (Vol. 1). Columbia Law School. https://scholarship.law.columbia.edu/sabin_climate_change

po unikalne protokoły operacyjne, takie jak ukierunkowane ograniczanie, akustyczne środki odstraszające i inne.

Budowa farm wiatrowych – zarówno lądowych, jak i morskich – wiąże się z szeregiem działań mających na celu ochronę środowiska i zachowanie bioróżnorodności. Szczególną uwagę przykłada się do ochrony ptaków i nietoperzy. Jeszcze przed rozpoczęciem inwestycji prowadzi się długoterminowy monitoring przyrodniczy, zwykle przez co najmniej rok, aby zidentyfikować trasy migracyjne oraz obszary lęgowe i żerowiska. W oparciu o te dane planuje się rozmieszczenie turbin tak, by unikać kolizji z trasami migracji. Dodatkowo stosowane są nowoczesne technologie wykrywające obecność ptaków i nietoperzy w pobliżu turbin – w sytuacji zagrożenia możliwe jest czasowe wyłączenie urządzenia. Szczególnie w przypadku nietoperzy wyłącza się turbiny nocą, w cieplejszych miesiącach, gdy ich aktywność jest największa.

Kolejnym ważnym aspektem jest ochrona siedlisk przyrodniczych i ogólnej bioróżnorodności. Projektowanie farm odbywa się z uwzględnieniem unikania obszarów cennych przyrodniczo, takich jak sieć Natura 2000, parki krajobrazowe czy rezerwaty. Trasy kablowe i drogi dojazdowe są planowane tak, aby ograniczyć ingerencję w teren, w tym wycinkę drzew czy niszczenie gleb. Po zakończeniu budowy przeprowadza się rekultywację terenu – przywraca się roślinność, odtwarza koryta rzeczne, a także naturalne siedliska, jeśli zostały naruszone.

Ochroną obejmuje się również zwierzęta lądowe i wodne. Harmonogramy prac budowlanych dostosowywane są do okresów rozrodu i migracji, by nie zakłócać cyklu życia chronionych gatunków. W przypadku farm lądowych projektuje się np. przejścia dla zwierząt pod drogami dojazdowymi, a na etapie budowy ogranicza się hałas i wibracje, które mogłyby zakłócić funkcjonowanie lokalnych populacji.

Ale w tym sektorze trzeba wziąć pod uwagę nie tylko zwierzęta lądowe, ale także wieloryby, foki i ryby. Morskie farmy wiatrowe, które aktualnie są budowane na polskich wodach Morza Bałtyckiego, mogą mieć nawet pozytywny wpływ na morską faunę i florę, ponieważ dany obszar często jest zamknięty dla innych form użytkowania morza, w tym rybołówstwa, co pozwala na odbudowę zasobów rybnych poprzez tworzenie tzw. sztucznych raf. Co więcej, fundamenty elektrowni są kolonizowane przez stworzenia morskie, takie jak np. małże.

W farmach morskich stosuje się dodatkowe środki ochrony środowiska. Przed rozpoczęciem inwestycji wykonuje się dokładne mapowanie dna morskiego, aby ominąć wrażliwe ekosystemy, takie jak rafy, łąki trawy morskiej czy obszary rozrodu ryb. Lokalizacja turbin uwzględnia także trasy migracyjne ssaków morskich i ptaków. Jednym z najważniejszych wyzwań jest redukcja hałasu podwodnego, który powstaje m.in. przy wbijaniu pali – w tym celu stosuje się specjalne bariery powietrzne oraz technologie tłumiące dźwięk.

Wszystkie działania są dokumentowane w ramach raportu oddziaływania na środowisko (OOŚ), który jest podstawą do uzyskania pozwoleń środowiskowych. Po realizacji inwestycji prowadzony jest monitoring porealizacyjny – obserwuje się wpływ farmy na środowisko przez kilka lat, aby reagować na ewentualne niekorzystne zmiany. Cały proces jest nadzorowany i uzgadniany z instytucjami odpowiedzialnymi za ochronę przyrody, takimi jak regionalne i generalne dyrekcje ochrony środowiska.

Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska opublikowała nowe wytyczne dotyczące oceny oddziaływania morskich farm wiatrowych na środowisko. Zgodnie z dokumentem możliwe będzie ograniczenie zabudowy farmy, jeśli to jedyny sposób na minimalizację wpływu na ekosystemy morskie. Dokument zawiera szereg wskazówek dot. monitoringów przed

i powykonawczych i metod przeprowadzania badań oraz metod kompensacji niekorzystnego wpływu na środowisko tych inwestycji.

4. Estetyka krajobrazu

- *Czy to prawda, że wiatraki będą masowo budowane w całej Polsce?*
- *Czy wiatraki psują krajobraz i wpływają na turystykę?*
- *Czy farmy wiatrowe obniżają wartość nieruchomości obok których się znajdują?*
- *Jakie są przykłady projektów farm wiatrowych, które zostały zintegrowane z krajobrazem w sposób estetyczny?*

Choć wybór pomiędzy widokiem turbiny wiatrowej a kominem kopalni jest kwestią gustu, to doświadczenia gmin, na terenie których wybudowano w Polsce farmy wiatrowe dowodzą, że elektrownie wiatrowe pozytywnie wpływają na rozwój regionu oraz turystyki. Turbiny postrzegane są jako atrakcje turystyczne, a z czasem stają się lokalnymi symbolami. Podobnie morskie turbiny wiatrowe wraz z towarzyszącą infrastrukturą edukacyjną na lądzie – doświadczenia krajów bardziej zaawansowanych w rozwoju tego sektora pokazują ogromne zainteresowanie turystów i rozwijający się segment turystyki związany z realizowaniem wycieczek na obszary morskich farm.

Rynek nieruchomości jest rynkiem racjonalnym. Ceny są kształtowane przez szereg czynników – lokalizację, dostęp do usług, komunikację, rozwój gospodarczy – a nie subiektywne obawy. Dlatego obecność farmy wiatrowej w sąsiedztwie nie stanowi realnego zagrożenia dla wartości nieruchomości. Wręcz przeciwnie – może być częścią pozytywnej zmiany w kierunku zrównoważonego, nowoczesnego otoczenia.

Ponadto, powstanie elektrowni wiatrowej wymaga dobrego partnerstwa pomiędzy gminą a deweloperem, jak i skutecznego sfinalizowania wielu procedur administracyjnych. Wiatraki na horyzoncie to zatem dowód, że dana gmina potrafi efektywnie współpracować z biznesem i jest otwarta na nowoczesne inwestycje z innych branż. OZE stanowi koło zamachowe lokalnej gospodarki – kolejne inwestycje, nowe atrakcyjne miejsca pracy i rosnące wpływy do budżetu. Analizy PSEW pokazują, że wykorzystanie dostępnego potencjału tylko lądowej energetyki wiatrowej może wnieść do budżetów samorządów lokalnych dodatkowe 490-935 mln zł.

Wbrew często powtarzanym mitom, farmy wiatrowe nie wpływają negatywnie na wartość nieruchomości znajdujących się w ich sąsiedztwie. Wiele rzetelnych badań przeprowadzonych w krajach takich jak Niemcy, Wielka Brytania, Holandia czy Stany Zjednoczone nie wykazuje jednoznacznego ani trwałego związku pomiędzy obecnością turbin a spadkiem cen działek czy domów. W większości przypadków ceny nieruchomości w pobliżu farm wiatrowych utrzymują się na podobnym poziomie co ceny w innych, porównywalnych lokalizacjach, a jeśli występują różnice – mają one charakter tymczasowy i lokalny. Dodatkowo, wiele takich projektów przynosi korzyści lokalnym społecznościom w postaci poprawy infrastruktury, nowych dróg dojazdowych czy szybszego dostępu do energii, co może wręcz zwiększać atrakcyjność okolicy.

Warto również podkreślić, że obecność farmy wiatrowej przynosi gminie konkretne dochody podatkowe, które można przeznaczyć na rozwój lokalnych usług: lepsze szkoły, przedszkola, oświetlenie uliczne czy transport publiczny. Tym samym cała okolica może zyskać na wartości

– nie tylko materialnej, ale też społecznej. Taki rozwój infrastruktury działa korzystnie także na postrzeganie lokalnego rynku nieruchomości.

Estetyka turbin wiatrowych także przestaje być kontrowersyjna. Dla coraz większej liczby ludzi symbolizują one nie uciążliwość, lecz nowoczesność, odpowiedzialność za klimat i postęp technologiczny. W niektórych regionach Europy farmy wiatrowe są wręcz uznawane za element atrakcyjny wizualnie i stanowią część lokalnych szlaków turystycznych lub edukacyjnych.

Natomiast morskie farmy wiatrowe będą realizowane w takiej odległości, że zarys niewielkiej ilości z nich może być widoczny z brzegu przy bardzo dobrej widoczności – na co dzień nie będą one jednak dostrzegalne. Zgodnie z przepisami, mogą być one budowane tylko na obszarze wyłącznej strefy ekonomicznej, czyli min. 12 mil morskich od brzegu (ponad 22 km). Doświadczenia krajów, w których ten sektor się już rozwinął, pokazują, że nie tylko nie wpływają one negatywnie na turystykę, ale – co więcej – ją pobudzają. Mowa o możliwości oglądania wiatraków na morzu z pokładu łodzi, ale także o zwiększeniu walorów turystycznych regionów nadmorskich poprzez lokalizację różnego rodzaju centrów edukacyjnych, interaktywnych wystaw czy wydarzeń realizowanych przez przedstawicieli sektora.

Badania przeprowadzone na bardziej dojrzałych rynkach wykazują neutralny lub pozytywny wpływ morskiej energetyki wiatrowej na turystykę i na rozwój lokalnych gospodarek dzięki zwiększonemu ruchowi turystycznemu. Przykładowo, realizacja wielkoskalowej morskiej farmy wiatrowej Scroby Sands (farma wiatrowa o mocy 60 MW, inwestycja warta 75 mln funtów) w Wielkiej Brytanii przyniosła pozytywny wpływ na turystykę w regionie, a od czasu otwarcia farmy wiatrowej przez centrum informacji, stworzonym na potrzeby informowania o inwestycji przewija się około 35 000 osób rocznie.[16]

Badanie przeprowadzone przez S. Kuehn dla morskiej farmy Horns Rev pokazuje, że nastroje społeczności lokalnych zmieniają się w czasie – zdecydowana większość ankietowanych, biorących udział w badaniu, zmieniało swoje podejście do inwestycji w czasie. W początkowym etapie większość ankietowanych było sceptycznie nastawiona do budowy morskiej farmy, mając na uwadze względy środowiskowe, potencjalne możliwości zmniejszenia wartości nieruchomości nadmorskich w pobliżu farmy, czy wpływ na turystykę i zmniejszenie lokalnych dochodów z tego tytułu. Ten sceptycyzm przerodził się w sprzeciw w wyniku braku dialogu na temat przygotowywanej inwestycji. Następnie, po zrealizowaniu inwestycji, osoby te zaczęły akceptować inwestycję i koegzystować w jej pobliżu, przede wszystkim dlatego, że nie odnotowano niekorzystnego wpływu na czynniki, których obawiano się na początku. S. Kuehn w swoim badaniu konkluduje, że społeczności lokalne powinny być włączone w proces przygotowania inwestycji poprzez pełne informowanie o planowanej inwestycji i dialog z inwestorem, ale także w proces decyzyjny realizowany przez samorządy lokalne, co może przyczynić się do pozytywnego postrzegania inwestycji.[17]

[16] Power Technology, https://www.power-technology.com/projects/scrobysands/,
[17] S. Kuehn, *Sociological Investigation of The Reception of Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms In the Local Communities,* Annual status report 2003 to Elsam Engineering, s. 8-9, https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20780434

5. Wpływ na rolnictwo

- *Czy wiatraki negatywnie wpływają na uprawy i zwierzęta hodowlane?*
- *Jakie są wyniki badań dotyczących wpływu wiatraków na rolnictwo?*
- *Czy wiatraki mogą wpływać na zdrowie i zachowanie zwierząt hodowlanych?*
- *Jakie są opinie rolników na temat obecności wiatraków na ich terenach?*
- *Jakie są korzyści dla rolników wynikające z dzierżawy ziemi pod farmy wiatrowe?*

Mit o negatywnym wpływie turbin wiatrowych na uprawy rolne i zwierzęta hodowlane jest jednym z częściej powielanych w debacie publicznej, mimo że nie znajduje potwierdzenia w badaniach naukowych ani praktycznych obserwacjach. W rzeczywistości, nowoczesne farmy wiatrowe mogą funkcjonować w harmonii z działalnością rolniczą, nie tylko nie przeszkadzając w produkcji rolnej, ale czasem wręcz ją wspierając.

Uprawy rolne nie są w żaden sposób zagrożone przez obecność turbin. Wiatraki nie emitują substancji chemicznych, nie ingerują w strukturę gleby ani nie zakłócają cyklu wegetacyjnego roślin. Fundamenty turbiny zajmują bardzo niewielką powierzchnię – zwykle mniej niż 1% całkowitej powierzchni działki, na której się znajdują. Dzięki temu na pozostałym terenie wciąż można prowadzić uprawy lub wypas zwierząt. Co więcej, w niektórych przypadkach delikatny przepływ powietrza generowany przez obracające się łopaty może nawet sprzyjać równomiernemu rozprzestrzenianiu się wilgoci czy ograniczać przymrozki przygruntowe, choć są to efekty drugorzędne.

Również w przypadku zwierząt hodowlanych nie ma dowodów na to, by turbiny wiatrowe wpływały negatywnie na ich zdrowie, zachowanie czy produkcyjność. Krowy, konie, owce czy kury bardzo szybko przyzwyczajają się do obecności turbin w krajobrazie i nie reagują na nie stresem. W wielu krajach – także w Polsce – funkcjonują gospodarstwa, w których w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni wiatrowych hoduje się bydło mleczne i trzodę chlewną bez jakichkolwiek zakłóceń. Badania wykazały również, że poziom hałasu emitowany przez nowoczesne turbiny mieści się w granicach norm środowiskowych i nie przekracza progu oddziaływania na zwierzęta.

Warto też podkreślić, że dzierżawa gruntów pod turbiny wiatrowe staje się dla wielu rolników dodatkowym, stabilnym źródłem dochodu, co umożliwia inwestycje w modernizację gospodarstw, zakup nowoczesnego sprzętu czy rozwój działalności. W efekcie obecność wiatraków na terenach rolnych może zwiększać odporność ekonomiczną i konkurencyjność gospodarstw, nie wpływając przy tym negatywnie na jakość produkcji rolnej.

Współczesne technologie wiatrowe są w pełni kompatybilne z działalnością rolniczą i mogą wspierać zrównoważony rozwój polskiej wsi. Co więcej, jak wynika z ankiety na potrzeby projektu Europe Talks Farming, polscy rolnicy wierzą w zieloną energię i zmiany klimatu, jednocześnie dostrzegając potencjał w OZE – 52 proc. rolników uważa, że instalacja paneli fotowoltaicznych i wiatraków jest przede wszystkim szansą na dodatkowy dochód. [18]

I tak faktycznie jest – czynsz wynikający z dzierżawy gruntów pod OZE to stały przychód na kilka dziesięcioleci, ponieważ takie umowy są zwykle zawierane na 25-30 lat. Choć inwestor

[18] https://zielona.interia.pl/wiadomosci/polska/news-polscy-rolnicy-wierza-w-zielona-energie-i-zmiany-klimatu-bad,nId,21323015

OZE płaci czynsz za dzierżawę większego obszaru, realnie zajmuje pod jedną turbinę ok. 1 hektara. Na pozostałym gruncie właściciel może więc w dalszym ciągu z powodzeniem prowadzić gospodarkę rolną, uzyskując nawet średnio 100 tysięcy przychodu rocznie od dzierżawy większej działki pod budowę jednej turbiny. Dobrą praktyką, stosowaną przez inwestorów, jest także budowa lub modernizacja drogi ułatwiającej dojazd i eksploatację farmy wiatrowej, której beneficjentem jest także rolnik – właściciel działki.

6. Zagrożenie dla bezpieczeństwa

- *Czy wiatraki mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa, np. poprzez ryzyko pożarów?*
- *Jakie są środki bezpieczeństwa stosowane przy budowie i eksploatacji wiatraków?*
- *Czy wiatraki mogą stanowić zagrożenie pożarowe i jakie są tego przyczyny?*
- *Jakie są procedury awaryjne w przypadku uszkodzenia wiatraka?*
- *Jakie są przykłady incydentów związanych z bezpieczeństwem wiatraków i jakie były ich skutki?*

Nowoczesne elektrownie wiatrowe są projektowane z uwzględnieniem surowych norm technicznych i środowiskowych, a ich systemy bezpieczeństwa są porównywalne z tymi stosowanymi powszechnie w sektorach infrastruktury krytycznej, takich jak energetyka czy transport. Obawy o bezpieczeństwo farm wiatrowych nie znajdują uzasadnienia w faktach. Są to instalacje nowoczesne, niezawodne i zarządzane w sposób profesjonalny. Ryzyko incydentów jest znikome, a korzyści dla środowiska i bezpieczeństwa energetycznego znacznie przewyższają potencjalne zagrożenia.

Pożary turbin wiatrowych należą do incydentów wyjątkowo rzadkich. Występują statystycznie w mniej niż jednej na dziesięć tysięcy turbin rocznie i najczęściej ograniczają się do komponentów elektrycznych wewnątrz gondoli. Nowoczesne systemy monitorowania, automatycznego wyłączania oraz instalacje przeciwpożarowe skutecznie minimalizują ryzyko rozprzestrzenienia się ognia. Co istotne – w przeciwieństwie do pożarów w tradycyjnych elektrowniach, ewentualne zapalenie się turbiny nie wiąże się z emisją toksycznych substancji czy groźbą eksplozji.

Jeśli chodzi o zagrożenia mechaniczne – takie jak oderwanie się łopaty – także tutaj mamy do czynienia z sytuacjami ekstremalnie rzadkimi. Komponenty turbin są poddawane rygorystycznym testom wytrzymałościowym, a każda turbina objęta jest stałym monitoringiem pracy i serwisem. Standardy branżowe oraz normy krajowe i unijne przewidują odpowiednie odległości od zabudowań czy infrastruktury drogowej właśnie po to, by zapewnić pełne bezpieczeństwo mieszkańcom i użytkownikom przestrzeni publicznej.

Warto również zaznaczyć, że farmy wiatrowe nie generują ryzyka awarii o charakterze systemowym – nie wybuchają, nie wyciekają z nich żadne substancje chemiczne, nie powodują skażenia środowiska. W porównaniu z tradycyjnymi źródłami energii – zwłaszcza z energetyką węglową, gazową czy jądrową – są zdecydowanie bezpieczniejsze zarówno dla ludzi, jak i dla otoczenia.

Branża wiatrowa jest też silnie regulowana – każda inwestycja musi przejść szereg analiz i procedur, takich jak ocena oddziaływania na środowisko, konsultacje społeczne oraz wymagania dotyczące bezpieczeństwa konstrukcyjnego i eksploatacyjnego. Organy nadzoru

technicznego, jak Urząd Dozoru Technicznego (UDT), regularnie sprawdzają stan techniczny turbin, co zapewnia wysoki poziom kontroli i eliminację potencjalnego ryzyka.

W przypadku uszkodzenia turbiny wiatrowej uruchamiane są precyzyjnie opracowane procedury awaryjne, które zapewniają bezpieczeństwo i minimalizują ryzyko dla ludzi oraz środowiska. Nowoczesne wiatraki są wyposażone w systemy monitorujące pracę wszystkich kluczowych komponentów – w razie wykrycia nieprawidłowości, takich jak drgania, przegrzanie czy nadmierna prędkość wiatru, turbina automatycznie się wyłącza. System zarządzania farmą (SCADA) natychmiast przekazuje informację o awarii do operatora, który przystępuje do dalszych działań.

7. Wpływ na lokalne społeczności

- *Czy wiatraki są społecznie popierane przez Polaków, czy są na to badania?*
- *Jakie są przykłady pozytywnych interakcji między farmami wiatrowymi a lokalnymi społecznościami?*
- *Jakie są opinie mieszkańców na temat obecności farm wiatrowych w ich regionie?*
- *Jakie są korzyści społeczne wynikające z inwestycji w farmy wiatrowe?*
- *Jakie są strategie angażowania lokalnych społeczności w procesy decyzyjne dotyczące farm wiatrowych?*

Według badania CBOS z 2023 roku, zdecydowana większość Polaków popiera rozwój energetyki wiatrowej (83 proc.), a podobna liczba osób (68 proc.) nie miałaby nic przeciwko, aby farmy wiatrowe stanęły w okolicy ich miejsca zamieszkania. Ponad połowa badanych uważa (zgodnie z prawdą), że koszt wyprodukowania energii elektrycznej przez farmy wiatrowe jest niższy niż koszt wyprodukowania jej z węgla. [19]

Inwestycje w farmy wiatrowe niosą za sobą szereg korzyści społecznych, które wykraczają daleko poza samą produkcję czystej, odnawialnej energii. Przede wszystkim generują nowe miejsca pracy – zarówno na etapie budowy, jak i w trakcie wieloletniej eksploatacji i serwisowania instalacji – co przekłada się na wzrost zatrudnienia i aktywizację zawodową w regionach, które często borykają się z ograniczonymi możliwościami rozwoju. Dzięki takim inwestycjom wzrasta lokalna aktywność gospodarcza: korzystają z niej firmy budowlane, transportowe, usługowe oraz dostawcy materiałów i sprzętu.

Jedną z kluczowych korzyści społecznych są również wymierne wpływy finansowe do budżetów gmin. Farmy wiatrowe objęte są podatkiem od nieruchomości, który może stanowić istotną część dochodów samorządu – zwłaszcza w mniejszych miejscowościach. Dzięki tym środkom gminy zyskują realną możliwość rozwoju: mogą inwestować w modernizację dróg, szkół, przedszkoli czy obiektów sportowych, poprawiać jakość infrastruktury technicznej i społecznej, a także finansować programy społeczne czy ekologiczne.

Tego typu inwestycje nie tylko podnoszą standard życia mieszkańców, ale też zwiększają prestiż i atrakcyjność regionu, zachęcając do dalszego rozwoju i przyciągania kolejnych inwestorów. Co ważne, obecność farmy wiatrowej w gminie często buduje wśród mieszkańców poczucie dumy z udziału w transformacji energetycznej i przyczyniania się do ochrony klimatu.

[19] https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2023/K_027_23.PDF

W 2023 roku sektor energetyki wiatrowej wniósł do unijnego PKB 57,2 mld euro, z czego 34,5 mld euro stanowiły bezpośrednie wpływy od deweloperów, producentów i dostawców komponentów. Każdy zainstalowany gigawat (GW) energii wiatrowej generował znaczne wartości dodane do europejskiej gospodarki: 3,4 mld euro w przypadku turbin lądowych i 2,8 mld euro w przypadku morskich instalacji. W 2023 roku sektor ten wyeksportował towary i usługi o wartości 11 mld euro, co podkreśla jego znaczenie na rynkach międzynarodowych. W 2023 roku sektor energetyki wiatrowej zatrudniał około 370 000 osób w UE. Prognozy wskazują, że do 2030 roku liczba miejsc pracy w tym sektorze może wzrosnąć do 936 000, wspierając rozwój zielonych miejsc pracy. W 2023 roku energia wiatrowa zaspokajała 20% zapotrzebowania na energię elektryczną w Europie, przyczyniając się do redukcji emisji CO_2 o 139 mln ton, co odpowiada unikniętym kosztom emisji na poziomie 11,6 mld euro. Sektor energetyki wiatrowej inwestuje znacząco w badania i rozwój, przeznaczając na ten cel 3,79% swojego wkładu w PKB, co przekracza średnią unijną wynoszącą 2,3%.[20]

Również w Polsce korzyści towarzyszące rozwojowi tego sektora są znaczące, a odblokowanie potencjału spowoduje ich multiplikowanie.

Procedowana obecnie zmiana odległości minimalnej wiatraków od zabudowań do 500 metrów zwiększa prawie dwukrotnie potencjał wiatru na lądzie z 22 GW do ponad 41 GW w 2040 roku. Odblokowanie lądowej energetyki wiatrowej przy poszanowaniu lokalnych społeczności i środowiska przyniesie korzyści dla gospodarki i społeczeństwa. PSEW policzyło, że nowe farmy wiatrowe przy najlepszym scenariuszu rozwoju zagwarantują w perspektywie do 2030 r. 70-133 mld zł przyrostu PKB, 490-935 mln zł dodatkowych wpływów do samorządów, ok. 80 mld zł zamówień na produkty i usługi w łańcuchu dostaw oraz ok.100 tysięcy nowych miejsc pracy.[21]

Eksperci PSEW szacują, że potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce wynosi 33 GW. Inwestycje w MFW o takiej mocy mogłyby wygenerować ponad 100 tysięcy miejsc pracy oraz 178 mld PLN wartości dodanej brutto w fazie rozwoju i 46 mld PLN rocznie w fazie operacyjnej. MFW są najlepszą dostępną wielkoskalową technologią OZE, która pozwoli na redukcję emisji i spełnienie przez Polskę europejskich celów klimatycznych – przy założeniu rocznej produkcji 130 TWh spadek emisji CO2 mógłby wynieść nawet ok. 102 mln t rocznie.[22]

Choć rozwój energetyki wiatrowej spotyka się z dużym poparciem społecznym, zdarzają się również protesty wobec planowanych inwestycji – szczególnie na etapie ogłoszenia lokalizacji turbin. Działa tu dobrze znana zasada NIMBY („Not In My Back Yard”), czyli akceptacja dla technologii ogólnie, ale niekoniecznie w najbliższym sąsiedztwie. Tego typu obawy często wynikają z niewiedzy, powielanych mitów lub dezinformacji dotyczącej rzekomej szkodliwości wiatraków – m.in. hałasu, wpływu na zdrowie czy spadku wartości nieruchomości. Tymczasem doświadczenia gmin, w których turbiny funkcjonują od lat, pokazują, że lokalne społeczności nie tylko nie odczuwają negatywnych skutków ich obecności, ale też coraz częściej dostrzegają korzyści – zarówno finansowe, jak i infrastrukturalne – i wyrażają zadowolenie z udziału w zielonej transformacji.

[20] ETIP Wind, European Wind Energy Competitiveness Report. 2024,
[21] https://www.psew.pl/wp-content/uploads/2023/12/DIAGNOZA_E_BOOK-PL-1.pdf
[22] Raport PSEW, Potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce. Kompleksowa analiza możliwości rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w polskich obszarach morskich, 2022 r,

8. Zagrożenie dla dzikiej przyrody

- *Czy wiatraki stanowią zagrożenie dla dzikiej przyrody, w tym dla rzadkich gatunków roślin i zwierząt?*
- *Jakie są środki ochrony dzikiej przyrody stosowane przy budowie farm wiatrowych?*
- *Jakie są wyniki badań dotyczących wpływu wiatraków na dziką przyrodę?*
- *Czy wiatraki stawia się w parkach narodowych i obszarach chronionych, np. Natura 2000 Jakie są opinie ekologów na temat wpływu wiatraków na dziką przyrodę?*

Budowa farm wiatrowych wiąże się z różnorodnymi działaniami mającymi na celu ochronę dzikiej przyrody. Przede wszystkim przed rozpoczęciem jakiejkolwiek inwestycji w tej dziedzinie przeprowadza się szczegółową ocenę oddziaływania na środowisko (OOŚ), której celem jest analiza potencjalnych skutków farmy wiatrowej na bioróżnorodność, w tym na faunę i florę. W wyniku tej oceny określa się ryzyko i, jeśli to konieczne, dostosowuje projekt, aby minimalizować negatywne skutki dla dzikich zwierząt i roślin.

Aby zminimalizować ryzyko kolizji ptaków i nietoperzy, inwestorzy zobowiązani są do przeprowadzenia monitoringu tych grup zwierząt w okresie przed rozpoczęciem budowy, w trakcie budowy oraz po jej zakończeniu. Wykorzystuje się różne technologie, takie jak detektory akustyczne, które pozwalają na wykrywanie obecności nietoperzy i umożliwiają tymczasowe wyłączenie turbin w szczególnie newralgicznych okresach, jak nocne migracje lub sezon lęgowy. Dodatkowo, w okolicach farm wiatrowych tworzy się specjalne strefy ochrony, w których ogranicza się działalność człowieka, na przykład w czasie lęgów ptaków lub migracji zwierząt. Istnieje również możliwość wprowadzenia okresowego wyłączania turbin w momentach szczególnego zagrożenia dla dzikich zwierząt.

Ważnym aspektem ochrony dzikiej przyrody jest również ograniczenie hałasu i wibracji generowanych przez turbiny. W miejscach, gdzie takie zjawiska mogą wpływać na zwierzęta, stosuje się technologie mające na celu zmniejszenie poziomu hałasu oraz wybór odpowiednich lokalizacji turbin z dala od siedlisk wrażliwych gatunków. Również rewitalizacja siedlisk przyrodniczych w przypadku naruszenia ekosystemu w wyniku budowy farmy wiatrowej stanowi ważny element ochrony przyrody. Może to obejmować działania takie jak sadzenie roślinności czy tworzenie zbiorników wodnych, które pomagają w odtworzeniu naturalnych siedlisk i przyczyniają się do poprawy bioróżnorodności.

Istotnym elementem ochrony dzikiej przyrody w kontekście farm wiatrowych jest współpraca z organizacjami ekologicznymi i naukowcami, którzy pomagają w opracowywaniu najlepszych praktyk ochrony bioróżnorodności.. Wśród rodzajów działalności człowieka, wiatraki oznaczają się relatywnie niewielkim wpływem na organizmy żywe. Mimo, że odpowiednia eksploatacja farm wiatrowej, poprzez ograniczenie emisji zanieczyszczeń, może wręcz wspierać rozwój lokalnej bioróżnorodności, w Polsce trwają obecnie prace nad wprowadzeniem zasady minimalnej odległości elektrowni wiatrowych od określonych obszarów Natura 2000. Zasada odległościowa obejmuje specjalne obszary ochrony siedlisk, w których ochronione są nietoperze oraz wszystkie obszary specjalnej ochrony ptaków. Obawa o cenne walory przyrodnicze Polski nie ma zatem podstaw, gdyż zgodnie z prawem, wiatraki w takich miejscach zapewne nigdy nie powstaną.

9. Wpływ na migrację ptaków

- *Czy wiatraki zakłócają naturalne trasy migracyjne ptaków?*
- *Jakie są wyniki badań dotyczących wpływu wiatraków na migrację ptaków?*
- *Jakie są środki ochrony ptaków stosowane przy budowie farm wiatrowych?*
- *Jakie są przykłady farm wiatrowych, które nie zakłócają tras migracyjnych ptaków?*
- *Jakie są opinie ornitologów na temat wpływu wiatraków na migrację ptaków?*

Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków widzi konieczność rozwoju odnawialnych, niskoemisyjnych źródeł energii, w tym wykorzystujących energię wiatru. Zdecydowanego działania w tym kierunku wymaga postępujący kryzys klimatyczny, będący niepodważalnym zagrożeniem dla całej przyrody i funkcjonowania ludzkości.

Każdy obszar, na którym planowana jest budowa farmy wiatrowej jest rzetelnie oceniany pod kątem jego znaczenia dla ptaków, w tym dla gatunków potencjalnie najbardziej narażonych na negatywne oddziaływanie tego typu inwestycji. Planuje się również jeśli to konieczne, odpowiednie działania minimalizujące. Określenie zasad wdrożenia działań minimalizujących już na etapie planowania inwestycji na bazie przeprowadzonego monitoringu przedinwestycyjnego oraz na etapie monitoringu poinwestycyjnego zapewnia wyeliminowanie ryzyka kolizji dla ptaków.

W wielu krajach istnieje praktyka tworzenia wytycznych dotyczących ocen oddziaływania farm wiatrowych na ptaki. Zazwyczaj nie są one umocowane prawnie i mają charakter zbioru dobrych praktyk, jednak funkcjonują powszechnie w procesie planowania farm wiatrowych. W Polsce ostatnie wytyczne zostały przygotowane w 2011 r. na zamówienie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska. Do teraz mają one charakter dokumentu będącego na etapie projektu, ale są stosowane przez ornitologów prowadzących badania terenowe, a także przez urzędników wydających decyzje środowiskowe.

Farmy wiatrowe nigdy nie są stawiane w pobliżu siedlisk dzikich zwierząt czy na trasie wędrówek ptaków czy nietoperzy. Decyzja o lokalizacji farmy wiatrowej zapada dopiero po dokładnym, co najmniej rocznym monitoringu przyrodniczym i analizom mającym na celu uzyskanie jak najmniejszego oddziaływania farmy wiatrowej na przyrodę. Dzięki czemu wiatraki stawiane są na uboczu korytarzy migracyjnych. Jest to niezbędny warunek uzyskania decyzji środowiskowych i administracyjnych.

Ponadto, niektóre nowoczesne turbiny wiatrowe wyposażone są w specjalne kamery i czujniki, które po wykryciu nadlatujących ptaków zatrzymują pracę turbiny w celu uniknięcia ewentualnej kolizji.

10. Problemy z recyklingiem

- *Czy wiatraki są trudne do recyklingu i stanowią problem dla środowiska po zakończeniu ich eksploatacji?*
- *Jakie są technologie i procedury recyklingu wiatraków?*
- *Jakie są wyzwania związane z recyklingiem materiałów używanych do budowy wiatraków?*
- *Jakie są przykłady udanych projektów recyklingu wiatraków?*
- *Jakie są strategie minimalizacji problemów związanych z recyklingiem wiatraków?*

Standardowy okres eksploatacji farmy wiatrowej wynosi około 25 lat, ale niektóre turbiny wiatrowe pracują obecnie nawet 35 lat, dzięki powszechnej praktyce wydłużenia ich okresu eksploatacji. Europejska branża i organizacje wiatrowe zobowiązały się do ponownego wykorzystania, recyklingu lub odzysku 100 proc. wycofanych z eksploatacji turbin wiatrowych. Ponadto, branża i organizacje wiatrowe postulują za wprowadzeniem ogólnoeuropejskiego zakazu składowania łopat i gondoli turbin wiatrowych.

Niemal wszystkie materiały, z których powstały starsze turbiny wiatrowe nadają się do recyklingu lub ponownego wykorzystania. Łopaty turbin wiatrowych mogą znaleźć swoje zastosowanie jako place zabaw, meble uliczne lub konstrukcje budowlane (np. ławki, wiaty rowerowe, mosty dla pieszych, ekrany dźwiękoszczelne). Większość elementów starszych turbiny wiatrowej – fundament, wieża i elementy gondoli – ma ustalone praktyki recyklingu.

W Polsce prowadzone są projekty badawcze mające na celu wykorzystanie przetworzonych materiałów z łopat w budownictwie i innych sektorach przemysłu. Politechnika Rzeszowska prowadzi badania nad metodami recyklingu zużytych łopat turbin wiatrowych, koncentrując się na odzysku materiałów kompozytowych. 2loop Tech, polska firma, rozwija technologie umożliwiające efektywny recykling śmigieł turbin wiatrowych, dążąc do ich ponownego wykorzystania w różnych branżach. Naukowcy z Politechniki Białostockiej opracowali innowacyjne rozwiązanie w zakresie recyklingu łopat turbin wiatrowych, przekształcając je w ekrany akustyczne wykorzystywane przy drogach i liniach kolejowych. Projekt ten, realizowany w ramach inicjatywy ISKRA, zyskał międzynarodowe uznanie i zainteresowanie grupy badawczej Re-Wind, specjalizującej się w recyklingu komponentów turbin wiatrowych.

Starsze łopaty i gondole są wykonane z materiałów kompozytowych: połączenia włókien wzmacniających (zwykle szklanych) i matrycy polimerowej. Zwiększają one wydajność turbin wiatrowych, umożliwiając tworzenie lżejszych i dłuższych łopat o zoptymalizowanych kształtach aerodynamicznych. Ale dotychczas to właśnie te materiały kompozytowe najtrudniej było poddać recyklingowi. W ostatnich latach poczyniono jednak znaczne postępy technologiczne i obecnie nie jest to już problemem. Ponadto, branża aktywnie poszukuje rozwiązań, dzięki którym nowoczesne turbiny podlegają w pełni recyklingowi – pionierskie rozwiązania tej kwestii wprowadzają producenci turbin, m. in. Siemens Gamesa czy Vestas.

Siemens Gamesa – z celem osiągnięcia rozwiązań technologicznych pozwalających na wyprodukowanie turbin w 100% nadających się do recyklingu do 2040 roku, opracowała technologię **RecyclableBlade**, umożliwiającą pełny recykling łopat turbin wiatrowych. Łopaty te zostały zainstalowane na niemieckiej farmie wiatrowej Kaskasi oraz mają trafić na brytyjską farmę Sofia o mocy 1,4 GW. Proces recyklingu polega na oddzieleniu żywicy, włókna

szklanego i innych materiałów za pomocą łagodnego roztworu kwasu, co pozwala na ich ponowne wykorzystanie.[23]

Vestas, duński producent turbin, opracował metodę chemicznego demontażu łopat wykonanych z żywicy epoksydowej. Współpracując z firmami Stena Recycling i Olin, Vestas dąży do stworzenia zamkniętego łańcucha wartości, w którym odzyskane materiały mogą być ponownie wykorzystane do produkcji nowych łopat. Celem firmy jest osiągnięcie recyklingu 94% materiałów produkcyjnych do 2030 roku. Dodatkowo, posiada ona ambitną politykę „zero waste".[24]

LM Wind Power, należąca do GE Renewable Energy, zobowiązała się do produkcji łopat turbin wiatrowych w modelu zero waste do 2030 roku. Firma planuje eliminację odpadów produkcyjnych trafiających na składowiska oraz zwiększenie efektywności wykorzystania materiałów. [25]

11. Zagrożenie dla infrastruktury

- *Czy wiatraki mogą uszkadzać lokalną infrastrukturę, w tym drogi i budynki?*
- *Jakie są środki ochrony infrastruktury stosowane przy budowie farm wiatrowych?*
- *Jakie są przykłady incydentów związanych z uszkodzeniem infrastruktury przez wiatraki?*
- *Jakie są opinie ekspertów na temat wpływu wiatraków na lokalną infrastrukturę?*
- *Jakie są strategie minimalizacji ryzyka uszkodzeń infrastruktury przez wiatraki?*

Wiatraki nie stanowią zagrożenia dla lokalnej infrastruktury, a obawy związane z ich wpływem na drogi i budynki są nieuzasadnione. Dzięki odpowiedniemu planowaniu, wykorzystaniu nowoczesnych technologii i współpracy z lokalnymi władzami, farmy wiatrowe są w stanie zminimalizować wszelkie negatywne skutki dla infrastruktury, a często przyczyniają się do jej modernizacji.

Współczesne farmy wiatrowe są projektowane z dużą starannością, aby zminimalizować wszelkie zagrożenia dla istniejącej infrastruktury. Budowa turbin wymaga precyzyjnego planowania logistycznego, w tym dostosowania drogi do transportu elementów turbin.

Do transportu turbin i innych elementów farm wiatrowych wykorzystywane są drogi zaprojektowane specjalnie do takich celów. Często w ramach budowy farmy wiatrowej inwestorzy budują lub modernizują drogi, aby umożliwić bezpieczny transport tych elementów. Drogi te są zaprojektowane z myślą o dużych obciążeniach, co oznacza, że są wystarczająco wytrzymałe, aby wytrzymać transport turbin i nie powodować uszkodzeń istniejącej infrastruktury.

Aby zminimalizować wpływ farm wiatrowych na infrastrukturę drogową i środowisko podejmuje się szereg działań, w tym np. dokładne planowanie tras transportu komponentów z uwzględnieniem istniejącej infrastruktury, optymalizację lokalizacji turbin w celu minimalizacji konieczności budowy nowych dróg, monitorowanie i utrzymanie dróg używanych podczas

[23] https://www.siemensgamesa.com/global/en/home/explore/journal/recyclable-blade.html
[24] https://www.vestas.com/en/sustainability/environment/zero-waste
[25] https://www.fgreenlab.org/energia-przyszlosci/lm-wind-power-rozpocznie-produkcje-lopat-turbin-wiatrowych-zero-waste-do-2030-r?utm_source=chatgpt.com

budowy i transportu, oraz współpracę z lokalnymi społecznościami i władzami w celu minimalizacji zakłóceń i szkód.

Wiatraki nie mają bezpośredniego wpływu na budynki. Turbiny są instalowane w odpowiedniej odległości od zabudowań, zgodnie z normami i przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa, co eliminuje ryzyko uszkodzenia budynków przez wibracje, hałas czy inne czynniki.

Współczesne regulacje prawne i normy budowlane uwzględniają bezpieczeństwo związane z budową farm wiatrowych. W ramach procesu projektowania uwzględnia się nie tylko wymagania dotyczące ochrony środowiska, ale również konieczność ochrony istniejącej infrastruktury. Inwestorzy są zobowiązani do uwzględnienia ryzyka uszkodzeń w planach budowlanych, dzięki czemu ewentualne problemy są minimalizowane już na etapie projektowania.

W przypadku morskich farm wiatrowych dostrzega się pozytywny wpływ na rozwój infrastruktury, w tym infrastruktury portowej, towarzyszący rozwojowi sektora. Raport WindEurope pokazuje, że aby zapewnić rozwój morskiej energetyki wiatrowej na poziomie określonym w unijnej strategii dotyczącej morskiej energii odnawialnej, europejskie porty muszą rozbudować i dodać nową infrastrukturę, co może wiązać się z inwestycjami rzędu 6,5 mld euro do 2030 r.[26] Dzięki morskiej energetyce wiatrowej porty mogą poszerzać katalog tradycyjnych usług portowych (takich jak np. obsługa pasażerów, rozładunek i załadunek towarów, obsługa statków w zakresie zaopatrzenia w paliwo oraz niezbędne materiały, usługi holownicze oraz usługi pilotowe) o te związane bezpośrednio z przeładunkiem i transportem urządzeń niezbędnych do posadowienia morskich farm wiatrowych, a także o charakterze produkcyjnym (jeśli elementy urządzeń są montowane na terenie danego portu). Porty stanowią bazę do obsługi i konserwacji morskich farm wiatrowych, co wpływa na zwiększenie zainteresowania danym portem przez przedsiębiorstwa z łańcucha dostaw dla morskich turbin wiatrowych. W wielu portach morskich, obsługujących lub planujących obsługę sektora morskiej energetyki wiatrowej dodatkowo realizuje się inwestycje w zakresie obsługi instalacji do wytwarzania zielonego wodoru, instalowanych w ramach morskich farm wiatrowych (np. Projekt NORH2 w porcie GRONINGEN w Holandii, *North of Scotland Hydrogen Programme* w porcie Cromarty Firth w UK czy Projekt H2ermes w Porcie Amsterdam w Holandii). WindEurope podkreśla, że porty morskie mogą być hubami wodorowymi, a dzięki ich integracji z ekosystemami przemysłowymi mogą odgrywać kluczową rolę w dekarbonizacji np. zakładów chemicznych i rafinerii w nadmorskich klastrach przemysłowych.

Inwestycje w infrastrukturę portową mogą obniżyć koszty produkcji energii z morskich farm wiatrowych o do 5,3%, dzięki efektywniejszemu montażowi i logistyce[27]. Raport Menon Economics wskazuje, że inwestycje w norweskie porty mogą przynieść rocznie około 727 milionów euro wartości dodanej i stworzyć około 6 400 miejsc pracy do 2030 roku.[28]

[26] WindEurope, *A 2030 Vision for European Offshore Wind Ports: Trends and Opportunities*, Bruksela 2021, https://windeurope.org/intelligence-platform/product/a-2030-vision-for-european-offshore-wind-ports-trends-and-opportunities/

[27] https://www.renewableenergymagazine.com/wind/investments-in-port-facilities-could-help-offshore-20180927?utm_source=chatgpt.com

[28] https://www.norwegianoffshorewind.no/news/norwegian-offshore-wind-ports-can-create-billions-in-value-annually-by-2030?utm_source=chatgpt.com

12. Zagrożenie dla zdrowia psychicznego i jakości życia

- *Czy wiatraki mogą powodować problemy ze zdrowiem psychicznym, takie jak stres i depresja?*
- *Jakie są wyniki badań dotyczących wpływu wiatraków na zdrowie psychiczne?*
- *Jakie są opinie psychologów na temat wpływu wiatraków na zdrowie psychiczne?*
- *Jakie są strategie minimalizacji negatywnego wpływu wiatraków na zdrowie psychiczne?*
- *Czy migotanie cienia ma wpływ na komfort życia człowieka?*
- *Jakie są przykłady pozytywnego wpływu farm wiatrowych na jakość życia mieszkańców?*
- *Jakie są strategie poprawy jakości życia mieszkańców w pobliżu farm wiatrowych?*

W dyskusjach na temat wpływu turbin wiatrowych na jakość życia ludzi można natknąć się na mit dotyczący istnienia „syndromu turbiny wiatrowej". Jak donosi Energy and Policy Institute, termin ten wprowadziła Nina Pierpoint, lekarz pediatra oraz żona aktywnego działacza ruchu antywiatrakowego. Istnienie sydromu, objawiającego się bezsennością, bólami głowy, mdłościami i ogólnym spadkiem samopoczucia, Pierpoint oparła o badanie telefoniczne. Swoją analizę przeprowadziła w grupie 25 osób udzielających się we wspomnianym ruchu antywiatrakowym, od nich zaś uzyskała informację o kolejnych 15 osobach, które doświadczają wymienionych objawów. Na takiej podstawie jednak w opinii publicznej pojawił się wątek syndromu. [29]Warto zauważyć, że objawy takie, jak ból głowy, problemy ze snem i gorsze samopoczucie mają charakter wysoce ogólny i mogą dotyczyć szeregu różnych chorób i dolegliwości – być może dlatego to wątpliwej jakości „badanie" nie zostało nigdy opublikowane w żadnych recenzowanym czasopiśmie naukowym, a analizy ekspertów z całego świata nigdy nie dowiodły istnienia tego syndromu.

Część obaw dotyczących wpływu farm wiatrowych na zdrowie psychiczne wynika z subiektywnych postrzegań, a nie z obiektywnych dowodów. Często pojawiają się negatywne emocje związane z lokalizacją turbin, ich widocznością czy hałasem, ale takie odczucia nie muszą prowadzić do trwałych problemów zdrowotnych. W rzeczywistości badania społeczne sugerują, że obawy te mogą wynikać bardziej z braku akceptacji dla nowej technologii, niż z faktycznego zagrożenia dla zdrowia.

Potwierdza to analiza, w której badaczki i badacze z Wydziału Studiów Edukacyjnych UAM oraz Wydziału Fizyki i Astronomii Uniwersytetu im Adama Mickiewicza w Poznaniu, współpracujący w ramach Centrum Neuronauki Poznawczej, zbadali skutki zdrowotne hałasu generowanego przez pracujące w pobliżu elektrownie wiatrowe. Artykuł opisujący wnioski z przeprowadzonego badania ukazał się w czasopiśmie z grupy Nature – Humanities & Social Sciences Communications.[30]

Jak przekonują autorzy badania, ograniczenia wcześniejszych podejść badawczych pozostawiają otwarte pytanie, czy hałas turbin wiatrowych bezpośrednio wpływa na

[29] https://energyandpolicy.org/wind-health-impacts-dismissed-in-court/challenge-of-inexpert-experts/dr-nina-pierpont/
[30] https://ia.web.amu.edu.pl/2025/03/12/publikacja-wplyw-halasu-turbin-wiatrowych-na-prace-mozgu/

funkcjonowanie człowieka, czy też jego potencjalnie negatywny wpływ wynika z czynników nieakustycznych, takich jak społeczne i kulturowo ukształtowane przekonania.

Badania wykonane przez naukowców z Poznania nie wykazały negatywnego wpływu krótkoterminowej ekspozycji na hałas turbin wiatrowych na funkcje poznawcze. Jak tłumaczą autorzy badania, hałas turbin wiatrowych ani nie obniżał efektywności poznawczej, ani nie zakłócał mechanizmów uczenia się, ani nie zmieniał naturalnej dynamiki fal mózgowych w stanie poznawczym lub spoczynkowym.

Wyniki pilotażowego badania sugerują, że nie ma związku przyczynowo-skutkowego między hałasem elektrowni wiatrowych a funkcjonowaniem poznawczym. Jak tłumaczą naukowcy z UAM, ewentualny negatywny wpływ na pracę mózgu wynika nie z samego hałasu, a ze społecznie skonstruowanych przekonań na temat farm wiatrowych i ich ingerencji w lokalny krajobraz.

Jak dalej czytamy w pracy na temat przeprowadzonego badania, nie znalazły potwierdzenia hipotezy, zgodnie z którymi hałas turbin wiatrowych jest postrzegany jako bardziej uciążliwy i stresujący niż hałas ruchu drogowego oraz że cechy psychologiczne moderują jego percepcję.

Obracające się łopaty wirnika turbiny wiatrowej rzucają na otaczające je tereny cień, powodując tzw. efekt migotania nazywany również niesłusznie efektem stroboskopowym. Z efektem migotania cieni mamy do czynienia głównie w krótkich okresach dnia, tj. w godzinach porannych i popołudniowych, gdy nisko położone na niebie słońce świeci zza turbiny, a cienie rzucane przez łopaty wirnika są mocno wydłużone. Efekt jest zauważalny przede wszystkim w kresie zimowym, kiedy to kąt padania promieni słonecznych jest. Autorzy raportu PAN [31]w swym opracowaniu zauważyli, że często „wypominany" wiatrakom efekt migotania cienia jest niwelowany wraz ze wzrostem odległości od turbiny wiatrowej, zaś dystans 500 m od instalacji nie stanowi zagrożenia dla człowieka, gdyż w przeliczeniu na cały rok migotanie występuje zaledwie kilkanaście godzin. Aby efekt migotania cienia stanowił realne zagrożenie dla człowieka turbina wiatrowa musiałaby się kręcić z częstotliwością 50 obrotów na minutę, co nie jest możliwe. Ponadto producenci turbin wiatrowych, by minimalizować wspomniany efekt migotania cienia, stosują specjalne farby, które minimalizują odbijanie się światła.

13. Wpływ na ceny energii

- *Jak rozwój energii wiatrowej wpływa na ceny energii dla konsumentów?*
- *Jakie są prognozy dotyczące cen energii w kontekście rosnącego udziału energii odnawialnej?*
- *Jakie są przykłady krajów, które skutecznie zarządzają cenami energii przy dużym udziale energii wiatrowej?*
- *Jakie są strategie stabilizacji cen energii w kontekście rosnącego udziału energii wiatrowej?*

Ceny energii elektrycznej w Polsce należą obecnie do jednych z najwyższych w Europie. Dzieje się tak, ponieważ mimo rosnącego udziału odnawialnych źródeł energii, krajowy miks

[31] https://kis.pan.pl/app/uploads/2024/10/Monografia178.pdf

energetyczny wciąż zdominowany jest przez paliwa kopalne. Zwykło się mówić, że „Polska węglem stoi", ale złote lata krajowego górnictwa już dawno minęły.

W ubiegłym roku w Polsce kopalnie węgla kamiennego wydobyły 43,9 mln ton surowca, co oznacza o 9 proc. mniej niż w roku 2023. Ponadto, wraz ze spadkiem produkcji rosną koszty wydobycia. O ile w latach 2015-16 średni koszt produkcji 1 tony szacowano na 245 zł, to w roku 2023 koszt wzrósł do ponad 940 zł. Obecnie koszt ten przekroczył 1000 zł. To pociąga za sobą dodatkowe koszty – od lat państwowe kopalnie otrzymują dotacje z budżetu, a mimo to Polska importuje znaczne ilości drogiego węgla zza granicy. Roczne nadwyżkowe koszty energii elektrycznej wynikające z większego uzależnienia od węgla sięgną w roku 2030 aż 6,6 miliarda złotych. Już w tym roku Polska wyda na importowany węgiel ponad 1,1 mld PLN..

Tymczasem, liczne wyliczenia i opracowania dowodzą, że energetyka wiatrowa to najtańsze źródło energii w Polsce, a zatem – im więcej tej taniej energii w miksie energetycznym, tym lepiej dla odbiorców. Według Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej (PSEW), każdy gigawat zainstalowanej energii z lądowych farm wiatrowych to cena energii niższa o ponad 9 PLN za megawatogodzinę (MWh)[32]. Ponadto, według danych opublikowanych przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska, biorąc pod uwagę jedynie koszty techniczne wytworzenia energii elektrycznej (bez ETS, podatków, kosztów sprzedaży) energia wyprodukowana przy użyciu wiatru wypada najtaniej (ponad dwukrotnie mniej niż w przypadku węgla kamiennego).

Wydatki na rozwój OZE znajdują w Polsce odzwierciedlenie w tzw. „opłacie OZE", widocznej na rachunkach za energię elektryczną. Celem jej wprowadzenia było wsparcie wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych i osiągnięcia krajowych celów w zakresie transformacji. Wartość tej opłaty przez 5 z ostatnich 10 lat wniosła 0 zł. W innych latach wahała się od 0,90 zł do 3,5 zł/MWh. Oznacza to, że przeciętne gospodarstwo domowe, zużywające średnio 2,5 MWh na rok, ponosiło opłatę OZE w wysokości od 2,25 zł do 8,75 zł rocznie, co stanowiło od 0,14 do 0,56 proc. rocznego rachunku za prąd.

Ceny energii elektrycznej na rynku energii elektrycznej w Polsce kształtowane są zgodnie z mechanizmami rynkowymi, określonymi w przepisach prawa. Cena energii elektrycznej na rynku kształtowana jest w wyniku uszeregowania elektrowni według kosztów produkcji, od najtańszych do najdroższych. W danym momencie na rynku najpierw wykorzystywane są te elektrownie, które mogą wyprodukować energię najtaniej. Gdy zapotrzebowanie rośnie, przy ustalaniu ceny brane są pod uwagę kolejne, droższe elektrownie. Cena energii elektrycznej jest ustalana przez ostatnią potrzebną do zaspokojenia popytu elektrownię, która ma najwyższe koszty – tę cenę nazywamy ceną krańcową. Cena krańcowa jest ceną, po której sprzedaje się całą energię na rynku w danym momencie, a także odzwierciedla koszt najdroższego źródła potrzebnego do zaspokojenia aktualnego popytu.

W Polsce obecnie najtańszą energię oferują elektrownie wykorzystujące odnawialne źródła energii, ponieważ nie są one obciążone tzw. kosztami zmiennymi wytwarzania (paliwo, uprawnienia do emisji). Kiedy elektrownie produkujące energię ze źródeł odnawialnych (wiatr, słońce) są dostępne, te droższe elektrownie (gazowe, węglowe) nie będą kształtowały ceny. Elektrownie o niższym koszcie zmiennym będą oferowały niższą cenę, prowadząc do tego, że najdroższe źródła będą „wypychane" z rynku.

Im większe zapotrzebowanie na energię i im mniejsza produkcja ze źródeł odnawialnych, tym więcej droższej energii wejdzie na rynek, a ceny energii elektrycznej dla wszystkich odbiorców wzrosną. Im więcej tańszych źródeł odnawialnych ceny energii elektrycznej spadają. Ceny energii wyprodukowanej przez OZE, w tym źródła wiatrowe, nie pozostają pod presją cen

[32] https://www.psew.pl/niespelnione-obietnice-wyborcze-i-miliardowe-straty-bez-ustawy-wiatrakowej/

surowców (węgiel, gaz) oraz kosztów zakupu uprawnień do emisji CO_2 – im więcej tańszych źródeł OZE, tym niższa będzie cena energii dla konsumentów.

14. Ekonomiczna nieopłacalność i niska efektywność. Korzyści dla gospodarki

- *Jakie są korzyści ekonomiczne z inwestycji w energię wiatrową?*
- *Jakie są rzeczywiste koszty instalacji i eksploatacji wiatraków w porównaniu do innych źródeł energii?*
- *Jakie są prognozy dotyczące opłacalności energii wiatrowej w najbliższych latach?*
- *Czy wiatraki są mało efektywne w produkcji energii?*
- *Jakie są najnowsze technologie i innowacje zwiększające efektywność wiatraków?*

Produktywność turbiny wiatrowej jest podstawowym parametrem wpływającym na atrakcyjność realizowanego projektu. Produktywność danej farmy wiatrowej zależy nie tylko od parametrów samych turbin, takich jak wysokość wieży czy średnica rotora, lecz w dużej mierze także od warunków wietrznych w danej lokalizacji. Badanie wietrzności stanowi bardzo ważny fragment procesu inwestycyjnego.Produktywność danej farmy wiatrowej najczęściej wyraża się wskaźnikiem wykorzystania mocy lub przez ilość megawatogodzin wyprodukowanych w ciągu roku z 1 MW mocy zainstalowanej. Wskaźnik wykorzystania mocy wskazuje, ile czasu w roku turbina jest w stanie produkować energię. Abstrahując od warunków wietrznych będących indywidualną właściwością każdego projektu, wskaźnik wykorzystania mocy w przypadku turbin o mocy rzędu 2–3 MW oscyluje zazwyczaj w okolicy 30–35%, podczas gdy najnowsze turbiny o mocy powyżej 5 MW osiągają wskaźnik na poziomie ok. 40%, a nawet 50%. Jednak jeszcze raz warto podkreślić istotne znaczenie warunków wietrznych – nawet instalacje o jednostkowej mocy 2 MW w bardzo dobrej lokalizacji są w stanie regularnie osiągać wskaźnik wykorzystania mocy na poziomie 40%.[33]

Efektywność wiatraków zależy od wielu czynników, w tym mocy turbiny, warunków wiatrowych, lokalizacji i liczby dni wietrznych w roku. Przyjmuje się jednak, że tradycyjna turbina wiatrowa pracująca na lądzie o mocy 6 MW zasila rocznie około 8 tysięcy gospodarstw domowych. W przypadku morskich farm wiatrowych, które osiągają dużo wyższe parametry produktywności, , ilość wyprodukowanej energii elektrycznej w tej samej jednostce czasu jest dużo wyższa.

Jedna morska turbina wiatrowa o mocy 15 MW (takie będą instalowane na polskich obszarach morskich) może wyprodukować energię, wystarczającą do napełnienia w ciągu godziny 314 285 telefonów, 82 500 laptopów, czy 110 000 latarni. Jedna godzina pracy jednej turbiny o tej mocy pozwoli na zasilenie 3 gospodarstw domowych przez cały rok, a cała farma o mocy 1,1 GW – 209 gospodarstw domowych.[34]

Polski Instytut Ekonomiczny w raporcie „Koszty braku dekarbonizacji gospodarki” wskazuje, że każdy dolar przeznaczony na odnawialne źródła energii przynosi ok. 150 proc. zysku dla gospodarki, co stanowi nawet trzykrotnie więcej niż w przypadku inwestycji w obszarze paliw kopalnych. Ponadto, w przeciwieństwie do OZE, które zwiększają PKB o 0,03-0,4 proc., wzrost produkcji ze źródeł nieodnawialnych o 1 proc. przekłada się na spadek PKB o 0,13 proc.

[33] TPA 2024
[34] https://balticpower.pl/kalkulator-mocy/index.html

Energetyka węglowa generuje także średnio o 37 proc., a sektor ropy i gazu o 85 proc. mniej miejsc pracy niż technologie niskoemisyjne przy wytwarzaniu części, budowy, funkcjonowaniu i remontów wybranych źródeł energii w przeliczeniu na 1 GW. PIE podkreśla, że rozwój OZE znacząco obniży ceny energii elektrycznej, co jest kluczowe w obecnej sytuacji na rynku.[35]

Energetyka wiatrowa to sektor o ogromnym potencjale generowania korzyści społecznych i gospodarczych na poziomie lokalnym i centralnym.

W 2023 roku sektor energetyki wiatrowej wniósł do unijnego PKB 57,2 mld euro, z czego 34,5 mld euro stanowiły bezpośrednie wpływy od deweloperów, producentów i dostawców komponentów. Każdy zainstalowany gigawat (GW) energii wiatrowej generował znaczne wartości dodane do europejskiej gospodarki: 3,4 mld euro w przypadku turbin lądowych i 2,8 mld euro w przypadku morskich instalacji. W 2023 roku sektor ten wyeksportował towary i usługi o wartości 11 mld euro, co podkreśla jego znaczenie na rynkach międzynarodowych. 2023 roku sektor energetyki wiatrowej zatrudniał około 370 000 osób w UE. Prognozy wskazują, że do 2030 roku liczba miejsc pracy w tym sektorze może wzrosnąć do 936 000, wspierając rozwój zielonych miejsc pracy. W 2023 roku energia wiatrowa zaspokajała 20% zapotrzebowania na energię elektryczną w Europie, przyczyniając się do redukcji emisji CO_2 o 139 mln ton, co odpowiada unikniętym kosztom emisji na poziomie 11,6 mld euro. Sektor energetyki wiatrowej inwestuje znacząco w badania i rozwój, przeznaczając na ten cel 3,79% swojego wkładu w PKB, co przekracza średnią unijną wynoszącą 2,3%.[36] Również w Polsce korzyści towarzyszące rozwojowi tego sektora są znaczące, a odblokowanie potencjału spowoduje ich multiplikowanie.

Procedowana obecnie zmiana odległości minimalnej wiatraków od zabudowań do 500 metrów zwiększa prawie dwukrotnie potencjał wiatru na lądzie z 22 GW do ponad 41 GW w 2040 roku. Odblokowanie lądowej energetyki wiatrowej przy poszanowaniu lokalnych społeczności i środowiska przyniesie korzyści dla gospodarki i społeczeństwa. PSEW policzyło, że nowe farmy wiatrowe przy najlepszym scenariuszu rozwoju zagwarantują w perspektywie do 2030 r. 70-133 mld zł przyrostu PKB, 490-935 mln zł dodatkowych wpływów do samorządów, ok. 80 mld zł zamówień na produkty i usługi w łańcuchu dostaw oraz ok.100 tysięcy nowych miejsc pracy.[37]

Eksperci PSEW szacują, że potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce wynosi 33 GW. Inwestycje w MFW o takiej mocy mogłyby wygenerować ponad 100 tysięcy miejsc pracy oraz 178 mld PLN wartości dodanej brutto w fazie rozwoju i 46 mld PLN rocznie w fazie operacyjnej. MFW są najlepszą dostępną wielkoskalową technologią OZE, która pozwoli na redukcję emisji i spełnienie przez Polskę europejskich celów klimatycznych – przy założeniu rocznej produkcji 130 TWh spadek emisji CO2 mógłby wynieść nawet ok. 102 mln t rocznie.[38]

[35] Polski Instytut Ekonomiczny, Koszty braku dekarbonizacji gospodarki, Warszawa 2023, https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2023/12/Dekarbonizacja.pdf
[36] ETIP Wind, European Wind Energy Competitiveness Report. 2024,
[37] https://www.psew.pl/wp-content/uploads/2023/12/DIAGNOZA_E_BOOK-PL-1.pdf
[38] Raport PSEW, Potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce. Kompleksowa analiza możliwości rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w polskich obszarach morskich, 2022 r,

15. Wpływ na bezpieczeństwo energetyczne

- *Czy poleganie na energii wiatrowej może prowadzić do niestabilności energetycznej i przerw w dostawach energii?*
- *Jakie są strategie zarządzania bezpieczeństwem energetycznym w kontekście energii wiatrowej?*
- *Jakie są przykłady krajów, które skutecznie zarządzają bezpieczeństwem energetycznym przy dużym udziale energii wiatrowej?*
- *Jakie są opinie ekspertów na temat wpływu energii wiatrowej na bezpieczeństwo energetyczne?*
- *Jakie są technologie wspierające stabilność energetyczną w kontekście energii wiatrowej?*

Do 2030 r. w Polsce mogą zostać wyłączone jednostki węglowe o mocy ponad 8 GW, zaś drugie tyle w kolejnej dekadzie. Z szacunków PSE wynika, że przy rosnącym zapotrzebowaniu na energię elektryczną i wygaszaniu kolejnych bloków węglowych już w 2025 r. w systemie może zabraknąć ok. 1,4 GW mocy, a w 2034 r. nawet 6,8 GW. Bez dynamicznego rozwoju lądowej i morskiej energetyki wiatrowej polski system elektroenergetyczny będzie zagrożony, gdyż obecnie Polska nie ma alternatywnych, wielkoskalowych źródeł energii dostępnych w krótkim czasie.

W ubiegłym roku w Polsce kopalnie węgla kamiennego wydobyły 43,9 mln ton surowca, co oznacza o 9 proc. mniej niż w roku 2023. Ponadto, wraz ze spadkiem produkcji rosną koszty wydobycia. O ile w latach 2015-16 średni koszt produkcji 1 tony szacowano na 245 zł, to w roku 2023 koszt wzrósł do ponad 940 zł. Obecnie koszt ten przekroczył 1000 zł. To pociąga za sobą dodatkowe koszty – od lat państwowe kopalnie otrzymują dotacje z budżetu, a mimo to Polska importuje znaczne ilości drogiego węgla zza granicy. Roczne nadwyżkowe koszty energii elektrycznej wynikające z większego uzależnienia od węgla sięgną w roku 2030 aż 6,6 miliarda złotych. [39]

Mimo, że w 2023 r. import gazu i węgla z Rosji został całkowicie zastąpiony zakupem z innych krajów, a wolumen importu ropy był niewielki, uzależnienie od sprowadzanych surowców w Polsce stale rośnie – już 43% zużywanej w kraju energii opiera się na paliwach z importu. Co więcej, ze względu na uwarunkowania rynkowe, rachunek za kupno surowców poza granicami stale rośnie. Tylko w ubiegłym roku Polska wydała na ten cel 138 mld zł (tj. niewiele mniej niż na obronność). W ciągu ostatniej dekady, uwzględniając inflację, koszt importu paliw przekroczył już 1,2 biliona zł.[40]

Bezpieczeństwo energetyczne ma wiele twarzy – jest to stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska. Zatem, ceny za energię powinny być stabilne i rozsądne, dostawy energii musza być płynne a dostawy surowców – niezakłócone i zdywersyfikowane. Bezpieczeństwo energetyczne można budować poprzez m.in. oszczędność surowców i energii, dywersyfikację

[39] https://www.bankier.pl/wiadomosc/Zmierzch-wegla-Wraz-ze-spadkiem-produkcji-rosna-koszty-wydobycia-8894445.html
[40] Transformacja energetyczna w Polsce. Edycja 2024 - Forum Energii

nośników energii i źródeł dostaw surowców i energii, czy rozwój infrastruktury, także w kontekście połączeń z innymi krajami.

Biorąc to pod uwagę, rozwój energetyki wiatrowej wpisuje się w „receptę" na budowanie niezależności i bezpieczeństwa energetycznego naszego kraju. Rozproszony charakter produkcji wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa także na poziomie lokalnym, zapewniając niezakłócone dostawy energii. Do produkcji energii w farmach wiatrowych nie potrzebujemy żadnych surowców – jedynym jest wiatr. Ceny energii na rynkach z dużym udziałem energetyki wiatrowej są najniższe (co pokazują także badania i symulacje przeprowadzane dla Polski). Zwłaszcza morska energetyka wiatrowa jest jedynym wielkoskalowym odnawialnym źródłem energii, które może zapewnić dużą ilość energii elektrycznej – ma to istotne znaczenie w kontekście planów wyłączeń elektrowni konwencjonalnych.

16. Technologie przyszłości

- *Jakie są najnowsze technologie i innowacje w dziedzinie energii wiatrowej?*
- *Jakie są prognozy dotyczące rozwoju technologii wiatrowych w najbliższych latach?*
- *Jakie są przykłady nowatorskich projektów farm wiatrowych?*
- *Jakie są opinie ekspertów na temat przyszłości technologii wiatrowych?*
- *Jakie są strategie wdrażania nowych technologii w farmach wiatrowych?*

Rozwój technologii wiatrowych zmierza w kierunku zwiększenia ich wydajności (coraz większe wirniki – powyżej 170 m, wieże – powyżej 180 m oraz generatory – powyżej 7 MW), poprawy szeroko pojętego bezpieczeństwa oraz cyberbezpieczeństwa, zaawansowanym systemom sterowania, serwisowania (stała diagnostyka, przewidywanie awarii) i prognozowania produkcji w oparciu o zapotrzebowanie rynku mocy (ilość, cena) oraz oczekiwanych warunków pogodowych. Innowacje ukierunkowane są na poprawę aerodynamiki łopat, zwiększenia trwałości i żywotności podzespołów, wykorzystania sztucznej inteligencji w poprawie zarządzania pracą farmy, jak najmniejszej ingerencji w środowisko poprzez dążenie do 100% recyklingu oraz poprawy warunków życia społeczności mieszkających w okolicach farm wiatrowych.

Już tak nieodległą przyszłością jak również teraźniejszością w obszarze rozwoju technologii wiatrowej są kwestie dotyczące możliwości transportowych, instalacyjnych, recyklingowych, optymalizacji emisji hałasu wraz ze wzrostem gabarytów turbin, repoweringu (czyli zastępowanie istniejących turbin nowymi), praca w systemach hybrydowych (z PV, produkcja wodoru, amoniaku, magazyny energii), wykorzystanie sztucznej inteligencji w zakresie monitorowania pracy turbiny, potwierdzeniem źródła wytwarzania/pochodzenia „zielonej" energii, planowania produkcji oraz bezpieczeństwa.

Rozwijane są projekty hybrydowe w których łączy się technologię wiatrową oraz słoneczną (m.in. poprzez cable pooling), dodatkowo dochodzą magazyny energii oraz produkcja wodoru. Jesteśmy co warto podkreślić coraz bliżej budowy pierwszych farm wiatrowych na morzu Bałtyckim które zawierają bardzo wiele innowacyjnych rozwiązań.

Energetyka wiatrowa biorąc pod uwagę jej dynamiczny rozwój (zwiększenie wielkości wirników, wież oraz generatorów) a co za tym podążą coraz bardziej efektywnej pracy turbiny wiatrowej w warunkach niskich prędkości wiatru staję się w opinii ekspertów najbardziej wydają technologią z obszaru technologii odnawialnych obecnie dostępnych. Udział technologii

wiatrowej w systemach hybrydowych będzie tylko podnosić jej stabilność oraz dostępność co jest mocno oczekiwane przez operatorów systemów energetycznych. Jednym słowem energetyka wiatrowa lądowa oraz morska wg. ekspertów na chwilę obecną stanowi jedno z najważniejszych źródeł energii odnawialnej w oparciu o który system energetyczny Polski powinien się rozwijać.

Producenci turbin w zakresie strategii wdrażania nowych technologii analizują bardzo wiele czynników począwszy od technicznych, logistycznych, sieciowych, kończąc na uwarunkowaniach prawnych oraz terenowo-środowiskowych danego kraju. Kluczowym z punktu widzenia technologii jest nacisk na poprawę jej wydajności co ma przełożenie na obniżanie kosztów produkcji energii, bezpieczeństwa, stabilności pracy, trwałości oraz dbałości o środowisko naturalne oraz akceptacje społeczną. Każdy nowy typ turbiny przed rozpoczęciem jej seryjnej produkcji przechodzi szereg testów, badań nie tylko na terenie fabryki, ale również budowany jest prototyp, który ostatecznie potwierdza w trakcie pracy przyjęte założenia i parametry projektowe. Podsumowując istotą strategii wdrażania nowych technologii w obszarze energetyki wiatrowej jest założenie, iż energetyka wiatrowa ma dostarczać tanią energię, być bezpieczna i funkcjonować w zgodzie z otaczającym ją środowiskiem naturalnym.

17. Regulacje prawne i polityka energetyczna

- *Jakie są aktualne regulacje prawne dotyczące budowy i eksploatacji farm wiatrowych w Polsce?*
- *Jakie są plany rządu dotyczące rozwoju energii wiatrowej w najbliższych latach?*
- *Jakie są opinie ekspertów na temat regulacji prawnych dotyczących energii wiatrowej?*
- *Jakie są przykłady krajów, które mają skuteczne regulacje prawne wspierające rozwój energii wiatrowej?*
- *Jakie są strategie poprawy regulacji prawnych w celu wsparcia rozwoju energii wiatrowej?*

Cele energetyczne Polski określone są w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2040 r.” (PEP2040). Celem Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. jest bezpieczeństwo energetyczne - przy zapewnieniu konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko - biorąc pod uwagę optymalne wykorzystanie własnych zasobów energetycznych. Cel główny doprecyzowuje osiem kierunków polityki podzielonych na obszary i dodatkowo uszczegółowionych przez dwanaście projektów strategicznych[41]:

- Kierunek 1: Optymalne wykorzystanie własnych surowców energetycznych;
- Kierunek 2: Rozbudowa infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej;
- Kierunek 3: Dywersyfikacja dostaw i rozbudowa infrastruktury sieciowej gazu ziemnego, ropy naftowej oraz paliw ciekłych;
- Kierunek 4: Rozwój rynków energii;
- Kierunek 5: Wdrożenie energetyki jądrowej;

[41] https://www.gov.pl/web/ia/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-pep2040

- Kierunek 6: Rozwój odnawialnych źródeł energii;
- Kierunek 7: Rozwój ciepłownictwa i kogeneracji;
- Kierunek 8: Poprawa efektywności energetycznej gospodarki.

W PEP2040 określone są pożądane przez polski rząd kierunki rozwoju sektora energetycznego, mające na celu wykorzystanie krajowego potencjału gospodarczego, surowcowego, technologicznego i kadrowego oraz stworzenie poprzez sektor energii dźwigni rozwoju gospodarki, sprzyjającej sprawiedliwej transformacji.

Polityka energetyczna zakłada, że do 2040 r. co najmniej 28,5% energii w Polsce będzie produkowane przez odnawialne źródła energii. PEP2040 określa krajowe cele w zakresie rozwoju farm wiatrowych na lądzie na poziomie 8,6 GW w 2030 r. i 6,9 GW w 2040 r. oraz morskich farm wiatrowych na poziomie ok. 5,9 GW w 2030 r. i do ok. 11 GW w 2040 r.

Polski Rząd planuje aktualizację polityki energetycznej i wzrost celów w zakresie energetyki wiatrowej. Nowy scenariusz przewiduje, że lądowe farmy wiatrowe w 2030 r. osiągną 14 GW, a w roku 2040 – 20 GW, natomiast cel na 2040 r. dla morskich farm wiatrowych wzrósł do 18 GW.

Rozwój sektora energetyki wiatrowej w Polsce reguluje szereg aktów prawnych, dedykowanych w szczególności tej technologii. Dla lądowej energetyki wiatrowej najważniejszym jest ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, natomiast dla morskiej energetyki wiatrowej - ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych. Oba akty prawne są na etapie aktualizacji (stan na kwiecień 2025).

W kwietniu 2025 5. rząd przyjął przełomowy projekt nowelizacji ustawy o inwestycjach w elektrownie wiatrowe. To krok milowy w rozwoju odnawialnych źródeł energii, który pozwoli na budowę nawet 10 GW nowych mocy w lądowych farmach wiatrowych do 2030 roku, co oznacza, że lokalne społeczności zyskają realne korzyści – tańszą energię, nowe miejsca pracy i wpływy do budżetów gmin.

Dzięki przyjętym zmianom o 26% zwiększy się powierzchnia, na której będą mogły być lokalizowane farmy wiatrowe. Minimalna odległość od zabudowy zmieni się z 700 na 500 m. Nowe przepisy utrzymają zakaz budowy elektrowni wiatrowych na terenach parków narodowych, rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych i obszarów Natura 2000 oraz w ich pobliżu. Elektrownie wiatrowe nie powstaną bliżej niż 1500 m w przypadku parków narodowych oraz 500 m dla obszarów Natura 2000 ustanowionych w celu ochrony ptaków i nietoperzy. Należy pamiętać o tym, że każda inwestycja jest planowana w oparciu o obowiązujące przepisy prawa, w tym te dotyczące hałasu i potencjalnego wpływu farmy wiatrowej na florę i faunę. Bez szczegółowych, długotrwałych badań nie byłoby możliwe pozyskanie decyzji środowiskowej dla inwestycji. To te badania będą determinowały odległości – wskazane w ustawie określane są jako „minimalne”. W rzeczywistości mogą być one większe.

W przypadku morskiej energetyki wiatrowej kwestie funkcjonowania inwestycji regulowane są w tzw. ustawie offshore – obecnie trwają prace rządowe nad projektem zmian tej ustawy tak, aby uprościć procedury administracyjne i przyspieszyć realizację morskich farm wiatrowych w Polsce – obecnie proces w Polsce trwa od 12-14 lat, a średnia europejska to 7-8 lat.

Obecnie Ministerstwo Klimatu i Środowiska pracuje również nad aktualizacją Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 (aKPEiK) z 2019 r. KPEiK to dokument

pokazujący krajowe wsparcie w realizacji europejskich celów polityki klimatycznej i energetycznej. Dokument ten przedstawia sposób przyspieszania transformacji klimatyczno-energetycznej, budowy niezależności energetycznej na drodze do neutralności klimatycznej. Cele i założenia aKPEiK oparte zostały na scenariuszu aktywnej transformacji, który oznacza przyspieszenie dotychczasowego tempa transformacji gospodarki.

W obliczu zmian geopolitycznych, jakie obserwujemy od kilku lat, wiele krajów na całym świecie wdrożyło skuteczne regulacje prawne, które wspierają rozwój energii wiatrowej. Dzięki odpowiednim politykom, zachętom finansowym i stabilnemu systemowi regulacyjnemu, te kraje osiągnęły znaczący postęp w rozwoju energetyki wiatrowej, a ich doświadczenia mogą stanowić model dla innych państw. Jest to szczególnie istotne w obliczu konieczności budowania niezależności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego, a także uniezależnienia się od dostaw surowców i energii z krajów niedemokratycznych.

Energia wiatrowa ma stać się wiodącym źródłem energii elektrycznej w UE przed rokiem 2030. UE chce, aby do roku 2030 energia wiatrowa pokrywała 35% zużycia energii elektrycznej, a do roku 2050 ponad 50%. Kraje Unii Europejskiej konsekwentnie rozwijają energetykę wiatrową. W zeszłym roku wiatraki pokryły 20 proc. zużycia energii elektrycznej w Europie. Najwięcej, 56 proc., w Danii. Ponad 30-proc. udział energii elektrycznej z wiatru miały Irlandia, Szwecja, Niemcy i Wielka Brytania. Udział pomiędzy 20, a 30 proc. zanotowano w Niderlandach, Portugali, na Litwie, w Hiszpanii, Finlandii i Grecji. W Polsce ten wskaźnik wyniósł 14 proc.

18. Kto zarabia na wiatrakach?

Czy zyski z wiatraków są wywożone z Polski, np. do Niemiec czy do Chin?

Rozwój energetyki wiatrowej wiąże się zatem z korzyścią dla Polski, dla polskich przedsiębiorców i dla polskich gospodarstw domowych. Każdy gigawat zainstalowanej energii z lądowych farm wiatrowych to cena energii niższa o ponad 9 PLN za megawatogodzinę (MWh), co przyczynia się do wzrostu konkurencyjności polskiej gospodarki.

Z rankingu WNP.pl wynika, że na koniec 2024 roku najwięcej farm wiatrowych w Polsce pod względem zainstalowanej mocy miała Grupa PGE z portfelem 797 MW. Zaś na drugim miejscu znalazł się Orlen – 580 MW. W rankingu nie zabrakło także innych polskich spółek, np. Grupy Tauron czy Polenergii.[42]

Ale na wiatrakach zarabiają także gminy, lokalne samorządy i rolnicy – jeśli ambitny scenariusz transformacji się powiedzie, to w 2030 roku do kas gmin z tytułu podatków od nieruchomości, CIT i PIT wpływać będzie ponad 1,3 mln PLN dziennie, a do kieszeni rolników dzierżawiących grunty pod inwestycji kolejne 1,2 mln PLN dziennie.

Rozwój energetyki wiatrowej to również korzyści dla polskich przedsiębiorstw, produkujących komponenty dla farm wiatrowych i świadczących usługi dla tego sektora. Portfel zamówień na produkty i usługi w łańcuchu dostaw lądowych farm wiatrowych wyniesie nawet 80 mld złotych do 2030 r. Oznacza to możliwość wygenerowania średniego rocznego obrotu o wartości pomiędzy 6 a 9 miliardów złotych. Potencjał wkładu krajowego w łańcuchu dostaw dla

[42] https://www.wnp.pl/energia/top-10-polskiego-wiatru-oto-najwieksi-wlasciciele-wiatrakow-w-polsce,911050.html

lądowych farm wiatrowych ocenia się obecnie na 55-60%, a w ciągu najbliższych 10 lat możliwe jest osiągnięcie nawet 75%.

Wg szacunków sprzed 2 lat rynek usług związanych z fazą przygotowawczą budowy lądowych farm wiatrowych w Polsce może wynieść pomiędzy 4,5 a 8,5 miliarda złotych do 2030 r., z uwzględnieniem opłat przyłączeniowych. Z wyłączeniem tych opłat rynek ten może osiągnąć wartość pomiędzy 3,2 a 6 miliardów PLN, co oznacza średnioroczny potencjał przychodów dla przedsiębiorstw z łańcucha do staw na poziomie od 300 do blisko 700 milionów złotych.

Rynek dostaw związanych z fazą instalacji turbin dla lądowych farm wiatrowych w Polsce może wy nieść od 26 do 48 miliardów złotych 2030 r. Największym rynkiem będzie dostawa turbin, z uwzględ nieniem transportu jej głównych komponentów – gondoli, wirnika i wieży. W ramach dostaw komponentów dla gondoli, potencjał generowania przychodów przez dostawców lub ich poddostawców to w wariancie bazowym to ponad 2 miliardy złotych. W przypadku zaś kompo nentów dla wirnika (w tym produkcja łopat i odlewów) to ponad 1 miliard złotych. Dostawy wież wiatrowych to rynek wart nawet 900 milionów złotych średniorocznie.

Rynek dostaw komponentów i usług związanych z fazą budowy i podłączenia elektrycznego może wynieść od 9 do 17 miliardów złotych w latach 2022-2030. Największy rynek w ramach tej fazy inwe stycyjnej stanowić będzie dostawa instalacji elektrycznych wraz z usługą ich podłączenia. Średnioroczna wartość przychodów, które mogą osiągnąć przedsiębiorstwa w łańcuchu dostaw w tym segmencie, to około 700 milionów złotych. średnioroczny koszyk przychodów to około W ramach prac budowlanych z przygotowaniem terenu 600 milionów złotych. Z kolei przedsiębiorstwa dostarcza jące usługi kompleksowego uruchomienia lądowych farm wiatrowych mogłyby uczestniczyć w rynku o średniorocznym obrocie około 200 milionów złotych.[43]

19. Czy wiatraki mają wpływ na bezpieczeństwo militarne?

- *Czy Chiny kontrolują pracę wiatraków i w razie problemów mogą je zatrzymać?*
- *Czy wiatraki podczas wojny będą zakłócały nasze samoloty lub radary?*
- *Czy da się łatwo zniszczyć i będziemy bez prądu, jeśli odejdziemy od węgla?*

Rozwój energetyki wiatrowej ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, jak i militarnego. Wiatr nie wyczerpuje się, ani nie ma narodowości – to źródło energii, która zapewnia suwerenność, niezależność i bezpieczeństwo gospodarce. Farmy wiatrowe nie potrzebują surowców, sprowadzanych z kierunków niestabilnych politycznie – jedynym surowcem jest niewyczerpywalny wiatr. Wiatraki w zdecydowanej mierze opierają się na technologiach wytwarzanych w Unii Europejskiej. Zwiększanie konkurencyjności i bezpieczeństwa w Europie jest priorytetem, dlatego napływ technologii spoza kontynentu jest ograniczany do minimum.

Działania dezinformujące i destabilizujące nasz system elektroenergetyczny, jak np. uszkodzenia kabli podmorskich czy innej infrastruktury krytycznej na Morzu Bałtyckim podkreślają konieczność szczególnej ochrony tych inwestycji, nad czym pracuje strona rządowa i cała branża. Budowa morskich farm wiatrowych nie stanowi zagrożenia dla bezpieczeństwa, a wręcz przeciwnie – może stanowić istotne wsparcie w ochronie akwenu

[43] Raport PSEW i WIH, ROZWÓJ PRZEMYSŁU ONSHORE I OFFSHORE WIND W POLSCE. Budowa łańcucha dostaw dla energetyki wiatrowej – plan działania, Warszawa 2024 https://www.windindustry.pl/wp-content/uploads/2024/10/WIH_raport_PL.pdf

Bałtyku. Turbiny wiatrowe, dzięki wykorzystaniu odpowiedniego sprzętu i oprogramowania, mogą być naszymi „oczami i uszami" kilkadziesiąt metrów od brzegu, gdzie będą kluczowe w wykrywaniu i reagowaniu na potencjalne wyzwania militarne i zagrażające stabilności dostaw energii elektrycznej. Każda farma wiatrowa na morzu będzie wyposażona w sprzęt i systemy, dzięki którym nie będą one negatywnie oddziaływały na systemy bezpieczeństwa państwa, a nawet będą dostarczały dodatkowych informacji o otoczeniu.

Zarówno w czasie pokoju, jak i wojny, ewentualny negatywny wpływ inwestycji jest kompensowany specjalistycznymi rozwiązaniami, akceptowanymi przez resort obrony narodowej dla każdej inwestycji indywidualnie. Co więcej – dzięki rozproszonemu charakterowi produkcji z zastosowaniem farm wiatrowych w trakcie ewentualnych działań zbrojnych nie będzie możliwe uszkodzenie wszystkich źródeł wytwórczych, a tym samym – całkowite odcięcie obywateli od dostaw energii elektrycznej. Mimo toczącej się wojny, w Ukrainie to farmy wiatrowe produkują prąd, a kolejne inwestycje są planowane i realizowane.

Nie należy się również bać wpływu słabszych pod kątem wietrzności dni – u podstawy systemu elektroenergetycznego zawsze będą pracowały łatwiej sterowalne źródła (w tym bloki węglowe czy gazowe), dodatkowo planowana jest budowa magazynów energii, które będą „napełniane" gdy będzie wiało mocniej. Cyberbezpieczeństwo jest jedną z kluczowych kwestii, nad którymi pracuje zarówno branża (w kontekście technicznym), ale także strona rządowa (wdrożenie do polskiego systemu prawnego przepisów europejskich). Inwestycje będą zabezpieczone pod kątem tego typu zagrożeń, a stosowne wymagania są już nakładane na deweloperów.

20. Wpływ na sieć energetyczną

- *Jak energia wiatrowa wpływa na stabilność i wydajność sieci energetycznej?*
- *Jakie są strategie zarządzania siecią energetyczną w kontekście rosnącego udziału energii wiatrowej?*
- *Jakie są przykłady krajów, które skutecznie integrują energię wiatrową w swoich systemach energetycznych?*
- *Jakie są opinie ekspertów na temat wpływu energii wiatrowej na sieć energetyczną?*
- Jakie są technologie wspierające stabilność sieci energetycznej w kontekście energii wiatrowej?

Jednym z mitów wokół energetyki wiatrowej jest jej negatywny wpływ na sieć energetyczną. Takie hipotezy stawia się nie mówiąc jednocześnie, że stare sieci energetyczne nie zostały zaprojektowane na przyjmowanie i transport energii ze źródeł, które powstają w ostatnich latach w Polsce. Zresztą potrzeba modernizacji sieci energetycznej oraz rozwój nowych linii średniego i wysokiego napięcia jest niezbędny nie tylko w Polsce, ale też w innych krajach, które wskazują że rozwojowi energetyki odnawialnej muszą towarzyszyć inwestycję w infrastrukturę energetyczną. Należy dodać, że energetyka wiatrowa ma wręcz często pozytywne oddziaływane na stabilność i wydajność sieci energetycznej poprzez świadczenie przez elektrownie wiatrowe tzw. usług systemowych wspierających utrzymywanie pożądanego poziomu częstotliwości i napięcia w sieci energetycznej.

Operatorzy sieci energetycznej, wśród których dominują duże państwowe podmioty, w swoich planach inwestycyjnych starają się uwzględniać rozwój nowych sieci energetycznych oraz modernizację tych, które są obecnie użytkowane. Powstają również nowe miejsca przyłączeniowe (tzw. GPZ-ty), jak też stosowane są coraz częściej rozwiązania znane na

Zachodzie Europy (tzw. cable pooloing) polegające na lepszym wykorzystaniu sieci przez źródła pracujące w różnym stopniu i o różnych porach doby, czego dobrym przykładem jest współdzielenie linii energetycznej przez farmy fotowoltaiczne i farmy wiatrowe. Trzeba mieć również na względzie, że Ustawa - Prawo energetyczne obowiązujące w Polsce pozwala również na stosowanie tzw. rozwiązań komercyjnych, które powodują, że inwestorzy w farmy wiatrowe lub inne odnawialne źródła energii mogą partycypować w kosztach modernizacji sieci, gdzie warunki techniczne uniemożliwiają operatorowi wydanie warunków przyłączenia danemu inwestorowi.

Najlepszym przykładem skutecznej integracji energii wiatrowej z sieciami energetycznymi są Niemcy, gdzie warunki przyłączeniowe otrzymuje się w momencie znacznego zaawansowania projektu i gwarancji jego budowy. W większości krajów UE, USA, Kanadzie czy Australii informacje o sieci energetycznej (dostępne moce, kolejka wniosków, powód odrzucenia aplikacji o przyłączenie) stanowią informację powszechną. Takiego poziomu transparentności nie ma niestety w polskim systemie energetycznym, a dodatkowo wnioski o przyłączenie często są rozpatrywane przez bardzo długie okresy (tylko ocena kompletności wniosku zamiast 30 dni zajmuje nawet 240 dni). Wzorem niektórych krajów jak właśnie Niemcy w tym zakresie niezbędne byłoby uproszczenie tego procesu oraz zdigitalizowanie.

Dania jest uznawana za światowego lidera w integracji odnawialnych źródeł energii (OZE) z systemem elektroenergetycznym. Dzięki konsekwentnej polityce energetycznej, innowacyjnym technologiom i zaangażowaniu społecznemu, kraj ten osiągnął imponujące wyniki w zarządzaniu siecią z dużym udziałem OZE. Od 2019 roku ponad 50% energii elektrycznej w Danii pochodzi z odnawialnych źródeł, głównie z wiatru i słońca. To jeden z najwyższych udziałów OZE w Europie, znacznie przewyższający średnią unijną wynoszącą 19% w 2021 roku. Dania zainwestowała w rozwój inteligentnych sieci energetycznych, które umożliwiają a efektywne bilansowanie podaży i popytu energii, nawet przy dużym udziale takich źródeł, jak wiatr czy słońce, rozwijanie rozwiązań prosumenckich (obywatele i przedsiębiorstwa mogą nie tylko konsumować, ale także produkować i sprzedawać energię, co zwiększa elastyczność systemu), a także wykorzystanie sztucznej inteligencji (AI jest stosowana do prognozowania produkcji energii z wiatru, co pomaga w stabilizacji dostaw i maksymalizacji wykorzystania OZE). Model duński może służyć jako inspiracja dla innych krajów dążących do zwiększenia udziału OZE w swoim miksie energetycznym.

Większość ekspertów wskazuje, że energetyka wiatrowa ma pozytywny wpływ na sieć energetyczną, m.in. poprzez fakt, że nowoczesne turbiny wiatrowe mają wysoki poziom wykorzystania mocy zainstalowanej a ich produkcja jest bliska zapotrzebowaniu odbiorców.

Jedną z podstawowych technologii wspierających stabilność sieci energetycznej są magazyny energii. Coraz popularniejsze w Polsce i w wielu krajach stanowią magazyny bateryjne, najczęściej litowo – jonowe. Takie magazyny umożliwiają absorbowanie energii w okresach gdy produkcja z OZE jest większa niż zapotrzebowanie, jak też ich rozładowywanie gdy sytuacja staje się odmienna. Stosowane są też inne rozwiązania umożliwiające efektywne zarządzanie popytem i podażą energii elektrycznej, a wśród technologii, które wspierają stabilność sieci, można też wymienić elektrownie szczytowo – pompowe czy instalacje „power to gas”.

Profesor Piotr Kacejko, specjalista w dziedzinie elektroenergetyki z Politechniki Lubelskiej, od lat analizuje wpływ energetyki wiatrowej na system elektroenergetyczny. Jego badania i wypowiedzi podkreślają, że integracja farm wiatrowych z siecią elektroenergetyczną jest możliwa i bezpieczna, pod warunkiem odpowiedniego planowania i wykorzystania nowoczesnych narzędzi prognostycznych. Badania prof. Kacejki wskazują, że Polska ma realne możliwości techniczne do znacznego zwiększenia udziału OZE w swoim miksie

energetycznym. Kluczowe jest jednak odpowiednie planowanie, wykorzystanie nowoczesnych narzędzi prognostycznych oraz eliminacja barier administracyjnych i legislacyjnych. W raporcie „Więcej OZE w sieci", opracowanym przez PSEW i Wydział Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej, zawarto 12 rekomendacji mających na celu zwiększenie możliwości przesyłowych polskich sieci i podłączanie nowych źródeł wiatrowych i słonecznych. Raport analizuje bieżące wyzwania branży, sposoby wykorzystania istniejącej infrastruktury sieciowej oraz metody zwiększenia możliwości przyłączeniowych. Eksperci podkreślają potrzebę aktualizacji strategicznych dokumentów rządowych, w których zapisane jest tempo i skala transformacji energetycznej, w tym PEP2040. Publikacja wskazuje także na potrzebę ujednolicenia systemów informowania i metodyk wyznaczania możliwości przyłączeniowych w ogólnie przyjętych praktykach.[44]

21. Problemy techniczne

- *Czy wiatraki często ulegają awariom i są kosztowne w utrzymaniu?*
- *Jakie są standardy techniczne i procedury konserwacji wiatraków?*
- *Jakie są najczęstsze problemy techniczne związane z eksploatacją wiatraków?*
- *Jakie są koszty utrzymania i naprawy wiatraków w porównaniu do innych źródeł energii?*
- *Jakie są przykłady awarii wiatraków i jakie były ich przyczyny?*

Turbiny wiatrowe ulegają awariom niezwykle rzadko, biorąc pod uwagę liczbę zainstalowanych urządzeń w Polsce czy na świecie, awarie spotykają mały ułamek procenta maszyn! Wynika to z tego, że obecnie wszystkie turbiny wiatrowe są nadzorowane przez najbardziej zaawansowane systemy diagnostyczne dostępne na rynku, które dodatkowo wspierane są algorytmami oraz sztuczną inteligencją. Duże awarie są rzadkością. Wszystkim zależy, aby turbiny nie ulegały usterkom, a ewentualny serwis i naprawa była dokonywana jak najszybciej i w zaplanowanym terminie, bo turbiny wiatrowe to przecież maszyny do produkcji energii z darmowego źródła, więc ich awaria i przestój nikomu nie jest na rękę. Warto też dodać, że turbiny konstruowane są z uniwersalnych komponentów łatwych do pozyskania z rynku. Pozwala to na sprawne zdobywanie potrzebnych części, których wymiana powinna być możliwie bezproblemowa.

Turbiny wiatrowe serwisowane są wyłącznie przez wykwalifikowane zespoły, które musza posiadać odpowiednie certyfikaty i być wpisanymi do rejestru takich podmiotów w Urzędzie Dozoru Technicznego. Standardem w branży są ekipy serwisowe, które posiadają odpowiednie przeszkolenia oraz uprawnienia (np. Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Global Wind Organisation, Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich). Procedury są ściśle określone przez producentów maszyn i opisane w instrukcjach, a każda wymiana i naprawa jest opisana krok po kroku i stosuje się do najbardziej rygorystycznych zasad bezpieczeństwa. Same maszyny muszą być zawsze zaprojektowane i certyfikowane zgodnie ze międzynarodowymi standardami IEC 61400 i podobne. W zakresie konserwacji, turbiny muszą też spełniać rygorystyczne standardy ISO i wszystkie kontrole wymagana regulacjami państwowymi wynikającymi z lokalnych uwarunkowań.

Najczęstszą usterką, z którą ma do czynienia branża, jest prostu brak komunikacji z systemami nadzorczymi maszyny, czyli najprościej mówiąc – utrata połączenia z systemem monitorującym i nadzorującym pracę turbiny. Ze względów bezpieczeństwa w takiej sytuacji turbina bezczynnie oczekuje na odzyskanie łączności. Przyczyną takich awarii może być

[44] *http://psew.pl/12-sposobow-na-wiecej-oze-w-sieci-nowy-raport-psew-i-politechniki-lubelskiej/*

uszkodzenie światłowodu lub awaria (np. zasilania) głównego serwera. Wśród problemów typowo związanych z samymi turbinami, możemy wymieniać rzeczy typowe dla maszyn elektrycznych, czyli wzrost temperatury w upalne dni, wypalające się po latach pracy styczniki, czy wytarte szczotki generatorów (jeżeli mamy generatory typu dwustronnie zasilanego). Te elementy należy więc po prostu wymieniać regularnie, podobnie jak filtry i olej w przekładni.

Specyfika serwisu turbiny wiatrowej znacznie odbiega od znanego nam serwisu np. samochodów. W przypadku parków wiatrowych, każda praca serwisowa wymaga podróży, specjalistycznej wiedzy, dedykowanego sprzętu oraz wielostronicowych instrukcji postepowania. Dodatkowo wykonywana jest w nietypowych warunkach, na dużej wysokości, w małym pomieszczeniu lub z użyciem bardzo ciężkich narzędzi. W związku z tym właściwie wykonany serwis musi generować odpowiednio znaczący koszt, a w skali roku, w zależności od typu maszyny i innych zmiennych parametrów (np. poziom produkcji energii), można liczyć go nawet w dziesiątkach tysięcy złotych. Ten koszt jednak staje się zupełnie akceptowalny, gdy spojrzymy na to z odpowiedniej perspektywy - przecież sama turbina wiatrowa to maszyna warta zazwyczaj kilkadziesiąt milionów złotych i produkuję energię elektryczną wartą dziesiątki tysięcy tygodniowo, w związku z tym oczywiste jest, że mówmy to o odpowiednim efekcie skali, a turbina zarabia na swój serwis swoją pracą, najczęściej w ciągu kilku, kilkunastu dni w roku produkuje wystarczająco dużo energii, z której sprzedaży opłacany jest serwis na cały rok.

Awarie, jeśli się pojawiają, związane są najczęściej z trudno wykrywalnymi usterkami komponentów głównych, mogą np. wynikać z wadliwej serii komponentów lub (obecnie bardzo rzadko) niedoskonałemu zaprojektowaniu samej maszyny i błędnego przewidzenia wpływu różnych komponentów na siebie (dotyczy to głównie maszyn starszych, projektowanych dekadę i więcej lat temu). Nie są one powszechne, a ujawniają się tylko w populacji turbin starszych, znajdujących się u kresu swojego potencjału eksploatacyjnego. Najbardziej spektakularne awarie takie jak uszkodzone łopaty lub wieże, to sytuacje indywidualne, takie zdarzenia branża odnotowuje nie więcej niż raz, kilka razy w roku na całym świecie. Takie poważne zdarzenia dotykają niezwykle małą liczbę maszyn, to jest mniej niż 0,0005%, są to jednak awarie spektakularne i widowiskowe, dlatego najczęściej obiegają liczne media i są szeroko komentowane.

22. Zmiana koloru mleka

- *Czy wiatraki mogą zmieniać kolor mleka produkowanego przez krowy?*
- *Jakie są dowody naukowe na poparcie lub obalenie tego twierdzenia?*
- *Czy są znane przypadki, w których zmiana koloru mleka była związana z obecnością wiatraków?*
- *Jakie są opinie ekspertów w dziedzinie weterynarii na temat wpływu wiatraków na produkcję mleka?*
- *Jakie inne czynniki mogą wpływać na kolor mleka produkowanego przez krowy?*

Nie ma żadnych badań ani dowodów naukowych, które sugerowałyby, że wiatraki mogą wpływać na kolor czy jakość mleka. Przemiany biologiczne zachodzące w organizmach krów, w tym produkcja mleka, są znane i nie ma żadnej logiki, która łączy te procesy z obecnością turbin wiatrowych. Jeśli mleko zmienia kolor, to z pewnością wynika to z innych przyczyn.

Argument „krowy nie dają mleka, a kury przestały znosić jaja” to już kultowy przykład tego, jak absurdalne zarzuty potrafią być przypisywane wiatrakom. Podobne słyszeliśmy np.

w momencie rozwoju technologii 5G. To zrozumiałe, że pojawienie się nowoczesnych technologii może budzić obawy wynikające z niewiedzy, jednak żadne z dostępnych dzisiaj badań w Europie czy na świecie nie potwierdza, aby towarzystwo wiatraków wpływało na zwierzęta hodowlane. Wpływ na kolor mleka od krów ma jedynie ich dieta, a dokładniej zawartość beta-karotenu w roślinach.

Produkcja mleka jest procesem biologicznym, który zależy od zdrowia i diety krów, a nie od obecności turbin wiatrowych. Zmiana koloru mleka nie może być wynikiem działania turbin, ponieważ jest to związane z czynnikami biologicznymi, takimi jak skład paszy, zdrowie zwierząt, pora roku, a nie z obecnością farm wiatrowych.

Kolor mleka może się nieznacznie różnić w zależności od tego, co jedzą krowy. Na przykład, dieta bogata w karoten (znajdujący się w marchwi czy trawie) może sprawić, że mleko będzie miało lekko żółtawy odcień, ale to jedyny czynnik wpływający na kolor mleka. Wiatraki nie mają żadnego wpływu na te zmienne. W rzeczywistości zmiany koloru mleka są naturalnym procesem związanym z dietą i zdrowiem krów, a nie z urządzeniami zewnętrznymi, takimi jak turbiny wiatrowe.

Badania dotyczące wpływu farm wiatrowych na zdrowie zwierząt, w tym krów, nie wykazują żadnych negatywnych efektów na ich zdrowie ani na jakość produkowanego przez nie mleka. Wiatraki mogą generować hałas, ale poziom tego hałasu jest zazwyczaj bardzo niski, a nowoczesne technologie turbin znacznie redukują jego uciążliwość. Nie ma dowodów na to, że takie hałasy miałyby wpływ na jakikolwiek proces metaboliczny w organizmach krów, w tym na produkcję mleka.

Współczesne turbiny wiatrowe są projektowane z myślą o minimalizacji hałasu i wibracji. To sprawia, że ich obecność nie powinna wpływać na zwierzęta hodowlane w sposób, który mógłby prowadzić do zmian w jakości mleka. Poza tym, wszelkie zmiany w zachowaniu krów, takie jak zmniejszenie wydajności mlecznej czy zmiany w jakości mleka, wynikają raczej z czynników takich jak stres, choroby czy zmiany w diecie, a nie z obecności turbin.

23. Bezpieczeństwo cyfrowe oraz wpłw nowych technologii

- *Czy i jeśli to w jaki sposób zapewniane jest bezpieczeństwo cyfrowe farm wiatrowych/*
- *W jaki sposób współczesne technologie wpływają na poprawę stabilności globalnej systemu elektroenergetycznego w aspekcie energetyki wiatrowej oraz współpracy z innymi źrodłami wytwarzania.*
- *Na czym polega cyfrowa hybrydyzacja źródeł wytwarzania, systemów magazynowania oraz przetwarzania różnych form energii i jak wpływa ona na system elektroenergetyczny.*
- *Co to jest elektroenergetyczna automatyka predykcyjna. W jaki sposób najnowsze technologie poprawiają bezpieczeństwo oraz redukcję kosztów produkcji energii farm wiatrowych*

W zasadzie żadne współczesne źródło wytwarzania energii elektrycznej, w tym farma wiatrowa, nie może obyć się bez ogólnie rzecz biorąc Przemysłowych Systemów Sterowania, takich jak na przykład systemy SCADA czy DCS, a także zintegrowanych w systemie Inteligentnych Urządzeń Elektronicznych.(IED)

W przypadku deweloperów farm wiatrowych istnieje bardzo duża świadomość zagrożeń, które niesie ze sobą stosowanie niezbędnych technologii cyfrowych oraz dostępności rynkowej odpowiednich technologii, które te zagrożenia minimalizują. Zwracają więc uwagę na to, aby stosować najnowsze obecne technologie w tym zakresie.

Niezależnie od powyższego, na infrastrukturę krytyczną, do której należą farmy wiatrowe, nałożone są odpowiednie akty normatywne, które mają na celu zapewnienie stosownej ochrony cyfrowej. Są to w szczególności - w przypadku Europy - norma IEC62443, która określa poziomy dojrzałości systemów, czy też poziomy bezpieczeństwa cyfrowego. Dla infrastruktury krytycznej, do której zaliczają się farmy wiatrowe, wymagane jest stosowanie najwyższych standardów określonych w normie przy uwzględnieniu faktu, że system stanowi integralną całość łącznie z infrastrukturą sieciową oraz zintegrowanymi urządzeniami elektronicznymi, a nie tylko warstwą software czy też protokołami komunikacyjnymi. Stosowanych jest szereg specjalistycznych rozwiązań i zabezpieczeń, których szczegóły znane są jedynie dla wysoko wyspecjalizowanej kadry inżynierskiej producenta i użytkownika.

Drugim aktem normatywnym jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego oraz Rady Europy w skrócie znana jako NIS2, która została stworzona dla bezpieczeństwa obywateli państw członkowskich. Jest to zatem dyrektywa, która nakłada na Rządy państw członkowskich oraz wytwórców energii stosowanie odpowiednich środków ochrony cyfrowej dla dobra i bezpieczeństwa obywateli państw członkowskich.

W przypadku wytwórców energii odpowiedzialność za bezpieczeństwo cyfrowe nałożone jest na najwyższy szczebel zarządzania, czyli zarządy spółek, a do środków ochrony można zaliczyć na przykład dbanie o ciągłą higienę cyfrową, prowadzenia odpowiedniej polityki analizy ryzyka, monitorowania incydentów, dbanie o zapewnienie długoterminowego łańcucha dostaw, odpowiednie zarządzenie i zabezpieczanie danych, czy też opracowanie stosownych działań w przypadkach nadzwyczajnych.

Często podnoszonym tematem jest brak stabilności źródeł wiatrowych lub też brak ich przewidywalności. Zresztą oba te terminy niesłusznie są stosowane zamiennie. Jeśli idzie o stabilność to w energetyce jest ona pojmowana jako pewna skłonność do utrzymywania synchronizmu w sieci oraz jej tak zwane „usztywnianie”. Z tego powodu widzenia jeszcze kilka dekad temu nie moglibyśmy sobie wyobrazić systemu elektroenergetycznego w którym nie dominowałyby jednostki konwencjonalne czy to węglowe czy to gazowe lub też jądrowe. Dziś dzięki rozwojowi technologicznemu nie jest najmniejszym problemem aby w systemie elektroenergetycznym dominowały OZE, a przede wszystkim farmy wiatrowe. Jest to obecnie technologicznie nie tylko możliwe ale i stosunkowo łatwe.

Oprócz powyższego należy wspomnieć, że energię wytworzoną w wiatrakach możemy magazynować na różny sposób. I tak na przykład wprost w postaci elektrycznej czyli w magazynach bateryjnych, w postaci chemicznej np. w wodorze czy amoniaku ale też innych paliwach syntetycznych, w postaci energii cieplnej w magazynach cieplnych czy też w postaci mechanicznej. Co więcej każdego z tych rodzajów energii potrzebujemy wprost ale też możemy ten każdy rodzaj energii z powrotem przekształcać w energię elektryczną.

Do tego właśnie służy cyfrowa hybrydyzacja źródeł. Źródła możemy łączyć tak ze sobą w sposób cyfrowy, że w efekcie mamy bardziej przewidywalną ilość dostępnej energii elektrycznej i jest ona też mniej zmienna w czasie

Szacuje się, że przy całkowitej cyfryzacji i hybrydyzacji wiatraków, innych OZE oraz źródeł konwencjonalnych w systemie elektroenergetycznym moglibyśmy zaoszczędzić nawet kilkanaście procent energii w ogóle. Są to ogromne ilości. Można to porównać z budową lub

brakiem konieczności budowy 6 dużych bloków energetycznych. Oszczędności są zatem niewyobrażalne bo nie tylko nie musimy budować dodatkowych źródeł i wydawać z tego tytułu ogromnych środków ale też nie musimy zakupować paliwa do późniejszej pracy tychże źródeł.

Obecnie dzięki dynamicznemu rozwojowi technologii możliwa jest ocena stanu technicznego urządzeń technicznych. Tak się dzieje w przypadku wiatraków, gdzie nowe technologie takie jak sztuczna inteligencja czy głębokie uczenie maszynowe pomaga w ocenie stanu technicznego. Stopnia zużycia elementów oraz przewidywania wymaganych remontów czy innych interwencji serwisowych. Skutkiem tego są bardzo duże oszczędności. Wyobraźmy sobie, że jesteśmy w stanie dokładnie przewidzieć kiedy należy dokonać różnego rodzaju interwencji czy też wymiany elementów zużywających się. Możemy wtedy dokonać z wyprzedzeniem odpowiednich zakupów, zaplanować pracę co wydatnie skraca okres przestoju.

Podsumowując w wyniku działalności człowieka stajemy w obliczu dramatycznych zmian klimatu. Ale też niesamowitym zbiegiem okoliczności jest fakt, że także w wyniku działalności człowieka zdołaliśmy opracować wysoce wyspecjalizowane technologie, które pozwalają nam aby sobie z tym radzić.