

Alicja Dubicka-Czechowska, Paweł Czechowski,
Olaf Ciebiera, Anna Chruścicka, Marcin Bocheński

Zielony potencjał

Fotowoltaika przykładem
energetyki odnawialnej wspierającej
różnorodność biologiczną

Alicja Dubicka-Czechowska, Paweł Czechowski,
Olaf Ciebiera, Anna Chruścicka, Marcin Bocheński

Zielony potencjał

Fotowoltaika przykładem
energetyki odnawialnej wspierającej
różnorodność biologiczną



Alicja Dubicka-Czechowska, Paweł Czechowski,
Olaf Ciebiera, Anna Chruścicka, Marcin Bocheński

Zielony potencjał

Fotowoltaika przykładem
energetyki odnawialnej wspierającej
różnorodność biologiczną

Zielona Góra – Poznań 2024

Recenzenci:

prof. dr hab. Piotr Tryjanowski (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu),
mgr Michał Bielewicz (Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Gorzowie Wlkp.)

Tekst i zdjęcia:

Alicja Dubicka-Czechowska, Paweł Czechowski, Olaf Ciebiera,
Anna Chruścicka, Marcin Bocheński
Rozdział 1: Marta Porzuczek, Tomasz Kulaszewski

Zdjęcia na okładce: Alicja Dubicka-Czechowska

Współpraca przy powstaniu publikacji:

Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
Uniwersytet Zielonogórski



Liga Ochrony Przyrody, Okręg w Zielonej Górze



Dzicyzaplacze.pl



Polenergia S.A.

Copyright © by Authors, Poznań 2024

ISBN 978-83-7986-522-2

Bogucki Wydawnictwo Naukowe
ul. Górna Wilda 90, 61-576 Poznań
e-mail: bogucki@bogucki.com.pl
www.bogucki.com.pl

Druk i oprawa:
Konińska Drukarnia Dziełowa

Spis treści

Wstęp I	7
Wstęp II	9
1. Farmy fotowoltaiczne Grupy Polenergia	11
2. Teren badań	17
3. Roślinność na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów	19
4. Wybrane grupy owadów	24
5. Płazy i gady	44
6. Ptaki	50
7. Ssaki	73
8. Wpływ na krajobraz	89
9. Dobre praktyki – czyli jak zwiększyć różnorodność biologiczną na farmach fotowoltaicznych	102
10. Odnawialne źródła energii a formy ochrony przyrody	126
Streszczenie	129
Summary: Green Potential. Photovoltaics as an Example of Renewable Energy Supporting Biodiversity	132
Literatura	135
Informacja o autorach	142



Fot. 1. Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. O. Ciebiera)

Szanowni Państwo,

mam przyjemność przedstawić obszerną i jedną z pierwszych publikacji naukowych podsumowującą kilkuletni monitoring przyrodniczy łąk kwietnych zasianych po oddaniu do eksploatacji Farm Fotowoltaicznych w gminie Sulechów.

Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów zlokalizowany jest na zwartym ponad 60-hektarowym terenie, łączna moc instalacji to prawie 30 MWp. Przed rozpoczęciem budowy teren, na którym aktualnie znajduje się instalacja, był intensywnie uprawiany rolniczo. Jako że obszar samych paneli zajmuje połowę powierzchni Farmy Fotowoltaicznej, pozostały areał, który nie jest pokryty panelami, pozostaje przeznaczony na rozwój różnorodności biologicznej. W trakcie planowania budowy zespoły realizujące projekt we wsparciu działu ochrony środowiska i przyrodników pełniących nadzór nad pracami budowlanymi przeprowadziły analizę możliwości obsadzenia terenu instalacji rodzimymi gatunkami traw i roślin łąkowych. Wszystko po to, aby dostosować mieszanki roślin do lokalnych warunków i wspomóc odbudowę ekosystemu łąk. Od 2021 r. na części projektu utrzymywana jest łąka kwietna, a od 2022 na kolejnej dobudowanej części instalacji wysiana została łąka pastwiskowa z gatunkami kwitnącymi. Od momentu obsiania terenu, kiedy wśród monokultur upraw okalających inwestycję Grupy Polenergia pojawił się nowy, atrakcyjny dla wielu gatunków zwierząt wielohektarowy areał, widać było, jak szybko był zasiedlany i przywracane były naturalne procesy. Był to także czas rozpoczęcia przez nas badań i monitoringu odbudowanego ekosystemu łąkowego.

Badania prowadzone przez dwa pierwsze lata były niezwykle obiecujące: teren był atrakcyjny dla wielu grup zwierząt, w tym gatunków ściśle chronionych. Ażeby poznać procesy zachodzące na tym obszarze, nie zrezygnowaliśmy z monitoringu: na początku 2023 r., we współpracy z zespołem naukowców i naukowców z Uniwersytetu Zielonogórskiego, skupiliśmy się na analizie zmian różnorodności biologicznej na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Badania te były kompleksowe, obejmowały funkcjonowanie nowo powstałego ekosystemu w okresie całego roku.

Dla Grupy Polenergia współpraca przy ochronie i odbudowie ekosystemów jest elementem odpowiedzialnej realizacji inwestycji i budowania wartości dodanej naszych projektów. Stanowi część szerszego zaangażowania społecznego i realizacji strategii zrównoważonego rozwoju na lata 2023–2030, w tym przyjętej w 2024 r. strategii na rzecz różnorodności biologicznej. Dokumenty obejmują nie tylko zaangażowanie w aktywne działania na rzecz ochrony środowiska w porozumieniu ze specjalistami i transparentne dzielenie się pozyskaną wiedzą i doświadczeniami, ale także współpracę z lokalnymi społecznościami na rzecz rozwoju projektów wspierających bioróżnorodność. Procesy przyrodnicze przedstawiane są m.in. dzieciom z okolicznych szkół, które w ramach projektu edukacji klimatycznej Grupy Polenergia „Graj z nami w zielone!®” zapraszane są cyklicznie na Farmę Fotowoltaiczną w Sulechowie, aby móc razem z przyrodnikami poznawać gatunki zwierząt i obserwować odradzającą się przyrodę.

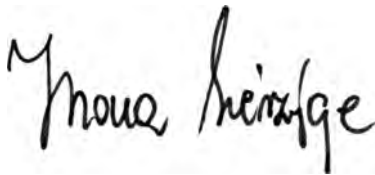
Więcej na temat naszych działań w zakresie wsparcia i ochrony bioróżnorodności oraz edukacji znajdą Państwo na stronie: esg.polenergia.pl.

Od czasu stworzenia naszej pierwszej łąki kwietnej podobne działania wdrożyliśmy na wszystkich naszych farmach fotowoltaicznych oddawanych do eksploatacji. Mamy nadzieję, że nasz przykład odbudowy ekosystemów będzie wdrażany na wszystkich nowo budowanych wielkoskalowych projektach tego typu. To ogromna szansa dla przyrody, dla której intensywne rolnictwo, niszczenie i zagospodarowywanie łąk, zbiorników wodnych i zakrzaczeń śródpolnych oznacza wymieranie kolejnych cennych gatunków.

Odbudowywanie i pozostawianie przyrodzie cennych obszarów łąkowych to szansa także na większą naturalną retencję wody opadowej. Usługi ekosystemowe takich obszarów są ogromne i są elementem wsparcia w przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym.

O wynikach monitoringu i roli ekosystemów łąk opowiedzą badaczki i badacze tej niezwyklej enklawy przyrody w dalszej części publikacji.

Zapraszam Państwa do lektury!



Iwona Sierżęga
Członkini Zarządu Polenergia S.A.



Szanowni Państwo,

inicjatywa podjęta przez Polenergię pokazuje, jak połączyć działania związane ze zwiększaniem inwestycji w odnawialne źródła energii z ochroną różnorodności biologicznej.

W obecnej sytuacji, gdy w wyniku rabunkowego rozwoju naszej cywilizacji mierzymy się z potrójnym kryzysem planetarnym, potrzebujemy kompleksowych i różnorodnych działań, które będą odpowiedzią zarówno na katastrofę klimatyczną, jak i masowe wymieranie gatunków. Musimy ocalić tereny mało przekształcone, co w przypadku naszego kontynentu oznacza obejmowanie różnymi formami ochrony cennych ekosystemów naturalnych. Równie ważne są działania na terenach przekształconych, gdzie mamy szansę na poprawę stanu lub wręcz na odtworzenie ekosystemów.

Ochrona i odtwarzanie ekosystemów to temat przewodni obecnej dekady ONZ obejmującej lata 2021–2030. Bezpośrednią odpowiedzią UNEP/GRID-Warszawa na ogłoszenie ONZ-owskiej Dekady Odtwarzania Ekosystemów jest uruchomienie programu Re:Generacja, którego celem jest odbudowa i zachowanie ekosystemów. Jednym z partnerów projektu ze strony biznesu jest Polenergia, która zaangażowała się we wsparcie czterech cennych przyrodniczo obszarów: Mierzei Wiślanej oraz siedlisk przyrodniczych w dwóch rezerwach przyrody i w Słowińskim Parku Narodowym. Wybór ekosystemów objętych wsparciem był podyktowany lokalizacją prowadzonej działalności i potrzebą ochrony cennych ekosystemów w jej sąsiedztwie.

Sprzątanie nadbałtyckich plaż na terenie Parku Krajobrazowego „Mierzeja Wiślana” objęło ponaddziesięciokilometrowy odcinek wybrzeża. Obszar ten został wybrany po konsultacjach z Pomorskim Zespołem Parków Krajobrazowych jako najpilniej wymagający oczyszczenia z odpadów. Podczas akcji zebrano 140 kg odpadów, w tym 100 kg odpadów zmieszanych i 40 kg opakowań z tworzyw sztucznych.

W rezerwacie leśnym „Dolina Kamionki”, w którym przedmiotem ochrony jest kompleks ekosystemów związany z doliną rzeki wraz z charakterystycznymi dla nich gatunkami roślin, działania ochronne koncentrowały się na kształtowaniu właściwego składu gatunkowego oraz zmniejszeniu antropopresji poprzez likwidację „dzikiego” wysypiska śmieci.

W rezerwacie „Kołacznia”, który jest jedynym w Polsce naturalnym stanowiskiem różanecznika żółtego, przeprowadzono w 2023 r. eliminację obcych geograficznie gatunków uznanych za inwazyjne, głównie czeremchy amerykańskiej i robinii akacjowej, oraz ograniczono konkurencję ze strony rodzimych gatunków krzewiastych.

Polenergia wsparła również usuwanie innego gatunku inwazyjnego, rozprzestrzeniającego się na obszarze ochrony czynnej w Słowińskim Parku Narodowym nad jeziorem Gardno. Niecierpek gruczołowaty jest jedną z najbardziej inwazyjnych roślin w Polsce. Zwalczanie tego gatunku polega na wrywaniu całych osobników, aby nie dopuścić do zakwitnięcia i wydania nasion. Z uwagi na cechy gatunku zabieg musi być wielokrotnie powtarzany. Uważa się, że gatunki inwazyjne są jedną z głównych przyczyn spadku różnorodności biologicznej i wymierania rodzimych

gatunków. Gatunki inwazyjne wypierają rodzime i w ten sposób, z biegiem czasu, zajmują cały ekosystem, zubożając jego skład gatunkowy.

Odtwarzanie ekosystemów to również istotny element Europejskiego Zielonego Ładu oraz główny cel przyjętego w czerwcu 2024 r. rozporządzenia w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych (Nature Restoration Law). Wyznaczone kierunki działań to m.in.: osiągnięcie na poziomie krajowym trendu wzrostowego liczebności motyli na obszarach trawiastych, wzrost zawartości węgla organicznego w glebach mineralnych gruntów uprawnych oraz wzrost odsetka gruntów rolnych z elementami krajobrazu o wysokiej różnorodności. To również zwiększenie liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego.

Warto mieć w pamięci, że działania ukierunkowane na zachowanie różnorodności biologicznej na terenach nieobjętych żadną formą ochrony przyrody, zwłaszcza na terenach rolniczych, to ogromne wyzwanie. Wymagają pogodzenia funkcji produkcyjnej, zapewniającej nasze bezpieczeństwo żywnościowe, oraz funkcji ekosystemowej, zabezpieczającej byt ogromnej liczby gatunków. Co jednak warto sobie uzmysłowić, te dwie funkcje są ze sobą ściśle połączone. Gleby rolnicze nie akumulują węgla i nie przyniosą oczekiwanych plonów bez zróżnicowanego zespołu organizmów je tworzących. Uprawy roślin oleistych, owoców, warzyw wymagają owadów zapylających, do których należą również motyle. Na terenach rolniczych – tak silnie przekształconych – nasza zależność od innych gatunków jest szczególnie widoczna, a mimo to tak często pomijana.

Rozwój technologii umożliwiającej pozyskiwanie energii słonecznej sprawił, że tereny rolnicze zaczynają pełnić kolejną funkcję. Farmy fotowoltaiczne potrzebują przestrzeni. Jednocześnie – jak pokazuje niniejsza publikacja – stwarzają unikalną szansę jej kształtowania. Odtwarzanie wielohektarowych, bogatych gatunkowo ekosystemów łąkowych daje ogromny efekt środowiskowy. Jak ogromny? O tym przeczytają Państwo w publikacji, którą przekazujemy do Państwa rąk. Autorzy badań zabierają nas w świat łąk, owadów, ptaków i nietoperzy. Świat, który potrzebuje naszej opieki. Świat, którego my potrzebujemy.

Z przyjemnością rekomenduję lekturę niniejszej publikacji.

Maria Andrzejewska

Dyrektorka Generalna Centrum UNEP/GRID-Warszawa,
ośrodka afiliowanego przy United Nations Environment Programme, UNEP
(Program Organizacji Narodów Zjednoczonych [ONZ] ds. Środowiska)

1. Farmy fotowoltaiczne Grupy Polenergia

W ostatnich latach można zaobserwować gwałtowny wzrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice. Istotną rolę w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym odgrywają przyłączane do sieci wielkoskalowe farmy fotowoltaiczne (FF), o mocy rzędu megawatów (MW), sięgające często setek megawatów, w przeciwieństwie do mikroinstalacji (zazwyczaj do 50 kW) i małych instalacji prosumenckich (kilka kW). Dzięki dużej mocy farmy te są w stanie generować znaczące ilości energii elektrycznej, co pozwala na zasilanie całych regionów z bezemisyjnego odnawialnego źródła. Na koniec 2023 r. łączna moc dużych elektrowni fotowoltaicznych wyniosła ponad 1,6 GW, co stanowi wzrost o ponad 113% rok do roku. Łączna moc wytwórcza farm fotowoltaicznych Polenergii to ponad 82 MWp, a w 2024 r. rozpoczęto budowę kolejnych projektów, takich jak FF Szprotawa I i II, o łącznej mocy 67 MWp.

Od początku rozwoju tego segmentu OZE każdy z projektów Polenergii objęty był inwentaryzacją przyrodniczą w fazie przedinwestycyjnej oraz nadzorem przyrodniczym w fazie budowy. Dzięki tej dobrej praktyce Grupy Polenergia minimalizowane jest oddziaływanie na środowisko, jednocześnie tworząc wartość dodaną dla projektów w fazie eksploatacji. Kamienie i głązy narzutowe zebrane podczas budowy tworzą cenne przyrodniczo biotopy, stanowiące schronienie dla wielu gatunków gadów, płazów i owadów, jak również dla małych ssaków.

Przykładem takich działań, poza opisanym ekosystemem łąk w Sulechowie, jest Farma Fotowoltaiczna Strzelino, oddana do użytkowania w maju 2024 r. Na jej terenie wysiano ponad 1,3 ha łąk kwietnych i zasadzono ponad 2000 krzewów, które wzbogacają bazę pokarmową dla lokalnych ptaków i owadów oraz ssaków. Właściwie dobrane rodzime gatunki roślin, dostosowane do lokalnych warunków, są kluczem do sukcesu w odbudowie lokalnych ekosystemów łąk, które zakładano na każdej farmie fotowoltaicznej przed oddaniem jej do eksploatacji. Ponadto działania wykraczają poza teren wybudowanych projektów – lokalni przyrodniczy prowadzący nadzór proponują dodatkowe inicjatywy na rzecz przyrody i lokalnych gatunków zwierząt. W lasach wokół Farmy Fotowoltaicznej Strzelino we współpracy z Nadleśnictwem Ustka zamontowano cztery kosze dla uszatek i cztery budki dla pustułek. Na elewacjach budynków gospodarczych w gminie Redzikowo zainstalowano dwie skrzynki dla sów płomykówki. Tworząc odpowiednie warunki do gniazdowania dla tych ptaków drapieżnych, Grupa Polenergia wspiera naturalne mechanizmy kontroli liczebności gryzoni, co pozytywnie wpływa na złożony ekosystem leśno-polny.

Intensywnie rozwijające się projekty farm fotowoltaicznych stanowią nie tylko istotne źródło OZE wpisujące się w transformację energetyczną, ale mogą być także istotnym elementem odbudowy bioróżnorodności jako części Zielonego Ładu.

Zjawisko fotowoltaiczne

Fotowoltaika (PV) to technologia umożliwiająca przekształcanie światła słonecznego bezpośrednio w energię elektryczną. Proces przekształcania światła słonecznego w energię elektryczną w panelach fotowoltaicznych opiera się na zjawisku fotowoltaicznym. Moduły fotowoltaiczne składają się z pojedynczych ogniw z krzemu, który jest materiałem półprzewodnikowym. Gdy ogniwo zostaje oświetlone promieniami słonecznymi, fotony (cząstki światła) padają na warstwę półprzewodnika i przekazują swoją energię elektronom w materiale. Energia ta pozwala elektronom pokonać ich zwykłe położenie w atomie i przemieszczać się swobodnie wewnątrz ogniwa. Każdy elektron, który zostaje wybity z położenia przez foton, pozostawia po sobie puste miejsce. Ten brak elektronu działa jak ładunek dodatni. W ogniwie PV utworzony zostaje obszar o ładunku dodatnim i ujemnym, co tworzy różnicę potencjałów między warstwami krzemu (tzw. złącze p-n), niezbędną do wygenerowania prądu elektrycznego.

W złączu p-n powstaje pole elektryczne, które zmusza elektrony do przemieszczania się w jednym kierunku – od warstwy n do warstwy p. Przemierzające się elektrony przepływają przez ogniwo jako prąd stały (DC). Połączenie wielu ogniw w panelu pozwala na uzyskanie wyższej mocy prądu stałego. Po wytworzeniu prądu stałego w panelach fotowoltaicznych prąd przechodzi przez inwerter (zwany również falownikiem), który zamienia go na prąd zmienny (AC) o niskim napięciu (nN, zazwyczaj 0,8 kV). Jednak, aby prąd mógł być efektywnie przesyłany na większe odległości i włączony do krajowego systemu elektroenergetycznego, konieczne jest podniesienie jego napięcia do poziomu średniego (SN), dlatego prąd zmienny o niskim napięciu wychodzący z inwertera trafia najpierw do transformatora nN/SN, który podnosi napięcie do poziomu średniego, na przykład do 15–30 kV. W przypadku wielkoskalowych farm fotowoltaicznych, które przyłączone są bezpośrednio do krajowego systemu przesyłowego, często konieczne jest jeszcze wyższe napięcie, aby energia mogła być przesyłana na większe odległości z minimalnymi stratami. Transformacja do wysokiego napięcia (WN), takiego jak 110 kV i wyżej, odbywa się przez specjalne stacje transformatorowe, które umożliwiają przesył energii na dużą skalę do sieci przesyłowej, skąd jest ona dystrybuowana dalej w całym kraju.

Wielkoobszarowe farmy fotowoltaiczne różnią się wzajemnie pod względem technologii i parametrów, co wpływa na ich wydajność i zastosowanie. Zmiany technologiczne w zakresie wydajności i projektowania paneli odgrywają istotną rolę, umożliwiając coraz większą produkcję energii z mniejszych powierzchni. Moc wielkoobszarowych instalacji FF wyrażana jest w megawatach szczytowych (MWp),

które określają maksymalną moc generowaną przez panel przy standardowych warunkach testowych.

Farmy fotowoltaiczne mogą być instalowane w różnych lokalizacjach i mają różne zastosowania. Wśród głównych typów farm wyróżniamy:

- naziemne – zazwyczaj duże instalacje na terenach nieproduktywnych, takich jak nieużytki, tereny zdegradowane czy rolnicze pola uprawne słabej klasy gruntu (klasa IV lub gorsza);
- farmy na budynkach – instalacje na dachach i elewacjach budynków pozwalają na efektywne wykorzystanie powierzchni, eliminując konieczność zajmowania dodatkowych terenów;
- agrofotowoltaika – polega na integracji elektrowni PV z uprawami rolnymi, co pozwala na jednoczesne użytkowanie ziemi w celach energetycznych i rolniczych; panele są montowane w taki sposób, aby umożliwić uprawę roślin;
- mikroinstalacje – według ustawy o odnawialnych źródłach energii (ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, Dz.U. z 2024 r. poz. 1361), to „instalacja odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 50 kW, przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV albo o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 150 kW, w której łączna moc zainstalowana elektryczna jest nie większa niż 50 kW”. Instalacje te pozwalają na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną w miejscu jej wytworzenia (prosumenci indywidualni i biznesowi).

Dynamika wzrostu mocy farm fotowoltaicznych w Polsce

Produkcja energii elektrycznej z farm fotowoltaicznych wzrosła znacząco w ostatnich latach, co ilustruje dynamiczny rozwój OZE w krajowym systemie energetycznym. Do końca 2023 r. moc wszystkich instalacji farm fotowoltaicznych wyniosła około 11,3 GW, co stanowi znaczący wzrost rok do roku (koniec 2022 r. to 7,7 GW). Tak dynamiczny wzrost mocy zainstalowanej pozwolił na zwiększenie rocznej produkcji energii elektrycznej z fotowoltaiki o około 50% w stosunku do 2022 r. Dodatkowo przewiduje się, że moc FF w Polsce do końca 2024 r. przekroczy 28,8 GW, co podkreśla dynamiczne tempo rozwoju tego sektora, mimo że infrastruktura przyłączeniowa stanowi coraz większe wyzwanie.

Statystyki wykazują, że na przestrzeni ostatnich kilku lat nastąpiła również poprawa wydajności farm. Nowoczesne farmy fotowoltaiczne projektowane są z uwzględnieniem mniejszej powierzchni na jednostkę mocy. O ile jeszcze dekadę temu średni stosunek wynosił 2–3 ha na 1 MW, to obecnie, dzięki zastosowaniu bardziej wydajnych technologii, wartości te oscylują wokół 1–1,5 ha na 1 MW. Wydajność farm fotowoltaicznych zależy nie tylko od lokalizacji, lecz także od zastosowanej technologii.

W ostatnich latach kluczową rolę odegrały następujące innowacje:

- Większa sprawność energetyczna – wydajność paneli słonecznych znacząco się poprawiła dzięki postępowi technologicznemu, na początku XXI w. średnia sprawność paneli słonecznych oscylowała wokół 15%. W ostatnich latach większość monokrystalicznych paneli słonecznych osiąga obecnie sprawność na poziomie od 19% do 22%, co oznacza, że do 22% energii słonecznej jest przetwarzane na energię elektryczną. Nowoczesne panele cechują się wydajnością mocy na poziomie nawet do 440 Wat.
- Panele dwustronne (bifacial) – tradycyjne panele PV generują energię wyłącznie z jednej strony. W przypadku paneli dwustronnych wykorzystywana jest również tylna strona panelu, co umożliwia odbiór światła odbitego od powierzchni pod panelem. Dzięki swojej budowie instalacja z modułami dwustronnymi jest rozwiązaniem wydajniejszym, bez potrzeby zwiększania jej powierzchni. Średnia wydajność paneli dwustronnych jest od 6 do 9% wyższa w porównaniu do paneli jednostronnych.
- Systemy nadążne (trakery) – tradycyjnie panele są montowane w stałej pozycji, skierowanej na południe. Trakery umożliwiają automatyczne obracanie paneli w ciągu dnia, co pozwala na optymalne ustawienie względem słońca. Systemy te mogą być jednoosiowe (zmieniają kąt w poziomie) lub dwuosiowe (zmieniają kąt w poziomie i pionie). Zastosowanie trackerów zwiększa wydajność systemu od 10 do 25%, w zależności od lokalizacji i warunków nasłonecznienia.
- Układy wschód–zachód – alternatywą dla klasycznej orientacji na południe jest układ wschód–zachód, który pozwala na uzyskanie bardziej stabilnej produkcji energii w ciągu dnia. Choć konfiguracja ta może nie osiągać maksymalnych wartości mocy w południe, jest szczególnie cenna w regionach o dużym zapotrzebowaniu na energię w godzinach porannych i wieczornych.

Wyzwania i kierunki rozwoju wielkoskalowych farm fotowoltaicznych

Rozwój farm fotowoltaicznych na dużą skalę wiąże się z wyzwaniami technologicznymi i społeczno-środowiskowymi, a także administracyjnymi. Jedną z kluczowych kwestii jest **lokalizacja**. W celu minimalizacji wpływu na środowisko farmy powinny być budowane na terenach mało atrakcyjnych przyrodniczo i użytkowo, takich jak np. IV klasa gruntów rolnych lub gorsza, tereny zdegradowane czy przemysłowe.

Innym wyzwaniem jest często **przestarzała infrastruktura przyłączeniowa** szczególnie na terenach wiejskich, gdzie mogłyby być budowane farmy, problem stwarza istotne ograniczenie dla nowych inwestycji oraz rozwoju obecnych. Uzyskanie wymaganych **zgód administracyjnych** również stanowi istotne wyzwanie podczas realizacji farm fotowoltaicznych. Zgodnie z ustawą o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (z dnia 3 października 2008 r., Dz.U. z 2024 r. poz. 1112), realizacja przedsięwzięcia polegającego na budowie farmy

fotowoltaicznej o powierzchni zabudowy przekraczającej 2 ha wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Zgodnie z wymienioną ustawą do wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach należy dołączyć kartę informacyjną przedsięwzięcia (KIP), która zawiera szczegółowe informacje o rodzaju, cechach, skali oraz lokalizacji inwestycji, a także podstawowe dane dotyczące lokalnego środowiska. Na tym etapie rozpoczyna się też inwentaryzację w celu określenia wartości przyrodniczej terenu. Rozporządzenie dzieli przedsięwzięcia na mogące zawsze znacząco oddziaływać na środowisko lub potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko. Wielkopowierzchniowe farmy fotowoltaiczne zaliczają się do drugiej kategorii przedsięwzięć (potencjalnych), dla których przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko nie jest obligatoryjne.

Organy opiniujące KIP, takie jak Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska, Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie czy Państwowy Inspektor Sanitarny, mogą uznać za konieczne przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko i sporządzenie Raportu o Oddziaływaniu na Środowisko (Raport OOS), zgodnie z ustawą o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko. Jednym z aspektów analizowanych na etapie oceny oddziaływania farmy fotowoltaicznej na środowisko jest wpływ na lokalną bioróżnorodność w kontekście powierzchni zabudowy (pokrycia panelami) terenu. Rozważaniom poddaje się pośredni wpływ farm na ptaki drapieżne z uwagi na zajęcie potencjalnych terenów żerowiskowych. Wyniki dwuletnich badań przeprowadzonych przez Uniwersytet Zielonogórski (UZ) wskazują, że realizacja farm fotowoltaicznych nie tylko nie ogranicza możliwości żerowania, lecz również – przy zastosowaniu odpowiednich praktyk – sprzyja wzrostowi bioróżnorodności i zwiększa bogactwo gatunków zwierząt zamieszkujących teren inwestycji, w tym drobnych ssaków stanowiących bazę pokarmową dla ptaków drapieżnych.

Raport OOS umożliwia kompleksową ocenę wpływu inwestycji na środowisko oraz na społeczność lokalną, w tym na zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, zabytki i krajobraz. Raport obejmuje także ocenę ryzyka poważnych awarii, katastrof naturalnych i budowlanych oraz przedstawia możliwe metody zapobiegania i ograniczania negatywnego wpływu przedsięwzięcia na środowisko oraz zalecenia dotyczące monitoringu. Analizie poddaje się wpływ inwestycji na poszczególne elementy na etapie realizacji, eksploatacji oraz likwidacji przedsięwzięcia.

Nie można pominąć wpływu inwestycji na **lokalne społeczeństwo** – akceptacja społeczna dużych farm fotowoltaicznych jest kluczowa dla ich przyszłości. Grupa Polenergia od lat tworzy szereg inicjatyw, które realizowane są głównie dla i wspólnie ze społecznościami lokalnymi, gdzie znajdują się istniejące projekty Polenergii, jak i te będące w rozwoju. Realizowane są także m.in. partnerstwa na rzecz realizacji celów zrównoważonego rozwoju i wspólne zaangażowanie. Grupa Polenergia traktuje odpowiedzialność wobec środowiska naturalnego i społeczności lokalnych jako jeden z filarów realizacji długofalowej strategii rozwoju oraz jeden z najistotniejszych elementów strategii ESG, aby podkreślić zobowiązania w dziedzinie realizacji zaangażowania społecznego i wsparcia bioróżnorodności. Jako cele główne

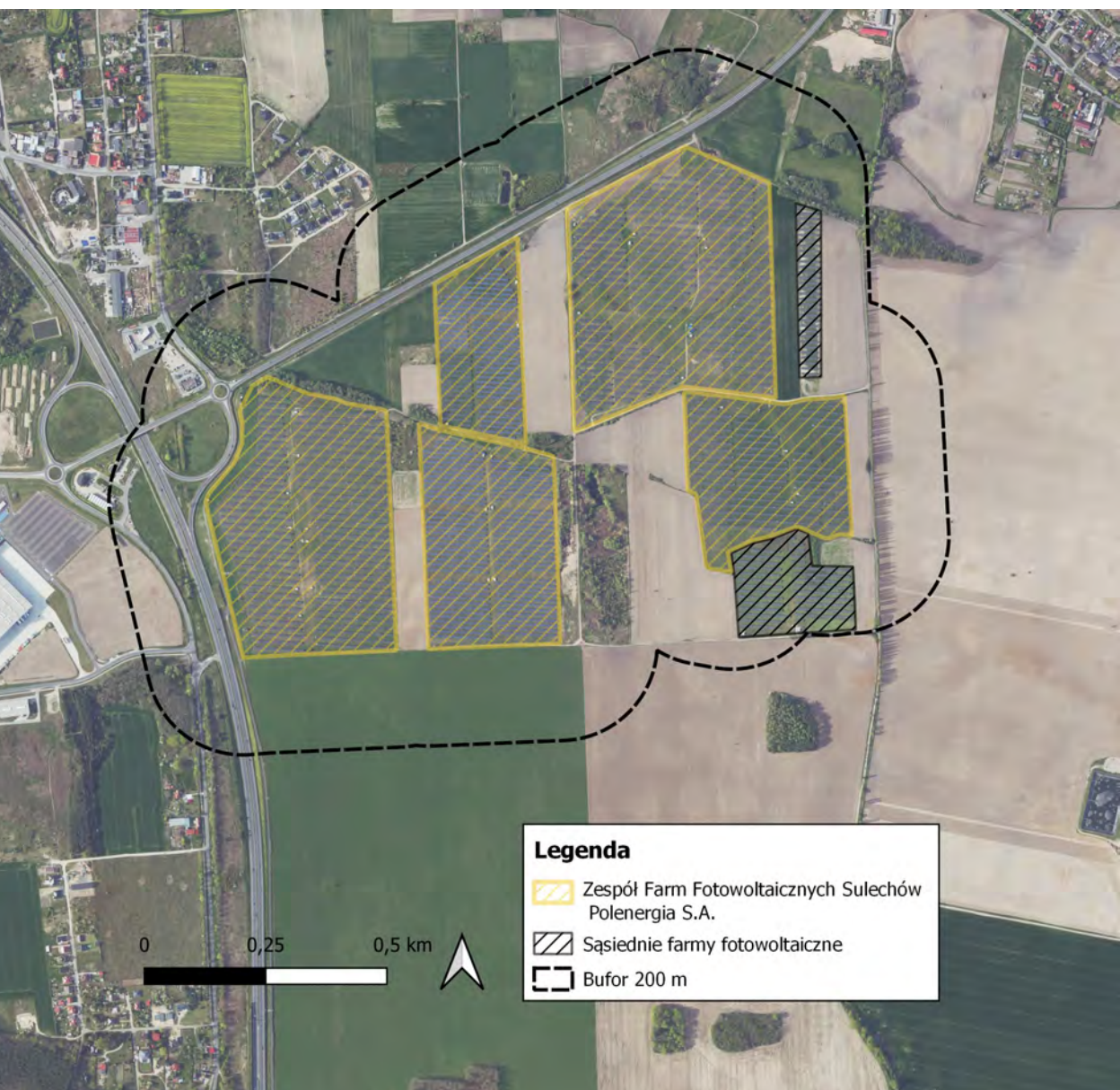
strategii ujęte zostały zarówno „rozwój systemu należytej staranności w obszarze różnorodności biologicznej”, jak i „tworzenie dobrostanu i współpraca z lokalnymi społecznościami”. Na cele związane z działaniami na rzecz wsparcia społecznego Grupa Polenergia przeznaczająca rocznie 1% skonsolidowanego zysku netto poprzedzającego roku finansowego. Opracowanie strategii komunikacyjnych oraz integrowanie farm z lokalną edukacją ekologiczną zdecydowanie poprawia ich odbiór.

Historia rozwoju farm fotowoltaicznych w Polsce to nie tylko opowieść o postępie technologicznym, ale także dowód na to, jak zrównoważony rozwój może stać się fundamentem nowoczesnej energetyki. W miarę jak Polska wkracza w erę odnawialnych źródeł energii, kluczowe staje się uwzględnienie wydajności technologii oraz jej wpływu na środowisko. Wspieranie bioróżnorodności na terenach farm fotowoltaicznych przyczynia się do ochrony lokalnych ekosystemów, ale również stanowi istotny element transformacji energetycznej. Innowacyjne rozwiązania przedstawione w niniejszej publikacji naukowej na przykładzie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów pokazują, że można skutecznie łączyć produkcję energii z troską o przyrodę. Dzięki tym działaniom farmy fotowoltaiczne mogą pełnić rolę producentów zielonej energii oraz miejsc sprzyjających rozwojowi lokalnej fauny i flory. W obliczu wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi i rosnącym zapotrzebowaniem na energię odpowiedzialne podejście do rozwoju farm fotowoltaicznych stanie się kluczem do zrównoważonej przyszłości. W kolejnych rozdziałach przedstawiono, w jaki sposób konkretne inicjatywy bioróżnorodnościowe realizowane na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów przyczyniają się do osiągnięcia tych ambitnych celów.

2. Teren badań

Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów znajduje się po południowej stronie Sulechowa i graniczy od strony zachodniej z trasą S3, od strony północnej z drogą krajową nr 32, a od południa i wschodu z terenami rolniczymi, obecnie obsianymi głównie lucerną. Fizjograficznie teren badań znajduje się w prowincji Niż Środkowo-europejski, podprowincji Pojezierza Południowobałtyckie, w makroregionie Pojezierza Lubuskie, mezoregionie Pojezierze Łagowskie (Solon i in. 2018).

Badania przeprowadzono w Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów (ryc. 1) Grupy Polenergia, który powstawał etapami od 2019 r. W pierwszym etapie powstała Farma Fotowoltaiczna Sulechów I o mocy 8 MW, w drugim etapie – FF Sulechów II i Sulechów III składające się z 22 instalacji PV o łącznej mocy prawie 30 MW. Łączna powierzchnia farmy to około 65,4 ha, na których znajduje się blisko 70 tys. paneli fotowoltaicznych. Szacowana produkcja odpowiada rocznemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną 16 tys. gospodarstw domowych rocznie. Farma fotowoltaiczna zbudowana jest ze stelaży wsporczych, na których zamontowano moduły fotowoltaiczne o maksymalnej wysokości do 3 m n.p.t. i nachyleniu w kierunku południowym. Dodatkowo na farmie zainstalowane są inwertery oraz kontenerowe stacje transformatorowe. Całość inwestycji – podzielona na sektory – ogrodzona jest siatką stalową o wysokości maksymalnej do około 2 m zwieńczoną opaską z drutu kolczastego. W ogrodzeniu nie zastosowano podmurówki betonowej. Na farmie zamontowany jest system ochronny złożony z urządzeń CCTV oraz aparatury zabezpieczającej i monitorującej teren. Dodatkowo po stronie wschodniej podstawowego terenu badań znajdują się dwie mniejsze, sąsiednie farmy fotowoltaiczne o łącznej powierzchni około 5 ha. Z uwagi na sąsiedztwo i charakter tych obszarów (zbliżone parametry paneli) obserwacje ptaków na tym obiekcie również ujęto w badaniach.



Ryc. 1. Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów – teren badań przyrodniczych
Źródło podkładu: Główny Urząd Geodezji i Kartografii

3. Roślinność na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Projekty fotowoltaiczne w Polsce są często lokalizowane na terenach rolniczych (uprawowych klasy IV, V i VI, ubogich pastwiskach, odłogach) i przemysłowych (na istniejących hałdach, na wyrobiskach powstałych po kopalniach odkrywkowych) i mają bardzo istotny wpływ na florę i faunę terenów sąsiednich. Rozwój roślin jest w dużym stopniu zależny od wilgoci, temperatury gleby i ekspozycji na światło słoneczne, które na obszarze farmy fotowoltaicznej są zmienne w czasie i przestrzeni.

Występowanie roślin na terenach farm fotowoltaicznych i zagadnienia ich sukcesji, rozwoju, tworzenia zespołów fitytosocjologicznych i ekologii oraz ogólnej bioróżnorodności są szeroko dostępne w literaturze przedmiotu (m.in. Amman 2004, Parker, McQueen 2013, Sinha i in. 2018, Vervloesem i in. 2022, Lafitte i in. 2023, Bena 2024). Autorzy wskazują na zwiększoną bioróżnorodność botaniczną, która wynika z odmienności mikroklimatów na obszarze farm fotowoltaicznych, z zacienionymi i niezacienionymi fragmentami lub bardziej wilgotnymi i suchymi środowiskami (Sinha i in. 2018). Różnorodność botaniczna prowadzi do większej liczby gatunków bezkręgowców oraz ich ogólnej liczebności, a co za tym idzie – większej różnorodności gatunków kręgowców, które mogą wykorzystywać tereny farm.

Odpowiedni sposób zarządzania zielenią na terenie farmy przyczynia się do zmniejszenia oddziaływania środowiskowego na różnych polach działania. Przede wszystkim istnienie pokrywy roślinnej zmniejsza erozję gleby i zanieczyszczenie powietrza poprzez redukcję pylenia w pobliżu farmy po etapie budowy. Istnienie szaty roślinnej, szpalerów drzew i krzewów, osłonięcie ogrodzeń roślinnością przyczynia się do zmniejszenia oddziaływania wizualnego w ujęciu krajobrazowym oraz zmniejszenia propagacji hałasu na tereny sąsiednie. Szata roślinna zapobiega szybkiemu wysychaniu gleby, a z drugiej strony pozwala łatwiej nawodnić glebę podczas np. ulewnych deszczów. Wiele gatunków roślin ma zdolność do akumulacji i fitoremediacji zanieczyszczeń środowiska (Choi, Lee 2005). Wreszcie istnienie różnorodnych roślin prowadzi do zwiększenia bioróżnorodności innych grup organizmów, od bakterii i mikroorganizmów glebowych, poprzez poszczególne grupy bezkręgowców i kręgowców edaficznych i lądowych, które swoją niszę znajdują w środowiskach typu odłogów, terenów ruderalnych i okrajkowych, pól uprawnych i zbiorowisk pionierskich, a także pasów zadrzewień i zakrzewień.

Szata roślinna Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów to głównie roślinność niska o charakterze ziołorośli z bardzo małą ilością zarośli krzewiastych, spotykanych jedynie pod słupami elektroenergetycznymi (istniejąca infrastruktura niepowiązana z Zespołem Farm Fotowoltaicznych Sulechów). Nie występują tutaj zadrzewienia. Pod względem fitosocjologicznym trudno wskazać jednoznaczny podział ze względu na istnienie dosiewanych łąk kwiatnych pomiędzy rzędami paneli fotowoltaicznych i przy ogrodzeniu. Fragmentami można wyróżnić zbiorowiska bylin o charakterze ziołorośli tworzone przez mozaikę roślin z różnych grup fitosocjologicznych, głównie: chwastów segetalnych z klasy *Stellarietea mediae*, zbiorowisk ruderalnych z klasy *Artemisietea vulgaris*, a nawet łąk świeżych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Niewielkie fragmenty pod słupami elektroenergetycznymi (niepowiązane z projektem, należącymi do lokalnego operatora) mają charakter zarośli krzewiastych i niewielkich zadrzewień z klasy *Rhamno-Prunetea*. Występujące taksony obejmują głównie gatunki bylin oraz roślin jedno- i dwuletnich. Lista roślin stwierdzonych w Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów obejmuje 104 pozycje (nazwy naukowe podano za Mirek i in. 2020) (tab. 1). Nie stwierdzono tutaj gatunków roślin rzadkich z Czerwonej Księgi Roślin i Grzybów Polski. Większość gatunków występujących na badanym terenie to rośliny ruderalne oraz pastewne spotykane też na pastwiskach, ugorach, nieużytkach, poboczach dróg, terenach ruderalnych i antropogenicznych. Jeden stwierdzony gatunek należy do roślin prawnie chronionych w Polsce objęty ochroną częściową, są to kocanki piaskowe *Helichrysum arenarium*. Ponadto obszar farmy po wybudowaniu fragmentarycznie został obsiany mieszanką nasion roślin nektarodajnych jedno-, dwu- i wieloletnich, w składzie której dominował len zwyczajny *Linum usitatissimum*, komonica zwyczajna *Lotus corniculatus*, koniczyna łąkowa *Trifolium pratense*, koniczyna biała *Trifolium repens*, lucerna, koniczyna krwistoczerwona *Trifolium incarnatum*, chaber bławatek *Centaurea cyanus*, mak lekarski *Papaver somniferum*, koper ogrodowy *Anethum graveolens*, ogórecznik lekarski *Borago officinalis* oraz pozostałe gatunki (10 taksonów) ze znacznie mniejszym udziałem. W ciągu kilku lat od powstania farmy niektóre rośliny znikły z terenu farmy. Należą do nich len zwyczajny, mak lekarski, koper ogrodowy, szalwia lekarska *Salvia officinalis*. W zależności od rejonu farmy obecnie najlepiej rozwijają się gatunki: lucerna siewna *Medicago sativa*, żmijowiec zwyczajny *Echium vulgare*, komonica zwyczajna, koniczyna łąkowa, koniczyna biała, koniczyna krwistoczerwona, chaber bławatek, trawy oraz nawłóć *Solidago*. Wśród nawłoci wyróżniono nawłóć kanadyjską *S. canadensis*, nawłóć późną *S. gigantea* oraz ich mieszańce. Z tego względu w dalszej części opracowania pozostawiono grupę *Solidago* sp.

Tabela 1. Lista gatunków roślin stwierdzonych na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. *Gatunek objęty ochroną częściową w Polsce

Lp.	Nazwa naukowa	Nazwa polska
1	<i>Achillea millefolium</i> L.	krwawnik pospolity
2	<i>Agropyron repens</i> (L.) P.Beauv.	perz właściwy
3	<i>Agrostis capillaris</i> L.	mietlica pospolita
4	<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	farbownik polny
5	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.Beauv.	miotła zbożowa
6	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	łopian mniejszy
7	<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd.	zawciąg pospolity
8	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	bylica pospolita
9	<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	pyleniec pospolity
10	<i>Borago officinalis</i> L.	ogórecznik lekarski
11	<i>Brassica napus</i> L.	kapusta rzepek
12	<i>Bromus sterilis</i> L.	stokłosa płonna
13	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	trzcinnik piaskowy
14	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	tasznik pospolity
15	<i>Carduus acanthoides</i> L.	oset nastroszony
16	<i>Centaurea cyanus</i> L.	chaber bławatek
17	<i>Cerastium arvense</i> L. s. s.	rogownica polna
18	<i>Chelidonium majus</i> L.	glistnik jaskótcze ziele
19	<i>Chenopodium album</i> agg. L.	komosa biała
20	<i>Cichorium intybus</i> L.	cykoria podróżnik
21	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	ostrożeń polny
22	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	ostrożeń lancetowaty
23	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	powój polny
24	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv.	szczotlicha siwa
25	<i>Crepis tectorum</i> L.	pępawa dachowa
26	<i>Dactylis glomerata</i> L.	kupkówka pospolita
27	<i>Daucus carota</i> L.	marchew zwyczajna
28	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	chwastnica jednostronna
29	<i>Echium vulgare</i> L.	żmijowiec zwyczajny
30	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	przymiotno białe
31	<i>Erigeron canadensis</i> (L.) Cronquist	przymiotno kanadyjskie
32	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	iglica pospolita
33	<i>Euonymus europaeus</i> L.	trzmielina zwyczajna
34	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	wilczomlec sosnka
35	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	rdestówka powojowata

Lp.	Nazwa naukowa	Nazwa polska
36	<i>Filago arvensis</i> L.	nicennica polna
37	<i>Fumaria officinalis</i> L.	dymnica pospolita
38	<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	bodziszek drobny
39	<i>Glechoma hederacea</i> L.	bluszczuk kurdybanek
40	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	kocanki piaskowe *
41	<i>Helianthus annuus</i> L.	słonecznik zwyczajny
42	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	barszcz zwyczajny
43	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	jastrzębiec baldaszkowaty
44	<i>Holcus lanatus</i> L.	kłósówka wełnista
45	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	prosieńicznik szorstki
46	<i>Jacobaea vulgaris</i> L.	starzec jakubek
47	<i>Jasione montana</i> L.	jasieniec piaskowy
48	<i>Lactuca serriola</i> L.	sałata kompasowa
49	<i>Lamium purpureum</i> L.	jasnota purpurowa
50	<i>Lapsana communis</i> L. s. s.	łoczyga pospolita
51	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam. s. s.	jastrun właściwy
52	<i>Linum usitatissimum</i> L.	len zwyczajny
53	<i>Lolium perenne</i> L.	życica trwała
54	<i>Lotus corniculatus</i> L.	komonica zwyczajna
55	<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostál	maruna bezwonna
56	<i>Medicago lupulina</i> L.	lucerna nerkowata
57	<i>Medicago sativa</i> L.	lucerna siewna
58	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	bniec biały
59	<i>Melilotus albus</i> Medik.	nostrzyk biały
60	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	niezapominajka polna
61	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	sparceta siewna
62	<i>Origanum majorana</i> L.	lebiodka majeranek
63	<i>Papaver argemone</i> L.	mak piaskowy
64	<i>Papaver rhoeas</i> L.	mak polny
65	<i>Papaver somniferum</i> L.	mak lekarski
66	<i>Pastinaca sativa</i> L.	pasternak zwyczajny
67	<i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W. Ball & Heywood	goździcznik wycięty
68	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	facelia błękitna
69	<i>Plantago lanceolata</i> L.	babka lancetowata
70	<i>Poa pratensis</i> L.	wiechlina łąkowa
71	<i>Polygonum aviculare</i> L.	rdest ptasi
72	<i>Potentilla argentea</i> L. s.s.	pięciornik srebrny

Lp.	Nazwa naukowa	Nazwa polska
73	<i>Ranunculus repens</i> L.	jaskier rozłogowy
74	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	rzodkiew świrzepa
75	<i>Rumex acetosella</i> L.	szczaw polny
76	<i>Rumex acetosa</i> L.	szczaw zwyczajny
77	<i>Sambucus nigra</i> L.	dziki bez czarny
78	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	krwiściąg mniejszy
79	<i>Senecio jacobaea</i> L.	starzec jakubek
80	<i>Senecio vernalis</i> Waldst. & Kit.	starzec wiosenny
81	<i>Senecio vulgaris</i> L.	starzec zwyczajny
82	<i>Setaria glauca</i> (Poir.) Roem. & Schult.	włośnica sina
83	<i>Silene latifolia</i> L.	lepńnica biała
84	<i>Solidago</i> sp.	nawłóć
85	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	wrotycz zwyczajny
86	<i>Taraxacum officinale</i> coll.	mniszek lekarski
87	<i>Thlaspi arvense</i> L.	tobołki polne
88	<i>Tragopogon pratensis</i> L. s. s.	kozibród łąkowy
89	<i>Trifolium arvense</i> L.	koniczyna polna
90	<i>Trifolium aureum</i> Pollich	koniczyna zlocistożółta
91	<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	koniczyna drobnogłówkowa
92	<i>Trifolium hybridum</i> L.	koniczyna białoróżowa
93	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	koniczyna krwistoczerwona
94	<i>Trifolium pratense</i> L.	koniczyna łąkowa
95	<i>Trifolium repens</i> L.	koniczyna biała
96	<i>Urtica dioica</i> L.	pokrzywa zwyczajna
97	<i>Verbascum nigrum</i> L.	dziewanna pospolita
98	<i>Verbascum thapsus</i> L.	dziewanna drobnokwiatowa
99	<i>Veronica verna</i> L.	przetacznik wiosenny
100	<i>Vicia cracca</i> L.	wyka ptasia
101	<i>Vicia sativa</i> L.	wyka siewna
102	<i>Vicia villosa</i> L.	wyka kosmata
103	<i>Vicia grandiflora</i> Scop.	wyka wielkokwiatowa
104	<i>Viola arvensis</i> Murray	fiołek polny

4. Wybrane grupy owadów

Wprowadzenie

Współczesny świat cechuje się rozwiniętą myślą technologiczną i dużym tempem zmian, co wpływa znacząco na otaczającą nas przyrodę. Nowe inwestycje często prowadzą do obniżenia wartości środowiska przyrodniczego, a czasem nawet do całkowitej jego degradacji. W celu utrzymania homeostazy wszystkie elementy muszą znajdować się w równowadze, ponieważ są od siebie zależne i tylko wtedy mogą działać prawidłowo. Wprowadzanie inwestycji zarządzanych w sposób zrównoważony na obszarach, gdzie taka równowaga została zaburzona, może powodować częściową kompensację zdegradowanego środowiska, a tym samym wzrost jego różnorodności biologicznej. Jednakże tylko wtedy, kiedy inwestycje przeprowadzane są w sposób przemyślany i z dbałością o środowisko. Kompensują one wówczas negatywne działania, a czasem nawet podnoszą wartość przyrodniczą danego terenu. Przykładem takich działań może być budowa i zrównoważone zarządzanie farm fotowoltaicznych.

W erze rosnącego zapotrzebowania na odnawialne źródła energii farmy fotowoltaiczne stały się nieodłącznym elementem krajobrazu nowoczesnego rolnictwa i poza samą produkcją energii, zaobserwowano ich znaczący wpływ na środowisko naturalne. Sposób ich zaprojektowania oraz zarządzania determinuje, czy obszar, na którym się znajdują, stanie się jałowym terenem, czy nieoczekiwaną wyspą bioróżnorodności. Ma to ogromne znaczenie głównie dla owadów, których tempo wymierania w ostatnich dekadach jest bardzo szybkie (Forister i in. 2019, Wagner 2020, Dicks i in. 2021). Owady często są niezauważane i niedoceniane, a odgrywają kluczową rolę w wielu aspektach środowiska naturalnego. Odpowiadają m.in. za rozkład materii organicznej, stanowią ważny element sieci pokarmowych, a przede wszystkim świadczą darmową usługę zapylenia roślin dzikich i uprawowych (Quintero i in. 2010, Stein i in. 2017). Badania na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów pokazały, że właśnie obszar farm fotowoltaicznych wykorzystywany jest przez liczne gatunki owadów zapylających, co ma duże znaczenia dla upraw znajdujących się w ich sąsiedztwie. Owady znajdują na nich źródła pożywienia, schronienia, a niektóre gatunki także miejsce rozwoju. Podobne wnioski prezentują inni autorzy badań prowadzonych w Europie (Blaydes i in. 2021, 2022). Wspieranie owadów na

terenach elektrowni słonecznych ma szczególne znaczenie na gruntach rolniczych charakteryzujących się znikomą różnorodnością biologiczną m.in. z powodu monokulturyzacji upraw rolnych, likwidacji zadrzewień, zakrzewień i miedz oraz używania chemicznych środków ochrony roślin. Tereny takie nie zapewniają odpowiednich warunków do bytowania dla większości przedstawicieli flory i fauny, gdyż brak jest wystarczającej bazy pokarmowej, a miejsca rozwoju są bardzo limitowane (Dirzo i in. 2014, Powers, Jetz 2019). Zrównoważone zarządzanie farmami fotowoltaicznymi w takiej przestrzeni czyni je ważnymi „hotspotami” bioróżnorodności, znacząco poprawiającymi warunki siedliskowe dla wielu przedstawicieli flory i fauny.

Jednakże nieodpowiednia lokalizacja farm fotowoltaicznych i niewłaściwe zarządzanie nimi może stwarzać zagrożenia dla owadów. Dlatego zaleca się realizację farm na terenach nieproduktywnych, zdegradowanych oraz o małej wartości rolnej, a ponadto unikanie budowy farm na siedliskach naturalnych bądź półnaturalnych charakteryzujących się dużą różnorodnością biologiczną. Nieodpowiednie zarządzanie terenem, m.in. stosowanie chemicznych środków chwastobójczych oraz ochrony roślin, doprowadzenie do zubożenia warstwy roślinnej i erozji gleby, powoduje poważne zagrożenie dla owadów oraz wszystkich bezkręgowców, które stanowią podstawę funkcjonowania świata.

W niniejszym rozdziale przedstawiamy świat synergii między technologią a przyrodą, gdzie nowoczesne instalacje fotowoltaiczne odpowiednio zarządzane, tworzą nowe środowisko wspierające życie owadów. Ponadto przedstawiamy, jak przy niewielkim nakładzie pracy teren farm fotowoltaicznych można wykorzystać do zachowania różnorodności gatunkowej. Dodatkowo prezentujemy praktyczne sposoby ich zakładania i zarządzania, oparte na badaniach naukowych prowadzonych na już istniejących farmach na całym świecie. Żywimy nadzieję, że nasza praca przyczyni się do większej świadomości wszystkich osób związanych z szeroko rozumianą energetyką słoneczną i zmieni oblicze wielkoobszarowych farm fotowoltaicznych, tworząc z nich małe oazy bioróżnorodności.

Badania miały na celu wstępne rozpoznanie wybranych grup owadów zasiedlających obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Dodatkowo przeprowadzono porównanie potencjału siedlisk obsadzonych roślinami nektarodajnymi (w ramach zarządzania farmą) z tymi, które uległy wyłącznie spontanicznej sukcesji roślinności.

Metody

Inwentaryzację wybranych grup owadów Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów prowadzono w miesiącach kwiecień–sierpień w latach 2023–2024. Łącznie w tym okresie wykonano 20 kontroli terenowych, po dwie w każdym miesiącu. Obserwacji dokonywano w dobrych warunkach pogodowych, w dni słoneczne i ciepłe. Zasadnicze badania dotyczyły dwóch grup owadów zapylających: pszczoł (Anthophila, Apiformes) oraz motyli dziennych Rhopalocera. Dodatkowo poczyniono wstępne obserwacje owadów należących do innych grup systematycznych, takich jak m.in.



Ryc. 2. Transekty liniowe, punkty obserwacyjne ptaków oraz miejsce umieszczenia detektora ultradźwiękowego na obszarze badań
 Źródło podkładu: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.

prostoskrzydłe Orthoptera, modliszki Mantodea oraz pozostałe owady błonkoskrzydłe Hymenoptera. W przypadku dodatkowych grup owadów skupiano się głównie na gatunkach rzadkich, chronionych czy interesujących faunistycznie. Główną metodą oceny różnorodności gatunkowej i liczebności owadów były liczenia na 5 wytypowanych transektach liniowych (ryc. 2). Każdy transekt liczył 200 m długości oraz 2 m szerokości (po 1 m z każdej strony). Czas przemarszu wzdłuż jednego transektu



Fot. 2. Teren farm fotowoltaicznych obsadzonych roślinami nektarodajnymi (fot. A. Dubicka-Czechowska)

wynosił do 60 minut. Obserwacje prowadzono w godzinach 9:00–17:00. Badania na poszczególnych transektach odbywały się w kolejności losowej. Wykonano dwie kontrole w każdym miesiącu (od kwietnia do sierpnia w latach 2023–2024). Owady oznaczane były przyżyciowo lub na podstawie prac kameralnych z dokumentacją fotograficzną. Gatunki trudne do identyfikacji chwytało za pomocą siatki entomologicznej, fotografowano i natychmiast wypuszczano do środowiska. Chwywanie owadów prowadzono za zgodą Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska (Decyzja WPN-1.6401.138.2023.AK z dnia 20.03.2023).

W celu porównania potencjału siedlisk obsadzonych roślinami nektarodajnymi z tymi, które uległy wyłącznie spontanicznej sukcesji roślinności przeprowadzono liczenia na wytypowanych transektach liniowych. Obserwacje wykonano łącznie na 6 transektach (5 opisanych wyżej i 1 dodatkowym), po 3 na dwóch typach siedlisk (obsadzone – fot. 2 i nieobsadzone – fot. 3). Na transektach, poza notowaniem występujących owadów, zapisywano także wszystkie kwitnące rośliny. Wykazane rośliny oznaczane były in situ bądź w trakcie prac kameralnych.



Fot. 3. Teren farm fotowoltaicznych, który uległ spontanicznej sukcesji roślin (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Wyniki

Pszczoły (*Anthophila*, *Apiformes*)

W Polsce wykazano 488 gatunków pszczół dzikich (Banaszak 2004, Banaszak i in. 2013, Wendzonka 2014, Motyka, Bystrowski 2016, Pawlikowski i in. 2016, Twerd 2020, Wendzonka i in. 2020, 2022a, b, Borański i in. 2021, Kierat 2024), które przypisano do sześciu rodzin: lepiarkowate Colletidae, miesierkowate Megachilidae, pszczolinkowate Andrenidae, pszczołowate Apidae, smuklikowate Halictidae oraz spójnicowate Melittidae. W strefie klimatu umiarkowanego pełnią one rolę najefektywniejszych zapylaczy roślin dzikich oraz upraw.

Na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów wykazano 42 gatunki pszczół dzikich (tab. 2), przedstawicieli wszystkich rodzin systematycznych oraz hodowlaną pszczołę miodną *Apis mellifera*.

Tabela 2. Wykaz gatunków pszczół stwierdzonych bezpośrednio w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz ich status ochrony w Polsce: OCZ – ochrona częściowa; CzLEU – europejska czerwona lista pszczół; NT – gatunki bliskie zagrożenia, DD – brak danych o gatunku, LC – gatunki najmniejszej troski; CzK – polska czerwona księga zwierząt, bezkręgowce: EX – gatunki wymarłe; CzL – czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce; EX – gatunki wymarłe, VU – gatunki narażone

Lp.	Nazwa gatunkowa	Status ochrony
Colletidae lepiarkowate		
1	<i>Colletes cunicularius</i> lepiarka wiosenna	CzLEU-LC
2	<i>Colletes similis</i> lepiarka wąskopasa	CzLEU-LC
Andrenidae pszczolinkowate		
3	<i>Andrena bicolor</i> pszczolinka czarnogłowa	CzLEU-LC
4	<i>Andrena flavipes</i> pszczolinka pospolita	CzLEU-LC
5	<i>Andrena gravida</i> pszczolinka biało brzucha	CzLEU-LC
6	<i>Andrena haemorrhoa</i> pszczolinka wiosenna	CzLEU-LC
7	<i>Andrena cineraria</i> pszczolinka błękitnawa	CzLEU-LC
8	<i>Andrena clarkella</i> pszczolinka podbiałówka	CzLEU-LC
9	<i>Andrena pilipes</i> pszczolinka brunetka	CzLEU-LC
10	<i>Andrena wikella</i> pszczolinka lucernowo-konieczynowa	CzLEU-LC
Halictidae smuklikowate		
11	<i>Lasioglossum xanthopus</i> pseudosmuklik farbownikowiec	CzLEU-NT
12	<i>Lasioglossum</i> spp. pseudosmukliki	
13	<i>Sphecodes albilabris</i> nęczyn lepiarkowiec	CzLEU-LC
Melittidae spójnicowate		
14	<i>Melitta leporina</i> spólnica lucernowa	CzLEU-LC
15	<i>Dasypoda hirtipes</i> obrostka letnia	CzLEU-LC
Megachilidae miesierkowate		
16	<i>Osmia aurulenta</i> murarka muszlówka	CzLEU-LC
17	<i>Osmia brevicornis</i> murarka rzepakowa	CzLEU-LC
18	<i>Osmia bicornis</i> murarka ogrodowa	CzLEU-LC
19	<i>Osmia caerulescens</i> murarka lucernowa	CzLEU-LC
20	<i>Megachile ericetorum</i> miesierka dwuzębna	CzLEU-LC
21	<i>Megachile centuncularis</i> miesierka różówka	CzLEU-LC
22	<i>Megachile maritima</i> miesierka wielka	CzLEU-DD
23	<i>Megachile willughbiella</i> miesierka ziemna	CzLEU-LC
24	<i>Heriades truncorum</i> wałczatka dwuguzka	CzLEU-LC
25	<i>Hoplitis adunca</i> pseudomurarka żmijowcowa	CzLEU-LC
26	<i>Coelioxys</i> sp. ścieska	CzLEU-LC
Apidae pszczołowate		
27	<i>Anthophora plumipes</i> porobnica wiosenna	CzLEU-LC; OCZ

Lp.	Nazwa gatunkowa	Status ochrony
28	<i>Bombus humilis</i> trzmiel zmienny	CzLEU-LC; CzL-VU; OCZ
29	<i>Bombus hortorum</i> trzmiel ogrodowy	CzLEU-LC; OCZ
30	<i>Bombus hypnorum</i> trzmiel parkowy	CzLEU-LC; OCZ
31	<i>Bombus lapidarius</i> trzmiel kamiennik	CzLEU-LC; OCZ
32	<i>Bombus lucorum</i> trzmiel gajowy	CzLEU-LC; OCZ
33	<i>Bombus pascuorum</i> trzmiel rudy	CzLEU-LC; OCZ
34	<i>Bombus pratorum</i> trzmiel leśny	CzLEU-LC; OCZ
35	<i>Bombus ruderarius</i> trzmiel rudonogi	CzLEU-LC; OCZ
36	<i>Bombus rupestris</i> trzmieliec czarny	CzLEU-LC
37	<i>Bombus ruderatus</i> trzmiel ciemnopasy	CzLEU-LC; CzL-VU; OCZ
38	<i>Bombus sylvarum</i> trzmiel rudoszary	CzLEU-LC; OCZ
39	<i>Bombus terrestris</i> trzmiel ziemny	CzLEU-LC; OCZ
40	<i>Xylocopa violacea</i> zadrzechnia fioletowa	CzLEU-LC; CzK-EX; CzL-EX; OCZ
41	<i>Nomada fucata</i> koczownica lucernówka	CzLEU-LC
42	<i>Nomada</i> sp. koczownica	

Pszczoły, niezależnie od gatunku, potrzebują do życia takich samych warunków: odpowiedniej bazy pokarmowej, miejsca na założenie gniazda oraz niekiedy specyficznego budulca do jego budowy. Badania pokazały, że na omawianym terenie zapewniony jest dostęp do dużej różnorodności kwitnących kwiatów, będących źródłem pyłku i nektaru przez cały sezon wegetacyjny, co umożliwi funkcjonowanie różnym gatunkom pszczół mimo zróżnicowanych preferencji żywieniowych (fot. 4).

Większość spotykanych na badanym terenie pszczół, to gatunki polilektyczne, czyli pobierające pokarm (pyłek i nektar) z różnych rodzajów i gatunków roślin. Ponadto wykazano także gatunki o pewnych specjalizacjach pokarmowych lub całkowicie zależnych od konkretnych kwiatów. Do gatunków takich należą: obrostka letnia *Dasygaster hirtipes* oraz lepiarka wąskopasa *Colletes similis* – związane głównie z astrowatymi Asteraceae, pseudomurarka żmijowcowa *Hoplitis adunca*, która wierna jest żmijowcowi zwyczajnemu *Echium vulgare*, spójnica lucernowa *Melitta leporina* związana z bobowatymi Fabaceae z preferencją do lucerny *Medicago* sp. Ponadto pszczolinka lucernowo-konieczynowa *Andrena wilkella* z bobowatymi, pszczolinka podbiałówka *Andrena clarkella* z wierzbowatymi Salicaceae, murarka rzepakowa *Osmia brevicornis* z kapustowatymi Brassicaceae oraz miesierka dwuzębna *Megachile ericetorum* z bobowatymi. Na terenie farm zaobserwowano duży udział roślin z rodzin jasnotowatych Lamiaceae, bobowatych, ogórecznikowatych Boraginaceae. Do wymienionych powyżej rodzajów roślin duże przywiązanie wykazują m.in. porobnica wiosenna *Anthophora plumipes* oraz liczne gatunki trzmieli *Bombus*. Prawdopodobnie z tego względu stwierdzono dużą liczbę ich gatunków (12), co stanowi prawie 1/3 wszystkich gatunków odnotowanych w kraju (Pawlikowski, Pawlikowski 2012). Należały do nich gatunki pospolite, takie jak: trzmiel ogrodowy



Fot. 4. Duża różnorodność gatunków roślin nektarodajnych znacząco wspiera owady zapylające (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Bombus hortorum, t. parkowy *B. hypnorum*, t. kamiennik *B. lapidarius*, t. rudy *B. pascuorum*, t. ziemny *B. terrestris*, t. leśny *B. pratorum*, t. rudonogi *B. ruderarius* i t. rudoszary *B. sylvarum*. Trzmiela gajowego, który także jest gatunkiem pospolitym, obserwowano znacznie rzadziej. Samice tego gatunku wykazują podobieństwo do samic trzmiela ziemnego, t. zamaskowanego *Bombus cryptorum* i t. wielkiego *Bombus magnus* – i gatunek ten wykrywany był na podstawie obserwacji samców.

Do rzadkich gatunków trzmieli wykazanych w czasie badań należą t. zmienny *B. humilis* (fot. 5) i t. ciemnopasy *B. ruderatus*. Pierwszy z nich obserwowany był licznie. Widziano samice, samce oraz młode matki, więc można przypuszczać, że gatunek ten rozwijał się na terenie farm lub w jej najbliższej okolicy. Gniazda jednak nie znaleziono. Trzmiel zmienny w województwie lubuskim wykazywany jest głównie z łąk, a pojedyncze obserwacje dotyczą także środowisk antropogenicznych, takich jak parki, ogrody czy przytorza. Trzmiel ciemnopasy zaś stwierdzony był trzykrotnie i były to obserwacje wyłącznie samców. W województwie lubuskim jest on związany przede wszystkim z rozległymi łąkami w dolinie Warty i Noteci. Spotykany jest także rzadko w dolinach mniejszych rzek, środowiskach przejściowych oraz sporadycznie na uprawach w krajobrazie rolniczym (Dubicka, Czechowski 2020).



Fot. 5. Rzadki gatunek – trzmiel zmienny *Bombus humilis* często był obserwowany na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Pszczoły oprócz pożywienia potrzebują także odpowiedniego miejsca na założenie gniazda. Większość gatunków gnieździ się w ziemi, wykopując norki, wykorzystując istniejące nory lub różnego rodzaju inne naturalne otwory. W trakcie badań potwierdzono gniazdowanie kilku gatunków pszczół. Gniazda znajdowały się na fragmentach odsłoniętej gleby głównie na drogach dojazdowych oraz przy budynkach stacji transformatorowych, w licznych norach gryzoni, a także w pionowych, piaszczystych ścianach powstałych przy norach borsuków. Na omawianym terenie znaleziono czynne gniazda trzmiela ziemnego oraz kamiennika, założone w opuszczonych norach gryzoni. Zaobserwowano też gniazda lepiarki wiosennej *Colletes cunicularius* oraz liczne gniazda przedstawicieli smuklikowatych (fot. 6).

Ponadto w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów wykazano gatunki pszczół, potencjalnie mogące założyć na niej gniazda, były to pszczolinki: czarnogłowa *Andrena bicolor*, pospolita *A. flavipes*, wiosenna *A. haemorrhoa*, błękitnawa *A. cineraria*, biało brzucha *A. gravida*, podbiałówka *A. clarkella*, brunetka *A. pilipes*. Stwierdzono także gatunki o innych preferencjach gniazdowych. Murarkę muszlówkę *Osmia aurulenta*, która zakłada gniazda w opuszczonych muszlach ślimaków, oraz kilka gatunków miesierek, które gniazdują m.in. w wydrążonych tunelach w martwym drewnie, pustych łodygach roślin czy na kamieniach. Teren farmy zapewnia jednak tylko ograniczone miejsca rozwoju dla gatunków z takimi wymaganiami



Fot. 6. Samica pseudosmuklika *Lasiglossum* sp. w trakcie kopania gniazda na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

siedliskowymi. Głównie są to suche łodygi roślin, m.in. rośliny baldaszkowate *Umbelliferae*, ostrożeń *Cirsium* spp., dziewanny *Verbascum* spp. Ponadto na obszarze farmy znajdują się dwa „hotele dla owadów”, które zostały zasiedlone w niewielkim stopniu przez murarki: ogrodową *Osmia bicornis*, lucernową *Osmia caerulea* i żmijowcową *Hoplitis adunca* (fot. 7) oraz waczatki *Heriades* sp. Pszczoły do budowy gniazd potrzebują często dodatkowego materiału, który muszą pozyskać z niedalekiej okolicy. Służy on do budowy samego gniazda, jego wyścielenia bądź zamknięcia. Materiał ten stanowią m.in. wycięte fragmenty różnych liści i płatków kwiatów, kutner roślinny, żywica, glina, piasek czy drobne kamienie. Badany obszar zapewnia wymieniony powyżej materiał.

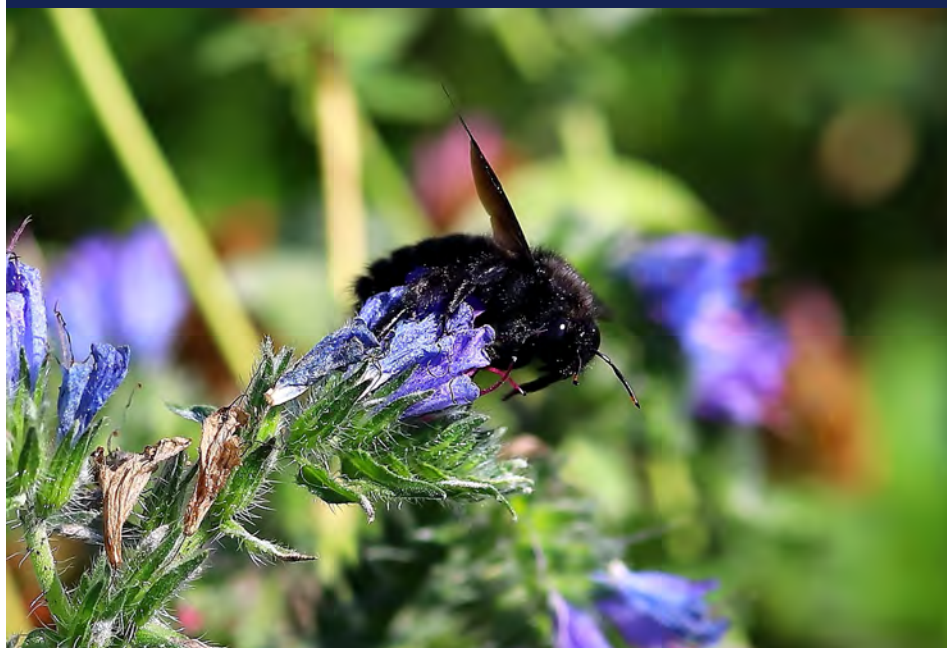
Na badanym terenie wykazano także kilka gatunków pszczoł będących pasożytami gniazd swoich gospodarzy, takich jak m.in. koczownica lucernówka *Nomada fucata*, trzmieliec czarny *Bombus rupestris* oraz ścieski *Coelioxys* spp. Występowanie gatunków pasożytniczych można traktować jako wskaźnik świadczący o silnej populacji gospodarzy.

W trakcie badań wykazano znaczną liczbę gatunków pszczoł (13) objętych ochroną prawną. Należą do nich: porobnica wiosenna, zadrzechnia fioletowa *Xylocopa violacea* (fot. 8) oraz trzmielce: zmienny, ogrodowy, parkowy, kamiennik, gajowy, rudy, leśny, rudonogi, ciemnopasy, rudoszary oraz ziemny.



Fot. 7. Zamknięte gniazdo murarki żmijowcowej *Hoplitis adunca* z terenu Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Fot. 8. Samiec chronionego gatunku pszczoły – zadrzechni fioletowej *Xylocopa violacea* – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

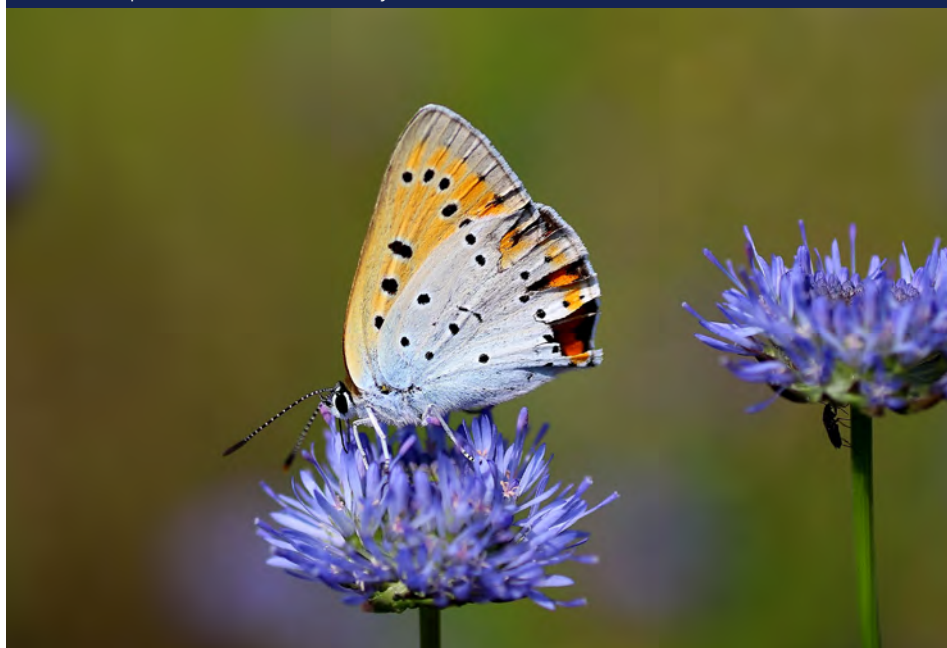


Motyle dzienne Rhopalocera

W kraju stwierdzono występowanie 167 gatunków motyli dziennych (Buszko, Nowacki 2017), które należą do sześciu rodzin: powszelatkowate Hesperiiidae, paziowate Papilionidae, bielinkowate Pieridae, modraszkiwate Lycaenidae, wielonowate Riodinidae, rusałkowate Nymphalidae.

W czasie prac na terenie Zespołu Farm stwierdzono 32 gatunki motyli dziennych (tab. 3), z których część z powodzeniem rozwija się na badanym obszarze. Wykazana różnorodność stanowi 19% fauny motyli dziennych Polski i 34% stwierdzonych w województwie lubuskim (Buszko, Nowacki 2017). Większość odnotowanych gatunków to motyle rozpowszechnione, nierzadko bardzo liczne i pospolite. Bazując na dostępnej literaturze (Blab, Kudrna 1982, Beneš i in. 2002), wykryte motyle można przypisać do kilku grup ekologicznych. Dominowały gatunki ubikwistyczne, związane z szerokim spektrum siedlisk (47%). Podobny udział miały gatunki mezofilne, związane z terenami otwartymi i przejściowymi (44%). Ponadto dwa gatunki zaliczane są do grupy motyli kserotermofilnych i jeden do higrofilnych. Spośród 32 zidentyfikowanych na badanym terenie gatunków tylko 2 mają status motyli chronionych. Z gatunków objętych ochroną ścisłą wykazano jedynie czerwończyka nieparka *Lycaena dispar* (fot. 9). Motyl ten wymieniony jest także w załącznikach II i IV Dyrektywy Siedliskowej oraz w polskiej czerwonej księdze zwierząt, bezkręgowce, z kategorią LR – gatunki niższego ryzyka (Głowaciński, Nowacki 2004) i na czerwonej liście zwierząt ginących

Fot. 9. Samica chronionego gatunku motyla – czerwończyka nieparka *Lycaena dispar* – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)



i zagrożonych w Polsce z kategorią LC – gatunki najmniejszej troski (Buszko, Nowacki 2002). Istnieje duże prawdopodobieństwo, że motyl ten może rozwijać się na terenie Zespołu Farm, co potwierdzają obserwacje obu płci tego gatunku oraz występowanie rośliny żywicielskiej gąsienic (kilka gatunków szczawi *Rumex* spp).

Drugim gatunkiem chronionym jest paż żeglarz *Iphiclides podalirius*, motyl podlegający ochronie częściowej w Polsce oraz wymieniony także w polskiej czerwonej księdze zwierząt – bezkręgowce, z kategorią VU – gatunki narażone na wyginięcie (Głowaciński, Nowacki 2004) i na czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce z kategorią VU – gatunki narażone (Buszko, Nowacki 2002). Jego gąsienice żyją na drzewach i krzewach z rodziny różowatych Rosaceae, często na śliwie tarninie *Prunus spinosa* i w warunkach lubuskich na czeremsze amerykańskiej *Prunus serotina*. Motyle widywane na badanym terenie rozwijają się poza Zespołem Farm, w miejscach występowania roślin żywicielskich. W ostatnich latach obserwuje się wzrost rozpowszechnienia tego gatunku w województwie lubuskim, ale także w kraju (Gajda i in. 2020, Sielezniew, Sielezniew 2024). Ponadto stwierdzono jeden gatunek wymieniony na czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce: paż królowej *Papilio machaon* – kategoria LC (gatunek najmniejszej troski) (Buszko, Nowacki 2002). Paż królowej to motyl terenów otwartych, związany z łąkami, polanami, ugorami, należy do gatunków pospolitych (Buszko, Maśłowski 2015).

Tabela 3. Wykaz gatunków motyli dziennych stwierdzonych bezpośrednio w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz ich status ochrony w Polsce. Objasnienia: status ochronny: OŚ – ochrona ścisła, OCZ – ochrona częściowa; CzK – polska czerwona księga zwierząt, bezkręgowce; LR – gatunki niższego ryzyka, VU – gatunki narażone; CzL – czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce; LC – gatunki najmniejszej troski, VU – gatunki narażone; grupa ekologiczna, za: Blab i Kudrna (1982), Beneš i in. (2002): M – gatunki mezofilne, U – ubikwistyczne, K – kserotermofilne, H – higrofilne

Lp.	Nazwa gatunkowa	Status ochrony	Grupa ekologiczna
powszelatki Hesperiiidae			
1	karłatek ryska <i>Thymelicus lineola</i>		M
2	karłatek leśny <i>Thymelicus sylvestris</i>		M
3	karłatek kniejnik <i>Ochlodes sylvanus</i>		U
paziowate Papilionidae			
4	paż żeglarz <i>Iphiclides podalirius</i>	CzK-VU; CzL -VU; OCZ	K
5	paż królowej <i>Papilio machaon</i>	CzL-LC	U
bielinkowate Pieridae			
6	wietek sp. <i>Leptidea</i> sp.		M
7	zorzynek rzeżuchowiec <i>Anthocharis cardamines</i>		M
8	bielinek kapustnik <i>Pieris brassicae</i>		U
9	bielinek bytomkowiec <i>Pieris napi</i>		U
10	bielinek rzepnik <i>Pieris rapae</i>		U
11	szlaczkoń siarecznik <i>Colias hyale</i>		U

Lp.	Nazwa gatunkowa	Status ochrony	Grupa ekologiczna
12	latolistek cytrynek <i>Gonepteryx rhamni</i>		M
modraszkowate Lycaenidae			
13	czerwończyk nieparek <i>Lycaena dispar</i>	CzK-LR; CzL-LC; OŚ	H
14	czerwończyk żarek <i>Lycaena phlaeas</i>		U
15	czerwończyk uroczek <i>Lycaena tityrus</i>		M
16	czerwończyk dukacik <i>Lycaena virgaureae</i>		M
17	pazik brzożowiec <i>Thecla betulae</i>		M
18	modraszek argiades <i>Cupido argiades</i>		M
19	modraszek wieszczek <i>Celastrina argiolus</i>		M
20	modraszek agestis <i>Aricia agestis</i>		K
21	modraszek ikar <i>Polyommatus icarus</i>		U
rusałkowate Nymphalidae			
22	dostojka latonia <i>Issoria lathonia</i>		U
23	dostojka dia <i>Boloria dia</i>		M
24	rusałka admirał <i>Vanessa atalanta</i>		U
25	rusałka osetnik <i>Vanessa cardui</i>		U
26	rusałka pawik <i>Inachis io</i>		U
27	rusałka ceik <i>Polygonia c-album</i>		M
28	osadnik megera <i>Lasiommata megera</i>		U
29	strzępotek glicerion <i>Coenonympha glycerion</i>		M
30	strzępotek ruczajnik <i>Coenonympha pamphilus</i>		U
31	przestrojnik jurtina <i>Maniola jurtina</i>		U
32	polowiec szachownica <i>Melanargia galathea</i>		M

Wartych wymienienia jest także kilka innych gatunków niepodlegających ochronie oraz nieznanujących się na listach taksonów zagrożonych. Są to motyle charakterystyczne dla określonych siedlisk oraz mające status gatunków nielicznych, rzadko widywanych, tworzących małe populacje lub charakteryzujących się ograniczonym zasięgiem w kraju. Na terenie farmy stwierdzono trzy takie gatunki, których obecność warto podkreślić. Są to: pazik brzożowiec *Thecla betulae*, gatunek rozpowszechniony w Polsce, ale spotykany niezbyt często i przeważnie pojedynczo (Buszko, Masłowski 2015); modraszek argiades *Cupido argiades* zwiększający zasięg występowania i/lub wracający na dawniej zasiedlane stanowiska; w województwie lubuskim na przestrzeni ostatnich 20 lat obserwowany jest na coraz większej liczbie stanowisk (Gajda i in. 2020); osadnik megera *Lasiommata megera*, w Polsce ma status gatunku rozpowszechnionego, charakteryzuje się zmianami liczebności w poszczególnych latach; w województwie lubuskim nie należy jednak do często spotykanych motyli (Gajda i in. 2020, Czechowski i in., dane niepubl.).

Pozostałe wybrane grupy owadów

Ponadto na omawianym terenie stwierdzono występowanie „interesujących” owadów z innych grup systematycznych. W tabeli 4 przedstawiono wykaz gatunków rzadszych, chronionych oraz ciekawych w ujęciu faunistycznym (np. gatunki inwazyjne). W trakcie badań odnotowano kilkakrotnie modliszkę zwyczajną *Mantis religiosa* (fot. 10), gatunek podlegający ochronie ścisłej, będący w ostatnich latach w ekspansji w Polsce, rozszerzający zasięg w kierunku północnym i zachodnim (Żurawlew i in. 2022). Nie udało się jednak potwierdzić rozwoju tego gatunku na badanym obszarze.



Fot. 10. Chroniony gatunek owada, modliszka zwyczajna *Mantis religiosa* – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. P. Czechowski)

Wśród owadów prostoskrzydłych wykazano kilka wymienionych na czerwonych listach. Nadobnik włoski *Calliptamus italicus* wymieniony w polskiej czerwonej księdze zwierząt, bezkręgowce, z kategorią EN – gatunki zagrożone (Liana 2004) i na

czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce z kategorią CR – gatunki krytycznie zagrożone (Liana 2002). Owad ten występuje na dwóch obszarach Polski, obecnie jest w ekspansji, a w województwie lubuskim jest gatunkiem pospolitym. Trzy inne gatunki wykazane na badanym terenie: długoskrzydłak sierposz *Phaneroptera falcata*, siwoszek błękitny *Oedipoda caerulescens* i świerszcz polny *Gryllus campestris* wymienione są na czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce z kategorią NT – gatunki bliskie zagrożenia (Liana 2002). Długoskrzydłak sierposz do końca XX w. zasiedlał głównie Polskę południowo-wschodnią, a obecnie spotykany jest na terenie całego kraju (Żurawlew i in. 2017). Pozostałe dwa wymienione gatunki to owady szeroko rozpowszechnione w kraju. Wymieniony w tabeli 4 nęk świerszczojad *Sphex funerarius* dawniej miał status gatunku rzadkiego, jednak w ostatnich latach wydaje się coraz liczniejszy i szerzej rozpowszechniony (np. Szymkiewicz, Szymkiewicz 2014). Podobnie wygląda sytuacja obu wykazanych smukw, które dawniej należały do gatunków rzadkich, a obecnie rozszerzają zasięg i spotykane są na wielu nowych stanowiskach w kraju (np. Smolis i in. 2019). Podczas badań na terenie farmy spotkano także gatunki owadów inwazyjnych: motyla cydalimę bukszpanową *Cydalima perspectalis*, który zaleciał z terenów sąsiednich, oraz pluskwiaka kolcoroga bizoniaka *Stictocephala bisonia* o nieznanym statusie. Dla pełnego obrazu różnorodności owadów badanego terenu konieczna jest kontynuacja badań entomologicznych.

Tabela 4. Lista gatunków rzadszych owadów z innych grup systematycznych stwierdzonych bezpośrednio w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz ich status ochrony w Polsce: OŚ – ochrona ścisła, OCZ – ochrona częściowa; CzK – polska czerwona księga zwierząt, bezkręgowce: EN – gatunki zagrożone, VU – gatunki narażone; CzL – czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce: CR – gatunki krytycznie zagrożone, NT – gatunki bliskie zagrożenia

Lp. Gatunek	Status ochrony
Mantodea modliszki	
1 <i>Mantis religiosa</i> modliszka zwyczajna	CzK-EN, CzL-CR; OŚ
Orthoptera prostoskrzydłe	
2 <i>Phaneroptera falcata</i> długoskrzydłak sierposz	CzL-NT
3 <i>Calliptamus italicus</i> nadobnik włoski	CzK-EN, CzL-CR
4 <i>Oedipoda caerulescens</i> siwoszek błękitny	CzL-NT
5 <i>Gryllus campestris</i> świerszcz polny	CzL-NT
Sphecidae nękowate	
6 <i>Sphex funerarius</i> nęk świerszczojad	
Scoliidae smukwowate	
8 <i>Scolia sexmaculata</i> smukwa białoplama	
9 <i>Scolia hirta</i> smukwa kosmata	CzK-VU
gatunki inwazyjne	
10 <i>Cydalima perspectalis</i> cydalima bukszpanowa	
11 <i>Stictocephala bisonia</i> kolcoróg bizoniak	

Badania umożliwiły także porównanie potencjału powierzchni obsadzonych i nieobsadzonych (roślinami nektarodajnymi) znajdujących się na terenie farm.

Na powierzchniach (transektach) obsadzonych wykazano łącznie 52 gatunki roślin nektaro- i pytkodajnych. Natomiast na powierzchniach nieobsadzonych 41 gatunków (tab. 5). Procentowe pokrycie terenu kwiatami było dużo większe na transektach obsadzonych – średnio 60% (zakres 20–100%), niż na powierzchniach nieobsadzonych – średnio 20% (zakres 10–30%). Podobnie różnorodność gatunkowa owadów zapylających była wyższa na transektach obsadzonych – 41 gatunków, niż na nieobsadzonych – 24 (tab. 6).

Tabela 5. Porównanie składu gatunkowego roślin nektaro- i pytkodajnych (potencjalna baza pokarmowa dla owadów zapylających) na powierzchniach nieobsadzonych i obsadzonych w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Lp. Gatunek rośliny	Powierzchnie nieobsadzone	Powierzchnie obsadzone
1 babka lancetowata <i>Plantago lanceolata</i>	+	+
2 bniec biały <i>Silene latifolia</i>		+
3 bodziszek drobny <i>Geranium pusillum</i>	+	+
4 bluszcz kurdybanek <i>Glechoma hederacea</i>		+
5 farbownik polny <i>Anchusa arvensis</i>	+	+
6 chaber bławatek <i>Centaurea cyanus</i>		+
7 dymnica pospolita <i>Fumaria officinalis</i>		+
8 facelia błękitna <i>Phacelia tanacetifolia</i>		+
9 fiołek polny <i>Viola arvensis</i>	+	+
10 glistnik jaskółcze ziele <i>Chelidonium majus</i>	+	+
11 goździcznik wycięty <i>Petrorhagia prolifera</i>	+	+
12 iglica pospolita <i>Erodium cicutarium</i>	+	+
13 jaskier rozłogowy <i>Ranunculus repens</i>		+
14 jasnota purpurowa <i>Lamium purpureum</i>	+	+
15 jasioniec piaskowy <i>Jasione montana</i>	+	
16 jastrun właściwy <i>Leucanthemum vulgare</i>	+	+
17 kocanka piaskowa <i>Helichrysum arenarium</i>	+	
18 komonica zwyczajna <i>Lotus corniculatus</i>	+	+
19 koniczyna biała <i>Trifolium repens</i>	+	+
20 koniczyna białoróżowa <i>Trifolium hybridum</i>		+
21 koniczyna drobnogłówkowa <i>Trifolium dubium</i>	+	
22 koniczyna krwistoczerwona <i>Trifolium incarnatum</i>		+
23 koniczyna złocistożółta <i>Trifolium aureum</i>		
24 koniczyna łąkowa <i>Trifolium pratense</i>	+	+
25 kozibród łąkowy <i>Tragopogon pratensis</i>		+

Lp.	Gatunek rośliny	Powierzchnie nieobsadzone	Powierzchnie obsadzone
26	jastrzębiec kosmaczek <i>Pilosella officinarum</i>	+	+
27	krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i>	+	
28	krwiściąg mniejszy <i>Sanguisorba minor</i>		+
29	lebiodka pospolita <i>Origanum vulgare</i>	+	+
30	lucerna nerkowata <i>Medicago lupulina</i>		+
31	lucerna siewna <i>Medicago sativa</i>	+	+
32	łoczyga pospolita <i>Lapsana communis</i>	+	+
33	mak piaskowy <i>Papaver argemone</i>		+
34	mak polny <i>Papaver rhoeas</i>	+	+
35	marchew zwyczajna <i>Daucus carota</i>	+	+
36	mniszek <i>Taraxacum</i> sp.	+	+
37	nawłóć <i>Solidago</i>	+	
38	niezapominajka polna <i>Myosotis arvensis</i>	+	+
39	nostrzyk żółty <i>Melilotus officinalis</i>		+
40	ogórecznik lekarski <i>Borago officinalis</i>		+
41	ostrożeń lancetowaty <i>Cirsium vulgare</i>		+
42	ostrożeń polny <i>Cirsium arvense</i>	+	+
43	pępawa <i>Crepis</i>	+	+
44	pięciornik srebrny <i>Potentilla argentea</i>	+	
45	powój polny <i>Convolvulus arvensis</i>	+	+
46	prosieńcznik szorstki <i>Hypochoeris radicata</i>	+	+
47	przetacznik wiosenny <i>Veronica verna</i>	+	+
48	przymiotno białe <i>Erigeron annuus</i>	+	+
49	przytulia pospolita <i>Galium mollugo</i>		+
50	pylenieć pospolity <i>Berteroa incana</i>	+	+
51	maruna bezwonna <i>Tripleurospermum inodorum</i>	+	+
52	rogownica polna <i>Cerastium arvense</i>	+	+
53	kapusta rzepak <i>Brassica napus</i> var. <i>Napus</i>	+	
54	starzec wiosenny <i>Senecio vernalis</i>	+	+
55	starzec jakubek <i>Jacobaea vulgaris</i>	+	+
56	sparceta siewna <i>Onobrychis viciifolia</i>		+
57	tasznik pospolity <i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	+
58	wyka wielokwiatowa <i>Vicia grandiflora</i>	+	
59	wyka kosmata <i>Vicia villosa</i>	+	+
60	wyka siewna <i>Vicia sativa</i>		
61	wilczomlec sosnka <i>Euphorbia cyparissias</i>		+
62	żmijowiec zwyczajny <i>Echium vulgare</i>		+

Tabela 6. Zestawienie gatunków owadów zapylających stwierdzonych na powierzchniach nieobsadzonych i obsadzonych w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Lp.	Gatunki owadów zapylających	Powierzchnie nieobsadzone	Powierzchnie obsadzone
1	bielinek bytomkowiec <i>Pieris napi</i>	+	+
2	bielinek kapustnik <i>Pieris brassicae</i>		+
3	bielinek rzepnik <i>Pieris rapae</i>	+	+
4	czerwończyk uroczek <i>Lycaena tityrus</i>	+	+
5	czerwończyk żarek <i>Lycaena phlaeas</i>	+	+
6	dostojka latonia <i>Issoria lathonia</i>	+	+
7	latolistek cytrynek <i>Gonepteryx rhamni</i>	+	+
8	lepiarka <i>Colletes</i> sp.	+	
9	miersierka ziemna <i>Megachile willughbiella</i>		+
10	miesierka dwuzębna <i>Megachile ericetorum</i>		+
11	modraszek agestis <i>Aricia agestis</i>		+
12	modraszek ikar <i>Polyommatus icarus</i>	+	+
13	murarka muszłówka <i>Osmia aurulenta</i>		+
14	murarka ogrodowa <i>Osmia bicornis</i>		+
15	murarka rzepakowa <i>Osmia brevicornis</i>		+
16	obrostka letnia <i>Dasygaster hirtipes</i>	+	+
17	polowiec szachownica <i>Melanargia galathea</i>		+
18	porobnica wiosenna <i>Anthophora plumipes</i>	+	+
19	przestrojnik jurtina <i>Maniola jurtina</i>	+	+
20	pseudosmuklik farbownikowiec <i>Lasioglossum xanthopus</i>		+
21	pseudosmuklik <i>Lasioglossum</i> sp.	+	+
22	pszczolinka niebieskawa <i>Andrena cineraria</i>		+
23	pszczolinka podbiatkówka <i>Andrena clarkella</i>	+	
24	pszczolinka pospolita <i>Andrena flavipes</i>	+	+
25	pszczola miodna <i>Apis mellifera</i>	+	+
26	rusałek admirał <i>Melanargia galathea</i>		+
27	rusałka osetnik <i>Vanessa cardui</i>		+
28	rusałka pawik <i>Aglais io</i>	+	+
29	spójnica lucernowa <i>Melitta leporina</i>		+
30	strzępotek ruczajnik <i>Coenonympha pamphilus</i>	+	+
31	szlaczkoń siarecznik <i>Colias hyale</i>	+	+
32	ścieska <i>Coelioxys</i> sp.	+	
33	trzmieł ciemnopasy <i>Bombus ruderatus</i>		+
34	trzmieł kamiennik <i>Bombus lapidarius</i>	+	+
35	trzmieł leśny <i>Bombus pratorum</i>		+

Lp.	Gatunki owadów zapylających	Powierzchnie nieobsadzone	Powierzchnie obsadzone
36	trzmieł ogrodowy <i>Bombus hortorum</i>	+	+
37	trzmieł parkowy <i>Bombus hypnorum</i>		+
38	trzmieł rudonogi <i>Bombus ruderarius</i>		+
39	trzmieł rudoszary <i>Bombus sylvarum</i>		+
40	trzmieł rudy <i>Bombus pascuorum</i>		+
41	trzmieł zmienny <i>Bombus humilis</i>		+
42	trzmiele z podrodzaju <i>Bombus sensu stricto</i>	+	+
43	trzmielec czarny <i>Bombus rupestris</i>	+	
44	zadrzechnia fioletowa <i>Xylocopa violacea</i>		+
45	zorzynek rzeżuchowiec <i>Anthocharis cardamines</i>	+	+

Podsumowanie

Podczas badań przyrodniczych na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów wykazano stosunkowo bogatą faunę owadów zapylających. W obrębie dwóch dokładniej badanych grup wykryto 42 gatunki dzikich pszczoł oraz 32 gatunki motyli dziennych. Wśród zinwentaryzowanych pszczoł znalazło się 13 gatunków objętych ochroną częściową, natomiast wśród motyli – 1 gatunek podlegający ochronie ścisłej i 1 ochronie częściowej.

W granicach Zespołu Farm wśród innych grup owadów stwierdzono także ściśle chronioną modliszkę zwyczajną.

Obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych został w latach wcześniejszych częściowo obsadzony mieszankami roślin nektarodajnych, więc charakteryzuje się dość bogatym składem roślin pytko- i nektarodajnych. W wyniku badań powierzchni obsadzonych i nieobsadzonych wykazano, że na fragmentach nieobsadzonych skład gatunkowy i ilościowy roślin oraz owadów zapylających jest dużo uboższy.

Podsumowując, na podstawie przeprowadzonych badań można wywnioskować, że obecne gospodarowanie terenem Zespołu Farm jest odpowiednie i zapewnia bogatą bazę pokarmową dla wielu gatunków zapylaczy. W obrębie flory porastającej badany obszar znajdują się rośliny żywicielskie dla gąsienic wielu gatunków motyli. Dodatkowo teren Zespołu Farm zapewnia sprzyjające warunki do rozwoju (budowy gniazd) dla licznych gatunków pszczoł budujących gniazda ziemne.

5. Płazy i gady

Grunty pod farmami fotowoltaicznymi mogą stanowić potencjalne siedliska dla płazów i gadów, o ile na nich lub w ich pobliżu istnieć będą odpowiednie, wykorzystywane przez herpetofaunę miejsca, takie jak oczka wodne, stawy, przyzmy kamieni, piasku, a także dostęp do farmy nie będzie utrudniony np. poprzez istnienie betonowej podmurówki ogrodzenia. Dla płazów kluczowe jest istnienie zbiorników wodnych z czystą, zazwyczaj płytką, wodą, w której nie ma dużej ilości ryb,

Fot. 11. Ropucha szara *Bufo bufo* na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów
(fot. O. Ciebiera)



a szczególnie takie zbiorniki, które wokół brzegów mają bujną roślinność przybrzeżną lub też fragmentami żwirowe dno. Dla płazów ważne jest istnienie w sąsiedztwie: łąk, nieużytków, lasów liściastych lub mieszanych, zadrzewień, które są chętnie przez płazy wykorzystywane w okresie porożrodczym. Takim swoistym „nieużytkiem” może być właśnie teren Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów z utrzymaną roślinnością zielną. W jego obrębie stwierdzono jeden gatunek płaza – była to ropucha szara *Bufo bufo* (fot. 11 i 12).

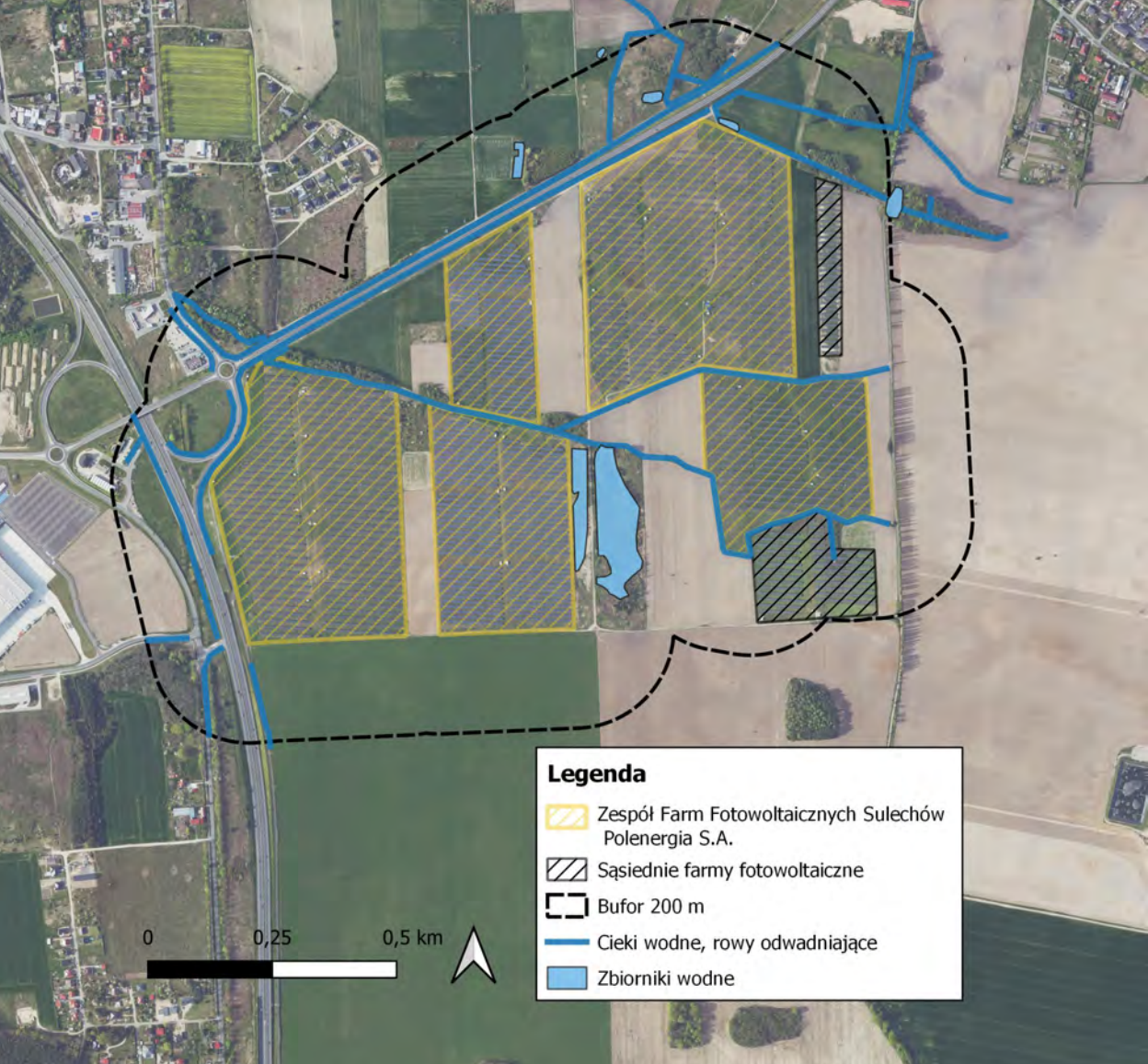
Osobniki zagrzebujące się w trawie i migrujące spotykano w różnych częściach farmy, a miejscem ich koncentracji był zbiornik wodny pomiędzy jej sekcjami. W zbiorniku tym oraz sąsiednich usytuowanych na północ i północny wschód zlokalizowano populacje następujących gatunków płazów (na podstawie nasłuchów i bezpośrednich obserwacji osobników np. migrujących; tab. 7).

Tabela 7. Lista gatunków płazów stwierdzonych w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz ich status ochrony w Polsce: OŚ – ochrona ścisła, OCZ – ochrona częściowa, N2000 – gatunek ujęty w załączniku II Dyrektywy Siedliskowej

Lp.	Gatunek	Status ochrony
1	Żaba wodna <i>Pelophylax esculentus</i>	OCZ
2	Żaba trawna <i>Rana temporaria</i>	OCZ
3	Żaba moczarowa <i>Rana arvalis</i>	OŚ
4	Traszka zwyczajna <i>Lissotriton vulgaris</i>	OCZ
5	Kumak nizinny <i>Bombina bombina</i>	OŚ, N2000
6	Rzekotka drzewna <i>Hyla arborea</i>	OŚ, N2000
7	Ropucha szara <i>Bufo bufo</i>	OCZ

Fot. 12. Gody ropuch szarych *Bufo bufo* w okolicy zbiornika wodnego położonego pomiędzy sekcjami Zespołu Farm (fot. O. Ciebiera)





Ryc. 3. Układ rowów i zbiorników wodnych w rejonie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów
 Źródło podkładu: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.

Układ rowów i zbiorników wodnych w rejonie Zespołu Farm Fotowoltaicznych jest korzystny dla migracji płazów w stronę południową i południowo-wschodnią. Płazy z wyżej wymienionych gatunków mogą wykorzystywać teren Zespołu Farm do przemieszczania się pomiędzy tymi zbiornikami (ryc. 3). Zbiorniki w części centralnej są największe i cechują się szczególną różnorodnością siedlisk, linii brzegowej, roślinności nadwodnej, choć w trakcie badań zaobserwowano niszczenie i zasypywanie gruzem zbiornika znajdującego się po stronie zachodniej od drogi (ryc. 3). Pozostałe są mniejsze, ale równie istotne w całym systemie wodnym rejonu. Najmniejszy zbiornik „północny” charakteryzuje się całoroczną obecnością wody (fot. 13), w przeciwieństwie do zbiornika po stronie wschodniej w zadrzewieniu, który w okresie letnim wysycha. Dwa największe zbiorniki już po stronie północnej



Fot. 13. Zbiornik wodny położony przy północnych granicach Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. O. Ciebiera)

drogi krajowej 32 to stawy z wodą utrzymującą się cały rok. Rowy odprowadzają wodę tylko okresowo.

Do gatunków gadów stwierdzonych na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów należy zaliczyć: jaszczurkę zwinkę *Lacerta agilis* (fot. 14). Pozostałe gady, czyli: jaszczurka żyworodna *Zootoca vivipara*, padalec zwyczajny *Anguis fragilis* i zaskroniec zwyczajny *Natrix natrix*, były obserwowane poza granicami Farmy, ale w jej najbliższej okolicy, na skrajach zadrzewień i w rejonie wilgotnych rowów i zbiorników wodnych. Jaszczurka zwinka chętnie wykorzystywała celowo utworzone przyzmy kamieni w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych, tereny wokół transformatorów i pozostawionej infrastruktury na ziemi (np. stelaży, paneli, zbiorników itp.). Poza tymi rejonami wykorzystywała również nasypy dróg S3 i DK 32.



Fot. 14. Jaszczurka zwinka *Lacerta agilis* chętnie zasiedla tereny otwarte Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. O. Ciebiera)

Wszystkie wyżej wymienione gatunki gadów objęte są ochroną częściową według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz.U. z 2022 r. poz. 2380).

Płazy są najbardziej zagrożoną grupą kręgowców, spadek liczebności populacji różnych gatunków obserwowany jest na całym świecie (Luedtke i in. 2023). Za najważniejsze przyczyny tego spadku odpowiedzialne są: zmiana i degradacja dotychczasowych siedlisk, fragmentacja krajobrazu, promieniowanie UV, kolizje drogowe, choroby wywołane przez wirusy (Greenberg, Palen 2019). Czynniki te nie pozwalają płazom rozmnażać się w czystych wodach różnych rejonów świata, w szczególności tam, gdzie rolnictwo osiąga bardzo wysoki poziom intensyfikacji i postępuje degradacja lasów, zbiorników wodnych i obszarów podmokłych. W związku z tym integracja najbardziej istotnych terenów występowania płazów w celu zapewnienia łączności i umożliwienia łatwiejszej dyspersji jest kluczowa i wymaga podjęcia szeregu działań na różnych kierunkach planowania przestrzennego i ochrony przyrody. Podobnie jest w przypadku gadów, według danych Komisji Europejskiej (eea.europa.eu/data-and-maps/figures/trends-of-european-amphibians-reptiles, dostęp on-line; dostęp: 26.07.2024) ponad 41% populacji gadów wykazuje trend spadkowy, a status ponad 13% pozostaje niewyjaśniony. Należy zatem postawić pytanie,

czy i jak farmy fotowoltaiczne mogą wspomóc lokalne populacje płazów i gadów w mozaice zróżnicowanych środowisk Polski? Z pewnością jest tak, że odpowiednie planowanie, posadowienie farm i gospodarka bioróżnorodnością może przynieść pozytywne korzyści dla gadów, po pierwsze przynajmniej nie przyczyniając się do spadku ich populacji. A po wtóre, w przypadku zaplanowania dodatkowych działań w obrębie farm, funkcjonowanie ich może również przyczynić się do rozwoju populacji płazów. Farmy fotowoltaiczne, a zatem wygradzone, niedostępne tereny dla ludzi, na których nie prowadzi się działalności rolniczej, są obszarami wolnymi od zanieczyszczeń (pestycydów, środków ochrony roślin, nawozów itp.) z naturalnie występującymi rodzimymi gatunkami roślin rozsianymi samorzutnie lub wprowadzonymi celowo, stanowiąc mogą atrakcyjne tereny łowieckie, żerowania i występowania płazów. Dodatkowo zadbanie o lokalne zbiorniki wodne, a w pewnych przypadkach odtworzenie i budowa nowych zbiorników wodnych, przystosowanych do życia płazów, stanowi dobre rozwiązanie we wsparciu ich lokalnych populacji oraz rozbudowy i utrzymania sieci naturalnych połączeń ekologicznych na szerszą skalę. Tego typu działania już teraz stosowane są na niektórych farmach fotowoltaicznych w Niemczech, gdzie utworzono wypłycone zbiorniki wodne dla ropuchy zielonej (Peschel 2010).

6. Ptaki

Wprowadzenie

Obserwowany rozwój energetyki fotowoltaicznej w Polsce i na całym świecie nie jest obojętny dla środowiska przyrodniczego i może oddziaływać na różne jego elementy na coraz większą skalę. Kierunki tego oddziaływania mogą być różnorodne i dotyczą również awifauny (np. DeVault i in. 2014, Jenkins i in. 2015, Harison i in. 2017, Taylor i in. 2019, Kosciuch i in. 2020, Lafitte in. 2023). Jednak ocena rzeczywistego wpływu instalacji fotowoltaicznych na ptaki i ich siedliska nie jest łatwa, co wynika głównie z tego, że dane wyjściowe zbierane są na różnorodnych obiektach, lokalizowanych w różnych miejscach i odmiennych siedliskach (przegląd w Pięta 2020). Nie zmienia to faktu, że budowa wielkopowierzchniowych farm fotowoltaicznych, poprzez wyłączenie gruntu z użytkowania rolniczego oraz w niektórych lokalizacjach upraszczanie elementów struktury przestrzennej krajobrazu rolniczego (likwidacja środowisk marginalnych, zakrzewień, miedz), może prowadzić do zmniejszania zróżnicowania przestrzennego niektórych zespołów ptaków (za Pięta 2020 – analiza 32 dokumentów o potencjalnym znaczeniu dla określenia wpływu farm fotowoltaicznych na ptaki).

Powstawanie farm fotowoltaicznych może mieć również pozytywny aspekt, jednak wiąże się to z odpowiednim zaplanowaniem lokalizacji oraz struktury biologicznej farmy. Prawidłowa lokalizacja (szczególnie, gdy dotyczy terenów niewykorzystywanych intensywnie przez ptaki) może przyczynić się do powstania alternatywnych miejsc żerowania (pozostawione fragmenty trawiaste i krzewy pomiędzy panelami i sektorami) oraz gniazdowania (zakładanie gniazd na stelażach) (Tryjanowski, Łuczak 2013). Wyniki monitoringów farm fotowoltaicznych zgromadzone przez Leipziger Institut für Energie pokazują, że tereny farm fotowoltaicznych są chętnie wykorzystywane jako siedliska lęgowe przez ptaki krajobrazu rolniczego (np. trznadel *Emberiza citrinella*, skowronek *Alauda arvensis*). Ponadto wykazano wykorzystywanie konstrukcji paneli słonecznych do zakładania gniazd (np. przez pliszki siwe *Motacilla alba*) (za: Pięta 2020). Dobrze zaprojektowane i gospodarowane farmy, lokalizowane w bardzo ubogim, intensywnie użytkowanym krajobrazie rolniczym, mogą stać się ważnymi enklawami bioróżnorodności poprzez powstawanie mikrosiedlisk stanowiących ważne miejsca do gniazdowania i żerowania wielu

ptaków. Wyniki monitoringów w Niemczech wskazują na pozytywne znaczenie obszarów peryferyjnych farm, ale także przestrzeni między poszczególnymi sektorami paneli, które mogą być wykorzystywane przez wiele gatunków ptaków jako obszary łowieckie i żerowiskowe (liczne przykłady z Niemiec, za: Pięta 2020). Wyniki badań pokazują, że farmy fotowoltaiczne mogą mieć pozytywny wpływ na całą różnorodność biologiczną. Zależy to jednak od podejścia inwestorów (chęci konsultacji przyrodniczej). Pomimo faktu, że prace przy budowie farm zawsze wiążą się z ingerencją w istniejącą florę i faunę, dobrze zaplanowana inwestycja może dać szansę na poprawę jakości środowiska, a nawet tworzenia nowych, bardziej różnorodnych siedlisk dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Ostatecznie tego typu działania oraz istniejąca sieć biotopów przyczyniają się do zwiększenia różnorodności biologicznej obszaru, co korzystnie wpływa na lokalne populacje ptaków (Pięta 2020).

Przy każdej inwestycji ważna jest jednak ocena strat, a następnie korzyści dla lokalnych populacji ptaków, szczególnie w kontekście gatunków wrażliwych, kluczowych czy nielicznych.

Metody

Badania awifauny lęgowej w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów prowadzono w okresie kwiecień–czerwiec 2023 r. Odbyło się łącznie 7 kontroli. Obserwacje te polegały na notowaniu wszystkich ptaków przebywających wewnątrz Zespołu Farm Fotowoltaicznych oraz określeniu ich kategorii występowania (gatunki lęgowe lub prawdopodobnie lęgowe) na podstawie zachowań (śpiew, toki, żerowanie, budowa gniazd).

Obserwacje ptaków drapieżnych prowadzono od kwietnia 2023 r. do kwietnia 2024 r. łącznie – 39 kontroli. W każdym miesiącu dokonywano obserwacji w odstępie około dziesięciu dni. W niektórych przypadkach terminy kontroli zbliżały się do siebie, co wynikało ze złych warunków atmosferycznych, uniemożliwiających wykonanie pełnowartościowej kontroli. W obrębie Zespołu Farm wytypowano cztery punkty obserwacyjne (ryc. 2), tak aby wzrokiem objąć jak największą przestrzeń Zespołu Farm i obszarów sąsiadujących (okoliczne pola, drogi przebiegające w pobliżu). Na każdym z czterech punktów prowadzono godzinne obserwacje, co przekładało się na 4 godziny obserwacji podczas każdej kontroli terenu. Obserwacje zaczynano od godzin porannych – 8:00–10:00, kończono w godzinach wczesnopopołudniowych – 12:00–14:00. W trakcie badań notowano każdą obserwację ptaka drapieżnego, nanosząc na mapę miejsce stwierdzenia, gatunek, liczbę osobników, płeć/wiek – o ile dało się rozpoznać – oraz charakter użytkowania obszaru. Poszczególne kategorie obserwacji dotyczyły:

1. Miejsca stwierdzenia: obszar farmy fotowoltaicznej, drogi, pola, inne (pobliski staw, zadrzewienia, szpalery drzew).
2. Charakteru stwierdzenia: ptak polujący, odpoczywający/czatujący, przelot lokalny lub migracyjny. W przypadku ptaków odpoczywających/czatujących

w obrębie farmy fotowoltaicznej, notowano także miejsce odpoczynku (panel, ogrodzenia, linie/słupy elektroenergetyczne, budynki – stacje transformatorowe).

Ponadto w okresie całorocznym od kwietnia 2023 r. do maja 2024 r. przy okazji kontroli ukierunkowanych na ptaki lęgowe i badania ptaków drapieżnych prowadzono obserwacje całej awifauny: przelotnej, zimującej, koczującej. W trakcie kontroli określano status występowania wszystkich ptaków obserwowanych w obrębie Zespołu Farm oraz w najbliższej okolicy. Łącznie obserwacje prowadzono podczas 40 kontroli/dni.

Wyniki

Od kwietnia 2023 r. do kwietnia 2024 r. na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz w najbliższej okolicy (obszar do 200 m od skaju PV) wykazano 106 gatunków ptaków.

Gatunki gniazdujące w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Na bezpośrednim obszarze Zespołu Farm (wewnątrz ogrodzenia, między panelami) w roku 2023 gniazdowało lub prawdopodobnie gniazdowało 13 gatunków ptaków (tab. 8). Ponadto w roku 2024 odnotowano próbę lęgu mazurka *Passer montanus*. W przypadku trzech gatunków: kos *Turdus merula*, gąsiorek *Lanius collurio* i makołągwa *Linaria cannabina*, terytoria lęgowe tych ptaków znajdowały się częściowo w obrębie Zespołu Farm. Gniazda pozostałych 11 gatunków (skowronek, dzierlatka *Galerida cristata*, jarzębatka *Curruca nisoria*, cierniówka *Curruca communis*, pokląskwa *Saxicola rubetra*, kłaskawka *Saxicola rubicola*, białorzzytka *Oenanthe oenanthe*, mazurek, pliszka żółta *Motacilla flava*, potrzyszcz *Emberiza calndra* i trznadel) przynajmniej części par, zlokalizowane były na terenie obiektu. Najliczniejszym gatunkiem gniazdującym w obrębie Zespołu Farm był skowronek (30 par, fot. 15), którego liczebność stanowiła 53,6% całego zgrupowania. Wśród gatunków dominujących (powyżej 5% zgrupowania) znalazły się także potrzyszcz – 14,3% i trznadel – 7,1%. Udział pozostałych gatunków był niewielki – łącznie stanowiły one 25,0% wszystkich terytoriów. Na obszarze Zespołu Farm wykazano 56 terytoriów ptaków o łącznym zagęszczeniu 8,6 ter./10 ha.

Ze względu na specyfikę środowiskową farm fotowoltaicznych (przewaga terenów otwartych, niski udział krzewów i drzew), w zgrupowaniu awifauny dominowały ptaki zakładające gniazda na ziemi lub w gęstej roślinności przy gruncie – łącznie 82,1% terytoriów – z 7 gatunków (skowronek, dzierlatka, pokląskwa, kłaskawka, pliszka żółta, potrzyszcz i trznadel). Kolejne 4 gatunki (gąsiorek, fot. 16, jarzębatka, cierniówka i makołągwa) zakładają gniazda w krzewach, 1 gatunek – białorzzytka (fot. 17) gniazdowała w stertach kamieni znajdujących się na obszarze farmy oraz mazurek, który chętnie zasiedla skrzynki lęgowe czy szczeliny/otwory w budynkach.



Fot. 15. Gniazdo skowronka *Alauda arvensis* umiejscowione w roślinności porastającej obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. P. Czechowski)

W grupie ptaków gniazdujących na farmie znalazły się dwa gatunki wymienione w załączniku I Dyrektywy Ptasiej: gąsiorek i jarzębatka.

Tabela 8. Skład i liczebność awifauny gniazdującej w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Status w Polsce (Chodkiewicz i in. 2015): BL – bardzo liczny, L – liczny, ŚL – średnio liczny; status ochrony: OŚ – ochrona ścisła, DP – gatunki wymienione w załączniku I Dyrektywy Ptasiej

Lp.	Nazwa gatunkowa	Liczba terytoriów	Zagęszczenie (p./10 ha)	Dominacja (%)	Status w Polsce	Status ochrony
1	gąsiorek <i>Lanius collurio</i>	2	0,3	3,5	L	OŚ, DP
2	skowronek <i>Alauda arvensis</i>	30	4,6	52,6	BL	OŚ
3	dzierlatka <i>Galerida cristata</i>	1	0,2	1,8	ŚL	OŚ
4	jarzębatka <i>Curruca nisoria</i>	1	0,2	1,8	ŚL	OŚ, DP
5	cierniówka <i>Curruca communis</i>	1	0,2	1,8	L	OŚ
6	pokląskwa <i>Saxicola rubetra</i>	1	0,2	1,8	L	OŚ
7	kłąskawka <i>Saxicola rubicola</i>	2	0,3	3,5	ŚL	OŚ
8	białorzytka <i>Oenanthe oenanthe</i>	2	0,3	3,5	ŚL	OŚ
9	kos <i>Turdus merula</i>	1	0,2	1,8	L	OŚ
10	mazurek <i>Passer montanus</i>	1	0,2	1,8	L	OŚ
11	pliszka żółta <i>Motacilla flava</i>	1	0,2	1,8	L	OŚ
12	makolągwa <i>Linaria cannabina</i>	2	0,3	3,5	L	OŚ
13	potrzyszcz <i>Emberiza calandra</i>	8	1,2	14,0	L	OŚ
14	trznadel <i>Emberiza citrinella</i>	4	0,6	7,0	BL	OŚ
Razem		57	8,6	100,0		



Fot. 16. Samica gąsiorka *Lanius collurio* – gatunku gniazdującego na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Ptaki chętnie przesiadywały na elementach infrastruktury elektrowni, np. na ogrodzeniu (fot. P. Czechowski)

Fot. 17. Białorzytka *Oenanthe oenanthe* – gniazdowała w stertach kamieni, panele wykorzystywała jako miejsce śpiewu (fot. P. Czechowski)



Gatunki gniazdujące w otoczeniu Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Mozaika siedlisk okolic Zespołu Farm, w formie terenów otwartych (pola, nieużytki), małych zadrzewień, alei drzew, pasów i kęp krzewów oraz środowisk wodnych w postaci oczek wodnych, stanowi, że wykazana awifauna jest stosunkowo bogata i reprezentująca gatunki wielu środowisk. W najbliższej okolicy Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów, w buforze do 200 m, wykazano gniazdowanie łącznie 56 gatunków ptaków (tab. 9). Awifauna okolic badanego terenu reprezentowana była głównie przez ptaki środowisk leśnych (39,3%), takie jak np. dzięciołowate Picidae, wilga *Oriolus oriolus*, sikory Paridae, świstunki Phylloscopidae, pokrzewki Sylviidae, strzyżyk *Troglodytes troglodytes*, szpak *Sturnus vulgaris*, drozdy Turdidae czy zięba *Fringilla coelebs*. Podobny udział (33,9%) miały ptaki związane z krajobrazem rolniczym, np. przepiórka *Coturnix coturnix*, gąsior, skowronek, cierniówka, pokląskwa, pliszka żółta, szczygieł *Carduelis carduelis* czy trznadel. W grupie awifauny lęgowej znalazły się także ptaki gniazdujące w szerokim spektrum siedlisk oraz związane ze środowiskami antropogenicznymi, np. mazurek czy pliszka siwa *Motacilla alba*.

Awifauna okolic farmy zdominowana była przez rozpowszechnione gatunki mające w Polsce status ptaków licznych i bardzo licznych – łącznie 59% wszystkich gatunków, kolejną grupę tworzyły ptaki średnio liczne (27% zgrupowania). Wśród ptaków mających status nielicznie gniazdujących w kraju zidentyfikowano 8 gatunków (14% zgrupowania). Dodatkowo w grupie ptaków gniazdujących w pobliżu farmy znalazło się pięć gatunków wymienionych w załączniku I Dyrektywy Ptasiej: żuraw *Grus grus*, błotniak stawowy *Circus aeruginosus*, gąsior, lerka *Lullula arborescens* i ortolan *Emberiza hortulana*.

Tabela 9. Skład i liczebność (wybrane gatunki) awifauny gniazdującej w najbliższej okolicy Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Liczebność: cyfra – liczba par, + – obecność gatunku bez liczebności. Typ środowiska: A – obszary zurbanizowane, I – inne, L – tereny leśne (ptaki lasów i zadrzewień), R – ptaki krajobrazu rolniczego, W – ptaki wodne i wodno-błotne. Status w Polsce (Chodkiewicz i in. 2015): BL – bardzo liczny, L – liczny, ŚL – średnio liczny, NL – nieliczny. Status ochrony: OŚ – ochrona ścisła, Ł – gatunek towny, DP – gatunki wymienione w załączniku I Dyrektywy Ptasiej

Lp.	Nazwa gatunkowa	Liczebność (wybrane gatunki)	Typ środowiska	Status w Polsce	Status ochrony
1	krzyżówka <i>Anas platyrhynchos</i>	2	W	ŚL	Ł
2	przepiórka <i>Coturnix coturnix</i>	1	R	ŚL	OŚ
3	perkozek <i>Tachybaptus ruficollis</i>	2	W	NL	OŚ
4	grzywacz <i>Columba palumbus</i>	+	L/A	L	Ł
5	kukułka <i>Cuculus canorus</i>	+	I	ŚL	OŚ
6	wodnik <i>Rallus aquaticus</i>	1	W	NL	OŚ
7	kokoszka <i>Gallinula chloropus</i>	1-2	W	NL	OŚ

Lp.	Nazwa gatunkowa	Liczebność (wybrane gatunki)	Typ środowiska	Status w Polsce	Status ochrony
8	łyśka <i>Fulica atra</i>	2	W	ŚL	Ł
9	żuraw <i>Grus grus</i>	1	W	NL	OŚ, DP
10	błotniak stawowy <i>Circus aeruginosus</i>	1	W	NL	OŚ, DP
11	myszotów <i>Buteo buteo</i>	1	L	ŚL	OŚ
12	krętogłów <i>Jynx torquilla</i>	1	L	ŚL	OŚ
13	dzięcioł zielony <i>Picus viridis</i>	1	L	NL	OŚ
14	dzięciołek <i>Dryobates minor</i>	1	L	NL	OŚ
15	dzięcioł duży <i>Dendrocopos major</i>	+	L	L	OŚ
16	wilga <i>Oriolus oriolus</i>	+	L	L	OŚ
17	gąsior <i>Lanius collurio</i>	8–10	R	L	OŚ, DP
18	sikora uboga <i>Poecile palustris</i>	1	L	ŚL	OŚ
19	modraszka <i>Cyanistes caeruleus</i>	+	L	L	OŚ
20	bogatka <i>Parus major</i>	+	L/A	BL	OŚ
21	remiz <i>Remiz pendulinus</i>	1	W	NL	OŚ
22	lerka <i>Lullula arborea</i>	1	L	L	OŚ, DP
23	skowronek <i>Alauda arvensis</i>	+	R	BL	OŚ
24	dzierlatka <i>Galerida cristata</i>	2	R	ŚL	OŚ
25	brzęczka <i>Locustella luscinioides</i>	1	W	ŚL	OŚ
26	zaganiacz <i>Hippolais icterina</i>	+	R	L	OŚ
27	łozówka <i>Acrocephalus palustris</i>	+	R	L	OŚ
28	trzcinniczek <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	W	ŚL	OŚ
29	trzciniak <i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1	W	ŚL	OŚ
30	piecuszek <i>Phylloscopus trochilus</i>	+	L	BL	OŚ
31	pierwiosnek <i>Phylloscopus collybita</i>	+	L	L	OŚ
32	raniuszek <i>Aegithalos caudatus</i>	1	L	ŚL	OŚ
33	kapturka <i>Sylvia atricapilla</i>	+	L	BL	OŚ
34	gajówka <i>Sylvia borin</i>	1	L	L	OŚ
35	piegża <i>Curruca curruca</i>	+	R/A	L	OŚ
36	cieniówka <i>Curruca communis</i>	+	R	L	OŚ
37	strzyżyk <i>Troglodytes troglodytes</i>	+	L	L	OŚ
38	szpak <i>Sturnus vulgaris</i>	+	L/A	L	OŚ
39	rudzik <i>Erithacus rubecula</i>	+	L	L	OŚ
40	słowik rdzawy <i>Luscinia megarhynchos</i>	3	R/A	ŚL	OŚ
41	pokląskwa <i>Saxicola rubetra</i>	3	R	L	OŚ
42	kląskawka <i>Saxicola rubicola</i>	2	R	ŚL	OŚ
43	śpiewak <i>Turdus philomelos</i>	+	L	L	OŚ

Lp.	Nazwa gatunkowa	Liczebność (wybrane gatunki)	Typ środowiska	Status w Polsce	Status ochrony
44	kos <i>Turdus merula</i>	+	L/A	L	OŚ
45	mazurek <i>Passer montanus</i>	+	A	L	OŚ
46	pliszka żółta <i>Motacilla flava</i>	+	R	L	OŚ
47	pliszka siwa <i>Motacilla alba</i>	+	A	L	OŚ
48	zięba <i>Fringilla coelebs</i>	+	L	BL	OŚ
49	dzwoniec <i>Chloris chloris</i>	+	R/A	L	OŚ
50	makolągwa <i>Linaria cannabina</i>	+	R	L	OŚ
51	szczygieł <i>Carduelis carduelis</i>	+	R/A	L	OŚ
52	kulczyk <i>Serinus serinus</i>	+	A	L	OŚ
53	potrzyszcz <i>Emberiza calandra</i>	+	R	L	OŚ
54	trznadel <i>Emberiza citrinella</i>	+	R	BL	OŚ
55	ortolan <i>Emberiza hortulana</i>	1	R	ŚL	OŚ, DP
56	potrzos <i>Emberiza schoeniclus</i>	+	R/W	L	OŚ

Awifauna oczek wodnych znajdujących się bezpośrednio przy Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów

W obrębie dwóch oczek wodnych, usytuowanych między poszczególnymi częściami Zespołu Farm, wykazano 12 gatunków charakterystycznych dla środowisk wodno-błotnych (tab. 9). Wśród nich znalazły się gatunki ściśle związane ze środowiskiem wodnym: krzyżówka *Anas platyrhynchos* (2 pary), perkozek *Tachybaptus ruficollis* (2 pary), kokoszka *Gallinula chloropus* (1–2 par), łyska *Fulica atra* (2 pary). Ponadto gniazdowały ptaki związane z szuwarem trzcinowym: wodnik *Rallus aquaticus* (1 para), błotniak stawowy (1 para), brzęczka *Locustella luscinioides* (1 para), trzcinniczek *Acrocephalus scirpaceus* (2 pary), trzciniak *Acrocephalus arundinaceus* (1 para), potrzos *Emberiza schoeniclus* (1–2 pary). Stwierdzono także parę remiza *Remiz pendulinus* (gatunek preferujący zbiorniki wodne i rzeki, zakładający gniazda na drzewach). W roku 2023 w obrębie oczek wodnych prawdopodobnie gniazdowała także para żurawi (obserwacje 1–2 osobników w pobliżu zbiorników wodnych).

Awifauna wykorzystująca obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów jako miejsce żerowiskowe

Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów był wykorzystywany jako miejsce żerowiskowe i odpoczynkowe zarówno przez ptaki gniazdujące na terenie farmy, jak i przez gatunki gniazdujące w jej najbliższej okolicy, a także przez ptaki z dalszych obszarów, przylatujące z pobliskiego krajobrazu rolniczego oraz terenów zurbanizowanych.

Ponadto w grupie tej znalazły się gatunki przelotne i/lub zimujące – łącznie 93 gatunki. Wykorzystywanie Farmy Fotowoltaicznej Sulechów (żerowanie, odpoczynek) odnotowano w przypadku 42 gatunków (razem z ptakami lęgowymi na farmie). Kolejne 23 gatunki obserwowano w bezpośredniej okolicy farmy (do 200 m) – oczka wodne, pola, nieużytki, zadrzewienia i zakrzewienia. W tabeli 10 przedstawiono skład odnotowanej awifauny – gatunki żerujące i/lub odpoczywające, pomijając gatunki lęgowe na farmie (wykazane w tab. 8). W tabeli tej uwzględniono także gatunki niełęgowe spotykane w sąsiedztwie farmy.

Tabela 10. Skład awifauny wykorzystującej (żerowanie, odpoczynek) obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów z pominięciem gatunków lęgowych. Dodatkowo w kolumnie „Okolice farmy” wymieniono niełęgowe gatunki ptaków obserwowane w najbliższym sąsiedztwie. Status ochrony: OŚ – ochrona ścisła, Ł – gatunek łowny, DP – gatunki wymienione w załączniku I Dyrektywy Ptasiej

Lp.	Nazwa gatunkowa	Obszar farmy	Okolice farmy	Status ochrony
1	bażant <i>Phasianus colchicus</i>		T	Ł
2	gołąb miejski <i>Columba livia</i> forma <i>urbana</i>		T	OCZ
3	sierpówka <i>Streptopelia decaocto</i>		T	OŚ
4	jerzyk <i>Apus apus</i>	T		OŚ
5	czajka <i>Vanellus vanellus</i>		T	OŚ
6	kszyk <i>Gallinago gallinago</i>		T	OŚ
7	samotnik <i>Tringa ochropus</i>		T	OŚ
8	bocian biały <i>Ciconia ciconia</i>	T		OŚ, DP
9	czapla siwa <i>Ardea cinerea</i>		T	OCZ
10	blotniak stawowy <i>Circus aeruginosus</i>	T		OŚ, DP
11	krogulec <i>Accipiter nisus</i>	T		OŚ
12	jastrząb <i>Accipiter gentilis</i>	T		OŚ
13	kania ruda <i>Milvus milvus</i>	T		OŚ, DP
14	kania czarna <i>Milvus migrans</i>	T		OŚ, DP
15	myszotów włochaty <i>Buteo lagopus</i>	T		OŚ
16	myszotów <i>Buteo buteo</i>	T		OŚ
17	uszatka <i>Asio otus</i>		T	OŚ
18	zimirdek <i>Alcedo atthis</i>		T	OŚ, DP
19	pustułka <i>Falco tinnunculus</i>	T		OŚ
20	sokół wędrowny <i>Falco peregrinus</i>		T	OŚ, DP
21	srokosz <i>Lanius excubitor</i>	T		OŚ
22	sójka <i>Garrulus glandarius</i>		T	OŚ
23	sroka <i>Pica pica</i>		T	OCZ
24	kruk <i>Corvus corax</i>		T	OCZ
25	wrona siwa <i>Corvus cornix</i>		T	OCZ

Lp.	Nazwa gatunkowa	Obszar farmy	Okolice farmy	Status ochrony
26	modraszka <i>Cyanistes caeruleus</i>	T		OŚ
27	bogatka <i>Parus major</i>	T		OŚ
28	oknówka <i>Delichon urbicum</i>	T		OŚ
29	dymówka <i>Hirundo rustica</i>	T		OŚ
30	brzegówka <i>Riparia riparia</i>	T		OŚ
31	mysikrólik <i>Regulus regulus</i>		T	OŚ
32	strzyżyk <i>Troglodytes troglodytes</i>	T		OŚ
33	szpak <i>Sturnus vulgaris</i>	T		OŚ
34	rudzik <i>Erithacus rubecula</i>	T		OŚ
35	kopciuszek <i>Pchoenicurus ochruros</i>	T		OŚ
36	paszkot <i>Turdus viscivorus</i>		T	OŚ
37	śpiewak <i>Turdus philomelos</i>	T		OŚ
38	drożdżik <i>Turdus iliacus</i>		T	OŚ
39	kwiczoł <i>Turdus pilaris</i>		T	OŚ
40	pokrzywnica <i>Prunella modularis</i>		T	OŚ
41	pliszka góraska <i>Motacilla cinerea</i>		T	OŚ
42	pliszka siwa <i>Motacilla alba</i>	T		OŚ
43	zięba <i>Fringilla coelebs</i>	T		OŚ
44	jer <i>Fringilla montifringilla</i>	T		OŚ
45	gil <i>Pyrrhula pyrrhula</i>		T	OŚ
46	dzwonec <i>Chloris chloris</i>	T		OŚ
47	czeczotka <i>Acanthis flammea</i>		T	OŚ
48	szczygieł <i>Carduelis carduelis</i>	T		OŚ
49	kulczyk <i>Serinus serinus</i>	T		OŚ
50	czyż <i>Spinus spinus</i>		T	OŚ
51	potrzos <i>Emberiza schoeniclus</i>	T		OŚ

Wśród 42 gatunków ptaków obserwowanych na obszarze Zespołu Farm – 38 (ptaki owadożerne, ziarnojady, krukowate Corvidae, ptaki drapieżne, dżierzby Laniidae, bocian biały *Ciconia ciconia*) żerowało na ziemi, roślinności zielnej, krzewach oraz w przypadku ptaków drapieżnych, bociana białego i dżierzb polowały na występujące w obrębie farmy gryzonie (fot. 18), gady i/lub owady. Dodatkowo 4 gatunki (dymówka *Hirundo rustica*, oknówka *Delichon urbicum*, brzegówka *Riparia riparia* i jerzyk *Apus apus*) żerowały bezpośrednio nad farmami (nad panelami) na owady. Wśród ptaków szponiastych znalazły się myszołów *Buteo buteo*, myszołów włochaty *Buteo lagopus*, kania ruda *Milvus milvus*, kania czarna *Milvus migrans*, błotniak stawowy i pustułka *Falco tinnunculus* – gatunki te szerzej opisano w dalszej części rozdziału. Na gryzonie, ale także owady polowały ponadto bociany białe i dżierzby (srokosz *Lanius excubitor* i gąsiorek). W przypadku srokosza



Fot. 18. Gryzoń znaleziony na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów – częsta ofiara ptaków drapieżnych (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Fot. 19. Nornik nabity na siatkę ogrodzenia Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów – spiżarnia srokoza *Lanius excubitor* (fot. O. Ciebiera)



obserwowano też zakładane przez ten gatunek spiżarnie (nabijane ofiary) na siatce ogrodzenia (fot. 19).

W okresie wędrówek i zimowania regularnie obserwowano większe stada ptaków kilkunastu gatunków. Największe żerowiskowe stada ptaków żerujących na farmie dotyczyły takich gatunków, jak: szpak, zięba, trznadel, szczygieł, makolągwa, porzoz czy dymówka (fot. 20). Mniej licznie obserwowano jery *Fringilla montifringilla* (fot. 21) czy dzwońce *Chloris chloris*. Regularnie w okresie wędrówki (wiosennej i jesiennej) na terenie elektrowni zatrzymywało się także kilka innych gatunków, np.: kopciuszek *Phoenicurus ochruros*, pliszka siwa, rudzik *Erithacus rubecula*, śpiewak *Turdus philomelos* czy sikory – bogatka *Parus major* i modraszka *Cyanistes caeruleus*. Przy samej farmie notowano liczne stada kruków *Corvus corax*, kwiczołów *Turdus pilaris*, drożdżików *Turdus iliacus*, mazurków, a kilkakrotnie stwierdzono żerujące stada czeczotek *Acanthis flammea*.

Skład całej awifauny Zespołu Farm Fotowoltaicznych i najbliższych okolic uzupełniały ptaki jedynie przelatujące (obserwowane w locie nad farmą i terenami pobliskimi) w okresie wędrówek czy dyspersji polęgowej. W grupie tej znalazło się kilkanaście gatunków, takich jak: siewka złota *Pluvialis apricaria*, mewa białogłowa *Larus cachinnans*, bocian czarny *Ciconia nigra*, czapla biała *Ardea alba*, orlik krzykliwy *Clanga pomarina*, kawka *Coloeus monedula* czy krzyżodziób świerkowy *Loxia curvirostra*.

Fot. 20. Mieszane stado ptaków żerujących w okresie jesiennym na nasionach roślinności porastającej Zespół Farm (fot. P. Czechowski)





Fot. 21. Stado trznadli *Emebriza citrinella* i jerów *Fringilla montifringilla* (dwa ptaki z lewej strony zdjęcia) obserwowane w okresie zimowym (fot. P. Czechowski)

Wykorzystywanie infrastruktury Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów przez ptaki

Infrastruktura Zespołu Farm Fotowoltaicznych (ogrodzenie, panele, stelaże, kamery, budynki transformatorów) stanowiła miejsce odpoczynku, czatowni, śpiewu dla 32 gatunków (tab. 11, fot. 22). Najwięcej gatunków odnotowano na samych panelach (wszystkie 32), następnie na ogrodzeniu farmy, a najrzadziej ptaki obserwowano na kamerach, budynkach czy stelażach. Regularnie jako czatownie do polowań, miejsce do zjadania ofiar oraz miejsce odpoczynku panele były wykorzystywane przez dwa gatunki ptaków drapieżnych: myszołowa i pustuikę. Ponadto srokosz i gąsiorek chętnie wybierały panele jako miejsce czatowania. Regularnie na panelach widywano także odpoczywające kruki, rzadziej sroki. Panele jako miejsce śpiewu były wykorzystywane m.in. przez takie gatunki, jak: skowronek, dzierlatka, trznadel, kos, cierniówka, pokląskwa, kłaskawka czy potrzaszcz. Na kamerach monitoringowych chętnie siadały potrzaszcz, ale regularnie widywano na nich też pustuiki.

Tabela 11. Skład gatunkowy ptaków wykorzystujących infrastrukturę Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Rodzaj aktywności: Cz – czatowanie, O – odpoczynek, Ś – miejsce śpiewu, Ż – żerowanie

Lp.	Nazwa gatunkowa	Rodzaj aktywności	Status ochrony
1	krogulec <i>Accipiter nisus</i>	Cz	OŚ
2	kania ruda <i>Milvus milvus</i>	Cz,O	OŚ, DP
3	myszotów <i>Buteo buteo</i>	Cz,O	OŚ
4	myszotów włochaty <i>Buteo lagopus</i>	Cz,O	OŚ
5	pustułka <i>Falco tinnunculus</i>	CZ,O,Ż	OŚ
6	gąsiorek <i>Lanius collurio</i>	CZ,O,Ż	OŚ, DP
7	srokosz <i>Lanius excubitor</i>	CZ,O,Ż	OŚ
8	sroka <i>Pica pica</i>	O	OCZ
9	kruk <i>Corvus corax</i>	O	OCZ
10	modraszka <i>Cyanistes caeruleus</i>	O,Ż	OŚ
11	bogatka <i>Parus major</i>	O,Ż	OŚ
12	skowronek <i>Alauda arvensis</i>	O,Ś	OŚ
13	dzierlatka <i>Galerida cristata</i>	O,Ś	OŚ
14	dymówka <i>Hirundo rustica</i>	O	OŚ
15	cieniówka <i>Curruca communis</i>	O,Ś	OŚ
16	szpak <i>Sturnus vulgaris</i>	O	OŚ
17	kopciuszek <i>Pchoenicurus ochruros</i>	O,Ż	OŚ
18	pokląska <i>Saxicola rubetra</i>	O,Ś	OŚ
19	kląskawka <i>Saxicola rubicola</i>	O,Ś	OŚ
20	białorzytka <i>Oenanthe oenanthe</i>	O,Ś	OŚ
21	kos <i>Turdus merula</i>	O,Ś	OŚ
22	mazurek <i>Passer montanus</i>	O	OŚ
23	pliszka żółta <i>Motacilla flava</i>	O,Ś	OŚ
24	pliszka siwa <i>Motacilla alba</i>	O	OŚ
25	zięba <i>Fringilla coelebs</i>	O	OŚ
26	jer <i>Fringilla montifringilla</i>	O	OŚ
27	dzwonec <i>Chloris chloris</i>	O	OŚ
28	makolągwa <i>Linaria cannabina</i>	O	OŚ
29	szczygieł <i>Carduelis carduelis</i>	O	OŚ
30	potrzyszcz <i>Emberiza calandra</i>	O,Ś	OŚ
31	trznadel <i>Emberiza citrinella</i>	O,Ś	OŚ
32	potrzos <i>Emberiza schoeniclus</i>	O	OŚ



Fot. 22. Potrzyszcz *Emberiza calndra* chętnie wykorzystywał różne elementy infrastruktury Zespołu Farm, np. kamery, jako miejsce śpiewu (fot. P. Czechowski)

Wykorzystywanie obszaru Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów przez ptaki drapieżne

Podczas rocznych obserwacji na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów wykazano 9 gatunków ptaków drapieżnych (tab. 12). W grupie tej znalazły się ptaki przelatujące nad farmą, żerujące na farmie oraz odpoczywające lub czatujące na elementach infrastruktury farmy. Łącznie w 540 obserwacjach zanotowano 640 osobników. Najczęściej widywanym ptakiem była pustułka (fot. 23) – 41,7% wszystkich obserwacji w obrębie farmy, a następnie myszołów – 41,3% (fot. 24). Pozostałe gatunki stanowiły 17,0% wszystkich obserwacji, a wśród nich najczęściej spotykano kanię rudą (6,3%) i błotniaka stawowego (4,6%). Natomiast najliczniej obserwowanym ptakiem był myszołów – 274 osobniki (42,8% wszystkich zanotowanych ptaków w obrębie farmy) i pustułka – 260 ptaków (40,6%). Wśród pozostałych gatunków notowanych rzadziej najliczniejsze były błotniak stawowy i kania ruda – po 36 osobników (5,6%).

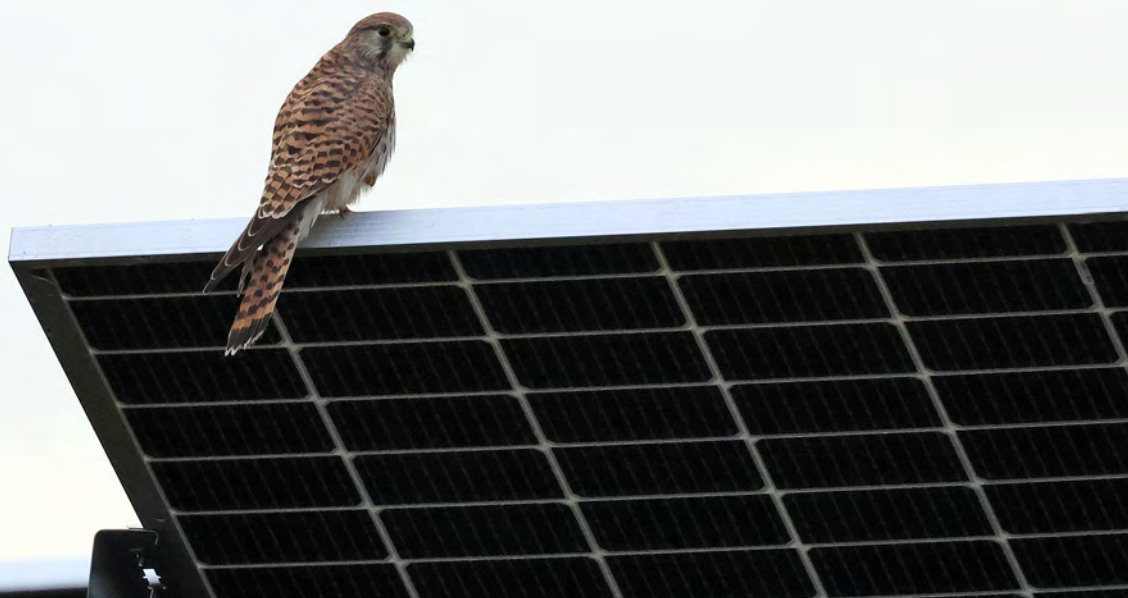
Większość obserwacji dotyczyła pojedynczych ptaków – 87,2%. Stwierdzenia 2 osobników stanowiły 9,3% wszystkich obserwacji i dotyczyły 4 gatunków (myszołów, pustułka, błotniak stawowy i kania czarna). Pozostałe obserwacje – 3,5% – obejmowały 3–6 ptaków danego gatunku. Maksymalnie na obszarze farmy przebywało do 6 osobników myszołowa (6.09.2023) i do 4 osobników pustułki (trzy obserwacje:

22.06.2023, 20.07.2023 i 2.08.2023). Ponadto zanotowano trzy obserwacje 3 błotniaków stawowych (11.05.2023, 4.07.2023, 20.07.2023) oraz jedną obserwację 3 kań rudych (15.08.2023).

Tabela 12. Wykaz ptaków drapieżnych obserwowanych w bezpośrednim obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów w okresie od kwietnia 2023 do kwietnia 2024. N obs. – liczba obserwacji, % obs. – procent wszystkich obserwacji, N os. – liczba osobników, % os. – procent wszystkich osobników

Lp.	Gatunek	N obs.	% obs.	N os.	% os.
1	jastrząb <i>Accipiter gentilis</i>	7	1,3	7	1,1
2	krogulec <i>Accipiter nisus</i>	11	2,0	11	1,7
3	myszotów <i>Buteo buteo</i>	223	41,3	274	42,8
4	myszotów włochaty <i>Buteo lagopus</i>	3	0,6	3	0,5
5	błotniak stawowy <i>Circus aeruginosus</i>	25	4,6	36	5,6
6	pustułka <i>Falco tinnunculus</i>	225	41,7	260	40,6
7	bielik <i>Haliaeetus albicilla</i>	1	0,2	1	0,2
8	kania czarna <i>Milvus migrans</i>	11	2,0	12	1,9
9	kania ruda <i>Milvus milvus</i>	34	6,3	36	5,6
Łącznie		540	100,0	640	100,0

Fot. 23. Pustułka *Falco tinnunculus* – najczęściej obserwowany ptak drapieżny na obszarze Zespołu Farm. Pustułki regularnie wykorzystywały różne elementy infrastruktury farmy jako czatownie i miejsca odpoczynku (linie elektroenergetyczne, panele) (fot. P. Czechowski)





Fot. 24. Myszołów *Buteo buteo* – drugi najczęściej obserwowany ptak drapieżny na terenie Zespołu Farm. Myszołowy często widywano czatujące i odpoczywające na panelach (fot. P. Czechowski)

Spośród 540 obserwacji ptaków drapieżnych w Zespole Farm bezpośredni związek z farmami – polowanie w ich obrębie, czatowanie i/lub odpoczynek na elementach infrastruktury farm – zaobserwowano w odniesieniu do 81,3% obserwacji (77,5% wszystkich osobników). Wśród obserwacji ptaków bezpośrednio wykorzystujących teren farm 53,5% (54,6% osobników) to stwierdzenia odnoszące się do polowań. Pozostałe 46,5% (45,4% osobników) to obserwacje ptaków odpoczywających lub czatujących na infrastrukturze farm (panele, ogrodzenie, kamery). Natomiast 18,8% spośród wszystkich kategorii obserwacji (22,5% osobników) dotyczyło ptaków przelatujących nad farmami, które kwalifikowano do obserwacji niemających z nimi związku. Były to ptaki przelatujące lotem aktywnym, a ich przelot miał charakter lokalny (18,3% obserwacji w obrębie farmy i 22,2% osobników) lub migracyjny (0,4% obserwacji i 0,3% osobników).

Bezpośrednie wykorzystywanie obszaru farm (polowanie, odpoczynek/czatowanie) wykazano w przypadku 8 gatunków: jastrzęb *Accipiter gentilis*, krogulec *Accipiter nisus*, myszołów, myszołów włochaty, błotniak stawowy, kania czarna, kania ruda i pustułka. W przypadku wszystkich ośmiu gatunków stwierdzono ich polowanie w obrębie farm, a pięć z nich wykorzystywało także infrastrukturę: krogulec, myszołów, myszołów włochaty, kania ruda i pustułka. Rozkład obserwacji i liczby osobników korzystających z farmy jako miejsca polowań przedstawiono w tabeli 13, natomiast liczbę obserwacji i liczbę osobników ptaków odpoczywających/czatujących – w tabeli 14.

Tabela 13. Liczba obserwacji i liczba osobników ptaków drapieżnych wykorzystujących obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów jako miejsce polowań. N obs. – liczba obserwacji, % obs. – procent obserwacji, N os. – liczba osobników, % os. – procent osobników

Lp.	Gatunek	N obs.	% obs.	N os.	% os.
1	blotniak stawowy <i>Circus aeruginosus</i>	13	5,1	21	7,7
2	jastrząb <i>Accipiter gentilis</i>	6	2,4	6	2,2
3	kania czarna <i>Milvus migrans</i>	6	2,4	7	2,6
4	kania ruda <i>Milvus milvus</i>	28	11,0	28	10,3
5	krogulec <i>Accipiter nisus</i>	21	8,3	2	0,7
6	myszołów <i>Buteo buteo</i>	48	18,9	53	19,6
7	myszołów włochaty <i>Buteo lagopus</i>	2	0,8	2	0,7
8	pustułka <i>Falco tinnunculus</i>	130	51,2	152	56,1
Łącznie		254	100,0	271	100,0

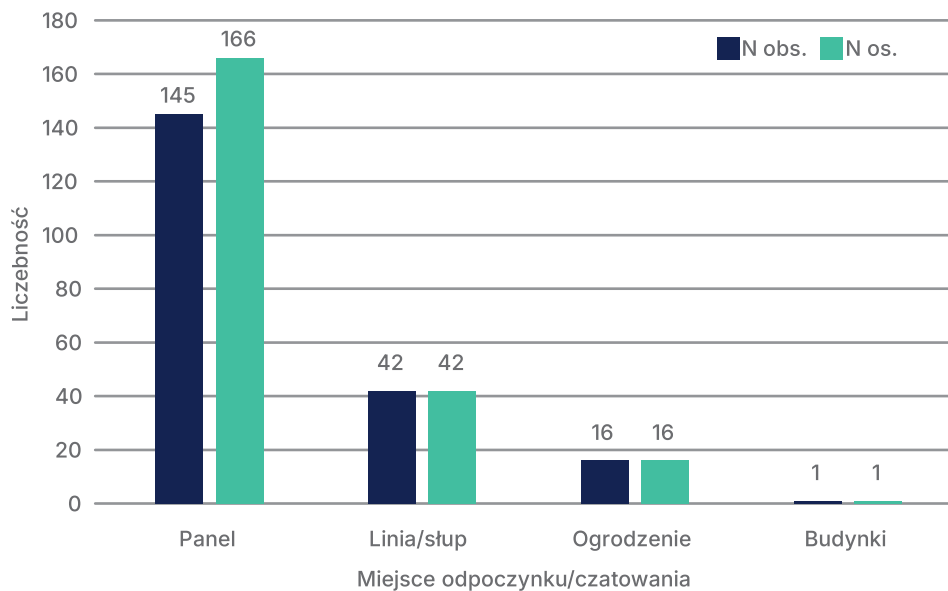
Tabela 14. Liczba obserwacji i liczba osobników ptaków drapieżnych wykorzystujących obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów jako miejsce odpoczynku/czatowania. N obs. – liczba obserwacji, % obs. – procent obserwacji, N os. – liczba osobników, % os. – procent osobników

Lp.	Gatunek	N obs.	% obs.	N os.	% os.
1	krogulec <i>Accipiter nisus</i>	1	0,5	1	0,4
2	myszołów <i>Buteo buteo</i>	119	58,3	131	58,2
3	myszołów włochaty <i>Buteo lagopus</i>	1	0,5	1	0,4
4	pustułka <i>Falco tinnunculus</i>	82	40,2	91	40,4
5	kania ruda <i>Milvus milvus</i>	1	0,5	1	0,4
Łącznie		204	100,0	225	100,0

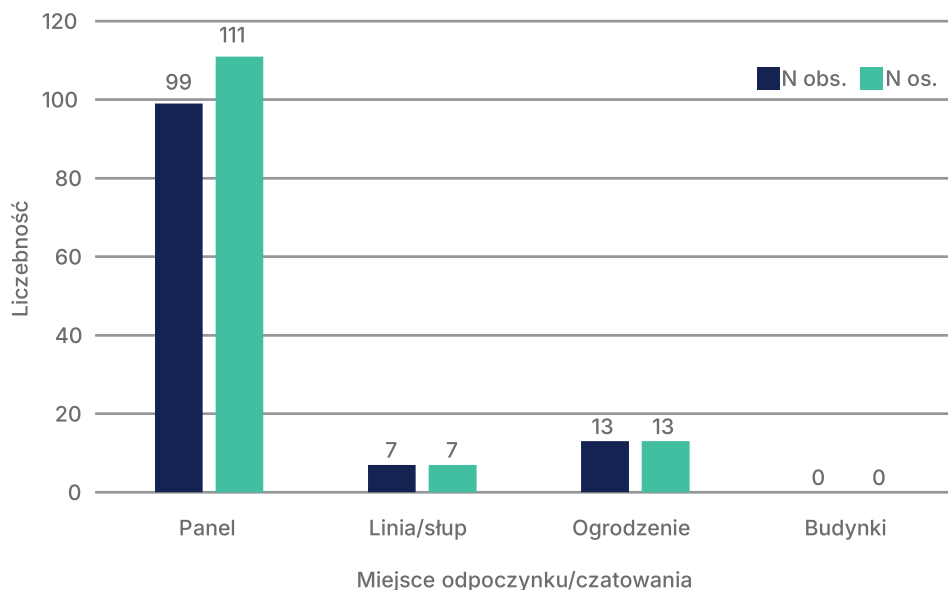
Odpoczywające i/lub czatujące ptaki drapieżne (5 gatunków – tab. 14) obserwowano na kilku elementach infrastruktury farm fotowoltaicznych. Były to panele, ogrodzenie, budynki oraz słupy/linie elektroenergetyczne przebiegające przez obszar farmy. Rozkład obserwacji i osobników ptaków drapieżnych widywanych na poszczególnych elementach infrastruktury przedstawiono na rycinie 4. Natomiast wykorzystywanie poszczególnych elementów infrastruktury farm przez dwa najliczniejsze gatunki (myszołów i pustułka) pokazano na rycinach 5 i 6.

W poszczególnych miesiącach rocznych badań na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych obserwowano od 2 do 7 gatunków ptaków drapieżnych, a największa różnorodność notowana była w okresie od kwietnia do czerwca i w sierpniu (ryc. 7). W okresie od kwietnia do października rozkład liczby obserwacji i liczebności ptaków drapieżnych był bardzo podobny. Najmniej licznie ptaki drapieżne widywano w miesiącach zimowych od grudnia do marca.

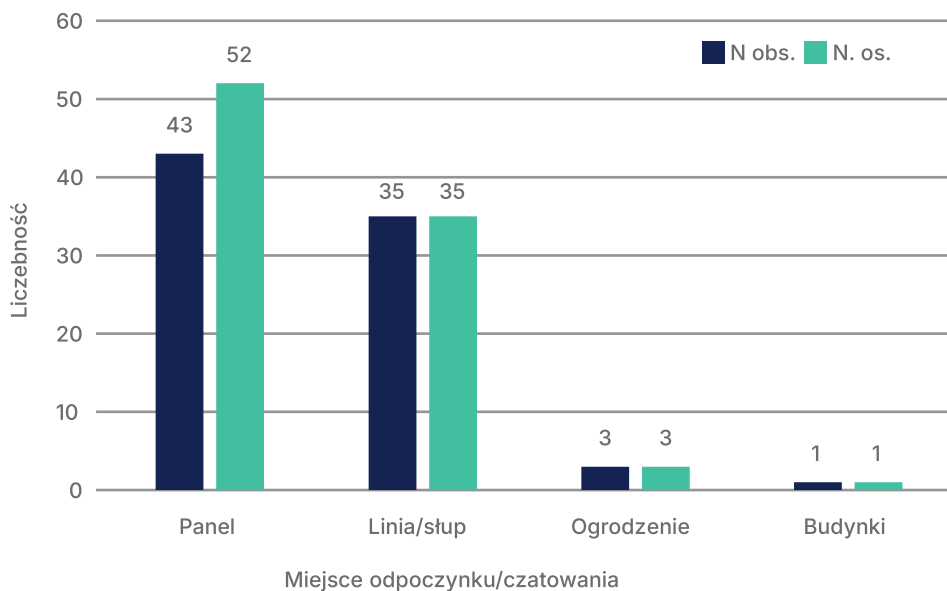
Obraz występowania dwóch najliczniejszych gatunków w obrębie farmy był różny. Liczba obserwacji i liczebność myszotowa wzrastała od sierpnia i wysoki poziom utrzymywał się do stycznia (ryc. 8). Było to zależne od wzrostu liczebności



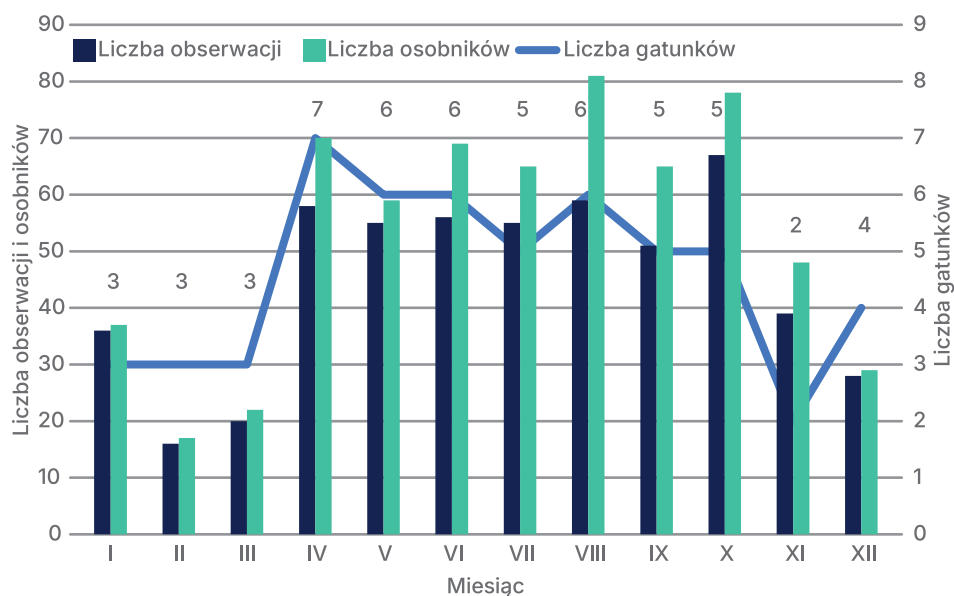
Ryc. 4. Rozkład obserwacji i osobników ptaków drapieżnych (wszystkie gatunki łącznie) widywanych na poszczególnych elementach infrastruktury Zespołu Farm Fotowoltaicznych. N obs. – liczba obserwacji, N os. – liczba osobników



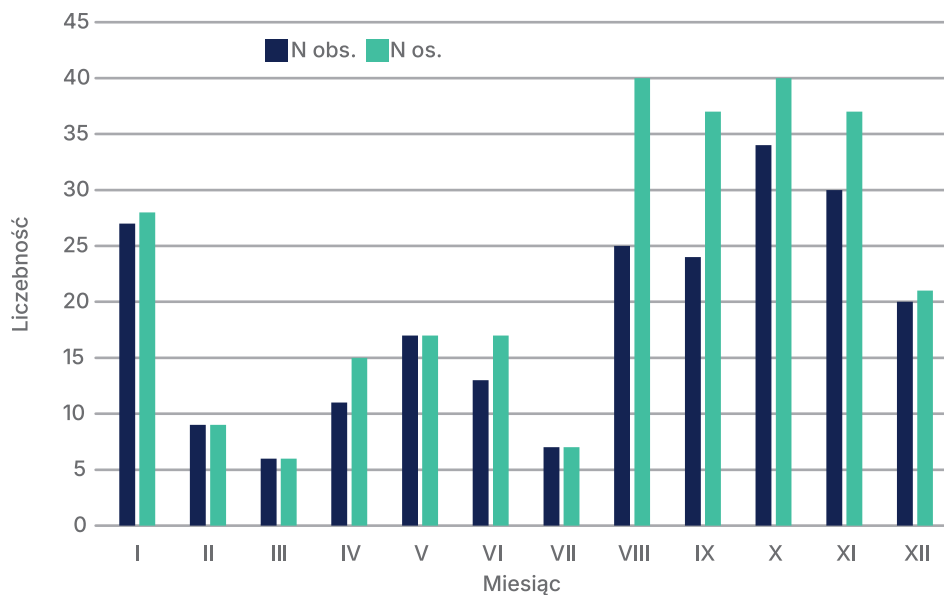
Ryc. 5. Rozkład obserwacji i osobników myszołłowów *Buteo buteo* widywanych na poszczególnych elementach infrastruktury Zespołu Farm Fotowoltaicznych. N obs. – liczba obserwacji, N os. – liczba osobników



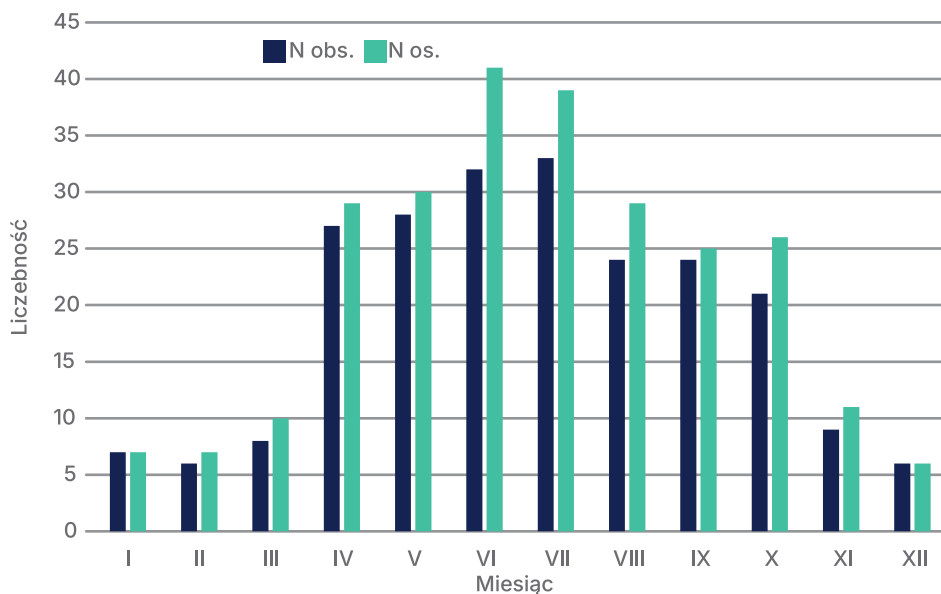
Ryc. 6. Rozkład obserwacji i osobników puszczyk *Falco tinnunculus* widywanych na poszczególnych elementach infrastruktury Zespołu Farm Fotowoltaicznych. N obs. – liczba obserwacji, N os. – liczba osobników



Ryc. 7. Rozkład liczb obserwacji, osobników i gatunków ptaków drapieżnych, wykazanych w poszczególnych miesiącach, na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów



Ryc. 8. Miesięczny rozkład liczby obserwacji (N obs.) i liczby osobników (N os.) myszolowa *Buteo buteo* w poszczególnych miesiącach na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów



Ryc. 9. Miesięczny rozkład liczby obserwacji (N obs.) i liczby osobników (N os.) pustutki *Falco tinnunculus* w poszczególnych miesiącach na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

w okresie dyspersji polęgowej, wędrówki oraz zimowania. W przypadku drugiego gatunku – pustułki – widoczny był wzrost obserwacji i liczebności od kwietnia do października (ryc. 9), związany prawdopodobnie z powrotem ptaków na lęgowiska (zabudowania i infrastruktura miasta Sulechowa), a następnie stałym wykorzystywaniem farmy jako miejsca żerowiska dla dorosłych ptaków karmiących pisklęta i od czerwca/lipca obecnością młodych ptaków.

Podsumowanie

Na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz w najbliższej okolicy, podczas rocznych obserwacji terenowych od kwietnia 2023 r. do maja 2024 r., wykazano 106 gatunków ptaków, z tego 58 to ptaki lęgowe. W obrębie farmy gniazdowało 14 gatunków, a kolejne 44 przystępowały do lęgów w najbliższym sąsiedztwie farmy. Najliczniejszym gatunkiem lęgowym był skowronek. Odnotowany skład gatunkowy farmy jest typowy dla środowisk krajobrazu rolniczego (pola uprawne z nielicznym udziałem zakrzewień). W zgrupowaniu awifauny dominowały ptaki zakładające gniazda na ziemi, w gęstej roślinności przy gruncie, a następnie gniazdujące w krzewach. Awifauna zdominowana była przez rozpowszechnione gatunki mające w Polsce status ptaków licznych i bardzo licznych. Cennym środowiskiem zwiększającym różnorodność awifauny są zlokalizowane między poszczególnymi farmami dwa oczka wodne, na których wykazano kilka gatunków ptaków wodnych.

Poza awifauną lęgową na obszarze Zespołu Farm i terenach przyległych obserwowano kolejne 48 gatunków ptaków niełgowych, które załatwały z sąsiedztwa, a także należały do gatunków wędrownych i/lub zimujących.

Jako miejsce żerowiskowe czy miejsce odpoczynku Zespół Farm Fotowoltaicznych wykorzystywały 42 gatunki (razem z ptakami lęgowymi na farmie). W okresie wędrówek i zimowania regularnie obserwowano większe stada ptaków kilkunastu gatunków. Infrastruktura farm fotowoltaicznych (ogrodzenie, panele, stelaże, kamery, budynki) stanowiła miejsce odpoczynku, czatowni, śpiewu dla 32 gatunków.

W obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów stwierdzono występowanie 9 gatunków ptaków drapieżnych. Najczęściej i najliczniej obserwowanymi gatunkami były: myszołów, pustułka, kania ruda i błotniak stawowy. Maksymalnie na terenie farmy stwierdzono do 6 osobników myszołowa i do 4 osobników pustułki. Bezpośrednie wykorzystywanie terenu farm odnotowano w przypadku 81,3% obserwacji. Były to ptaki polujące (żerujące) i odpoczywające/czatujące na elementach infrastruktury farmy (linia, słupy, panele, ogrodzenie i budynki). Stwierdzona aktywność ptaków drapieżnych na farmie była wysoka, a stopień użytkowania farmy na podobnym poziomie jak tereny sąsiednie (okoliczne pola i pobocza dróg). Wynika to przede wszystkim z faktu łatwej dostępności pokarmu, jakim są gryzonie.

Podsumowując, dobre zarządzanie Farmą Fotowoltaiczną Sulechów, na której tworzy się dogodne siedliska dla różnych grup zwierząt – co jest wynikiem odpowiedniej szaty roślinnej – jest podstawą do powstawania rozbudowanych sieci zależności pokarmowych. Czynniki te sprzyjają występowaniu organizmów różnych

grup ekologicznych, co przyczynia się do funkcjonowania farmy fotowoltaicznej jako pełnego ekosystemu. Sytuacja taka przekłada się na wysoką różnorodność awifauny, reprezentowanej przez wiele różnych rodzin ptaków.

W odniesieniu do literatury przedmiotu roczne obserwacje prowadzone na Farmie Fotowoltaicznej Sulechów potwierdziły, że obszar farmy może być i jest wykorzystywany jako siedlisko lęgowe dla kilkunastu gatunków ptaków. Obserwacje potwierdziły również, że teren farmy jest stale użytkowanym żerowiskiem dla wielu ptaków owadożernych i ziarnojadów, ale i terenem łowieckim dla kilku ptaków drapieżnych. Nie stwierdzono prób czy faktu zakładania gniazd przez ptaki na instalacjach farmy (stelaże pod panele), co wykazywane było na niektórych obiektach w Niemczech. Nie odnotowano też przypadku śmierci ptaków wynikających z kolizji z panelami. Czynniki te wymieniane są jako negatywne oddziaływanie farm na ptaki. Wyniki rocznego monitoringu prowadzonego na farmie wpisują się i potwierdzają spostrzeżenia z monitoringu farm fotowoltaicznych w Niemczech, gdzie pokazano, że dobrze zarządzany i zaprojektowany obiekt przynosi korzyści lokalnym populacjom ptaków.

Wyniki rocznych badań awifauny można porównać z podobnymi badaniami na farmach fotowoltaicznych w okolicach Zgorzelca (5 farm fotowoltaicznych ZKlastra, badania w latach 2022–2023) (Bena 2024). W obrębie badanych farm wykazano 94 gatunki ptaków. Na obszarze farm wraz z przylegającym 100-metrowym buforem stwierdzono gniazdowanie lub prawdopodobne gniazdowanie 58 gatunków, a za lęgowe w obrębie farm uznano 30 gatunków. Analogicznie w Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów wykazano 106 gatunków, z tego 58 to ptaki lęgowe (Farma i bufor 200 m), a w obrębie farm gniazdowało 14 gatunków. Łączne liczby wykazanych gatunków są podobne, jedynie różnorodność gatunkowa awifauny gniazdującej bezpośrednio w granicach farm była większa w okolicach Zgorzelca. Na obu badanych zespołach farm dominowały gatunki ptaków związane z terenami otwartymi oraz niewielkimi zakrzewieniami i zadrzewieniami. W obu przypadkach badania zgrupowań ptaków nie były realizowane przed wybudowaniem farm fotowoltaicznych, co uniemożliwia porównanie uzyskanych wyników z sytuacją, kiedy tereny były użytkowane rolniczo.

7. Ssaki

Ingerencja człowieka w środowisko przyrodnicze na Ziemi jest z roku na rok coraz bardziej intensywna. Pozyskiwanie nowych terenów pod zabudowę, rolnictwo, komunikację, pozyskiwanie energii z nieodnawialnych źródeł itp. powoduje zubożenie różnorodności biologicznej na różnych jej poziomach. Działalność człowieka przyczynia się do fragmentacji krajobrazu, co z kolei powoduje przekształcanie siedlisk wielu gatunków, w tym ssaków (Burton i in. 2024). Dla niektórych gatunków ssaków przekształcenia środowiska życia mogą przyczynić się do całkowitego zaniku ich populacji w danym rejonie. Efekt ten może być minimalizowany poprzez rozwój i ochronę korytarzy ekologicznych – nienaruszalnych systemów połączeń pomiędzy płatami danych siedlisk w krajobrazie danego regionu. Z drugiej strony obserwujemy przystosowywanie się wybranych gatunków do życia w środowisku antropogenicznym, plastyczność w wyborze miejsc żerowania, rozrodu lub odpoczynku i migracji. Na przykład coraz częściej notuje się obserwacje łosi *Alces alces*, saren *Capreolus capreolus*, dzików euroazjatyckich *Sus scrofa* czy lisów rudyh *Vulpes vulpes* w środowisku zurbanizowanym. Oczywiście coraz częściej obserwujemy również wynikające z tego konflikty na linii człowiek–przyroda, ale zwierzęta w złożonym, przekształconym ekosystemie szukają swojej niszy ekologicznej do życia i rozwoju.

Na przestrzeni ostatnich 10 lat zauważalny jest w Polsce wyraźny rozwój pozyskiwania energii z odnawialnych źródeł, a udział terenów rolniczych, takich jak pola, łąki, pastwiska i nieużytki, wykorzystywanych w celu pozyskiwania energii odnawialnej systematycznie wzrasta. W przypadku posadowienia na takim obszarze elektrowni wiatrowych zmiany środowiskowe ograniczają się do punktowych przekształceń terenu w miejscach posadowienia turbin wiatrowych oraz powierzchniowych przekształceń w trakcie budowy dróg i czasowych placów montażowych, jednakże nie są to zmiany wielkopowierzchniowe. Farmy fotowoltaiczne mogą zajmować duże powierzchnie i jeśli są ogrodzone jednym, łącznym ogrodzeniem, mogą ograniczać migrację dużych ssaków, dlatego zaleca się podział na kilka zespołów farm osobno wygrodzonych. Tereny takie mogą stanowić dla ssaków atrakcyjne miejsca rozwoju, niektórym gatunkom dają schronienie lub miejsce żerowiskowe. Co więcej, dzięki ogrodzeniom farm fotowoltaicznych obecność ludzi w takim środowisku jest minimalna i bardzo rzadka, co jest korzystne z punktu populacji zwierząt. Jednostki administracyjne zarządzające dziką przyrodą oraz kreujące ład przestrzenny gmin,



Fot. 25. Detektor ultradźwiękowy umieszczony w skrzynce dla ptaków w centralnej części Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. O. Ciebiera) (zob. ryc. 2)

powiatów i województw (np. w postaci miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego lub zintegrowanych planów inwestycyjnych) powinny wziąć pod uwagę nierówną wrażliwość różnych gatunków ssaków w interakcjach między człowiekiem a dziką przyrodą wzdłuż gradientów wpływu człowieka.

Badania nad teriofauną Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów skupiały się na poznaniu składu gatunkowego ssaków, które mogą wykorzystywać teren farmy fotowoltaicznej do różnych celów i z różną intensywnością. Główną metodą inwentaryzacji były obserwacje wizualne zwierząt aktywnych, śladów ich bytowania, rejestracja odchodów, śladów łap, zgryzów, rejestracja zwierząt na drogach porzucanych przez drapieżniki lub zabitych przez pojazdy oraz wyszukiwanie kryjówek i kolonii rozrodczych nietoperzy. Obserwacje prowadzono od kwietnia 2023 r. do maja 2024 r. Dodatkowo na terenie Zespołu Farm została zainstalowana fotopułapka firmy Bushnell, która pracowała w przez cały okres badań w różnych miejscach farm. Badania nietoperzy były oparte na nagrywaniu ich głosów echolokacyjnych w okresie od 6 kwietnia 2023 r. do 15 listopada 2023 r. oraz od 15 marca 2024 r. do 5 kwietnia 2024 r. Detektor umieszczono w centrum Zespołu Farm Fotowoltaicznych, na wysokości około 4 m nad poziomem terenu i około 2 m nad górną krawędzią paneli fotowoltaicznych (fot. 25). Do prowadzenia nasłuchu wykorzystany był detektor EM3+ produkcji Wildlife Acoustics Inc., USA – szerokopasmowy recorder do automatycznego filtrowania z tła ultradźwiękowego głosów nietoperzy oraz ich rejestracji w pamięci urządzenia. Następnie dźwięki te rozpoznawano przy użyciu aplikacji do analizy dźwięków: Kaleidoscope firmy Wildlife Acoustics Inc. (USA) i weryfikowane były z dostępną literaturą tematu (m.in. Sachanowicz, Ciechanowski 2005, Russ 2012, Barataud 2015, Russ 2021). Za jednostkę aktywności nietoperzy uznawano pojedynczy przelot nietoperza albo zarejestrowaną nieprzerwaną sekwencję sygnałów echolokacyjnych jednego osobnika, o długości od jednego impulsu do 5 sekund. Badania monitoringowe objęły okres całego roku, który został podzielony na poszczególne okresy fenologiczne. Za okres *Opuszczania zimowisk nietoperzy* (I) przyjęto termin od 15 do 31 marca, za okres *Wiosennych migracji, tworzenia kolonii rozrodczych* (II) przyjęto termin od 1 kwietnia do 30 maja, za okres *Rozrodu* przyjęto termin od 1 czerwca do 31 lipca, za okres *Rozpadu kolonii rozrodczych i początku jesiennych migracji, rojenie* (III) przyjęto termin od 1 sierpnia do 15 września, za okres *Migracji jesiennych* (IV) przyjęto termin od 16 września do 31 października, za okres *Początku hibernacji* (VI) przyjęto termin od 1 do 15 listopada. Dodatkowo w czasie wybranych nocy dokonano obserwacji przestrzeni farmy z użyciem kamery IR w celu określenia sposobu wykorzystania przez nietoperze przestrzeni nad panelami fotowoltaicznymi.

Fauna ssaków województwa lubuskiego obejmuje 72 gatunki (Ważna i in. 2008). Ich rozmieszczenie zdeterminowane jest różnorodnością geograficzną regionu, zagospodarowaniem terenu, stopniem przekształcenia lasów i stanem zachowania naturalnych biotopów. W obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych zinventaryzowano 21 gatunków ssaków oraz osobniki należące do trzech rodzajów (*Erinaceus*, *Plecotus*, *Myotis*) (tab. 15).

Tabela 15. Lista gatunków ssaków stwierdzonych w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz ich status ochrony w Polsce: OŚ – ochrona ścisła, OCZ – ochrona częściowa, N2000 – gatunek ujęty w załączniku II Dyrektywy Siedliskowej. CzK – polska czerwona księga zwierząt: LC – gatunek najmniejszej troski, NN – gatunek o nieokreślonym zagrożeniu

Lp.	Gatunek	Status ochrony
1	jeż <i>Erinaceus</i> sp.	OCZ
2	kret <i>Talpa europaea</i>	OCZ
3	ryjówka aksamitna <i>Sorex araneus</i>	OCZ
4	nocek rudy <i>Myotis daubentonii</i>	OŚ
5	nocek natterera <i>Myotis nattereri</i>	OŚ
6	nietoperze z rodzaju <i>Myotis</i> (nocki)	OŚ
7	borowiec wielki <i>Nyctalus noctula</i>	OŚ
8	karlik malutki <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	OŚ
9	karlik drobny <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	OŚ
10	karlik większy <i>Pipistrellus nathusii</i>	OŚ
11	mroczak posrebrzany <i>Vespertilio murinus</i>	OŚ, CzK-LC
12	mroczek późny <i>Eptesicus serotinus</i>	OŚ
13	mopek zachodni <i>Barbastella barbastellus</i>	OŚ, N2000, CzK-NN
14	nietoperze z rodzaju <i>Plecotus</i> (gacki)	OŚ
15	nietoperze z grupy <i>Nyctalus+Vespertilio+Eptesicus</i>	OŚ
16	zając szarak <i>Lepus europaeus</i>	
17	karczownik ziemnowodny <i>Arvicola amphibius</i>	OCZ
18	nornik zwyczajny <i>Microtus arvalis</i>	
19	mysz polna <i>Apodemus agrarius</i>	
20	lis rudy <i>Vulpes vulpes</i>	
21	borsuk <i>Meles meles</i>	
22	kuna domowa <i>Martes foina</i>	
23	sarna <i>Capreolus capreolus</i>	
24	dzik euroazjatycki <i>Sus scrofa</i>	

Jeż *Erinaceus* sp.

Jeż jest gatunkiem ssaka z rzędu jeżokształtnych. W Polsce występują dwa podgatunki lub taksony zakwalifikowane przez niektórych badaczy do odrębnych gatunków: jeż zachodni *Erinaceus europaeus* i wschodni *E. concolor*. Oprócz cech genetycznych, różnią się zasięgiem występowania, ale w województwie lubuskim odnotowano oba te gatunki (Ważna i in. 2008). W Europie obserwuje się spadek liczebności obu gatunków jeży ze względu na przekształcenia antropogeniczne i śmiertelność na drogach (Williams i in. 2018, Zacharopoulou i in. 2022). Jeże



Fot. 26. Jeż *Erinaceus* sp. – sporadycznie spotykany na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. P. Czechowski)

zasiedlają głównie lasy liściaste z bogatym podszytem, parki, ogrody, sady. Można je spotkać na obrzeżach terenów zabudowanych. Żywią się głównie dżdżownicami, ślimakami, owadami, jajami i pisklętami ptaków naziemnych, drobnymi gryzoniami, których gniazda potrafią rozkopać, oraz pokarmem roślinnym. Na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych jeż występował w części zachodniej w okolicach zarośniętego cieku wodnego (fot. 26). Ssaki te na farmie fotowoltaicznej mogą znaleźć schronienie i zacienione miejsca pod panelami fotowoltaicznymi, choć nie obserwowano ich w centrum instalacji. Wykorzystują tereny ekotonowe, prawdopodobnie podczas poszukiwania pożywienia rozkopują nory norników, których zagęszczenia na farmie są wysokie. Mogą migrować przez ogrodzenie w miejscach podkopanych przez inne zwierzęta, ubytkach w siatce i pod bramami wjazdowymi. W krajobrazie rolniczym mogą wykorzystywać zaprojektowane ciągi krzewów, jednakże zawsze z dostępem do większego zadrzewienia śródpolnego, sadu, parku itp.

Kret *Talpa europaea*

Kret występuje na terenie całego kraju. Zamieszkuje szeroki zakres siedlisk i jest bardziej rozpowszechniony na nizinnych użytkach zielonych, w lasach liściastych i na gruntach ornym. Najnowsze publikacje wskazują, że jego występowanie może być ograniczone przez silnie kwaśne gleby, które nie są korzystne dla rozwoju

dżdżownic – głównego pożywienia kretów (Fellowes i in. 2020). Unika podmokłych, kamienistych i piaszczystych gleb, w których drążenie korytarzy jest niemożliwe lub niekorzystne. Występuje na terenach zurbanizowanych, w parkach, na trawnikach i innych terenach zielonych. Łatwo wykryć jego obecność dzięki widocznym kretowiskom, choć same osobniki są widywane rzadko. Jest gatunkiem terytorialnym. Stwierdzono bardzo wyraźną tendencję kretów do zajmowania obszarów w obrębie pól uprawnych w pobliżu granic pól z szerokimi poboczami zawierającymi zbiorowiska ruderalne i leśne z rozległą strefą ekotonów (Żurawska, Barczak 2012). Kret potrafi kopać swoje korytarze z prędkością około 12–15 m na godzinę. Latem jego chodniki usytuowane są płycej, a zimą głębiej. Kret nie zapada w sen zimowy. W krajobrazie rolniczym krety preferują sąsiedztwo lasów mieszanych, szerokich dróg gruntowych, dróg asfaltowych z szerokimi poboczami, zatem z miejscami o charakterze nieużytków z bogatą pokrywą roślinną. W takich środowiskach mogą szukać schronienia pomiędzy korzeniami, a na tereny łowisk wybierają pola uprawne (fot. 27). Podobne obserwacje odnotowaliśmy w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów, gdzie kopce kreta znajdowały się na obszarze samej instalacji oraz tuż za ogrodzeniem, na sąsiednich polach, na których uprawiane były zboża i kukurydza.

Fot. 27. Kret *Talpa europaea* chętnie zasiedla tereny Zespołu Farm, jako żerowiska wybiera obszary rolnicze (fot. O. Ciebiera)



Ryjówka aksamitna *Sorex araneus*

Ryjówka jest ssakiem rozpowszechnionym w całej Polsce, a na tereny swojego występowania wybiera głównie lasy liściaste i mieszane z bogatym podszytem, doliny rzeczne, łąki, zadrzewienia śródpolne, parki i sady. Ze względu na postępującą homogenizację siedlisk, chemizację rolnictwa powodującą redukcję bezkręgowców w środowisku, uważa się, że jej liczebność w Europie maleje szczególnie na terenach rolniczych (Dokulilová, Suchomel 2017). Żywi się głównie dżdżownicami, owadami, ślimakami, pająkami. Ryjówka jest dobrym bioindykatorem jakości ekosystemu. Podczas prowadzenia obserwacji odnotowano jednego martwego osobnika na drodze pomiędzy poszczególnymi sekcjami Zespołu Farm Fotowoltaicznych w okolicach zbiorników wodnych i zakrzaczeń. Choć sam obszar posadowienia paneli nie wydaje się szczególnie atrakcyjny dla ryjówki, okolice farmy z zadrzewieniami, roślinnością krzewiastą lub sąsiednie zadrzewienia, szczególnie te ze zbiornikami wodnymi, są dogodnymi dla niej siedliskami. Projektując farmy fotowoltaiczne, warto zwrócić uwagę na takie rozmieszczenie roślinności ostanającej, która umożliwi zachowanie ciągłości korytarzy ekologicznych między innymi dla tego gatunku lub wspomogę rozwój jego siedlisk.

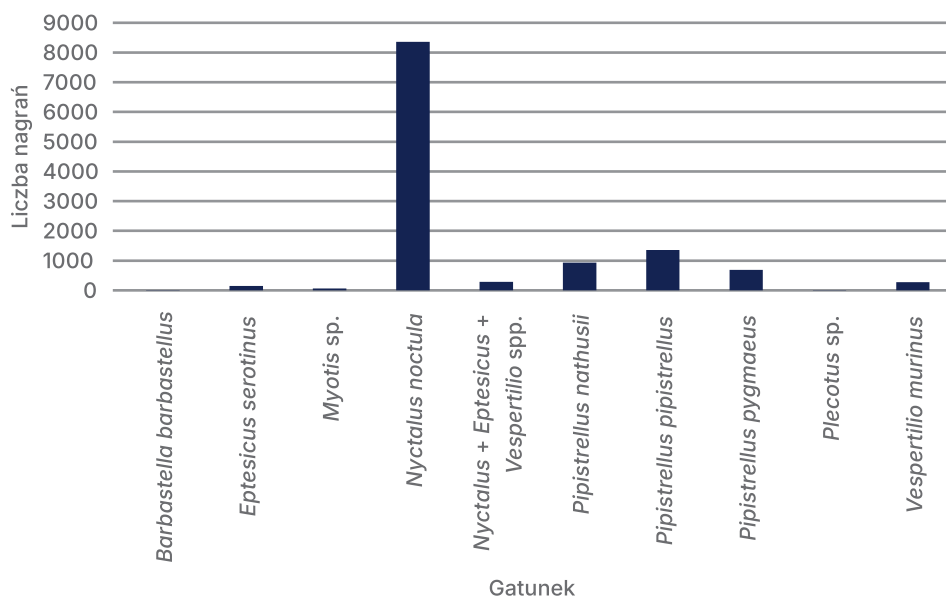
Nietoperze Chirpotera

Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów położony jest w krajobrazie rolniczym (graniczy z nim od południa i wschodu) i częściowo antropogenicznym (od północy graniczy z miastem Sulechovem, a od zachodu z drogą szybkiego ruchu S3). Dodatkowo na terenie samej farmy, która podzielona jest na kilka sektorów, oraz w jej najbliższych okolicach występuje duża różnorodność siedlisk: istnieją ciek i zbiorniki wodne z różnorodną roślinnością zapewniającą dużą ilość pokarmu dla nietoperzy, występują zadrzewienia w postaci szpalerów drzew przydrożnych oraz w niedalekiej odległości istnieją zadrzewienia śródpolne w różnych klasach wieku oraz o różnych składach gatunkowych dominujących drzew (sosna *Pinus sylvestris*, olsza *Alnus* sp., dąb *Quercus* sp.). Taka mozaika siedlisk z pewnością czyni ten rejon atrakcyjnym dla nietoperzy. Celem badań nad chiropterofauną było określenie stopnia wykorzystania przestrzeni Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów przez nietoperze.

Dzięki zastosowanej metodzie detekcji głosów echolokacyjnych łącznie zanotowano 12 127 jednostek aktywności nietoperzy w całym okresie badawczym (tab. 16). Dominował borowiec wielki *Nyctalus noctula* (68,9% stwierdzeń) oraz karliki: małutki *Pipistrellus pipistrellus* (11,2%), większy *P. nathusii* (7,7%), drobny *P. pygmaeus* (5,6%). Pozostałe taksony łącznie stanowiły 6,6% zgrupowania i były notowane sporadycznie (tab. 16, ryc. 10). Skład gatunkowy i liczebność jednostek aktywności nietoperzy na obszarze Zespołu Farm są typowe dla mozaikowego krajobrazu rolniczego województwa lubuskiego (por. monitoringi przyrodnicze dla farm wiatrowych w województwie lubuskim). Borowiec wielki jest gatunkiem związanym z lasami, dolinami rzecznyymi, dużymi parkami i ogrodami, gdzie tworzy kolonie

Tabela 16. Nietoperze wykazane w Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów

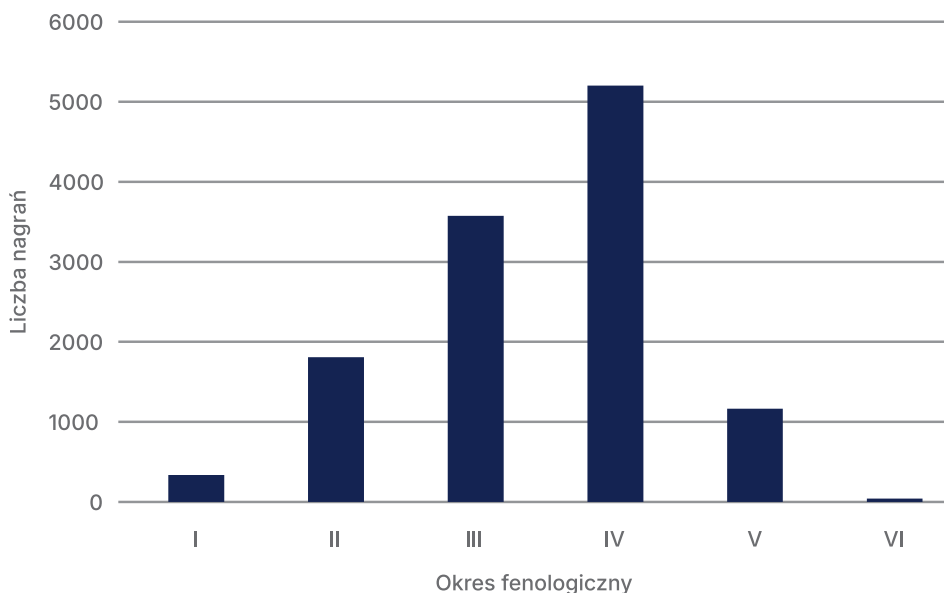
Lp.	Gatunek	Liczba nagrań	Udział [%]
1	mopek zachodni <i>Barbastella barbastellus</i>	7	0,1%
2	mroczek późny <i>Eptesicus serotinus</i>	147	1,2%
3	nocek rudy <i>Myotis daubentonii</i>	40	0,3%
4	nocek duży <i>Myotis myotis</i>	10	0,1%
5	nocek natterera <i>Myotis nattereri</i>	2	0,0%
6	nietoperze z rodzaju <i>Myotis</i> (nocki)	9	0,1%
7	borowiec wielki <i>Nyctalus noctula</i>	8360	68,9%
8	nietoperze z grupy <i>Nyctalus+Vespertilio+Eptesicus</i>	289	2,4%
9	karlik większy <i>Pipistrellus nathusii</i>	935	7,7%
10	karlik malutki <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1354	11,2%
11	karlik drobny <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	684	5,6%
12	nietoperze z rodzaju <i>Plecotus</i> (gacki)	11	0,1%
13	mroczak posrebrzany <i>Vespertilio murinus</i>	279	2,3%
Razem		12127	100,0%

**Ryc. 10.** Skład gatunkowy nietoperzy Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

rozrodcze. Występuje pospolicie na terenie całego kraju. Hibernuje w dziuplach drzew, szczelinach skalnych i jaskiniach. Latem zamieszkuje głównie dziuple drzew, strychy budynków oraz skrzynki dla ptaków i nietoperzy. Samice tworzą kolonie rozrodcze liczące od 7 do około 200 osobników. Samce natomiast w okresie letnim

żyją samotnie lub w małych koloniach. Na tereny polowań borowce chętnie wybierają doliny rzeczne, łąki i pastwiska, obszary nad dużymi zbiornikami wodnymi, luki drzewostanów oraz miejsca przy latarniach ulicznych. Żeruje w odległości do ponad 20 km od kryjówek. Odbywa długodystansowe sezonowe wędrówki. Niekiedy wędruje także w ciągu dnia w dużych grupach (Sachanowicz, Ciechanowski 2005, Furmankiewicz, Gottfried 2009). Kolejnymi gatunkami, które w bardzo wysokim stopniu wykorzystywały teren Zespołu Farm Fotowoltaicznych, były karliki: malutki, większy i drobny. Gatunki te występują w całym kraju i łączy je między innymi jedna cecha, a mianowicie środowisko żerowania: karliki chętnie żerują nad zbiornikami wodnymi, łąkami, na terenach rolniczych, wśród zabudowy wiejskiej, w pobliżu latarni, nad drogami i w lukach drzewostanu.

Najwięcej nietoperzy na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych występowało w okresie rozpadu kolonii rozrodczych i rojenia, czyli w okresie od 1 sierpnia do 15 września (ryc. 11). W nocy z 6 na 7 sierpnia wykryto maksymalną liczbę jednostek aktywności – 510. Wynika to z faktu przelotu młodych nietoperzy, które opuszczają kolonie rozrodcze znajdujące się w pobliskich zadrzewieniach śródpolnych, lasach, zabudowaniach itp., i rozpoczynają eksplorację dostępnych siedlisk, ucząc się żerować i poznawać teren. Z obserwacji prowadzonych przy użyciu kamery IR wynika, że nietoperze żerowały bezpośrednio nad panelami na różnych wysokościach – od



Ryc. 11. Występowanie nietoperzy w poszczególnych okresach fenologicznych na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Okres fenologiczny: I – opuszczanie zimowisk nietoperzy (15–31 marca), II – wiosenne migracje, tworzenie kolonii rozrodczych (1 kwietnia–30 maja), III – rozród (1 czerwca–31 lipca), IV – rozpad kolonii rozrodczych i początek jesiennych migracji, rojenie (1 sierpnia–15 września), V – migracje jesienne (16 września–31 października), VI – początek hibernacji (1–15 listopada)

1 m do kilkunastu metrów nad poziomem paneli, szczególnie często w okolicach miejsc, gdzie występują rowy odwadniające i zadrzewienia. Widziano również osobniki żerujące niżej pomiędzy rzędami paneli. Na terenie farm nie odnaleziono miejsc hibernacji i kolonii rozrodczych nietoperzy.

Dyskusja nad oddziaływaniem paneli na bioróżnorodność podejmowana była przez różnych autorów (Jessel, Kuler 2006, Herden i in. 2012, Harrison i in. 2017). Z jednej strony panele fotowoltaiczne mają pozytywny wpływ na bioróżnorodność na terenach rolniczych, zwłaszcza tam, gdzie różnorodność gatunkowa jest zastąpiona przez wielkohektarowe monokultury rolnicze, nie wywołując przy tym niekorzystnych efektów (Herden i in. 2012). Z drugiej zaś strony zmiana użytkowania gruntów, fragmentacja siedlisk, ogrodzenia, zmiany pokrycia terenu i zmiany hydrologiczne mają negatywny wpływ na ekosystemy i populacje (Hernandez i in. 2014, Pizzo 2011, Gielen i in. 2019, Tinsley i in. 2023). Istnieją naukowe dowody na to, że panele fotowoltaiczne odbijają światło spolaryzowane, które może przyciągać owady, a tym samym ptaki i nietoperze (Horváth i in. 2009, 2010). Jest to oddziaływanie korzystne dla populacji nietoperzy: polowanie nad panelami, nad którymi jest dużo więcej pokarmu, powoduje mniejsze straty energetyczne i może przyczyniać się np. do łatwiejszego wykarmienia młodych nietoperzy przez samice, tym samym do większego sukcesu rozrodczego. Z drugiej strony, nowoczesne badania w Wielkiej Brytanii przeprowadzone przez Tinsley i in. (2023) wskazują na to, że farmy fotowoltaiczne zlokalizowane w krajobrazie rolniczym mogą wpływać negatywnie na aktywność większości analizowanych grup gatunków nietoperzy i powodować utratę i fragmentację miejsc żerowiskowych i przemieszczania się. Badania te dotyczyły pospolitych gatunków, m.in. z rodzaju *Pipistrellus* (karliki) i *Nyctalus* (borowców), *Plecotus* (gacki) i *Myotis* (nocki), a zatem gatunków i rodzajów powszechnie występujących również w Polsce. Choć inne badania przeprowadzone przez Szabadi i in. (2023) na Węgrzech wskazują, że gatunki żyjące w przekształconym przez człowieka środowisku (borowiec wielki, przymroczek savięgo *Hypsugo savii*, karlik kuhla *Pipistrellus kuhlii*) chętnie wykorzystują farmy fotowoltaiczne, co oznacza, że dostosowały się do nowoczesnego krajobrazu w terenie. Niektóre badania naukowe pozwalają stwierdzić, że farmy fotowoltaiczne powodują większe zacienienie pod panelami oraz zubożenie biomasy roślinnej, co bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie biomasy bezkręgowców latających nad farmą, a w konsekwencji doprowadza do spadku aktywności żerowiskowej nietoperzy (Tinsley i in. 2023, Barré i in. 2024). Zatem wielkoskalowe budowanie naziemnych farm fotowoltaicznych na terenach żerowiskowych atrakcyjnych dla nietoperzy prawdopodobnie spowoduje obniżenie ich jakości (spadek biomasy owadów), co może przyczynić się do oddziaływania na lokalne populacje nietoperzy. Inaczej sytuacja wygląda w przypadku zlokalizowania farmy (przykład Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów) na terenach poddawanych intensywnym zabiegom agrotechnicznym (np. na obszarach rolnictwa intensywnego), gdzie elementy farmy wraz z działaniami wspierającymi bioróżnorodność mogą wpłynąć na zwiększenie lokalnych zasobów przyrodniczych. Badania pokazują, że różnorodność gatunkowa jest wyższa na mniej intensywnie uprawianych polach będących

jednocześnie siedliskami owadów (Duelli i in. 1999), a populacje stawonogów są najniższe tam, gdzie rolnictwo jest najbardziej intensywne (Benton i in. 2002). Do podstawowych czynników zmniejszających populacje owadów w krajobrazie rolniczym należy zaliczyć: zubożenie różnorodności upraw rolniczych, rolnictwo wielkoskalowe i wielkohektarowe, a przede wszystkim stosowanie pestycydów. Na tle monokulturowego krajobrazu wielkopowierzchniowych upraw, np. kukurydzy, obecność farm fotowoltaicznych z właściwie zarządzaną zielenią, łąkami kwiatnymi, fragmentami ugorowanymi, roślinnością ostonową oraz ekotonową roślinnością graniczną może okazać się ważnym obszarem rozwoju bezkręgowców, a co za tym idzie – istotnym żerowiskiem dla nietoperzy.

Kolejnym przewidywanym oddziaływaniem farm fotowoltaicznych na nietoperze była możliwość ich śmiertelności w wyniku kolizji z panelami. Może dziać się tak wtedy, gdy młode osobniki mylą panele fotowoltaiczne z taflą wody, choć zdarza się to rzadko i istnieją również dowody na to, że wybrane gatunki nietoperzy rozpoznają fakturę tafli wody (Greif, Siemers 2010, Russo i in. 2012, Greif i in. 2017). Podczas badań na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów przy okazji różnych wizyt i szczegółowego poszukiwania ofiar kolizji z panelami nie odnaleziono martwych ptaków i nietoperzy.

Zając szarak *Lepus europaeus*

Zając szarak jest szeroko rozpowszechnionym ssakiem w Polsce, żyjącym głównie na otwartym terenie rolniczym. Wykorzystuje trwałe użytki zielone oraz mozaikę pól, w których występują zboża ozime i rzepak. Zmiany, jakie zachodzą w rolnictwie wraz ze zwiększoną mechanizacją, stosowaniem pestycydów i przekształceniami w siedliskach, powodują, że jego europejska populacja maleje. Również w Polsce obserwuje się trend spadkowy (Gryz, Krauze-Gryz 2022). Największy wpływ na to mają: wzrost wielkości pól, homogenizacja upraw (głównie wielkopowierzchniowe uprawy kukurydzy), usuwanie obszarów z dziką roślinnością i stosowanie pestycydów (Sliwinski i in. 2019). W celu zapewnienia odpowiedniej liczby siedlisk i zwiększenia bioróżnorodności na polach stosuje się tzw. „pasy kwietne”, które skutecznie przyczyniają się do rozwoju lokalnych populacji zająca szaraka, co może być podstawą do odbudowy populacji europejskiej (Sliwinski i in. 2019). „Pasy kwietne” są wydzielonym obszarem o powierzchni 5–10% danego pola, umiejscowionym wśród pól. Składają się z wielu gatunków roślin rocznych i wieloletnich, pytko- i nektarodajnych. Podstawowym zadaniem „pasów kwietnych” jest zwiększenie różnorodności owadów zapylających oraz ogólne zwiększenie bioróżnorodności. Swoistego rodzaju „pasem kwietnym” może być powierzchnia odpowiednio utrzymywanej farmy fotowoltaicznej, która – choć ogrodzona – może stanowić ostoję dla zająca szaraka. Badania w Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów potwierdzają jego stałą obecność we wszystkich jej sekcjach przez cały rok (fot. 28). Zając, wykorzystując luki pomiędzy gruntem a siatką oraz przechodząc pod bramami wjazdowymi, łatwo dostaje się na teren farmy. Obserwowano osobniki, które w upalne dni odpoczywały pod panelami, chroniąc się także przed latającymi drapieżnikami.



Fot. 28. Zając szarak *Lepus europaeus* na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów jest stałym elementem fauny

Gryzonie Rodentia

Wśród gryzoni stwierdzonych na obszarze Zespołu Farm dominowały norniki *Microtus* sp., a wśród nich występował nornik zwyczajny *Microtus arvalis*. Stwierdzono również mysz polną *Apodemus agrarius* oraz jednego osobnika karczownika ziemnowodnego *Arvicola amphibius*. Ten ostatni związany jest z terenami podmokłymi, brzegami jezior i rzek. Przypadek jego wykrycia wynika raczej z obecności zbiorników wodnych pomiędzy sekcjami farmy fotowoltaicznej. Mysz polna jest gryzoniem notowanym na całym obszarze farmy, choć bardziej preferuje powierzchnie o większym uwilgotnieniu, strefy ekotonowe i obrzeża farmy. Podobnie jak w przypadku norników może występować masowo, wyrządzając szkody w uprawach.

Najliczniejszą grupą ssaków w obrębie badanego Zespołu Farm Fotowoltaicznych są jednak norniki, których nory i korytarze znajdują się na całym obszarze. Norniki występują w krajobrazie rolniczym Polski, ale wykorzystują głównie fragmenty obszarów półnaturalnych np. nieużytków, poboczy, obrzeży dróg i placów, żywopłoty, trawiaste pasy wzdłuż cieków wodnych, odłogi, ścierniska lub ugory. Pełnią bardzo ważną rolę w ekosystemie. Dzięki temu, że ich możliwości rozrodcze są tak wysokie (mogą mieć kilka (do 7) miotów w ciągu roku z 4–12 młodymi

w każdym miocie, po dwóch miesiącach młode mogą przystąpić do rozrodu), jednak często padają ofiarami zwierząt wielu gatunków, np. lisa, łasicy, gronostaja *Mustela erminea*, ptaków drapieżnych (myszołowa, pustułki), sów (płomykówki *Tyto alba*, uszatki *Asio otus*), srokosza, bocianów, kun, psów i kotów domowych. Norniki uważane są za szkodniki pól uprawnych, ponieważ w dużych liczebnościach mogą przenosić się na tereny żerowiskowe, jakimi są uprawy zbóż, a żywią się głównie zielonymi częściami roślin, nasionami, bulwami i korzeniami. Gromadzą zapasy na zimę w ilości nawet do 2 kg. Co ciekawe, duża populacja norników i wysokie ich zagęszczenie może doprowadzić do zaniku roślinności na danym obszarze. Dzieje się tak wtedy, gdy populacja drapieżników limitujących liczebność norników jest niewystarczająca do znacznej ich redukcji. Wtedy norniki przenoszą się, szukając nowego, odpowiedniego miejsca do życia. Zatem działania wspierające populacje ptaków drapieżnych i sów na farmach fotowoltaicznych oraz w ich pobliżu są bardzo istotne.

W celu poznania stopnia intensywności wykorzystania terenu przez norniki przeprowadzono badania w trzech typach środowisk: farmy fotowoltaicznej, poboczy dróg i pola obsianego lucerną. Względną intensywność wykorzystania danego siedliska przez norniki szacowano na podstawie liczby wykrytych wejść do nerek na powierzchni 100 m². W każdym typie środowiska losowo wybrano kilkadziesiąt powierzchni badawczych, które przebadano w kwietniu 2024 r. Po potwierdzeniu obecności norników poprzez wykrycie świeżych ścinków roślin lub świeżych odchodów (por. metoda opisana w publikacji Jareño i in. 2014) przystąpiono do wyszukiwania otworów wejściowych do nerek, które następnie zliczano na całej powierzchni badawczej. Wyniki przedstawiono w tabeli 17.

Tabela 17. Intensywność wykorzystania danego typu siedliska przez norniki *Microtus* sp. w trzech typach siedlisk

Typ siedliska	Liczba badanych poletek o pow. 100 m ²	Liczba wykrytych wejść do nerek ogółem	Minimum	Maksimum	Średnia	SD
Pobocza drogi S3 i DK 32	30	843	0	132	28,1	31,86
Lucerna	32	226	0	36	7,1	8,3
ZFF Sulechów	54	3222	11	146	60,8	27,81

Pośrednia metoda określenia stopnia intensywności wykorzystania siedliska przez norniki nie przedstawia konkretnych liczebności norników, ale dobitnie pokazuje, w jakim stopniu dany teren jest przez nie użytkowany. Obecność norników potwierdzono we wszystkich typach siedlisk, największą średnią liczbę wejść do nerek wykryto na farmie fotowoltaicznej, następnie w poboczach dróg, a najmniejszą na obszarze obsianym lucerną (tab. 17). Bardzo intensywne wykorzystanie Zespołu Farm Fotowoltaicznych jest wynikiem braku zabiegów agrarnych na jej terenie (grunt na farmie nie jest orany, jedynie koszony lekkim sprzętem). Norniki są aktywne cały

rok i całą dobę. Żyją w koloniach, kopią nory i głębokie korytarze. Na powierzchni ziemi wydeptują ścieżki.

Lis rudy *Vulpes vulpes*

Lis rudy świetnie przystosował się do środowiska przekształconego przez człowieka, od środowisk leśnych i polno-łąkowych do zurbanizowanych obszarów miast. W Polsce występuje na terenie całego kraju. Zazwyczaj zamieszkuje wybrane środowisko, ale może też prowadzić wędrowny tryb życia. Dorosłe osobniki mają rewiry, które różnią się wielkością w zależności od jakości środowiska. Wielkość terytorium wynosi od 0,30 km² do 8,6 km² (Goszczyński 2002), w zależności od zasobności obszaru w pokarm. Terytorium zamieszkuje dorosły samiec i jedna lub dwie samice z młodymi. Rodziny i pojedyncze osobniki żyją w norach ziemnych. Często też lisy mają awaryjne nory w obrębie swojego terytorium. Jedna nora może być używana przez kilka pokoleń. Lisy rude są wszystkożercami i padlinożercami, a ich dieta jest bardzo zróżnicowana. Żywią się głównie małymi gryzoniami, takimi jak norniki, myszy, ale także wykorzystują jako pokarm jaja ptaków, owady, gady, owoce. Na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz w sąsiedztwie żyje jedna rodzina lisów. Nory są zlokalizowane w różnych częściach farmy, głównie w części północnej, choć same osobniki przemierzają poszczególne sekcje farmy bez większych problemów. Łatwo przechodzą pod siatką lub korzystają z luk w ogrodzeniu. Farma fotowoltaiczna jest dla lisów bezpiecznym schronieniem z dostępem do dużej ilości pokarmu.

Borsuk europejski *Meles meles*

Borsuk jest ssakiem drapieżnym z rodziny łasicowatych, występuje powszechnie w całym kraju, a typowym jego siedliskiem są lasy liściaste i mieszane z bogatą warstwą podszytu. Jest wszystkożerny. Może tworzyć grupy społeczne złożone z kilku–kilkunastu osobników. Jego terytorium może dochodzić do kilkudziesięciu



Fot. 29. Borsuk *Meles meles* kopie głębokie nory na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

hektarów. Żyje w wykopanych przez siebie norach, które mogą osiągać znaczne rozmiary i kilka – lub nawet w szczególnych przypadkach – kilkadziesiąt wyjść awaryjnych. Nory przekazywane są z pokolenia na pokolenie. W Zespole Farm Fotowoltaicznych Sulechów znajduje się jedno stanowisko borsuka z przynajmniej dwoma osobnikami dorosłymi (fot. 29). Odnaleziono norę, która znajduje się pomiędzy rzędami paneli, ale borsuki penetrują całą okolicę w poszukiwaniu pokarmu.

Kuna domowa *Martes foina*

Kuna domowa występuje powszechnie w całej Polsce. Jest bardzo podobna do kuny leśnej *M. martes*, zamieszkującej przede wszystkim w starszych drzewostanach liściastych i mieszanych. Kuna domowa zasiedla różne typy siedlisk – od parków i zadrzewień, poprzez tereny otwarte, do obszarów zurbanizowanych. Prowadzi samotny tryb życia, a każdy osobnik ma swój określony rewir. Znaczący teren odchodami pozostawianymi w widocznych miejscach, np. na dużym kamieniu, powalonym drzewie itp. Na obszarze badanego Zespołu Farm oraz w jej bezpośrednim sąsiedztwie wykryto obecność kuny domowej. Gatunek ten poszukuje pożywienia pomiędzy panelami, ale trzyma się rejonów wilgotnych z istniejącymi zadrzewieniami – okolice istniejącego zbiornika wodnego oraz rowów.

Sarna *Capreolus capreolus*

Sarna jest szeroko rozpowszechniona w całej Polsce, występuje zarówno w środowisku leśnym, jak i na terenach otwartych – uprawach rolnych, łąkach, ugorach. Jest gatunkiem o wysokiej plastyczności, potrafi wykorzystywać tereny parków i ogrodów w centrach dużych miast (Jasińska i in. 2022). Najbardziej odpowiada jej mozaika niewielkich fragmentów zadrzewionych, łąk i terenów uprawnych. Prowadzi osiadły tryb życia i jest aktywna całą dobę, przebywa w grupach rodzinnych. Występowała na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych regularnie (fot. 30). Jednorazowo obserwowano samicę z młodym i samca bezpośrednio pomiędzy panelami. W upalne dni panele dają sarnie schronienie i zacienienie. Sarny trzymały się przez cały rok w jednej z sekcji farmy w części wschodniej. Dzięki istniejącym lukom w ogrodzeniu migrowały w obu kierunkach, zatem teren farmy był dla nich bezpiecznym i odpowiednim siedliskiem do życia. Występująca roślinność, lucerna i kombinacja gatunków łąkowych, była wystarczającą bazą żerowiskową dla tego gatunku.

Dzik euroazjatycki *Sus scrofa*

Dzik występuje powszechnie w całym kraju na terenie leśnym, rolniczym, a nawet miejskim. Coraz częściej spotykany jest na obrzeżach i w centrach miast, poszukując aktywnie pożywienia. Na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych nie był spotykany, ślady jego obecności w postaci buchtowisk, tropów i odchodów wykryto w sąsiedztwie, bezpośrednio przy ogrodzeniu farmy fotowoltaicznej.



Fot. 30. Sarny *Capreolus capreolus* obserwowane na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. P. Czechowski)

Dodatkowo na terenie farmy fotowoltaicznej i w jej pobliżu obserwowano koty domowe *Felis catus*, których obecność nie jest obojętna w stosunku do fauny owadów, gadów, drobnych ssaków i ptaków. Bardzo wysoce prawdopodobne jest również występowanie kilku jeszcze innych gatunków ssaków: łasicy *Mustela nivalis* polującej głównie na norniki, których na terenie farmy jest pod dostatkiem, szopa pracza *Procyon lotor* – wszędobyłskiego gatunku inwazyjnego oraz innych ssaków z grupy *Micromammalia*.

Podsumowując, Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów stanowi atrakcyjne miejsce dla różnych taksonów ssaków, jest dla nich żerowiskiem, a dla niektórych gatunków miejscem schronienia i rozrodu. Nie stanowi on również bariery w przemieszczaniu się dużych ssaków ze względu na podział obszaru na wygradzone sektory poszczególnych części farmy.

8. Wpływ na krajobraz

Krajobraz stanowi jeden z najważniejszych elementów otaczającej nas przestrzeni. To wielowymiarowa kategoria, obejmująca zarówno elementy przyrodnicze, jak i antropogeniczne, które wspólnie kształtują wizualne i przestrzenne cechy danego obszaru. Współistnieją w niej i wzajemnie na siebie oddziałują różnorodne komponenty, takie jak: rzeźba terenu, szata roślinna, sieć hydrologiczna oraz zabudowa. Krajobraz definiowany jest także jako ogólne wrażenie wizualne, jakie odbieramy, patrząc na dany obszar. Może to być widok na góry, lasy, pola uprawne, miasto czy wybrzeże. Składa się na niego wszystko, co widzimy wokół siebie – elementy naturalne, takie jak drzewa, rzeki i wzgórza, oraz te stworzone przez człowieka, takie jak np. zabudowania, drogi i mosty. Krajobraz stanowi integralny element środowiska życia człowieka: wpływa na jego zdrowie, samopoczucie i jakość życia, kształtuje doświadczenia i wspomnienia.

Znaczenie krajobrazu dla człowieka jest wieloaspektowe. Po pierwsze, pełni on funkcje ekologiczne, będąc siedliskiem licznych gatunków roślin i zwierząt, a także regulując obiegi wody i materii. Po drugie, ma wymiar kulturowy i historyczny, będąc nośnikiem dziedzictwa kulturowego i pamięci zbiorowej. Wreszcie, ma ogromne znaczenie estetyczne, wpływając na nasze doznania i odczucia, co z kolei oddziałuje na zdrowie psychiczne i fizyczne.

Chociaż krajobraz jest integralną częścią naszego codziennego życia, często pozostaje niezauważony, dopóki nie nastąpi w nim jakaś zmiana. Zmiany takie mogą być rezultatem działalności człowieka, np. urbanizacja, industrializacja czy intensyfikacja rolnictwa i prowadzić mogą do degradacji krajobrazu. Procesy te często skutkują utratą bioróżnorodności, zanieczyszczeniem środowiska, fragmentacją przestrzeni i zanikiem unikalnych cech krajobrazowych. Niewłaściwe planowanie przestrzenne oraz brak dbałości o dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze mogą prowadzić do zaniku charakterystycznych cech danego miejsca, co z kolei może wpływać negatywnie na jakość życia mieszkańców. W takich momentach zaczynamy dostrzegać, jak bardzo krajobraz wpływa na nasze życie i jak istotne jest jego zachowanie w odpowiednim stanie.

Ochrona krajobrazu jest więc kluczowa dla zachowania równowagi między rozwojem społeczno-gospodarczym a ochroną środowiska naturalnego i dziedzictwa kulturowego. Działania w tym zakresie obejmują zrównoważone planowanie przestrzenne, uwzględniające potrzeby ochrony przyrody i krajobrazu, a także edukację

społeczną i promowanie postaw proekologicznych. Dzięki temu możliwe jest zachowanie unikalnych wartości krajobrazowych dla przyszłych pokoleń, co przekłada się na jakość życia i zdrowie społeczeństwa.

Rozwinięcie pojęć

Krajobraz jest pojęciem złożonym, mającym liczne definicje. Słowo „krajobraz” używane jest w różnych dziedzinach nauk związanych z architekturą krajobrazu czy planowaniem przestrzennym, a jego istota była przedmiotem wielu syntez (np. Ostaszewska 2002, Wolski 2002, Chmielewski 2008, Pietrzak 2010, Richling, Solon 2011).

Starając się połączyć różne sposoby definiowania, należy wskazać, że krajobraz można utożsamiać z wycinkiem przestrzeni geograficznej, charakteryzującym się określoną strukturą elementów przyrodniczych i kulturowych, pozostających między sobą w związkach funkcjonalnych (Żarska 2011). Przestrzeń ta zależna jest od obecności człowieka, który ją obserwuje, ale także kształtuje w wyniku swoich działań lub ich braku, i nadaje mu swoje własne znaczenie (odczucia, jakimi go darzy, wspomnienia z nim związane itp.). To sprawia, że krajobraz nie jest pojęciem określonym jednoznacznie i niezmiennie. Ulega ciągłym wpływom przebywających w jego obrębie ludzi i nie da się go jednoznacznie i obiektywnie ocenić, ponieważ podczas oceny należy wziąć pod uwagę rolę, jaką odgrywa dla ludzi żyjących w jego obrębie. Struktura i funkcjonowanie krajobrazu są postrzegane przez ludzi wieloma zmysłami, w efekcie każdy krajobraz ma swój zapach, smak, dźwięk i wygląd, a do tego jest zmienny w czasie i przestrzeni. Istotne znaczenie podkreślane przez wielu badaczy ma też ewolucja krajobrazu, który zmienia się pod wpływem oddziaływania sił przyrody i antropopresji (Badora 2011).

Prawo polskie w różnych ustawach i rozporządzeniach również opisuje pojęcie krajobrazu. Szczególną uwagę warto zwrócić na zapis w ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, jak również w ustawie z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu, która definiuje „krajobraz” jako „postrzeganą przez ludzi przestrzeń, zawierającą elementy przyrodnicze lub wytwory cywilizacji, ukształtowaną w wyniku działania czynników naturalnych lub działalności człowieka”. Definicja ta koncentruje się na wizualnym aspekcie krajobrazu, który w uproszczeniu stanowi zbiór **pejzaży** określonego obszaru, którego odbiorcą jest obserwator. Odbiorca z własnej perspektywy określa przestrzeń, powierzchnię ziemi oglądaną z określonego punktu. Obraz widziany w ten sposób to **widok**.

Z powyższych akapitów wynika, że aspekt widoku z perspektywy człowieka odgrywa kluczową rolę w ocenach oddziaływania na krajobraz, a zmiana struktury widoku, będąca efektem jego działalności (np. realizacji jakiegoś przedsięwzięcia), będzie determinowała zarówno sposób prowadzenia, jak i wyniki oceny oddziaływania działalności człowieka na krajobraz.

Widok, który otacza obserwatora, możemy podzielić w zależności od tego, jaki wpływ wywiera on na osobę, która na niego patrzy. Krajobraz w pierwszej

strefie (I) – do 200 m od obserwatora, jest odbierany multisensorycznie i właśnie ten najbliższy obserwatorowi fragment otoczenia najistotniej wpływa na ogólny odbiór krajobrazu. Obiekty znajdujące się dalej niż 200 m od obserwatora (strefa II) – stanowią jedynie tło widoku i są odbierane tylko wzrokowo. Należy więc stwierdzić, że przebywając w pobliżu danego obiektu, reagujemy pozytywnie lub negatywnie na dany widok, w większym stopniu kierując się najbliższym otoczeniem (Wojciechowski 1986). Inne źródła wskazują natomiast, że człowiek widzi stereoskopowo do około 1200 m (Middleton 1957, Meienberg 1966) i że właśnie w tym zakresie występuje silniejsze oddziaływanie na obserwatora. Postrzeganie krajobrazu zależy również od indywidualnych cech obserwatora i cechuje się znacznym subiektywizmem. Tak więc poza pierwszym planem, gdzie obiekt może stanowić dominantę, w drugim, trzecim i dalszym planie obiekt z całą pewnością może być widoczny, ale nie musi koncentrować uwagi obserwatora. Istotnym elementem szeroko rozumianego pojęcia percepcji krajobrazu jest także **zasięg widoku**. Lange (1990) wskazuje, że im bliżej obserwatora znajduje się przeszkoda terenowa, tym bardziej ograniczone jest pole i zasięg widoku. Szczególne znaczenie ma to stwierdzenie w terenie zabudowanym i w pobliżu roślinności wysokiej (Lange 1990).

Wpływ farm fotowoltaicznych na krajobraz – analiza przypadku: Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów

Wpływ instalacji fotowoltaicznych na krajobraz to – obok zagrożenia hałasem i infraczłękami, emisją pola elektromagnetycznego, przekształceń powierzchni ziemi czy wpływu na biocenozę – jeden z rodzajów oddziaływań inwestycji tego typu na środowisko przyrodnicze i społeczne. Zagrożenia dla krajobrazu, związane z realizacją farm fotowoltaicznych, zgodnie z uwarunkowaniami prawnymi ochrony środowiska i przyrody, ochrony dóbr kultury, a także planowania i zagospodarowania przestrzennego, podlegają identyfikacji i ograniczeniu w warunkach rozwoju zrównoważonego (Badora 2017).

Krajobraz obejmuje zarówno elementy środowiska naturalnego i kulturowego, jak ich fizyczną kompozycję, aspekty historyczne, wizualne oraz postrzeganie całości przez człowieka. W rozważaniach tych skupiono uwagę głównie na **wizualnym** aspekcie oddziaływania instalacji fotowoltaicznych na krajobraz. Przedstawiono analizę zasięgu widoczności obszarowej obiektów wchodzących w skład Zespołu Farm wykonaną przy użyciu narzędzi GIS. Ponadto przy wykorzystaniu oprogramowania WindPro 4.0 (EMD 2023) przygotowano wizualizacje farmy fotowoltaicznej, przyjmując rzeczywiste wymiary instalacji. Wyniki analiz zostały następnie porównane ze stanem istniejącym w celu określenia, czy rezultaty analiz przedrealizacyjnych mają swoje odzwierciedlenie w stanie rzeczywistym.

Charakterystyka krajobrazu obszaru Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów i jej otoczenia

Fizjograficznie obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów położony jest w mezoregionie Pojezierze Łagowskie. Rozciąga się tutaj rozległa wysoczyzna, oddzielona od obszaru dolinnego Odry wysoką krawędzią. Jest to teren fałisty o genezie morenowej i wodnolodowcowej, na którym spotkać można rynny subglacialne, liczne zagłębienia wytopiskowe oraz mniejsze dolinki denudacyjne o płaskim dnie (Nowaczyk 1978). Lokalny krajobraz tworzy przede wszystkim mozaika pól uprawnych, łąk, terenów podmokłych i naturalnych cieków, obszarów leśnych (przede wszystkim siedliska borowe z dominującym tu gatunkiem sosny zwyczajnej oraz jedne z największych kompleksów drzewostanów robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* w Polsce w okolicy Nowego Świata i Górzycowa, lasy liściaste występują głównie w dolinie Odry, gdzie tworzą lasy łąkowe), a także zabudowa przemysłowa na obrzeżach Sulechowa wraz z towarzyszącą im roślinnością. Sieć komunikacyjna w okolicy jest dobrze rozwinięta. Od zachodu teren farmy sąsiaduje z drogą ekspresową S3, natomiast od północy z drogą krajową nr 32 (DK32). Obszar, na którym powstała elektrownia fotowoltaiczna, oraz powierzchnie z nim sąsiadujące to w większości obszary silnie przekształcone przez człowieka, co znacząco wpływa na charakter otaczającego krajobrazu. Znajdujące się tu pola uprawne powstały w sposób sztuczny, ukierunkowany na produkcję rolną. Jest to krajobraz antropogeniczny, charakteryzujący się dominacją terenów przekształconych pośród naturalnych elementów. Głównymi funkcjami krajobrazowymi są funkcje zaopatrzeniowe (produkcja rolna) oraz przemysłowo-energetyczne. Kompozycję otwartego krajobrazu budują przede wszystkim wnętrza krajobrazu rolniczego – pola uprawne z wpisanymi w tę przestrzeń obiektami antropogenicznymi, takimi jak pobliskie zakłady przemysłowe czy węzły drogowe. Zamknięcia tych wnętrz tworzą obszary leśne, zadrzewienia oraz sąsiadujące ciągi komunikacyjne fragmentami wyniesione ponad poziom okolicznego terenu. Zespół Farm Fotowoltaicznych leży na stosunkowo płaskim terenie bez widocznych wzgórz czy pagórków, na wysokości około 80–85 m n.p.m. Nie występują tu żadne charakterystyczne formy krajobrazowe. Tłem krajobrazowym środowiska wizualnego jest mozaikowy układ form użytkowania terenu: pola uprawne, kępy roślinności i zadrzewienia, cieków wodnych, a przy większej perspektywie także zwarte obszary leśnych, zabudowy przemysłowej czy rozproszonej zabudowy mieszkaniowej (fot. 31). Na miedzach oddzielających od siebie poszczególne pola występują zarówno zwarte zadrzewienia i skupiska krzewów, jak i pojedyncze drzewa oraz krzewy. Śródpolna roślinność, drzewa i krzewy przydrożne zlokalizowane wzdłuż dróg czy lokalnych cieków wodnych nadają krajobrazowi względnie zróżnicowany charakter i tworzą bariery widokowe.

Zgodnie z informacjami zamieszczonymi w Audycie krajobrazowym województwa lubuskiego (Zarząd Województwa Lubuskiego 2024), środowisko wizualne Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz terenów z nią sąsiadujących należy do jednostki krajobrazowej nr 966 i stanowi krajobraz przyrodniczo-kulturowy: wiejski



Fot. 31. Widok na Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów w kierunku północnym (fot O. Ciebiera)

z przewagą mozaikowo rozmieszczonych użytków rolnych tworzących pola średniej wielkości (podtyp B6d).

Dominanty krajobrazowe w pobliżu terenu farm stanowią: wsparta na wysokich słupach kratownicowych linia wysokiego napięcia (110kV Sulechów–Wolsztyn), a także w mniejszym stopniu wiadukty i fragmentami wyniesione nad okoliczny teren nasypy pobliskich ciągów komunikacyjnych. Na obszarze inwestycji i w jej bezpośrednim sąsiedztwie nie znajdują się żadne znaczące punkty widokowe ani wartościowe osie widokowe.

Widoczność obszarowa

Symulacja zasięgu widoczności obszarowej Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów została wykonana w środowisku GIS z wykorzystaniem numerycznego modelu terenu oraz numerycznego modelu pokrycia terenu, zgodnie z metodą opracowaną przez autorów. Zbliżona metodyka wykonywania analiz widoczności została opisana w publikacjach: „Wyzwania i narzędzia w ochronie krajobrazu” pod red. Daniela Liska (2023) oraz w opracowaniu „Ocena oddziaływania farm fotowoltaicznych na krajobraz. Zalecenia metodyczne” przygotowanych przez Ansee Consulting (2022).

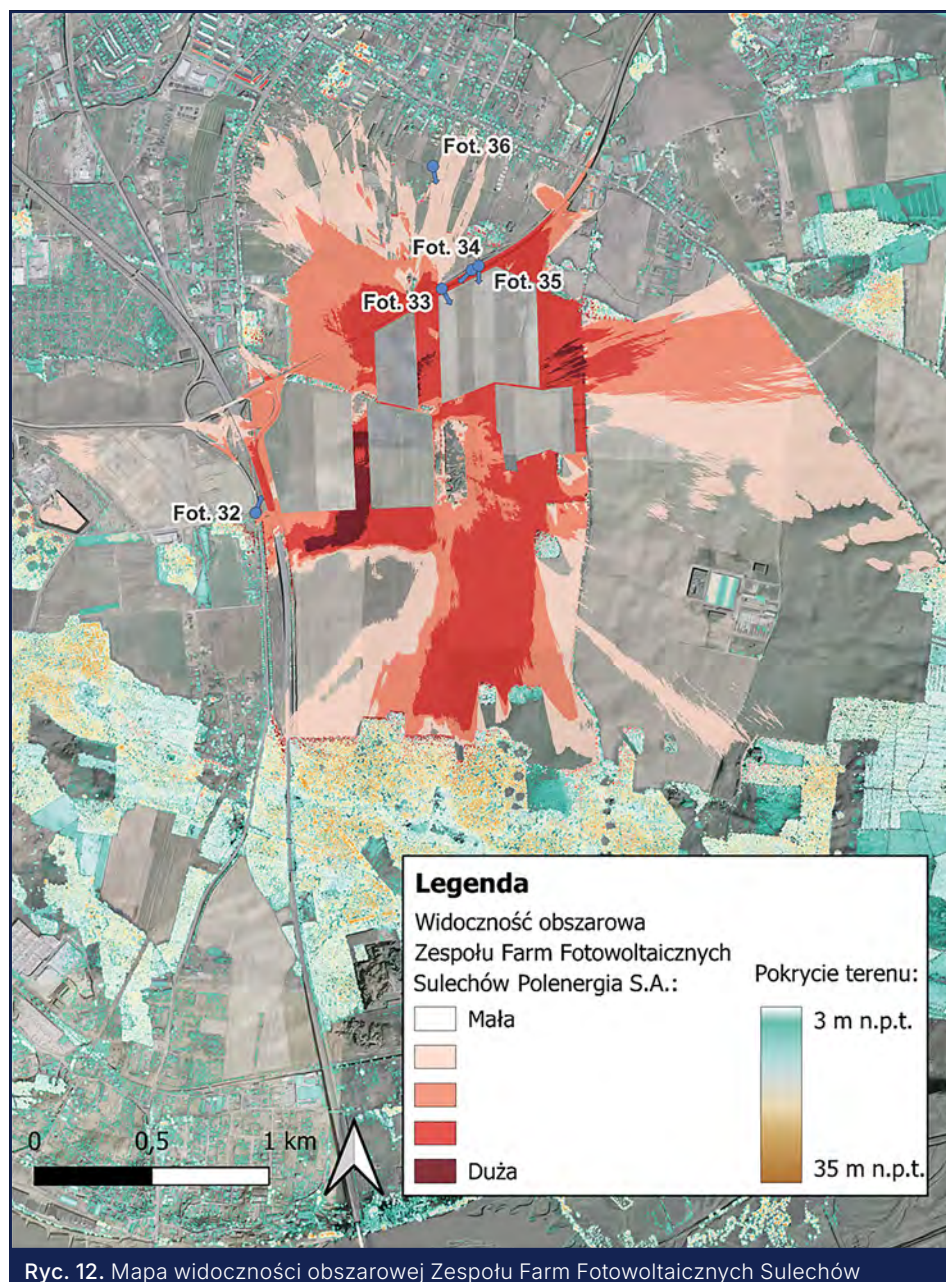
Analiza oparta na numerycznym modelu terenu mapy hipsometrycznej obszaru planowanego przedsięwzięcia i jego otoczenia wskazała, że Zespół Farm Fotowoltaicznych położony jest w rozległym, stosunkowo płaskim terenie, z niewielkimi przewyższeniami (zwykle do ok. 5 m, maksymalnie 8 m).

Oprócz ukształtowania terenu istotny wpływ na krajobraz, ale i na widoczność poszczególnych elementów krajobrazu, ma pokrycie terenu. Analiza oparta na numerycznym modelu pokrycia terenu mapy obszaru Zespołu Farm Fotowoltaicznych i jego otoczenia wskazuje, że w tym fragmencie krajobrazu licznie występują elementy stanowiące lokalne bariery widokowe ograniczające jej widoczność. Do takich należą przede wszystkim zadrzewienia i zakrzewienia (często w formie wyspowej), znajdujące się na miedzach oddzielających od siebie poszczególne pola uprawne/działki geodezyjne, ale także te porastające brzegi naturalnych cieków i obszarów podmokłych. Ponadto do istotnych elementów ograniczających widoczność zaliczyć można także różnego rodzaju obiekty antropogeniczne, głównie wyniesione nad otaczający teren nasypy dróg sąsiadujących z obszarem farmy, wiadukty i węzły komunikacyjne.

Do analizy zasięgu widoczności przyjęto maksymalną wysokość zainstalowanych na farmie elementów jako 3 m n.p.t., natomiast wzrok obserwatora ustalono na wysokości przeciętnej – 1,6 m. Mapę prezentującą rezultaty symulacji zasięgu widoczności przedsięwzięcia przedstawia rycina 12.

Wyniki analizy wskazują, że instalacja jest znacząco widoczna w obrębie krajobrazu, głównie w centralnej części Zespołu Farm, tj. z otwartych pól uprawnych i towarzyszących im dróg śródpolnych na południe od farm fotowoltaicznych. Panele fotowoltaiczne są dobrze widoczne również z niektórych fragmentów dróg otaczających obszar farm. W pozostałych miejscach widoczność jest co najwyżej średnia. Istotne znaczenie w zredukowaniu widoczności mają tutaj przede wszystkim nasypy sąsiadujących dróg (głównie S3, ale fragmentami także DK32), które, jak w przypadku drogi S3, praktycznie całkowicie przysłaniają widok na panele fotowoltaiczne, powodując znaczący spadek ich widoczności po zachodniej stronie drogi S3. Lokalna roślinność, głównie w formie wyspowych obszarów zadrzewionych i kęp, także wpływa znacząco na zredukowanie widoczności, zmniejszając lub zupełnie eliminując jej oddziaływanie. Analiza zasięgu widoczności wskazuje ponadto, że fragmenty farm są dobrze widoczne z niektórych punktów oddalonych nawet o około 950 m (obszar pól uprawnych na południu). Jednak dla większości obszaru otaczającego Zespół Farm Fotowoltaicznych panele będą widoczne tylko w niewielkim stopniu z odległości około 200–300 m i coraz mniej widoczne wraz ze zwiększaniem się tego dystansu. Po zachodniej stronie drogi S3 oraz fragmentami po północnej stronie drogi DK32, w związku z obecnością barier widokowych, panele fotowoltaiczne będą niewidoczne już z odległości około 100 m.

Przy wykonywaniu analiz widoczności obszarowej instalacji korzysta się z dostępnych danych numerycznego modelu pokrycia terenu. Niesie to ze sobą pewien margines błędu, ponieważ informacje te nie zawsze są aktualne, ponadto zależą od skali i sposobu ich wykonania. Dlatego dodatkową metodą przedstawienia oddziaływania wizualnego inwestycji jest sporządzenie wizualizacji instalacji na podstawie



Ryc. 12. Mapa widoczności obszarowej Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów

zdjęć wykonanych podczas inspekcji terenowej na obszarze farmy i w jej otoczeniu. Zdjęcia prezentują najbardziej aktualny stan przyrodniczy i kulturowy obszaru. Dają możliwość zapoznania się z ogólną fizjonomią krajobrazu, wstępnie informując

o jego charakterze i pełnionych funkcjach. Na fotografiach zamieszcza się następnie wyskalowane sekcje paneli fotowoltaicznych i ogrodzenia, które dają przybliżony wgląd na wymiary instalacji i jej wpasowanie w lokalny krajobraz. W przypadku Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów instalacja jest już obecna w krajobrazie od dłuższego czasu. Na kolejnych stronach przedstawiono porównanie uzyskanych w analizie wyników (wizualizacji) do zdjęć przedstawiających porealizacyjny wygląd farmy (fot. 32–36). Jak można zauważyć, farma fotowoltaiczna mimo swojej powierzchniowo dużej wielkości z perspektywy ciągów i punktów widokowych zajmuje niewielki wycinek krajobrazu, nie przykuwając znacząco wzroku obserwatora.

Wnioski i podsumowanie

Dzięki lokalnym barierom widokowym wpływ Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów na krajobraz jest znacznie ograniczony, co zmniejsza potencjalne negatywne odczucia estetyczne lokalnej ludności i osób odwiedzających. Mimo lokalizacji inwestycji na terenie przekształconym z dominacją pól uprawnych, w sąsiedztwie obiektów przemysłowych, dróg i innych obiektów antropogenicznych, występujące tu naturalne bariery w postaci zadrzewień i zakrzewień oraz sztuczne, takie jak np. nasypy drogowe i hale przemysłowe, skutecznie ograniczają jej widoczność z okolicznych terenów na co dzień wykorzystywanych przez mieszkańców. Zespół Farm Fotowoltaicznych Sulechów pokazuje, że możliwe jest zrównoważone podejście do rozwoju infrastruktury odnawialnych źródeł energii przy jednoczesnej ochronie walorów krajobrazowych.

Oddziaływanie wizualne farm fotowoltaicznych na krajobraz jest oddziaływaniem stałym (występuje przez cały czas działania instalacji) i niedającym się uniknąć (choć można go minimalizować). Istnieje jednak wiele metod analiz, dzięki którym można na etapie planowania wstępnie określić między innymi intensywność czy zasięg oddziaływania inwestycji, a także wyznaczyć potencjalnych odbiorców zakładanych zmian w krajobrazie. Jak pokazały wyniki powyższych analiz, założenia w nich zawarte mają swoje odzwierciedlenie w rzeczywistości i mogą być stosowane do określania wpływu farm fotowoltaicznych na krajobraz.



Fot. 32a. Wizualizacja (fot. M. Bocheński, oprac. A. Chruścicka)



Fot. 32b. Stan porealizacyjny (fot. M. Bocheński)

Fot. 32a i b. Widok w kierunku północnym, po zachodniej stronie drogi ekspresowej S3. Panele fotowoltaiczne widoczne w niewielkim stopniu, w większości przysłonięte przez nasyp drogowy. Obecność nasypu i porastającej go roślinności znacznie ograniczają widoczność farmy po zachodniej stronie drogi S3, miejscami zupełnie ją blokując



Fot. 33a. Wizualizacja (fot. M. Bocheński, oprac. A. Chruścicka)



Fot. 33b. Stan porealizacyjny (fot. M. Bocheński)

Fot. 33a i b. Widok w kierunku południowym z pobocza drogi krajowej DK32. Panele fotowoltaiczne są dobrze widoczne, ale zajmują niewielki wycinek krajobrazu, nie przystaniając horyzontu



Fot. 34a. Wizualizacja (fot. M. Bocheński, oprac. A. Chruścicka)



Fot. 34b. Stan porealizacyjny (fot. M. Bocheński)

Fot. 34a i b. Widok w kierunku zachodnim z pobocza drogi krajowej DK32 po jej północnej stronie. Panele fotowoltaiczne dobrze widoczne, ale zajmują niewielki wycinek krajobrazu, nie przysłaniając horyzontu



Fot. 35a. Wizualizacja (fot. M. Bocheński, oprac. A. Chruścicka)



Fot. 35b. Stan porealizacyjny (fot. M. Bocheński)

Fot. 35a i b. Widok w kierunku południowym z pobocza drogi krajowej DK32 po jej północnej stronie. Panele fotowoltaiczne dobrze widoczne, ale zajmują niewielki wycinek krajobrazu, nie przysłaniając horyzontu



Fot. 36a. Wizualizacja (fot. M. Bocheński, oprac. A. Chruścicka)



Fot. 36b. Stan porealizacyjny (fot. M. Bocheński)

Fot. 36 a i b. Widok w kierunku południowym na tereny otwarte w pobliżu granicy obszaru zabudowanego w Kruszynie. Panele fotowoltaiczne ledwie widoczne na horyzoncie w związku ze znaczną odległością oraz przysłonięciem przez roślinność i nasyp drogi DK32

9. Dobre praktyki – czyli jak zwiększyć różnorodność biologiczną na farmach fotowoltaicznych

Planowanie inwestycji

Przy rozważaniu wpływu farm fotowoltaicznych na środowisko naturalne kluczowe jest znalezienie kompromisu między jego ochroną i użytkowaniem ziemi w sposób zrównoważony a potrzebą produkcji czystej energii. Wymaga to holistycznego podejścia, które uwzględnia ekologiczne, ekonomiczne i społeczne aspekty zarówno na etapie planowania, jak i eksploatacji tych instalacji. Staranne planowanie i projektowanie farm fotowoltaicznych, które ogranicza negatywny wpływ na środowisko, uwzględnia przede wszystkim ich lokalizację na terenach nieproduktywnych oraz zdegradowanych lub o małej wartości rolniczej. Z tego względu na etapie planowania budowy farmy fotowoltaicznej kluczowym czynnikiem w późniejszym jego oddziaływaniu na przyrodę jest wybór odpowiedniego miejsca (fot. 37). Farmy fotowoltaiczne nie powinny być realizowane na terenach cennych przyrodniczo, takich jak obszary Natura 2000 powołanych w celu ochrony siedlisk oraz ptaków. Ich realizacja na takich terenach powinna być poprzedzona dogłębną prognozą ewentualnych zmian w środowisku i oddziaływania na przedmioty ochrony danego obszaru Natura 2000. Farmy fotowoltaiczne nie mogą być realizowane na terenach parków narodowych, rezerwatów przyrody, użytków ekologicznych, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych, stanowisk dokumentacyjnych, pomników przyrody. W przypadku parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu oraz obszarów Natura 2000 szerszą analizę podjęto w rozdziale 10 niniejszej publikacji. Budowa tego typu inwestycji na gruntach charakteryzujących się dużą różnorodnością biologiczną, m.in. na łąkach, murawach, torfowiskach czy w środowisku przejściowym, jest zawsze ze szkodą dla przyrody oraz upraw znajdujących się w pobliżu potencjalnych farm. Należy pamiętać, że pomimo największych starań żadna inwestycja nie osiągnie poziomu złożoności charakterystycznego dla naturalnych ekosystemów wymienionych powyżej. Nie jest również możliwe odtworzenie stopnia różnorodności biologicznej, który zapewniają tereny cenne przyrodniczo.



Fot. 37. Dobór odpowiedniego miejsca ulokowania inwestycji jest kluczowym czynnikiem w późniejszym oddziaływaniu farmy fotowoltaicznej (fot. O. Ciebiera)

Farmy solarne mogą być lokalizowane na obszarach już zdegradowanych lub mocno przekształconych przez człowieka, np. na poboczach dróg ekspresowych i autostrad, terenach byłych poligonów lub infrastruktury wojskowej, hałdach pogórnictwa, zrehabilitowanych składowisk odpadów. W drugiej kolejności na terenach użytkowanych rolniczo, szczególnie na klasach ziem IV–VI, takich jak np. nieużytki, wielkopowierzchniowe uprawy monokultur agralnych (m.in. kukurydzy).

Innym istotnym aspektem w kontekście planowania inwestycji jest sposób zagospodarowania terenu wokół paneli, wzdłuż szlaków komunikacyjnych oraz ogrodzenia. Zadbanie o odpowiednią strukturę szaty roślinnej na terenie farm fotowoltaicznych jest jednym z kluczowych etapów w jej planowaniu (fot. 38). Należy pamiętać, że bez gleby nie ma fitosfery (szaty roślinnej), a bez niej natomiast pedosfera (gleba) traci swoje właściwości fizyczne i chemiczne. Doprowadzenie do zubożenia warstwy roślinnej prowadzi w bardzo szybkim tempie do erozji gleby poprzez działanie wód opadowych i wiatru. Z tego względu ważne jest odpowiednie zagospodarowanie terenu farmy, a najlepszą metodą jest ukierunkowanie działań w oparciu o fizyczne właściwości gruntu. Należy zwrócić uwagę m.in. na żyzność, retencję wody czy ekspozycję na promieniowanie słoneczne. Błędem jest przyjmowanie uniwersalnych rozwiązań. Przykładowo wysianie „łęki świeżej” na glebach,

które z uwagi na dużą ilość piasków charakteryzują się małą retencją wody, nie przyniesie zamierzonego efektu. Planowane zagospodarowanie gruntu musi być przemyślane w taki sposób, aby stworzone przez nas środowisko stało się w dużym stopniu samowystarczalne i nie wymagało dodatkowych zabiegów, takich jak na przykład podlewanie. Na terenach mocno zdegradowanych można zastosować metodę wzbogacenia żyzności gleby przez wysianie roślin fitomelioracyjnych (poprawiających strukturę gleby). Należą do nich także cenione rośliny nektarodajne, które będą dodatkowo stanowić doskonałe źródło pożywienia dla owadów zapylających. Gleba, użytkowana w ten sposób, po kilkunastu latach uzyskuje dodatkową dwudziestocentymetrową warstwę próchnicy (Kasztelewicz, Szwed 2010). Do roślin fitomelioracyjnych zaliczamy głównie te, które wiążą azot, a także wytwarzają duże ilości biomasy, m.in.: żywokost lekarski *Symphytum officinale*, koniczyna *Trifolium*



Fot. 38. Odpowiednie zagospodarowanie strukturą roślinności jest kluczowe dla zwiększania różnorodności biologicznej oraz ochrony gleby przed erozją – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

spp., lucerna *Medicago* spp., groch *Pisum* sp., fasola *Phaseolus* sp., owies *Avena* sp., rzepak *Brassica napus*. Fitomelioracja gleby zwiększa także infiltrację wody.

W trakcie planowania inwestycji należy także uwzględnić globalne trendy wspierania owadów zapylających (np. Inicjatywa Komisji Europejskiej: A New Deal for Pollinators 2023), które wcześniej czy później mogą wpływać na krajowe legislacje. Doskonałym przykładem jest światowy trend budowania farm fotowoltaicznych jako *pollinator-friendly* (tworzenie przestrzeni sprzyjającej zachowaniu owadów zapylających, co jest kluczowe dla ochrony przyrody i produkcji zrównoważonej żywności). Oznacza to zarządzanie farmami w taki sposób, żeby zapewniały zapylaczom bogatą, odpowiednią i utrzymującą się cały sezon bazę pokarmową oraz miejsca do rozwoju. W niektórych krajach (USA) już wprowadzono zmiany legislacyjne, które zobowiązują do stosowania tego typu praktyk (Terry 2020).

Wprowadzenie roślinności na farmy fotowoltaiczne

Dobrym pomysłem jest stosowanie nasadzeń roślinności, jej utrzymywanie i okresowa pielęgnacja. Roślinność taka musi wyróżniać się szeregiem właściwości, które będą korzystne dla nietypowego środowiska farmy. Po pierwsze, rośliny sadzone pod panelami muszą wykazywać znaczną tolerancję na zacienienie bądź nasłonecznienie – dla sadzonych w pozostałych rejonach farm. Ponadto nasadzone gatunki muszą cechować się powolnym wzrostem oraz niedużą wysokością dojrzałych roślin, a także niskimi wymaganiami pielęgnacyjnymi. Preferowana jest obecność gatunków rodzimych, występujących naturalnie w danym regionie. W zależności od sposobu późniejszej gospodarki roślinami (koszenie, wypas, a nawet uprawa wybranych gatunków), dobór mieszanki roślin zielnych musi być dostosowany do projektu farmy, zarządzania jej zielenią i charakteryzować się łatwością w utrzymaniu i wieloletnią trwałością. Dodatkowo należy pamiętać o odpowiednich zabiegach, takich jak koszenie oraz systematyczne dosiewanie roślin, po to by obszary nie zarastały gatunkami niepożądanymi lub inwazyjnymi. Dobrym pomysłem jest wprowadzenie pasów zieleni, łąk kwiatnych, a nawet drzew i krzewów niskopiennych lub posadzonych w odpowiednich miejscach jako ciągi zadrzewień, które nie będą zmniejszać produkcji energii. Fragmenty takie będą tworzyć obszary kompensacji ekologicznej. Ważne jest również szybkie zagospodarowanie terenu po zakończeniu fazy budowy inwestycji. Zaniechanie działań przyczynia się do niekontrolowanego rozwoju roślin wysoce niepożądanych, takich jak holoagrofity – czyli rośliny obcego pochodzenia zadomowione w siedliskach naturalnych. Do tego rodzaju roślin zaliczymy m.in. gatunki inwazyjne, obce, stwarzające zagrożenie dla lokalnej bioróżnorodności, takie jak np. nawłóć kanadyjska *Solidago canadensis*, nawłóć późna *S. gigantea*, konyza kanadyjska *Conyza canadensis*, barszcz Sosnowskiego *Heracleum sosnovskyi* i inne. Zaniechanie nasadzeń w wyjątkowych przypadkach też może okazać się dobrym pomysłem, ale tylko na terenach, gdzie rozwijają się zbiorowiska muraw napiaskowych lub wrzosowisk. Przemyślany plan nasadzeń/wysiewu i utrzymywania bioróżnorodności powinien być tworzony z uwzględnieniem

cech charakterystycznych danego projektu oraz brać pod uwagę indywidualne wyróżniki, takie jak: dostępność zbiorników wodnych, korytarzy ekologicznych, lokalnej flory i fauny, sposobu zagospodarowania terenów sąsiednich. Mieszanka roślin zielnych powinna pochodzić z lokalnych, certyfikowanych źródeł, co gwarantować będzie rozwój lokalnej różnorodności biologicznej.

Stosowanie zabiegów agrotechnicznych

Wybrane zabiegi agrotechniczne, stosowane z odpowiednią częstotliwością, takie jak koszenie i dosiew, wpływają pozytywnie na utrzymywanie rodzimych nasion i struktur korzeniowych w glebie, minimalizując ryzyko erozji wietrznej i wodnej oraz zwiększając prawdopodobieństwo naturalnej rekultywacji terenu (Sinha i in. 2018). Teren farm należy poddawać koszeniu, jednak przeprowadzanemu rzadko i w sposób etapowy. Szerszą analizę sposobu koszenia/wypasu zwiększającego różnorodność biologiczną, a także minimalizującego udział roślin inwazyjnych, podjęto w części poradnika poświęconego owadom „Utrzymanie terenów zielonych”. Dodatkowo należy pamiętać, że przy koszeniu większych fragmentów terenu zaczyna się od środka farmy na zewnątrz, aby dać szansę ucieczki zwierzętom, np. ptakom i ich pisklątom czy drobnym ssakom. Dobrym zabiegiem sprzyjającym rozwojowi gatunków łąkowych jest wprowadzenie okresowych zmian użytkowania: czasowy wypas na terenie farmy przez zwierzęta hodowlane i koszenie terenu farmy na przykład w trybie: jeden rok wypasu i dwa lata koszenia.

Integracja z rolnictwem ekologicznym

Tworzenie synergii pomiędzy produkcją energii a zrównoważonym rolnictwem może przynieść wiele wymiernych korzyści dla wszystkich ze stron. Tereny farm fotowoltaicznych można z powodzeniem wykorzystać pod uprawy (agrowoltaika) konkretnych roślin uprawowych przy jednoczesnym posadowieniu paneli fotowoltaicznych na polach w taki sposób, aby można było wykonywać zabiegi agrotechniczne (odpowiednia wysokość paneli oraz ich rozmieszczenie na polach, umieszczenie infrastruktury przesyłowej na odpowiedniej głębokości pod ziemią, wreszcie odpowiedni dobór roślin uprawowych i sposobów gospodarowania terenem pod panelami). Agrowoltaika jest korzystna z punktu widzenia dwójakiego wykorzystania terenów, szczególnie w rejonach, gdzie terenów rolniczych zaczyna brakować. Badania dowodzą, że plon niektórych gatunków roślin może być porównywalny w częściowo zacienionych obszarach do plonu osiąganego w terenie otwartym. Przykładem może być brokuł *Brassica oleracea* var. *italica*, który był uprawiany eksperymentalnie w kilku sezonach wegetacyjnych (Chae i in. 2022). Wybór roślin cieniulubnych lub takich, które mają wysoką tolerancję na zacienienie (wraz z pozorną wędrowką słońca zmieniające się w czasie dnia i pór roku) może okazać się opłacalne ekonomicznie. Ponadto na farmach fotowoltaicznych można uprawiać rośliny, które

tolerują duże nasłonecznienie i okresowe deficyty wody. Przykładem takich upraw są niektóre rośliny zwyczajowo określane jako „zioła” (np. lebiodka pospolita *Origanum vulgare*, szatwia lekarska *Salvia officinalis*, bazylija *Ocimum basilicum*), które należą do roślin nektarodajnych i tym samym zwiększają dostępną bazę pokarmową dla owadów (fot. 39). Do roślin uprawowych, których uprawa będzie korzystna i możliwa na terenach farm fotowoltaicznych oprócz wymienionych powyżej, można zaliczyć: kapustę *Brassica oleracea* var. *capitata*, szpinak *Spinacia oleracea*, seler *Apium graveolens* L. var. *rapaceum*, paprykę *Capsicum* spp., sałatę *Lactuca* spp., buraki *Beta vulgaris*, ziemniaki *Solanum tuberosum*, rzodkiewki *Raphanus sativus* var. *sativus*, pomidory *Solanum lycopersicum*, czosnek *Allium sativum*, a także truskawki *Fragaria* × *ananassa Duchesne*, borówki *Vaccinium corymbosum* i maliny *Rubus idaeus* oraz wybrane rośliny doniczkowe (Beck i in. 2012, Marrou i in. 2013, Barron-Gafford i in. 2019, Sekiyama, Nagashima 2019, Thompson i in. 2020, Hudelson i in. 2021, Weselek i in. 2021, Chae i in. 2022, Martins 2024).



Fot. 39. Na terenach farm fotowoltaicznych z powodzeniem można uprawiać wiele gatunków roślin, m.in. cenione w kuchni „oregano” – lebiodkę pospolitą, obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Współpraca z lokalnymi rolnikami „ekologicznymi” promuje tego rodzaju rolnictwo, a dodatkowo pozytywnie wpływa na odbiór inwestycji wśród ludności lokalnej. Ponadto organizowanie wspólnych programów typu „zielone certyfikaty” dla produktów z farm fotowoltaicznych wspierających bioróżnorodność promuje biożywność oraz podnosi świadomość ekologiczną.

Rozważając hodowlę pszczoły miodnej na terenach farm fotowoltaicznych, należy uwzględnić negatywny jej wpływ na populacje gatunków dzikich. Przede wszystkim z powodu bardzo licznych rodzin (w jednym ulu kilkadziesiąt tysięcy osobników) stanowi ona ogromną konkurencję o zasoby pokarmowe. Przy zbyt małej ilości pożytku (kwitnących kwiatów) gatunki dzikie skazane są na duże deficyty pożywienia. Z tego względu błędem jest wprowadzanie uli wraz z pszczołą miodną na tereny, które mają ograniczoną bazę pokarmową. Prócz tego pszczoły hodowlane przenoszą liczne patogeny, które mogą być źródłem zakażenia gatunków dzikich i tym samym ograniczać bogactwo gatunkowe pozostałych pszczół.

Tworzenie „zielonych korytarzy”

Na wielkopowierzchniowych uprawach monokulturowych, którymi coraz częściej charakteryzuje się współczesne rolnictwo, sieć farm fotowoltaicznych może tworzyć swojego rodzaju „zielony korytarz”. Zbudowane w niewielkiej od siebie odległości, zarządzane w sposób zrównoważony, łączą fragmenty przyjaznych faunie siedlisk. Umożliwia to zwierzętom łatwiejszą dyspersję oraz migrację pomiędzy siedliskami i wymianę genów.

Monitoring i ocena

Ważnym elementem wszystkich wprowadzanych zmian jest regularne śledzenie ich wpływu na stan bioróżnorodności na terenie farm. Głównym celem prowadzenia monitoringu jest identyfikacja potencjalnych zagrożeń dla roślin, zwierząt oraz umożliwienie wczesnego reagowania, aby zminimalizować negatywne skutki. Dobrym rozwiązaniem jest przygotowanie dla danej farmy planu zarządzania bioróżnorodnością (*biodiversity management plan* – to strategiczny dokument, który wskazuje działania mające na celu ograniczenie negatywnego oddziaływania inwestycji na bioróżnorodność oraz plany zmierzające do jej zwiększenia).

Edukacja i podnoszenie świadomości ekologicznej

Farmy fotowoltaiczne mogą stać się nie tylko miejscem produkcji energii, ale również ważnym ośrodkiem edukacyjnym, inspirującym do dbałości o naszą planetę. W dobie rosnącej świadomości ekologicznej oferują one okazję do praktycznej nauki o zrównoważonym rozwoju, różnorodności biologicznej i korzyściach płynących

z jej wspomagania. Poprzez organizowanie warsztatów, wycieczek szkolnych i programów dla społeczności lokalnych angażują one w działania na rzecz ochrony przyrody. Dobrym przykładem są cykliczne wydarzenia edukacyjne (Dzień Pszczoły) organizowane corocznie przez zarządcę Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów skierowane do okolicznych szkół.

W dalszej części rozdziału omówiono szczegółowe praktyki nastawione na konkretne grupy zwierząt (owady, ptaki, płazy/gady, ssaki), a także ochronę krajobrazu.

Owady

Obsadzanie terenów zielonych

Tereny zielone farm fotowoltaicznych należy obsadzać mieszankami roślin nektaro- i pyłkodajnych, dostosowanymi do warunków fizycznych panujących na terenie inwestycji. Konieczne jest uwzględnienie: jakości i klasy gleby, nasłonecznienia, retencji wody. Odpowiedni dobór flory do warunków geologicznych i meteorologicznych może zwiększyć bazę pokarmową oraz pozytywnie wpłynąć na różnorodność gatunkową owadów. Kluczowym elementem działań związanych z tworzeniem szaty roślinnej jest dokonanie odpowiedniego wyboru gatunków roślin. Bezwzględnie muszą to być gatunki rodzime i/lub uprawne oraz kwitnące wymiennie, aby zapewniały pokarm dla owadów przez cały sezon wegetacyjny (najlepiej od marca do października). Z tego względu mieszanka nasion musi charakteryzować się różnorodnym składem gatunkowym. Obszary, na których przeprowadzono wysianie mieszanek nektarodajnych, zapewniają większą liczbę kwitnących roślin i tym samym pełnią rolę „stołówek” dla owadów zapylających (Blaydes i in. 2024) (fot. 40).

Ponadto dobrą praktyką jest pozostawienie niewielkich fragmentów terenu inwestycji pod spontaniczną sukcesję roślin ruderalnych. Kolonizują one dość szybko nieużytki i również stanowią cenne źródło pożywienia dla dużej rzeszy owadów, są w pełni samowystarczalne i nie generują dodatkowych zabiegów. Tereny nieobsadzone charakteryzują się mniejszą różnorodnością gatunkową roślin i mniejszym ich zagęszczeniem, ale wspierają pospolite i rodzime gatunki, które są roślinami żywicielskimi, m.in. wielu gatunków motyli. Aby mogła rozwijać się spontaniczna sukcesja, należy pozostawić fragmenty terenu jako nieużytki, czyli nie poddawać ich pracom pielęgnacyjnym i ogrodniczym, jednak kosić w sytuacji zasiedlenia przez rośliny inwazyjne. Dodatkowo by modyfikowany teren miał szanse ulec spontanicznej sukcesji, przynajmniej 30% jego obszaru powinny zajmować siedliska półnaturalne lub naturalne. Dlatego należy uwzględnić pozostawienie krawędzi przylegających do lasów, kęp drzew, zakrzaczeń, żywopłotów, poboczy polnych dróg i ścieżek, obrzeży zbiorników wodnych oraz ich samych. Bardzo cennym siedliskiem, zwłaszcza dla wielu gatunków motyli, są szpalery tarninowe (śliwa tarnina *Prunus spinosa* jest rośliną żywicielską gąsienic wielu motyli). W przypadku zbyt



Fot. 40. Tereny farm fotowoltaicznych doskonale sprawdzają się jako baza pokarmowa dla owadów – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

małej ilości pozostawionych siedlisk półnaturalnych i naturalnych należy zastosować nasadzenia. Jeżeli na terenach sąsiadujących z inwestycją wystąpi konieczność przeprowadzenia zabiegów odtwórczych lasów, warto zwiększyć ich potencjał i zadbać o udział lipy *Tilia* sp., klonu *Acer* sp., jarzębu *Sorbus* sp. Można także dokonać nasadzeń krzewów, takich jak maliny czy jeżyny *Rubus* sp.

Utrzymywanie terenów zielonych

W celu zachowania równowagi pomiędzy produkcją odnawialnej energii a stworzeniem odpowiednich warunków dla owadów tereny zielone wymagają opracowania odpowiedniego planu koszenia lub ekstensywnego wypasu. Pozwoli to na efektywną produkcję energii, gdyż panele nie będą zarastać roślinnością. Celem tych zabiegów jest też ochrona terenu przed zarastaniem podrostami krzewów i drzew oraz zapewnienie bazy pokarmowej owadom przez cały sezon wegetacyjny. Bardzo ważne jest, aby koszenia były prowadzone rzadko i w sposób etapowy. W planie koszenia należy określić newralgiczne strefy, na których ze względu na produkcję energii wysokość roślin powinna być niższa. Fragmenty te najlepiej skosić etapami,



Fot. 41. Skoszone najintensywniej użytkowane fragmenty terenu (szlaki komunikacyjne oraz zieleń pod panelami) – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

jeden raz w trakcie sezonu wegetacyjnego po 15 czerwca (fot. 41). Oznacza to, że koszona jest co druga alejka wzdłuż rzędów paneli oraz wszystkie szlaki komunikacyjne. Skoszony materiał roślinny należy pozostawić w miejscu skoszenia lub niedalekiej odległości na okres 3 tygodni. Pozwoli to zniesionym jajom, np. motyli, na osiągnięcie dojrzałości oraz wylęgnięcie się z nich gąsienic. Po tym okresie pokos należy dokładnie zebrać, aby nie tworzył się wójtok (stara, podgnięta trawa), gdyż powoduje to nadmierne użyźnienie gleby, a w konsekwencji szkodzi drobnym roślinom kwiatowym. Koszenie pozostawionych fragmentów wykonujemy po minimum 4 tygodniach. Taki sposób koszenia pozwala na częściowe zachowanie bazy pokarmowej dla owadów, a także roślin żywicielskich potrzebnych do rozwoju larw oraz osiągnięcie dojrzałości nasion. Po zakończeniu sezonu wegetacyjnego (wrzesień–październik) można przeprowadzić pielęgnacyjne koszenie zagospodarowanych (np. szlaki komunikacyjne, tereny wzdłuż paneli) fragmentów. Kosić należy na wysokość 10–15 cm i najlepiej przy użyciu kosiarek listwowych.

Ponadto należy wytypować fragmenty terenu, na których nie ma potrzeby częstego koszenia. Tereny takie najlepiej kosić, co drugi rok na początku sezonu wegetacyjnego. Pozwoli to na zachowanie suchych wtedy wysokich roślin, które



Fot. 42. Pozostawienie niekoszonych fragmentów zwiększa udział potencjalnych miejsc rozwoju owadów – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

potencjalnie mogą służyć jako miejsca zakładania gniazd czy przepoczwarczenia się owadów (fot. 42).

Na farmach można także prowadzić wypas ekstensywny, czyli ograniczający liczbę zwierząt na jednostkę powierzchni. Przykładowo przy wypasie owiec dopuszczalna liczba to 5 zwierząt na hektar. Większa ich liczba może doprowadzić do zaniku bazy pokarmowej przeznaczonej dla owadów, na którą składają się różne gatunki kwitnących roślin. Teren przeznaczony pod wypas należy podzielić na kwatery i udostępniać go zwierzętom w pewnych odstępach czasu. Pozwoli to na odrośnięcie zgrzyzionych uprzednio roślin.

W sytuacji gdy powierzchnię zasiedlą rośliny inwazyjne, należy takie obszary oznaczyć. Podejście i zabiegi będą zależały od gatunku rośliny. Północnoamerykańskie nawłocie *Solidago* spp. (fot. 43), które najczęściej zasiedlają tereny farm solarnych, należy poddawać koszeniu niwelującemu. Polega ono na skoszeniu roślin w odpowiednim terminie. Nawłoc kosimy na początku kwitnięcia, aby nie doprowadzić do ukształtowania się nasion. Koszenie należy ponawiać w sytuacji pojawienia się nowych roślin. Najlepsze efekty obserwuje się przy podwójnym koszeniu (początek czerwca i wrzesień) przez okres 3–4 lat (Mariańska i in. 2023).



Fot. 43. Inwazyjne gatunki obce nawłoci *Solidago* spp. – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

W przypadku róży pomarszczonej *Rosa rugosa*, rdestowców *Reynoutria* sp. oraz barszczy Sosnowskiego *Heracleum sosnowskyi* i Mantegazziego *Heracleum mantegazzianum* (gatunki niewystępujące na obszarze Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów) należy przeprowadzać koszenie, ale wcześniej – zaraz po pojawieniu się młodych pędów roślin – a także wykopywać ich części podziemne. Koszenie trzeba powtórzyć po odrośnięciu pędów.

Innego podejścia wymagają inwazyjne niecierpki *Impatiens* sp., wykazane na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. 44), które należy wrywać, a nie kosić. Najlepiej sprawdza się ręczne wrywanie całych roślin wraz z korzeniami. Wyrwane rośliny od razu należy zapakować w worki i przenieść poza obszar inwestycji. Pozostawione często wytwarzają korzenie przybyszowe i na nowo się ukoźniają. Potem trzeba je spalić w biospalarni lub poddać procesowi kompostowania. Kompostowanie powinno odbywać się pod ścisłą kontrolą. Każda warstwa roślin winna zostać przysypana warstwą gleby i pozostawiona do całkowitego rozkładu na okres 2–3 lat. Istotnym czynnikiem, który należy uwzględnić w walce z roślinami inwazyjnymi, jest zasób nasion zgromadzony w glebie. Z tego względu eliminacje gatunków inwazyjnych trzeba rozpocząć już na etapie budowy elektrowni. Im



Fot. 44. Inwazyjny gatunek obcy – niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora* – często zasiedla obszary zacienione przez panele, obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

szybciej zaczniemy usuwać rośliny inwazyjne, tym szybciej uda nam się wykluczyć je z terenu inwestycji.

Kolejnym ważnym aspektem, który trzeba uwzględnić w zarządzaniu terenami zielonymi, jest zakaz stosowania chemicznych środków chwastobójczych oraz ochrony roślin. Metody, które można stosować z powodzeniem, o ile zajdzie taka potrzeba (w sytuacji prowadzenia upraw na terenie farm), to kontrola biologiczna szkodników. Polega na wykorzystaniu naturalnych wrogów owadów uważanych za szkodniki (takich jak drapieżniki, pasożyty, patogeny) do regulowania ich populacji. Jest to bezpieczne podejście, które minimalizuje stosowanie szkodliwych pestycydów chemicznych. Zachowanie jak największej różnorodności organizmów jest najlepszą metodą, gdyż minimalizuje gradacje tych uważanych za szkodniki. Metodą wspierającą takie podejście jest uprawa różnorodnych gatunków roślin – zmniejsza liczbę szkodników, gdyż różnorodne środowisko wspiera naturalnych antagonistów. Sadzenie w swoim sąsiedztwie określonych gatunków roślin będzie także generowało oczekiwane efekty – odstraszało szkodniki lub przyciągało ich naturalnych wrogów.

Zapewnienie miejsc rozwoju owadów

Miejsca rozwoju owadów często zaskakują prostotą wyboru oraz niezwykłą pomysłowością. Z tego względu w wielu wypadkach nie wymagają one żadnej ingerencji ze strony człowieka, aby zapewnić im przestrzeń do gniazdowania. W przypadku motyli nierzadko wystarczy pozostawienie roślin żywicielskich gąsienic. Ponad 80% spotykanych w kraju dzikich gatunków pszczół gnieździ się w ziemi, wykopując samodzielnie norki lub wykorzystując różnego rodzaju naturalne otwory oraz nory drobnych ssaków. Fragmenty odstosowanej, zwartej gleby głównie na szlakach komunikacyjnych oraz przy budynkach stacji transformatorowych mają duży potencjał zasiedlenia przez niektóre gatunki pszczół (fot. 45 i 46).

Liczne nory gryzoni na farmie stanowią pierwszy wybór dla wielu gatunków trzmieli. Te, które nie gnieźdzą się pod ziemią, chętnie zakładają gniazda pod kępami gęstych traw. W celu stworzenia dogodnych warunków do rozwoju owadów należy zachować mozaikę siedlisk. Pozostawienie m.in. martwego drewna, fragmentów niepoddawanych koszeniu bądź wypasowi (pozostawianie suchych łądyg), skarp, górek czy kamieni zapewni miejsce rozwoju dla dużej liczby gatunków.



Fot. 45. Fragmenty odstosowanej, zwartej i nasłonecznionej gleby chętnie zasiedlane są przez liczne gatunki pszczół – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)



Fot. 46. Gniazda ziemne założone na terenie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

„Hotele dla owadów”

W sprzedaży można znaleźć gotowe konstrukcje (fot. 47) służące do stworzenia przestrzeni do budowy gniazd dla owadów pod różnorodnymi nazwami, m.in. „hotel dla pszczoł” czy „domek dla owadów”. Spotyka się też pomoce gniazdowe przeznaczone dla motyli. Jednak znajomość biologii tych owadów wskazuje, że takie „domki” nie mogą pełnić przypisywanej im roli. Konstrukcje takie należy traktować głównie w aspekcie edukacyjnym, a nie jako niezbędną pomoc w zapewnieniu siedliska do rozwoju. Przede wszystkim zwracają one uwagę na konieczność wspierania owadów, a niekiedy motywują do poszerzania wiedzy na temat ich biologii. Z tego względu można na terenie farm postawić taką budowlę, która wykorzystywana będzie głównie w zajęciach edukacyjnych. Omawiane „hotele dla pszczoł” bywają zasiedlane przez te owady, jednak dotyczy to głównie pszczoł gatunków pospolitych i najbardziej plastycznych w wyborze siedliska. Aktualnie, gdy różnorodność biologiczna gwałtownie się obniża, należałoby się zastanowić, czy zasadne jest wspieranie gatunków najpospolitszych. Ponadto „hotele dla owadów” w szybkim tempie ulegają presji gatunków pasożytniczych oraz traktowane są przez ptaki jako



Fot. 47. „Hotele dla owadów” pełnią głównie rolę edukacyjną, zwracając uwagę na konieczność wspierania owadów zapylających – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

źródło pokarmu, a gniazdujące tam owady są przez nie zjadane. Konstrukcje takie wymagają także okresowych przeglądów i wymiany elementów składowych, które uległy degradacji.

Kamienie

Dobrym pomysłem na zwiększenie potencjału siedliskowego jest zostawianie dużych głazów w miejscach poza szlakami komunikacyjnymi oraz tworzenie stosów kamieni (fot. 48). Stanowią one mikrośrodowisko oferujące miejsca rozwoju, ale także schronienie oraz obszary towieckie dla różnych gatunków owadów. Wykorzystywane są też chętnie przez innych przedstawicieli fauny. W celu zbudowania takiej konstrukcji przed wszystkim należy wytypować odpowiednie miejsce usytuowania. Powinno być ono nastonecznione, aby zapewnić ciepło, ale może również mieć obszary zacienione. Umieszczenie stosu w pobliżu roślin, a w szczególności tych kwitnących, zwiększy zainteresowanie owadów.

Materiałem do budowy powinny być naturalne kamienie z niedalekiej okolicy lub terenu inwestycji, dodatkowo wzbogacone o porowate kamienie, np. wapień.



Fot. 48. Stosy kamieni pozytywnie wpływają na zwiększanie różnorodności biologicznej na terenach farm fotowoltaicznych – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Ważne, żeby stos był zbudowany z kamieni o różnych rozmiarach i kształtach, gdyż tworzy się wtedy więcej szczelin i zakamarków. Wkomponowanie w stos m.in. gliny, liści, trawy czy martwego drewna zwiększy liczbę potencjalnych zainteresowanych. Wysokość i szerokość stosu powinna być uzależniona do dostępnej przestrzeni, choć większe stosy mogą być atrakcyjne dla większej ilości gatunków. Najważniejsze, żeby stos był stabilny i bezpieczny.

Tworzenie zbiorników wodnych i lagun

Zbiorniki wody na obszarze farm zdecydowanie podnoszą różnorodność biologiczną, gdyż wiele gatunków owadów wykorzystuje je do rozwoju. Jednakże tworzenie małych zbiorników wodnych jest dość problematyczne w wypadku, gdy nie dysponujemy zagłębieniem terenu, które w sposób naturalny wypełnia się wodą. Wszystkie sztuczne zbiorniki wymagają licznych zabiegów w celu zachowania w nich wody, inaczej wysychają w bardzo szybkim tempie (fot. 49). Należy to uwzględnić w etapie projektowania inwestycji i przeprowadzić analizę terenu, czy dysponuje on potencjałem na stworzenie zbiornika wody lub choćby małej laguny dla rozwoju owadów.



Fot. 49. Przy tworzeniu zbiorników wodnych oraz lagun należy uwzględnić potencjał terenu na utrzymanie wody w tego rodzaju zbiorniku – obszar Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów (fot. A. Dubicka-Czechowska)

Podsumowując, w celu stworzenia miejsca rozwoju dla owadów należy w miarę możliwości zachować mozaikę siedlisk oraz fragmenty niekoszonego terenu, który zapewnia dostęp do roślin żywicielskich oraz suchych łodyg roślin wysokich. Fragmenty odstającej lub skąpo porośniętej ziemi, zbocza skarp, jeżyny, kępy turzyc, połacie mchu, martwe drewno, stopy kamieni, stare drzewa oraz laguny. Wszystko to może stanowić potencjalne miejsca rozwoju owadów.

Implementacja wszystkich powyższych działań może znacząco przyczynić się do poprawy warunków życia owadów na terenach farm fotowoltaicznych, jednocześnie zwiększając świadomość ekologiczną i promując zrównoważony rozwój.

Płazy i gady

Krajowe gatunki płazów bezwzględnie potrzebują wody do rozmnażania się. W celu wzbogacenia terenów farm fotowoltaicznych o różne gatunki płazów, należy zadbać o istniejące lub stworzyć sztuczne zbiorniki wodne oraz umożliwić płazom migrację z i do takich miejsc. Mogą to być niewielkie stawy o powierzchni nawet

około 1 ha, z miejscami głębszymi i płytszymi, urozmaiconą linią brzegową w celu zwiększenia mikrosiedlisk wykorzystywanych przez płazy np. do składania jaj, odpoczynku itp. Kluczowe jest późniejsze utrzymanie takiego zbiornika, zapewnienie właściwego bilansu wodnego oraz czystości wody, gdyż są to podstawowe czynniki decydujące o rozwoju płazów w danym miejscu (Kazimirski 2019). Dobrze, jeśli taki zbiornik nie będzie miał dostępu do cieków wodnych, ze względu na możliwość pojawienia się dużej populacji ryb, limitujących liczebność płazów, ale będzie położony w sąsiedztwie lasów i/lub zadrzewień albo terenów podmokłych. Należy tutaj wspomnieć, że budowa zbiornika wodnego musi być dedykowana wybranym, konkretnym gatunkom płazów, np. większe i głębsze zbiorniki będą preferowane przez ropuchę szarą, żabę wodną, a płytsze przez większość gatunków traszek, kumaki, ropuchę zieloną i paskówkę. Brak lub istnienie roślinności przybrzeżnej też jest bardzo istotnym czynnikiem dla poszczególnych gatunków płazów. Dlatego tak ważna jest inwentaryzacja lokalnej fauny i odpowiednie zaprojektowanie zbiornika, aby umożliwić rozwój populacji lokalnych gatunków. Dobrze jest też pozostawić naturalnie występujące zbiorniki wodne, nawet jeśli miałyby znaleźć się w granicach farmy fotowoltaicznej. Bardzo istotne jest wtedy dopasowanie ogrodzenia tak, aby umożliwić płazom swobodną migrację poza rejon farmy. Można również, w razie potrzeby, w wybranych miejscach, zastosować płotki naprowadzające lub podmurówkę ogrodzenia po to, aby uniknąć np. migracji płazów bezpośrednio przez drogi asfaltowe lub tereny antropogeniczne.

Ptaki

W celu zminimalizowania oddziaływania już istniejącej farmy fotowoltaicznej na lokalne populacje awifauny oraz odpowiedniego kształtowania siedlisk, które będą umożliwiać ich wykorzystanie przez ptaki, można w gospodarowaniu terenem farmy wprowadzać poniżej opisane działania. Zrekompensują one ewentualne negatywne skutki dla ptaków zachodzące podczas budowy i następnie funkcjonowania farmy. Ponadto odpowiednie zabiegi i gospodarowanie obszarem farmy zminimalizują negatywne oddziaływanie oraz mogą spowodować, że istnienie farmy będzie miało pozytywny wpływ na występującą awifaunę. Poniżej przedstawiono propozycje najważniejszych działań zabezpieczających, minimalizujących i kompensujących wpływ funkcjonowania farm fotowoltaicznych na populacje ptaków (m.in. w oparciu o opracowanie Pięty 2020).

Obsadzanie terenu farmy roślinnością zielną

Zabiegi takie wpływają na wzrost bogactwa bezkręgowców, w tym wielu owadów, które stanowią podstawowy pokarm dla większości ptaków, szczególnie w okresie rozrodu. Szczegóły odnośnie do obsadzania zawarto w części poradnika dotyczącej owadów.

Już na etapie planowania, ale także w odniesieniu do zbudowanych farm, wskazane jest wprowadzanie między sektorami paneli lub/oraz przy ogrodzeniach (w zależności od możliwości) nasadzeń niskopiennych rodzimych gatunków krzewów. Formując je w zwarte grupy lub żywopłoty, istotnie zwiększa się różnorodność siedliskową. Nasadzenia takie mają szczególne znaczenie zwłaszcza na obszarach zdegradowanych czy w obrębie ubogich agrocenoz. Przy wyborze gatunków do nasadzeń powinno się wybierać takie, które będą przydatne dla ptaków (zakładanie gniazd, źródło pożywienia – owoce), np. dereń świdwa *Cornus sanguinea*, bez czarny *Sambucus nigra*, tarnina, głóg *Crataegus* sp., szakłak pospolity *Rhamnus cathartica*, trzmielina *Euonymus* sp., kruszyna pospolita *Rhamnus frangula*. Pasy zieleni z naturalną roślinnością, najlepiej w postaci krzewów, warto także zaprojektować wzdłuż ogrodzenia farmy.

Zarządzanie terenem

Wskazane jest, by powstrzymać się od intensywnego użytkowaniu powierzchni. Nie należy używać chemicznych środków ochrony roślin (pestycydów, herbicydów) i sztucznych nawozów. Użytkowanie terenów zielonych powinno mieć charakter ekstensywny: odpowiednie terminy (zastosowanie opóźnionego pierwszego pokosu – uwzględniając terminy lęgów ptaków, pierwsze koszenie powinno mieć miejsce po 1 sierpnia, koszenie rotacyjne, pozostawianie fragmentów niekoszonych) i metody koszenia lub wypasu (w zależności od warunków siedliska).

Tworzenie stosów kamieni

Stosy takie są miejscami rozwoju i schronienia dla wielu organizmów. W stertach kamieni gniazdują także ptaki, np. białorytka – co potwierdzono w obrębie Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów. Szczegółowe wytyczne odnoszące się do tworzenia stert kamieni zawarte są w części poradnika dotyczącej owadów.

Odpowiednia konstrukcja ogrodzeń

Montując ogrodzenia na farmach, warto rozważyć pozostawienie od dołu prześwitu około 20 cm – zabieg taki pozwala na swobodne przechodzenie wielu gatunkom ptaków (kuraki: kuropatwa *Perdix perdix*, przepiórka *Coturnix coturnix*, bażant *Phasianus colchicus*), ale też jest to ważne dla płazów, gadów i ssaków.

Montowanie budek lęgowych

W ramach kompensacji ubytków obszarów żerowiskowych (zakrycie powierzchni gruntu panelami) warto w najbliższej okolicy farmy fotowoltaicznej rozwieść specjalne skrzynki i kosze lęgowe dla ptaków, w tym zamontować skrzynki lęgowe dla sów, np. na najbliższych budynkach dla płomykówki *Tyto alba* czy kosze

w pobliskich zadrzewieniach, lasach dla uszatek *Asio otus*. Sowy żywiące się głównie gryzoniami przyczynią się także do utrzymania równowagi liczebności tych ssaków w obrębie farmy. Rozwieszanie skrzynek, koszy koniecznie należy skonsultować z ornitologiem.

Montowanie tyczek spoczynkowych

Badania opisane w niniejszej pracy dowodzą, że teren farm fotowoltaicznych jest intensywnie wykorzystywanym żerowiskiem przez kilka gatunków ptaków drapieżnych (pustułka, myszołów, błotniak stawowy, kania ruda i kania czarna). Ptaki te polują na gryzonie pomiędzy panelami i często wykorzystują panel lub ogrodzenie jako miejsce odpoczynku i czatowania. Dla zminimalizowania ewentualnych problemów wynikających z przebywania ptaków na panelach warto na terenie farmy zainstalować specjalne wysokie tyczki (co najmniej 4 m wysokości), na których ptaki drapieżne mogłyby bezpiecznie czatować. Tyczki takie można montować w różnych częściach farm fotowoltaicznych (4–5 w każdym sektorze Zespołu Farm), z dala od obiektów, z którymi ptaki mogą ulegać kolizji (np. słupy energetyczne).

Prace konserwatorskie

Wszelkie naprawy instalacji obejmujące jej duże powierzchnie oraz prace konserwacyjne powinny być prowadzone w miarę możliwości poza okresem lęgowym ptaków, od września do końca lutego lub w sezonie rozrodczym pod nadzorem ornitologa.

Ssaki

Wsparcie lokalnych populacji ssaków jest możliwe w miejscu budowy farm fotowoltaicznych, choć w niektórych przypadkach najpierw trzeba zadbać o odpowiednią jej lokalizację. Na przykład należy zrezygnować z terenów o wysokim potencjale żerowisk dla nietoperzy w przypadku posadwienia farm, takimi terenami są z reguły obszary podmokłe czy łąki w dolinach rzecznych. Kluczowe jest tutaj rozpoznanie przyrodnicze przed przystąpieniem do podjęcia decyzji o budowie danej farmy. W ramach wsparcia lokalnych populacji ssaków należy prowadzić taką gospodarkę na farmach, aby utrzymać wysoką różnorodność roślin będących podstawą żerowiskową małych i drobnych ssaków, które następnie stają się pokarmem np. drapieżników. Zwiększenie niejednorodności siedlisk na danej farmie będzie korzystne dla rozwoju wielu gatunków w krajobrazie o intensywnej eksploatacji rolniczej. W celu zapewnienia swobodnej możliwości przemieszczania się na terenie farmy drobnych i małych ssaków należy zrezygnować z podmurówki ogrodzenia oraz pozostawić przerwę na wysokość około 10–20 cm od powierzchni gruntu. W przypadku dużych, wielohektarowych inwestycji dobrym pomysłem jest podział na sektory i zapewnienie możliwości migracji dużym ssakom, np. wzdłuż cieków wodnych i lokalnych dróg

polnych, zadrzewień. Korzystne dla wsparcia lokalnych populacji będzie również wprowadzenie ciągów zieleni, które jednocześnie mogą pełnić funkcje osłaniające daną farmę (minimalizacja wpływu na krajobraz) i tworzyć będą miejsca schronień i rozrodu ssaków, wzbogacą trasy przelotów nietoperzy w otwartym krajobrazie lub będą częścią korytarza ekologicznego w danym rejonie. Dobrym pomysłem będzie też montaż skrzynek rozrodczych pod panelami lub przy transformatorach, z których będą korzystały nietoperze w okresie rozrodczym, oraz rezygnacja z oświetlenia nocnego farmy. Budowa i montaż rodzajów schronień jest szeroko opisana w „Poradniku ochrony nietoperzy” (Bator i in. 2017).

Działania minimalizujące wpływ farm fotowoltaicznych na wizualny aspekt krajobrazu

Wizualny wpływ farm fotowoltaicznych na otaczający krajobraz można zmniejszyć dzięki zastosowaniu odpowiednich rozwiązań, zwłaszcza na etapie planowania projektu. Są to dodatkowe działania, które pomagają uniknąć zbytecznego zakłócenia widoku przez inwestycję. Propozycje takich działań zostały przedstawione w pracy pt. „Ocena oddziaływania farm fotowoltaicznych na krajobraz. Zalecenia metodyczne”, opracowanej na zlecenie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w 2022 r. Poniżej omówiono najważniejsze z nich.

Dostosowanie układu, wysokości i kolorystyki paneli

Układ paneli fotowoltaicznych powinien być zaprojektowany tak, aby pasował do naturalnego ukształtowania terenu, uwzględniając różnice wysokości, co pozwoli zachować harmonijny wygląd krajobrazu. Wysokość paneli i innych elementów technicznych powinna być dostosowana do okolicznej zabudowy, tak aby komponowały się ze swoim otoczeniem i nie tworzyły nowych, wyróżniających się elementów w krajobrazie (dominant krajobrazowych).

Zaangażowanie architekta krajobrazu

W sytuacji gdy przewidywana jest trwała ingerencja w ukształtowanie terenu, np. poprzez znaczne wyrównywanie gruntu lub tworzenie tarasów na terenach pochyłych, zaleca się zaangażowanie architekta krajobrazu w proces projektowania i realizacji. Jego rolą będzie stworzenie spójnego krajobrazu, który harmonijnie wpisze się w otoczenie inwestycji.

Minimalizacja prac ziemnych

Na terenach o wysokiej wartości przyrodniczej lub krajobrazowej wszelkie prace ziemne oraz zmiany w pokryciu terenu powinny być ograniczone do absolutnego minimum, aby zachować ich naturalny charakter.

Zachowanie powierzchni biologicznie czynnej

Jeśli planowana jest zmiana pokrycia terenu pod panelami, należy zadbać o maksymalne zachowanie powierzchni biologicznie czynnej oraz wprowadzenie takiego pokrycia, które zwiększy bioróżnorodność i wzmocni ekologiczne funkcje krajobrazu.

Unikanie wycinki roślinności

Rezygnacja z wycinki i niszczenia istniejącej szaty roślinnej, która urozmaica lokalny krajobraz i służy za bariery widokowe.

Nasadzenia nowej roślinności

W planowaniu nasadzeń roślin ostonowych i pasów roślinności, które mogą pełnić funkcję naturalnych ekranów wizualnych lub wzbogacać krajobraz, warto uwzględnić zarówno okolice zabudowy mieszkalnej, jak i obszary wzdłuż szlaków pieszych i rowerowych. Ponadto roślinność powinna być dobrana tak, aby pasowała do charakteru lokalnego krajobrazu, natomiast projekt nasadzeń powinien być opracowany przez architekta krajobrazu.

Lokalizacja poza zasięgiem widoczności

Farmy fotowoltaiczne powinny być lokalizowane w miejscach, w których nie zaburzają widoku na cenne obiekty turystyczne regionu ani ważne punkty widokowe. Dodatkowo powinny znajdować się w odpowiedniej odległości od obiektów o znaczeniu kulturowym lub historycznym.

Odsunięcie od obszarów panoram

Inwestycje powinny być lokalizowane z dala od obszarów, które wchodzą w skład panoram zawierających obiekty zabytkowe, aby ich obecność nie wpływała negatywnie na wizualną wartość tych widoków.

Urozmaicenie funkcji krajobrazowych

Projekty nowych farm fotowoltaicznych powinny uwzględniać różne funkcje, np. poprzez łączenie produkcji energii słonecznej z działalnością rolniczą (agrofotowoltaika), wprowadzaniu łąk kwietnych i pasiek, wypasu owiec oraz udostępnieniu farmy do celów badawczych lub edukacyjnych (szczegółowo omówione w części dotyczącej owadów).

Doświadczenie autorów przy tego typu inwestycjach pokazuje, że najczęściej wykorzystywaną z metod jest unikanie nadmiernych wycinek, a także wprowadzenie

roślinności osłonowej i wytyczanie nowych pasów roślinności w okolicy obszaru inwestycji, które skutecznie przysłaniałyby elementy farmy, tworząc naturalne bariery widokowe.

Uwzględnienie krajobrazu podczas projektowania farm fotowoltaicznych powinno być jednym z czynników warunkujących wybór lokalizacji inwestycji. Projekt inwestycyjny powinien uwzględniać kwestie krajobrazowe na jak najwcześniejszym etapie, aby uniknąć nadmiernych działań minimalizujących w późniejszym czasie. Kluczowe wydaje się także informowanie lokalnej społeczności o korzyściach płynących z powstawania farm fotowoltaicznych oraz angażowanie ich w proces planowania. Pozwoli to zachować w niezmienionej formie najcenniejsze krajobrazowo obszary dla lokalnego społeczeństwa (cenne zarówno przyrodniczo, jak i kulturowo) i może znacznie zmniejszyć negatywne postrzeganie farm fotowoltaicznych w krajobrazie, przyczyniając się do bardziej zrównoważonego i akceptowalnego wdrażania technologii energii odnawialnej.

10. Odnawialne źródła energii a formy ochrony przyrody

Wraz z rozwojem naziemnych farm fotowoltaicznych w Polsce kurczą się tereny łatwo dostępne dla inwestorów z odpowiednią infrastrukturą przyłączeniową do sieci elektroenergetycznej. Coraz częściej pojawiają się pytania o możliwość wykorzystania terenów objętych różnymi formami ochrony w celu budowy farm fotowoltaicznych. W parkach narodowych i rezerwach przyrody nie jest to możliwe ze względu na celowość powołania tych form ochrony przyrody oraz bezpośredni zakaz wznoszenia obiektów budowlanych na obszarze parków narodowych i rezerwatów wynikający z art. 15 ustawy o ochronie przyrody. Te najwyższe formy ochrony przyrody w Polsce są powołane po to, by chronić tereny wyróżniające się wybitnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, społecznymi, kulturowymi i/lub edukacyjnymi, na których ochronie podlega cała przyroda oraz walory krajobrazowe. Obiekty budowlane i urządzenia techniczne mogą powstać na terenie parku narodowego i rezerwatu tylko jako infrastruktura służąca celom parku narodowego albo rezerwatu przyrody.

Parki krajobrazowe powoływane są ze względu na wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe oraz walory krajobrazowe danego terenu po to, by zachować i popularyzować te wartości w warunkach zrównoważonego rozwoju. Na obszarach parków krajobrazowych lokowanie farm fotowoltaicznych jest teoretycznie możliwe, lecz ze względu na istniejący zapis o zakazie realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko – wątpliwe. A zatem taka lokalizacja farmy fotowoltaicznej, która nie będzie niosła ze sobą negatywnego oddziaływania na środowisko, jest możliwa do realizacji, a także muszą zostać spełnione pozostałe zakazy uchwalone przez sejmiki województwa w danym parku krajobrazowym. Dodatkowo należy jeszcze pamiętać o innych uwarunkowaniach w granicach parków krajobrazowych (i nie tylko) wynikające z audytów krajobrazowych poszczególnych województw.

Podobnie sytuacja wygląda z obszarami chronionego krajobrazu, gdzie lokalizacja farmy fotowoltaicznej jest możliwa po uzyskaniu decyzji środowiskowej wskazującej na brak negatywnego oddziaływania danej instalacji na środowisko. Obszary chronionego krajobrazu powoływane są ze względu na wyróżniający się

krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach, atrakcyjnych turystycznie i wypoczynkowo lub pełnią ważną funkcję korytarzy ekologicznych. Audyt krajobrazowy identyfikuje, charakteryzuje, waloryzuje oraz wskazuje sposoby kształtowania i ochrony krajobrazu (w tym kulturowego) w konkretnych fragmentach krajobrazu. W ramach audytu wyznaczone zostają tzw. krajobrazy priorytetowe, czyli obszary szczególnie cenne dla społeczeństwa ze względu na swoje wartości przyrodnicze, historyczne, architektoniczne, kulturowe, urbanistyczne, ruralistyczne lub estetyczno-widokowe. W audycie przedstawiona jest lista wskazań odnosząca się do kształtowania i ochrony tych krajobrazów, implementowanych w aktach planowania przestrzennego szczebla gminnego oraz w planach zagospodarowania przestrzennego województw. Dla obu wyżej wymienionych form ochrony może zostać wprowadzony zakaz zabudowy do 100 m od zbiorników wodnych, a w krajobrazach priorytetowych, w obrębie których obowiązują miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, dodatkowo zakaz lokalizowania nowych obiektów budowlanych, odbiegających od lokalnej formy architektonicznej oraz o wysokości przekraczającej 2 kondygnacje lub 7 m.

Sieć obszarów Natura 2000 to tereny powołane ze względu na zachowanie cennych lub zagrożonych składników różnorodności biologicznej, np. gatunków ptaków i ich siedlisk, pozostałych cennych gatunków zwierząt i ich siedlisk, cennych zbiorowisk roślinnych itp. A zatem są to tereny wyróżniające się walorami przyrodniczymi i tworzące sieć, dzięki której utrzymywana jest różnorodność biologiczna na wysokim poziomie. Ponadto następuje wymiana puli genowej żyjących tam organizmów, co wpływa na trwałe ich egzystowanie w środowisku. Na obszarach Natura 2000 zabrania się realizacji działań, które osobno lub w połączeniu z innymi mogą negatywnie oddziaływać na cele ochrony. Do takich działań należy zaliczyć inwestycje, które mogą pogorszyć stan zachowania siedlisk przyrodniczych lub siedlisk gatunków albo samych populacji poszczególnych gatunków, dla których obszar został powołany, oraz integralność obszaru Natura 2000 lub powiązań z innymi obszarami.

Pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe to formy ochrony przyrody, które są powoływane w celach ochrony wybitnych tworów przyrody ożywionej i nieożywionej, o szczególnej wartości przyrodniczej, naukowej, kulturowej, historycznej, naukowej, edukacyjno-dydaktycznej, estetycznej lub krajobrazowej. Zazwyczaj są to niewielkie powierzchniowo formy ochrony przyrody, których utrata może wyrządzić znaczną szkodę przyrodniczą, zatem a priori są wyłączone z posadowienia farm fotowoltaicznych, a uchwałą powodująca ustanowienie lub zniesienie danej formy, wraz ze szczegółową listą zakazów, znajduje się w uchwałach rad gmin powołujących daną formę ochrony przyrody.

Konflikt wynikający z nakładania się potencjału produkcji energii i ochrony różnorodności biologicznej, walorów krajobrazowych i historyczno-kulturowych jest nieunikniony w dobie rozwoju energetyki odnawialnej, w tym farm fotowoltaicznych. Nakładanie się istniejących instalacji solarnych, wiatrowych, hydroenergetycznych i obszarów chronionych o kluczowej różnorodności biologicznej, a także obszarów dzikiej przyrody jest zdecydowanie najwyższe w Europie Zachodniej (Rehbein i in.

2020). Z drugiej strony, wykorzystanie energii słonecznej i wiatrowej jest znacznie mniej szkodliwe dla środowiska niż paliw kopalnych i emisje szkodliwych gazów, w tym dwutlenku węgla do atmosfery. Z pewnością lokalizacja farm fotowoltaicznych musi być dogłębnie przeanalizowana pod kątem występującej bioróżnorodności, a szczególnie pod względem istniejących form ochrony przyrody. Należy upewnić się, że tereny poza tymi obszarami zostały wyczerpane, uzysk energii będzie opłacalny ekonomicznie i środowiskowo, a sama farma nie będzie ingerować w cele ochrony danej formy ochrony przyrody, a wręcz przeciwnie będzie wspierać daną bioróżnorodność, jej walory estetyczne, krajobrazowe, kulturowe lub edukacyjne. Zbudowanie solidnej bazy dowodowej, poznanie lokalnych uwarunkowań przyrodniczych, rozeznanie głównych problemów i zagadnień środowiskowych pomoże w zmniejszeniu kompromisów między ekspansją energetyki odnawialnej a różnorodnością biologiczną. Dobrą praktyką jest również tworzenie planów zarządzania bioróżnorodnością dla poszczególnych farm fotowoltaicznych, których celem jeszcze na etapie planowania jest właściwe posadowienie farmy, minimalizacja oddziaływań na etapie realizacji projektu oraz wsparcie i rozwój bioróżnorodności podczas eksploatacji danego przedsięwzięcia w perspektywie kilkudziesięciu lat.

Streszczenie

Publikacja omawia wyniki dwuletnich badań dotyczących wpływu Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów na różnorodność biologiczną lokalnych ekosystemów. Autorzy analizują, jak zarządzanie terenami farm fotowoltaicznych, w szczególności poprzez obsiewanie ich roślinami nektarodajnymi, przyczynia się do odtwarzania ekosystemów i wspiera różnorodność roślin i zwierząt. Badania objęły różne grupy organizmów, w tym rośliny, owady, płazy, gady, ptaki i ssaki (łącznie z nietoperzami).

Na terenie farmy stwierdzono 104 gatunki roślin, z których większość to gatunki ruderalne oraz pastewne, spotykane na pastwiskach, nieużytkach, miedzach i terenach rolniczych. Ważnym elementem było obsiewanie części farmy mieszankami roślin kwitnących, co miało na celu stworzenie odpowiedniej bazy pokarmowej dla owadów zapylających. Do najczęściej występujących gatunków należały: lucerna siewna *Medicago sativa*, żmijowiec zwyczajny *Echium vulgare*, koniczyna biała *Trifolium repens*, koniczyna łąkowa *T. pratense*, koniczyna krwistoczerwona *T. incarnatum*, komonica zwyczajna *Lotus corniculatus*, sparceta siewna *Onobrychis viciifolia* oraz chaber bławatek *Centaurea cyanus*.

W trakcie badań na farmie stwierdzono 42 gatunki pszczoł dzikich należących do wszystkich sześciu rodzin pszczoł występujących w Polsce. Wśród nich dominowały gatunki polilektyczne. Stwierdzono obecność 13 gatunków objętych ochroną prawną, w tym rzadkich, takich jak trzmiel zmienny *Bombus humilis* i trzmiel ciemnopasy *Bombus ruderatus* oraz zadrzechnia fioletowa *Xylocopa violacea*. Badania wykazały, że na terenach obsadzonych roślinami nektarodajnymi liczebność owadów była znacznie wyższa w porównaniu z terenami, gdzie roślinność rozwijała się spontanicznie. Ponadto potwierdzono gniazdowanie kilku gatunków pszczoł na odsoniętych fragmentach ziemi, w opuszczonych norach gryzoni oraz „hotelu dla owadów”, co wskazuje na korzystne warunki siedliskowe stworzone na farmie.

Zaobserwowano 32 gatunki motyli dziennych, co stanowi około 19% fauny motyli dziennych Polski. Wśród nich wyróżniono gatunki chronione, takie jak czerwończyk nieparek *Lycaena dispar* oraz paż żeglarz *Iphiclides podalirius*, które znajdują się także w polskiej czerwonej księdze zwierząt. Większość stwierdzonych gatunków to motyle mezofilne, preferujące tereny otwarte i przejściowe.

W obrębie farmy przeprowadzono monitoring ptaków, z którego wynika, że obszar ten jest wykorzystywany przez liczne gatunki ptaków. W granicach Zespołu Farm Fotowoltaicznych Sulechów oraz w najbliższej okolicy podczas rocznych

obserwacji terenowych od kwietnia 2023 r. do maja 2024 r. wykazano 106 gatunków ptaków, z tego 58 to ptaki lęgowe. Na farmie gniazdowało 14 gatunków, a kolejne 44 przystępowały do lęgów w najbliższym sąsiedztwie. Najliczniejszym gatunkiem lęgowym był skowronek *Alauda arvensis*. Infrastruktura farmy stanowiła miejsce odpoczynku, czatowni, śpiewu dla 32 gatunków ptaków. Bogactwo roślin oraz owadów przyciągało gatunki typowe dla terenów otwartych i rolniczych oraz środowisk przejściowych.

Dobry sposób zarządzania farmą fotowoltaiczną, w której stwarza się dogodne siedliska dla różnych grup zwierząt, jest podstawą do powstawania rozbudowanych sieci zależności ekologicznych. Jest to ważne w kontekście występowania nietopery. Badania wykazały ich aktywność na farmie, co jest wynikiem korzystnych warunków do żerowania, które zapewnia duża różnorodność owadów przyciąganych przez roślinność kwitnącą. Tereny farm fotowoltaicznych, dzięki odpowiedniemu zarządzaniu, mogą stać się miejscami wspierającymi te ważne gatunki, odgrywające kluczową rolę w ekosystemach.

Farma fotowoltaiczna w Sulechowie, zlokalizowana na powierzchni ponad 60 ha, stanowi interesujący przykład nowoczesnego zagospodarowania terenu rolniczego, który wcześniej był intensywnie użytkowany. Autorzy podkreślają, że pomimo dużej skali inwestycji dzięki wprowadzeniu odpowiednich działań, takich jak obsiewanie gruntu mieszankami roślin i budowanie infrastruktury dla dzikiej fauny, farmy fotowoltaiczne mogą zostać zintegrowane z lokalnym krajobrazem oraz przyczynić się do rozwoju różnorodności biologicznej. Dzięki odpowiedniemu zarządzaniu tereny te stały się atrakcyjnym siedliskiem dla wielu gatunków roślin i zwierząt przy jednoczesnym zminimalizowaniu negatywnego wpływu na wizualny odbiór krajobrazu. Odtwarzanie bioróżnorodności na farmach fotowoltaicznych przyczynia się do poprawy estetyki przestrzeni, zmniejszenia erozji gleby oraz retencji wody, co ma również pozytywny wpływ na funkcjonowanie ekosystemów.

Opracowanie omawia dobre praktyki w projektowaniu i zarządzaniu farmami fotowoltaicznymi, aby zminimalizować ich oddziaływanie na bioróżnorodność. Wskazuje na konieczność dokładnego planowania lokalizacji i zagospodarowania terenów pod wielkoobszarowe farmy fotowoltaiczne, zalecając inwestycje na obszarach zdegradowanych lub mało wartościowych rolniczo. Budowa farm fotowoltaicznych w miejscach cennych przyrodniczo, takich jak obszary Natura 2000 czy parki krajobrazowe, nie powinna być podejmowana ze względu na ich szczególne wartości ekologiczne. Dobre praktyki obejmują także właściwe zarządzanie roślinnością, co pozwala chronić glebę przed erozją i zwiększać różnorodność roślinności. Z kolei wprowadzanie roślin nektarodajnych i rodzimej flory przyciąga zapylacze, co korzystnie wpływa na stabilność ekosystemu.

Na farmach fotowoltaicznych warto wdrożyć zabiegi agrotechniczne, takie jak koszenie i dosiew, które sprzyjają utrzymaniu bioróżnorodności i zapobiegają rozprzestrzenianiu się gatunków inwazyjnych. Dodatkowo integracja farm z rolnictwem ekologicznym, np. przez uprawy roślin odpornych na częściowe zacienienie, jak niektóre warzywa czy zioła, pozwala na efektywne wykorzystanie terenów, które mogą być ograniczone przestrzennie. Opracowanie podkreśla również potrzebę

tworzenia „zielonych korytarzy” między farmami, umożliwiającą migrację zwierząt. Współpraca z lokalnymi rolnikami oraz organizowanie programów promujących żywność ekologiczną dodatkowo wspiera rozwój bioróżnorodności i sprzyja akceptacji społecznej dla farm fotowoltaicznych. Ważnym elementem jest też regularne monitorowanie wpływu inwestycji na środowisko oraz edukacja lokalnych społeczności w zakresie ochrony przyrody i korzyści płynących z energii odnawialnej.

Wyniki badań wskazują, że farmy fotowoltaiczne mogą stanowić istotny element w odbudowie lokalnych ekosystemów, zwłaszcza na terenach rolniczych. Odpowiednie zarządzanie roślinnością na farmach fotowoltaicznych, takie jak obsadzanie roślinami nektarodajnymi, przyczynia się do zwiększenia bioróżnorodności i wspiera wiele gatunków, które inaczej mogłyby zostać wyparte z krajobrazu rolniczego. Badania w Sulechowie są przykładem, jak technologia odnawialnych źródeł energii może wspierać ochronę przyrody, jednocześnie przynosząc korzyści dla środowiska i lokalnych społeczności.

Summary: Green Potential. Photovoltaics as an Example of Renewable Energy Supporting Biodiversity

The publication discusses the results of a two-year study on the impact of the Sulechów Photovoltaic Farm Complex on the biodiversity of local ecosystems. The authors analyze how land management practices at photovoltaic farms, particularly the planting of nectar-producing plants, contribute to ecosystem restoration and support plant and animal diversity. The study encompassed various organism groups, including plants, insects, amphibians, reptiles, birds, and mammals (including bats).

A total of 104 plant species were identified within the farm area, most of which are ruderal and forage species commonly found in pastures, fallow lands, hedgerows, and agricultural areas. Notably, parts of the farm were sown with flowering plant mixes to create a suitable food base for pollinators. The most frequently observed species included alfalfa (*Medicago sativa*), viper's bugloss (*Echium vulgare*), white clover (*Trifolium repens*), red clover (*T. pratense*), crimson clover (*T. incarnatum*), bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus*), sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), and cornflower (*Centaurea cyanus*).

During the study, 42 species of wild bees from all six bee families found in Poland were recorded on the farm, with polylectic species dominating. Thirteen legally protected species, including rare ones such as the brown-banded carder bee (*Bombus humilis*), the large garden bumblebee (*Bombus ruderatus*), and the violet carpenter bee (*Xylocopa violacea*), were observed. The study indicated significantly higher insect numbers in areas sown with nectar-producing plants compared to areas where vegetation developed spontaneously. Additionally, nesting sites were confirmed for several bee species in exposed soil patches, abandoned rodent burrows, and an "insect hotel", highlighting the favorable habitat conditions created on the farm.

A total of 32 butterfly species were observed on the farm, representing approximately 19% of Poland's butterfly fauna. Protected species, such as the large copper (*Lycaena dispar*) and the scarce swallowtail (*Iphiclides podalirius*), both listed in the Polish Red Data Book of Animals, were identified. Most observed species were mesophilic butterflies preferring open and transitional habitats.

Bird monitoring indicated that the farm area is utilized by numerous bird species. During year-round field observations from April 2023 to May 2024, 106 bird species were recorded in the Photovoltaic Farm Complex in Sulechów and its immediate vicinity, with 58 of them identified as breeding species. Fourteen species nested on the farm, and an additional 44 species nested in its proximity. The skylark (*Alauda arvensis*) was the most numerous breeding species on the farm. The farm infrastructure provided resting, perching, and singing spots for 32 bird species. The richness of plants and insects attracted species typical of open, agricultural, and transitional areas.

A well-managed photovoltaic farm, where favorable habitats for various animal groups are created, is essential for the development of complex ecological interdependencies. This is particularly relevant to bat populations. Studies confirmed bat activity on the farm, a result of favorable foraging conditions provided by the high diversity of insects attracted by the flowering plants. With appropriate management, photovoltaic farm areas can support these crucial species that play key roles in ecosystems.

The Sulechów photovoltaic farm, covering over 60 hectares, exemplifies modern land use on previously intensively farmed agricultural land. Despite the scale of the investment, the authors emphasize that, with appropriate measures like seeding areas with plant mixtures and building infrastructure for wildlife, photovoltaic farms can be integrated into the local landscape. These areas have become attractive habitats for many plant and animal species while minimizing visual impacts on the landscape. Biodiversity restoration at photovoltaic farms enhances aesthetic values, reduces soil erosion, and improves water retention, positively influencing ecosystem functionality.

The publication outlines best practices for designing and managing photovoltaic farms to minimize their impact on biodiversity. It highlights the need for careful planning of photovoltaic farm locations, recommending investments on degraded or agriculturally low-value land. Building photovoltaic farms in ecologically valuable areas, such as Natura 2000 sites or landscape parks, should be avoided due to their unique ecological importance. Best practices also include appropriate vegetation management to protect soil from erosion and increase plant diversity. Introducing nectar-producing plants and native flora attracts pollinators, which positively impacts ecosystem stability.

Agrotechnical measures such as mowing and reseeding should be implemented on photovoltaic farms to support biodiversity and prevent the spread of invasive species. Additionally, integrating photovoltaic farms with organic farming, for example, by cultivating shade-tolerant plants such as certain vegetables or herbs, allows for efficient use of spatially limited areas. The publication also emphasizes the importance of creating "green corridors" between farms, facilitating animal migration. Collaboration with local farmers and programs promoting organic food further support biodiversity and enhance social acceptance of photovoltaic farms. Regular monitoring of environmental impact and educating local communities about conservation and renewable energy benefits are also critical.

The study results suggest that photovoltaic farms can play a significant role in restoring local ecosystems, especially in agricultural areas. Proper vegetation management on photovoltaic farms, such as planting nectar-producing plants, increases biodiversity and supports numerous species that might otherwise be displaced from agricultural landscapes. The Sulechów study demonstrates how renewable energy technology can support nature conservation, bringing benefits to the environment and local communities alike.

Literatura

- Ammann K. 2004. The impact of agricultural biotechnology on biodiversity: Myths and facts. [W:] A. Eaglesham, A. Wildeman, R.W.F. Hardy (red.), *Agricultural biotechnology: finding common international goals*. National Agricultural Biotechnology Council, Ithaca (NY), s. 111–117.
- Ansee Consulting: Jaśkiewicz M., Kornet Z., Łojewski B. 2022. Ocena oddziaływania farm fotowoltaicznych na krajobraz. Zalecenia metodyczne. Wrocław.
- Badora K. 2011. Ocena wpływu farm wiatrowych na krajobraz – aspekty metodyczne i praktyczne. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 31: 23–32.
- Badora K. 2017. Zalecenia w zakresie uwzględnienia wpływu farm wiatrowych na krajobraz w procedurach ocen oddziaływania na środowisko. Warszawa.
- Banaszak J. 2004. Apidae. [W:] W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska (red.), *Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków*. Vol. 1. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, s. 358–362.
- Banaszak J., Motyka E., Szczepko K. 2013. *Andrena Florivaga* Eversmann, 1852 (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae) – a new bee species of the genus *Andrena* in Poland. *Journal of Apicultural Science*, 57(1): 45–50.
- Barataud M. 2015. Acoustic ecology of European bats. *Species Identification and Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour*. Biotope Editions, Mèze, National Museum of Natural History, Paris.
- Bator A., Błachowski G., Jaros R., Węgiel A., Węgiel J. 2017. *Poradnik ochrony nietoperzy*. OTON, Supraśl.
- Bena W. 2024. *Przyroda farm fotowoltaicznych Zklastra. Doświadczenia z okolic Zgorzelca*. Zgorzelecki Klaster Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej, Zgorzelec.
- Blab J., Kudrna O. 1982. *Hilfsprogramm für Schmetterlinge. Ökologie und Schutz von Tagfaltern und Widderchen*. Kilda-Verlag, Greven.
- Blaydes H., Gardner E., Whyatt J.D., Potts S.G., Armstrong A. 2022. Solar park management and design to boost bumble bee populations. *Environmental Research Letters*, 17(4): 044002.
- Blaydes H., Potts S.G., Whyatt J.D., Armstrong A. 2021. Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145: 111065.
- Blaydes H., Potts S.G., Whyatt J.D., Armstrong, A. 2024. On-site floral resources and surrounding landscape characteristics impact pollinator biodiversity at solar parks. *Ecological Solutions and Evidence* 5(1): e12307.
- Barré K., Baudouin A., Froidevaux J.S.P., Chartendrault V., Kerbiriou C. 2024. Insectivorous bats alter their flight and feeding behaviour at ground-mounted solar farms. *Journal of Applied Ecology*, 61: 328–339.

- Barron-Gafford G.A., Pavao-Zuckerman M.A., Minor R.L., Sutter L.F., Barnett-Moreno I., Blackett D.T., Thompson M., Dimond K., Gerlak A.K., Nabhan G.P., Macknick J.E. 2019. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. United States. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>
- Beck M., Bopp G., Goetzberger A., Oberfell T., Reise C., Schindele S. 2012. Combining PV and Food Crops to Agrophotovoltaic – Optimization of Orientation and Harvest.
- Bena W. 2024. Przyroda farm fotowoltaicznych ZKLAstra. Doświadczenia z okolic Zgorzelca. Zgorzelecki Klaster Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej, Zgorzelec.
- Beneš J., Konvička M., Dvořák J., Fric Z., Havelda Z., Pavličko A., Vrabec V., Weidenhoffer Z. 2002. Motýli České Republiky: Rozšíření a ochrana I, II. SOM, Praha.
- Benton T.G., Bryant D.M., Cole L., Crick H.Q.P. 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology*, 39: 673–687.
- Borański M., Celary W., Jachuła J. 2021. First record of *Lithurguscornutus* (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae) from Poland. *Biodiversity Data Journal*, 9: e75997.
- Burton A.C., Beirne C., Gaynor K.M. i in. 2024. Mammal responses to global changes in human activity vary by trophic group and landscape. *Nat. Ecol. Evol.*, 8: 924–935. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02363-2>
- Buszko J., Mastowski J. 2015. Motyle dzienne Polski. Koliber, Nowy Sącz.
- Buszko J., Nowacki J. 2002. Lepidoptera Motyle. [W:] Z. Głowaciński (red.), Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. IOP PAN, Kraków, s. 80–87.
- Buszko J., Nowacki J. (red.) 2017. A Distributional Checklist of the Lepidoptera of Poland. *Polish Entomological Monographs*, 13.
- Chae S.-H., Kim H.J., Moon H.-W., Kim Y.H., Ku K.-M. 2022. Agrivoltaic Systems Enhance Farmers' Profits through Broccoli Visual Quality and Electricity Production without Dramatic Changes in Yield, Antioxidant Capacity, and Glucosinolates. *Agronomy*, 12: 1415. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061415>
- Chmielewski T.J. 2008. Zmierzając ku ogólnej teorii systemów krajobrazowych. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 21: 93–108.
- Chodkiewicz T., Kuczyński L., Sikora A., Chylarecki P., Neubauer G., Ławicki Ł., Stawarczyk T. 2015. Ocena liczebności ptaków lęgowych w Polsce w latach 2008–2012. *Ornis Pol.*, 56: 149–189.
- Choi Y.J., Lee J.S. 2005. Heavy metal accumulation in wild plants on the roadside of industrial areas. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, 8, 5: 39–46.
- DeVault T.L., Seamans T.W., Schmidt J.A., Belant J.L., Blackwell B.F., Mooers N., Tyson L.A., Van Pelt L. 2014. Bird use of solar photovoltaic installations at US airports: Implications for aviation safety. *Landscape and Urban Planning*, 122: 122–128.
- Dicks L.V., Breeze T.D., Ngo H.T., Senapathi D., An J., Aizen M.A., Basu P., Buchori D., Galetto L., Garibaldi L.A., Gemmill-Herren B., Howlett B.G., Imperatriz-Fonseca V.L., Johnson S.D., Kovács-Hostyánszki A., Kwon Y.J., Lattorff H.M.G., Lungharwo T., Seymour C.L., Vanbergen A.J., Potts S.G. 2021. A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution*, 5(10): 1453–1461.
- Dirzo R., Young H.S., Galetti M., Ceballos G., Isaac N.J., Collen B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345: 6195.
- Dokulilová M., Suchomel J. 2017. Abundance of Common Shrew (*Sorex araneus*) in Selected Forest Habitats of Moravia (Czech Republic). *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.*, 65(2): 401–409. <https://doi.org/10.1118/actaun201765020401>

- Dubicka A., Czechowski P. 2020. Trzmielowate (Hymenoptera: Apidae: Bombini) województwa lubuskiego: wyniki obserwacji z lat 2016–2020. *Przegl. Przyr.*, 31(4): 24–42.
- Duelli P., Obrist M.K., Schmatz D.R. 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74: 33–64. EMD International A/S. 2022. windPro v. 4.0. www.emd.dk.
- Fellowes M.D.E., Acquaah-Harrison K., Angeoletto F., Santos J.W.M.C., da Silva Leandro D., Rocha E.A., Pirie T.J., Thomas R.L. 2020. Map-A-Mole: Greenspace Area Influences the Presence and Abundance of the European Mole *Talpa europaea* in Urban Habitats. *Animals*, 10: 1097. <https://doi.org/10.3390/ani10061097>
- Forister M.L., Pelton E.M., Black S.H. 2019. Declines in insect abundance and diversity: We know enough to act now. *Conservation Science and Practice*, 1(8): e80.
- Furmankiewicz J., Gottfried I. 2009. Ekspertyza chiropterologiczna dla określenia przyrodniczych uwarunkowań lokalizacji elektrowni wiatrowych w województwie dolnośląskim. Wrocławskie Biuro Urbanistyczne, Wrocław.
- Gajda K., Czechowski P., Orzechowski R., Rektor R. 2020. Atlas rozmieszczenia motyli dziennych województwa lubuskiego. ZPKWL, Gorzów Wielkopolski–Zielona Góra.
- Głowaciński Z., Nowacki J. (red.) 2004. Polska czerwona księga zwierząt. Bezkręgowce. IOP PAN, Kraków–Poznań.
- Goszczyński J. 2002. Home ranges in red fox: territoriality diminishes with increasing area. *Acta Theriol*, 47 (Suppl 1): 103–111. <https://doi.org/10.1007/BF03192482>
- Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M.D., Wagner N., Gorini R. 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24: 38–50.
- Greif S., Siemers B.M. 2010. Innate recognition of water bodies in echolocating bats. *Nat. Commun.*, 1: 107. <https://doi.org/10.1038/ncomms1110>
- Greif S., Zsebők S., Schmieder D., Siemers B.M. 2017. Acoustic mirrors as sensory traps for bats. *Science*, 357: 1045–1047.
- Greenberg D.A., Palen W.J. 2019. A deadly amphibian disease goes global. *Science* 363(6434): 1386–1388.
- Gryz J., Krauze-Gryz D. 2022. Why Did Brown Hare *Lepus europaeus* Disappear from Some Areas in Central Poland? *Diversity*, 14: 465. <https://doi.org/10.3390/d14060465>
- Harrison Ch., Lloyd H., Field Ch. 2017. Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology (NEER012). Natural England edition – 9th March 2017.
- Hernandez R.R., Easter S.B., Murphy-Mariscal M.L., Maestre F.T., Tavassoli M., Allen E.B., Barrows C.W., Belnap J., Ochoa-Hueso R., Ravi S., Allen M.F. 2014. Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29: 766–779.
- Horváth G., Blahó M., Egri A., Kriska G., Seres I., Robertson B. 2010. Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conserv Biol.*, 24(6): 1644–1653. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x>
- Horváth G., Kriska G., Malik P., Robertson B. 2009. Polarized light pollution: a newkind of ecological photopollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Ecological Society of America, 7(6): 317–325.
- Herden C., Geiger S., Milašauskaitė E. 2012. Regional impacts of renewable energy expansion on nature and landscape outcomes of an r&d project [Regionale Auswirkungendes Ausbaus der erneuerbaren Energien auf Natur und Landschaft Teilergebnisse eines F +E-Vorhabens]. *Natur und Landschaft*, 87: 531–537.
- Hudelson T., Lieth J.H. 2021. Crop production in partial shade of solar photovoltaic panels on trackers. *AIP Conference Proceedings*, 2361(1). <https://doi.org/10.1063/5.0055174>

- Jareño D., Viñuela J., Luque-Larena J.H., Arroyo L., Arroyo B., Mougeot F. 2014. A comparison of methods for estimating common vole (*Microtus arvalis*) abundance in agricultural habitats. *Ecological Indicators*, 36: 111–119.
- Jasińska K.D., Krauze-Gryz D., Jackowiak M., Gryz J. 2022. Changes in roe deer (*Capreolus capreolus*) daily activity patterns in Warsaw during the COVID-19 pandemic. *The European Zoological Journal*, 89(1): 870–876. <https://doi.org/10.1080/24750263.2022.2096130>
- Jenkins A.R., Ralston-Paton S., Smit-Robinson H.A. 2015. *Birds and Solar Energy Best Practice Guidelines*. BirdLife South Africa.
- Jessel B., Kuler B. 2006. Evaluation of standalone photovoltaic power plants [Naturschutzfachliche beurteilung von freiland-photovoltaikanlagen]. *Naturschutz Und Landschaftsplan*, 38: 225–232.
- Kasztelewicz Z., Szwed L. 2010. Kierunki zagospodarowania terenów po likwidacji zakładów górniczych wydobywających węgiel brunatny. *Przegląd Górniczy*, 66, 11: 86–102.
- Kazimirski P. 2019. Czy płazy mogą czerpać korzyść z powstających farm fotowoltaicznych? *Wszechświat*, 120(4–3): 87–91.
- Kierat J. 2024. New records of *Colletes hederæ* Schmidt & Westrich, 1993 (Hymenoptera, Apiformes) in Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 66, 1–2. <https://doi.org/10.3409/azc.67.01>
- Komisja Europejska 2023 (<https://www.eesc.europa.eu/pl/our-work/opinions-information-reports/opinions/revision-eu-pollinators-initiative-new-deal-pollinators>; dostęp 10.10.2024).
- Kosciuch K., Riser-Espinoza D., Geringer M., Erickson W. 2020. A summary of bird mortality at photovoltaic utility scale solar facilities in the Southwestern U.S. *PLoS ONE*, 15(4): e0232034. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232034>
- Lafitte A., Sordello R., Ouédraogo D.Y. i in. 2023. Existing evidence on the effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map with critical appraisal of study validity. *Environ. Evid.*, 12 (23). <https://doi.org/10.1186/s13750-023-00318-x>
- Lange E. 1990. Vista management in Acadia National Park. *Landscape and Urban Planning*, 19(4): 353–376.
- Liana A. 2002. Orthoptera prostoskrzydłe i inne owady orthopteroidalne. [W:] Z. Głowaciński (red.), *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce*. Inst. Ochr. Przyr. PAN, Kraków, s. 115–121.
- Liana A. 2004. *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758) Nadobnik włoski. [W:] Z. Głowaciński, J. Nowacki (red.), *Polska czerwona księga zwierząt. Bezkręgowce*. Inst. Ochr. Przyr. PAN, AR w Poznaniu, Kraków–Poznań, s. 66–67.
- Luedtke J.A., Chanson J., Neam K. i in. 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* 622: 308–314. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
- Lisek D. (red.). 2023. *Wyzwania i narzędzia w ochronie krajobrazu. Zespół Parków Krajobrazowych województwa Wielkopolskiego*, Poznań.
- Mariańska E., Cwajna A., Sztajnykier I., Madej D., Moroń. D. 2023. Inwazyjne obce gatunki nawłoci (*Solidago* spp.) zmieniają świat. *Chr. Przyr. Ojcz.*, 79(3): 52–65.
- Marrou H., Wery J., Dufour L., Dupraz C. 2013. Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *European Journal of Agronomy*, 44: 54–66. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.08.003>
- Martins L.D. 2024. Solar farms can be 'havens for biodiversity', new study finds (www.solar-powerportal.co.uk/solar-farms-biodiversity-pv/).
- Meienberg P. 1966. Die Landnutzungskartierung nach Pan-Infrarotund Farbluftbildern. Ein Beitrag zur agrargeographischen Luftbildinterpretation und zu den Möglichkeiten der Luftbildphotographie. Verlag Michael Lassleben, Kallmünz.

- Middleton W.E.K. 1957. *Vision through the Atmosphere*. University of Toronto Press, Toronto.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M. 2020. *Vascular Plants of Poland. An annotated checklist*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.
- Motyka E., Bystrowski C. 2016. *Andrena saxonica* Stoeckert, 1935 (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae) – nowy gatunek pszczoły z rodzaju *Andrena* w Polsce. Proceedings, 50th Congress of the Polish Entomological Society and VIIIth National Scientific Conference in the series "Insects protection in Poland" on "Forest Entomofauna-diversity, conservation and research directions".
- Nowaczyk B. 1978. *Stratygrafia dolinki erozyjno-denuwacyjnej i stożka w Szabliskach koło Sulechowa*. [W:] Przewodnik części terenowej Zjazdu 60-lecia Pol. Tow. Geogr. Poznań.
- Ostaszewska K. 2002. *Geografia krajobrazu. Wybrane zagadnienia metodologiczne*. Warszawa.
- Parker G.E., McQueen C. 2013. *Can Solar Farms Deliver Significant Benefits to Biodiversity? Preliminary Study July–August*. Unpublished Report.
- Pawlikowski T., Olszewski P., Żyła W., Przybylińska M. 2016. The rare oligolectic bumblebee *Bombus gerstaeckeri* Morawitz, 1882 from Poland. *Spixiana*, 39(1): 130.
- Pawlikowski T., Pawlikowski K. 2012. *Trzmielowate Polski (Hymenoptera: Apidae: Bombini)*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Pięta M. 2020. Ocena wpływu budowy i funkcjonowania wielkopowierzchniowych farm fotowoltaicznych na awifaunę. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Bydgoszcz.
- Peschel T. 2010. *Solar parks – Opportunities for Biodiversity*.
- Pietrzak M. 2010. *Krajobraz rekreacyjny – istota, treść i zakres pojęcia*. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 27: 321–326.
- Pizzo S. 2011. When saving the environment hurts the environment: Balancing solar energy development with land and wildlife conservation in a warming climate. *Journal of International Environmental Law and Policy*, 22: 123–157.
- Powers R.P., Jetz W. 2019. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change*, 9(4): 323–329.
- Quintero C., Morales C.L., Aizen M.A. 2010. Effects of anthropogenic habitat disturbance on local pollinator diversity and species turnover across a precipitation gradient. *Biodiversity and Conservation*, 19: 257–274.
- Rehbein J.A., Watson J.E.M., Lane J.L. i in. 2020. Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas. *Glob. Change Biol.*, 26: 3040–3051. <https://doi.org/10.1111/gcb.15067>
- Richling A., Solon J. 2011. *Ekologia krajobrazu*. Warszawa.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Dz.U. z 2019 r. poz. 394).
- Russ J. 2012. *British Bat Calls: A Guide to Species Identification*. Pelagic Publishing, Exeter.
- Russ J. 2021. *Bat Calls of Britain and Europe A Guide to Species Identification*. Pelagic Publishing, Exeter.
- Russo D., Cistrone L., Jones G. 2012. Sensory ecology of water detection by bats: A field experiment. *PLoS One*, 7: e48144.
- Sachanowicz K., Ciechanowski M. 2005. *Nietoperze Polski*. Mulico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Sekiyama T., Nagashima A. 2019. Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production: Performance of Agrivoltaic Systems for Corn. A Typical Shade-Intolerant Crop. *Environment*, 6: 65. <https://doi.org/10.3390/environments6060065>
- Sielezniew M., Sielezniew I. 2024. *Motyle dzienne*. Multico Oficyna Wydawnicza.

- Sinha P., Hoffman B., Sakers J., Althouse L.D. 2018. Best Practices in Responsible Land Use for Improving Biodiversity at a Utility-Scale Solar Facility. *Case Studies in the Environment*, 2(1): 1–12. <https://doi.org/10.1525/cse.2018.001123>
- Sliwinski K., Ronnenberg K., Jung K. i in. 2019. Habitat requirements of the European brown hare (*Lepus europaeus* PALLAS 1778) in an intensively used agriculture region (Lower Saxony, Germany). *BMC Ecol.*, 19: 31. <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0247-7>
- Smolis A., Michoła P., Sikora A., Sikora M., Regner J., Stajszczyk M., Szymański E.M., Badurowicz K., Fornal P., Gołębnik A., Wykrota R., Zajac K., Kadej M. 2019. Nowe stanowiska smukwy kosmatej *Scolia hirta* Schrank i smukwy białoplanej *Scolia sexmaculata* Müller (Hymenoptera: Scoliidae) w Polsce. *Przyroda Sudetów*, 22: 107–118.
- Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpiłowski S., Ziaja W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland – verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 91, 2.
- Stein K., Coulibaly D., Stenchly K., Goetze D., Porembski S., Lindner A., Linsenmair E.K. 2017. Bee pollination increases yield quantity and quality of cash crops in Burkina Faso, West Africa. *Scientific Reports*, 7(1): 17691.
- Szabadi K.L., Kurali A., Abdul Rahman N.A., Froidevaux J.S.P., Froidevaux J.S.P., Tinsley E.A., Jones G., Görföl T., Estók P., Zsebok S. 2023. The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 44, Article e02481. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02481>
- Szymkiewicz M., Szymkiewicz E. 2014. Stanowiska nęka świerszczojada *Spex funerarius* (Gussakovskij 1934) (Hymenoptera: Sphecidae) na Pojezierzu Mazurskim. *Kulon*, 19: 133–135.
- Taylor R., Conway J., Gabb O., Gillespie, J. 2019. Potential ecological impacts of ground-mounted photovoltaic solar panels (<https://www.bsg-ecology.com/wp-content/uploads/2019/04/Solar-Panels-and-Wildlife-Review-2019.pdf>, dostęp: 14.07.2024)
- Terry G. 2020. State pollinator-friendly solar initiatives: Clean energy states alliance (<https://www.cesa.org/wp-content/uploads/State-Pollinator-Friendly-Solar-Initiatives.pdf>; dostęp: 14.07.2024).
- Thompson E.P., Bombelli E.L., Shubham S., Watson H., Everard A., D'Ardes V., Schievano A., Bocchi S., Zand N., Howe C.J., Bombelli P., 2020. Tinted Semi-Transparent Solar Panels Allow Concurrent Production of Crops and Electricity on the Same Cropland. *Adv. Energy Mater.*, 2020(10): 2001189. <https://doi.org/10.1002/aenm.202001189>
- Tinsley E., Froidevaux J.S.P., Zsebók S., Szabadi K.L., Jones G. 2023. Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. *Journal of Applied Ecology*, 60(9): 1752–1762. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14474>
- Tryjanowski P., Łuczak A. 2013. Wpływ elektrowni słonecznych na środowisko przyrodnicze. *Czysta Energia*, 1: 20–22.
- Twerd L. 2020. First record of *Andrena chrysopus* Perez, 1903 (Hymenoptera: Apiformes: Andrenidae) in Poland. *Fragmenta Faunistica*, 63(2): 119–124.
- Vervloesem J., Marcheggiani E., Choudhury M.A.M., Muys B. 2022. Effects of Photovoltaic Solar Farms on Microclimate and Vegetation Diversity. *Sustainability*, 14: 7493. <https://doi.org/10.3390/su14127493>
- Wagner D.L. 2020. Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65(1): 457–480.

- Ważna A., Cichocki J., Gabryś G. 2008. Ssaki. [W:] L. Jerzak (red.), Przyroda ożywiona: opracowanie ekofizjograficzne województwa lubuskiego, Zielona Góra. Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego.
- Wendzonka J. 2014. *Hylaeus (Paraprosopis) lineolatus* (SCHENCK, 1861)(Hymenoptera, Apoidea, Colletidae) – gatunek nowy w faunie Polski. *Wiad. Entomol.*, 33(2): 139–145.
- Wendzonka J., Celary W., Klejdysz T., Krzysztofiak A., Pawlikowski T., Połowska J., Rutkowski T., Twerd L., Żurawlew P. 2020. *Dasygoda morawitzi* Radchenko 2016 (Hymenoptera, Anthophila) a new species in the Polish fauna. *Ampulex-Zeitschrift für Aculeate Hymenopteren*, 11: 5–8.
- Wendzonka J., Ogrodnik D., Ciołek M.E., Rosiak-Stepa K. 2022a. Smuklik szerokopasy *Halicetus scabiosae* (ROSSI, 1790) (Hymenoptera: Anthophila, Halictidae) – gatunek nowy w faunie Polski. *Acta Entomologica Silesiana*, 30: 1–6.
- Wendzonka J., Sołowiej J., Skowrońska J., Ogrodnik D., Kierat J. 2022b. Makatka siedmiozębna *Anthidium septemspinosum* LEPELETIER, 1841 (Hymenoptera: Anthophila, Megachilidae) – gatunek nowy w faunie Polski. *Acta Entomol. Sil.*, 30: 1–7.
- Weselek A., Bauerle A., Zikeli S., Lewandowski I., Högy P. 2021. Effects on Crop Development, Yields and Chemical Composition of Celeriac (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*) Cultivated Underneath an Agrivoltaic System. *Agronomy*, 11(4): 733. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040733>
- Williams B.M., Baker P.J., Thomas E. i in. 2018. Reduced occupancy of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in rural England and Wales: The influence of habitat and an asymmetric intra-guild predator. *Sci. Rep.*, 8: 12156. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30130-4>
- Wojciechowski K.H. 1986. Problemy percepcji i oceny estetycznej krajobrazu. Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, Lublin, s. 75–76.
- Wolski P. 2002. Rozpoznanie i sama ocena wartości krajobrazu. [W:] Ocena i wycena zasobów przyrodniczych. SGGW, Warszawa.
- Zacharopoulou M., Guillaume E., Coupez G., Bleuart C., Le Loc'h G., Gaide N. 2022. Causes of Mortality and Pathological Findings in European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) Admitted to a Wildlife Care Centre in Southwestern France from 2019 to 2020. *J. Comp. Pathol.*, 190: 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2021.11.001>
- Zarząd województwa lubuskiego. 2024. Audyt krajobrazowy województwa lubuskiego. Województwo Lubuskie, Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego w Zielonej Górze, Departament Rolnictwa, Zasobów Naturalnych, Rybactwa i Rozwoju Wsi, Wydział Zasobów Przyrodniczych. https://bip.lubuskie.pl/918/5288/Audyt_krajobrazowy_wojewodztwa_lubuskiego/
- Żurawlew P., Grobelny S., Orzechowski R. 2017. Ekspansja długoskrzydłaka sierposza *Phaneroptera falcata* (Poda, 1791) (Orthoptera: Tettigoniidae) w Polsce. *Przegl. Przyr.*, 28(2): 39–62.
- Żurawlew P., Kutera M., Orzechowski R., Czyżewski S., Radzikowski P., Grobelny S., Cymbała R., Kolago G., Malkiewicz A., Bury J., Gwardjan M., Sępiot B., Brodacki M. 2022. The European mantis *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) (Mantodea: Mantidae) in Poland – the present status and changes in range. *Fragmenta Faunistica*, 65(1): 35–53.
- Żurawska-Seta E., Barczak T. 2012. The influence of field margins on the presence and spatial distribution of the European mole *Talpa europaea* L. within the agricultural landscape of northern Poland. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 64(3): 971–980. <https://doi.org/10.2298/ABS1203971Z>

Informacja o autorach

Alicja Dubicka-Czechowska, mgr – absolwentka Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, aktualnie studentka Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Zielonogórskiego. Z zamiłowania przyrodnik. Ostatnio głównym przedmiotem zainteresowań są dzikie owady zapylające, których rozmieszczenie najczęściej bada na terenie województwa lubuskiego. Autorka i współautorka publikacji przyrodniczych, np. „Przyroda parku Książęcego w Zatoniu”, „Barwny świat pszczoł dziko żyjących”. Współautorka portalu dzicyzapylacze.pl, poświęconego w szczególności pszczołom dziko żyjącym. Każdą wolną chwilę spędza na podróżach w celu poznawania różnorodności biologicznej świata.

Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski,
ul. prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra
e-mail: aliciapunx@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4251-3010>

Paweł Czechowski, dr – ornitolog, przyrodnik. Pracownik Uniwersytetu Zielonogórskiego. Od ponad trzydziestu lat obserwuje ptaki i prowadzi badania ornitologiczne. Ponadto zaangażowany w badania faunistyczne wybranych grup owadów (motyle, ważki, pszczoły). Autor i współautor około 190 artykułów i doniesień z dziedziny ornitologii i ostatnio entomologii. Współautor książek: „Turystyka ornitologiczna w województwie lubuskim”, „Ptaki powiatu zielonogórskiego”, „Ptaki lęgowe Ziemi Lubuskiej”, „Atlas rozmieszczenia motyli dziennych parków krajobrazowych województwa lubuskiego”. Członek Zarządu Okręgu Ligi Ochrony Przyrody w Zielonej Górze oraz Stowarzyszenia Ochrony Sów.

Instytut Sportu, Turystyki i Żywnienia, Uniwersytet Zielonogórski,
ul. prof. Z. Szafrana 4, 65-516 Zielona Góra
e-mail: p.czechowski@wnb.uz.zgora.pl
<https://orcid.org/0000-0002-5860-6246>

Olaf Ciebiera, dr – adiunkt w Katedrze Ochrony Przyrody Instytutu Nauk Biologicznych Uniwersytetu Zielonogórskiego. Autor kilkunastu publikacji naukowych, współautor książek takich, jak m.in.: „Ochrona ptaków w mieście”, „Atlas ptaków lęgowych Ziemi Lubuskiej”, „Przyroda kopalni surowców naturalnych Nowogród Bobrzański”, „Nietoperze rezerwatu Nietoperek: badania, zagrożenia, ochrona”, „Przyroda parku Książęcego w Zatoniu”. Autor opracowań i ekspertyz przyrodniczych i środowiskowych. Prezes Zarządu Okręgu Ligi Ochrony Przyrody w Zielonej Górze, członek Regionalnej Rady Ochrony Przyrody działającej przy RDOŚ w Gorzowie Wielkopolskim i Rady Parków Krajobrazowych Województwa Lubuskiego.

Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski,
ul. prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra
e-mail: o.ciebiera@wnb.uz.zgora.pl
<https://orcid.org/0000-0002-0191-9874>

Anna Chruścicka, mgr inż. – absolwentka kierunku inżynieria środowiska, w specjalności odnawialne źródła energii, na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Pasjonatka ekologii i zagadnień związanych ze środowiskiem naturalnym, która swoje zainteresowania rozwija od lat zarówno w pracy, jak i w codziennym życiu. Posiada kilkuletnie doświadczenie w opracowywaniu różnych analiz oddziaływania przedsięwzięć na środowisko. Specjalista do spraw ochrony środowiska i krajobrazu.

Marcin Bocheński, dr – absolwent kierunku Ochrona Środowiska w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Zielonej Górze. Stopień doktora nauk biologicznych uzyskał na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Akademii Pomorskiej w Słupsku. Przyrodą interesuje się „od zawsze”, a szczególną pasję stanowią ptaki, których obserwacjami i badaniami zajmuje się od ponad 30 lat. Regularnie współpracuje z wieloma jednostkami naukowymi i organizacjami pozarządowymi w kraju i za granicą. Członek Zarządu Okręgu Ligi Ochrony Przyrody w Zielonej Górze. Współtwórca Muzeum Bociana Białego w Kłopotcie. Członek Regionalnej Rady Ochrony Przyrody w Gorzowie Wielkopolskim.



The mark of
responsible forestry



Papier Munken produkcji Arctic Paper Munkedals wykorzystany do druku tej książki posiada brązowy certyfikat Cradle to Cradle Certified®. Program Cradle jest uznanym na całym świecie standardem gospodarki o obiegu zamkniętym.

Pozostałe certyfikaty jakości i oświadczenia to: FSC_C020637, PEFC_053399, EU Ecolabel, ECF – brak użycia chloru elementarnego, ISO 14001 EMAS, Paper Profile, DIN EN 71 – bezpieczeństwo zabawek, ISEGA – kontakt z żywnością, SO 9706 – odporność na starzenie, acid free. Papier bezdrzewny – wyprodukowany bez ścieru drzewnego.

„... warto podkreślić, że prezentowana książka jest nie tylko cennym źródłem informacji dla przyrodników, lecz także materiałem o dużym potencjale aplikacyjnym, zachęcającym do poważniejszego zainteresowania się wpływem farm fotowoltaicznych na środowisko. Przejrzyste i fachowe opracowanie zebranego materiału stanowi solidną podstawę do analiz porównawczych z wynikami uzyskanymi na innych terenach, co pozwala na lepsze zrozumienie tych zjawisk w różnorodnych ekosystemach. Z uwagi na przystępny język i rzetelność przedstawionych danych, publikacja ta jest wartościowym źródłem nie tylko dla specjalistów, lecz także dla samorządowców i urzędników, którzy podejmują decyzje dotyczące lokalizacji tego rodzaju inwestycji. Dzięki tej książce mogą oni zdobyć wiedzę na temat możliwych korzyści i wyzwań, jakie farmy fotowoltaiczne niosą dla przyrody, co sprzyja podejmowaniu bardziej świadomych i zrównoważonych decyzji”.

prof. dr hab. Piotr Tryjanowski
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

„Rozwój nowych technologii oraz konieczność poszukiwania odnawialnych niskoemisyjnych źródeł energii, w tym wykorzystujących energię słońca, wydaje się dziś w dobie postępującego kryzysu klimatycznego wręcz koniecznością. Jednak szybki rozwój infrastruktury opartej na »zielonej energii« nie powinien odbywać się kosztem przyrody i tym samym wzmacniać kryzysu utraty różnorodności biologicznej, gdyż oba kryzysy są ze sobą ewidentnie pod tym względem powiązane.

A zatem za kluczowe należy uznać wielokryterialny proces doboru odpowiedniej lokalizacji dla tego typu przedsięwzięć oraz opracowanie i wdrożenie adekwatnych działań minimalizujących potencjalny wpływ dużych powierzchni systemów solarnych na redukcję kosztów środowiskowych i społecznych. Stosując te podstawowe zasady, można z pewnością poszukiwać kompromisu pomiędzy koniecznością rozwoju energetyki odnawialnej a ochroną bioróżnorodności, przestrzeni oraz walorów krajobrazowych środowiska, w którym żyjemy.

Rodzi się jednak pytanie – jak to robić w praktyce? I właśnie niniejsza publikacja, stanowiąca interesujące studium analizy naukowej jednej z farm fotowoltaicznych, jest próbą dostarczenia przez autorów odpowiedzi w tym zakresie”.

mgr inż. Michał Bielewicz
Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
w Gorzowie Wielkopolskim

Bogucki
WYDAWNICTWO
NAUKOWE

 **Polenergia**

ISBN 978-83-7986-522-2



9 788379 865222