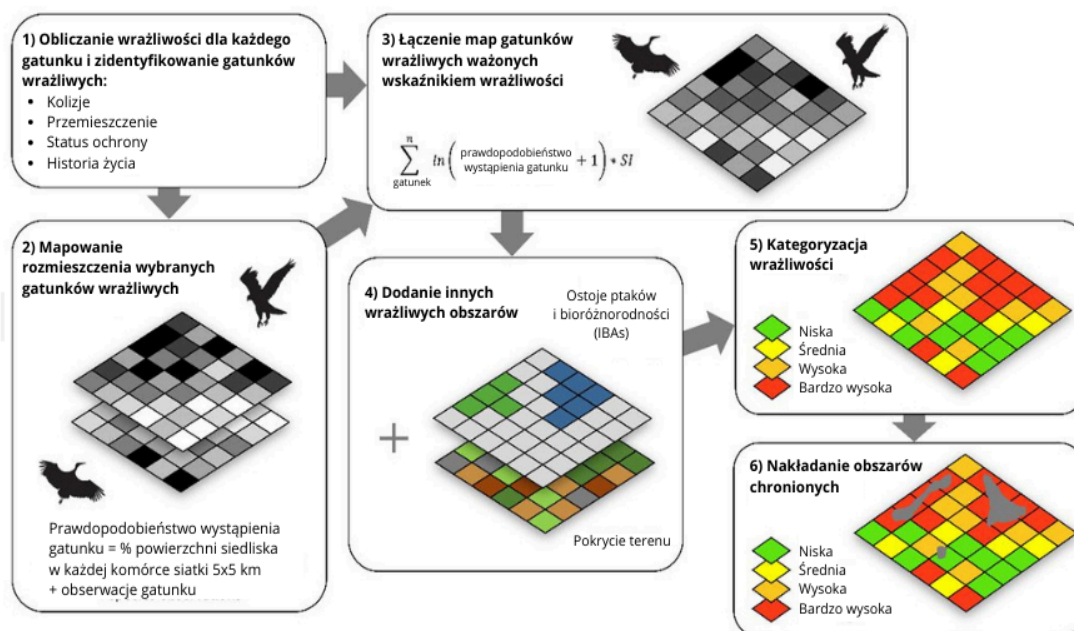


Metody mapowania wrażliwości ptaków na energetykę wiatrową

Mapy wrażliwości zostały stworzone na podstawie wytycznych Komisji Europejskiej „The Wildlife Sensitivity Mapping Manual”¹. Są one powszechnie używane w krajach europejskich, a proces zbierania, modelowania oraz prezentowania danych odzwierciedla wytyczne wskazane we wcześniejszych międzynarodowych projektach „Avistep - The Avian Sensitivity Tool for Energy Planning”². Mapy wrażliwości ptaków na farmy wiatrowe zostały opracowane dla terytorium lądowego i morskiego całego kraju.

Mapy wrażliwości powstały przy pomocy 6-etapowego schematu przedstawionego na Rys 1.



Ryc 1. Ogólna struktura obejmująca sześć głównych kroków zastosowanych do stworzenia map wrażliwości ptaków (sylwetki ptaków z PhyloPic, CCo 1.0 Universal Public Domain Dedication).




Przy pomocy programu ArcGIS zebrane dane zostały zintegrowane i przetworzone w warstwy rastrowe, umożliwiając stworzenie wielowarstwowej mapy. ArcGis jest globalnie rozpoznawalnym programem do pracy na mapach i danych GIS, również używanym w mapach wrażliwości w innych krajach. W celu analizy oraz prezentacji danych statystycznych użyliśmy dedykowanego programu “R”.

¹ The wildlife sensitivity mapping manual – Practical guidance for renewable energy planning in the European Union, Publications Office, 2020

² AVISTEP: the Avian Sensitivity Tool for Energy Planning. Technical Manual. Cambridge, UK: BirdLife International, Serratos, J., and Allinson, T., 2022

Krok 1: Obliczanie wskaźnika wrażliwości

Wskaźnik wrażliwości ma na celu uchwycenie prawdopodobieństwa negatywnego wpływu farm wiatrowych na stan ochrony gatunku (Furness i in., 2013³; Garthe i Hüppop, 2004⁴). Łączy on parametry związane z ryzykiem kolizji z turbinami wiatrowymi, przemieszczeniem z preferowanych siedlisk związanym ze zmianą wzorców wykorzystania przestrzeni, stanem ochrony danego gatunku i historią życia, rozumianą jako przeżywalność roczna oraz występowanie na określonych terenach. Wykorzystaliśmy indeks opracowany przez Certain et al. (2015⁵) dla ptaków morskich, ale dostosowaliśmy go do ptaków lądowych, aby zintegrować parametry zgodnie z równaniem:

 Kolizja (**Co**) Thaxter et al (2017)
 Przemieszczenie (**DI**) Scientific grey literature
 Status ochrony
 Globalna Czerwona Lista (**GRL**)
 Krajowa Czerwona Lista Ptaków (**NRL**)

gatunki objęte ochroną w Europie (SPEC)
% populacji Europejskiej (Pop)
roczna przeżywalność osobników dorosłych (Su) Bird et al (2020)

$$\text{Wskaźnik wrażliwości} = \left(Co + \left(\frac{DI}{5} \right) \right) \times \left(\frac{GRL+NRL}{2} \right)^{\left(1 - \left(\frac{SPEC+Pop+Su}{3} \right) \right) / \left(\left(\frac{SPEC+Pop+Su}{3} \right) + 0.5 \right)}$$

Ryc 2. Wskaźnik wrażliwości wraz z poszczególnymi komponentami.

Legenda:

Kolizja (Co) jest najbardziej bezpośrednim zagrożeniem dla populacji ptaków i została odnotowana w przypadku wielu gatunków i lokalizacji na całym świecie. Na ryzyko kolizji wpływa wiele czynników związanych z charakterystyką farmy wiatrowej (np. typ turbiny, projekt przestrzenny) i lokalizacją (np. topografia, użytkowanie gruntów). Aby opracować metrykę identyfikującą wrażliwość różnych grup taksonomicznych, skorzystaliśmy z badań Thaxtera et al. (2017)⁶, w których przeanalizowano cechy ekologiczne i filogenetyczne, które sprawiają, że różne grupy systematyczne wykazują zróżnicowaną wrażliwość na kolizje. Poprzez modelowanie autorzy przypisali prawdopodobieństwo kolizji do większości gatunków ptaków lądowych na całym świecie. Zgodnie z zaleceniami podsumowaliśmy tę wartość na poziomie rodziny (wartość średnia).

³ Furness, R.W., Wade, H.M., Masden, E.A., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *J. Environ. Manage.* 119, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.025>

⁴ Garthe, S., Hüppop, O., 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index. *J. Appl. Ecol.* 41, 724–734. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x>

⁵ Certain et al. 2015. Mapping the vulnerability of animal community to pressure in marine systems: disentangling pressure types and integrating their impact from the individual to the community level. *ICES J Mar Sci* 72, 1470–1482

⁶ Thaxter C. B. et al. 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. – *Biol. Conserv.* 156: 53–61

Przemieszczenie (Di) odnosi się do zmniejszenia wykorzystania siedlisk na obszarach znajdujących się pod wpływem elektrowni wiatrowych, co ostatecznie powoduje spadek zagęszczenia ptaków i funkcjonalną utratę siedlisk. Uważa się, że przemieszczenie jest drugim (po kolizji) zagrożeniem dla ptaków stwarzanym przez farmy wiatrowe. Jednak jego znaczenie i wielkość są trudne do określenia ilościowego ze względu na niedobór długoterminowych badań, w tym badań obejmujących próbkowanie, takich jak badania kontrolne przed i po.

W naszej analizie odnieśliśmy się do pracy Hötker (2017)⁷, który dokonał przeglądu literatury naukowej oraz szarej, opisującej przemieszczenia ptaków w Europie z powodu elektrowni wiatrowych, aby opracować metrykę przemieszczeń. W artykule podano liczbę przypadków, w których odnotowano negatywny wpływ (przemieszczenie prowadzące do zmniejszenia liczebności gatunku) lub pozytywny wpływ (lub brak efektu) na dany gatunek oraz dla grup z wystarczającą liczbą prób, obliczono istotność statystyczną tej różnicy (test dwumianowy).

W celu ujednoczenia danych pobranych z opracowania Hötchera, wyniki dla poszczególnych gatunków zostały ekstrapolowane do poziomu rodzin. Cała rodzina otrzymała wartość najwyższej ocenionego gatunku należącego do tej rodziny. To ostrożne podejście zostało podjęte w celu zapewnienia, że podobne gatunki, które nie zostały bezpośrednio zbadane, będą ocenione.

Punktacja została zmodyfikowana dla (dwóch) rodzin Accipitidae (jastrzębiowate) oraz Gruidae (żurawie). Posługując się wiedzą ekspercką przypisaliśmy im wyższe wartości niż w opracowaniu Hötchera, które z racji daty wydania, może być obciążone pewnym błędem. Najnowsze dane wykazują, że wyżej wymienione rodziny są znacznie bardziej wrażliwe na farmy wiatrowe i wykazują intensywniejsze zjawisko przemieszczania się z ich powodu niż uprzednio zakładano.

Kolejnymi parametrami wchodzącymi w skład wskaźnika wrażliwości są dane dotyczące ochrony poszczególnych gatunków i historia ich życia - roczna przeżywalność oraz występowanie na określonych terenach. Te parametry zostały wypracowane na podstawie już istniejących i globalnie rozpoznawalnych systemów:

Globalna Czerwona Lista (GRL) została przypisana na poziomie gatunku przy użyciu kategorii Czerwonej Listy IUCN (Birdlife International, 2022⁸) w następujący sposób:

5 = krytycznie zagrożony (CR);

4 = zagrożony (EN);

3 = podatny na zagrożenia (VU);

⁷ Hötker, H., 2017. Birds: displacement, in: Perrow, M.R. (Ed.), Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions, Volume 1: Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, pp. 119–155

⁸ BirdLife International, 2022. Important Bird and Biodiversity Area (IBA) digital boundaries: March 2022 version.

2 = bliski zagrożenia (NT);

1 = najmniejszej troski (LC) lub z niedoborem danych (DD).

Czerwona Lista Ptaków Polski (CLPP) Zgodnie z tym samym systemem punktacji co GRL, wykorzystaliśmy najnowszą publikację krajowej czerwonej listy dla Polski (Wilk et al., 2020⁹).

Gatunki objęte ochroną w Europie (SPEC) to indeks stworzony w celu oceny stanu ochrony gatunków regularnie występujących w Europie (Burfield et al., 2023¹⁰). W skrócie wykorzystuje on rozmieszczenie geograficzne, status na globalnej czerwonej liście i trendy populacyjne w Europie. Kategorie klasyfikacji gatunków są następujące:

SPEC 1 = Gatunki o globalnym znaczeniu dla ochrony (NT, VU, EN lub CR);

SPEC 2 = Gatunki, których globalna populacja jest skoncentrowana w Europie i które są sklasyfikowane jako regionalnie wymarłe (NT, VU, EN lub CR) na poziomie europejskim, lub ich populacja maleje, zanika lub są rzadkie w Europie;

SPEC 3 = Jak SPEC 2, ale gatunki, których globalna populacja nie jest skoncentrowana w Europie (chyba że jest marginalna w Europie, nie maleje i kwalifikuje się wyłącznie na podstawie kryterium D; IUCN 2012a);

NON-SPEC^E = Gatunki, których globalna populacja jest skoncentrowana w Europie, ale których stan populacji w Europie jest uważany za bezpieczny;

Non-SPEC = Gatunki, których globalna populacja nie jest skoncentrowana w Europie i których stan populacji europejskiej jest uważany za bezpieczny.

We wskaźniku wrażliwości wyznaczyliśmy następujące liczby poszczególnym kategoriom SPEC: SPEC 1 = 5, SPEC 2 = 4, SPEC 3 = 3, NON- SPEC^E = 2 i Non-SPEC = 1.

% POP: Wskaźnik Populacji występujący w Polsce jako procent populacji europejskiej. Wartości zostały pobrane z publikacji Burfield et al. (2023¹¹) i ukazują znaczenie populacji krajowych w skali europejskiej. Podzieliliśmy procentowe występowanie na 5 buforów w następującej skali: % Pop \geq 20% = 5; % Popu \leq 20% - 9% = 4; % Popu \leq 9% - 4% = 3; % Pop \leq 4% - 1% = 2; % Popu \leq 1% = 1.

Roczna przeżywalność osobników dorosłych (Su) została również uwzględniona, ponieważ gatunki najbardziej wrażliwe na rozwój farm wiatrowych charakteryzują się niską płodnością, późnym wiekiem dojrzałości i wysoką

⁹ Czerwona Lista Ptaków Polskich, Wilk et al., 2020, <https://otop.org.pl/naszeprojekty/chronimy/czerwona-lista-ptakow-polski/>

¹⁰ Birds in Europe 4: the fourth assessment of Species of European Conservation Concern, Burfield et al. 2023

¹¹ Birds in Europe 4: the fourth assessment of Species of European Conservation Concern, Burfield et al. 2023

przeżywalnością (Thaxter et al., 2017¹²) np. jastrzębiowate (Accipitridae) oraz bocianowate (Ciconiidae). Wydają na świat małą liczbę potomstwa, ale z wysokimi szansami na przetrwanie do wieku rozrodczego (pisklęta otoczone są troskliwą opieką) (Thaxter et al., 2017)¹³. Strata tego typu osobnika ma zatem ogromny wpływ na całą ich populację (Niel and Lebreton, 2005¹⁴; Sæther and Bakke, 2000¹⁵). Aby uwzględnić metrykę odzwierciedlającą historię życia, zastosowaliśmy roczną przeżywalność osobników dorosłych, która została obliczona dla wszystkich gatunków ptaków (Bird et al., 2020¹⁶).

Aby zrównoważyć wkład powyższych parametrów wchodzących w równanie wskaźnika wrażliwości, wystandaryzowaliśmy wartości dla wszystkich składowych, od 0 do 1, dzieląc każdy parametr przez jego maksymalną wartość.

Następnie, obliczyliśmy wskaźnik wrażliwości dla każdego gatunku ptaka regularnie występującego w kraju, w tym ptaków zimujących i lęgowych, ale nie ptaków zalatujących lub występujących rzadko (230 gatunków dla Polski). Aby stworzyć listę gatunków priorytetowych do wykorzystania w analizie, skupiliśmy się na gatunkach o najwyższych wartościach wrażliwości, stanowiących około 15% wszystkich gatunków.

Aby ocenić naszą ewaluację gatunków priorytetowych i uwzględnić gatunki zgodnie z ich znaczeniem w kontekście krajowym, zorganizowaliśmy warsztaty, zapraszając ekspertów ds. ornitofauny z organizacji pozarządowych, rządów i uniwersytetów. W warsztatach w Gdańsku wzięło udział 20 ekspertów posiadających wieloletnie doświadczenie w temacie oddziaływania farm wiatrowych na ptaki. Przedstawiciele instytucji naukowych, administracji rządowych oraz organizacji pozarządowych ocenili analizę jakościowo poprzez metodę "ekspert judgement". W rezultacie dodaliśmy dwa gatunki do ostatecznej listy - żurawia (*Grus grus*) oraz dudka (*Upupa epops*). Oba gatunki coraz częściej wybierają siedliska już nie tylko łąkowe i tereny podmokłe, ale również tereny rolnicze, które potencjalnie mogą być wykorzystane pod budowę farm wiatrowych.

Krok 2: Mapowanie rozmieszczenia wybranych gatunków

Aby zmapować geograficzne rozmieszczenie gatunków priorytetowych, wykorzystaliśmy mapy siedlisk (AOH - area of habitat). Są one dostępne dla większości gatunków ptaków na całym świecie w siatce 100x100m.

¹² Thaxter, C.B., Buchanan, G.M., Carr, J., Butchart, S.H.M., Newbold, T., Green, R.E., Tobias, J.A., Foden, W.B., O'Brien, S., Pearce-Higgins, J.W., 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 284. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

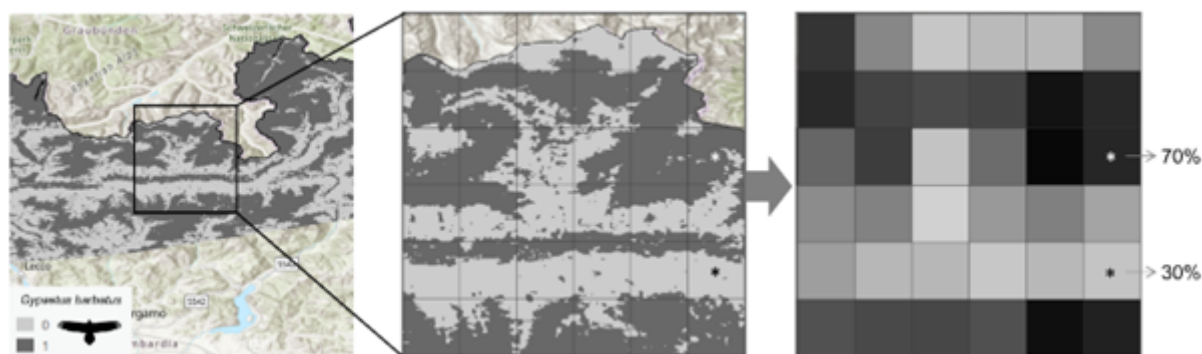
¹³ Thaxter, C.B., Buchanan, G.M., Carr, J., Butchart, S.H.M., Newbold, T., Green, R.E., Tobias, J.A., Foden, W.B., O'Brien, S., Pearce-Higgins, J.W., 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 284. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

¹⁴ Niel, C., Lebreton, J.D., 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. Conserv. Biol. 19, 826–835. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00310.x>

¹⁵ Sæther, B.E., Bakke, Ø., 2000. Avian life history variation and contribution of demographic traits to the population growth rate. Ecology 81, 642–653. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[0642:alhvac\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[0642:alhvac]2.0.co;2)

¹⁶ Bird, J.P., Martin, R., Akçakaya, H.R., Gilroy, J., Burfield, I.J., Garnett, S.T., Symes, A., Taylor, J., Şekercioğlu, Ç.H., Butchart, S.H.M., 2020. Generation lengths of the world's birds and their implications for extinction risk. Conserv. Biol. 34, 1252–1261. <https://doi.org/10.1111/cobi.13486>

Przedstawiają one wykorzystywane siedliska w zasięgu gatunku (Brooks et al., 2019¹⁷). Mapy te zostały utworzone za pomocą modelowania, opartego na danych o pokryciu terenu przełożonych na preferencje siedliskowe gatunków, zgodnie z ocenami Czerwonej Księgi IUCN (Lumbierres et al., 2022¹⁸). Stworzyliśmy warstwę rastrową dla każdego gatunku reprezentującą prawdopodobieństwo jego występowania, opisane jako proporcja obszaru odpowiedniego siedliska w polu siatki 5x5 km.



Ryc 3. Przykład mapy obszaru siedliska orłosępa brodatego *Gypaetus barbatus* we Włoszech. Sylwetka z PhyloPic, CCo 1.0 Universal Public Domain Dedication.

Aby udoskonalić mapy rozmieszczenia, wzięliśmy również pod uwagę wyniki badań terenowych zebranych z różnych źródeł. Wykorzystaliśmy Ornitho¹⁹, a także dane z państwowego Monitoringu Ptaków Polski²⁰. Wszystkie rekordy dla każdego gatunku zostały połączone i przekształcone w siatkę obecności lub jej braku o wymiarach 5*5 km, niezależnie od liczebności występowania. Oznacza to, że w sytuacji obecności awifauny w poszczególnym obszarze mieszczącym się w kwadracie 5*5, cały obszar został oceniony niezależnie od procentowego pokrycia tego kwadratu. Podejście polegające na ekstrapolacji danych na cały kwadrat zostało zastosowane w celu zachowania ostrożności oraz zapewnienia, że występowanie gatunku zostanie uwzględnione na mapie, przy jednoczesnym uwzględnieniu ograniczeń poznawczych związanych z obserwacją w terenie (obserwator może dostrzegać ptaki w znacznych odległościach od punktów pomiarowych). Taka metoda wiąże się jednak z potencjalnym limitem poznawczym w odniesieniu do rzeczywistej przestrzeni, który powinien być na bieżąco korygowany poprzez inwentaryzacje ornitologiczne.

Krok 3: Łączenie map gatunków wrażliwych i sumowanie ważonych wyników

¹⁷ Brooks, T.M., Pimm, S.L., Akçakaya, H.R., Buchanan, G.M., Butchart, S.H.M., Foden, W., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Jenkins, C.N., Joppa, L., Li, B. V., Menon, V., Ocampo-Peñuela, N., Rondinini, C., 2019. Measuring Terrestrial Area of Habitat (AOH) and Its Utility for the IUCN Red List. *Trends Ecol. Evol.* 34, 977–986. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.06.009>

¹⁸ Lumbierres, M., Dahal, P.R., Soria, C.D., Marco, M. Di, Stuart, H.M., Donald, P.F., Rondinini, C., 2022. Area of Habitat maps for the world's terrestrial birds and mammals. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.05.13.489640>

¹⁹ <https://www.ornitho.pl/>

²⁰ <http://monitoringptakow.gios.gov.pl/strona-glowna.html>

Następnie, używając metody Bradbury'ego et al. (2014)²¹, połączyliśmy mapy dla wszystkich gatunków priorytetowych, aby utworzyć jedną mapę. Zważyliśmy rastry dla każdego gatunku według wskaźnika wrażliwości i sumowania ich na powierzchnię rastrową dla wszystkich gatunków (równanie 2).

$$\sum_{\text{gatunek}}^n \ln(\text{prawdopodobieństwo wystąpienia gatunku} + 1) * SI \quad (2)$$

Krok 4: Dodanie innych wrażliwych obszarów

Pokrycie terenu i ważne obszary ochrony

Charakterystyka pokrycia terenów oraz ich znaczenie pod względem ochrony awifauny zostały oszacowane na podstawie dwóch źródeł:

Po pierwsze, wykorzystaliśmy dane dotyczące pokrycia terenu z globalnej bazy danych Copernicus²², która obejmuje 23 klasy pokrycia terenu w rozdzielczości przestrzennej 100*100 m. Dane z Copernicus pozwoliły nam zidentyfikować obszary zmienione przez człowieka, o niskiej wartości ekologicznej. Pola uprawne oraz tereny zabudowane otrzymały wartość 0, wszystkie pozostałe klasy otrzymały wartość 1. Następnie obliczyliśmy procent obszarów naturalnych, obecnych w każdej komórce 5x5, tak aby komórki o wyższym odsetku obszarów naturalnych miały wyższy wynik. Połączyliśmy powstałą mapę z mapą wrażliwości ptaków korzystając z analizy wielokryterialnej (Adem Esmail i Geneletti, 2018²³), w której pokrycie terenu otrzymało wartość liczbową 0.2 a występowanie awifauny 0.8.

Po drugie, uwzględniliśmy ważne obszary ochrony ptaków i różnorodności biologicznej, które spełniają kryteria "Important Bird Areas" (IBA), które są obszarami o największym znaczeniu dla ochrony ptaków na świecie (BirdLife International, 2022²⁴). W przypadku Polski uwzględniliśmy również proponowane obszary specjalnej ochrony ptaków (opis obszarów widnieje w legendzie). Komórki pokrywające się z obszarami ochrony istniejącej oraz proponowanej otrzymały maksymalną wartość wrażliwości.

²¹ Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D., 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS One 9, e106366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106366>

²² <https://lcviewer.vito.be/2019>

²³ Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications, Adem Esmail i Geneletti, 2018, <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12899>

²⁴ BirdLife International, 2022. Important Bird and Biodiversity Area (IBA) digital boundaries: March, 2022 version

Krok 5: Kategoryzacja wrażliwości na 4 obszary

Następnie podzieliliśmy te obszary na cztery kategorie, posługując się algorytmem Jenk's Natural Breaks - niską, średnią, wysoką i bardzo wysoką. W ten sposób powstała ostateczna mapa wrażliwości ptaków w formacie, który jest łatwiejszy do zrozumienia i wykorzystania przez szereg zainteresowanych stron w procesach decyzyjnych.

Krok 6: Nałożenie obszarów chronionych

Uznaliśmy, że istniejące oraz proponowane tereny chronione powinny być udostępnione w dwóch odrębnych warstwach. Obszary już objęte ochroną posiadają, bardziej rygorystyczne wymogi pod względem lokalizacji inwestycji niż pozostałe tereny i mogą służyć jako ważne informacje same w sobie. W tym celu wyodrębniliśmy poligony najistotniejszych dla decydentów obszarów chronionych z warstw opublikowanych przez UNEP-WCMC i IUCN (2023²⁵). W przypadku Polski wszystkie istniejące obszary chronione (Bałtycki Obszar Chroniony (HELCOM), Specjalne Obszary Ochrony (Dyrektywa Siedliskowa), Obszary Specjalnej Ochrony (Dyrektywa Ptasia), Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody, zostały zgrupowane w jedną kategorię (obszar szary na mapach wrażliwości). Obszary proponowane (kolor ciemnoszary na mapach wrażliwości) zgrupowaliśmy w drugą, osobną kategorię, która stanowi informację dla decydentów dotyczącą obszarów kwalifikujących się jako ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym²⁶ (Wilk T. et al. 2010²⁷)

²⁵ UNEP-WCMC & IUCN 2023. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA), protectedplanet.net

²⁶ Proponowane obszary chronione: Miejsca kwalifikujące się jako ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym a nieobjęte do tej pory ochroną jako Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków Natura 2000

²⁷ Wilk T., Jujka M., Krogulec J., Chylarecki P. (red) 2010 "Ostoje ptaków o znaczeniu międzynarodowym w Polsce. OTOP, Marki.

Aneks

Wyniki wskaźnika wrażliwości dla wybranych gatunków lądowych oraz morskich

| Nazwa naukowa | Nazwa Polska | Wskaźnik wrażliwości |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| <i>Clanga clanga</i> | Orlik grubodzioby | 0.91 |
| <i>Circaetus gallicus</i> | Gadożer | 0.76 |
| <i>Aquila chrysaetos</i> | Orzeł przedni | 0.69 |
| <i>Circus pygargus</i> | Błotniak łąkowy | 0.65 |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> | Bielik | 0.53 |
| <i>Milvus migrans</i> | Kania czarna | 0.51 |
| <i>Clanga pomarina</i> | Orlik krzykliwy | 0.50 |
| <i>Limosa limosa</i> | Rycyk | 0.50 |
| <i>Larus melanocephalus</i> | Mewa czarnogłowa | 0.50 |
| <i>Buteo buteo</i> | Myszołów | 0.48 |
| <i>Accipiter gentilis</i> | Jastrząb | 0.48 |
| <i>Milvus milvus</i> | Kania ruda | 0.47 |
| <i>Numenius arquata</i> | Kulik wielki | 0.47 |
| <i>Gallinago media</i> | Dubelt | 0.46 |
| <i>Pernis apivorus</i> | Trzmielojad | 0.46 |
| <i>Calidris pugnax</i> | Batalion | 0.46 |
| <i>Larus canus</i> | Mewa siwa | 0.46 |
| <i>Chlidonias niger</i> | Rybitwa czarna | 0.45 |
| <i>Sternula albifrons</i> | Rybitwa białoczelną | 0.44 |
| <i>Accipiter nisus</i> | Krogulec | 0.44 |
| <i>Ciconia ciconia</i> | Bocian biały | 0.44 |
| <i>Ciconia nigra</i> | Bocian czarny | 0.44 |
| <i>Tringa glareola</i> | Łęczak | 0.44 |

| | | |
|-------------------------------|-----------------------|------|
| <i>Circus aeruginosus</i> | Błotniak stawowy | 0.43 |
| <i>Falco peregrinus</i> | Sokół wędrowny | 0.42 |
| <i>Anthus campestris</i> | Świergotek polny | 0.42 |
| <i>Chlidonias leucopterus</i> | Rybitwa białoskrzydła | 0.41 |
| <i>Haematopus ostralegus</i> | Ostrygojad | 0.41 |
| <i>Gallinago gallinago</i> | Kszyk | 0.38 |
| <i>Anthus spinoletta</i> | Siwerniak | 0.38 |
| <i>Larus ridibundus</i> | Śmieszka | 0.37 |
| <i>Coracias garrulus</i> | Kraska | 0.36 |
| <i>Motacilla flava</i> | Pliszka żółta | 0.35 |
| <i>Argentatus complex</i> | Mewa | 0.35 |
| <i>Upupa epops</i> | Dudek | 0.34 |
| <i>Grus grus</i> | Żuraw | 0.28 |

Tabela 1. Wyniki wrażliwości na lądowe farmy wiatrowe dla 38 priorytetowych gatunków ptaków w Polsce (*Larus michahellis*, *L. cachinnans* i *L. argentatus* zostały połączone i uznane za złożone *Argentatus* ze względu na ich podobieństwo).

| Nazwa naukowa | Nazwa polska | Kolizja (CO) | Przemieszczenie (DI) | Wskaźnik wrażliwości (CO, DI) |
|-----------------------------|---------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|
| <i>Melanitta fusca</i> | Markaczka | 0.36 | 0.78 | 0.57 |
| <i>Larus melanocephalus</i> | Mewa czarnogłowa | 0.53 | 0.45 | 0.49 |
| <i>Clangula hyemalis</i> | Lodówka | 0.25 | 0.70 | 0.47 |
| <i>Podiceps auritus</i> | Perkoz rogaty | 0.25 | 0.65 | 0.45 |
| <i>Larus fuscus</i> | Mewa żółtonoga | 0.25 | 0.17 | 0.42 |
| <i>Somateria mollissima</i> | Edredon | 0.24 | 0.55 | 0.39 |
| <i>Larus cachinnans</i> | Mewa białogłowa | 0.41 | 0.32 | 0.36 |
| <i>Gavia arctica</i> | Nur lodowiec | 0.24 | 0.46 | 0.35 |
| <i>Larus canus</i> | Mewa siwa | 0.37 | 0.32 | 0.34 |
| <i>Larus michahellis</i> | Mewa romańska | 0.39 | 0.30 | 0.34 |
| <i>Melanitta nigra</i> | Uhla | 0.20 | 0.46 | 0.33 |
| <i>Podiceps grisegena</i> | Perkoz rdzawoszyi | 0.14 | 0.51 | 0.32 |
| <i>Sternula albifrons</i> | Rybitwa białoczarna | 0.19 | 0.42 | 0.30 |
| <i>Podiceps nigricollis</i> | Zausznik | 0.12 | 0.49 | 0.30 |
| <i>Gavia stellata</i> | Nur rdzawoszyi | 0.18 | 0.41 | 0.29 |
| <i>Aythya marila</i> | Ogorzałka | 0.18 | 0.40 | 0.29 |
| <i>Sterna hirundo</i> | Rybitwa rzeczna | 0.13 | 0.43 | 0.28 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------|------|------|------|
| <i>Mergus serrator</i> | Szlachar | 0.17 | 0.35 | 0.26 |
| <i>Podiceps cristatus</i> | Perkoz dwuczuby | 0.17 | 0.36 | 0.26 |
| <i>Larus argentatus</i> | Mewa srebrzysta | 0.30 | 0.20 | 0.25 |
| <i>Larus marinus</i> | Mewa siodłata | 0.28 | 0.22 | 0.25 |
| <i>Mergus merganser</i> | Nurogęś | 0.13 | 0.35 | 0.24 |
| <i>Alca torda</i> | Alka | 0.09 | 0.39 | 0.24 |
| <i>Bucephala clangula</i> | Gągoł | 0.12 | 0.35 | 0.23 |
| <i>Cephus grylle</i> | Nurnik | 0.08 | 0.38 | 0.23 |
| <i>Phalacrocorax carbo</i> | Kormoran | 0.18 | 0.27 | 0.22 |
| <i>Larus ridibundus</i> | Śmieszka | 0.14 | 0.27 | 0.20 |

Tabela 2. Wyniki wrażliwości na morskie farmy wiatrowe dla 27 priorytetowych gatunków ptaków morskich.