

STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM

Przemiany w krajobrazie rolniczym związane z intensyfikacją rolnictwa w istotny sposób przyczyniły się do spadku bioróżnorodności w agroekosystemach. Spadek liczby gatunków oraz ograniczenie liczebności i zasięgu terytorialnego w krajobrazie rolniczym odnotowano dla bardzo wielu taksonów i gatunków, w tym dla kuropatwy (*Perdix perdix* L., 1758), przepiórki (*Coturnix coturnix* L., 1758) i zająca szaraka (*Lepus europaeus* Pallas, 1778).

Przyczyny i konsekwencje tego procesu oraz możliwości jego zahamowania są tematem wielu badań i opracowań naukowych. Głęboki kryzys liczebności populacji gatunków siedlisk polnych sprawił, że podejmowano próby odbudowy tych populacji, przeprowadzając m.in. akcje wsiedlenia, przy czym ich wyniki nie można uznać za w pełni efektywne. Z tego względu powinny być podjęte działania oparte o wyniki badań związanych z analizowaniem zależności pomiędzy występowaniem gatunku a siedliskiem przy wykorzystaniu modeli rozmieszczenia gatunku.

Modelowanie rozmieszczenia gatunku (*species distribution models*- SDM) lub inaczej modelowanie siedliskowe prowadzi do opracowania mapy odzwierciedlającej geograficzną zmienność przydatności siedliska (HS- *habitat suitability*) dla występowania danego gatunku. Mapa taka, przy pomocy skali barw ukazuje stopień przydatności poszczególnych części danego obszaru dla badanego gatunku. Budowanie modelu odbywa się poprzez powiązanie danych dotyczących rozmieszczenia i liczebności osobników danego gatunku na reprezentatywnej powierzchni próbnej z wybranymi danymi środowiskowymi, które zgodnie z wiedzą na temat wymagań siedliskowych determinują jego występowanie.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie modelu rozmieszczenia gatunku dla kuropatwy, przepiórki i zająca szaraka wyznaczającego optymalne warunki siedliskowe dla ich bytowania.

Temat pracy realizowano na terenie Nadleśnictwa Tuszyna. Dane wejściowe do opracowywanych modeli stanowiły zestaw współrzędnych lokalizacji występowania danego gatunku oraz dane siedliskowe w postaci zestawu warstw rastrowych. W celu ustalenia lokalizacji występowania badanych gatunków w latach 2016-2018 przeprowadzono badania terenowe polegające na ich inwentaryzacji wzdłuż wyznaczonych transektów. W przypadku kuropatwy i przepiórki wykorzystano metodę wysłuchiwanie i prowokowanie wokalizujących samców, w przypadku zająca- liczenie w świetle reflektorów. Pierwotny zestaw zmiennych siedliskowych zawierał 35 zmiennych, w tym 32 zmienne ciągłe i 3 zmienne dyskretne,

stworzonych na podstawie różnych danych źródłowych, takich jak dane telemetryczne, klimatyczne i wektorowe. W celu stworzenia warstwy pokrycia terenu (LULC-*land use/land cover*), opracowany został specjalnie na potrzeby tej pracy algorytm klasyfikacji metodą obiektowej analizy obrazu (GEOBIA- *Geographic Object Based Image Analysis*).

Do modelowania rozmieszczenia gatunków zastosowano metodę Maxent. Po dokonaniu selekcji zmiennych i przeprowadzeniu wstępnego modelowania, dla każdego gatunku przeprowadzono 10 replikacji modelu Maxent metodą bootstrap, a w każdej zbiór punktów lokalizacji gatunku podzielony był na zbiór uczący (75% punktów) i zbiór testowy (25% punktów). Zaprezentowane w pracy modele Maxent dla kuropatwy, przepiórki, zająca charakteryzowały się wysoką mocą predykcyjną. Wartość AUC dla danych testowych wynosiła odpowiednio dla: kuropatwy 0,971; dla przepiórki 0,914; dla zająca 0,955.

Zmienne siedliskowe mające największe znaczenie w kształtowaniu wyników modelu dla kuropatwy to: odległość od granicy lasu, najniższa temperatura w najzimniejszym miesiącu, odległość od granicy zabudowań, gatunek gleb i pokrycie terenu. W modelu dla przepiórki tymi zmiennymi były: odległość od granicy lasu, odległość od granicy zabudowań, typ gleby, odległość od dróg gruntowych, gatunek gleb i udział powierzchni pól uprawnych. Zmienne siedliskowe, które wniosły najwięcej informacji do modelu dla zająca to: pokrycie terenu, odległość od granicy lasu, względny udział powierzchni pól uprawnych, średnie opady w miesiącu o najwyższych opadach, gatunek gleb i względny udział powierzchni lasów, przy czym żadna ze zmiennych siedliskowych nie dominowała nad innymi pod względem wniesionego wkładu w model.

Na mapach wyznaczono obszary, na których warunki środowiskowe są odpowiednie dla bytowania kuropatwy, przepiórki, zająca, potencjalnie możliwe dla bytowania w/w gatunków oraz nieprzydatne dla ich bytowania. Dla kuropatwy siedliska o wysokiej przydatności zajmują powierzchnię 0,17% terenu badań i występują w płatach różnej wielkości. Najwięcej skupisk terenów o wysokiej przydatności stwierdzono w okolicach Tuszemy, Dobrynina i Rzemienia oraz pomiędzy miejscowościami Borek Wielki i Rędziny. Tereny przydatne dla bytowania przepiórki rozmieszczone są w większych i gęściej rozmieszczonych płatach niż dla kuropatwy. Tereny o wysokiej przydatności zajmują około 2 km². Znajdują się one w okolicach miejscowości Górki Łysakówek, Ruda, Dobrynin, Biały Bór, Niwiska oraz wzdłuż Wisłoki. Siedliska przydatne dla występowania zająca zajmują ok. 22% powierzchni badanego obszaru. Obszary przydatnych siedlisk występują w dużym zagęszczeniu w północnej części Nadleśnictwa Tuszema; średnim zagęszczeniu w centralnej; natomiast w południowej części

w niewielkiej liczbie i znacznym rozproszeniu. Tereny o wysokiej przydatności zajmują jedynie ok. 0,6 % powierzchni badanego obszaru.

Pomimo stosunkowo niewielkiej liczby i małej powierzchni płatów siedlisk o wysokiej przydatności oraz ich dużego stopnia rozdrobnienia - dla badanych gatunków - otoczone są one często siedliskami o średniej i niskiej przydatności. Na tle tego można przypuszczać, że poprawa warunków środowiskowych przywróciłaby te tereny jako potencjalne stałe miejsca bytowania kuropatwy, przepiórki i zająca na terenie nadleśnictwa.

Istotnym elementem optymalnych siedlisk dla kuropatwy, przepiórki i zająca jest ich różnorodność i mozaikowatość. Zaleca się zatem utrzymanie mozaikowatości krajobrazu rolniczego i nie dopuszczanie do jego zubożenia i ujednolicenia. Zarówno dla kuropatwy jak i dla zająca istotne znaczenie dla przydatności siedliska miało występowanie użytków zielonych. Dlatego też zaleca się zwrócenie uwagi na utrzymanie i ochronę trwałych użytków zielonych oraz zapobieganie sukcesji poprzez koszenie lub wypasanie na terenach, gdzie te gatunki występują lub gdzie planowana jest ich reintrodukcja.

Opracowane w ramach niniejszej pracy graficzne produkty, z łatwą do interpretacji skalą, mogą być bezpośrednio wykorzystywane przez osoby odpowiedzialne za zarządzanie zasobami przyrodniczymi na terenie Nadleśnictwa Tuszyna.

STRESZCZENIE W JĘZYKU ANGIELSKIM

Landscape changes due to agricultural intensification have had a great impact on farmland biodiversity loss. Declines in species number, abundance and range has been recorded in many groups of organisms and species including grey partridge (*Perdix perdix* L., 1758), common quail (*Coturnix coturnix* L., 1758) and brown hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778).

Causes and implications of this process as well as the opportunities of its inhibition have been a subject of numerous research studies. Decline in populations of farmland species led to undertaking attempts to their rebuild, including reintroduction, although the results were ineffective. Thus, the measures based on studies on examining species- habitat relationship, such as species distribution models, need to be taken.

Species distribution models (SDM) or habitat models provide a map of species habitat suitability (HS) geographical variation. The map using color scale shows the level of suitability of study area for a given species. Model building consists in relating species distribution data (occurrence or abundance at sample area) with selected environmental data, which according to known species habitat requirements determine its occurrence.

The aim of the dissertation was to develop the species distribution models for grey partridge, common quail and brown hare which define optimal habitat conditions for their occurrence.

The studies were carried out in Tuszyn Forestry Management. The models input data consisted of the set of coordinates of a given species presence localities as well as habitat data in raster layers. The presence data were gathered during field work which took place in 2016-2018 along selected transects. For partridge and quail counts, the method of listening for and provoking vocalizing males was used and for hare- the spotlight counts method. The primary habitat variables set consisted of 35 variables, including 32 continuous and 3 categorical, which had been created based on various source data such as remote sensing, climatic and vector data. In order to create land use/land cover layer (LULC) the algorithm using Geographic Object Based Image Analysis (GEOBIA) was developed specially for this thesis.

For the species distribution modelling Maxent method was used. After habitat variables selection and initial modelling, ten bootstrap replication of Maxent model were made for every species. The presence data were divided into training set (75% of occurrence points) and test set (25% of occurrence points). The Maxent models of grey partridge, common quail and brown hare presented here showed high predictive power. Test AUC value was 0,971 for partridge, 0,914 for quail and 0,955 for hare.

The habitat variables that contributed partridge model the most were: distance to woodland, minimum temperature of coldest month, distance to built-up area, soil sort and land cover. For quail model they were: distance to woodland, distance to built-up area, soil type and relative cropland area. The variables that contributed hare model the most were: land cover, distance to woodland, relative cropland area, precipitation of wettest month, soil sort and relative woodland area, although none of the variables predominated in model contribution.

The areas of suitable habitat conditions for grey partridge, common quail and brown hare, areas of potential conditions and unsuitable areas were mapped. The areas of high suitability for partridge account for 0,17% study area and are located in patches of various size. The most of high suitability patches were identified in vicinity of Tuszyna, Dobrynin and Rzemień as well as between Borek Wielki and Rędziny. Areas suitable for quail are located in larger and less sparsely distributed patches than for partridge. Areas of high suitability cover ca. 2 km² and are situated in vicinity of Górki, Łysakówek, Ruda, Dobrynin, Biały Bór, Niwiska and along Wisłoka river. Areas suitable for hare cover ca. 22% of study area and are densely distributed in the north part of Tuszyna Forestry Management, with moderately dense distribution in central part and sparse in south part. The areas of high suitability cover only 0,6% of study area.

In spite of relatively small number and size of high suitable patches and their high level of fragmentation for considered species, they are often surrounded by areas of moderate and low suitability. Based on that, it can be assumed that the habitat condition improvement could restore these areas as a potential stable occurrence sites of grey partridge, common quail and brown hare in Tuszyna Forestry Management.

The importance of habitat diversity and its mosaic character for partridge, quail and hare was shown. Thus, the maintenance of farmland landscape heterogeneity and the prevention of its homogenization are recommended. Both for partridge and for hare the land cover class with great significance was grassland. Thus, it is recommended to maintain and protect the grassland and prevent the succession by mowing and pasturage in the areas of the species occurrence or where their reintroduction is considered.

The graphical products with easy to interpret scale created under this studies could be directly used by people responsible for nature resources management in Tuszyna Forestry Management.