

Wpływ hałasu drogowego na ptaki

Jarosław Wiącek, Marcin Polak, Marek Kucharczyk, Sylwia Zgorzałek

*Zakład Ochrony Przyrody, Instytut Biologii i Biochemii Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, wiacek@hektor.umcs.lublin.pl*

Streszczenie: Szybki rozwój sieci drogowej oraz infrastruktury z nią związanej wywiera silną presję na środowisko oraz żywe organizmy, wykorzystujące siedliska zlokalizowane w pobliżu dróg. Negatywne skutki tego procesu polegają na utracie i fragmentacji siedlisk użytkowanych przez zwierzęta. Osobnym zagadnieniem jest wzrost zanieczyszczeń powietrza i gleby w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych. Ważnym problemem jest oddziaływanie hałasu na zwierzęta egzystujące w pobliżu dróg, w tym szczególnie na ptaki. Hałas generowany przez pojazdy zakłóca komunikację dźwiękową ptaków zwłaszcza w okresie formowania się par i wczesnej inkubacji jaj. Zasadnicze funkcje śpiewu ptaków to sygnalizacja rywalom własnego gatunku zajęcia terytorium oraz co najważniejsze przywabienie partnera. Hałaśliwe „tło” w sąsiedztwie drogi powoduje trudności w porozumiewaniu się osobników. Ogólnie zjawisko zakłócania komunikacji głosowej pomiędzy osobnikami przez hałas drogowy, wywołuje tzw. „maskowanie” ważnych sygnałów biologicznych. Najbardziej wrażliwe na wpływ hałasu drogowego okazują się gatunki wydające dźwięki o niskim paśmie częstotliwości ze względu na skuteczność ich maskowania przez hałas charakteryzujący się podobnym spektrum częstotliwości. W efekcie działania hałasu drogowego powstają zmiany w natężeniu a nawet częstotliwości śpiewu ptaków. Niektórzy autorzy zwracają również uwagę na modyfikujący wpływ czynników klimatycznych oraz struktury i typu siedliska w rozprzestrzenianiu się hałasu. Większość wykonanych dotychczas badań dotyczy okresu lęgowego, a tylko nieliczne prace zajmują się oddziaływaniem hałasu na ptaki w okresie migracji lub w okresie zimowania. Najczęściej podejmowanym zagadnieniem przez badaczy jest ocena zagęszczeń lęgowych ptaków przy drodze. W większości badań zaobserwowano spadek liczebności i bogactwa gatunkowego osobników w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych. Jednak niektóre gatunki ptaków, ze względu na tzw. „efekt krawędzi”, który modyfikuje zasobność bazy pokarmowej oraz mikroklimat, występują w większych zagęszczeniach właśnie przy drogach. Ważnym zagadnieniem jest również modyfikujący wpływ hałasu na drapieżnictwo przy drogach.

Słowa kluczowe: hałas drogowy, ptaki, ochrona środowiska.

1. Wprowadzenie

Postęp cywilizacyjny i towarzyszący mu gwałtowny rozwój różnego typu infrastruktury coraz silniej oddziałuje na faunę i jej siedliska. Środowisko naturalne oraz żywe zasoby przyrodnicze są w znacznym stopniu przekształcone wielowiekową presją rozwijającego się przemysłu, rozbudowy infrastruktury i eksploatacją zasobów naturalnych. Ważnym czynnikiem jest również proces urbanizacji. Skutki

tych działań bardzo wyraźnie odciskają swoje piętno na środowisku naturalnym i przyrodzie. Jednym z podstawowych elementów infrastruktury w gospodarkach wszystkich krajów są sieci dróg, które stanowią szczególny „system krwionośny” każdego państwa niezależnie od stopnia jego zaawansowania w rozwoju cywilizacyjnym. Na każdym etapie rozwoju, transport był podstawą prawidłowego działania gospodarki, ale zawsze generował negatywne oddziaływania związane ze zmianami w środowisku, krajobrazie czy bezpośrednim wpływem na niektóre gatunki roślin i zwierząt. Budowa dróg jest związana z zajęciem terenu, fragmentacją siedliska przez które przebiega oraz oddziaływaniem przemieszczających się po drodze środków transportu na jej otoczenie. Wraz z rozwojem technicznym środków transportu oraz rozrostem sieci dróg, stopień oddziaływania na przyrodę nasilał się i w najbliższym czasie trend ten będzie się utrzymywał. Presja tego typu dotyczy głównie fauny i jej siedlisk, gdyż obydwie elementy, osobnik i jego siedlisko są ze sobą nierozzerwalnie związane. Spośród zwierząt najlepiej poznaną grupą są ptaki a różnorakie negatywne oddziaływania związane z eksploatacją i oddziaływaniem dróg na tę grupę kęgowców doczekały się wielu publikacji [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]. Nie oznacza to jednak, że temat został wyczerpany, a wszystkie czynniki wpływające na biologię i zachowanie ptaków przy drogach są już poznane i opisane. W niniejszym opracowaniu zaprezentowano przegląd ważniejszych zagadnień dotyczących skutków budowy i eksploatacji dróg na populacje ptaków, z szczególnym uwzględnieniem hałasu drogowego oraz innych czynników występujących równolegle z hałasem.

2. Utrata i fragmentacja siedlisk

Wzrost natężenia transportu drogowego będący wynikiem rozwoju infrastruktury drogowej wywołuje silną presję na przyrodę. Głównym czynnikiem degradującym środowisko jest fragmentacja siedlisk [9]. Inwestycje drogowe polegające na budowie nowych i rozbudowie istniejących ciągów komunikacyjnych tworzą liniowe bariery, generujące negatywne oddziaływanie na faunę, w tym również na ptaki [10], [11], [12], [13]. Utrata siedlisk wykorzystywanych przez awifaunę w okresie lęgowym, ale również w trakcie migracji i zimowania, przyczynia się w oczywisty sposób do spadku ich liczebności oraz różnorodności gatunkowej [14]. Fragmentacja kompleksów leśnych, przecinanie dolin rzecznych, a nawet inwestycje drogowe w przekształconym krajobrazie rolniczym zubażają różnorodność gatunkową i liczebność wielu gatunków ptaków [2], [15], [16]. Mniejsze fragmenty dużych kompleksów leśnych powstałe w wyniku realizacji inwestycji drogowych, tworzą okrojone obszarowo siedliska niewystarczające dla wielu gatunków, które zwykle wymagają dużego obszaru dla zaspokojenia potrzeb pokarmowych, odbycia lęgów i wyprowadzenia młodych [17]. Rezultatem takich działań jest wycofywanie się gatunków rzadkich o specyficznych wymaganiach siedliskowych z tych terenów. Postępująca degradacja siedlisk powoduje spadek liczebności wielu gatunków ptaków we wszystkich okresach fenologicznych [8], [18], [19]. Wiele gatunków ptaków unika miejsc aktywności człowieka, gdyż w niektórych przypadkach już sama jego obecność ma negatywny wpływ na ich zachowanie [20]. Dotyczy to również antropogenicznych budowli-pułapek, stanowiących przeszkody w swobodnym wykorzystaniu przestrzeni w terytoriach zwierząt, w tym również ptaków [21]. Antropogeniczne zmiany otoczenia dróg,

wywołują zmiany w składzie szaty roślinnej pobocza, co pociąga zmiany w faunie bezkręgowej a w ostatecznej kolejności modyfikuje skład dostępnego pokarmu dla wielu gatunków ptaków. Zmiany te mają duże znaczenie, gdyż baza pokarmowa ma fundamentalne znaczenie dla wyboru konkretnego siedliska przez ptaki, a wybór ten jest związany w głównej mierze z jego zasobnością pokarmową [22]. Innymi następstwami obecności człowieka i wytworów jego działalności w środowisku, są zmiany w parametrach reprodukcji i przeżywalności piskląt [23], [24], [25]. Najsilniejsze oddziaływanie dotyczy zwykle ptaków młodych i niedoświadczonych, które wykazują najwyższą śmiertelność podczas pierwszej migracji i zimowania [26], [27]. Wszystkie opisane powyżej procesy nasilają się, gdyż człowiek w związku ze swoją działalnością przekształca lub niszczy kolejne obszary wykorzystywane przez ptaki [28], [29]. Końcowy efekt negatywnego wpływu działań antropogenicznych na przyrodę, w tym również na awifaunę jest w wielu przypadkach trudny do przewidzenia [30]. Skutki takiego oddziaływania są skumulowanym efektem presji kilku czynników działających jednocześnie, co potęguje ich następstwa, a jednocześnie znacznie utrudnia oszacowanie rozmiaru ich indywidualnego wpływu na ptaki i inne zwierzęta [25].

3. Metody badawcze stosowane w badaniach nad wpływem hałasu na ptaki

Większość badań nad wpływem hałasu drogowego na ptaki opiera się na bezpośredniej obserwacji oraz nasłuchu pojedynczych osobników lub zgrupowań ptaków odzywających się różnymi typami głosów, w zależności od okresu fenologicznego (lęgowy, migracja, zimowanie). Wśród metod terenowych dominuje metoda nasłuchów i obserwacji w punktach położonych w odstępach 200-300 metrów od siebie, rozmieszczonych w różnym dystansie od drogi [8, 56]. Niektóre prace oparto o liczenia ptaków na powierzchniach badawczych [15].

Inną równie często stosowaną metodą jest metoda transektów równoległych lub prostopadłych do drogi gdzie wykonuje się liczenia ptaków [7]. Równie częstą metodą jest wykorzystanie budek lęgowych wraz z oceną ich zajęcia oraz sukcesu lęgowego w zależności od odległości budki od drogi [23, 31]. Oprócz badań reakcji ptaków na hałas, podstawowym zagadnieniem jest pomiar samego hałasu, który jest głównym czynnikiem negatywnie oddziałującym na ptaki [57]. Zdecydowana większość prac prezentuje dwa typy pomiarów. Pierwszy to wykonywany różnego rodzaju miernikami, chwilowy pomiar hałasu maksymalnego w punktach obserwacji i nasłuchu ptaków podczas liczeń osobników [8, 31]. Drugi to pomiar hałasu według norm krajowych obowiązujących w poszczególnych krajach służący wykonaniu mapy akustycznej badanego terenu. Najczęściej stosowanymi metodami pomiaru w Polsce to francuska metoda "NMPB-Routes - 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)", oraz polski standard kalkulacji rozprzestrzenienia hałasu z uwzględnieniem wpływu roślinności „PN-ISO 9613-2:2002”. Obydwie metody są najczęściej wykorzystywane w pracach badawczych wykonywanych w naszym kraju [7,8,31].

Prace badawcze o charakterze eksperymentalnym dotyczące wpływu hałasu na ptaki wymagają niekiedy skomplikowanego sprzętu emitującego „sztuczny” hałas drogowy, tak jak w rzeczywistych warunkach spotykanych w sąsiedztwie

ruchliwej drogi. Przykładem takiej metody badań jest sztuczna droga (*phantom road*) skonstruowana przez amerykańskich badaczy z wykorzystaniem systemu głośników, dla zbadania oddziaływania hałasu na ptaki w okresie migracji [57]. W szczegółowych badaniach nad strukturą śpiewu ptaków, dialektami, rozpoznawaniem pokrewieństwa, sąsiada lub obcego, wykorzystuje się bardzo specjalistyczny sprzęt akustyczny (mikrofony i urządzenia rejestrujące) oraz programy komputerowe do analizy zarejestrowanych dźwięków [43].

4. Wpływ hałasu drogowego na liczebność i różnorodność ptaków

Badania ornitologiczne prowadzone w sąsiedztwie dróg o dużym natężeniu ruchu, wskazują na silną presję czynników generowanych przez pojazdy na populacje ptaków egzystujących w zasięgu oddziaływania drogi (Tabela 1).

Tabela 1. Przykładowe dane dotyczące natężenia ruchu pojazdów z wybranych badań nad wpływem hałasu drogowego na ptaki.

Rok	Autorzy	Tytuł	Natężenie ruchu	Efekt hałasu drogowego
1995	Reijnen R., Foppen R	The effect of car traffic on breeding Bird population In woodland. Journal of Applied Ecology 32:481-491.	40-52 tys pojazdów dziennie	Spadek zagęszczenia ptaków przy drodze
2011	Goodvin S., Shriver G.	Effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds. Conservation Biology 25(2): 406-411.	41-59 tys pojazdów dziennie	Spadek zagęszczenia ptaków i maskowanie sygnałów ważnych biologicznie, silny wpływ na gatunki wydające głosy na niskich częstotliwościach
2011	Halfwerk i inni	Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. Journal of Applied Ecology 48:210-219.	20 pociągów na godzinę, sąsiedztwo 4 pasmowej autostrady	Spadek sukcesu lęgowego sikor bogatek gnieźdzących się w budkach lęgowych.
2012	Owens J, Stec C, O'Hatnick A.	The effects of extended exposure to traffic noise on parid social and risk-taking behaviour. Behavioural Processes 91: 61-69.	1200 pojazdów na godzinę (4 pasmowa autostrada)	Zmiany w zachowaniu ptaków (reakcje antydrapieżnicze, dystans najbliższego sąsiada w stadzie, liczebność stad)
2013	Polak i inni	The effect of Road traffic on a breeding community of woodland birds. Eur. Journal of Forest Research 132: 931-941	8700 pojazdów dziennie (droga krajowa DK 19)	Spadek liczebności i bogactwa gatunkowego ptaków przy drodze

Badania prowadzone w krajobrazie rolniczym Holandii wykazały spadek zagęszczeń lęgowych ptaków w sąsiedztwie dróg [2]. Analogiczne obserwacje wykonane w siedliskach leśnych potwierdziły tę zależność [15], [16]. Wyniki obserwacji wykazały że poziom hałasu powyżej 47 dB wywoływał zakłócenia w lęgach ptaków. Pilotażowe wyniki badań przeprowadzonych w Polsce dały podobne rezultaty. Prace terenowe wykazały, że w lasach Pomorza Zachodniego i Lubelszczyzny różnorodność gatunkowa oraz liczebność ptaków przy drogach zależała od natężenia ruchu pojazdów [7]. Ptaki zasiedlające lasy iglaste jak i liściaste wyraźnie unikały sąsiedztwa ruchliwej drogi. Im większe natężenie ruchu pojazdów i związanego z tym hałasu tym mniej ptaków stwierdzano na badanych transektach. Szczegółowe badania nad tym samym zagadnieniem wykonano także w trakcie sezonu lęgowego w Lasach Janowskich w sąsiedztwie drogi krajowej DK 19 pomiędzy

Janowem Lubelskim i Rzeszowem [8]. Liczebność oraz różnorodność gatunkowa ptaków wykrywanych w punktach nasłuchowych rosła wraz z oddalaniem się od drogi. Poziom hałasu poniżej 53 dB nie miał większego wpływu na zagęszczenie i bogactwo gatunkowe ptaków w okresie lęgowym. Zasięg oddziaływania hałasu drogowego na awifaunę leśną w warunkach siedliskowych panujących wzdłuż drogi numer 19 w Lasach Janowskich (dominujący bór sosnowy) wyniósł około 300 metrów od krawędzi szosy. Najbardziej wrażliwą na to oddziaływanie grupą ptaków były gatunki gniazdujące w strefie przy ziemi oraz charakteryzujące się komunikacją głosową o niskim spektrum częstotliwości. W tych samych lasach wykonano również eksperyment z wykorzystaniem budek lęgowych (192 budki) dla ptaków wróblowych [31]. Na podstawie zajęcia budek przez ptaki w różnych odległościach od drogi oceniano wpływ eksploatacji drogi na lęgi różnych gatunków ptaków. W pierwszym sezonie badań, ptaki wyraźnie preferowały sąsiedztwo drogi. Zajmowały budki położone bliżej krawędzi lasu. W drugim sezonie zasiedlenie budek było bardziej równomierne. Jednak niektóre gatunki takie jak muchołówka żałobna *Ficedula hypoleuca*, modraszka *Cyanistes caeruleus* czy bogatka *Parus major* wyraźnie preferowały sąsiedztwo drogi. Otrzymane wyniki są zgodne z danymi podawanymi przez innych obserwatorów [32], [33]. Zjawisko to tłumaczy się tzw. efektem krawędzi, dość szeroko opisanym w literaturze ornitologicznej [4], [6], [32], [65]. Analogiczne obserwacje zostały poczynione dla gatunków takich jak: kos *Turdus merula*, świergotek drzewny *Anthus trivialis* lub zięba *Fringilla coelebs*, które osiągały znacząco wyższe zagęszczenia lęgowe przy krawędzi lasu, niż w głębi. Powodem takiej sytuacji jest większa dostępność pokarmu, głównie bezkręgowców, na które polują gatunki owadożerne [34], [35]. W przypadku gatunków takich jak np. muchołówka żałobna prowadzi to do osiedlania się w odległości poniżej 100 metrów od drogi [36]. Ważnym czynnikiem może być również pokarm pochodzenia antropogenicznego, możliwy do znalezienia przy drodze, który wabi niektóre gatunki ptaków. Obfitsza baza pokarmowa przy drodze może być jednak pułapką ekologiczną, gdyż zwiększa ryzyko kolizji z pojazdami [12], a wiele gatunków ptaków wykorzystuje roślinność wzdłuż dróg jako atrakcyjne miejsce żerowania, miejsce rozrodu lub odpoczynku w trakcie migracji [37], [38], [39].

5. Wpływ hałasu na komunikację głosową ptaków

Wokalizacja u ptaków w trakcie procesu ewolucji ulegała stopniowemu dostosowaniu do panujących warunków klimatycznych i siedliskowych [40]. Obecne dość gwałtowne zmiany antropogeniczne w środowisku życia ptaków, mogą obniżać efektywność komunikacji głosowej między osobnikami. Przekaz informacji pomiędzy nadawcą i odbiorcą jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na różnorakie zachowania ptaków i innych grup zwierząt [41]. Zasadnicza funkcja śpiewu to przywabienie partnerki. Śpiew samca w zajęтым terytorium sygnalizuje samicy oraz potencjalnym rywalom gotowość do rozrodu oraz obrony swojego rewiru [42]. Ważną rolę odgrywają również głosy kontaktowe i ostrzegawcze, zwłaszcza w obliczu zagrożenia przez drapieżnika lub rozpoznawania się partnerów czy sąsiadów [43]. Hałas drogowy może znacząco maskować te sygnały i powodować trudności na etapie zajmowania rewiru i przystępowania do lęgów [44]. Dźwięki wydawane w paśmie częstotliwości podobnym do spektrum hałasu generowanego przez ruch pojazdów mogą być niesłyszalne lub trudne do identyfikacji dla ptaków

[45], [46]. Szczególnie narażone na oddziaływanie hałasu są gatunki porozumiewające się dźwiękami o niskich częstotliwościach. Gatunki te wyraźnie unikają sąsiedztwa drogi [1],[47]. Potwierdzają to również wyniki z Lasów Janowskich [8], gdzie takie gatunki jak kukułka *Cuculus canorus*, grzywacz *Columba palumbus*, gajówka *Sylvia borin*, dzięcioł zielonosiwy *Picus canus* czy turkawka *Streptopelia turtur* wyraźnie unikały sąsiedztwa infrastruktury drogowej. Brak skutecznej komunikacji dźwiękowej pomiędzy osobnikami w środowisku zanieczyszczonym hałasem może dodatkowo wpływać na niski sukces lęgowy, lub jego całkowity brak z powodu nie przystąpienia do rozrodu w danym sezonie [48]. Ptaki, starając się porozumieć w hałaśliwym środowisku, zmieniają amplitudę śpiewu, jego częstotliwość lub odzywają się w chwilach ciszy pomiędzy przejeżdżającymi pojazdami [5], [49], [50], [51], [52], [66]. Oddziaływanie hałasu drogowego może być modyfikowane przez czynniki klimatyczne lub siedliskowe. Wilgotność powietrza i temperatura otoczenia w znaczący sposób wpływa na głębokość penetracji lasu przez hałas. Struktura lasu, taka jak sposób wykształcenia jego kolejnych warstw od runa począwszy a na koronach drzew skończywszy również modyfikuje propagację hałasu. Typ siedliska – grądowy (drzewostan liściasty) lub borowy (drzewostan iglasty), odgrywa również ważną rolę [1]. Zmienność pór roku charakterystyczna dla klimatu umiarkowanego powoduje, że w zależności od stadium wegetacji roślinności i związanego z tym brakiem i obecnością ulistnienia w znacznym stopniu modyfikują oddziaływanie hałasu drogowego na ptaki. Nasze badania wykazały, iż w okresie lęgowym, graniczny poziom negatywnego oddziaływania hałasu na ptaki w borach wschodniej Polski, wskazuje izofona 53 dB [8]. Podczas gdy poza okresem ulistnionym (jesienią i zimą) negatywne oddziaływanie hałasu wydaje się rozpoczynać już od niższych wartości natężenia hałasu. Są to generalnie nieco wyższe poziomy, niż prezentują dane holenderskie, wskazujące na oddziaływania powyżej 47 dB [53]. W okresie lęgowym hałas powyżej 53 dB wpływa na obniżenie zagęszczeń lęgowych ptaków [8]. Jeszcze wyższy poziom hałasu (ponad 100 dB) może prowadzić do uszkodzenia narządu słuchu ptaków, zwłaszcza jeśli jest to oddziaływanie długotrwałe [54]. Jednak narząd słuchu ptaków może się w pewnym zakresie regenerować.

6. Oddziaływania towarzyszące hałasowi

Hałas drogowy powstający w związku z poruszaniem się pojazdów po drogach o dużym natężeniu ruchu nigdy nie występuje jako jedyny czynnik, który może samodzielnie oddziaływać na ptaki w sąsiedztwie drogi. Niektóre prace zwracają uwagę, że światła przejeżdżających pojazdów oraz ludzie poruszający się wzdłuż drogi lub penetrujący teren w jej sąsiedztwie mogą generować negatywne oddziaływanie na ptaki [55]. Stres wywołowany przez błyski świateł pojazdów na drodze może zakłócać inkubację jaj lub żerowanie. Podobnie ludzie penetrujący sąsiedztwo drogi mogą zaburzać lęgi ptaków lub poszukiwanie pokarmu. Innym czynnikiem związanym z drogami są zanieczyszczenia powietrza i gleby na poboczu drogi. Różnego rodzaju związki chemiczne mogą akumulować się w organizmach ptaków lub gromadząc się w zasobach pokarmowych na różnych poziomach troficznych, obniżyć ich jakość i pośrednio oddziaływać na ptaki [56]. Jednak badania eksperymentalne, polegające na wykluczeniu wpływu czynników towarzyszących wskazują, że czynnikiem kluczowym, który obniża zagęszczenia lęgowe ptaków przy drogach o dużym natężeniu ruchu jest hałas. Eksperyment z wykorzystaniem

tw. sztucznej drogi (*phantom road*) zaimprovizowanej w siedlisku leśnym, wykonany w Stanach Zjednoczonych wyraźnie wykazał, że sam hałas, bez udziału innych czynników powoduje obniżenie zagęszczenia ptaków w pobliżu „atrapy drogi” zbudowanej przy użyciu systemu głośników zainstalowanych na drzewach, emitujących jedynie odgłosy przejeżdżających pojazdów [57].

7. Hałas a presja drapieżników

Hałas drogowy jako główny czynnik wywołujący spadek zagęszczeń zgrupowań ptaków w sąsiedztwie drogi oddziałuje również na drapieżniki niszczące lęgi ptaków. Siedliska przy drogach są częściej penetrowane przez drapieżniki, niż te wgłębi lasu [58]. Opisany powyżej „efekt brzeżny” powoduje, że wiele ptaków gnieździ się w pobliżu krawędzi lasu w tym również przy drogach [4], [6], [34], co przyciąga poszukujące pokarmu drapieżniki [49]. Jednak stres wywołany przez hałas, światła przejeżdżających pojazdów i penetrację człowieka powoduje, że niektóre drapieżniki unikają sąsiedztwa dróg, co paradoksalnie stwarza korzystniejsze warunki dla ptaków [60]. Wyniki eksperymentów z budkami wieszanymi w sąsiedztwie dróg potwierdzają tę hipotezę [6], [31]. Na podobną funkcję hałasu drogowego, który zakłóca normalne interakcje pomiędzy drapieżnikiem i potencjalną ofiarą wskazują wyniki eksperymentów wykonanych w Stanach Zjednoczonych [61].

W okresie pozalegowym jedną z typowych reakcji antydrapieżniczych jest skupianie się ptaków w stada, co zmniejsza ryzyko ataku drapieżnika. Innym powodem skupiania się ptaków w luźne koncentracje jest optymalizacja żerowania i łatwiejsze odnajdywanie miejsc zasobnych w pokarm [62], [63]. Wyniki niektórych badań wykonanych w pobliżu dróg wskazują, że ptaki skupiają się w stadka dla polepszenia komunikacji w grupie w warunkach hałaśliwego otoczenia, a sam hałas jest tu czynnikiem porównywalnym z zagrożeniem stwarzanym przez drapieżniki [64]. Reakcja na hałas drogowy i obecność drapieżnika w pobliżu może być podobna.

8. Działania minimalizujące wpływ hałasu drogowego na ptaki

Badania nad wpływem hałasu na ptaki wskazują na potrzebę stosowania odpowiednich działań minimalizujących negatywne oddziaływanie dróg na ptaki. W przypadku budowy nowych dróg bardzo istotne jest zaprojektowanie przebiegu drogi w sztucznych lub naturalnych zagłębieniach terenu takich jak: wąwozy, parowy, doliny. Naturalne bariery takie jak: gęsty las, wzgórza, nasypy mogą obniżyć poziom hałasu. Niższe bariery mogą redukować hałas o 5 dB, natomiast wyższe nawet o 20 dB [54]. Nasadzenia lub samorzutne odnowienia lasu mogą modyfikować i ograniczać negatywne oddziaływanie ruchu pojazdów na liczebność i skład gatunkowy ptaków gniazdujących przy drodze. Unikanie nasadzeń drzew i krzewów, które swoimi owocami lub nasionami wabią ptaki w pobliżu drogi jest sposobem na unikanie tworzenia tzw. pułapek ekologicznych. W celu zredukowania ryzyka kolizji ptaków można utrudnić przelatywanie ptaków do strefy zagrożenia lub zastosować środki projektowe, które obniżą atrakcyjność dróg dla dotkniętych tym oddziaływaniem gatunków. Za pomocą dobrze zaprojektowanych nasadzeń lub nieprzezroczystych ekranów akustycznych można zminimalizować negatywny wpływ hałasu na ptaki leśne. Jednocześnie należy pamiętać, iż przezroczyste ekrany

z sylwetkami drapieżników nie zdają egzaminu i generują istotną śmiertelność ptaków. W najbardziej newralgicznych fragmentach dróg szczególnie godne polecenia jest stosowanie cichych nawierzchni dróg, które pozwalają ograniczyć nadmierny hałas komunikacyjny. Porowate nawierzchnie asfaltu (OPA) najnowszej generacji, powodują zmniejszenie hałasu od 7 do 8 dB. Nawierzchnia ta redukuje szum opon na drodze i stosowana jest w wielu krajach Unii Europejskiej, np. we Francji czy Włoszech. Dla samochodów osobowych są one znaczące od prędkości 40 km/h a u samochodów ciężarowych od 70 km/h. [67]. Aby ograniczyć hałas można też stosować w najcenniejszych pod względem przyrodniczo obszarach: alternatywny, bardziej wydajny transport autobusami lub czasowe zamknięcie drogi w czasie kluczowych dla ptaków momentów cyklu życiowego [23].

Literatura

- [1] Goodwin, S., Shriver, W. *The effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds*. Conservation Biology Vol.25(2): 406-411, 2013.
- [2] Reijnen, R., Foppen, R., Meeuwsen, H. *The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands*. Biol Conserv 75:255-260, 1996.
- [3] Forman R., Reineking B., Hersperger A. *Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape*. Environmental Management 29: 782-800, 2002.
- [4] Benitez-López, A., Alkemade, R., Verweij, P., A. *The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis*. Biol Conserv 143:1307-1316, 2010.
- [5] Brumm H. *The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird*. J Anim Ecol 73:434-440, 2004.
- [6] Kuitunen, M., T., Viljanen, J., Rossi, E., Stenroos, A., 2003. *Impact of busy roads on breeding success in Pied Flycatchers Ficedula hypoleuca*. Environ Manage 31:79-85.
- [7] Kucharczyk M., Wiącek J. *Wstępne wyniki badań nad wpływem hałasu drogowego na ptaki w lasach Pomorza Zachodniego i Lubelszczyzny*. W: *Ptaki-Środowisko-Zagrożenia_Ochrona. Wybrane aspekty ekologii ptaków* (Wiącek J., Polak M., Kucharczyk M., Grzywaczewski G., Jerzak L. (eds.)), str. 335-342, 2009
- [8] Polak, M., Wiącek, J., Kucharczyk, M., Orzechowski, R., 2013. *The effect of road traffic on a breeding community of woodland birds*. Eur J Forest Res. 132:931-941.
- [9] Šálek, M., Svobodová, J., Zasadil, P., 2010. *Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forests in central Europe*. Landscape Ecol 25:1113-1124.
- [10] Fahrig, L., Pedla, J., H., Pope, S., E., Taylor, P., D., Wegner, J., F., 1995. *Effect of road traffic on amphibian density*. Biol Conserv 73:177-182
- [11] Forman, R., T., Sperling, D., 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington.
- [12] Orłowski, G., 2008. *Roadside hedgerows and trees as factors increasing road mortality of birds: implications for management of roadside vegetation in rural landscapes*. Land Urban Plan 86:153-161.
- [13] Fahrig, L., Rytwinski, T., 2009. *Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis*. Ecology and Society 14:21.
- [14] Moore, F., 2000. *Stopover ecology of Nearctic-Neotropical landbird migrants: habitat relations and conservation implications*. Allen, Lawrence, KS.

- [15] Reijnen, R., Foppen., R., 1995. *The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads.* J Appl Ecol 32:187-202.
- [16] Reijnen, R., Foppen, R., Veenbaas, G., 1997. *Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors.* Biodiv Conserv 6:567-581.
- [17] Zawadzka D., Ciach M., Figarski T., Kajtoch Ł, Rejt Ł. 2013. *Materiały do wyznaczania i określania stanu zachowania siedlisk ptasich w obszarach specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.* Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa. Str.260.
- [18] Slabbekoorn, H., Ripmeester, E.,A.,P., 2007. *Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation.* Mol Ecol17:72-83.
- [19] Ree R., Jaeger J., van der Grift E., Clevenger A. *Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving toward Larger Scales.* Ecology and Society 16: 48, 2011.
- [20] Burger, J., Gochfeld, M., 1998. *Effects of ecotourists on bird behaviour at Loxahatchee National Wildlife Refuge, Florida.* Environmental Conservation, 25, 13–21.
- [21] Anderson d., Burnham K. *Avoiding pitfalls when using information-theoretic methods.* Journal of Wildlife Management 66: 912-918, 2002.
- [22] Hutto, R., 1985. *Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds.* In: *Habitat selection in birds.* Academic, Orlando, pp. 455-476.
- [23] Halfwerk, W., Holleman, L., Lessells, C., Slabbekoorn, H., 2011. *Negative impact of traffic noise on avian reproductive success.* J Appl Ecol 48:210-219.
- [24] Miller, S., Knight, R., Miller, C., 1998. *Influence of recreational trails on breeding bird communities.* Ecological Applications, 8, 162-169.
- [25] West, A., Goss-Custard, J., Stillman, R., Caldow, R., Durrell, S., le V.dit, McGroarty, S., 2002. *Predicting the impacts of disturbance on shorebird mortality using a behaviour-based model.* Biological Conservation 106: 319-328.
- [26] Sillett, T., Holmes, R., 2002. *Variation in survivorship of a migratory songbirds throughout its annual cycle.* J Anim. Ecol. 71: 296-308.
- [27] Newton, I., 2006. *Can conditions experienced during migration limit the population levels of birds?* J Ornithol 147: 146-166.
- [28] Wight, P., 2002. *Supporting the principles of sustainable development in tourism and ecotourism: governments' potential role.* Current Issues in Tourism, 5: 222-243.
- [29] Christ, C., Hillel, O., Matus, S., Sweeting, J., 2003. *Tourism and Biodiversity: Mapping Tourism's Global Footprint.* Conservation International, Washington, DC.
- [30] Gill, J., Norris, K., Sutherland, W., 2001. *Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance.* Biological Conservation, 97: 265-268.
- [31] Wiącek, J., Kucharczyk, M., Polak, M., Kucharczyk, H (2014, in press) *The influence of road traffic on woodland birds, an experiment with using of nestboxes.* SYLWAN.
- [32] Ferris C.R. 1979. *Effect of Interstate 95 on breeding birds in northern Maine.* J Wild Manag 43:421-427, 1979
- [33] Adams, L.W., Geis, D., 1981. *Effects of highway on wildlife. Report No. FHWA/RD-81/067. Office of Research.* Federal Highway Administration. US Department of Administration. Washington
- [34] Helle P. *Bird communities in open ground-climax forest edges in north eastern Finland.* Oulanka Reports 3:39-46, 1983
- [35] Helle, P., Muona, J., 1985. *Invertebrate numbers in edges between clear-fellings and mature forests in northern Finland.* Silva Fenn 19:281-294.

- [36] Huchta, E., Jokimäki, J., Rahko, P., 1999. *Breeding success of pied flycatchers in artificial forest edges: the effect of a suboptimally shaped foraging area*. Auk 116:528-535.
- [37] Paruk J. *Effects of roadside mangement practices on bird richness and reproduction*. Trans. III.St.Acad.Sci.83: 181-192, 1990.
- [38] Meunier F., Verheyden C., Jouventin P. *Bird communities of highway verges: influence of adjacent habitat and roadside management*. Acta Oecol. 20: 1-13, 1999.
- [39] Erritzoe J., Mazgajski T., Rejt Ł. *Bird casualties on European roads – a review*. Acta Ornithologica 38: 77-93, 2003.
- [40] Willey R. *Associations of song properties with habitats for territorial oscine birds of eastern North America*. The American Naturalist 138: 973-993, 1991.
- [41] Herrera-Montes M., Aide T. *Impacts of traffic noise on anuran and bird communities*. Urban Ecosystems, DOI 10.1007/s11252-011-0158-7, 2011.
- [42] Blickley J.L., Blackwood D., Patricelli G.L. 2012. *Experimental evidence for the effects of chronic anthropogenic noise on abundance of greater sage-grouse at leks*. Conserv Biol 26:461-471
- [43] Budka M., Osiejuk T. *Neighbour-stranger call discrimination in the nocturnal reil species: the corncrake *Crex crex**. Journal of Ornithology 154: 685-694, 2013.
- [44] Wiley, R.,H., Richards, D.,G., 1982. *Adaptation for acoustic communication in birds: sound transmission and signal detection*. In: Kroodsma, D.,E., Miller, E.,H., (Eds.), *Acoustic Communication in Birds*, Vol. 1, Academic Press, New York, pp 131-181.
- [45] Klump G. *Bird communication in the noisy world, w: Ecology and evolution of acoustic communications in birds* [Kroodsma D., Miller D. (eds.)]. Comstock Publishing. Ithaca, New York, str. 321-338, 1996.
- [46] Patricelli G., Blickley J. *Avian communication in urban noise, causes and consequences of vocal adjustment*, Auk 123: 639-649, 2006.
- [47] Francis C., Partisis J., Ortega C., Cruz A. *Landscape patterns of avian habitat use and nests success are affected by chronic gas well compressor noise*. Landscape Ecol. 26: 1269-1280, 2011.
- [48] Brumm, H., Slabbekoorn, H., 2005. *Acoustic communication in noise. Advances in the Study of Behaviour* 35:151-209.
- [49] Brumm H., Todt D. *Noise-dependent song amplitude regulation in a territorial songbird*. Animal Behaviour 63: 891-897, 2002.
- [50] Rheindt, F.,E., 2003. *The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution?* J. Ornith. 144:295-306.
- [51] Slabbekorn H., Peet M. *Ecology: birds sing at a higher pitch in urban noise – great tits hit the high notes to ensure that their mating calls are heard above the city’s din*. Nature 424: 267. 2003.
- [52] Wood, W.,E., Yezerinac, S.,M., 2006. *Song Sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise*. Auk 123:650-659.
- [53] Reijnen R., Foppen R. *Impact of road traffic on breeding bird population. W: Davenport J., Davenport J.L.(eds.) The ecology of transportation: managing mobility for the environment*. Springer, Dordrecht, str. 255-274, 2006.
- [54] Dooling R.J., Popper A.N. 2007. *The effects of highway noise on birds*, The California Dept. of Transportation, Division of Environmental Analysis, Sacramento, California, USA
- [55] Pockock, Z., Lawrence, R.,E., 2005. *How far into a forest does the effect of a road extend? Defining road edge effect in eucalypt forests of South-Eastern Australia*. In: Irwin CL, Garrett P, McDermott KP (eds) *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology*

- and Transportation. Center for Transportation and Environment, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA, pp. 397-405.
- [56] Summers, P.,D., Cunnington, G.,M., Fahrig, L., 2011. *Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise?* J Appl Ecol 48:1527-1534.
- [57] McClure, C, Ware, H, Carlisle, J, Kaltenecker, G, Barber, J, 2013. *An experimental investigation into the effects of traffic noise on distribution of birds: avoiding the phantom road.* Proc R Soc B 280:20132290. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2290>.
- [58] Kuitunen, M., Helle, P., 1988. *Relationship of the common treecreeper Certhia familiaris to edge and forest fragmentation.* Orn Fenn 65:150-155.
- [59] Ratti, J.,T., Reese, K.,P., 1988. *Preliminary test of the ecological trap hypothesis.* J Wild Manage 52:484-491.
- [60] Pescador, M., Peris, S., 2007. *Influence of roads on bird nest predation: An experimental study in the Iberian Peninsula.* Land Urban Plan 82:66-71.
- [61] Francis C, Ortega C, Cruz A. *Noise pollution changes avian communities and species interactions.* Current Biology 19: 1415-1419, 2009.
- [62] Valcarcel A., Fernandez-Juricic E. *Antipredator strategies of house finches: are urban habitats safe spots from predators even humans are around?* behav Ecol Sociobiol 63: 673-685, 2009.
- [63] Krebs N., Davies J., West., S. *An introduction to Behavioural Ecology*, Fourth Edition, Wiley-Blackwell, 2012.
- [64] Owens J., Stec C, O'Hatnick A. *The effects of extended exposure to traffic noise on parid social and risk-taking behavior.* Behavioural Processes 91: 61-69, 2012.
- [65] McCollin, D., 1998. *Forest edges and habitat selection in birds: a functional approach.* Ecography 21:247-260.
- [66] Salaberria, C, Gil, D., 2010. *Increase in song frequency in response to urban noise in the Great Tit Parus major as show by data from the Madrid (Spain) city noise map.* Ardeola 57:3-11.
- [67] Garniel A, Daunicht WD, Mierwald U, Ojowski U. *Vögel und Verkehrslärm Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm und die Avifauna. Schlussbericht November 2007/Kurzfassung.-FuE-Vorhaben 02.237/2003/LR des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung. 273 S – Bonn. Kiel, 2007.*

The influence of traffic noise on birds

Wiącek Jarosław, Polak Marcin, Kucharczyk Marek, Zgorzałek Sylwia

Zakład Ochrony Przyrody, Instytut Biologii i Biochemii Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, wiacek@hektor.umcs.lublin.pl

Abstract: The dynamic development of road infrastructure negatively influences the natural environment and animals using habitats near roads. The main negative effects of this process are primarily: loss and fragmentation of habitats. Another problem is an increase in pollutants and noise intensity in the vicinity of roads. An important problem is negative influence of traffic noise on animals and especially birds. Road noise generate by vehicles disturb vocal communication between birds, mainly in the time of pair formation and early incubation period.

Difficulties in communication evoked by noise seem to be one of the main problems in functioning in noisy surroundings. The main functions of birds' singing are related with territorial defence and mating a partner. Another important effect on birds' functioning near roads results in the masking of important biological signals due to noise. Masking important signals for territorial defence or partner selection can have as a consequence a negative influence on reproductive success. Species of birds which emit low frequency sounds are particularly exposed to this negative impact. As a results of traffic noise the changes in the volume and frequency of emitted sounds during singing are observed. Some authors pay attention to such factors as local climate or habitat and vegetation structure, because they have an important influence on the propagation of traffic noise. Most of the studies carried out previously concerns the breeding season, and only a few works to describe the impact of noise on birds during migration or wintering. The most frequently reported problem for researchers is to assess the densities of breeding birds near the roadside.

The majority of species react with a drop in numbers at roadsides. There are species which are also known to appear with higher density at roadsides. Usually this is related with a richer plant vegetation structure at roadsides and the appearance of the so-called "edge effect". Some results indicate that bird density at forest peripheries can reach values 40% higher than in the deep forest. An explanation of causes for such a state of matters are the higher numbers of invertebrates found at forest edges. The important factor influencing bird populations breeding at roadsides is also nest predation. Noise and visual disturbance can modifying predator pressure near roads.

Keywords: road traffic noise, birds, environmental protection.