



Szybki rozwój sieci drogowej oraz infrastruktury z nią związanej wywiera silną presję na środowisko oraz żywe organizmy. 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. 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.

## 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 obydwa 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 kręgowców 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 jego 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

# Wpływ hałasu drogowego na ptaki cz. I

Utworzono: wtorek, 30, grudzień 2014 10:54

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	1200 pojazdów na godzinę (4 pasmowa autostrada)	Zmiany w zachowaniu ptaków (reakcje antydrapieżnicze, dystans najbliższego

# Wpływ hałasu drogowego na ptaki cz. I

Utworzono: wtorek, 30, grudzień 2014 10:54

		behaviour. Behavioural Processes 91: 61-69.		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.

# Wpływ hałasu drogowego na ptaki cz. I

Utworzono: wtorek, 30, grudzień 2014 10:54

---

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].

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

Druga część artykułu ukaże się 30 grudnia - zapraszamy!

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 Ecol* 17:72-83.

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.

# Wpływ hałasu drogowego na ptaki cz. I

Utworzono: wtorek, 30, grudzień 2014 10:54

---

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. Pocock, 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.