

ZANIECZYSZCZENIE ŚWIATŁEM I HAŁASEM

Wiele badań pokazuje, że hałas jest szkodliwy dla ludzi i zwierząt. Również nadmiar sztucznego światła wpływa destrukcyjnie na ekosystemy.

Rozświetlone centrum
Ad-Dauhy, stolicy Kataru



Marek Kucharczyk Marcin Polak

Instytut Nauk Biologicznych
Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Swiatło, szczególnie to widzialne, ma podstawowe znaczenie dla funkcjonowania życia na Ziemi, będąc nośnikiem energii koniecznej do fotosyntezy roślin. Światło, a także dźwięk są także nośnikami informacji o środowisku otaczającym żywe organizmy. Dlatego też każde zmiany naturalnego promieniowania oraz drgań ośrodków przenoszących dźwięk możemy traktować jako zanieczyszczenie środowiska.

Rozświetlona Ziemia

Rozwój cywilizacyjny nierozzerwalnie wiąże się z użyciem sztucznych źródeł światła. Światło daje ludziom poczucie bezpieczeństwa (szczególnie nocą), pozwala na znaczące wydłużenie aktywności i jest nośnikiem większości informacji, które docierają do ludzkiego organizmu. Użycie na masową skalę sztucznych źródeł światła powoduje, że w krajach wysoko rozwiniętych większość populacji nie doświadcza nocy ciemniejszej niż przy pełni Księżycy. Na początku XXI wieku dotyczyło to 80 proc. mieszkańców USA i 67 proc UE, a obecnie dotyczy ponad 70 proc. mieszkańców UE. Powierzchnia obszarów oświetlonych nocą wzrasta rocznie o 2,2 proc., a intensywność emitowanego światła o 1,8 proc.

Oddziaływanie zanieczyszczenia światłem rozciąga się na większość organizmów, które żyją w otoczeniu człowieka. Konsekwencje tego zjawiska można rozpatrywać na kilku poziomach: fizjologicznym, osobniczym, populacyjnym i ekosystemowym. W przypadku roślin, które funkcjonują w oparciu o energię światła widzialnego, wzrost ilości światła nie wpływa znacząco na ich funkcjonowanie. Jednak zaburzenie rytmiki sezonowej długości dnia i nocy skutkuje zaburzeniem wzrostu roślin, kwitnienia, rozwoju pąków, zaburzeniem stanu uśpienia czy alokacji zasobów. Przez zaburzenie regulacji szparkowej rośliny tracą więcej wody w wyniku transpiracji. Może to prowadzić do ujemnego bilansu wodnego, a także narażenia na ciągłe wnikanie zanieczyszczeń gazowych.

Fizjologiczne reakcje na wydłużenie aktywności dziennej i skrócenie nocy jest dobrze poznane w przypadku człowieka. Zaburzeniu ulega działanie zegara biologicznego, który steruje produkcją melatoniny w szyszynce – hormon jest wytwarzany i wydzielany do krwi wyłącznie w ciemnej części doby. Jest to substancja o działaniu antyoksydacyjnym, cytostatycznym, regulującym równowagę komórkową od pro-

liferacji do różnicowania, może także promować apoptozę komórek nowotworowych. Dobrze jest udokumentowany związek pracy nocnej i zmniejszenia produkcji melatoniny z ryzykiem rozwoju raka piersi, raka prostaty i innych nowotworów. Międzynarodowa Agencja ds. Badań nad Rakim IARC (WHO) zaliczyła zaburzenia rytmu dobowego do grupy 2A – „prawdopodobny czynnik kancerogeny”.

Praca zmianowa obejmująca pracę nocną wiąże się także z ryzykiem rozwoju zespołu metabolicznego, nadciśnienia, niewłaściwego poziomu lipidów w krwi, otyłości i cukrzycy typu II. Badania w Wielkiej Brytanii na liczbie ponad 100 tys. kobiet wskazują na związek jasności sypialni z otyłością. Tłumaczy się to desynchronizacją wewnętrznych zegarów, skróceniem snu i nienaturalnymi porami posiłków, co sprzyja zaburzeniom metabolizmu.

Nocne życie zwierząt

Wzrost intensywności światła ponad naturalny poziom wpływa na zachowania drapieżników i ich ofiar. Możliwość żerowania w godzinach nocnych w warunkach sztucznego oświetlenia jest określana jako *light night niche* (lekka nocna nisza). Jeśli jednak poziom światła jest zbyt wysoki, występuje reakcja unikania – zwiększa się ryzyko wykrycia drapieżnika przez potencjalne ofiary. Sztuczne oświetlenie może powodować opóźnienie lub nawet unikanie rozpoczęcia nocnej aktywności ofiar, np. motyli nocnych. Także aktywność rozrodca płazów zmniejsza się pod wpływem sztucznego oświetlenia, np. w otoczeniu stale oświetlonych dróg czy obiektów przemysłowych i handlowych. Znany efekt przywabiania owadów do punktowych źródeł światła, np. do ulicznych lamp, skutkuje obniżeniem lokalnej różnorodności. Jak wskazują badania wykonane w Niemczech, lampy uliczne w mieście zamieszkałym przez blisko 240 tys. osób mogą być przyczyną śmierci nawet 360 mln owadów rocznie.

Warto zwrócić uwagę na widmo spektralne sztucznych źródeł światła i wywołane tym reakcje. Postrzeżenie światła znacząco różni się w różnych grupach zwierząt i od percepcji ludzkiej. Dobrym przykładem są ptaki, które dzięki posiadaniu czterech typów czopków w siatkówce oka rejestrują światło ultrafioletowe. Szerokie spektrum percepcji mają owady, szczególnie motyle.

Informacje, które odbierają zwierzęta w zakresie światła ultrafioletowego czy spolaryzowanego, mogą być maskowane lub zniekształcane przez sztuczne źródła światła. Orientacja ptaków w przestrzeni bazuje na systemie rejestrującym pole magnetyczne Ziemi, a systemem kalibrującym jest zróżnicowanie naturalnego oświetlenia. Duże aglomeracje miejskie, silne, punktowe źródła światła maskują informacje, które niesie np. spolaryzowane światło nieba, a to zaburza



dr hab.
Marek Kucharczyk

Pracuje w Katedrze Zoologii i Ochrony Przyrody UMCS. Tematyka badawcza, którą się zajmuje, obejmuje wiele różnorodnych zagadnień związanych z ekologią gatunków, ochroną przyrody i środowiska.

marek.kucharczyk
@mail.umcs.pl



dr hab. Marcin Polak

Pracuje w Katedrze Zoologii i Ochrony Przyrody UMCS. Zajmuje się ekologią i wokalizacją słabo poznanych, skrytych i zagrożonych gatunków ptaków.

marcin.polak@mail.umcs.pl

wędrówkę wielu gatunków ptaków. Zróżnicowanie światła dochodzącego z nocnego nieba nad morzem czy oceanem jest zbiorem informacji, na podstawie której wylęgające się na plaży żółwie kierują się do wody.

Spolaryzowane światło odbite od powierzchni wody jest sygnałem dla wielu gatunków o odpowiednim środowisku do składania jaj (co najmniej 300 gatunków owadów), dla drapieżników na nich żerujących, a także dla ptaków wodno-błotnych, które poszukują miejsc do odpoczynku lub żerowania. Gładkie, odbijające światło powierzchnie, takie jak fasady nowoczesnych budynków, duże przeszklenia, mokre nawierzchnie dróg czy parkingów, a nawet plamy oleju czy karoserie samochodowe są pułapkami ekologicznymi dla takich gatunków.

Przekrzyczeć hałas

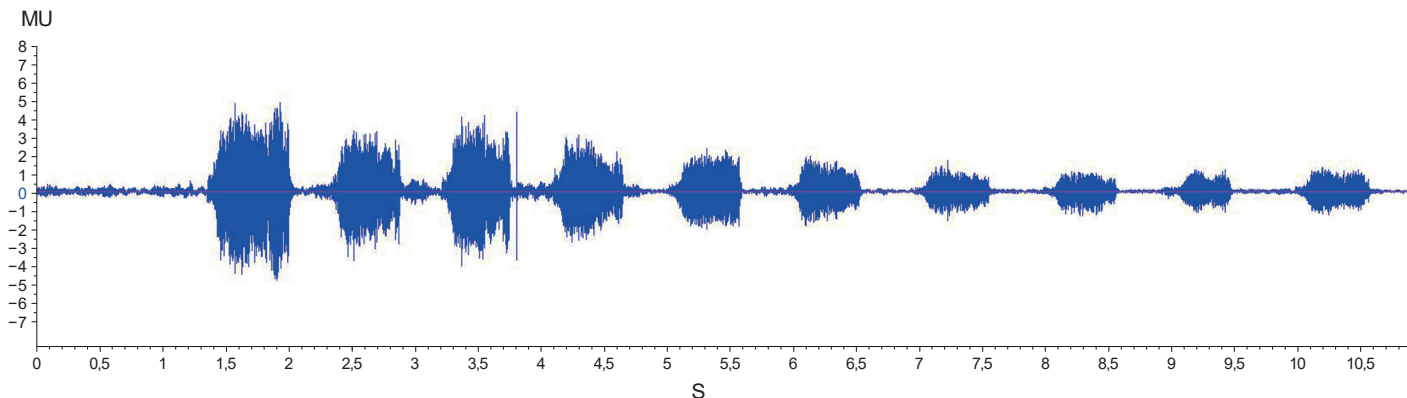
W ciągu ostatniego stulecia nadmierny poziom natężenia hałasu pochodzenia antropogenicznego stał się jednym z głównych problemów środowiskowych w ekosystemach wodnych i lądowych na całym świecie. Różnorodne systemy komunikacji zwierząt ewo-

luowały w naturalnych środowiskach dźwiękowych. Przez miliony lat organizmy dostosowały wybrane parametry oraz strukturę swoich głosów i pieśni godowych do lokalnych profili tła akustycznego. Niektóre gatunki zwierząt są bardzo dobrze przystosowane do życia w warunkach wysokiego natężenia otaczających je (naturalnych i sztucznych) dźwięków. Przykładowo rozpoznanie głosów swojego potomstwa w gwarnych, wielotysięcznych koloniach lęgowych ptaków jest z pewnością dużym wyzwaniem dla ich rodziców. Ponadto każdy, kto w naszych szerokościach geograficznych w maju o świcie odwiedził stary las lub park, zauważył, że ptaki są zmuszone codziennie śpiewać swoje strofy w głośnym chórze serenad innych gatunków.

Jednak dynamiczny wzrost populacji ludzkiej na Ziemi, gwałtowny rozwój aglomeracji miejskich, konflikty zbrojne, ekspansja i wzrost zagęszczenia morskich i lądowych szlaków komunikacyjnych przyczyniają się do wzrostu globalnego zanieczyszczenia hałasem. Współcześnie różnym organizmom coraz trudniej żyć w świecie przepełnionym sztucznymi dźwiękami, generowanymi przez działalność i aktywność ludzi.

Mapa zanieczyszczenia światłem w Polsce w 2020 roku (według World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness, <https://djlorenz.github.io/astronomy/lp2020/overlay/dark.html>)





Oscylogram głosu terytorialnego wodnika emitowanego przez samca i samicę w duecie

Liczne badania wskazują, że nadmierna emisja dźwięków w wyniku urbanizacji oraz rozwoju transportu i przemysłu zaburza komunikację dźwiękową i wpływa negatywnie na liczebność i rozmieszczenie, sukces lęgowy, dostosowanie, kondycję i zdrowie wielu gatunków owadów, ryb, płazów, ptaków oraz morskich i lądowych ssaków. Najwięcej projektów badawczych skupia się na określeniu oddziaływania hałasu na komunikację dźwiękową ptaków, u których mamy do czynienia z niezwykle złożonymi strategiami wymiany informacji między osobnikami.

Podstawowym problemem dla osobników żyjących w środowisku silnie zanieczyszczonym hałasem jest zagłuszanie transmisji bodźców dźwiękowych w sieciach komunikacyjnych zwierząt złożonych z nadawców, odbiorców i podsłuchujących. Ostatnie badania pokazują, że w gwarnych miejscach samice nie słyszą lub słabo słyszą nawoływania swoich potencjalnych partnerów i nie są w stanie dobrze ocenić ich kondycji i atrakcyjności. Samce mogą mieć problem z usłyszeniem swoich rywali oraz sąsiadów. Karmiący rodzice nie są w stanie dostosować tempa karmienia swoich piskląt, gdyż głosy żebrzące młodych są zagłuszone przez hałas. Towarzyskie ptaki żyjące w grupach nie słyszą głosów ostrzegawczych, emitowanych, by poinformować współtowarzyszy o zbliżającym się drapieżniku.

Ptasie slumsy

W połowie lat 90. XX wieku holenderscy badacze zauważyli, że zagęszczenie i bogactwo gatunkowe zespołów ptaków zasiedlających sąsiedztwo autostrad i dróg szybkiego ruchu są relatywnie niskie. Wskaźniki te stopniowo wzrastają wraz ze zwiększaniem się odległości od krawędzi drogi. Potwierdziły to liczne badania przy trasach komunikacyjnych w innych częściach świata. Zaczęto wyróżniać trzy grupy ptaków: (1) wrażliwe i stenotopowe gatunki, które unikają sąsiedztwa dróg, (2) gatunki neutralne, które gnieźdzą się w podobnych zagęszczeniach zarówno blisko, jak i daleko od szlaków komunikacyjnych, (3) kosmopolityczne gatunki eurytopowe, które preferują siedliska w pobliżu dróg i linii kolejowych (tzw. efekt krawędzi). Budowa i eksploatacja szlaków komunikacyjnych

powodują przecięcie jednolitego płatu siedliska, modyfikując też dostępność i obfitość bazy pokarmowej, zmienia strukturę roślinności, cechy mikroklimatu (np. nasłonecznienia), presji ze strony drapieżników itp. Przykładowo wiele gatunków ptaków wykorzystuje linie przesyłowe wzdłuż nasypów kolejowych jako czatownie i miejsce żerowania, a padlinożercy regularnie patrolują otoczenie korytarzy transportowych w poszukiwaniu ofiar kolizji. Sąsiedztwo dróg może jednak działać jak pułapka ekologiczna, gdyż zwabione pewnymi zasobami ptaki mogą ginąć w zderzeniach z pojazdami i/lub osiągać niższy sukces lęgowy.

Henrik Brumm jako pierwszy wykazał możliwość aktywnego dostosowania poziomu natężenia śpiewu ptaków do zróżnicowanego tła akustycznego. Okazało się, że samce słowików rdzawych w terytoriach zanieczyszczonych hałasem drogowym śpiewały o 10–20 dB głośniejsze niż w cichych i spokojnych miejscach Berlina. Jest to tzw. efekt Lombarda, który swoją nazwę zawdzięcza francuskiemu chirurgowi i otolaryngologowi Étienne'owi Lombardowi. W 1911 roku opisał on zjawisko, które polega na tendencji do zmiany parametrów emisji głosu, by poprawić jego słyszalność. To dlatego na koncertach i imprezach domowych staramy się mówić głośniejsze. Efekt Lombarda może dotyczyć także modyfikacji innych parametrów oraz struktury śpiewu, np. bogatki zasiedlające hałaśliwe obszary w Lejdzie (zachodnia Holandia) śpiewały piosenki godowe o wyższej minimalnej częstotliwości niż osobniki w cichych i spokojnych rewirach. Dzięki temu elastyczni śpiewacy mogą przezwyciężyć tzw. efekt maskowania. Hałas drogowy charakteryzuje się niskim spektrum częstotliwości, a śpiewanie w wyższej tonacji pomaga im ominąć ten problem oraz skuteczniej dotrzeć do potencjalnych odbiorców.

Coraz więcej zwierząt na naszej planecie znajduje się w zasięgu negatywnego oddziaływania zaburzeń akustycznych pochodzenia antropogenicznego. Naukowcy wciąż odkrywają nowe przystosowania i adaptacje organizmów do życia w zanieczyszczonych hałasem ekosystemach, a także nowe źródła hałasu, np. wojna w Ukrainie powoduje, że walenie w Morzu Czarnym są zagłuszane i dezorientowane przez sonary łodzi podwodnych. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Duquette C.A., Loss S.R., Hovick T.J., *A meta-analysis of the influence of anthropogenic noise on terrestrial wildlife communication strategies*, „Journal of Applied Ecology” 2021, vol. 58.

Gaston K.J., Duffy J.P., Gaston S., Bennie J., Davies T.W., *Human alteration of natural light cycles: causes and ecological consequences*, „Oecologia” 2014, vol. 176.

Gill S.A., Job J.R., Myers K., Naghshineh K., Vonhof M., *Toward a broader characterization of anthropogenic noise and its effects on wildlife*, „Behavioral Ecology” 2015, vol. 26.