

SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO
W WARSZAWIE
WYDZIAŁ LEŚNY
SAMODZIELNY ZAKŁAD ZOOLOGII LEŚNEJ I ŁOWIECTWA

BADANIA WPŁYWU SYGNAŁÓW AKUSTYCZNYCH
EMITOWANYCH PRZEZ UOZ-1 NA PTAKI

SPRAWOZDANIE KOŃOWE

WYKONAWCA: DR INŻ. MAREK KELLER

TEMAT ZLECONY PRZEZ
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.
Umowa Nr 60/011/051/00/11000891/10/I/O

WARSZAWA, 15 PAŹDZIERNIKA 2011

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. TEREN BADAŃ	4
2.1. Linia kolejowa E20	4
2.1.1. Rejon Rudki	5
2.1.2. Rejon Kotunia	6
2.2. Linia kolejowa E65 – rejon Chotomowa	7
3. METODY BADAŃ I MATERIAŁ	9
4. WYNIKI	25
4.1. Skład gatunkowy i względne zagęszczenie ptaków na transektach z UOZ-1 oraz transektach kontrolnych na linii E20	25
4.1.1. Rejon Rudki	25
4.1.2. Rejon Kotunia	27
4.2. Skład gatunkowy i względne zagęszczenie ptaków na transektach z UOZ-1 oraz transektach kontrolnych na linii E65	31
4.3. Obserwacje reakcji behawioralnych ptaków na sygnały dźwiękowe emitowane z urządzeń UOZ-1	34
5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	36
6. BIBLIOGRAFIA	37

1. WSTĘP

Problem wpływu linii kolejowych na ptaki można rozpatrywać w trzech aspektach: (1) bezpośredniej śmiertelności ptaków powodowanej przez kolizje z pociągami, (2) wykorzystywania przez gatunki padlinożerne ciał martwych zwierząt oraz (3) pośredniego – poprzez zmiany w siedliskach wywoływanych przez budowę i eksploatację torów. Na temat pierwszych dwóch czynników nasza wiedza jest wprawdzie dosyć skromna, ale istnieje nieco danych empirycznych z których można wyciągać konkretne wnioski (Havlin 1987, Lorek i Stankowski 1991, Lorek 1992). Brak jest natomiast całkowicie danych, dokumentujących czy i w jaki sposób powstanie szlaku kolejowego może wpływać na zespoły ptaków zasiedlające siedliska bezpośrednio sąsiadujące z torowiskiem i powstałą wokół niego infrastrukturą.

Impulsem do podjęcia takich badań było niedawne wprowadzenie w Polsce do eksperymentalnej eksploatacji urządzeń akustycznych UOZ-1, emitujących naturalne sygnały ostrzegawcze wydawane przez rozmaite gatunki ptaków i ssaków znajdujących się w sytuacji zagrożenia (Babińska-Werka i in. 2008, 2009, Nasiadka i in. 2009 a, b, Wasilewski i in. 2009 a, b, c). Wprawdzie urządzenia te są testowane pod kątem oddziaływania na poszczególne gatunki ssaków w kontekście ich potencjalnego wpływu na uniknięcie kolizji pociągów ze zwierzętami, nie można jednak z góry wykluczyć ich negatywnego wpływu na występujące w okolicy toru ptaki. Celem niniejszych badań było rozpoznanie możliwego wpływu emitowanych dźwięków z urządzeń UOZ-1 na ptaki zasiedlające rozmaite typy siedlisk w najbliższym sąsiedztwie torów kolejowych.

Badania w zakresie oddziaływania sygnałów akustycznych na ptaki przeprowadzono w miejscach, w których można było ten wpływ ocenić w maksymalnym stopniu wszechstronnie, tzn. gwarantujących odpowiednie zróżnicowanie terenu i wynikającą stąd różnorodność gatunkową zespołów ptaków. Kryterium było występowanie w najbliższej okolicy UOZ-1 następujących siedlisk: lasów (możliwie o silnie zróżnicowanej żyzności), mozaiki polno-leśnej i wód. Ptaki związane z tymi siedliskami powszechnie występują w całym kraju i ich w największym stopniu dotyczy omawiane zagadnienie.

Badania terenowe wykonano w dwóch miejscach usytuowania urządzeń UOZ-1: w rejonie Rudki i Kotunia (woj. mazowieckie) w pobliżu linii E20 oraz w rejonie Chotomowa (woj. mazowieckie), gdzie urządzenia te zostały założone w roku 2011 w pobliżu linii E65. Prowadzono je przez dwa lata: na linii E20 w roku 2010 – z już działającymi UOZ-1, a na linii E65 – w roku 2010, przed zainstalowaniem UOZ-1 i w roku 2011, już po zainstalowaniu

UOZ-1. Na obydwu powierzchniach założono powierzchnie (transekty) zasadnicze (gdzie stosuje się UOZ-1) i powierzchnie (transekty) kontrolne (bez stosowania UOZ-1), położone we wzajemnym bezpośrednim sąsiedztwie. Na każdej z tych powierzchni (transektów) wykonano:

1. inwentaryzację jakościową i ilościową zespołu ptaków lęgowych;
2. bezpośrednie obserwacje ptaków w stosunku do bodźców akustycznych.

2. TEREN BADAŃ

2.1 Linia kolejowa E20

Jest to szlak kolejowy na trasie Warszawa-Terespol. Linia na odcinku Mińsk Mazowiecki-Siedlce (Mapa 1) jest dwutorowa. W czasie doby pociągi jeżdżą głównie w godzinach od 4.00 do 22.00. od godz. 22.00 do 24.00 ruch pociągów jest mniej intensywny, natomiast w godzinach 00.00-04.00 występuje przerwa w ruchu kolejowym. Według informacji uzyskanych z PKP Linie Kolejowe S.A., Zakład Linii Kolejowych w Siedlcach, Na trasie Mińsk – Siedlce, jeden pociąg przejeżdża średnio co 6 minut. Pociągi towarowe, które jeżdżą z prędkością ok. 70 km/h, pojawiają się co 60 minut, pociągi osobowe (ok. 100 km/h) co 30 minut, a pociągi pospieszne (ok. 120 km/h) co 85 minut.

Ze względu na specyfikę badanych obiektów (nieporównanie mniejsze terytoria ptaków niż ssaków, zwłaszcza gatunków z rzędu wróblowych *Passeriformes*), na etapie prac wstępnych przeprowadzono szczegółową analizę bezpośredniego otoczenia badanych fragmentów linii kolejowej. Podyktowane to było przede wszystkim koniecznością znalezienia takich powierzchni (transektów) kontrolnych, które w maksymalny możliwy sposób stanowiłyby odpowiedniki siedlisk i drzewostanów znajdujących się na powierzchni z UOZ-1.



Mapa 1. Usytuowanie terenów badań na linii kolejowej E20.

2.1.1 Rejon Rudki

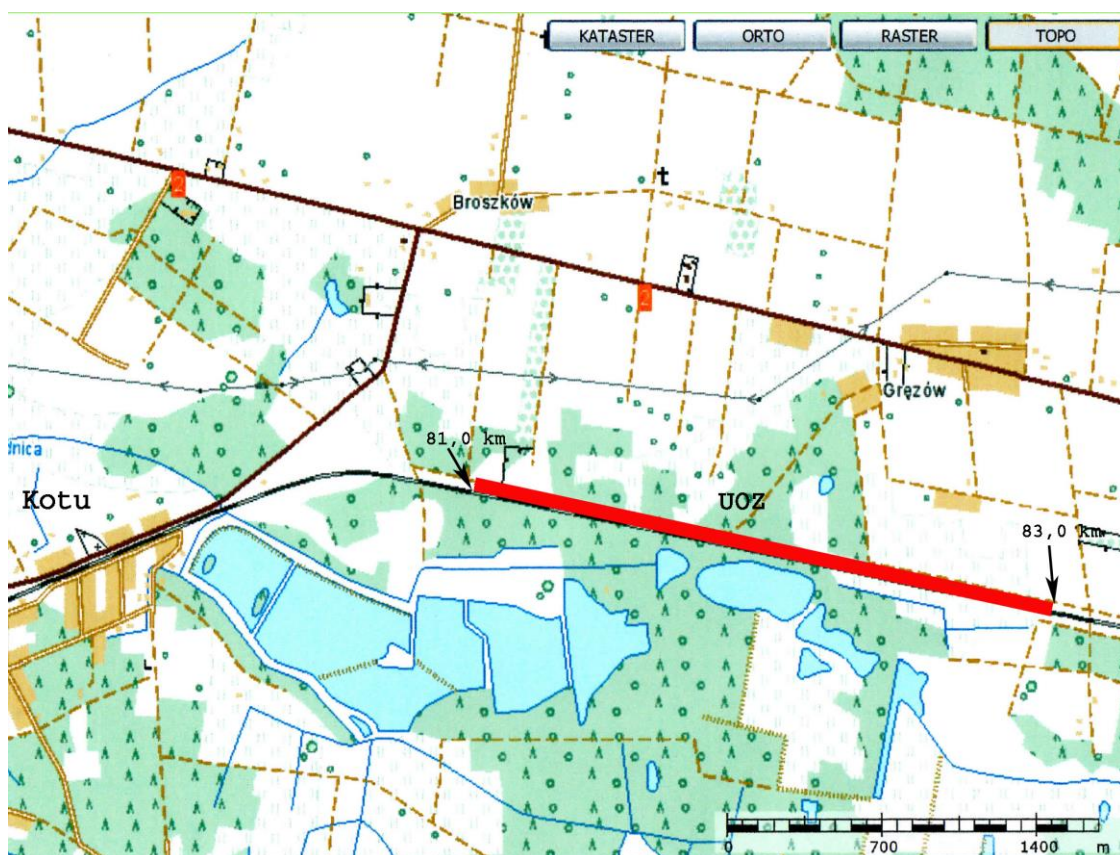
Badany rejon był położony na odcinku linii najpierw przebiegającym przez krajobraz mozaikowy, a następnie przez lasy, głównie o charakterze borowym, z panującą sosną *Pinus sylvestris*. Przeważały drzewostany stosunkowo młode, w II (21-40 lat) i III (40-60 lat) klasie wieku. Ze względu na panujące warunki glebowo-wodne teren charakteryzował się umiarkowaną trofią (=żywnością) siedlisk, co bezpośrednio wpływało na liczbę gatunków i zagęszczenie ptaków, zarówno na poziomie poszczególnych gatunków, jak i całego zgrupowania. Czynne od 2005 r. roku urządzenia UOZ-1 znajdowały się na odcinku między 60,6 a 60,8 km szlaku (mapa 2).



Mapa 2. Usytuowanie urządzeń UOZ-1 w rejonie Rudki

2.1.2 Rejon Kotunia

Rejon ten charakteryzował się usytuowaniem wewnątrz niewielkiego kompleksu leśnego, położonego w sąsiedztwie dużych stawów rybnych. Trofia i uwilgotnienie siedlisk były tu wyraźnie większe niż w rejonie Rudki, co przejawiało się kilkakrotnie większym udziałem gatunków liściastych (brzozy *Betula verrucosa*, olszy czarnej *Alnus glutinosa*, osiki *Populus tremula*) w składzie drzewostanów. Ich średni wiek był nieco wyższy, przeważały drzewostany w wieku 40-60 lat. Czynne od 2005 r. UOZ-1 znajdowały się na odcinku między 81,0 a 83,0 km szlaku (mapa 3).

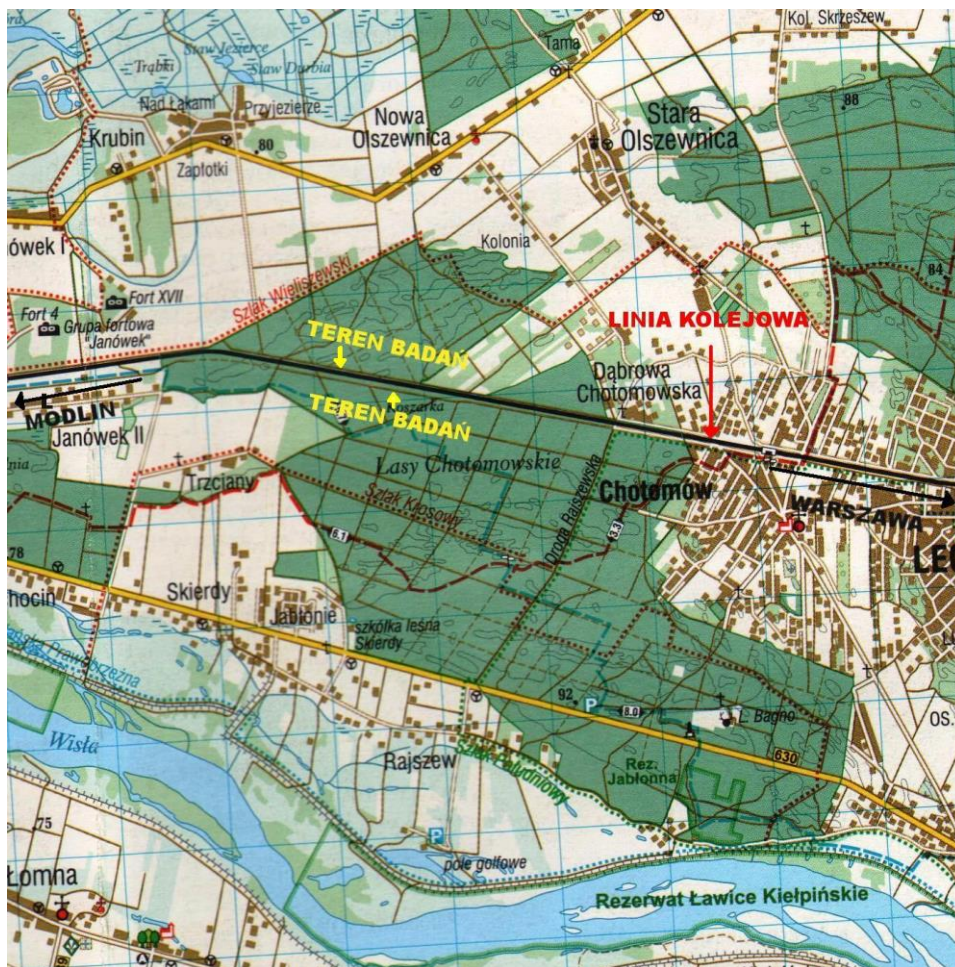


Mapa 3. Usytuowanie urządzeń UOZ-1 w rejonie Kotunia (zaznaczono kolorem czerwonym).

2.2. Linia kolejowa E65 – rejon Chotomowa

Omawianą dwutorową linię kolejową tworzy fragment szlaku Warszawa – Gdańsk, między Legionowem a Modlinem (mapa 4). Badania przeprowadzono na odcinku biegnącym w całości przez kompleks leśny, znany jako Lasy Chotomowskie.

Lasy Chotomowskie liczą ok. 1,5 tys. ha, z czego znaczną większość (92%) stanowią siedliska boru świeżego, z fragmentami borów suchych i borów mieszanych świeżych. Cechują się one awifauną (=fauną ptaków) typową dla większości kompleksów leśnych w Polsce. Z punktu widzenia ptaków omawiany odcinek linii w rejonie Chotomów – Legionowo wyróżnia się raczej *in minus* w stosunku do odcinków w okolicy Rutki i Kotunia. Wynika to przede wszystkim z najniższej trofii i wilgotności siedlisk. Drzewostany zdominowane są tu przez sosnę w młodszych klasach wieku (20-40 lat). W takich zespołach leśnych ptaków zwykle jest stosunkowo mało, a skład gatunkowy zgrupowań jest mało zróżnicowany i relatywnie ubogi. Występuje tu około 140 gatunków ptaków, z czego około 90 lęgowych. Typowe jest liczne występowanie ptaków z rzędów: szponiastych *Falconiformes*, wróblowych *Passeriformes*, dzięciołów *Piciformes* i



Mapa 4. Teren badań na linii E65

gołębiowych *Columbiformes*. Można zatem sądzić, że wyniki tu uzyskane będą mogły być bez większego problemu traktowane jako reprezentatywne dla większości lasów w naszym kraju. Odrębnego traktowania być może wymagać będą jedynie duże kompleksy leśne o charakterze naturalnym.

W omawianym rejonie urządzenia UOZ-1 zostały zainstalowane w roku 2011, na odcinku między 31,0 a 34,6 km szlaku kolejowego (mapa 5).



Mapa 5. Usytuowanie urządzeń UOZ-1 w rejonie Chotomowa (zaznaczono kolorem czerwonym).

3. METODY BADAŃ I MATERIAŁ

Badania w obu latach (2010-2011) prowadzono w okresie wiosennym, od połowy kwietnia do połowy czerwca, w interwałach 2-tygodniowych. W każdym sezonie wykonywano po 5 kontroli terenowych na wszystkich transektach zasadniczych (gdzie znajdują się UOZ-1) i tyle samo na transektach kontrolnych (bez UOZ-1).

Na każdym z transektów wykonano:

1. inwentaryzację jakościową i ilościową zespołu ptaków lęgowych, czyli określono skład gatunkowy zespołu ptaków oraz wskaźniki (indeksy) zagęszczenia,
2. bezpośrednie obserwacje ptaków w stosunku do bodźców akustycznych.

Każdy z 5 cykli obserwacji trwał po 6-8 godzin. Ogółem na obydwu liniach kolejowych na bezpośrednie obserwacje terenowe (liczenia z rejestracją ptaków oraz obserwacje behawioralne) poświęcono ok. 160 godzin.

Metoda transektowa polega na przemieszczaniu się obserwatora wzdłuż wyznaczonej z góry trasy (odcinka), z rejestracją wszystkich ptaków znajdujących się w polu słyszalności i/lub widzialności (po obu stronach toru w przypadku transektów zasadniczych). W zależności od ukształtowania terenu, struktury roślinności oraz grupy systematycznej badanych ptaków (intensywność wokalizacji, wielkość i ruchliwość), pas w którym poruszał się obserwator liczący ptaki miał szerokość od 100 do 200 m. Prace wykonywane dwukrotnie podczas dnia, w porach największej aktywności głosowej ptaków: rano w godzinach 5-9 oraz po południu, w godzinach 17-21. Od obserwatora wymagana była biegła znajomość rozpoznawania zarówno gatunków widzianych ptaków, ale przede wszystkim ich głosów. Obserwator podczas przemarszu poruszał się pieszo, wolno, choć w tempie dostosowanym do lokalnej sytuacji (zwykle jest to ok. 1 km/h) i rejestrował ptaki w „zadanych” i zaznaczonym na mapie polu. Wszystkie informacje były następnie nanoszone do arkusza kalkulacyjnego EXCEL i opracowywane w programie statystycznym STATISTICA.

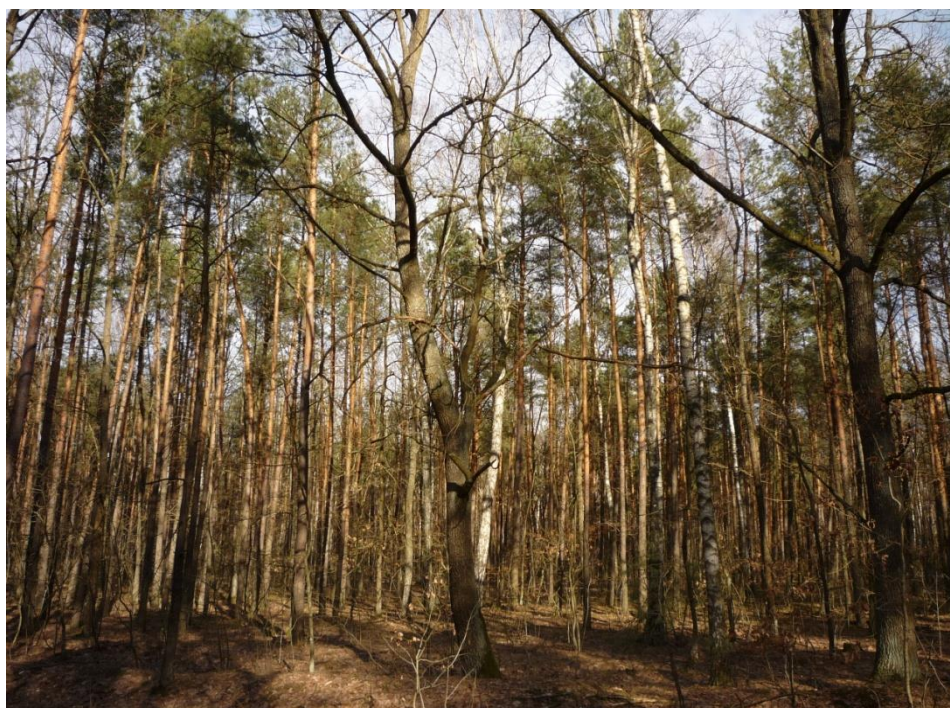
Na linii kolejowej E20 w rejonie Rudki transekt zasadniczy, o długości 0,9 km, biegł między km 60,6 a 61,5. Dwa transekty kontrolne stanowiły fragmenty lasu: równoległy i prostopadły do szlaku kolejowego. Usytuowanie transektu zasadniczego i dwóch transektów kontrolnych przedstawia mapa 6. Charakterystyczne, typowe miejsca transektu zasadniczego przedstawiają Fot. 1-3, a transektów kontrolnych – Fot. 4-6.



Mapa 6. Usytuowanie transektu zasadniczego (kolor pomarańczowy) oraz dwóch transektów kontrolnych (kolor zielony) w rejonie Rudki.



Fot. 1. Fragment transektu zasadniczego z UOZ-1 w rejonie Rudki



Fot. 2. Drzewostan z dominacją sosny na transekcje zasadniczym w rejonie Rudki.



Fot. 3. Transekt zasadniczy w rejonie Rudki



Fot. 4. Typowy leśny fragment transektu kontrolnego 1 w rejonie Rudki



Fot. 5. Fragment transektu kontrolnego 1 w rejonie Rudki



Fot. 6. Żyłniejszy fragment leśnego transektu kontrolnego 2 w rejonie Rudki

Na tej samej linii, w rejonie Kotunia, znajdował się transekt zasadniczy, o długości 2,0 km, położony między km 81,0 a 83,0. Transekty kontrolne, w liczbie 3, o łącznej długości 1,0 km, zlokalizowano równoległe do przebiegu torów, w odległości kilkuset metrów. Ze względu na specyfikę transektu zasadniczego, dwa z nich usytuowano w pobliżu stawów rybnych, a jeden – w mozaice polno-leśnej. Usytuowanie transektu zasadniczego i trzech transektów kontrolnych przedstawia Mapa 7. Charakterystyczne, typowe miejsca transektu zasadniczego przedstawiają Fot. 7-9, a transektów kontrolnych – Fot. 10-14.



Mapa 7. Usytuowanie transektu zasadniczego i 3 transektów kontrolnych w rejonie Rutki.



Fot. 7. Fragment transektu zasadniczego - las liściasty w rejonie Kotunia



Fot. 8. Transekt zasadniczy - bezpośrednie sąsiedztwo linii kolejowej w rejonie Kotunia



Fot. 9. Transekt zasadniczy - sąsiedztwo UOZ-1 w rejonie Kotunia, fragment z drągowiną
sosnową



Fot. 10. Fragment transektu kontrolnego 1 w rejonie Kotunia



Fot. 11. Transekt kontrolny 2 - otoczenie jednego ze stawów kotuńskich



Fot. 12. Transekt kontrolny 2 w rejonie Kotunia

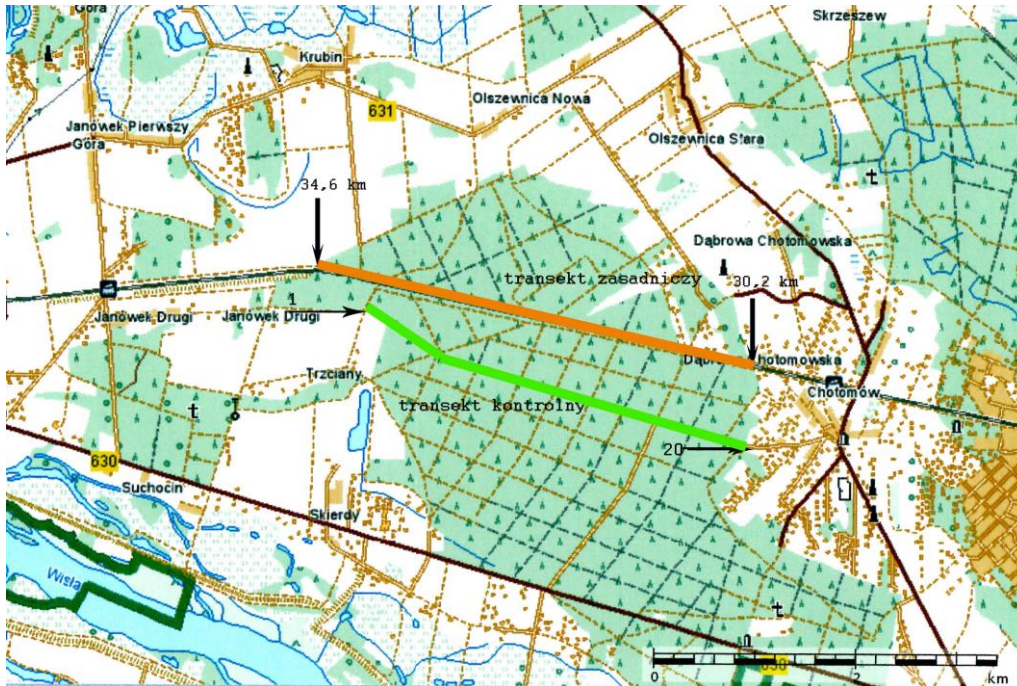


Fot. 13. Transekt kontrolny 3 w rejonie Kotunia



Fot. 14. Gniazdo bielika *Haliaeetus albicilla* w odległości ok. 200 m od linii kolejowej z zamontowanymi urządzeniami UOZ-1 przy stawach w Kotuniu

Na linii E65, w rejonie Chotomowa, prowadzono badania w latach 2010-2011. W roku 2010 r. przeprowadzono badania pomiędzy km 30,2 i 34, 6 (4,4 km). Nie było tam wówczas urządzeń UOZ-1, zainstalowanych w tym miejscu rok później. Dlatego odcinek ten w roku 2010 służył jako transekt kontrolny w stosunku do danych z roku 2011. Dodatkowo w roku 2011 wykonano badania na następnym transekcie kontrolnym (4,0 km), biegnącym równolegle do torów, w odległości 0,1-0,6 km, wzdłuż jednej z linii oddziałowych (Mapa 8). Dokumentacje fotograficzna transektu zasadniczego stanowią Fot. 15-18, a transektu kontrolnego – Fot. 19-21.



Mapa 8. Usytuowanie transektu zasadniczego (kolor pomarańczowy) i transektu kontrolnego (kolor zielony) w rejonie Chotomowa.



Fot. 15. Fragment transektu zasadniczego w rejonie Chotomowa



Fot. 16. Typowy krajobraz leśny – transekt zasadniczy w rejonie Chotomowa



Fot. 17. Uboga drągowina sosnowa – transekt zasadniczy pod Chotomowem



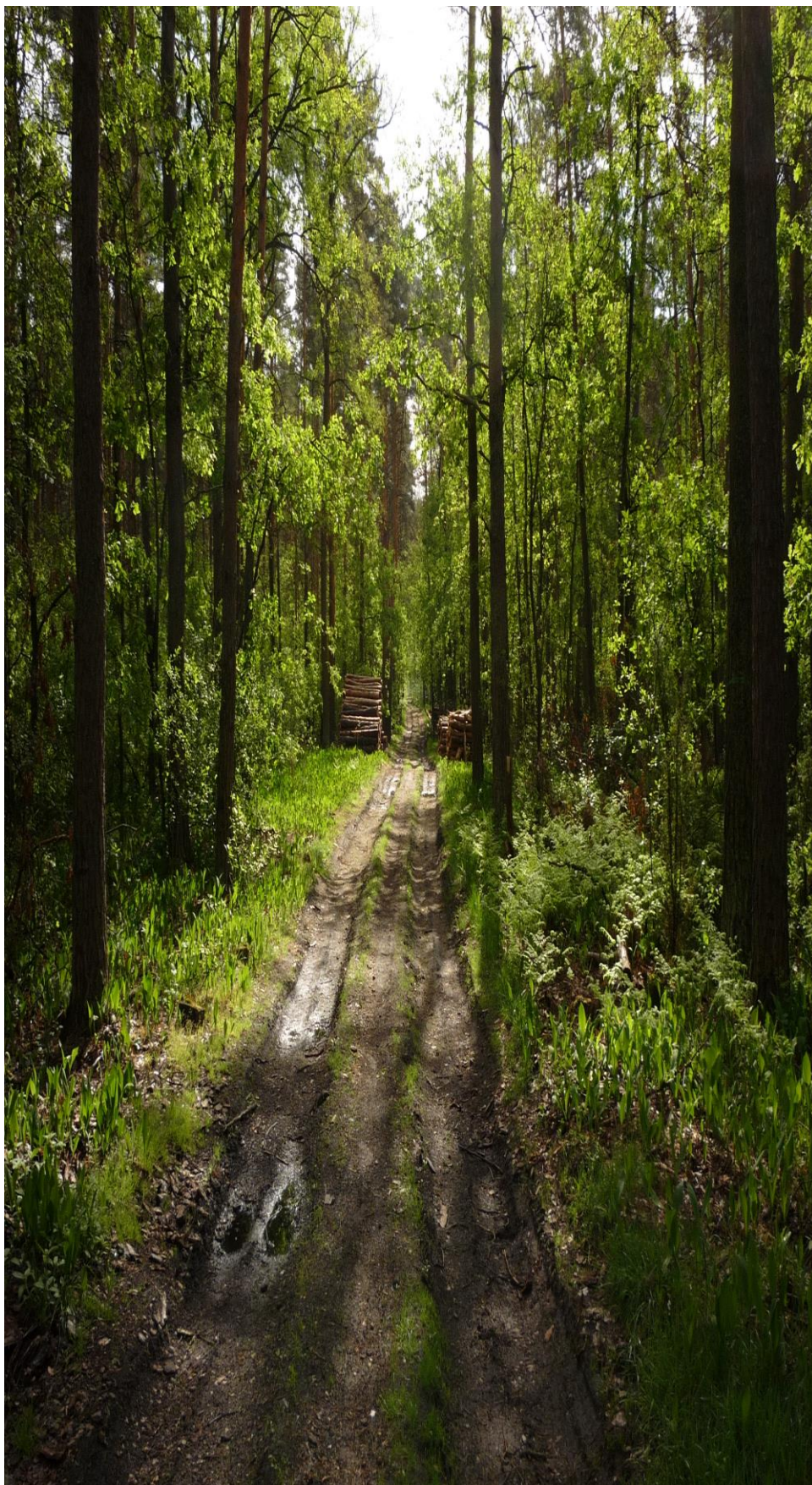
Fot. 18. Nieco starszy drzewostan sosnowy na ubogim siedlisku – transekt zasadniczy w rejonie Chotomowa



Fot. 19. Urozmaicony drzewostan sosnowo-brzozowy – fragment transektu kontrolnego w rejonie Chotomowa.



Fot. 20. Fragment transektu kontrolnego w rejonie Chotomowa



Fot. 21 Fragment transektu kontrolnego w rejonie Chotomowa.

Dane z liczeń na transektach nie nadają się do obliczeń zagęszczeń ptaków, gdyż mają charakter informacji względnych, a nie rzeczywistych. Przedstawia się je zwykle w postaci indeksów zagęszczenia (=liczba osobników na kilometr transektu) i można je porównywać ze sobą. Można dla nich obliczać (jako że zebrane były identyczną metodą) najpopularniejszy wskaźnik różnorodności gatunkowej, czyli wskaźnik Shanona-Wienera, w postaci: $H' = \text{suma zlogarytmowanych iloczynów liczebności i udziału gatunku w strukturze dominacji}$. Dodatkowo, dane o składzie gatunkowym i indeksach zagęszczenia dodatkowo porównano za pomocą 2 wskaźników: wskaźnika podobieństwa składu gatunkowego Sorensena i wskaźnika podobieństwa struktury dominacji Renkonena. Pierwszy z nich ma postać: $So = 2c \times 100/a + b$, gdzie: a – liczba gatunków na transekcji zasadniczym, b – liczba gatunków na transekcji kontrolnym, c – liczba gatunków wspólnych dla obydwu transektów. Drugi wskaźnik ma postać: $Re = \text{suma minimalnych udziałów wszystkich gatunków w strukturze dominacji}$. Obydwa wyżej wymienione wskaźniki mogą się teoretycznie kształtować od 0 (brak gatunków wspólnych) do 1 (wszystkie gatunki wspólne, identyczna struktura dominacji).

Na wszystkich transektach eksperymentalnych, każdorazowo wykorzystywano zbliżanie się pociągu i uruchamianie urządzeń UOZ-1 do wykonywania bezpośrednich obserwacji reakcji ptaków na emitowane dźwięki. Skupiano się zawsze na jednym, dobrze widocznym i losowo wybranym osobniku i gatunku, by jak najbardziej obiektywnie skwantyfikować reakcję ptaka na dodatkowe źródło bodźców akustycznych. Zastosowano następującą skalę odpowiedzi behawioralnych:

0 – brak reakcji, ptak nie przerywa wykonywanej czynności i nie wykazuje żadnych oznak zaniepokojenia;

1 – reakcja słaba, ptak przerywa na chwilę wykonywaną czynność i przybiera pozę wyczekiwania;

2 – reakcja silna, ptak odlatuje z danego miejsca, wydając głosy ostrzegawcze.

Ogółem w obu latach uzyskano 947 obserwacji behawioralnych (łącznie na obydwu liniach).

4. WYNIKI

4.1. Skład gatunkowy i względne zagęszczenie ptaków na transektach z UOZ-1 oraz transektach kontrolnych na linii E20

4.1.1. Rejon Rutki

Dane o składzie gatunkowym i względnych zagęszczeniach (N os./km transektu) ptaków na transekcje zasadniczym i transekcje kontrolnym w rejonie Rutki przedstawia tabela 1. Na transekcje zasadniczym wykazano 32 gatunki, a na transekcje kontrolnym – 31 gatunków. Wskaźnik łącznego zagęszczenia ptaków na transekcje zasadniczym wyniósł 77 osobników/km, a na transekcje kontrolnym – 80 os./km. Współczynnik różnorodności gatunkowej Shanona- Wienera na transekcje zasadniczym wyniósł 1,8, a na transekcje kontrolnym – 1,7. Podobieństwo składu gatunkowego zgrupowań ptaków pomiędzy tymi transektami było bardzo wysokie, współczynnik Sorensena wynosił 92%. Podobnie wysokie było podobieństwo struktury dominacji zgrupowania ptaków lęgowych, współczynnik Renkonena kształtował się na poziomie 74%.

Tabela 1. Skład gatunkowy i liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków na transekcje zasadniczym i transekcje kontrolnym w rejonie Rutki w roku 2010.

Gatunek	Liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków ptaków w przeliczeniu na 1 km transektu	
	zasadniczego w strefie działania UOZ-1	kontrolnego poza strefą działania UOZ-1
Anthus trivialis – świergotek drzewny	1,6	0
Carduelis chloris – dzwonec	4,5	1,7
Carduelis cannabina – makolągwa	2,5	6,3
Coccothraustes coccothraustes –	2,3	0,9

grubodziób		
Cuculus canorus – kukułka	2,1	0,5
Dendrocopos major – dzięcioł duży	4,5	2,4
Emberiza citrinella – trznadel	6,9	3,1
Erithacus rubecula – rudzik	6,2	2,4
Ficedula hypoleuca – mucholówka żałobna	2,3	4,9
Fringilla coelebs – zięba	7,4	5,5
Garrulus glandarius – sójka	1,7	2,0
Lanius collurio – gąsiorek	2,5	0,6
Muscicapa striata	0,3	0,1
Oriolus oriolus – wilga	0,7	0,8
Parus major – bogotka	4,2	5,2
Parus caeruleus – modraszka	2,1	4,5
Parus palustris szarytka	0,6	0,1
Parus montanus	0,3	0,1
Passer domesticus – wróbel	2,6	1,5
Passer montanus – mazurek	1,6	0,9
Pica pica – sroka	0,2	0,1
Phylloscopus collybita – pierwiosnek	10,3	6,6
Phylloscopus trochilus – piecuszek	5,1	5,4

Phylloscopus sibilatrix – świstunka	0,3	3,6
Phoenicurus phoenicurus – pleszka	6,1	4,2
Phoenicurus ochruros – kopciuszek	1,6	0,6
Picus viridis – dzięcioł zielony	2,0	0
Sitta europaea – kowalik		4,6
Sturnus vulgaris – szpak	16,2	10,2
Sylvia atricapilla – kapturka	4,6	5,2
Sylvia borin – gajówka	0,6	0,1
Sylvia curruca – piegża	4,2	2,3
Turdus merula – kos	3,4	3,3
Turdus philomelos – śpiewak	5,1	5,2
N gatunków	32	31
Łączne zagęszczenie na 1 km	77,2	80,2
Wskaźnik Shanona-Wienera	1,8	1,7
Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sorensena	92%	
Współczynnik podobieństwa zagęszczeń Renkonena	74%	

4.1.2. Rejon Kotunia

Dane o składzie gatunkowym i względnych zagęszczeniach (N os./km transektu) ptaków na transekcje zasadniczym i transekcje kontrolnym w rejonie Kotunia przedstawia tabela 2. Na transekcje zasadniczym wykazano 39 gatunków, a na transekcje kontrolnym –

także 39 gatunków. Wskaźnik łącznego zagęszczenia ptaków na transekcie zasadniczym wyniósł 118 osobników/km, a na transekcie kontrolnym – 135 os./km. Współczynnik różnorodności gatunkowej Shanona-Wienera na transekcie zasadniczym wyniósł 2,1, a na transekcie kontrolnym – 2,2. Podobieństwo składu gatunkowego zgrupowań ptaków pomiędzy tymi transektami było skrajnie wysokie, współczynnik Sorensena wynosił 100%. Podobnie bardzo wysokie było podobieństwo zagęszczeń ptaków lęgowych, współczynnik Renkonena kształtował się na poziomie 88%.

Tabela 2. Skład gatunkowy i liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków ptaków na transekcie zasadniczym i transekcie kontrolnym w rejonie Kotunia w roku 2010.

Gatunek	Liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków ptaków w przeliczeniu na 1 km transektu	
	zasadniczego w strefie działania UOZ-1	kontrolnego poza strefą działania UOZ-1
Anthus trivialis – świergotek drzewny	5,1	4,9
Carduelis chloris – dzwonec	8,2	7,3
Carduelis carduelis – szczygieł	0,7	0,1
Carduelis cannabina – makolągwa	3,2	1,9
Coccothraustes coccothraustes – grubodziób	2,3	3,2
Corvus corax – kruk	0,1	0,4
Cuculus canorus – kukułka	0,7	0,5
Dendrocopos major – dzięcioł duży	3,4	4,2
Dendrocopos minor - dzięciołek	2,1	2,7

Dryocopus martius – dzięcioł czarny	0,1	0,1
Emberiza citrinella – trznadel	5,9	3,9
Erithacus rubecula – rudzik	8,2	9,5
Ficedula hypoleuca – mucholówka żałobna	2,3	1,9
Fringilla coelebs – zięba	7,4	8,1
Garrulus glandarius – sójka	2,7	2,1
Lanius collurio – gąsiorek	1,0	0,9
Lullula arborea – lerka	3,3	2,9
Muscicapa striata – mucholówka szara	0,3	1,2
Oriolus oriolus – wilga	0,5	0,7
Parus major – bogatka	6,2	7,8
Parus caeruleus – modraszka	6,3	9,2
Parus palustris szarytka	0,7	0,1
Parus montanus - czarnogłówka	0,5	0,4
Passer domesticus – wróbel	0,7	0,9
Passer montanus – mazurek	0,6	0,1
Pica pica – sroka	0,05	0,1
Phylloscopus collybita – pierwiosnek	12,3	11,6
Phylloscopus trochilus – piecuszek	8,2	9,2

Phylloscopus sibilatrix – świstunka	1,5	1,9
Phoenicurus phoenicurus – pleszka	2,1	3,4
Phoenicurus ochruros – kopciuszek	1,4	0,5
Sitta europaea – kowalik	1,7	1,9
Sturnus vulgaris – szpak	6,6	8,2
Sylvia atricapilla – kapturka	5,3	3,2
Sylvia borin – gajówka	0,9	0,6
Sylvia curruca – piegża	3,1	4,3
Turdus merula – kos	2,5	4,1
Turdus philomelos – śpiewak	5,3	7,2
Turdus pilaris – kwiczoł	4,9	3,1
N gatunków	39	39
Łączne zagęszczenie na 1 km	117,9	135,1
Wskaźnik Shanona-Wienera	2,1	2,2
Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sorensena	100%	
Współczynnik podobieństwa zagęszczeń Renkonena	88%	

4.2. Skład gatunkowy i względne zagęszczenie ptaków na transektach z UOZ-1 oraz transektach kontrolnych na linii E65 – rejon Chotomowa

Dane o ptakach tego rejonu na transekcje zasadniczym zbierano podczas dwóch lat (2010-2011), natomiast na transekcje kontrolnym – w roku 2011. W obu badanych latach zespoły ptaków na transekcje zasadniczym w obydwu latach były praktycznie identyczne, wskaźnik Sorensena wynosił 100%, a Renkonena -87%. Dane o składzie gatunkowym i względnych zagęszczeniach (N os./km transektu) ptaków na transekcje zasadniczym (2010-2011) i transekcje kontrolnym (2011) w rejonie Chotomowa przedstawia tabela 3. W roku 2011 na transekcje zasadniczym wykazano 43 gatunki, a na transekcje kontrolnym – 38 gatunków. Łączne zagęszczenie ptaków na transekcje zasadniczym wyniosło 101 osobników/km, a na transekcje kontrolnym – 76 os./km. Współczynnik różnorodności gatunkowej Shanona-Wienera na transekcje zasadniczym wyniósł 2,6, a na transekcje kontrolnym – 1,8. Podobieństwo składu gatunkowego zgrupowań ptaków pomiędzy tymi transektami było średnie, współczynnik Sorensena wynosił 60%. Podobnie stosunkowo niższe niż w innych rejonach było podobieństwo zagęszczeń ptaków lęgowych, współczynnik Renkonena kształtował się na poziomie 56%. Można to tłumaczyć dużymi powierzchniami otwartymi wzdłuż szlaku kolejowego, stwarzającymi dogodne siedliska dla ptaków nieco innych środowisk niż na transekcje kontrolnym. Wpłynęło to na nieznaczne wzbogacenie składu gatunkowego i poziomu zagęszczeń ptaków na transekcje zasadniczym w stosunku do transektu kontrolnego.

Tabela 3. Skład gatunkowy i liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków ptaków na transekcje zasadniczym w latach 2010-2011 i transekcje kontrolnym w roku 2011 w rejonie Chotomowa

Gatunek	Liczba stwierdzeń poszczególnych gatunków ptaków w przeliczeniu na 1 km transektu		
	zasadniczego w strefie działania UOZ-1 w roku 2010	zasadniczego w strefie działania UOZ-1 w roku 2011	kontrolnego poza strefą działania UOZ-1 w roku 2011
Accipiter nisus – krogulec	0	0,05	0
Anthus trivialis – świergotek drzewny	5,6	6,1	0,5

Carduelis spinus – czyż	1,8	2,2	1,9
Carduelis chloris – dzwonec	5,3	4,4	0
Certhia familiaris – pełacz leśny	0,2		0,1
Coccothraustes coccothraustes – grubodziób	2,1	2,1	1,9
Corvus corax – kruk	0,1	0,1	0,2
Cuculus canorus – kukułka	0,2	0,3	0,2
Dendrocopos major – dzięcioł duży	2,0	2,1	2,9
Emberiza citrinella – trznadel	5,8	5,4	0
Erithacus rubecula – rudzik	7,1	6,1	5,8
Fringilla coelebs – zięba	8,0	8,2	6,5
Garrulus glandarius – sójka	1,9	2,4	2,9
Lanius collurio – gąsiorek	2,7	1,9	0
Lullula arborea – lerka	4,0	3,2	0,9
Muscicapa striata	0,7	0	1,2
Oriolus oriolus – wilga	0,7	0,8	0,7
Parus major – bogatka	5,4	5,3	3,1
Parus caeruleus – modraszka	1,8	2,0	2,2
Parus cristatus – czubatka	0,9	0,9	1,2
Parus montanus	0,1	0	0,7
Passer domesticus –	0,6	0,7	0

wróbel			
Passer montanus – mazurek	0,7	0,4	0
Pica pica – sroka	0,05	0,05	0
Phylloscopus collybita – pierwiosnek	8,4	9,1	6,5
Phylloscopus trochilus – piecuszek	4,2	5,4	3,9
Phylloscopus sibilatrix – świstunka	1,9	2,1	9,2
Phoenicurus phoenicurus – pleszka	4,2	4,2	3,9
Phoenicurus ochruros – kopciuszek	1,0	1,4	0,6
Sitta europaea – kowalik	1,0	0	2,2
Sturnus vulgaris – szpak	4,3	6,5	0
Sylvia atricapilla – kapturka	6,8	7,5	8,1
Sylvia curruca - piegża	2,1	2,4	0,4
Turdus merula – kos	3,7	3,7	4,9
Turdus philomelos - śpiewak	3,8	4,7	5,1
Turdus viscivorus - paszkot	1,3	1,6	0,9
N gatunków	42	43	38
Łączne zagęszczenie na 1 km	107,2	101,3	75,6
Wskaźnik Shanona- Wienera	2,5	2,6	1,8

Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sorensena dla roku 2011	60%		
Współczynnik podobieństwa zagęszczeń Renkonena dla roku 2011	56%		

4.3. Obserwacje reakcji behawioralnych ptaków na sygnały dźwiękowe emitowane przez urządzenia UOZ-1

Zestawienie danych o reakcjach ptaków na wydawane przez UOZ-1 sygnały dźwiękowe przedstawia tabela 4. Ogółem zebrano dane dotyczące 947 reakcji ptaków należących do 16 gatunków - najliczniej występujących na badanych terenach. Ptaki zasadniczo reagowały w sposób bardzo słabo zauważalny lub nie przejawiały żadnych widocznych reakcji na emitowane przez UOZ-1 dźwięki ostrzegawcze. Standardem było wręcz całkowite zignorowanie dochodzących sygnałów akustycznych (reakcja typu 0). Dotyczyło to 78-100% (w zależności od gatunku) wszystkich reakcji (średnio 95,7%) Czasami tylko przerywały na chwilę wykonywane aktualnie czynności, a często wręcz wzmacniały własną aktywność śpiewu. Zanotowano jedynie 3 przypadki (0,01% wszystkich obserwacji), odnoszące się do zięby i modraszki, gdy stwierdzono reakcję typu 2 – ucieczkę ptaka (choć nie można wykluczyć także i innej przyczyny takiej reakcji). Pozostałe 4,2% dotyczą sytuacji, gdy ptak na chwilę przerywał wykonywaną czynność, przybierał pozę wyczekiwania, a po chwili ponownie ją podejmował.

Tabela 4. Reakcje poszczególnych gatunków ptaków na dźwięki UOZ-1.

Gatunek ptaka	Liczba obserwacji danego gatunku	0 – brak reakcji, ptak nie przerywa wykonywanej czynności i nie wykazuje żadnych oznak zaniepokojenia [%]	1 – reakcja słaba, ptak przerywa na chwilę wykonywaną czynność i przybiera pozę wyczekiwania [%]	2 – reakcja silna, ptak odlatuje z danego miejsca, wydając głosy ostrzegawcze [%]
Anthus trivialis - dzwonec	12	100	0	0
Carduelis chloris - dzwonec	31	98	2	0
Dendrocopos major – dzięcioł duży	36	85	15	0
Emberiza citrinella – trznadel	43	78	22	0
Erithacus rubecula – rudzik	79	95	5	0
Fringilla coelebs - zięba	104	89	10	1
Parus major – bogatka	105	96	4	0
Parus caeruleus - modraszka	89	89	9	2
Phylloscopus collybita - pierwiosnek	67	89	11	0
Phylloscopus trochilus – piecuszek	56	100	0	0
Phylloscopus sibilatrix - świstunka	43	97	3	0
Phoenicurus phoenicurus – pleszka	39	98	2	0

Sturnus vulgaris – szpak	78	94	6	0
Sylvia atricapilla - kapturka	48	88	12	0
Turdus merula – kos	68	100	0	0
Turdus philomelos - śpiewak	49	100	0	0
Liczba obserwowanych przypadków	947	95,7	4,2	0,1

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania terenowe wykonano w latach 2010-2011 w rejonie linii E20 (Rutka, Kotuń) oraz E65 (Chotomów). Miały one na celu rozpoznanie możliwego wpływu emitowanych dźwięków z urządzeń odstraszających typu UOZ-1 na ptaki zasiedlające rozmaite typy siedlisk. Zastosowano dwie grupy metod: (1) liczenia ptaków na odcinkach linii kolejowej z zastosowanymi urządzeniami UOZ-1 oraz na odcinkach pozbawionych tego typu oddziaływania oraz (2) bezpośrednie obserwacje reakcji ptaków (16 gatunków licznych ptaków leśnych) na emitowane przez UOZ-1 dźwięki.

Przeprowadzone badania pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Zgrupowania ptaków lęgowych w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowych wyposażonych w urządzenia UOZ-1 nie różnią się w żadnym istotnym zakresie od zgrupowań na transektach kontrolnych.
2. Nie wykazano różnic w strukturze zgrupowań ptaków tego samego terenu pomiędzy latami w których zastosowano i nie zastosowano UOZ-1.
3. Badane gatunki ptaków nie wykazują reakcji behawioralnych świadczących o doznawanym stresie na skutek sygnałów akustycznych emitowanych przez urządzenia UOZ-1.
4. W świetle przedstawionych materiałów można stwierdzić brak oddziaływania sygnałów dźwiękowych emitowanych z urządzeń UOZ-1 na populacje ptaków występujące w zasięgu tych urządzeń.

6. BIBLIOGRAFIA

Babińska-Werka J., Nasiadka P., Wasilewski M. 2008. Odstraszanie zwierząt za pomocą urządzeń UOZ-1. *Technika Transportu Szynowego* 5-6: 57-61.

Babińska-Werka J., Wasilewski M. 2009: Wyniki dwuletnich badań skuteczności działania urządzeń UOZ-1 na linii kolejowej E20. Materiały konferencyjne pt. „Problematyka ochrony zwierząt w aspekcie bezpieczeństwa ruchu pociągów na zelektryfikowanych liniach magistralnych PKP”. Politechnika Warszawska, 26 listopad 2009.

Havlin J. 1987. On the importance of railway lines for the life of avifauna in agrocenoses. *Folia Zoologica* 36: 345-358.

Lorek G. 1992. Behawior ptaków drapieżnych i padlinożerców na torach kolejowych. *Notatki Ornitologiczne* 33: 101-109.

Lorek G., Stankowski A. 1991. Śmiertelność ptaków na torach kolejowych w Polsce. *Notatki Ornitologiczne*: 32: 5-26.

Nasiadka P., Werka J., Wasilewski M. 2009a: Reakcja zwierzyny na sygnały dźwiękowe z UOZ-1 – wstępne wyniki. *Głos Lasu* 5: 13-15.

Nasiadka P., Babińska-Werka J., Wasilewski M. 2009b: UOZ-1 – obiecujący sposób ochrony zwierząt przed kolizjami z pociągami. *Rynek Kolejowy*, 6: 28-29.

Wasilewski M., Babińska-Werka J. 2009a Wstępna ocena skuteczności działania odpłaszaczy odblaskowych jako metody ochrony zwierząt na liniach kolejowych. Materiały konferencyjne pt. „Problematyka ochrony zwierząt w aspekcie bezpieczeństwa ruchu pociągów na zelektryfikowanych liniach magistralnych PKP”. Politechnika Warszawska, 26 listopad 2009.

Wasilewski M., Babińska-Werka J., Nasiadka P. 2009b: Możliwość wykorzystania sygnałów dźwiękowych do odstraszania zwierząt od torów kolejowych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*. 2(21): 97-104.

Wasilewski M. Babińska-Werka J., Nasiadka P. 2009c: Akustyczne i optyczne metody ograniczające śmiertelność zwierząt na torach kolejowych. Materiały konferencyjne: „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”. Jurata, 5-7 maja 2009: 37-50.