

MERKISZ Jerzy, PŁOTNICKA Natalia, DAHLKE Grzegorz

HAŁAS EMITOWANY PRZEZ STATKI POWIETRZNE O NAPĘDZIE TURBOŚMIGŁOWYM I TURBOWENTYLATOROWYM PODCZAS STARTU I LĄDOWANIA

Streszczenie

Na podstawie pomiaru hałasu wykonanego przy pasie startowym na lotnisku Poznań Ławica dokonano oceny emisyjności tego czynnika przez silniki turbośmigłowe i turbowentylatorowe podczas startu i lądowania. Silniki zostały potraktowane jako główne źródło hałasu. Opisano charakterystykę hałasu lotniczego oraz jego wpływ na zdrowie człowieka. Przedstawiono także parametry techniczne badanych statków powietrznych. Najistotniejszą część stanowią wyniki badań oraz ich interpretacja.

WSTĘP

Hałas emitowany przez statki powietrzne o napędzie turbośmigłowym podczas lądowania oraz hałas emitowany przez statki powietrzne o napędzie turbowentylatorowym podczas startu i lądowania oraz ocena oddziaływania hałasu na organizm ludzki jest przedmiotem prezentowanych badań. Omówiono, które elementy i procesy zachodzące w silnikach turbośmigłowych i turbowentylatorowych przyczyniają się do emisji hałasu.

Najistotniejszą częścią publikacji są wyniki pomiarów i wnioski im towarzyszące. Sygnał akustyczny pobrano przy pomocy miernika SWAN 945A, analizę otrzymanych wyników wykonano przy użyciu programu SWAN PC. Otrzymane wyniki poddano ocenie zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami. Wyniki i analiza prezentowanych badań mają na celu zobrazowanie narażenia na hałas ludności zamieszkujących w okolicach lotnisk cywilnych.

Przeprowadzone badania obrazują istotę narażenia na hałas komunikacyjny, pozwalają również poddać obiektywnej ocenie narażenia na ten czynnik mieszkańców miast. Prezentowane wyniki mogą stać się przyczynkiem do prowadzenia dalszych badań przy użyciu tej kategoryzacji. Co w praktyce oznacza rozpatrywanie hałasu emitowanego przez startujące i lądujące statki powietrzne przez pryzmat ich układu napędowego. Można sporządzać statystyki emisyjności hałasu w odniesieniu do podziału na operacje startów i lądowań oraz w obrębie tych dwóch operacji rozróżniać podział ze względu na typ silników. Takie podejście może dać nowy obraz problemu oraz co najistotniejsze umożliwić znalezienie nowych rozwiązań, które mogą przyczynić się do obniżenia poziomu hałasu lotniczego w miastach.

1. DANE TECHNICZNE SAMOLOTÓW

Tab.1. Dane techniczne samolotów [12,13, 15, 16]

SAMOLOT BOMBARDIER Q 400	
CECHA	PARAMETR
Rozpiętość	25,89-28,40 m
Długość	22,25-32,81 m
Długość kadłuba	9,10-18,8 m
Wysokość	7,49-8,30 m
Masa startowa	16 466-29 260 kg
Prędkość przelotowa	537-667 km/h
Zasięg	1558-2522 km
Rozbieg	800-1402 km
Liczba miejsc	37-80
Jednostka napędowa	PW120A/PW121/PW123B/C/D/PW150A
Moc	2x 1 800-2 750 KM

SAMOLOT ATR 42-500	
CECHA	PARAMETR
Długość	22,67 m
Rozpiętość skrzydeł	24,57 m
Wysokość	7,59 m
Zasięg	1 550 km
Prędkość	556 km/h
Maksymalna masa startowa	18 600 kg
Liczba pasażerów	50
Silniki	PW127
Moc	2 400 kW
Śmigła	Hamilton Standard 6 łopat

SAMOLOT BOEING 737-300	
CECHA	PARAMETR
Długość	33,4 m
Rozpiętość skrzydeł	28,88 m
Wysokość	11,13 m
Maksymalna liczba miejsc	149
Maksymalna masa startowa	56 742 kg
Zasięg	5 475 km
Rozbieg	2 300-2 600 m
Wysokość przelotowa	11 280 m
Prędkość przelotowa	780 km/h
Jednostka napędowa	CFM56-3

SAMOLOT AIRBUS A 320	
CECHA	PARAMETR
Długość	37,57 m
Rozpiętość	33,91 m
Wysokość	11,76 m
Masa startowa	73 000 kg
Masa pustego samolotu	42 400 kg
Prędkość maksymalna	853 km/h
Prędkość przelotowa	830 km/h

Zasięg	5 700 km
Liczba pasażerów	180
Maksymalna ilość paliwa	29 680 l
Napęd	CFM56-5 lub IAE V2500

SAMOLOT BOEING 737-400	
CECHA	PARAMETR
Długość	36,45 m
Rozpiętość skrzydeł	28,88 m
Wysokość	11,13 m
Maksymalna liczba miejsc	168
Maksymalna masa startowa	62 882 kg
Zasięg	5 185 km
Rozbieg	2 300-2 600 m
Wysokość przelotowa	11 280 m
Prędkość przelotowa	780 km/h
Jednostka napędowa	CFM56-3

Źródło: [12, 13, 15,16]

2. HAŁAS EMITOWANY PRZEZ STATKI POWIETRZNE O NAPĘDZIE TURBOŚMIGŁOWYM I TURBOWENTYLATOROWYM

Głównym źródłem hałasu w samolotach o napędzie turbośmigłowym są obracające się śmigła. Hałas wywołany przez śmigła charakteryzowany jest jako oddziaływanie sił aerodynamicznych na łopaty śmigła. Zasadnicze znaczenie dla emisji hałasu przez śmigła są siły ciągu i momentu działające na łopatach. Maksymalne wartości poziomu dźwięku występują w obrębie płaszczyzny obrotu śmigieł. Hałas emitowany przez te samoloty charakteryzuje się wysokimi częstotliwościami. Poza śmigłem źródłem hałasu zewnętrznego w tych samolotach są gazy spalinowe. Oprócz tego hałas powstaje w wyniku drgań mechanicznych elementów konstrukcji samolotu[6].

Dwuprzepływowe silniki turbowentylatorowe w porównaniu z silnikami turbodrzutowymi emitują hałas zewnętrzny o poziomie dźwięku mniejszym o 10-15 dB. Źródłem hałasu w tych statkach powietrznych oprócz strumienia gazów spalinowych w silniku jest również strumień ssanego powietrza do wnętrza silnika. Ponadto w silnikach dwuprzepływowych wyróżnia się hałas turbomaszynowy emitowany przez wentylator, kompresor i turbinę[8].

3. WPŁYW HAŁASU LOTNICZEGO NA ZDROWIE

Hałas lotniczy jest najbardziej uciążliwy spośród hałasów komunikacyjnych, mimo że swym zasięgiem obejmuje stosunkowo wąski obszar. Wynika to z jego specyfiki: pojawia się nagle, w krótkim czasie osiąga wartość maksymalną o wysokim poziomie i nagle zanika. Jego uciążliwość zależna jest od ilości operacji lotniczych, ich pory oraz lokalizacji lotniska[8].

Hałas emitowany przez silnik lotniczy o poziomie dźwięku 115 dB wpływa negatywnie na czułość świetlną widzenia o zmroku, obniża się ona o 20% w stosunku do ciszy. Hałas ma również wpływ na zdolność rozróżniania kolorów. Dźwięki o wysokich częstotliwościach powodują rozjaśnienie oglądanego koloru, dźwięki o niskich częstotliwościach pociemnienie oglądanego koloru [6].

Naukowcy z Instytutu Epidemiologii Nowotworów Duńskiego Towarzystwa Onkologicznego w Kopenhadze zbadali 51.485 osób i odkryli, że wzrost poziomu hałasu o każde kolejne 10 decybeli (dB) powoduje wzrost ryzyka udaru o 14%. Dalsza analiza wykazała, że osoby poniżej 65 roku życia nie są zagrożone podwyższonym ryzykiem udaru,

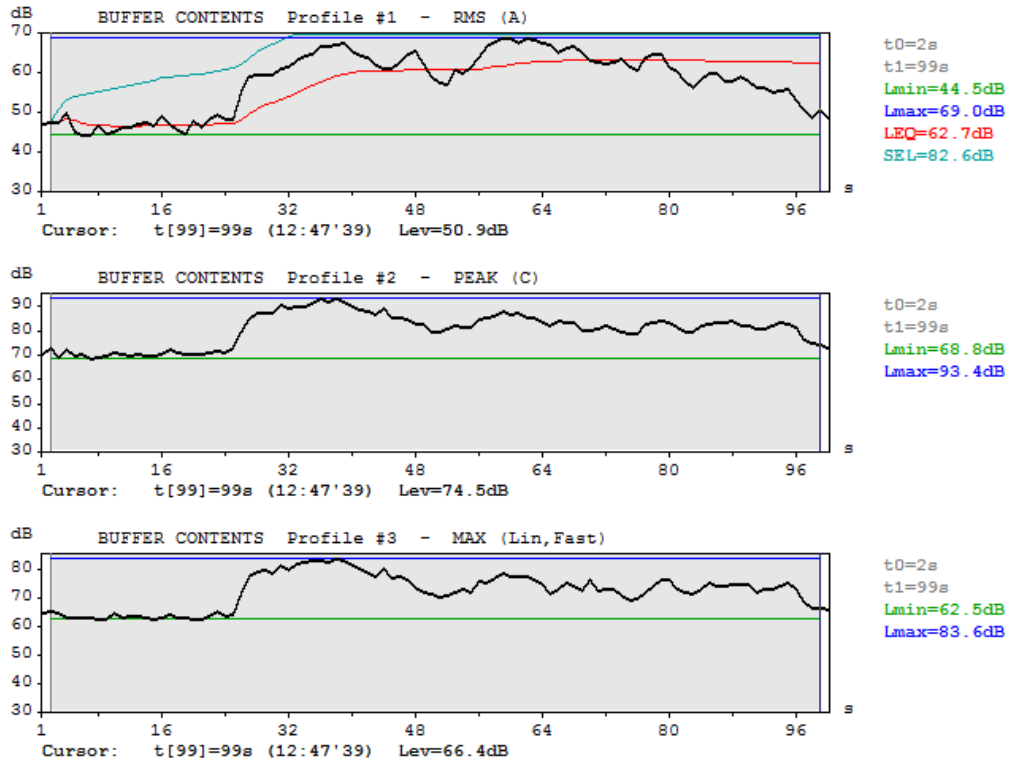
niemniej wzrasta ono o ponad jedną czwartą wraz z nasileniem się hałasu drogowego o każde 10dB. Dane wskazały również na wartość progową na poziomie około 60 dB, powyżej której ryzyko udaru jest jeszcze wyższe. Badania pozwoliły jedynie określić, czy istnieje powiązanie między hałasem drogowym a wyższym ryzykiem udaru, a nie czy hałas tak naprawdę zwiększa ryzyko z powodu swojej epidemiologicznej natury[10].

4. WYNIKI POMIARÓW

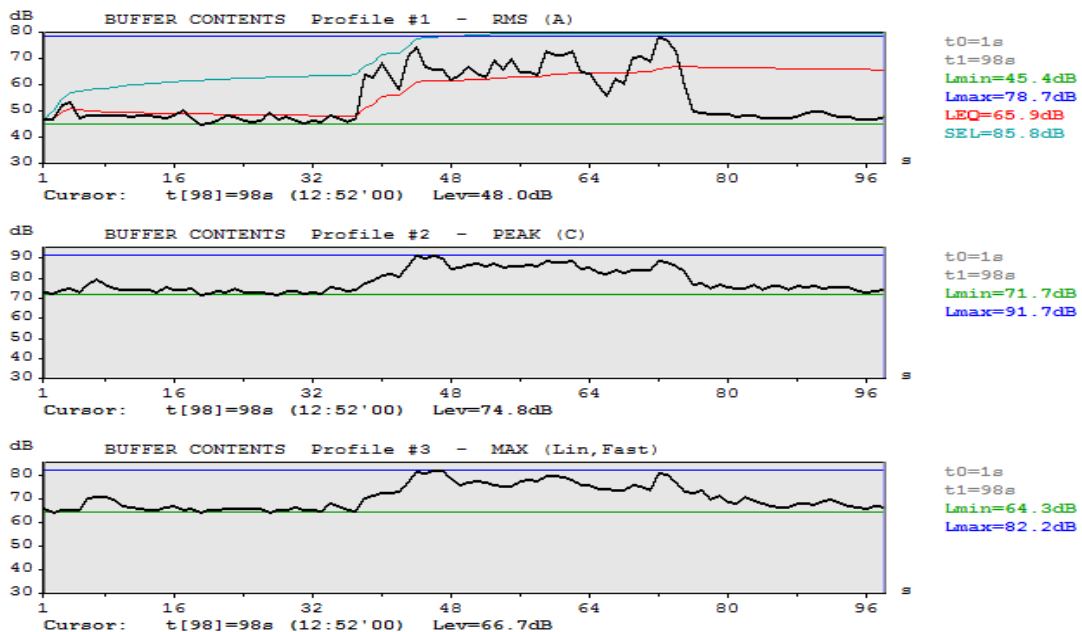
Sygnal akustyczny pobrano przy użyciu miernika Swan 945A. Rejestrowany sygnał akustyczny został podzielony na: równoważny poziom dźwięku A, szczytowy poziom dźwięku C i maksymalny poziom dźwięku A. Uzyskane wyniki odniesiono do obowiązujących norm i przepisów:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. (Dz. U. nr 157, poz.1318)
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy; (Dz. U. nr 217, poz.1833)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy; (Dz. U. nr 212, poz.1769)
- Normy: PN-90-S-04052-dopuszczalny poziom hałasu wewnątrz pojazdu. Wymagania i badania
- PN-EN 60651:2002-mierniki poziomu dźwięku. Ogólne wymagania i badania
- PN-EN 61252:2000-elektroakustyka. Wymagania dotyczące indywidualnych mierników ekspozycji na dźwięk
- PN-EN ISO 9612:2004-akustyka. Wytyczne do pomiarów i oceny ekspozycji na hałas w środowisku pracy
- PN-N-01307:1994-hałas. Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

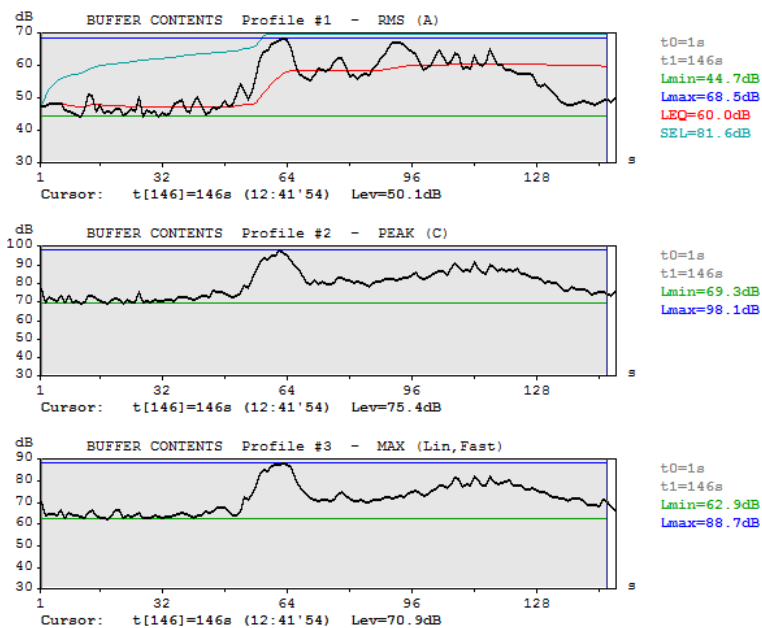
Próbki sygnału akustycznego pobrano przy pasie startowym na lotnisku Poznań Ławica podczas: lądowania samolotu DASH 8, ATR 42-500, Boeing 737-400, startu samolotu Boeing 737-300 i Airbus A320 .



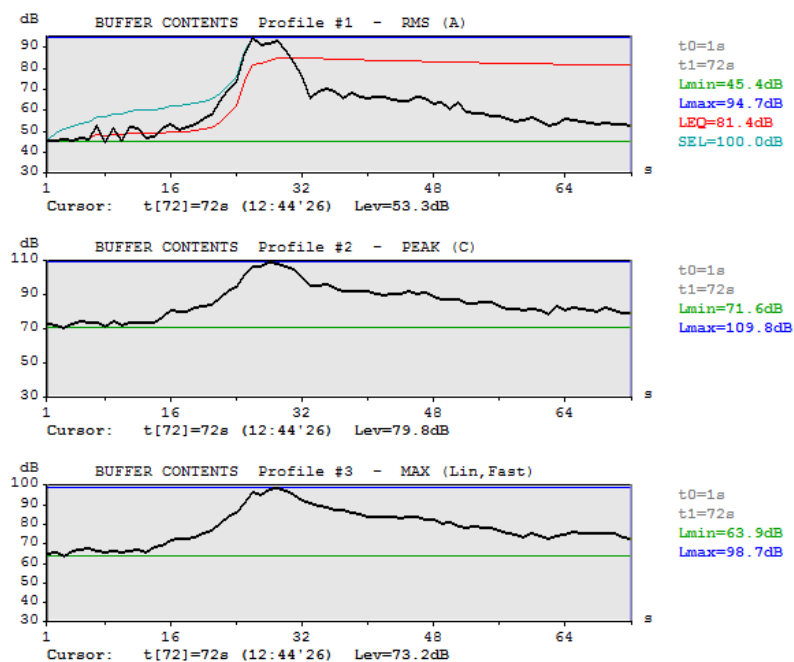
Rys.1. Charakterystyka amplitudowo-czasowa sygnału akustycznego zarejestrowanego przy pasie startowym podczas lądowania samolotu DASH 8



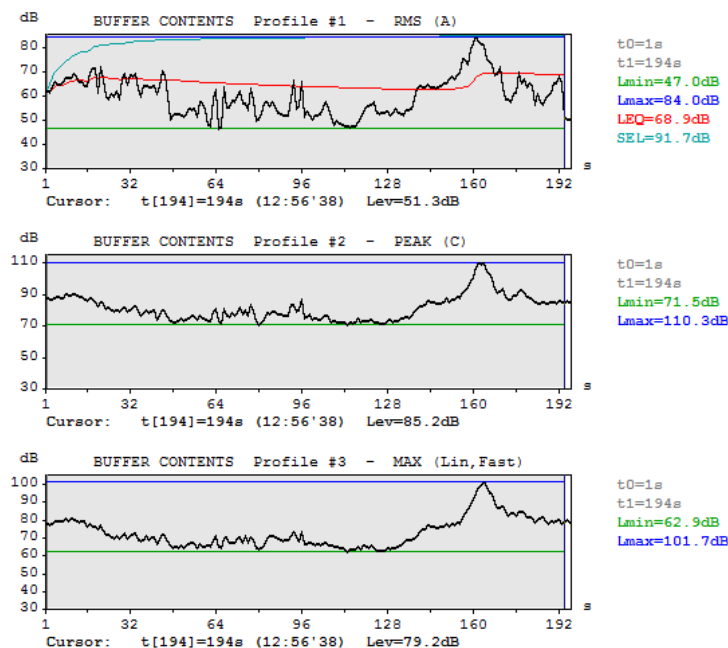
Rys.2. Charakterystyka amplitudowo-czasowa sygnału akustycznego zarejestrowanego przy pasie startowym podczas lądowania samolotu ATR 42-500



Rys.3. Charakterystyka amplitudowo-czasowa sygnału akustycznego zarejestrowanego przy pasie startowym podczas lądowania samolotu Boeing 737-400



Rys.4. Charakterystyka amplitudowo-czasowa sygnału akustycznego zarejestrowanego przy pasie startowym podczas startu samolotu Boeing 737-300



Rys.5. Charakterystyka amplitudowo-czasowa sygnału akustycznego zarejestrowanego przy pasie startowym podczas startu samolotu Airbus A320

PODSUMOWANIE

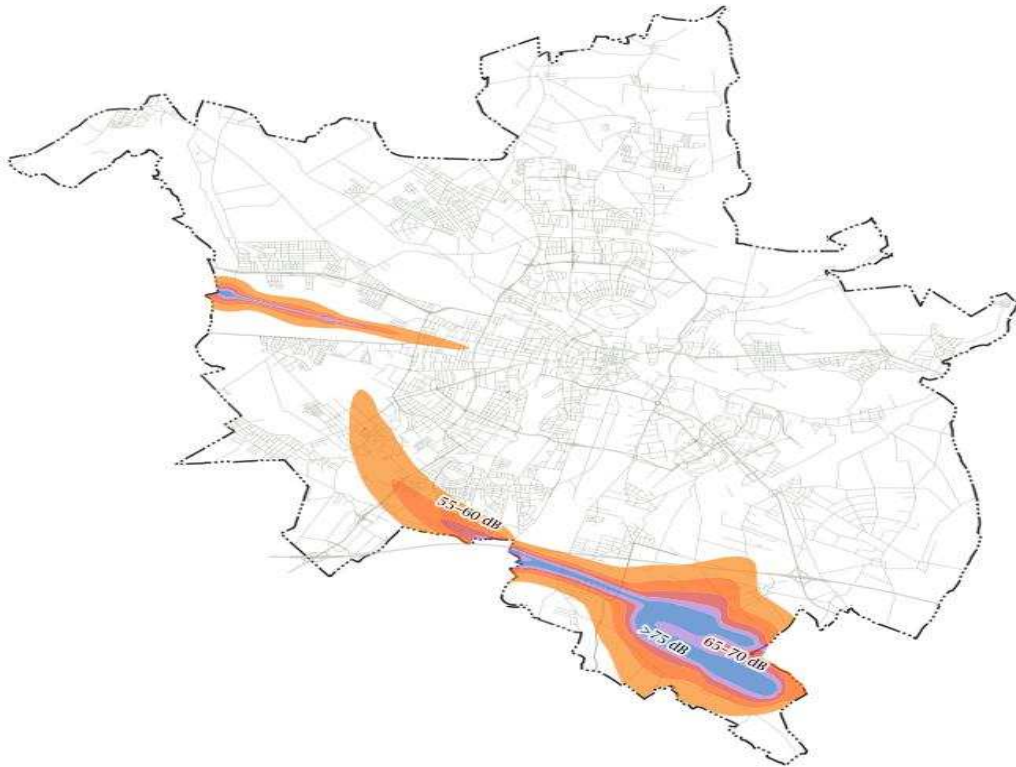
Wykonując pomiary hałasu przy pasie startowym poddano analizie następujące parametry: równoważny poziom dźwięku A (nie powinien przekraczać 85 dB w odniesieniu do 8-godzinne go dnia pracy), szczytowy poziom dźwięku C (nie powinien przekraczać 135 dB) oraz maksymalny poziom dźwięku A (nie powinien przekroczyć 115 dB).

Podczas interpretacji uzyskanych wyników posłużono się programem SWAN PC. Analizując pomiar hałasu podczas lądowania statków powietrznych o napędzie turbośmigłowym stwierdzono, że nie odnotowano przekroczeń dla żadnego z mierzonych parametrów. Nie oznacza to jednak, iż hałas emitowany przez te samoloty jest obojętny dla zdrowia ludzkiego.

Statki powietrzne o napędzie turbowentylatorowym emitują hałas przekraczający obowiązujące normy podczas startów. Odnotowano, iż przekroczony został równoważny poziom dźwięku A dla startu samolotu: Boeing 737-300: 94,7 dB oraz dla samolotu Airbus A320: 84 dB.

Należy pamiętać, że wartość równoważnego poziomu dźwięku A przekraczająca 60 dB ujemnie wpływa na zdrowie ludzkie. Interpretując wyniki uzyskanych pomiarów zauważyć można, że w przypadku każdego badania wartość ta została przekroczona co dowodzi, że częste przebywanie w obszarach znajdujących się w pobliżu lotnisk lub przy ścieżkach podejścia do lądowania ma ujemny wpływ na zdrowie. W przypadku lotniska Poznań Ławica sytuacja jest o tyle skomplikowana, że jego usytuowanie wyklucza możliwość istotnego ograniczenia hałasu przez startujące i lądujące statki powietrzne. Ścieżki podejścia do lądowania znajdują się tuż nad obszarami miasta co sprawia, że mieszkańcy silnie odczuwają dokuczliwość hałasu lotniczego. Ze względu na te problemy władze miasta i lotniska starają się ograniczyć do minimum ilość operacji startów i lądowań w godzinach nocnych.

Uzupełnieniem interpretacji będzie mapa akustyczna miasta Poznania z wyszczególnieniem hałasu w obszarze lotniska Poznań Ławica.



Rys.6. Mapa akustyczna miasta Poznania z uwzględnieniem obszaru lotniska Ławica i wojskowego lotniska Krzesiny [18]

Źródło: [18]

BIBLIOGRAFIA

1. Engel Z., Makarewicz G., Morzyński L., Zawieska W. M., *Metody aktywne redukcji hałasu*, Warszawa 2001.
2. Engel Z., *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*, Warszawa 2001.
3. Makarewicz R., *Hałas w środowisku*, Poznań 1996.
4. Merkisz J., Płotnicka N., Dahlke G., *Ocena narażenia pilota samolotu turystycznego na drgania i hałas* [w:] *Logistyka* 6/2011.
5. Merkisz J., Płotnicka N., *Narażenie na drgania i hałas w środowisku pracy pilota samolotu An-2* [w:] *Technika transportu szynowego* 9/2012.
6. Rajpert T., *Hałas lotniczy i sposoby jego zwalczania*, Warszawa 1980.
7. Rogiński R., Sadowski J., *Walka z hałasem w komunikacji i przemyśle*, Warszawa 1965.
8. Szuman B., *Hałas Lotniczy* [w:] *Lotnictwo* 10/2009.
9. <http://images.search.conduit.com/ImagePreview/?q=dash+8&ctid=CT3220468&SearchSource=49&FollowOn=true&PageSource=ImagePreview&SSPV=&CUI=&UP=&UM=&start=35&pos=15>
10. http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=NEWSLINK_PL_C&RCN=33064&ACTION=D
11. <http://images.search.conduit.com/ImagePreview/?q=atr+42+500&ctid=CT3220468&SearchSource=49&FollowOn=true&PageSource=ImagePreview&SSPV=&CUI=&UP=&UM=&start=0&pos=10>
12. http://pl.wikipedia.org/wiki/ATR_4
13. http://pl.wikipedia.org/wiki/Bombardier_Q_400
14. http://pl.wikipedia.org/wiki/Pratt_%26_Whitney_Canada_PW100
15. http://pl.wikipedia.org/wiki/Airbus_A320
16. http://pl.wikipedia.org/wiki/Boeing_737
17. <http://pl.wikipedia.org/wiki/CFM56-5>

THE NOISE EMITTED A TURBOFAN AND BY THE TURBOPROP ENGINE – POWERED AIRCRAFT DURING TAKING – OFF AND LANDING

Abstract

. Based on measurements of noise made on the runway at the Poznan Ławica airport during take-off and landing of turboprop and turbofan engine – powered aircrafts emissivity of this factor was evaluated. Engines were considered as the main source of noise. Describes the characteristics of aircraft noise and its impact on human health. Presents a technical specifications of tested aircrafts. The most important part are research results and their interpretation.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. **Jerzy Merkisz** – Politechnika Poznańska

mgr **Natalia Płotnicka** – Politechnika Poznańska

dr inż. **Grzegorz Dahlke** – Politechnika Poznańska