

## SUMARYCZNY POZIOM HAŁASU W OBSZARZE KAMPUSU MORASKO – REJON WYDZIAŁU NAUK GEOGRAFICZNYCH I GEOLOGICZNYCH UAM W POZNANIU

JAROSŁAW KUBIAK

Zakład Kartografii i Geomatyki,  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań  
ORCID: 0000-0001-5706-8493

**Abstract:** The aim of the study was to learn the total (coming from all emitters) of the spatial distribution of noise on a fragment of the area belonging to the Morasko Campus in Poznań. The research consisted of direct measurements of the equivalent sound level ( $L_{Aeq}$ ) in the field in designated positions and mapping the phenomenon. The formal requirements regarding the method of measuring noise in the external environment as well as its visualization have been observed in the work. The effect of the observations carried out was the development of a noise immission plan for the selected area illustrating the noise from all sources occurring in this area. They compared it with the road noise map developed in 2017 at the request of the City of Poznań. The measurement data was referred to the noise limit values in force in areas with teaching functions. The research used data sources from Topographic Objects Database (BDOT10k) and graphic studies made available through the Spatial Information System in Poznań.

**Keywords:** environmental noise, noise measurements, noise maps (acoustic maps), thematic cartography

## WPROWADZENIE

Zanieczyszczenie hałasem jest obecnie postrzegane jako jedno z podstawowych zagrożeń dla zdrowia i jakości życia ludności miejskiej (WHO 2003). Wpływem hałasu na środowisko zajmowali się m.in.: Siemiński (1967, 1994), Koszarny (1987, 1999), Stockfelt (1991), Kjellberg i in. (1996), Babisch (2005), Allen i in. (2009) oraz Preis i Gołębiewski (2014). Skutki zdrowotne oddziaływania hałasu na organizm ludzki opisali m.in.: Neus i in. (1983), Berglund i in. (1990), Karami i Frost (1995), Koszarny (2000), Sforza i in. (2004), Öhrström i in. (2006), Babisch i in. (2012, 2013), Preis i in. (2013) oraz Sørensen i in. (2013). Wzrost tego zagrożenia w obszarach zurbanizowanych wiąże się zwłaszcza ze wzrostem liczby ludności miejskiej i zwiększonym zapotrzebowaniem na środki transportu (Mohammadi 2009) oraz z występowaniem w dużym zagęszczeniu różnorodnych innych emitorów hałasu (Zannin i in. 2002).

Powszechność występowania hałasu dotyczy również obszarów i obiektów, które z uwagi na pełnione funkcje powinny być we właściwy sposób chronione przed występowaniem tego typu zagrożeń. Obiekty położone na kampusie

Morasko pełnią funkcje naukowo-dydaktyczne. W tym kontekście dźwięk może oddziaływać bardzo niekorzystnie na prowadzoną w tym miejscu działalność – hałas wpływa niekorzystnie na procesy poznawcze oraz związane z uczeniem się (Berglund i in. 1990).

Problematyka występowania i wpływu hałasu na obszarach pełniących funkcje edukacyjne była poruszana w wielu opracowaniach. Należy wymienić badania, które prowadzili: Héту i in. (1990), da Paz i in. (2005), Kennedy i in. (2006), Pheng i in. (2006), Thakur (2006), Zannin i Marcon (2007), Astolfi i Pellerey (2008), Zannin i Zwirtes (2009), da Paz i Zannin (2010), Golmohammadi i in. (2010), Goswami (2011) oraz Otutu (2011). W pracach tych jednakże nie wykorzystywano mapowania w celu diagnozowania sytuacji w zakresie występowania hałasu środowiskowego.

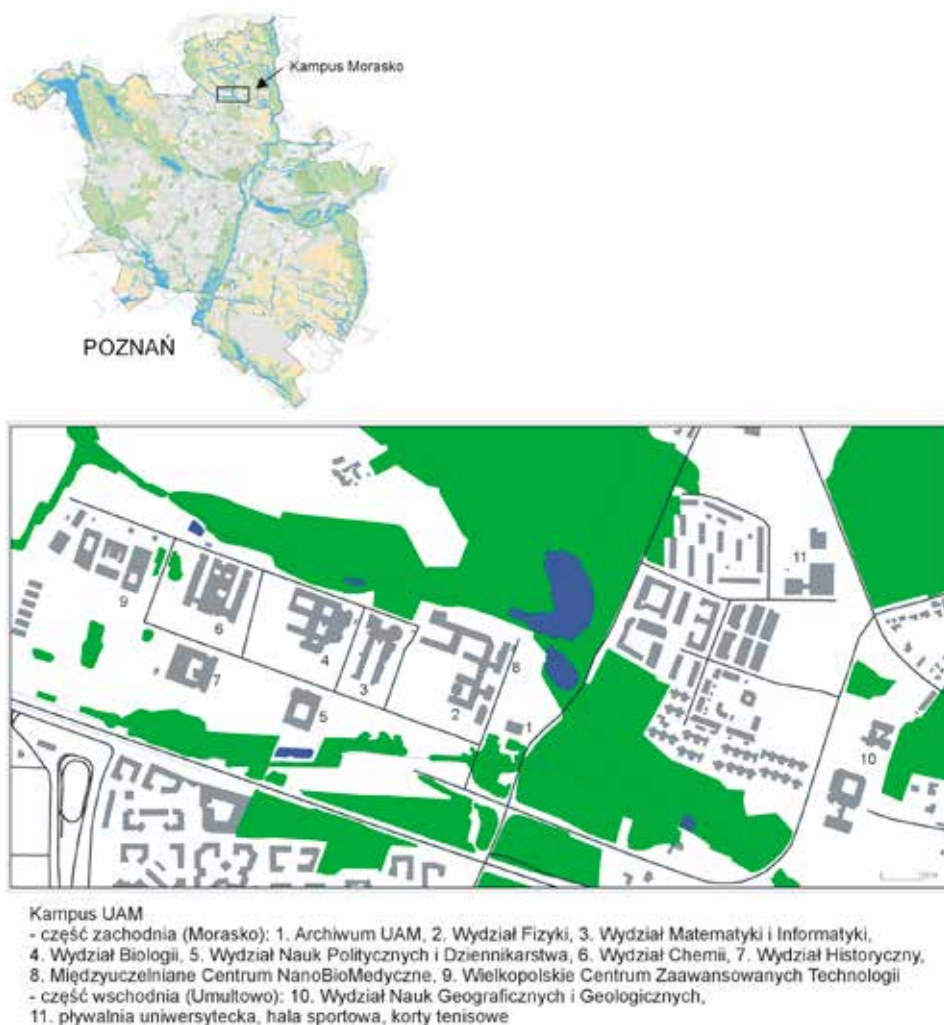
W niniejszym tekście podano charakterystykę zanieczyszczenia hałasem notowanym na fragmencie kampusu uniwersyteckiego za pomocą pomiarów poziomu dźwięku i mapowania hałasu. W dalszej perspektywie planowane jest przeprowadzenie badań ankietowych dotyczących subiektywnego postrzegania warunków akustycznych na tym obszarze.

## CEL, ZAKRES I METODY PRACY

Celem badań było poznanie rozkładu przestrzennego hałasu sumarycznego (bez różnicowania na źródło jego pochodzenia) w środowisku zewnętrznym w rejonie Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych, będącego częścią kampusu Morasko należącego do Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Kampus zlokalizowany jest w północnej części Poznania. Dzieli się na dwie części: zachodnią położoną na Morasku i wschodnią położoną na Umultowie. W części zachodniej znajdują się budynki należące do Archiwum UAM [1] i wydziałów: Fizyki [2], Matematyki i Informatyki [3], Biologii [4], Nauk Politycznych i Dziennikarstwa [5], Chemii [6], Historycznego [7], a także Międzyuczelnianego Centrum NanoBioMedycznego [8] oraz Wielkopolskiego Centrum Zaawansowanych Technologii [9]. W części wschodniej zaś znajdują się budynki należące do Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych [10], pływalni uniwersyteckiej i hali sportowej wraz z kortami tenisowymi [11] (ryc. 1).

Badaniami objęto tereny położone wokół budynków należących do Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych (WNGiG). Na obszarze badań, na podstawie baz danych i zobrazowań pochodzących z BDOT10k oraz Systemu Informacji Przestrzennej, zaprojektowano sieć pól podstawowych, w których lokalizowano stanowiska pomiarowe. Przyjęto sieć kwadratów o rozmiarze 20 x 20 m, o bokach równoległych do fasady budynku. Takie rozmiary siatki pomiarowej są rekomendowane do zastosowania w przypadku stosowania

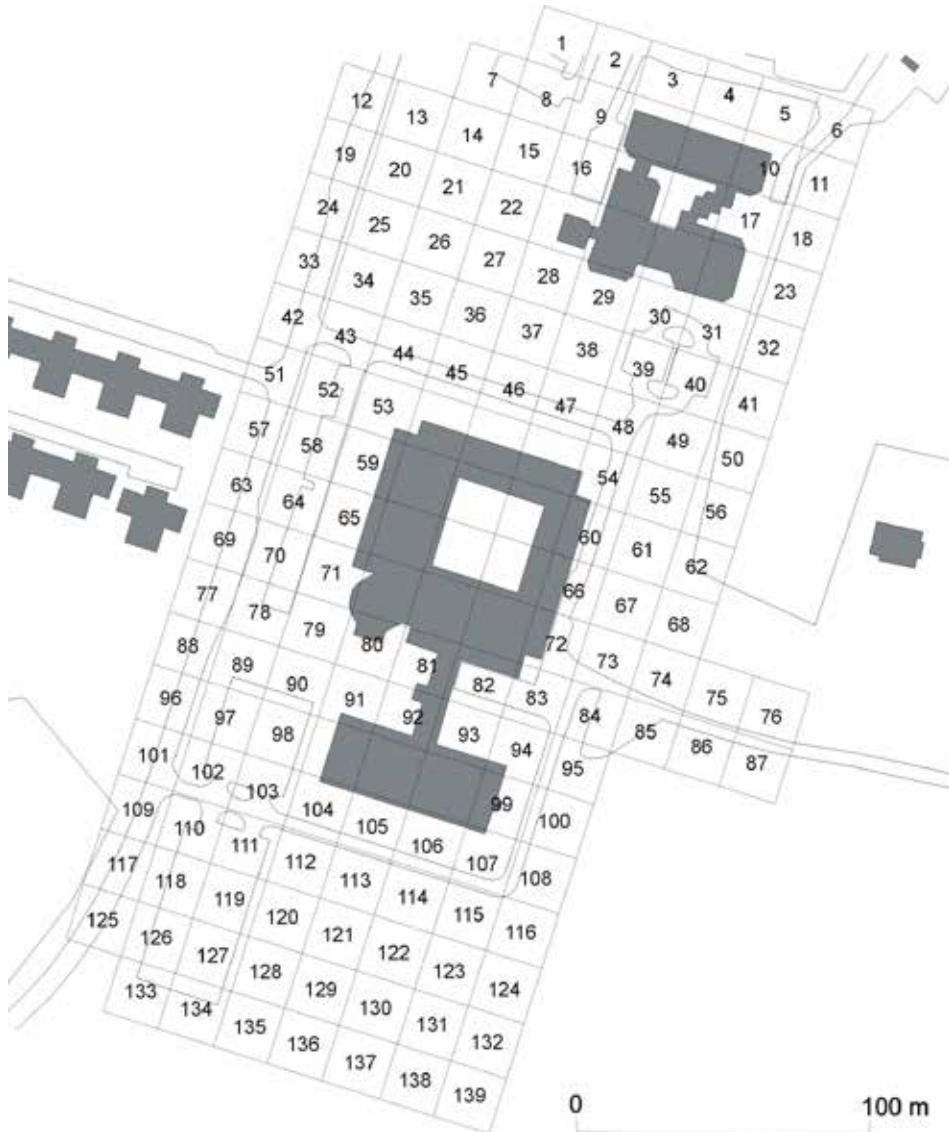


Ryc. 1. Kampus Morasko – lokalizacja (źródło: sip.geopoz.pl; BDOT10k)

Fig. 1. Morasko Campus – location (source: sip.geopoz.pl; BDOT10k)

technik obliczeniowych używanych do rozpoznania propagacji hałasu w środowisku (Kucharski i in. 2016). Stanowiska pomiarowe starano się lokalizować w centralnej części pola podstawowego – z uwagi na dostępność oraz konieczność zachowania zasad bezpieczeństwa pracy, spośród zaprojektowanych 162 pól punkty pomiarowe udało się rozmieścić w 139 miejscach (ryc. 2).

Pomiary prowadzono w okresie jesiennym (wrzesień i październik 2018 r.) oraz wiosennym (marzec i kwiecień 2019 r.) od poniedziałku do piątku w godzinach od 13:00 do 17:00. Przed przystąpieniem do realizacji pomiarów, z uwagi na czasochłonność badań, ważne było ustalenie czasu trwania pojedynczego



Ryc. 2. Siatka pomiarowa

Fig. 2. Measuring grid

pomiaru. Z uwagi na różne podejście badaczy do tego zagadnienia (Alves i in. 2004; Diniz, Zannin 2004; Zannin i in. 2006; Cho i in. 2007; Doygun, Gurun 2008; Allen i in. 2009; Pinto, Mardones 2009; Ryan i in. 2009; Szeremeta, Zannin 2009; Guedes i in. 2011; Zannin, Sant'Ana 2011; Kubiak, Ławniczak 2016) czas ten ustalono na podstawie badań sondażowych realizowanych na losowo wybranych stanowiskach, wykorzystując metodykę zaproponowaną przez

Romeu i in. (2011). Polega ona na przeprowadzeniu na wybranych stanowiskach pomiarów trwających 3 min i 15 min i ich porównaniu. Pomiar sondazowy wykonano na 14 punktach, co stanowi około 10% wszystkich stanowisk. Zarejestrowane wartości poziomu dźwięku dla czasu pomiaru wynoszącego 3 min i 15 min zestawiono w tabeli 1. Różnice w tych obserwacjach wyniosły od 0,1 dB na stanowisku nr 139 do 0,8 dB na punktach nr 35 i nr 38. Średnia różnica wartości dla wszystkich 14 stanowisk wyniosła 0,5 dB. W związku z tym z uwagi na brak wyraźnych różnic obserwowanych wartości (patrz tab. 1) czas trwania pojedynczego pomiaru ustalono na 5 min. Pomiar na każdym stanowisku powtarzano trzykrotnie.

Tabela 1. Poziom dźwięku na stanowiskach sondazowych dla czasu pomiaru 3 min i 15 min

Table 1. Sound level at sounding stations for 3 and 15 minutes measurement time

Lp.	Numery stanowisk	Czas obserwacji		Różnica [dB]
		3 min	15 min	
1	15	46,9	47,4	0,5
2	20	50,8	51,3	0,5
3	28	46,1	45,7	0,4
4	35	54,2	55,0	0,8
5	38	47,3	48,1	0,8
6	45	51,9	52,3	0,4
7	49	43,3	43,9	0,6
8	51	61,5	62,2	0,7
9	55	42,8	43,3	0,5
10	87	36,0	35,6	0,4
11	104	49,1	49,7	0,6
12	108	43,8	43,3	0,5
13	121	47,1	46,4	0,7
14	139	44,8	44,7	0,1

Charakterystykę akustyczną wyrażono za pomocą równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego ( $L_{eq}$ ) w dB (Schultz 1972; Hansen 2005). Pomiar wykonywano za pomocą następujących urządzeń: Sonopan IM-02/m (2 szt.), Sonopan DSA-50 (1 szt.) i Brüel & Kjær Type 2236 (1 szt.). Ich poprawne działanie zapewniał kalibrator akustyczny KA-10 (94 dB). Sformalizowane wymagania dotyczące prowadzenia pomiarów na obszarach objętych ochroną akustyczną (Rozporządzenie MŚ, 2011) sprawiają, że mikrofon urządzenia umieszczano na statywach na wysokości 4,0 m nad powierzchnią terenu ( $\pm 0,2$  m).

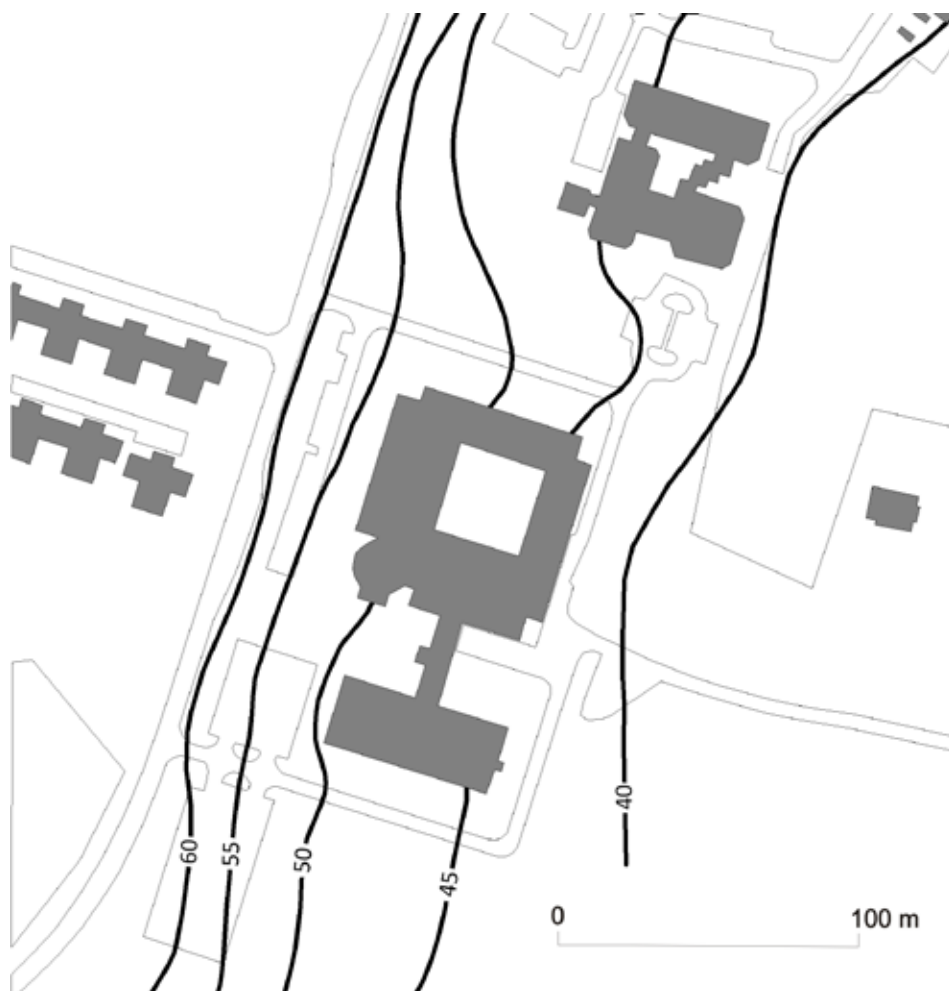
Mierzono sumaryczny poziom dźwięku bez różnicowania na źródło jego pochodzenia. Jednakże z uwagi na położenie WNGiG należy założyć, że głównym

emitorem jest hałas samochodowy (emisja z kierunku zachodniego od strony ul. Bogumiła Krygowskiego). Rejestrowano obserwacje typowe, a odstające, takie jak przejazd na sygnale pojazdu uprzywilejowanego, ujadanie psa w bliskiej odległości czy przelot śmigłowca, odrzucono. Zarejestrowane uśrednione wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Sumaryczny poziom hałasu [dB] na poszczególnych stanowiskach pomiarowych  
Table 2. Total noise level (in dB) at individual measuring stations

Nr	Poziom dźwięku	Nr	Poziom dźwięku	Nr	Poziom dźwięku	Nr	Poziom dźwięku
1	49,3	36	52,4	71	54,7	106	45,8
2	46,9	37	51,1	72	44,5	107	44,6
3	45,1	38	47,7	73	41,2	108	43,5
4	44,8	39	44,9	74	38,3	109	62,6
5	43,7	40	42,2	75	35,9	110	58,7
6	42,4	41	38,9	76	35,4	111	54,8
7	49,1	42	61,9	77	61,8	112	48,9
8	47,5	43	58,0	78	57,9	113	46,5
9	46,3	44	54,7	79	54,5	114	45,3
10	41,8	45	52,0	80	51,7	115	44,1
11	41,1	46	50,4	81	49,3	116	44,3
12	62,3	47	47,5	82	44,2	117	62,3
13	51,1	48	45,3	83	44,7	118	58,5
14	49,3	49	43,6	84	41,4	119	54,7
15	47,2	50	40,0	85	37,3	120	48,6
16	46,0	51	61,7	86	36,2	121	46,8
17	41,1	52	57,6	87	35,7	122	45,8
18	39,7	53	55,0	88	62,2	123	44,6
19	62,5	54	44,8	89	58,3	124	44,3
20	51,3	55	43,1	90	54,7	125	61,9
21	48,8	56	39,5	91	51,1	126	58,3
22	46,9	57	61,6	92	48,9	127	54,9
23	39,8	58	58,3	93	44,4	128	48,3
24	63,4	59	54,7	94	43,9	129	46,7
25	56,2	60	44,5	95	41,3	130	45,6
26	51,9	61	43,4	96	63,0	131	44,1
27	48,1	62	39,8	97	58,6	132	44,8
28	45,8	63	62,0	98	54,1	133	60,9
29	45,7	64	57,9	99	43,6	134	54,7
30	44,4	65	54,8	100	42,2	135	51,3
31	42,7	66	44,7	101	62,8	136	46,6
32	39,6	67	41,5	102	58,3	137	45,9
33	62,1	68	38,6	103	54,4	138	45,2
34	57,3	69	62,2	104	49,4	139	44,5
35	54,5	70	58,3	105	46,9		

Do wizualizacji rozkładu przestrzennego hałasu wykorzystano licencjonowane oprogramowanie MapInfo Pro 12.5 oraz Adobe Photoshop CS5.1. Plan sytuacyjny pozyskano z zasobu Systemu Informacji Przestrzennej w Poznaniu ([www.sip.geopoz.pl](http://www.sip.geopoz.pl)). Rozkład sumarycznego hałasu przedstawiono jako mapę imisyjną, z zastosowaniem linii równego poziomu dźwięku (ryc. 3). Izofony poprowadzono co 5 dB, zgodnie z wymaganiami formalnymi zawartymi w Rozporządzeniu MŚ (2007). Uzyskane spostrzeżenia odniesiono do wartości zalecanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) dla terenów edukacyjnych



Ryc. 3. Sumaryczny poziom hałasu [dB] w rejonie Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w okresie IX i X 2018 oraz III i IV 2019 r.

Fig. 3. The total noise level (in dB) in the area of the Faculty of Geographical and Geological AMU in the period IX/X 2018 and III/IV 2019

(Singal 2005), w celu określenia komfortu akustycznego panującego na obszarze badań. Wartość krytyczna hałasu w środowisku zewnętrznym została wyznaczona na poziomie 55 dB(A).

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Mapy hałasu, zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (2001), opracowywane są osobno dla każdego zidentyfikowanego na danym obszarze źródła hałasu. Zazwyczaj są to opracowania odnoszące się do emitorów drogowych, kolejowych, przemysłowych i lotniczych. Bardzo rzadko, z uwagi na percepcję uciążliwości poszczególnych źródeł hałasu, wykonuje się mapy sumaryczne, czyli obrazujące rozkład hałasu na danym terenie od wszystkich źródeł równocześnie.

Z uwagi na czasochłonność pomiarów najczęściej wykonuje się te opracowania technikami obliczeniowymi, na podstawie bezpośrednich pomiarów terenowych w kilku punktach referencyjnych.

W niniejszym opracowaniu, w celu wyznaczenia rozkładu hałasu i podania charakterystyki akustycznej wybranego obszaru, zdecydowano się na bezpośrednie pomiary terenowe. Założeniem pracy była rejestracja i prezentacja hałasu sumarycznego. W trakcie pomiarów zachowano warunki zawarte w opracowaniu pt. *Wytyczne do sporządzania map akustycznych. Wersja znowelizowana* (Kucharski i in. 2016).

Na podstawie kartowania przeprowadzonego w 2017 r. przez AkustiX i LEMITOR Ochrona Środowiska, na zlecenie Urzędu Miasta w Poznaniu, na omawianym obszarze zidentyfikowano wyłącznie źródła drogowe. Pomiary kalibracyjne do modelu obliczeniowego wykonano w 27 punktach pomiarowych zlokalizowanych na terenie Poznania (ryc. 4 i tab. 3). Wszystkie stanowiska referencyjne oddalone są od obszaru objętego badaniami (najbliższy – G/P72 – znajduje się przy ul. Umultowskiej, od obszaru zainteresowania oddalony jest o ponad 2 km). W opracowaniu tym model obliczeniowy hałasu drogowego oparto na francuskiej metodzie NMPB-Routes-96. Na tej podstawie opracowano m.in. mapę imisji hałasu drogowego, której fragment dotyczący rejonu WNGiG pokazano na rycinie 5. Zgodnie z wymaganiami formalnymi poziom dźwięku zaprezentowano w przedziałach 5 dB, zaczynając od wartości 55 dB.

Porównując rozkład izofon pochodzący z pomiaru sumarycznego poziomu dźwięku (ryc. 3) oraz imisji hałasu drogowego (ryc. 5), dostrzega się pewne podobieństwa. W obu przypadkach przebieg izolinii zbliżony jest do równoległego w stosunku do osi ul. B. Krygowskiego. Potwierdza to przypuszczenie, że głównym emitorem w tym obszarze jest hałas drogowy pochodzący od tej drogi.





Ryc. 4. Rozmieszczenie stanowisk kalibracyjnych modelu obliczeniowego hałasu drogowego (źródło: Kokowski i in. 2017)

Fig. 4. Distribution of the calibration calculation model road noise (source: Kokowski et al. 2017)

Różnice dotyczą notowanych wartości poziomów hałasu. Mapa z 2017 r. wskazuje na występowanie wartości od 55 dB do powyżej 70 dB, przy czym przebieg izolinii 55 dB przesunięty jest o około 20 m w kierunku wschodnim. Taki obraz może być rezultatem techniki obliczeniowej wykorzystującej dane wejściowe przyjęte na stanowiskach referencyjnych.

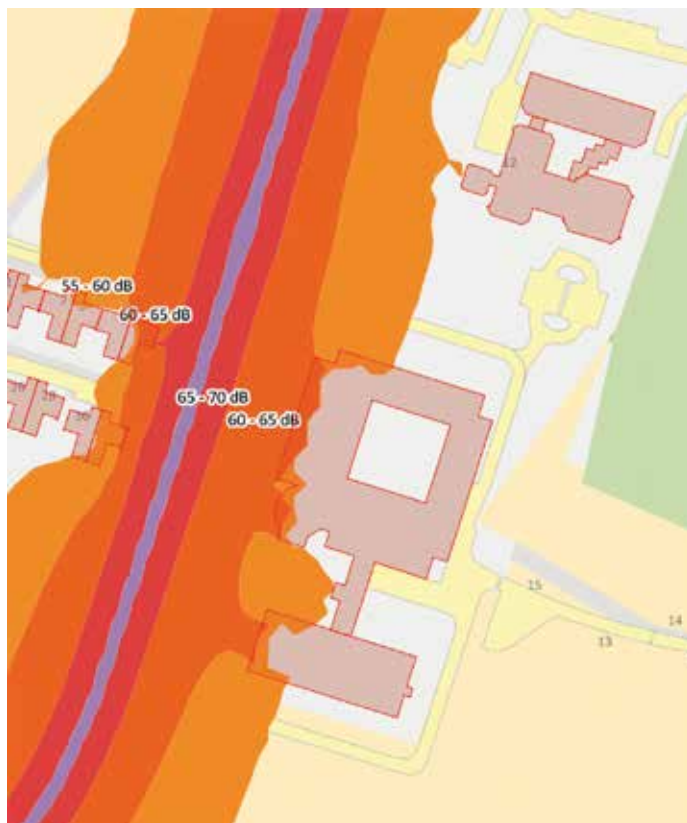
Biorąc pod uwagę informacje z tych dwóch map, można stwierdzić, że obszar objęty izofoną o wartości powyżej 55 dB(A) obejmuje tereny parkingów zlokalizowanych przed budynkiem Collegium Geographicum. Jest to obszar płaski, zasadniczo pozbawiony przeszkód mogących wpływać na ograniczenie propagacji hałasu. Nieco odmienny przebieg izofon opisujących hałas sumaryczny przed budynkiem Collegium Geologicum należy przypisać rzeźbie terenu. Jest to teren wzniesiony względem ul. B. Krygowskiego z występującymi licznie elementami rozpraszającymi fale akustyczne (np. lapidarium, bujny drzewostan). Elementy te (rzeźba terenu wraz z pokryciem) wpływają na ograniczenie propagacji hałasu, co powoduje, że budynek wydziału znajduje się w zasięgu hałasu 40–45 dB.

Tabela 3. Lokalizacja punktów kalibracyjnych hałasu drogowego (źródło: Kokowski i in. 2017)  
 Table 3. Location of road noise calibration points (source: Kokowski et al. 2017)

Lp.	Oznaczenie	Lokalizacja punktu pomiarowego	Lp.	Oznaczenie	Lokalizacja punktu pomiarowego
1	G/P18	28 czerwca 1956 r. 142	15	G/P13	os. Orła Białego 4
2	K/P6	Bałtycka 39	16	G/P16	Palacza 36
3	G/P28	Baraniaka 158	17	K/P21	Przybyszewskiego 19
4	K/P29	Działkowa 1	18	K/P26	Przybyszewskiego 39
5	G/P38	Garbary 49	19	K/P27	Przybyszewskiego 43a
6	K/P2	Główna 27	20	K/P28	Reymonta 33a
7	K/P3	Gnieźnieńska 5	21	G/P65	Serbska 11
8	K/P35	Hetmańska 101	22	K/P24	Turkusowa 1
9	K/P33	Hetmańska 34	23	G/P72	Umultowska 5
10	K/P34	Hetmańska 65	24	G/P34	Warszawska 51
11	K/P1	Hlonda 31	25	K/P9	Wichrowe Wzgórze 33
12	G/P15	Jawornicka 34	26	G/P68	Wilczak 13h
13	G/P27	Królowej Jadwigi 32	27	K/P43	Wybieg 35
14	G/P69	Naramowicka 72			

Budynki WNGiG położone są w strefie o poziomie hałasu poniżej 55 dB. Spełnione są zatem warunki akustyczne zalecane przez WHO, dotyczące obiektów edukacyjnych, a środowisko zewnętrzne w tym rejonie charakteryzuje się „dobrym klimatem akustycznym”. Należy mieć jednak świadomość, że każda ewentualna inwestycja prowadzona w tej okolicy (budowa domów wielorodzinnych i dróg) może ten stan pogorszyć. Dlatego pomiary hałasu sumarycznego mogą być przydatne w procesie planowania przestrzennego w celu ochrony akustycznej obszarów cichych.

Przeprowadzone badania dotyczyły wyłącznie pomiaru hałasu w środowisku zewnętrznym. Aby w pełni poznać stan akustyczny, niezbędne są pomiary wewnątrz obiektów wraz z badaniami ankietowymi dotyczącymi reakcji na hałas wśród osób przebywających na terenie WNGiG, co jest planowane na kolejnym etapie.



Ryc. 5. Imisja hałasu drogowego – fragment mapy (źródło: SIP Poznań)

Fig. 5. Immission road noise – map fragment (source: SIP Poznań)

## LITERATURA

- Allen R.W., Davies H., Cohen M.A., Mallach G., Kaufman J.D., Adar S.D., 2009: *The spatial relationship between traffic generated air pollution and noise in 2 US cities*. Environmental Res., 109, 334–342.
- Alves Filho J.M., Lenzi A., Zannin P.H.T., 2004: *Effects of traffic composition on road noise: A case study*. Transportation Res. Part D – Transport and Environment, 9(1), 75–80.
- Astolfi A., Pellerey F., 2008: *Subjective and objective assessment of acoustical and overall environmental quality in secondary school classrooms*. Journ. of the Acoustical Soc. of Am., 123, 1, 163–173.
- Babisch W., 2005: *Noise and health*. Environmental Health Perspectives, 113, 1, 14–15.
- Babisch W., Pershagen G., Selander J., Houthuijs D., Breugelmans O., Cadum E., 2013: *Noise annoyance – a modifier of the association between noise level and cardiovascular health?* Sc. of The Total Environment, 452–453, 50–57.
- Babisch W., Swort W., Houthuijs D., 2012: *Exposure modifiers of the relationships of transportation noise with high blood pressure and noise annoyance*. Journ. of the Acoustical Soc. of Ame., 132, 6, 3788–3808.

- Berglund B., Lindvall T., Schwela D.H., 1990: *Guidelines of community noise*. Stockholm Univ., Karolinska Inst., Stockholm.
- Cho D.S., Kim J.H., Manvell D., 2007: *Noise mapping using measured noise and GPS data*. Appl. Acoustics, 68, 1054–1061.
- Diniz F.B., Zannin P.H.T., 2004: *Noise impact by electrical energy substations in the city of Curitiba, Brazil*. Sc. of the Total Environment, 328, 23–31.
- Doygun H., Gurun D.K., 2008: *Analyzing and mapping spatial and temporal dynamics of urban traffic noise pollution: A case study in Kahramanmaraş, Turkey*. Environmental Monitoring and Assessment, 142, 65–72.
- Golmohammadi R., Ghorbani F., Mahjub H., Deneshmehr Z., 2010: *Study of school noise in the capital city of Tehran–Iran*. Iran Journ. of Environmental Health, Sc. and Engineering, 7(4), 365–370.
- Goswami S., 2011: *A study on traffic noise of two campuses of University, Balasore, India*. Journ. of Environmental Biol., 32, 105–109.
- Guedes I.C.M., Bertoli S.R., Zannin P.H.T., 2011: *Influence of urban shapes on environmental noise: a case study in Aracajú, Brazil*. Sc. of the Total Environment, 412–413, 66–76.
- Hansen C., 2005: *Noise control: From concept to application*. Taylor & Francis, New York.
- Héту R., Truchon-Gagnon C., Bilodeau A., 1990: *Problems of noise in school settings: A review of literature and the results of an exploratory study*. Journ. of Speech Language Pathology and Audiology, 14(3), 31–39.
- Karami K., Frost S., 1995: *Traffic noise and annoyance*. Environ. Management and Health, 6, 4, 29–35.
- Kennedy M., Hodgson M., Edgett D., Lamb N., Rempel R., 2006: *Subjective assessment of listening environments in university classrooms: Perceptions of students*. Journ. of the Acoustical Soc. of Am., 119(1), 299–309.
- Kjellberg A., Landstrom U., Tesarz M., Soderberg L., Akerlund E., 1996: *The effects of nonphysical noise characteristics, ongoing task and noise sensitivity on annoyance and distraction due to noise at work*. Journ. of Environmental Psychol., 16, 123–136.
- Kokowski P., Gałuszka M., Gruszka J., Kaczmarek T., Kaszewski T., Kowalczyk M., Kowalska K., Nabiałek D., Pachucy K., Pękala P., Przewoźnik A., Dzierża B., Lewicki P., Lewicki Z., Szyliński G., Wydmańska M., Żółtowski M., 2017: *Mapa akustyczna miasta Poznania 2017*. AkustiX, Lemitor, Przeźmierowo.
- Koszarny Z., 1999: *Wpływ hałasu na zdrowie człowieka*. Ekopartner, Warszawa.
- Koszarny Z., 2000: *Wpływ intensywnego hałasu ulicznego na samopoczucie i samoocenę stanu zdrowia mieszkańców*. Roczn. PZH, 51, 2, 191–201.
- Koszarny Z., Szata W., 1987: *Narażenie ludności Warszawy na hałas uliczny, cz. 1 i 2*. Roczn. PZH, nr 1 i 2.
- Kubiak J., Ławniczak R., 2016: *The propagation of noise in a built-up area (on the example of a housing estate in Poznań)*. Journ. of Maps, Taylor & Francis, 12, 2, 231–236.
- Kucharski R. (red.), Biniś K., Danecki R., Grabowski J., Szymański Z., Taras A., 2016: *Wtyczne do sporządzania map akustycznych. Wersja znowelizowana*. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Mohammadi G., 2009: *An investigation of community respond to urban traffic noise*. Journ. of Environmental Health Sc. & Engineering, 2, 137–142.
- Neus H., Eiff A., Ruedel H., 1983: *Traffic noise and hypertension. The Bonn traffic noise study. Noise as a Public Health Problem: Proceedings of the Fourth International Congress*. Edizioni Tecniche a cura del Centro Ricerche e Studi Amplifon, Milan, 1, 693–698.
- Öhrström E., Skanberg A., Svensson H., Gidlof-Gunnarsson A., 2006: *Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness*. Journ. of Sound and Vibration, 295, 40–59.
- Otutu O.J., 2011: *Investigation of environmental noise within Campus 2, Deste State University, Abraka, Nigeria*. Int. J. Res. & Ver., 6(2), 223–229.

- da Paz E.C., Ferreira A.M.C., Zannin P.H.T., 2005: *Comparative study of the perception of urban noise (Estudo comparativo da percepção do ruído urbano)*. Rev. de Saúde Pública (Journ. of Publ. Health), 39(3), 467–472.
- da Paz E.C., Zannin P.H.T., 2010: *Urban daytime traffic noise prediction models*. Environmental Monitoring and Assessment, 163, 515–529.
- Pheng H.S., Yean T.S., Lye K.H., Ismail A.I.M., Kassim S., 2006: *Modeling noise levels in USM penang campus*. In Proceedings 2nd IMT-GT regional conference on mathematics, statistics and applications, Univ. Sains Malaysia, Penang.
- Pinto F.A.C., Mardones M.D.M., 2009: *Noise mapping in densely populated neighborhoods – Example of Copacabana Rio de Janeiro – Brazil*. Environmental Monitoring and Assessment, 155, 309–318.
- Prawo ochrony środowiska (Poś), 2001: Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2013, poz. 1232 z późn. zm.).
- Preis A., Gołębiowski R., 2014: *Wpływ hałasu na organizm ludzki*. [W:] E. Hojan (red.), *Protetyka sluchu*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań, 93–128.
- Preis A., Hafke H., Kaczmarek T., Gjestland T., Kleka P., 2013: *The relationship between speech intelligibility and the assessment of noise annoyance*. Noise Control Engineering Journ., 61, 3, 255–264.
- Romeu J., Genescà M., Pírmies T., Jiménez S., 2011: *Street categorization for the estimation of day levels using short-term measurements*. Appl. Acoustics, 72, 569–577.
- Rozporządzenie MŚ, 2007: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2007 roku w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich układu i sposobu prezentacji (Dz.U. 2007 r. Nr 187, poz. 1340).
- Rozporządzenie MŚ, 2011: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 roku w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. 2011 r. Nr 140, poz. 824 i Dz.U. 2011 r. Nr 288, poz. 1697).
- Ryan W.A., Davis H., Cohen M.A., Mallach G., Kaufman J.D., Adar S.D., 2009: *The spatial relationship between traffic-generated air pollution and noise in 2 US cities*. Environmental Res., 109, 334–342.
- Schultz T.J., 1972: *Community noise rating*. Elsevier Appl. Sc., New York.
- Sforza E., Chapotot F., Lavoie S., Roche F., Pigeau R., Buguet A., 2004: *Heart rate activation during spontaneous arousals from sleep: effect of sleep deprivation*. Clinical Neurophysiol., 115, 2442–2451.
- Siemiński M., 1967: *Kultura a środowisko akustyczne człowieka*. PZWL, Warszawa.
- Siemiński M., 1994: *Fizyka zagrożenia środowiska*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Sørensen M., Andersen Z.J., Nordsborg R.B., Becker T., Tjønneland A., Overvad K., 2013: *Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study*. Environmental Health Perspectives, 121, 217.
- Stockfelt T., 1991: *Sound as an existential necessity*. Journ. of Sound and Vibration, 151, 367–370.
- Szeremeta B., Zannin P.H.T., 2009: *Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise*. Sc. of the Total Environment, 407, 6143–6149.
- Thakur G.S., 2006: *A study of noise around an educational institutional area*. Journ. of Environmental Sc. & Engineering, 48, 35–38.
- WHO, 2003: *World Health Organization. Résumé D'orientation Des Directives De L'oms Relatives Au Bruit Dans L'environnement*, <who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm> [dostęp: XXXX].
- Zannin P.H.T., Calixto A., Diniz F.B., Ferreira J.A., Schuhli R.B., 2002: *Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR*. Revista Saúde Pública (Journ. of Public Health), 36, 521–524 [in Portuguese].
- Zannin P.H.T., Ferreira A.M.C., Szeremeta B., 2006: *Evaluation of noise pollution in urban parks*. Environmental Monitoring and Assessment, 118, 423–433.

- Zannin P.H.T., Marcon C.R., 2007: *Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms*. Appl. Ergonom., 38, 675–680.
- Zannin P.H.T., Sant’Ana D.Q., 2011: *Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project – A case study in Brazil*. Appl. Acoustics, 72, 479–486.
- Zannin P.H., Zwirtes D.P., 2009: *Evaluation of the acoustic performance of classrooms in public schools*. Appl. Acoustics, 70, 626–635.