

# ANALIZA NATĘŻENIA HAŁASU GENEROWANEGO PRZEZ TRANSPORT KOLEJOWY W WYBRANYM PUNKCIE AGLOMERACJI SZCZECIŃSKIEJ

*Niniejszy artykuł składa się z dwóch części: teoretycznej i praktycznej. W części teoretycznej przeanalizowano m.in. przychyny powstawania hałasu z uwzględnieniem warunków eksploatacyjnych taboru i konstrukcji torowiska. W ramach części praktycznej zrealizowane zostały badania natężenia hałasu generowanego przez transport kolejowy w wybranym punkcie aglomeracji szczecińskiej. Przeprowadzone badania miały na celu ustalenie klimatu akustycznego w obszarze linii kolejowej numer 406 w Szczecinie. Punkt pomiarowy znajdował się przy ulicy Nad Odrą na odcinku pomiędzy stacjami Szczecin Glinki oraz Szczecin Goław, gdzie w bezpośrednim sąsiedztwie infrastruktury kolejowej, znajduje się zabudowa mieszkalna.*

## WSTĘP

Zagrożenie hałasem będąc jedną z istotnych niedogodności występujących na terenach zurbanizowanych determinowane jest w znacznej mierze przez źródła komunikacyjne i przemysł.

Sytuacja akustyczna poszczególnych obszarów uwarunkowana jest wieloma czynnikami, do których należą m.in. [1]:

- nakładanie się na siebie dźwięków pochodzących ze zróżnicowanych źródeł i mających odmienne natężenie;
- stan infrastruktury na danym terenie;
- cechy materiałów, z wykorzystaniem których wykonane zostały elementy infrastruktury.

Ważnymi czynnikami, które decydują o poziomie emisji hałasu w obszarze linii kolejowych są między innymi [2]:

- długości składów kolejowych;
- liczba składów kolejowych przejeżdżających w jednostce czasu;
- prędkość rozwijana przez składy kolejowe;
- obciążenie podwozia pojazdu szynowego (osi lub wózków);
- stan podwozia pojazdu szynowego (osi lub wózków);
- konstrukcja i stopień zużycia torowiska (szyn oraz podkładów kolejowych);
- warunki otoczenia linii kolejowej;
- warunki meteorologiczne.

Powyższe czynniki mają swoje odzwierciedlenie w drganiach powierzchni bocznej kół pojazdu szynowego, drganiach szyn i torowiska, a także w hałasie aerodynamicznym.

Warto także zwrócić uwagę na czynniki świadczące o niewłaściwym stanie (uszkodzeniu) konstrukcji torowiska. Najczęściej spotykaną formą zużycia torowiska jest ukośne pęknięcie na krawędzi tocznej głowki szyny (headcheking).

Innymi zjawiskami świadczącymi o zużyciu torowiska są [3]:

- pęknięcia szyny/n (poziome, poprzeczne lub podłużne);
- zużycie faliste powierzchni tocznych szyn kolejowych;
- wytarcie (wyboksowanie) powierzchni szyny przez koła lokomotywy;
- zużycie lub uszkodzenie podkładów drewnianych i betonowych;
- zużycie lub odkształcenie podsypki;
- zanieczyszczenie podsypki (prowadzące do utraty przez nią zdolności filtracyjnej);

- zużycie lub uszkodzenie rozjazdów (przejawiające się m. in. wykruszeniem i pęknięciem górnej powierzchni bądź złe doleganie dziobu i iglicy do opornicy)

Wszystkie wyżej wymienione czynniki wraz z poziomem ich intensyfikacji przyczyniają się w znacznej mierze do pogorszenia warunków akustycznych podczas przejazdu pojazdu szynowego.

## 1. ANALIZA NATĘŻENIA HAŁASU GENEROWANEGO PRZEZ TRANSPORT KOLEJOWY W WYBRANYM PUNKCIE AGLOMERACJI SZCZECIŃSKIEJ

### 1.1. Metodyka prowadzonych badań

Pomiary emisji hałasu wykonano przy pomocy metodyki referencyjnej, zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011r [4]. Metoda ta zalecana jest do pomiarów wartości hałasu emitowanego do środowiska w związku z eksploatacją linii kolejowych i służy do pomiarów poziomu hałasu oddziałującego na środowisko, wyrażanego wskaźnikami  $L_{AeqD}$  oraz  $L_{AeqN}$ . Niniejsze wskaźniki stosuje się celem ustalenia i kontroli warunków korzystania ze środowiska w stosunku do jednej doby. Uszczegółowiając:

- Wskaźnik  $L_{AeqD}$  – stosuje się do oznaczania równoważnego poziomu dźwięku A dla pory dziennej tj. od godz. 6.00 do godz. 22.00, wyrażany w decybelach [dB],
- Wskaźnik  $L_{AeqN}$  – stosuje się do oznaczania równoważnego poziomu dźwięku A dla pory nocnej tj. od godz. 22.00 do godz. 6.00, wyrażany w decybelach [dB].

Wartość równoważnego poziomu dźwięku A wyznaczona została w oparciu o procedurę pomiarów poziomu ekspozycyjnego dźwięku w odniesieniu do pojedynczych zdarzeń akustycznych.

Procedura ta jest zalecaną dla określania poziomów hałasu wprowadzanego do środowiska dla linii kolejowych, na których to natężenie ruchu przekracza 30 tys. pociągów rocznie. Pojedyncze zdarzenia akustyczne zostały podzielone na klasy, w obrębie których obliczono średnią logarytmiczną wartość poziomu ekspozycji według wzoru:

$$L_{AEK} = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{AEK_i}} \right] \quad (1)$$

gdzie:

$L_{AEk}$  – średni poziom ekspozycji wyznaczony dla pojedynczych zdarzeń akustycznych, należących do klasy oznaczonej „k”, w decybelach [dB],

$n$  – liczba pojedynczych zdarzeń akustycznych należących do klasy oznaczonej „k”,

$L_{AEki}$  – wartość poziomu ekspozycyjnego dla pojedynczych zdarzeń akustycznych zakwalifikowanych do klasy oznaczonej „k”, w decybelach [dB].

Wyliczone wartości  $L_{AEk}$  podstawiono do wzoru:

$$L_{Aeq T} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \sum_{k=1}^m N_k 10^{0,1 L_{AEk}} \right] \quad (2)$$

gdzie:

$L_{Aeq T}$  – wartości równoważnego poziomu dźwięku A dla czasu odniesienia.

$T$  – przedział czasu odniesienia w sekundach [s],

$N_k$  – liczba pojedynczych zdarzeń akustycznych należących do klasy oznaczonej „k”, występująca w przedziale czasu odniesienia, zawierającego się w okresie doby, dla której prowadzono pomiary,

$L_{AEk}$  – średni poziom ekspozycji wyznaczony dla pojedynczych zdarzeń akustycznych, należących do klasy oznaczonej „k”, w decybelach [dB],

$m$  – liczba klas pojedynczych zdarzeń akustycznych.

Pomiary natężenia hałasu wykonane były cyfrowym miernikiem poziomu dźwięku, sonometrem DT-8852, zgodnym z międzynarodową normą IEC61672-1.

## 1.2. Przebieg badania

Badania przeprowadzono w punkcie pomiarowym znajdującym się przy ulicy *Nad Odrą* na odcinku linii kolejowej numer 406 usytuowanym między stacjami Szczecin Glinki oraz Szczecin Goćław (Rys. 1).

Na analizowanym odcinku poruszają się składy pociągów towarowych takich operatorów jak:

- PKP Cargo Logistics;
- CTL Logistics;
- oraz Kolej Bałtycka.

Dopuszczalna prędkość zarówno dla pociągów towarowych jak i autobusów szynowych na tym obszarze wynosi 60km/h, zaś norma hałasu wynosi odpowiednio 65[dB] w dzień i 56[dB] w nocy. Podana wartość odnosi się do równoważnego poziomu dźwięku.



Rys. 1. Położenie punktu pomiarowego względem sieci transportu kolejowego aglomeracji szczecińskiej [5]

Dokładne usytuowanie punktu pomiarowego względem obszaru, przez który przebiega linia kolejowa numer 406 prezentuje Rys. 2.



Rys. 2. Lokalizacja punktu pomiarowego przy ulicy *Nad Odrą* [6]

W obrębie punktu pomiarowego obecnie funkcjonują dwa tory, prowadzące na północ oraz południe aglomeracji szczecińskiej. Ponadto w miejscu tym znajduje się bocznicą kolejową spółki Andreas, która zajmuje się przeladunkiem zbóż i pasz w różnych relacjach w oparciu o nabrzeże SNOP (Rys. 2)

W przyszłości na linii kolejowej numer 406 ma zostać przywrócony ruch pasażerski, w ramach Szybkiej Kolei Metropolitalnej.

Badanie natężenia hałasu prowadzone było dla pojedynczych zdarzeń akustycznych należących do klasy pociągów towarowych. Badanie przeprowadzono w dniach 8-9.06.2015 oraz 17-18.06.2015. W obszarze prowadzonych pomiarów pociągi towarowe nie kursują w porze nocnej (22:00-06:00), w związku z czym wyniki odnoszą się wyłącznie do pory dziennej (06:00-22:00).

Podczas prowadzonych pomiarów przez badany obszar przejeżdżały pociągi z wagonami następujących rodzajów:

- Wagon węglarka typu normalnego (E);
- Wagon z otwieranym dachem (T);
- Wagon cysterna (Z).

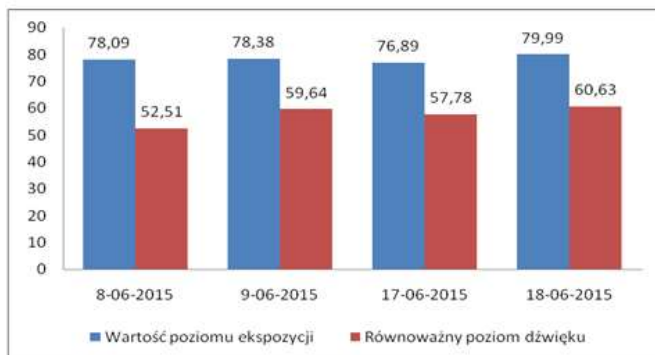
W badaniu zostały uwzględnione także pomiary uzyskane podczas przejazdu pojedynczej lokomotywy (oznaczone jako X). Wartości pomiarów uzyskane podczas równoczesnego przejazdu pociągów towarowych i pojazdów drogowych nie uwzględniono.

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie 31 przejazdów pociągów towarowych z podziałem na rodzaj wagonów, liczbę wagonów, a także obliczone dla każdego przejazdu wartości emisji dźwięku zgodnie z zaleceniami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r.

Najwyższą wartość średniego poziomu ekspozycji wyznaczonego dla pojedynczego zdarzenia akustycznego  $L_{AEK}$  zaobserwowano w dniu 18.06.2015r. podczas przejazdu pociągu cysterny o godzinie 11.39. Wartość ta wynosiła 83,42 [dB], co odpowiadało równoważnemu poziomowi dźwięku  $L_{Aeq,T}=57,11$  [dB].

Najniższa wartość została zarejestrowana w dniu 17.06.2015r o godzinie 17.06, ponownie dla przejazdu pociągu cysterny. Średni poziom ekspozycji  $L_{AEK}$  wyniósł w tym przypadku 67,85 [dB], zaś równoważny poziom dźwięku  $L_{Aeq,T}$  33,78 [dB]. Różnica między wspomnianymi przejazdami pociągów, w skład których wchodziły wagony cysterny polegała na liczbie wagonów (odpowiednio 27 i 3 wagony).

Analizie poddano także wartość poziomu ekspozycji  $L_{AEK}$  oraz wartość równoważnego poziomu dźwięku  $L_{Aeq,T}$  dla poszczególnych dni pomiarowych (Rys. 3)

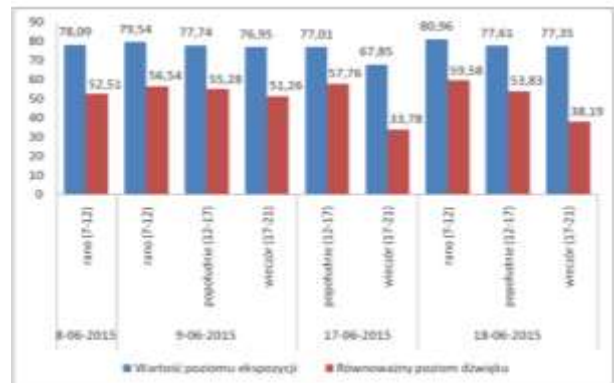


**Rys. 3.** Zestawienie obliczeń poziomu hałasu generowanego przez towarowy transport kolejowy na odcinku linii kolejowej 406 w odniesieniu do dni pomiarowych

Przeprowadzone badania wykazały, iż najwyższy średni poziom ekspozycji  $L_{AEK}=79,99$  [dB] zaobserwowano w dniu 18.06.2015r. Równoważny poziom dźwięku ( $L_{Aeq,T}$ ) także był najwyższy w tym dniu i wyniósł 60,63 [dB]. Najniższą wartość  $L_{AEK}=76,89$  [dB] wyliczono na podstawie danych z pomiarów wykonanych w dniu 17.06.2015r., zaś najniższą wartość równoważnego poziomu dźwięku ( $L_{Aeq,T}$ ) dla dnia 8.06 i wyniósł on 52,51 [dB].

Dla dób pomiarowych wykonano także analizę poziomu ekspozycji ( $L_{AEK}$ ) oraz równoważnego poziomu dźwięku ( $L_{Aeq,T}$ ) określonych porach dnia (Rys. 4):

- rano (07:00-12:00);
- popołudnie (12:00-17:00);
- wieczór (17:00-21:00).



**Rys. 4.** Zestawienie obliczeń poziomu hałasu generowanego przez towarowy transport kolejowy na odcinku linii kolejowej 406 w odniesieniu do pór dnia

**Tab. 1.** Zestawienie wyników z przeprowadzonych badań poziomu hałasu generowanego przez towarowy transport kolejowy na odcinku linii kolejowej 406 w odniesieniu do pojedynczych przejazdów

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Rodzaj wagonów	Liczba		Średni poziom ekspozycji	Równoważny poziom dźwięku
			lokomotywy	Wagonów		
8-6-2015	08:28	Z	1	8	78,92	54,47
	08:54	Z	2	26	78,63	57,48
	09:59	X	2	0	68,8	32,74
	10:42	Z	1	12	75,57	43,75
9-6-2015	08:30	T	2	18	76,34	49,04
	08:44	E	2	5	76,86	42,77
	08:50	X	1	0	68,48	30,7
	08:56	X	2	0	76	38,22
	08:58	E	2	3	69,35	36,58
	11:16	Z	1	28	82,53	55,3
	13:35	E	2	19	75,82	46,69
	13:54	E	1	13	73,37	41,23
	14:03	E	1	8	74,34	42
	14:12	Z	2	31	79,72	50,97
	15:52	T	1	58	76,86	48,55
	16:19	E + T	1	3+1	81,58	45,06
	16:55	Z	1	8	81,67	45,14
18:28	T	1	58	76,95	51,26	
17-6-2015	12:51	E	2	32	78,39	56,54
	16:32	T	2	20	77,18	50,57
	16:57	Z + T	1	13+12	69,87	44,83
	17:06	Z	1	3	67,85	33,78
18-6-2015	09:10	X	2	0	74,78	36,59
	09:46	T	1	20	74,33	48,74
	09:54	X	2	0	73,19	34,03
	11:17	Z	1	30	82,12	54,92
	11:39	Z	1	27	83,42	57,11
	12:55	Z	1	26	80,19	49,49
	13:35	Z	2	33	78,03	49,08
	14:34	Z	2	28	76,02	49,99
18:18	E	1	1	77,35	38,19	

Spśród zestawionych na Rys. 4 danych odnośnie poziomu ekspozycji hałasu i równoważnego poziomu dźwięku najwyższą wartość odnotowano w dniu 18.06.2015r w godzinach porannych (07:00-12:00). Średni poziom ekspozycji ( $L_{AEK}$ ) wyniósł 80,96[dB], wtedy również równoważny poziom dźwięku ( $L_{Aeq}$ ) uzyskał najwyższą wartość 59,58[dB]. Najniższe wartości wyliczono dla godzin wieczornych (17:00-21:00) w dniu 17.06.2015r. Średni poziom ekspozycji ( $L_{AEK}$ ) wyniósł 67,85 [dB], a równoważny poziom dźwięku ( $L_{Aeq}$ ) o tej porze był na poziomie 33,78[dB]. W dniu 8.06.2015r. nie stwierdzono przejazdów pociągów po godzinie 12:00. Dnia 17.06.2015 zaś nie zarejestrowano ruchu kolejowego do godziny 12:00. W badaniu odrzucono ponadto skrajne godziny (6 oraz 22), gdyż w toku kilkumiesięcznej obserwacji nie stwierdzono przejazdów o wskazanych porach.

Następnie dokonano wyliczeń poziomu ekspozycji ( $L_{AEK}$ ) oraz wartość równoważnego poziomu dźwięku ( $L_{Aeq T}$ ) z uwzględnieniem taboru jaki porusza się po badanym odcinku linii kolejowej numer 406 w okresie prowadzonych pomiarów (Rys. 5).

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania natężenia hałasu w punkcie pomiarowym przy ulicy *Nad Odrą* w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy mieszkalnej zakładało ocenę klimatu akustycznego, generowanego przez transport kolejowy.

Wyniki z przeprowadzonych badań zostały poddane wielokryterialnej analizie, na podstawie której sformułowano następujące wnioski:

1. Najwyższy średni poziom ekspozycji wyznaczony dla pojedynczych zdarzeń akustycznych dla przejazdu pojedynczego składu towarowego uzyskano w dniu 18.06.2015r. podczas przejazdu pociągu cysterny (27 wagonów) o godzinie 11.39 ( $L_{AEK}$ =83,42[dB]). Wartość  $L_{Aeq}$  obliczona dla czasu odniesienia wyniosła 57,11[dB].
2. Najniższą wartość  $L_{AEK}$ =67,85[dB] dla przejazdu pojedynczego składu towarowego uzyskano na podstawie danych z pomiarów hałasu w dniu 17.06.2015r podczas przejazdu pociągu cysterny (3 wagony) o godzinie 17.06. Wyliczona wartość  $L_{Aeq}$ =33,78[dB].
3. Najwyższy średni poziom ekspozycji dla dnia pomiarowego  $L_{AEK}$ =79,99[dB] został wyznaczony w oparciu o pojedyncze zdarzenia

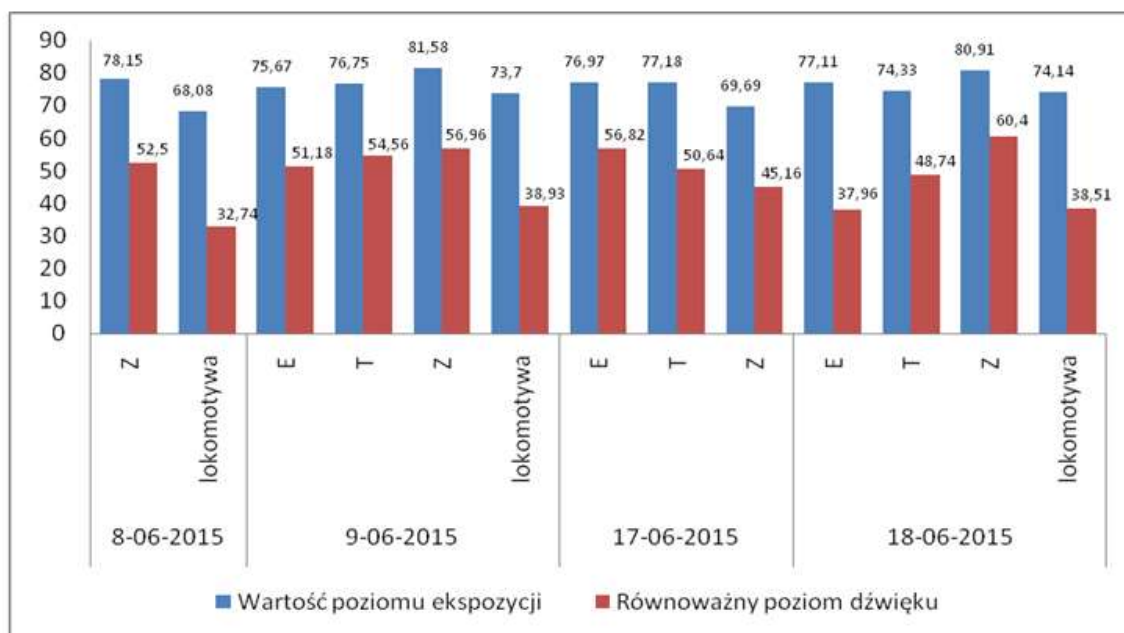
akustyczne w dniu 18.06.2015r. Równoważny poziom dźwięku w omawianym dniu wyniósł  $L_{Aeq T}$ =60,63[dB].

4. Najniższą wartość średniego poziomu ekspozycji dla dnia pomiarowego,  $L_{AEK}$ = 76,89[dB] wyliczono na podstawie danych z pomiarów hałasu w dniu 17.06.2015r. Wartość równoważnego poziomu dźwięku dla tego dnia wyniósł  $L_{Aeq}$ =57,78[dB]. Zaś najniższy równoważny poziom dźwięku według podanych kryteriów uzyskano w dniu 8.06.2015r ( $L_{Aeq T}$ =52,51[dB]).
5. W odniesieniu do pór oddziaływania hałasu najwyższą wartość poziomu ekspozycji wyliczono dla pomiarów w dniu 18.06.2015r w godzinach porannych (07:00-12:00). Średni poziom ekspozycji  $L_{AEK}$  wyniósł 80,96 [dB], co dla dnia odniesienia odpowiadało równoważonemu poziomowi dźwięku  $L_{Aeq}$ =59,58 [dB].
6. Najniższe wartości poziomu hałasu zostały wyliczone dla godzin wieczornych (17:00-21:00) w dniu 17.06.2015r. Średni poziom ekspozycji  $L_{AEK}$  wyniósł 67,85 [dB], a równoważny poziom dźwięku  $L_{Aeq}$  był na poziomie 33,78[dB].

Przeprowadzona analiza wykazała, że na obszarze prowadzonych badań nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych norm poziomu dźwięku wyrażonych wskaźnikiem  $L_{Aeq T}$  w żadnym z badanych zakresów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Paszkowski W., Elementy planowania przestrzennego w projektowaniu środowiska akustycznego na terenach zurbanizowanych, Systemy Zarządzania w Inżynierii Produkcji 2011 nr 3.
2. <http://www.techbud.com.pl/halas1A.htm> (28.05.2015)
3. Towpik K., Infrastruktura transportu kolejowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
4. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz. U. 2011 nr 140 poz. 824)
5. *Imisja hałasu komunikacyjnego – szynowego w aglomeracji szczecińskiej* [http://gis.um.szczecin.pl/UMSzczecinGIS/chapter\\_85011.asp](http://gis.um.szczecin.pl/UMSzczecinGIS/chapter_85011.asp) (4.05.2015)



Rys. 5. Zestawienie obliczeń poziomu hałasu generowanego przez towarowy transport kolejowy na odcinku linii kolejowej 406 z podziałem na rodzaj taboru

6. Google Earth
7. Barańska M., Deja A., Ocena emisji hałasu w kontekście projektu ograniczenia ruchu w wybranym punkcie aglomeracji szczecińskiej, Logistyka, Zeszyt nr 3 (CD 1) / 2014, str. 1271 – 1277.
8. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (2002/49/WE)
9. Klimat akustyczny województwa zachodniopomorskiego, [http://www.wios.szczecin.pl/bip/files/baf8b26ae0734c5d94826691d898a39c/viii\\_klimat\\_akustyczny.pdf](http://www.wios.szczecin.pl/bip/files/baf8b26ae0734c5d94826691d898a39c/viii_klimat_akustyczny.pdf) [dostęp: 26.05.2015]
10. Rodzaje polskich wagonów towarowych wg klasyfikacji UIC, [http://www.kolej.stargard.pl/kolej/wagon/ro\\_wt.htm](http://www.kolej.stargard.pl/kolej/wagon/ro_wt.htm) [dostęp: 8.04.2015]

### Analysis of the intensity of noise generated by rail in selected point of the Szczecin agglomeration

*Paper discussed the reasons of noise produced during transit of cargo by rail. Authors also show the results of survey done in selected point along railway line number 406 between Szczecin Główny and Police, where in the immediate vicinity railway infrastructure are residential buildings.*

Autorzy:

dr inż. **Agnieszka Deja** – Akademia Morska w Szczecinie,  
mail: [a.deja@am.szczecin.pl](mailto:a.deja@am.szczecin.pl)

mgr inż. **Aleksandra Kopec** – Akademia Morska w Szczecinie,  
mail: [aleksandra.kopec.91@gmail.com](mailto:aleksandra.kopec.91@gmail.com)