



BIURO ANALIZ „ENVI-PRO”

Waldemar Wiatrak

*ENVIRONMENTAL PROTECTION - ANALYSIS AGENCY*

---

31-416 Kraków, ul. Marchołta 39/8 tel. (012) 412 10 44, Biuro: ul. Mazowiecka 4-6/619, 30-036 Kraków,  
tel./fax (012) 633 02 24, tel. kom: (0) 691 695 672, e-mail: [envipro@wp.pl](mailto:envipro@wp.pl), NIP: 676-177-66-16,

# **POMIARY HAŁASU I WIBRACJI W ŚRODOWISKU**

## **DLA FRAGMENTU LINII TRAMWAJOWEJ BIEGNĄCEJ UL. KOCMYRZOWSKĄ W KRAKOWIE**



**Kraków, 2008/2009 r.**

POMIARY HAŁASU I WIBRACJI W ŚRODOWISKU DLA FRAGMENTU LINII TRAMWA-  
JOWEJ BIEGNĄCEJ UL. KOCMYRZOWSKĄ W KRAKOWIE

**Zleceniodawca:** Sika Poland Sp. z o.o Oddział Południowo- Wschodni. Biuro w Krakowie ul.  
Łowińskiego 40, 31-752 Kraków

**Autorzy:** mgr Waldemar Wiatrak  
*Biegły z listy Wojewody Małopolskiego w zakresie sporządzania ocen od-  
działywania na środowisko – Nr 96/2000*

mgr inż. Monika Małopolska

mgr Aneta Wiatrak

BIURO ANALIZ „ENVI-PRO”  
Waldemar Wiatrak  
Siedziba: 31-416 Kraków, ul. Marchołta 39/8  
tel.: (12) 412 10 44, Biuro: ul. Mazowiecka 21/202  
tel./fax: (12) 299 74 75, tel. kom. (0) 691 695 672  
NIP: 676-177-66-16, REGON: 356367710



## SPIS TREŚCI

	str.
<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>2</b>
1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	2
1.2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.....	2
1.3. MATERIAŁY I ŹRÓDŁA.....	2
1.3.1. Normy i akty prawne.....	2
1.3.2. Dokumentacja.....	3
1.4. KRYTERIA OCENY ZAGROŻENIA HAŁASEM .....	4
1.4.1. Pojęcie zasięgu uciążliwości akustycznej.....	4
1.4.1.1. DOPUSZCZALNE POZIOMY HAŁASU W ŚRODOWISKU.....	4
1.4.2. Wymagania akustyczne dotyczące warunków wewnątrz budynków .....	6
<b>2. CHARAKTERYSTYKA DROGI I TOROWISKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA ZAGOSPODAROWANIA TERENU.....	7
2.2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNA.....	7
2.2.1. Ogólna charakterystyka.....	7
<b>3. BADANIA WIBROAKUSTYCZNE.....</b>	<b>11</b>
3.1. POMIARY PARAMETRÓW KLIMATU AKUSTYCZNEGO I WIBRACJI W ŚRODOWISKU ZEWNĘTRZNYM .....	11
3.2. WYNIKI POMIARÓW.....	16
3.2.1. Wyniki pomiarów hałasu.....	16
3.2.2. Wyniki pomiarów drgań gruntu.....	18
<b>4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....</b>	<b>27</b>

# 1. WSTĘP

## 1.1. Podstawa opracowania

Opracowanie zostało wykonane na zlecenie firmy Sika Poland Sp. z o.o. – zgodnie ze zleceniem z dnia 30.09.2008.

## 1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest wykonanie " Pomiarów hałasu i wibracji w środowisku dla fragmentu linii tramwajowej biegnącej ul. Kocmyrzowską w Krakowie".

Pomiary zostały wykonane zgodnie z obowiązującymi unormowaniami prawnymi, normami i wytycznymi, w tym takimi jak: ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz.627 z późn. zmianami) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120 z 2007 roku, poz. 826)

Zakres opracowania obejmował między innymi:

wykonanie pomiarów hałasu, w szczególności:

hałas wytwarzany w powietrzu, w tym:  $L_{Amax}$ ,  $L_{Aeq}$  - zarówno w pobliżu istniejącego jak i przebudowanego torowiska w minimum 2 punktach każdego z dwóch profili pomiarowych (oddzielnie dla nowoprzebudowanego fragmentu prefabrykowanego torowiska z wykorzystaniem Systemu ERS firmy Sika Poland Sp. z o.o oraz torowiska istniejącego);

sprawozdanie z badań;

wykonanie pomiarów wibracji, w szczególności :

maksymalny poziom wibracji zarówno w pobliżu istniejącego jak i przebudowanego torowiska – w minimum łącznie 2 punktach pomiarowych dwóch profili pomiarowych (oddzielnie dla nowego i starego fragmentu torowiska);

sprawozdanie z badań;

Wnioski końcowe oraz zalecenia.

## 1.3. Materiały i źródła

### 1.3.1. Normy i akty prawne

Pracę będącą przedmiotem oceny wykonano zgodnie z następującymi normami i aktami prawnymi:

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 23 stycznia 2008r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 25, poz 150)

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627)z późniejszymi zmianami;

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (wraz z późniejszymi nowelizacjami) o zagospodarowaniu przestrzennym,

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (wraz z późniejszymi zmianami) Prawo budowlane,

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 października 2007 r (Dz.U. 2007 nr 192, poz. 1392) uchylające rozp. z dnia 23 stycznia 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie

prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz. U. Nr 18, poz. 164);

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. Nr 206 Poz. 1291 z dnia 21 listopada 2008 r.)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826);

Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43, poz. 430);

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690) zmienione Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 13 lutego 2003 r. (Dz. U. 2003 Nr 33 poz. 270) oraz Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004 Nr 109, poz 1156);

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2004 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji /Dz. U. Nr 283 poz. 2842/

Polska norma PN-N-01341:2000 „*Hałas środowiskowy. Metody pomiaru i oceny hałasu przemysłowego*”.

PN-85/B-02170- „Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki”.

PN-88/B-02171- „Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach”,

PN-ISO 1996-1: 1999. Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Podstawowe wielkości i procedury,

PN-ISO 1996-2: 1999. Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu,

PN-ISO 9613-1: 2000. Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas jego propagacji na zewnątrz. Obliczenia pochłaniania dźwięku przez atmosferę,

PN-ISO 9613-2: 2000. Akustyka. Wyznaczenie skuteczności ekranów przeciwhałasowych wszystkich rodzajów w miejscu ustawienia w środowisku zewnętrznym,

### 1.3.2. Dokumentacja

- „Ocena wibroakustycznego oddziaływania na środowisko ul. Tischnera w Krakowie” wykonanego przez „Ekologia i Zdrowie” z maja 2001,
- Badania akustyczne inwestycji pn. „Szybki tramwaj, linia N-S, odcinek ul. Nowosądeckiej oraz przebudowa węzła Wielicka – Nowosądecka – Kamińskiego” w związku z przekazaniem jej do użytkowania. Ekologia i Zdrowie. Kraków, wrzesień 2000.
- wizja lokalna i materiały uzyskane od zleceniodawcy,
- wyniki bezpośrednich pomiarów wibroakustycznych,
- wyniki pomiarowych natężenia ruchu.

"Metody pomiarów poziomu hałasu drogowego" do Zasad ochrony środowiska w drogownictwie TOM III Dział 8 "Ochrona przed hałasem drogowym", wprowadzone do stosowania Zarządzeniem nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 24 maja 1999 r.

GDDP „Oceny oddziaływania dróg na środowisko” Cz. I i II, Wydawnictwo Ekodroga, Warszawa 1997,

R.J. Kucharski i in. „Obliczeniowe metody oceny klimatu akustycznego w środowisku”. Seria Instrukcji IOŚ. Wyd. Geol., Warszawa 1991,

- Instrukcja ITB nr 308. „Metoda określania uciążliwości i zasięgu hałasów przemysłowych wraz z programem komputerowym”. ITB, Warszawa 1991,
- Instrukcja ITB nr 310. „Metody sporządzania kompleksowych planów akustycznych miast i obszarów”. ITB, Warszawa 1991,
- Instrukcja ITB nr 311. „Metody prognozowania hałasu emitowanego z obszarów dużych źródeł powierzchniowych”. ITB, Warszawa 1991,
- Instrukcja ITB nr 338/96. „Metoda określania emisji i imisji hałasu przemysłowego w środowisku oraz program komputerowy HPZ\_95\_ITB”. ITB, Warszawa 1996,
- Instrukcja ITB nr 345/97. „Zasady oceny i metody zabezpieczeń istniejących budynków mieszkalnych przed hałasem zewnętrznym komunikacyjnym”. ITB, Warszawa 1997,
- Instrukcja ITB nr 346/97. „Zasady oceny i metody zabezpieczeń akustycznych przegród wewnętrznych w istniejących budynkach mieszkalnych”. ITB, Warszawa 1997,
- Metody pomiaru hałasu zewnętrznego w środowisku. PIOŚ, W-wa 1992 r.,
- R. Ciesielski, J. Kawecki, E. Maciąg „Ocena wpływu wibracji na budowle i ludzi w budynkach (diagnostyka dynamiczna)”. ITB, Warszawa 1993,
- Z. Engel „Ochrona środowiska przed drganiem i hałasem”. PWN, Warszawa 1993,
- J. Sadowski „Podstawy akustyki urbanistycznej”. Arkady, Warszawa 1982.
- "Wytyczne dla Służb Ochrony Środowiska w zakresie ochrony przed hałasem" - Ministerstwa Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych - Warszawa 1988 r,
- "Metody pomiaru hałasu zewnętrznego w środowisku" - Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska - Warszawa 1992 r,

## **1.4. Kryteria oceny zagrożenia hałasem**

### **1.4.1. Pojęcie zasięgu uciążliwości akustycznej**

Zasięg uciążliwości akustycznej obiektu emitującego hałas do środowiska obejmuje obszar ograniczony liniami równego poziomu dźwięku o wartościach dopuszczalnych dla danego typu terenu w porze dziennej i nocnej.

Zakres uciążliwości akustycznej określa się dla istniejących terenów chronionych lub dla przewidywanych w planie zagospodarowania przestrzennego przyszłych terenów chronionych.

Klimat akustyczny środowiska, w zależności od spełnianych funkcji i sposobu zagospodarowania oraz wykorzystania terenu ma ustalone, regulowane administracyjnie, standardy akustyczne.

#### **1.4.1.1. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku**

Dopuszczalne wartości poziomu hałasu dla terenów o określonym przeznaczeniu i charakterze zagospodarowania przestrzennego regulowane są Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826).

W Rozporządzeniu tym każdemu rodzajowi terenu przypisano 2 wartości dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu dla różnych czasów uśredniania w ciągu dnia i w nocy. W zależności od rodzaju źródeł dotyczą one wartości równoważnego poziomu dźwięku występującego w ciągu 16 lub 8 godzin pory dziennej i 8 lub 1 godz. w porze nocnej.

Zgodnie z art. 13 z ust. 2 ustawy Prawo ochrony środowiska, w cyt. rozporządzeniu ustalono poziomy dopuszczalne w zależności od rodzaju terenu, który jest narażony na oddziaływanie hałasu.

Wyciąg z ww. rozporządzenia przedstawia tabela nr 1.4.1.1/1.

**Tabela. 1.4.1.1/1. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku na podstawie Rozporządzenia MŚ z 14 czerwca 2007r.**

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w dB			
		Drogi lub linie kolejowe <sup>1</sup>		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		L <sub>AeqD</sub> Przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	L <sub>AeqN</sub> Przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	L <sub>AeqD</sub> Przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następujących	L <sub>AeqN</sub> Przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	Obszary A ochrony uzdrowiskowej Tereny szpitali	50	40	45	40
2	Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej Tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży <sup>2</sup> Tereny domów opieki Tereny szpitali w miastach	55	50	50	40
3	Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego Tereny zabudowy zagrodowej Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe <sup>2</sup> Tereny mieszkaniowo-usługowe	60	50	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców <sup>3</sup>	65	55	55	45

<sup>1</sup> Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych

<sup>2</sup> W przypadku niewykorzystania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy

<sup>3</sup> Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. Mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców pow. 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefą śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

## DOPUSZCZALNE WARTOŚCI POZIOMU DŹWIĘKU W ŚRODOWISKU W REJONIE ANALIZOWANEGO FRAGMENTU ULICY KOCMYRZOWSKIEJ NA TERENACH PODLEGAJĄCYCH OCHRONIE PRZED HAŁASEM

Dopuszczalne wartości poziomu emisji dźwięku A do środowiska dla terenów położonych wzdłuż analizowanej ulicy przyjęte na podstawie punktów 3a, 3b cytowanego rozporządzenia, tj. na terenach "zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego (3a) wynoszą:

60 dB w porze dnia tj. w godz. 6.00-22.00

50 dB w porze nocy tj. w godz. 22.00-6.00

### 1.4.2. Wymagania akustyczne dotyczące warunków wewnątrz budynków

Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi, w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej podaje norma PN-87/B-02151/02, obowiązująca od dnia 1 stycznia 1990 r.

Równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia łącznie od wszystkich źródeł znajdujących się poza tym pomieszczeniem, nie może przekraczać wartości dopuszczalnych podanych poniżej:

Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny poziom dźwięku $A_{\text{aeq}}$ , w dB	
	w dzień	w nocy
pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych, hotelach kategorii S i I, w hotelach robotniczych,...	40	30
pokoje w hotelach kategorii II i niższych	45	35
kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach	45	40
pomieszczenia administracyjne z wewnętrznymi źródłami hałasu, pomieszczenia administracyjne w obiektach tymczasowych	45	-
pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu	40	35

Wartości dopuszczalne poziomu hałasu dotyczą warunków panujących w pomieszczeniach umeblowanych i wyposażonych zgodnie z przeznaczeniem, przy zamkniętych oknach i drzwiach.

Jak wynika z przedstawionych powyżej wartości normatywnych, w pomieszczeniach mieszkalnych, stanowiących kryterium oceny uciążliwości dla otoczenia analizowanego ciągu komunikacyjnego, właściwe kształtowanie klimatu akustycznego wewnątrz tych budynków wymaga ograniczenia równoważnego poziomu A przenikających do pomieszczeń hałasów w dzień do 40 dB i 30 dB – w nocy.

Przyjmuje się, że wartość obniżenia hałasu przez typową stolarkę okienną w dobrym stanie technicznym wynosi 25–27 dB, w złym stanie technicznym 20 dB, przy lekko uchylonych oknach 15 dB. Oznacza to, że przy dobrym stanie technicznym stolarki



okiennej zachowanie wartości dopuszczalnych poziomu hałasu w środowisku zewnętrznym, tj.  $L_{Aeq} < 65$  dB w dzień i  $L_{Aeq} < 55$  dB w nocy, pozwala automatycznie na spełnienie kryteriów poprawności klimatu akustycznego wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, przy zamkniętych oknach.

Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z 1993 roku, wskazane jest dla zabudowy mieszkaniowej dążenie do ograniczenia równoważnego poziomu dźwięku A na zewnątrz budynku do wartości 55 dB w dzień i 45 dB w nocy, co umożliwi utrzymanie właściwych warunków akustycznych w pomieszczeniach przy uchylonych lub okresowo otwieranych oknach.

Z drugiej strony, zgodnie ze wspomnianymi zaleceniami WHO, dotyczącymi dokuczliwości, zakłóceń snu i zakłóceń rozmów, należy uznać, że przekroczenie granicy poziomów hałasu na zewnątrz budynku, równej 70 dB w porze dziennej i 60 dB w porze nocnej, stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia.

## **2. CHARAKTERYSTYKA DROGI I TOROWISKA**

### **2.1. Lokalizacja i charakterystyka zagospodarowania terenu**

Analizowana ulica Kocmyrzowska od granic miasta stanowi drogę wojewódzka nr 776 (Kraków-Kocmyrzów-Proszowice-granica województwa małopolskiego), droga ta wraz z pozostałymi drogami wojewódzkimi i drogami krajowymi stanowi podstawową sieć ulic na terenie Krakowa i pełniących funkcję głównych ulic miejskich przenoszących ruch tranzytowy i źródłowo-docelowy oraz ruch miejski międzydzielnicowy i lokalny. Jej trasa przebiega od ul. Bulwarowej w kierunku północno-wschodnim, przecina ul. Łowińskiego i dochodzi do granic miasta.

Fragmentem ul. Kocmyrzowskiej od ul. Bulwarowej do ul. Stadionowej ruch odbywa się dwoma jezdniami po dwa pasy ruchu. Jezdnie są tu rozdzielone ok. 6 m pasem rozdzielczym, którym bieżą dwa tory linii tramwajowej: Kocmyrzowska – Wzgórza Krzesławickie/ul. Ujastek - CA HTS.

### **2.2. Charakterystyka techniczno-eksploatacyjna**

#### **2.2.1. Ogólna charakterystyka**

Początkowy fragment ulicy Kocmyrzowskiej posiada przekrój poprzeczny dwujezdniowy o szerokości po 7,0 m z pasem zieleni którym bieżą torowiska linii tramwajowej. W rejonie ul. Stadionowej ulica staje się jednojezdniowa, a linia tramwajowa przecina jezdnię i dalej bieżą po wydzielonym torowisku po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej.

#### **ULICA KOCMYRZOWSKA:**

Nawierzchnię ulicy tworzy beton asfaltowy. Ulica Kocmyrzowska posiada parametry ulicy głównej tj.:

- 2 jezdnie 2 pasy ruchu,
- 1 jezdnie 2 pasy ruchu (odcinek od ul. Stadionowej)
- szerokość jednej jezdni – 7,0m,

- szerokość pasa ruchu – 3,5m,
- orientacyjna szerokość w liniach rozgraniczających 35-50m,
- prędkość proj.  $V_p = 60-70$  km/h,
- szerokość pasa między jezdniami 6m spadek podłużny max do 6%,
- chodniki obustronne o szerokości  $1,5 \div 2,5$  m.

Głównymi urządzeniami usprawniającymi ruch są:

w zakresie ruchu samochodowego:

- oddzielne jezdnie,
- pasy włączania i wyłączania z ruchu,
- poszerzone wyloty na skrzyżowaniach,
- sygnalizacja świetlna,

w zakresie ruchu tramwajowego:

- torowisko oddzielone od jezdni,
- sygnalizacja świetlna,

w zakresie ruchu pieszych:

- obustronne chodniki,
- w rejonie głównych skrzyżowań sygnalizacja świetlna.

Zgodnie z wynikami pomiarów ruchu wykonywanych w ramach przedmiotowych badań wibroakustycznych natężenie ruchu na ul. Kocmyrzowskiej w analizowanym rejonie, tj. na odcinku od ronda Kocmyrzowskiego w stronę skrzyżowania z ulicą Łowińskiego wynosiło średnio ok. 750 poj/godz (przy ok. 1 500 poj/godz – w godzinach szczytu komunikacyjnego).

Według opracowania *Modele ruchu dla miasta Krakowa* oraz po dodatkowej analizie zakładany ruch kołowy na tym ciągu komunikacyjnym w 2025 r. wyniesie:

**Tabela 2.2.1/1. Prognoza ruchu dla ul. Kocmyrzowskiej (prognoza na rok 2025) – godzina szczytu komunikacyjnego (poj. rz./h)**

Typ pojazdu	ul. Kocmyrzowska
Samochody osobowe	2 366
Samochody ciężarowe	234
Suma	2 600

Źródło: prognoza na rok 2025, E. Goras, IRM Kraków 2008 r.

#### TOROWISKO NA ULICY KOCMYRZOWSKIEJ:

Wzdłuż ul. Kocmyrzowskiej biegnie dwutorowa linia tramwajowa Kocmyrzowska – Wzgórza Krzesławickie (aktualnie kursują tu 2 linie tramwajowe nr 1 oraz nr 5). Na przeważającej części analizowanego odcinka wykorzystywane jest torowisko klasyczne na podkładach na tłuczniu, zalane na przejazdach asfaltem.



**Fot. 1. Fragment torowiska klasycznego na podkładach na tłuczniu, zalane na przejazdach asfaltem.**

Fragment torowiska (przejście z pasa rozdzielającego dwie jezdnie ul. Kocmyrzowskiej na wydzielone torowisko biegnące po wschodniej stronie ulicy) został częściowo zmodernizowany z wykorzystaniem Systemu ERS firmy Sika Poland Sp. z o.o.

Przekrój tego nowego odcinka torowiska składa się z 20 cm betonu lanego, na tym znajduje się od 5 do 12 cm asfaltobetonu. Na tej warstwie ułożona jest płyta o grubości 35 cm. Mocowanie szyny w kanale szynowym zostało wykonane przy pomocy Icosit KC System w wersji ERS ( tzw. mocowanie ciągłe ). Polega ono na mocowaniu szyny w konstrukcji bezpodsypkowej ( w tym przypadku płyta prefabrykowana ) za pomocą odpowiednio dobranych materiałów na bazie żywic poliuretanowych. W skład systemu wchodzi materiały gruntujące, klej do wkładek przy szynowych ( w tym przypadku bloczki betonowe ) oraz odpowiednio dobrany do przewidywanych ugięć materiał zalewowy.



**Fot. 2. Fragment nowego torowiska - przejazd przez jezdnię ul. Kocmyrzowskiej**

**TABOR TRAMWAJOWY:**

Na ul. Kocmyrzowskiej kursują dwie linie tramwajowe: linia nr 1 (Salwator – Wzgórza Krzesławickie) oraz linia nr 5 (Krowodrza Górka – Wzgórza Krzesławickie). Podczas prowadzonych pomiarów kursowały następujące wagony:

**Linia nr 1:**

*Fot.3. Wagon typu GT6+B4 zakupione w Norymberdze*

**Linia nr 5:**

*Fot.4. Wagon typu Man N8S, Man N8S-NF*



*Fot. 5. Wagon typu Konstal 105N*

### **3. BADANIA WIBROAKUSTYCZNE**

#### **3.1. Pomiary parametrów klimatu akustycznego i wibracji w środowisku zewnętrznym**

W celu oceny wpływu przebudowy torowiska na stopień oddziaływania hałasu i wibracji generowanych podczas przejazdu taboru tramwajowego (linie 1 i 5 wagony odpowiednio SGP i N8) przez:

fragment nowoprzebudowanego torowiska (z wykorzystaniem Systemu ERS firmy Sika Poland Sp. z o.o) na odcinku biegnącym przez ul. Kocmyrzowską  
fragment istniejącego torowiska,  
w dniach 21 i 22.10.2008 i 2.12.2008 r. wykonano pomiary hałasu.

#### **LOKALIZACJA PUNKTÓW POMIARU HAŁASU**

Punkt pomiarowy (P1) zlokalizowano na wysokości 1,5m nad powierzchnia terenu po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej, za ul. Stadionową, w miejscu przecięcia nowego torowiska z jezdnią, w odległości ok. 3 m od najbliższego toru tramwajowego,



**Fot. 6. Lokalizacja punktu pomiarowego P1.**

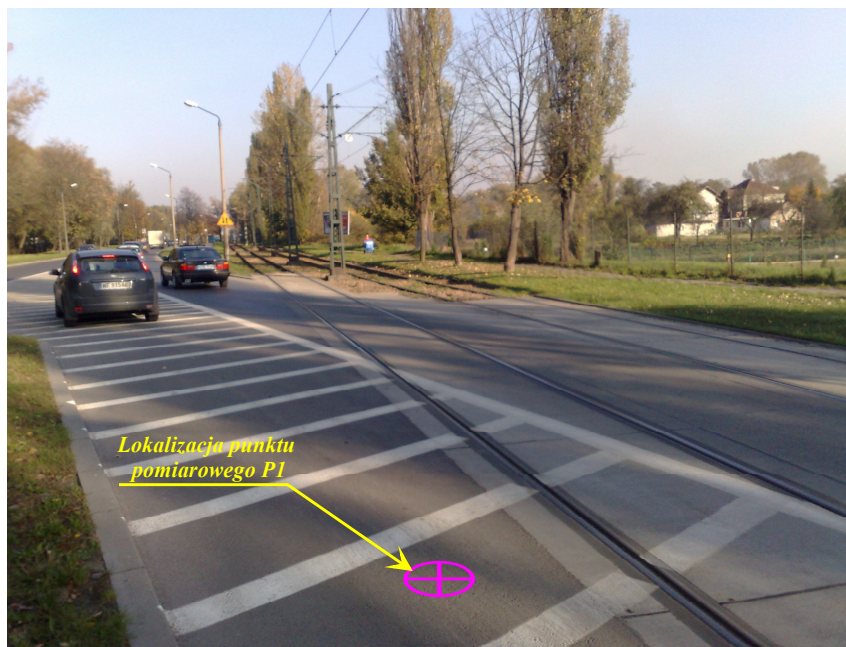
Punkt pomiarowy (P2) zlokalizowano na wysokości 1,5m nad powierzchnia terenu po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej, w rejonie ul. Stadionowej, przy starym torowisku w odległości ok. 9 m od najbliższego toru tramwajowego. Punkt pomiarowo-obliczeniowy (P2') przy starym torowisku w odległości ok. 3 m od najbliższego toru tramwajowego.



**Fot. 7. Lokalizacja punktu pomiarowego P2 (P2').**

**LOKALIZACJA PUNKTÓW POMIARU WIBRACJI**

Punkt pomiarowy (PW1) zlokalizowano na powierzchni terenu (wybetonowany fragment torowiska) po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej, za ul. Stadionową, w miejscu przecięcia nowego torowiska z jezdnią, w odległości ok. 1 m od najbliższego toru tramwajowego,



**Fot. 8. Lokalizacja punktu pomiarowego PW1.**

Punkt pomiarowy (P2) zlokalizowano na wysokości 1,5m nad powierzchnia terenu po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej, w rejonie ul. Stadionowej, przy starym torowisku w odległości ok. 9 m od najbliższego toru tramwajowego. Punkt pomiarowo-obliczeniowy (P2') przy starym torowisku w odległości ok. 3 m od najbliższego toru tramwajowego.



**Fot. 9. Lokalizacja punktu pomiarowego PW2**

**WARUNKI ATMOSFERYCZNE PODCZAS WYKONYWANIA POMIARÓW**

Warunki atmosferyczne podczas przeprowadzania pomiarów 03:

w dniu 21.10.2008 w godz 17:30 – 21:00

- pogodnie (bez opadów),
- temperatura od 21 do 19<sup>0</sup> C,
- wiatr zachodni 1-2 m/s.
- ciśnienie atmosferyczne 1016 hPa,
- wilgotność względna powietrza 70 - 79 %.

w dniu 22.10.2008 w godz 17:30 – 21:00

- pogodnie (bez opadów),
- temperatura od 14<sup>0</sup> do 11<sup>0</sup> C,
- wiatr północny 1-2 m/s.
- ciśnienie atmosferyczne 1018 hPa,
- wilgotność względna powietrza 72 - 80 %.

w dniu 02.12.2008 w godz 17:30 – 21:00:

- zachmurzenie 7/10 – 8/10,
- temperatura od 6<sup>0</sup> do 4<sup>0</sup> C,
- wiatr zachodni 1-3 m/s.
- ciśnienie atmosferyczne 1010 hPa,
- wilgotność względna powietrza 70 - 80 %.

**METODYKA POMIARÓW HAŁASU, APARATURA**

Pomiary wykonano zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm, i wytycznych, w tym m. innymi norm: PN-ISO 196-1, PN-ISO 196-2, PN-ISO 196-3. Zestawy pomiarowe spełniały wymagania normy IEC 651 dla przyrządów klasy dokładności 1 lub co najmniej 2. Pomiary wykonywano dwoma, następującymi zestawami pomiarowymi:

- miernikiem poziomu dźwięku klasy dokładności 1, wchodzącym w skład analizatora akustycznego typ SVAN 912 z przedwzmacniaczem firmy SVANTEK typ SV01 i z mikrofonem firmy G.R.A.S - firmy SVANTEK. Przyrząd posiadał aktualne świadectwo legalizacji i był każdorazowo przed i po pomiarach kalibrowane kalibratorem akustycznym typ SV 03 firmy SVANTEK - posiadającym aktualne świadectwo legalizacji. Przyrząd ten umożliwia między innymi pomiar takich wartości jak:  $L_{min}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{eq}$ , z wybranym filtrem korekcyjnym A, C, LIN oraz redukcją czasową pozwalającą na eliminację zakłóceń. Zakres mierzonych częstotliwości od 16Hz do 16 kHz, zakres pomiarowy od 20 do 110 dB.
- całkującym miernikiem poziomu dźwięku firmy SONOPAN, typ IM-10 klasy dokładności 1. Przyrząd był każdorazowo przed i po pomiarach kalibrowany kalibratorem akustycznym typ KA-10.

W każdym punkcie pomiarowym wykonano pomiar z włączonym filtrem korekcyjnym A i stałą czasową "Fast". Mikrofon znajdował się na wysokości 1,5 m nad poziomem gruntu i skierowany był w stronę źródeł hałasu, tj. przejeżdżających tramwajów. Podczas pomiarów w miarę możliwości starano się wyeliminować wpływ dźwięków zakłócających, w tym hałas generowany ruchem pojazdów (dlatego pomiary



wykonywano w godzinach wieczornych, tj. bezpośrednio po zakończeniu dobowego szczytu komunikacyjnego).

Wyniki pomiarów przedstawione są w tabelach: 3.2.1/1 – hałas 3.3.1/1-3 – wibracje oraz na rysunkach.

#### **METODYKA POMIARÓW DRGAŃ**

Do pomiarów i analizy sygnału użyto aparatury pomiarowej składającej się z:

Pomiary wykonano zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm, i wytycznych. miernikiem drgań, wchodzącym w skład analizatora akustycznego typ SVAN 912 (przyrząd posiadał aktualne świadectwo legalizacji) z przetwornikiem przyspieszeń drgań WILCOXON RESEARCH model 786D.

Przedstawiony system pomiarowy zapewnił rejestrację czasowych przebiegów drgań w paśmie do 1000Hz i dynamice nie mniejszej niż 80dB.

Przetwornik pomiarowy zamocowane były do podłoża w układzie współrzędnych prostokątnych z oznaczeniem  $x$ ,  $y$  i  $z$ . Gdzie  $z$  – składowa pionowa przyspieszeń drgań,  $x$  – składowa pozioma przyspieszeń drgań (prostopadła do torowiska,  $y$  – składowa pozioma przyspieszeń drgań (równoległa do torowiska w ulicy Kocmyrzowskiej). Przetwornik pomiarowy mocowany była na pasie jezdni w odległości ok. 1 m od torowiska

Na rejestratorze rejestrowano czasowe przebiegi przyspieszeń drgań od przejeżdżających tramwajów. Pomiar przyspieszeń drgań wykonywano oddzielnie dla każdej z osi pionowej ( $Z$ ) i poziomych ( $X$  i  $Y$ ) w jednym punkcie pomiarowym dla każdego analizowanego odcinka torowiska.

Z zarejestrowanego sygnału czasowego analizie poddano takie próbki czasowe, dla których torowiskiem poruszały się tramwaje. Wyniki pomiarów drgań oraz ich propagacja dla różnych wspomnianych przekrojów drogowych – przedstawiono w postaci przebiegów czasowych (wybrane przypadki dla każdego typu wagonu tramwajowego). Przebiegi amplitudy przyspieszeń drgań zamieszczono w postaci rysunków.

str.

## 3.2. Wyniki pomiarów

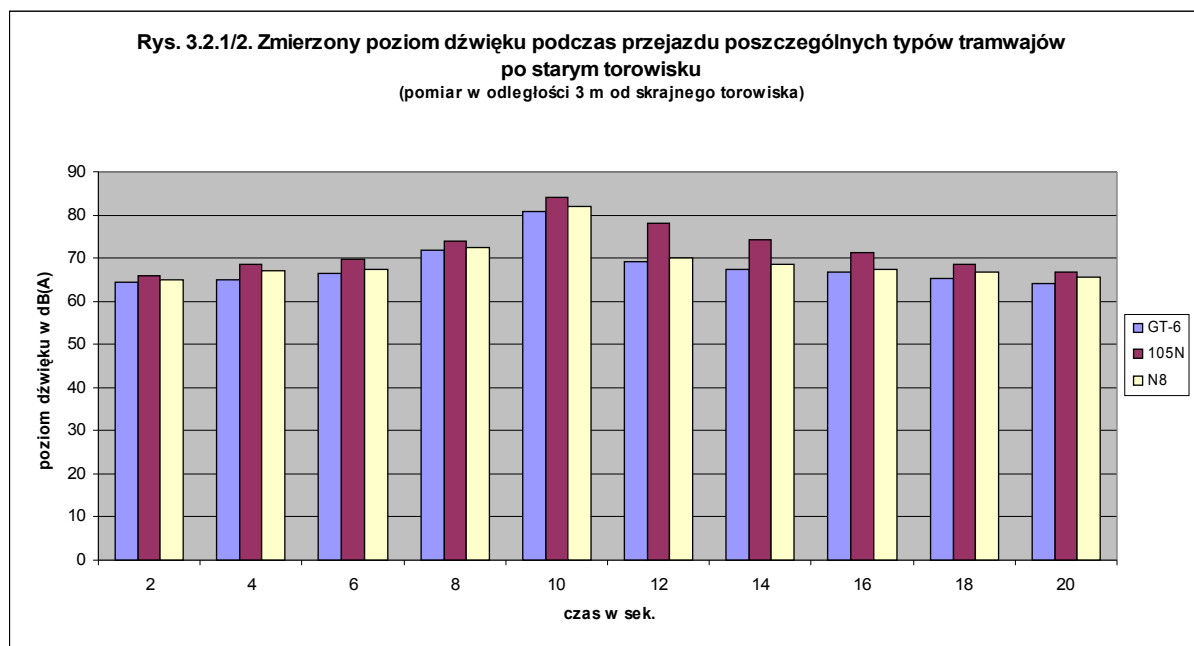
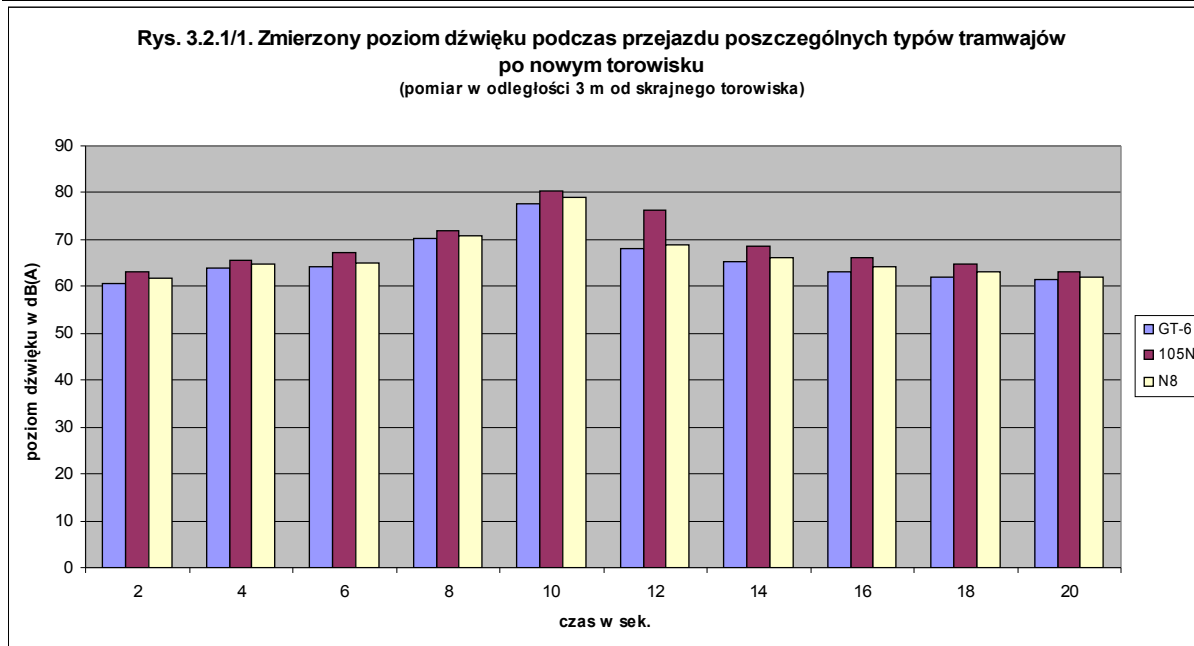
### 3.2.1. Wyniki pomiarów hałasu

Poniżej w tabeli 3.2.1/1 i na rysunkach 3.2.1/1 i 3.2.1/2 przedstawiono wyniki pomiarów hałasu dla dwóch odcinków torowiska (stare i nowe) dla poszczególnych typów taboru tramwajowego.

**Tabela 3.2.1/1. Wyniki pomiarów poziomu dźwięku w dB(A)**

Punkt pomiarowy	Nr pomiaru	Czas pomiaru s	Torowisko					
			Tor bliższy			Tor dalszy		
			MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)	MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)
P1 - nowe torowisko	1	20	70,4	70,2	73,0	65,8	67,0	69,5
	2		69,0	70,6	73,2	65,9	66,5	69,2
	3		69,2	71,2	72,5	65,0	67,2	68,2
	4		69,4	70,8	72,1	66,0	66,8	68,9
	Poziom maksymalny		79,9	81,1	82,2	75,2	76,5	78,3
	Poziom średni		69,5	70,7	72,8	65,7	66,9	69,0
P2 - stare torowisko	1	20	73,0	73,7	77,0	68,3	70,0	73,0
	2		72,0	73,0	76,0	68,4	69,5	72,1
	3		72,0	73,3	75,8	68,5	69,4	72,0
	4		72,1	74,0	76,2	69,3	69,9	72,5
	Poziom maksymalny		81,2	83,0	84,1	77,7	79,1	80,1
	Poziom średni		72,4	73,5	76,2	68,6	69,7	72,4
Porównanie P1-P2	Poziom maksymalny		-1,3	-1,9	-1,9	-2,5	-2,6	-1,8
	Poziom średni		-2,9	-2,8	-3,4	-2,9	-2,8	-3,4

str.



str.

Jak wynika z powyższego zestawienia wyników pomiarów zastosowane rozwiązania konstrukcyjne nowego torowiska, w tym tak zwany system szyny w otulinie ERS, poprzez ciągłe podparcie szyny zapewnia sprężyste przenoszenie obciążeń od pojazdów szynowych, a tym samym tłumienie drgań oraz hałasu wywołanych ich przejazdem. W stosunku do klasycznego torowiska stwierdzono obniżenie poziomu emisji hałasu do środowiska wynoszące ok. **3 – 3,5 dB(A)**.

### 3.2.2. Wyniki pomiarów drgań gruntu

Poniżej w tabelach 3.2.2/2 - i na rysunkach przebiegy 3.2.2/1 - 12 przedstawiono wyniki pomiarów drgań dla dwóch odcinków torowiska (stare i nowe) dla poszczególnych typów taboru tramwajowego w osiach pionowej (Z) i poziomych (X i Y).

TABELARYCZNE ZESTAWIENIA WYNIKÓW POMIARÓW PRZYSPIESZENIA DRGAŃ

**Tabela 3.2.2/1. Wyniki pomiarów przyspieszenia drgań w mm/s<sup>2</sup> - oś Z**

Punkt pomiarowy	Nr pomiaru	Czas pomiaru s	Torowisko - oś Z					
			Tor bliższy			Tor dalszy		
			MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)	MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)
P1 - nowe torowisko	1	10	129,1	270,0	93,3	41,5	112	23,6
	2		135,0	279,0	120,0	44,5	116,5	37
	3		136,0	265,0	120,1	45	109,5	37,0
	4		134,1	258,0	116,5	44,0	106	35,2
	Najwyższa wartość przyspieszenia		136,0	279,0	120,1	45	116,5	37,0
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		134,2	273,6	117,9	43,9	112,6	35,3
P2 - stare torowisko	1	10	500,0	1 105,0	354,4	182,2	457,2	116,0
	2		519,0	995,0	345,8	190,9	407,2	112,1
	3		505,0	1 115,0	330,4	184,5	461,8	105,1
	4		455,4	1 055,0	320,0	162	434,5	100,4
	Najwyższa wartość przyspieszenia		519,0	1 115,0	354,4	190,9	461,8	116,0
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		513,2	1109,3	348,9	186,2	457,1	111,8
Porównanie P1-P2	Najwyższa wartość przyspieszenia		-378,9	-835,7	-231,0	-142,2	-344,4	-76,5
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		-383	-836	-234,3	-145,9	-345,3	-79,0

str.

Tabela 3.2/2. Wyniki pomiarów przyspieszenia drgań w mm/s<sup>2</sup> - oś X

Punkt pomiarowy	Nr pomiaru	Czas pomiaru s	Torowisko - oś X					
			Tor bliższy			Tor dalszy		
			MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)	MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N(5)
P1 - nowe torowisko	1	10	122,0	144,0	93,0	38	49	23,5
	2		124,0	141,0	98,0	39	47,5	26
	3		115,0	148,0	82,0	34,5	51	18
	4		119,8	138,6	78,0	36,9	46,3	16
	Najwyższa wartość przyspieszenia		124,0	148,0	98,0	39	51	26
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		121,2	144,3	93,3	37,4	48,8	22,5
P2 - stare torowisko	1	10	384,0	750,2	365,9	109,5	276,0	101,3
	2		425,0	776,0	345,6	128,1	287,7	92,0
	3		447,0	771,1	388,0	138,1	285,5	111,3
	4		411,1	733,3	379,9	121,8	268,3	107,6
	Najwyższa wartość przyspieszenia		447,0	776,0	388,0	138,1	287,7	111,3
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		441,0	771,2	382,6	132,6	283,9	107,2
Porównanie P1-P2	Najwyższa wartość przyspieszenia		-319,7	-626,8	-289,3	-95,2	-235,1	-84,6
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		-323	-628	-290	-99,2	-236,7	-85,4

str.

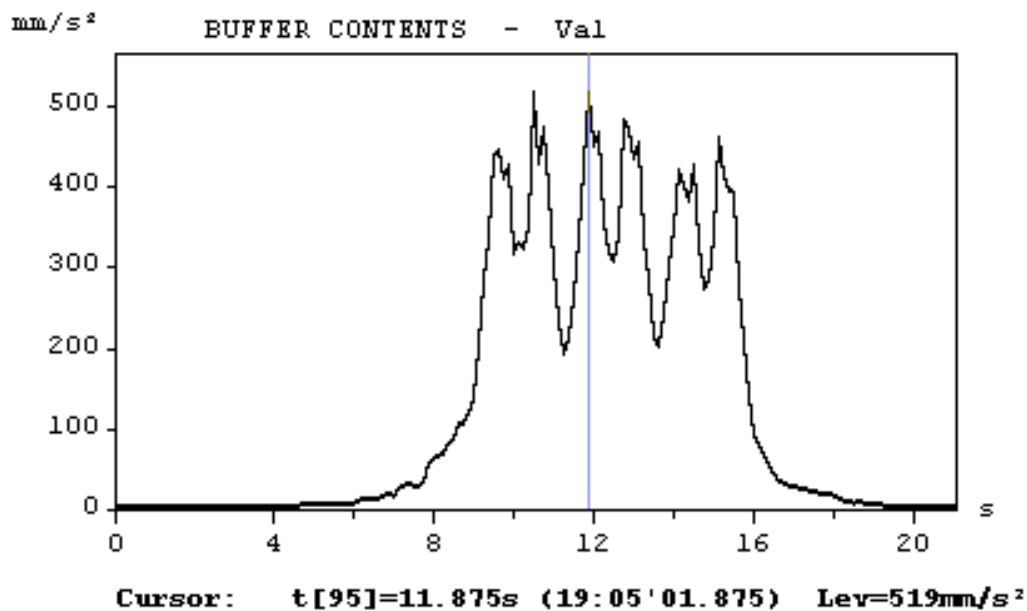
Tabela 3.2/1. Wyniki pomiarów przyspieszenia drgań w mm/s<sup>2</sup> - oś Y

Punkt pomiarowy	Nr pomiaru	Czas pomiaru s	Torowisko - oś Y					
			Tor bliższy			Tor dalszy		
			MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N (5)	MAN GT6+B4 (1)	N8 (5)	105N (5)
P1 - nowe torowisko	1	10	75,9	205,1	82,4	22,95	22,95	26,2
	2		117,0	218,9	77,1	43,5	43,5	23,5
	3		99,2	266,0	69,9	34,6	34,6	19,9
	4		101,0	233,0	85,0	35,5	35,5	27,5
	Najwyższa wartość przyspieszenia		117,0	266,0	85,0	43,5	43,5	27,5
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		111,2	259,9	81,4	38,6	112,1	25,1
P2 - stare torowisko	1	10	302,8	619,9	261,7	72,6	216,7	53,9
	2		320,0	621,2	245,8	80,4	217,3	46,7
	3		318,5	646,0	232,1	79,7	228,6	40,5
	4		311,8	644,0	271,1	76,7	227,7	58,2
	Najwyższa wartość przyspieszenia		320,0	646,0	271,0	80,4	228,6	58,2
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		316,7	642,1	265,5	78,3	225,5	53,8
Porównanie P1-P2	Najwyższa wartość przyspieszenia		-205,5	-382,1	-184,1	-39,7	-113,4	-28,7
	Przeciętna wartość maksymalnych amplitud przyspieszeń		-203	-380	-186	-36,9	-110,6	-30,6

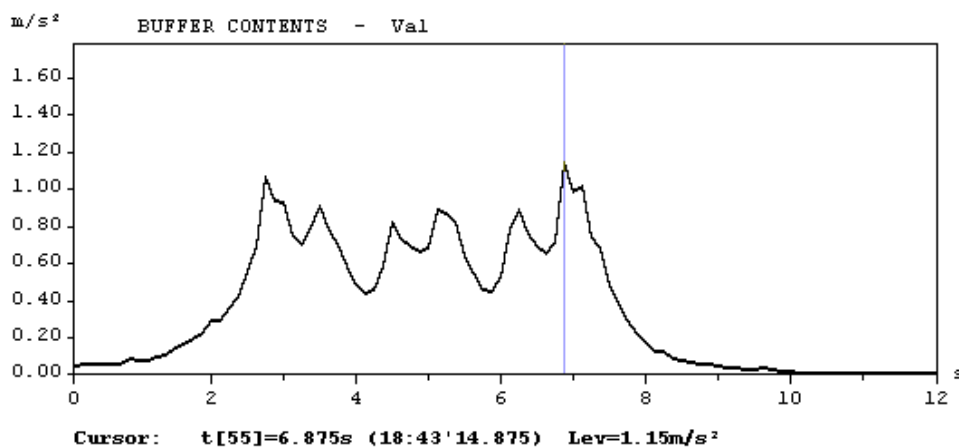
str.

GRAFICZNE PRZEBIEGI PRZYSPIESZENIA DRGAŃ

**Stare torowisko**

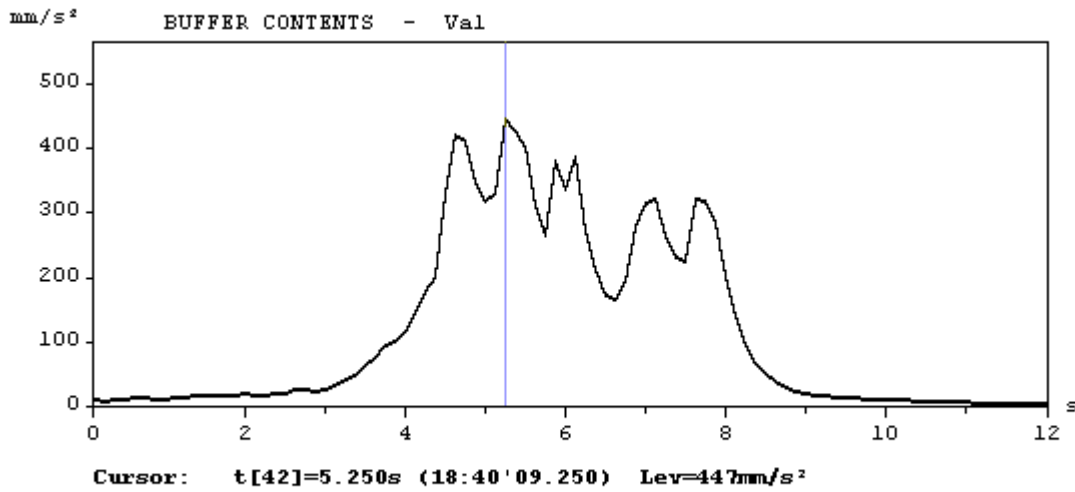


**Rys. 3.2.2/1. Składowa „Z” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze**

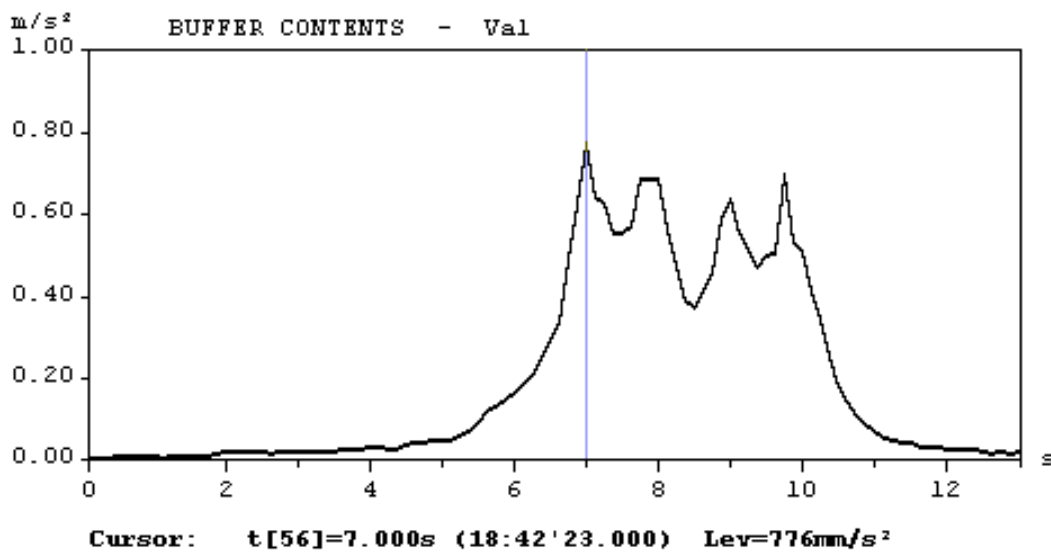


**Rys. 3.2.2/2. Składowa „Z” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze**

str.



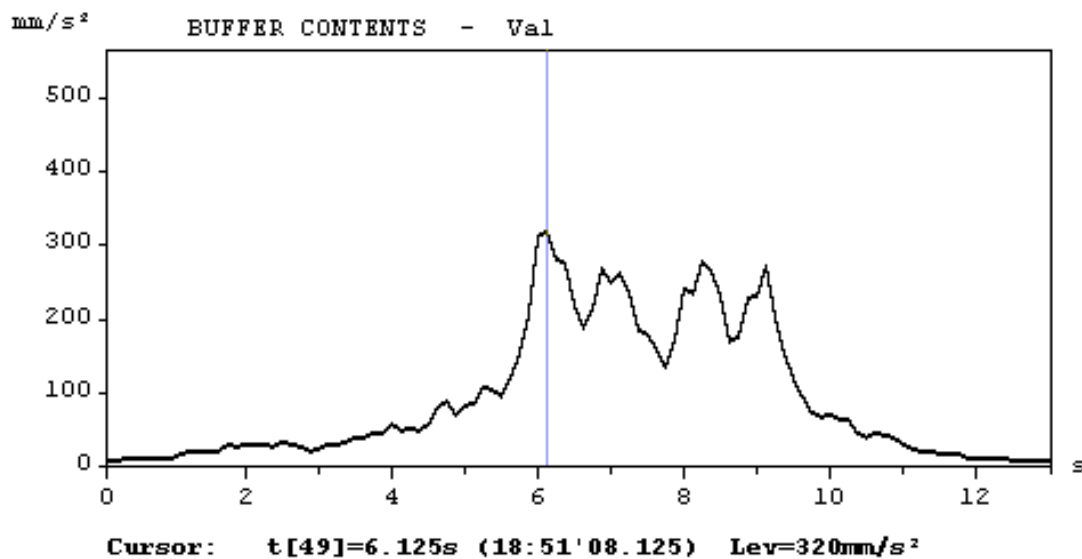
*Rys. 3.2.2/3. Składowa „X” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze*



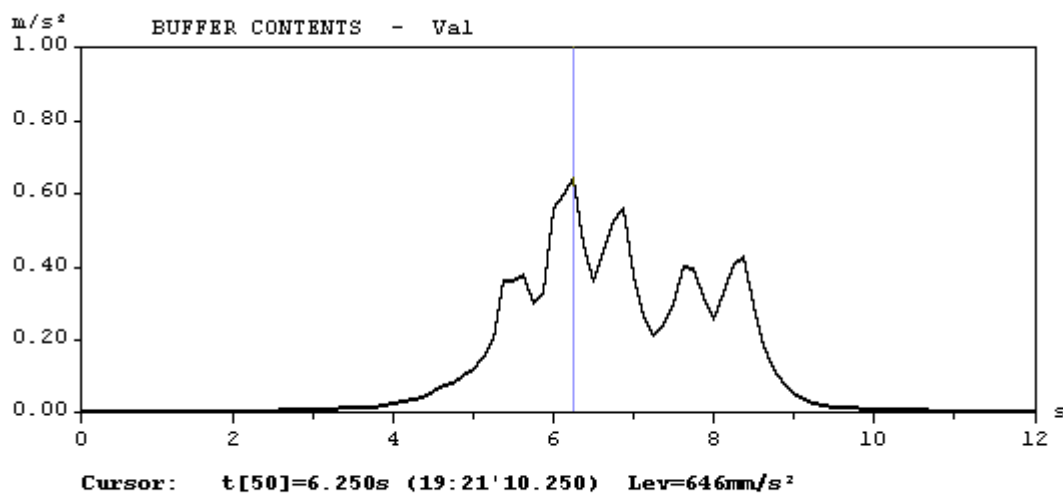
*Rys. 3.2.2/4. Składowa „X” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze*



str.

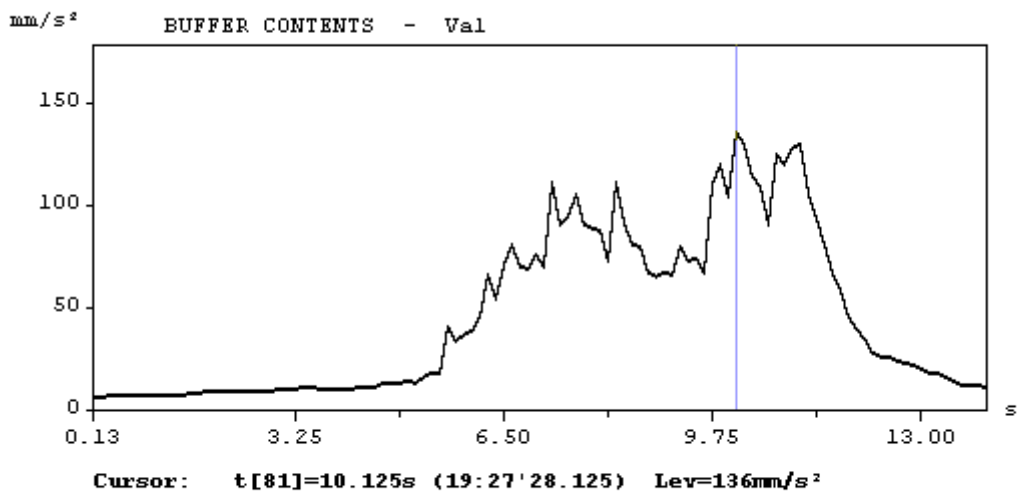


*Rys. 3.2.2/5. Składowa „Y” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze*

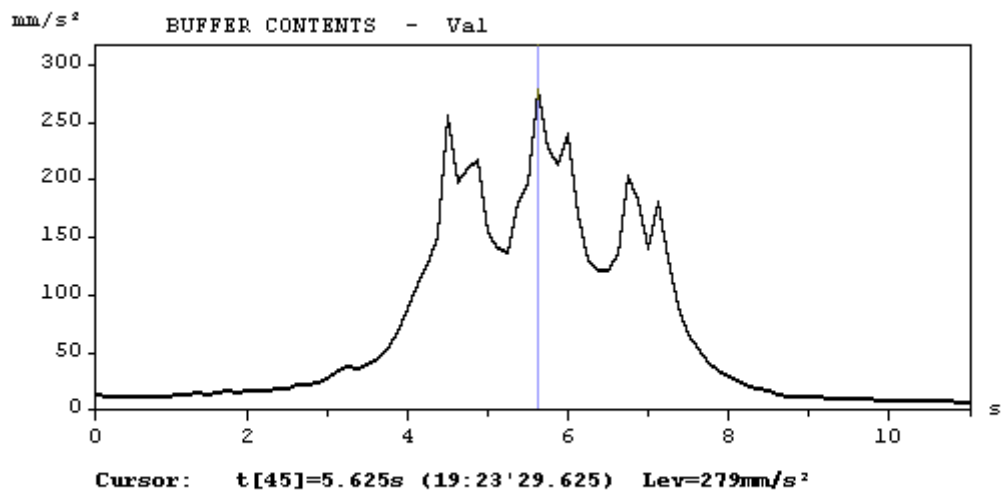


*Rys. 3.2.2/6. Składowa „Y” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze*

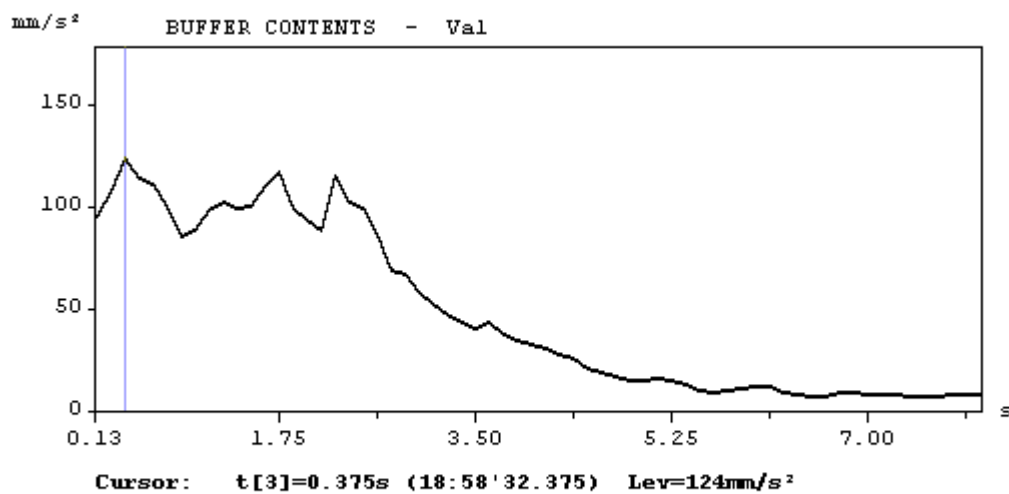
*Nowe torowisko*



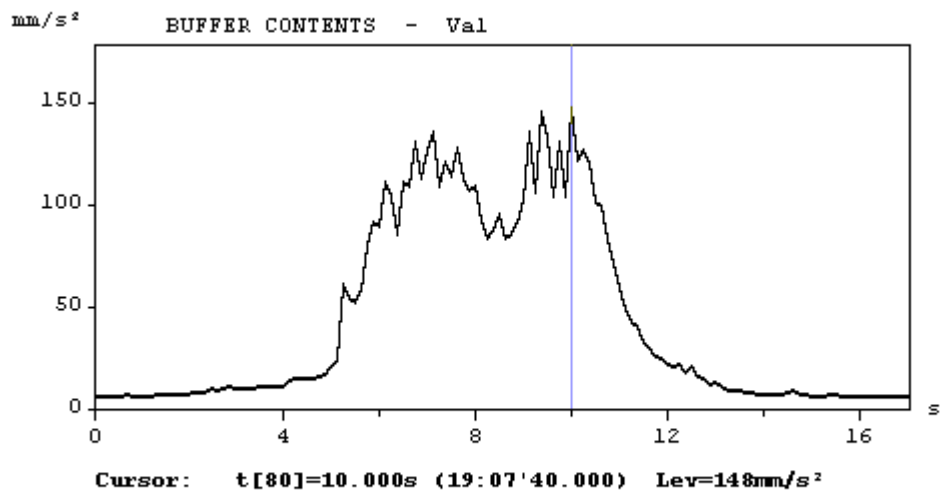
*Rys. 3.2.2/7. Składowa „Z” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze*



*Rys. 3.2.2/8. Składowa „Z” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze*

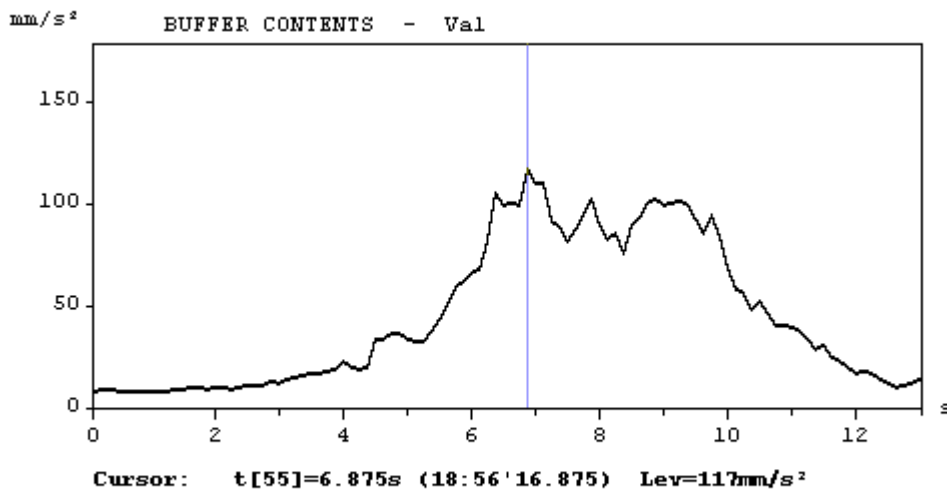


*Rys. 3.2.2/9. Składowa „X” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze*

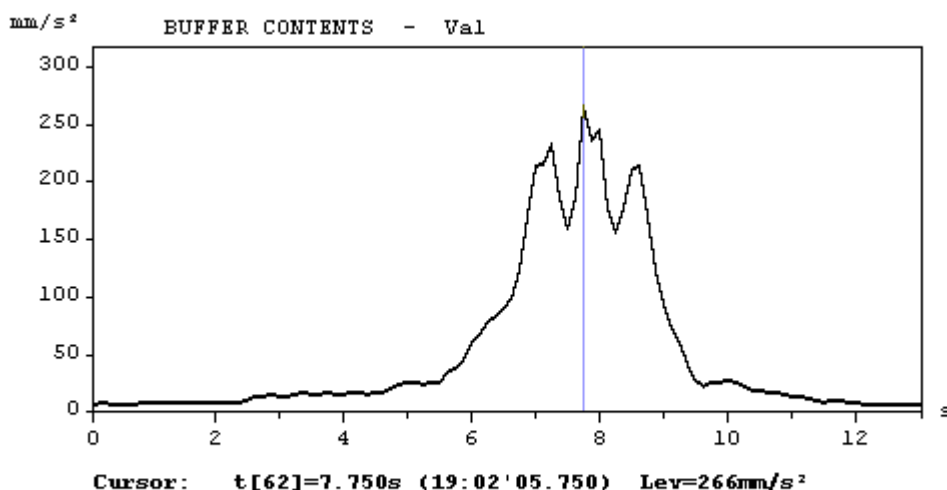


*Rys. 3.2.2/10. Składowa „X” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze*

str.



**Rys. 3.2.2/11. Składowa „Y” podczas przejazdu tramwaju GT6+B4 po najbliższym torze**



**Rys. 3.2.2/12. Składowa „Y” podczas przejazdu tramwaju N8 po najbliższym torze**

Jak wynika z powyższego zestawienia wyników pomiarów przyspieszenia drgań zarówno w przypadku starego jak i nowego torowiska najintensywniejsze są drgania pionowe (Z). Nieco mniej intensywne są natomiast drgania poziome zarówno w kierunku poprzeczny (X) jak i podłużnym (Y). Przebiegi drgań wskazują, że „wozy norymberskie” (GT6 i N8) wzbudzają znacznie intensywniejsze drgania niż wozy 105N.

Najistotniejszym wynikiem badań jest jednak to, że zastosowane rozwiązania konstrukcyjne nowego torowiska, w tym tak zwany Icosit KC System w wersji ERS, poprzez odpowiedni dobór materiałów skutecznie przenoszą obciążenia od pojazdów szynowych, a tym samym tłumienie drgań oraz hałasu wywoływanego ich przejazdem. W stosunku do klasycznego torowiska stwierdzono obniżenie poziomu drgań do



BIURO ANALIZ „ENVI-PRO”

Waldemar Wiatrak

*ENVIRONMENTAL PROTECTION - ANALYSIS AGENCY*

---

31-416 Kraków, ul. Marchołta 39/8 tel. (012) 412 10 44, Biuro: ul. Mazowiecka 4-6/619, 30-036 Kraków,  
tel./fax (012) 633 02 24, tel. kom: (0) 691 695 672, e-mail: [envipro@wp.pl](mailto:envipro@wp.pl), NIP: 676-177-66-16,

# **POMIARY HAŁASU I WIBRACJI W ŚRODOWISKU**

## **DLA FRAGMENTU LINII TRAMWAJOWEJ BIEGNĄCEJ UL. KOCMYRZOWSKĄ W KRAKOWIE**



**Kraków, 2008/2009 r.**

POMIARY HAŁASU I WIBRACJI W ŚRODOWISKU DLA FRAGMENTU LINII TRAMWA-  
JOWEJ BIEGNĄCEJ UL. KOCMYRZOWSKĄ W KRAKOWIE

**Zleceniodawca:** Sika Poland Sp. z o.o Oddział Południowo- Wschodni. Biuro w Krakowie ul.  
Łowińskiego 40, 31-752 Kraków

**Autorzy:** mgr Waldemar Wiatrak  
*Biegły z listy Wojewody Małopolskiego w zakresie sporządzania ocen od-  
działywania na środowisko – Nr 96/2000*

mgr inż. Monika Małopolska

mgr Aneta Wiatrak

BIURO ANALIZ „ENVI-PRO”  
Waldemar Wiatrak  
Siedziba: 31-416 Kraków, ul. Marchołta 39/8  
tel.: (12) 412 10 44, Biuro: ul. Mazowiecka 21/202  
tel./fax: (12) 299 74 75, tel. kom. (0) 691 695 672  
NIP: 676-177-66-16, REGON: 356367710



str.

środowiska wynoszące nawet przeszło **800 mm/s<sup>2</sup>**, co oznacza obniżenie wielkości drgań o blisko **75%**.

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedmiotem opracowania jest wykonanie opracowania pt. "Pomiary hałasu i wibracji w środowisku dla fragmentu linii tramwajowej biegnącej ul. Kocmyrzowską w Krakowie".

Pomiary wykonano w pobliżu istniejącego torowiska (przejazd przez torowisko w rejonie ul. Nad Dłubnią) jak i w pobliżu przebudowanego fragmentu torowiska (na odcinku gdzie linia tramwajowa przecina jezdnię i dalej biegnie po wydzielonym torowisku po wschodniej stronie ul. Kocmyrzowskiej).

Wzdłuż ul. Kocmyrzowskiej biegnie dwutorowa linia tramwajowa Kocmyrzowska – Wzgórza Krzesławickie (aktualnie kursują tu 2 linie tramwajowe nr 1 oraz nr 5). Na przeważającej części analizowanego odcinka wykorzystywane jest torowisko klasyczne na podkładach na tuczniu, zalane na przejazdach asfaltem.

Fragment torowiska (przejście z pasa rozdzielającego dwie jezdnie ul. Kocmyrzowskiej na wydzielone torowisko biegnące po wschodniej stronie ulicy) został częściowo zmodernizowany przy wykorzystaniu Systemu ERS firmy Sika Poland Sp. z o.o.

Przekrój tego nowego odcinka torowiska składa się z 20 cm betonu lanego, na tym znajduje się od 5 do 12 cm asfaltobetonu. Na tej warstwie ułożona jest płyta prefabrykowana o grubości 35 cm. Mocowanie szyny w kanale szynowym zostało wykonane przy pomocy Icosit KC System w wersji ERS ( tzw. mocowanie ciągłe ). Polega ono na mocowaniu szyny w konstrukcji bezpodsytkowej ( w tym przypadku płyta prefabrykowana ) za pomocą odpowiednio dobranych materiałów na bazie żywic poliuretanowych. W skład systemu wchodzi materiały gruntujące, klej do wkładek przy szynowych ( w tym przypadku bloczki betonowe ) oraz odpowiednio dobrany do przewidywanych ugieć materiał zalewowy.

Na ul. Kocmyrzowskiej kursują dwie linie tramwajowe: linia nr 1 (Salwator – Wzgórza Krzesławickie) oraz linia nr 5 (Krowodrza Górka – Wzgórza Krzesławickie). Podczas prowadzonych pomiarów kursowały następujące wagony: GT6+B4, N8 oraz 105N.

Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów hałasu zastosowane rozwiązania konstrukcyjne nowego torowiska, w tym tak zwany system szyny w otulinie ERS, poprzez ciągłe podparcie szyny zapewnia sprężyste przenoszenie obciążeń od pojazdów szynowych, a tym samym tłumienie drgań oraz hałasu wywołanych ich przejazdem. W stosunku do klasycznego torowiska stwierdzono obniżenie poziomu emisji hałasu do środowiska wynoszące ok. **3 – 3,5 dB(A)**.

Jak wynika z pomiarów drgań (przyspieszenia) zarówno w przypadku starego jak i nowego torowiska najintensywniejsze są drgania pionowe (Z). Nieco mniej intensywne są natomiast drgania poziome zarówno w kierunku poprzeczny (X) jak i podłużnym (Y). Przebiegi drgań wskazują, że „wozy norymberskie” (GT6 i N8) wzbudzają znacznie intensywniejsze drgania niż wozy 105N.

Najistotniejszym wynikiem badań jest jednak to, że zastosowane rozwiązania konstrukcyjne nowego torowiska, w tym tak zwany system szyny w otulinie ERS, poprzez ciągłe podparcie szyny zapewnia sprężyste przenoszenie obciążeń od pojazdów szynowych, a tym samym tłumienie drgań oraz hałasu wywołanych ich przejazdem. W stosunku do klasycznego torowiska stwierdzono obniżenie poziomu drgań do środowiska wynoszące nawet przeszło **800 mm/s<sup>2</sup>**, co oznacza obniżenie wielkości drgań o blisko **75%**.