

MONIKA WIERZBIŃSKA¹, MACIEJ MYRDKO²

¹Institut Ochrony i Inżynierii Środowiska
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

²Citroen Dimot Sp.J. w Oświęcimiu

EKRANY AKUSTYCZNE DLA OGRANICZENIA HAŁASU DROGOWEGO NA PRZYKŁADZIE MIASTA KĘTY

Streszczenie. W pracy przedstawiono zastosowanie ekranów akustycznych na przykładzie ronda przy ul. Mickiewicza w Kętach (północna obwodnica Kęt). Przytoczono dopuszczalne poziomy hałasu generowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, podstawowe wymagania dotyczące ekranów akustycznych oraz charakterystykę różnych rodzajów materiałów wykorzystywanych do produkcji barier dźwiękochłonnych.

Słowa kluczowe: ekran akustyczny, hałas, drgania

Wstęp

Jednym ze sposobów zmniejszenia uciążliwości hałasu związanego z ruchem drogowym jest zastosowanie ekranów akustycznych.

Ekran akustyczny, spełniając swoją główną funkcję, czyli ochronę przed hałasem, są narażone na działanie sił zewnętrznych, takich jak wiatr, dynamiczne wahania ciśnienia powietrza powodowane poruszającymi się pojazdami, a także ciężar własny elementów konstrukcyjnych. Mogą być również narażone na uderzenia kamieniami i innymi odłamkami wyrzucanymi spod kół pojazdów, a także na dynamiczne uderzenia śniegu odrzucanego przez sprzęt oczyszczający drogi.

Pożądane cechy ekranów są następujące:

- ekrany nie powinny stwarzać niebezpieczeństwa dla użytkowników dróg,
- nie powinny pomagać w rozprzestrzenianiu się ognia,
- nie powinny odbijać światła w sposób zagrażający bezpieczeństwu ruchu drogowego,
- powinny być zbudowane z materiałów, które w wyniku procesów naturalnych lub przemysłowych albo wskutek działania ognia nie wydzielają szkodliwych gazów ani cieczy,

- powinny umożliwiać ewakuację użytkowników dróg ze strefy zagrożenia,
- powinny jak najbardziej odzwierciedlać lokalny charakter krajobrazu przy jednoczesnej minimalnej ingerencji w środowisko naturalne.

Drgania powodowane przez pojazdy zaliczają się do najpoważniejszych wibracyjnych zagrożeń środowiska. Charakter oddziaływania drgań i hałasu wytwarzanego przez motoryzację na materię ożywioną jest podobny jak w przypadku oddziaływania na organizm ludzi, tzn. drgania przede wszystkim prowadzą do mechanicznych uszkodzeń organizmów oraz zaburzenia ich czynności fizjologicznych (KOSZARNY 1999). Głównym powodem szkodliwego oddziaływania drgań i hałasu na materię nieożywioną, stanowiącą środowisko przyrodnicze i cywilizacyjne, są zjawiska zmęczenia materiałów i konstrukcji, zarówno sztucznych, jak i naturalnych. Szkodliwe skutki oddziaływania na środowisko procesów wibroakustycznych są zależne nie tylko od ich poziomów, ale i od ich przebiegów w czasie, w uproszczeniu: od przeciętnych poziomów procesów i czasu ich oddziaływania na przedmioty środowiska. Wyznacza się w związku z tym m.in. średnią dawkę lub poziom ekwiwalentny badanego procesu w czasie obserwacji, np. w postaci wartości średniokwadratowej (ENGEL 1993).

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez linie elektroenergetyczne oraz starty, lądowania i przeloty samolotów powietrznych, przedstawiono w tabeli 1 (ROZPORZĄDZENIE... 2007).

Tabela 1. Dopuszczalne poziomy hałasu (ROZPORZĄDZENIE... 2007)

Table 1. Noise limits (ROZPORZĄDZENIE... 2007)

Lp. O. No.	Przeznaczenie terenu Destination of area	Dopuszczalny poziom hałasu wyrażany równoważnym poziomem dźwięku A (dB) – Noise limit (dB)			
		drogi lub linie kolejowe roads or railroads		instalacje i pozostałe obiekty i grupy źródeł hałasu installations and other objects and groups of noise sources	
		pora dnia, przedział czasu odniesienia równy 16 h day-time, 16 h during the day	pora nocy, przedział czasu odniesienia równy 8 h night-time, 8 h during the night	pora dnia, przedział czasu odniesienia równy 8 h najbardziej niekorzystnym w ciągu dnia day-time, 8 h of rush hours	pora nocy, przedział czasu odniesienia równy 1 h najbardziej niekorzystnej w nocy night-time, 1 h of rush hours
1	2	3	4	5	6
1	a) obszary ochrony uzdrowiskowej health-resort protected areas b) tereny szpitali poza miastem areas with hospitals outside the city	50	45	45	40
2	a) tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej areas with one-family housing buildings	55	50	50	40

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5	6
3	b) tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży areas with buildings for children and youth for long or permanent stay				
	c) tereny domów opieki areas with houses of care				
	d) tereny szpitali w miastach urban areas with hospitals				
	a) tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego areas with group housing buildings	60	50	55	45
4	b) tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej z usługami rzemieślniczymi areas with one-family housing buildings with craft service				
	c) tereny rekreacyjno-wypoczynkowe poza miastem rest areas outside the city				
	d) tereny zabudowy zagrodowej areas with farm buildings				
	a) tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ze zwartą zabudową mieszkaniową i koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych areas in cities with over 100 thousand inhabitants	65	55	55	45

Innym rodzajem wartości dopuszczalnych związanych z tzw. programami ochrony przed hałasem są wartości progowe hałasu (ROZPORZĄDZENIE... 2007). Wartości te bardzo rzadko występują bezpośrednio przy krawędzi jezdni, przy bardzo dużych natężeniach ruchu w arteriach miejskich.

Normy europejskie określają kryteria klasyfikacji drogowych urządzeń przeciwhałasowych pod kątem parametrów mechanicznych (niezależnie od materiałów wykorzystanych do ich budowy). Narzucają również kryteria oceny bezpieczeństwa użytkowania i wpływu ekranów na środowisko. Normy te biorą pod uwagę zróżnicowanie aktualnej praktyki projektowej w krajach Europy oraz podają dodatkowe wymagania. Wymogi dla nietypowych sytuacji powinny być opracowane indywidualnie przez projektantów.

Ochrona klimatu akustycznego na przykładzie obwodnicy północnej Kęt

Kęty (woj. małopolskie) są położone w Kotlinie Oświęcimskiej, w dolinie rzeki Soły. Należą do podkarpackiej strefy klimatycznej. Miasto jest położone na skrzyżowaniu dróg biegnących z Krakowa do Bielska-Białej i ze Śląska przez Oświęcim do Żywca.

Głównymi źródłami hałasu przy obwodnicy północnej Kęt są oddziaływania wywołane przez ruch samochodów. Obliczenia poziomów hałasu wykonano przy założeniu natężenia i struktury ruchu prognozowanych na rok 2015, z uwzględnieniem maksymalnego planowanego przepływu samochodów, w wariancie zarówno dla pory dziennej, jak i nocnej. Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- wszystkie pojazdy są źródłem jednakowej mocy akustycznej, a źródło hałasu jest zlokalizowane na wysokości 0,5 m nad poziomem terenu,
- pojazdy potraktowano jako zbiór punktowych źródeł hałasu,
- maksymalny poziom mocy akustycznej dla samochodów ciężarowych przyjęto na poziomie 92,5 dB,
- wartość wyjściową do obliczenia poziomu równoważnego na podstawie natężenia ruchu określano z zależności (NIEMAS 2005):

$$L_{A_{weqi}} = L_{AW} - 10 \log(T/t) \quad (\text{dB})$$

gdzie:

L_{AW} – maksymalny poziom mocy akustycznej,

$T = 8 \text{ h} = 480 \text{ min}$ dla pory dnia i $T = 0,5 \text{ h} = 30 \text{ min}$ dla pory nocy,

t – łączny czas emisji przez 8 h w ciągu dnia i 0,5 h = 30 min w ciągu nocy.

Zgodnie z powyższym dla omawianej sytuacji określono:

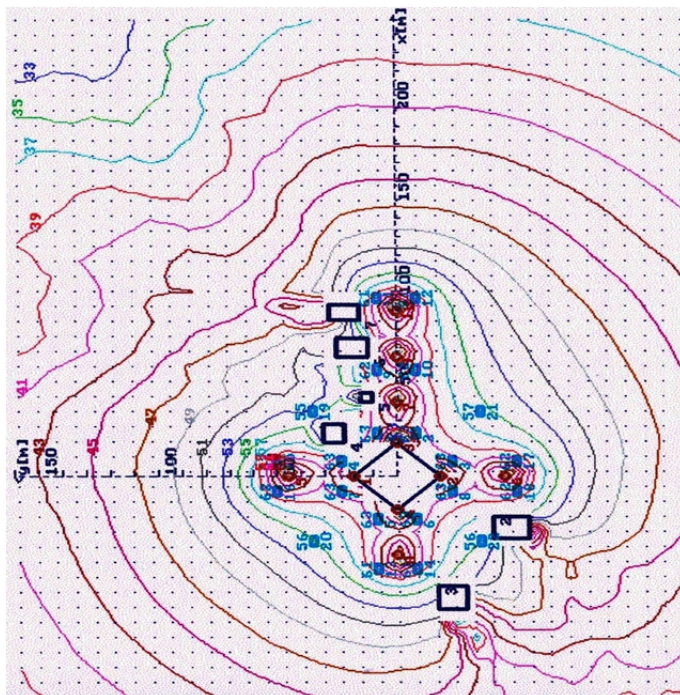
- dla pory dziennej $L_{A_{weqi}} = 90,5 \text{ dB}$,
- dla pory nocnej $L_{A_{weqi}} = 79,5 \text{ dB}$.

Wyniki

Mapy rozprzestrzeniania się hałasu w okolicy omawianego ronda w ciągu dnia i nocy przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Obliczony na wysokości normatywnej, tj. 1,5 m, oraz na wysokości okien najbliższej zabudowy mieszkalnej poziom dźwięku w przyjętych punktach obliczeniowych i wykres izol linii poziomów dźwięku obrazują, że emisja hałasu z analizowanego obiektu w omawianym wariancie obliczeń nie spełnia wymogów ochrony środowiska w zakresie ochrony przed hałasem, dotyczy to zarówno pory dziennej, jak i nocnej. Biorąc pod uwagę ustaloną wartość hałasu emitowanego z analizowanych źródeł, stwierdzono, iż w celu spełnienia wymogów ochrony środowiska w zakresie ochrony przed hałasem w obrębie terenów sąsiadujących z omawianym rondem może być niezbędne albo utworzenie obszaru ograniczonego użytkowania, albo zabezpieczenie tychże terenów przed szkodliwym oddziaływaniem ze strony projektowanej inwestycji w omawianym zakresie.

W związku z powyższym zdecydowano się na wykonanie ochrony czynnej projektowanego ronda poprzez budowę ekranów akustycznych umiejscowionych w granicach



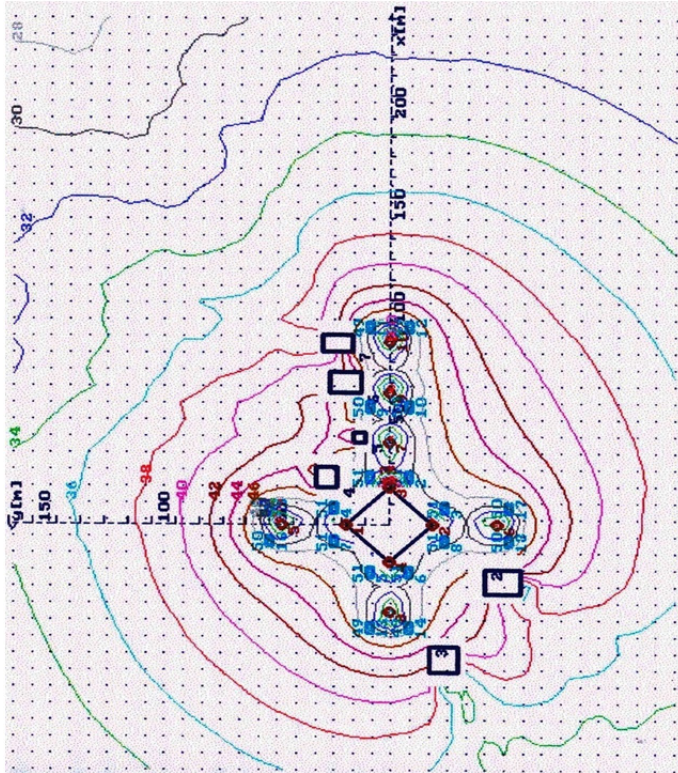
Rys. 1. Rozprzestrzenianie się hałasu dla przyjętych parametrów źródeł hałasu w porze dziennej (DOKUMENTACJA... 2002)

Fig. 1. Noise propagation for selected parameters of noise sources at day-time (DOKUMENTACJA... 2002)

lokalizacji przedsięwzięcia ze wszystkich jego stron. Zabezpieczy to sąsiadujące tereny przed ponadnormatywnym oddziaływaniem hałasu. Biorąc pod uwagę fakt, iż w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego ronda występują budynki mieszkalne, zdecydowano się na wykonanie ekranów przezroczystych. Taka forma zabezpieczenia nie powoduje zmian w naturalnym oświetleniu budynków ani w naświetleniu sąsiadujących terenów chronionych.

Doskonałym materiałem nadającym się na tego typu konstrukcje okazał się pleksiglas – przezroczyste tworzywo sztuczne nazywane również szkłem akrylowym. Płyty GS i GS.CC powstają przez odlanie tworzywa w formie szkła krystalicznego o bardzo dobrej jakości. Dzięki temu płyty mają równą, gładką i niezniekształconą powierzchnię o dużej przejrzystości (ponad 92%). Płyty XT powstają przez wytłaczanie ciśnieniowe i mają te same właściwości fizyczne jak płyty wylane GS.

Izolacyjność akustyczna (decydująca cecha ekranu akustycznego) pleksiglasu jest większa w porównaniu np. ze szkłem poliwęglanowym. Szkło akrylowe ze swoim modulem sprężystości (3300 MPa) jest również dużo lepszym materiałem konstrukcyjnym niż poliwęglan (2200 MPa). Dzięki temu można zmniejszyć rozstaw podpór, a co za tym idzie zaoszczędzić środki na zakup stali i innych materiałów potrzebnych do ich budowy. Płyty wystarczy zamocować jedynie od strony słupków. Można nawet bez



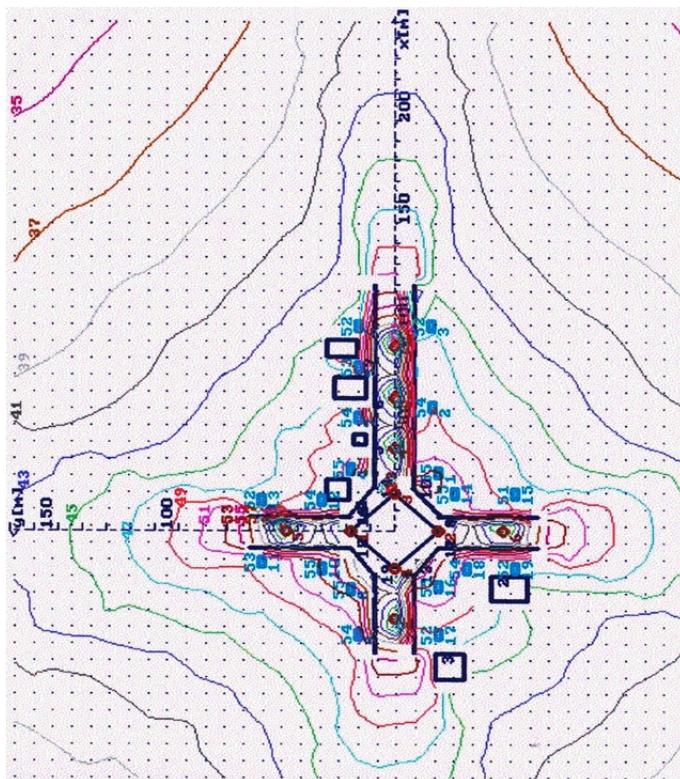
Rys. 2. Rozprzestrzenianie się hałasu dla przyjętych parametrów źródeł hałasu w porze nocnej (DOKUMENTACJA... 2002)

Fig. 2. Noise propagation for selected parameters of noise sources at night-time (DOKUMENTACJA... 2002)

przeciwskazań konstrukcyjnych zostawić część górną bez podpory (czyli słupków). Jest to duża oszczędność w stosunku do poliwęglanów, wymagających stosowania podpór poziomych. Niebagatelny jest również aspekt estetyczny. Uzyskujemy w ten sposób „odchudzenie konstrukcji”, efekt lekkości i subtelności rozwiązania (DOKUMENTACJA... 2002).

Celem zabezpieczenia ekranów przed ewentualnymi mechanicznymi uszkodzeniami (uderzenia pojazdów podczas wypadków) posadowiono je na betonowej podmurówce o wysokości 0,3 m nad poziomem gruntu w części przykorpusewej projektowanego ronda oraz 0,8 m nad poziomem gruntu w obszarach wjazdowo-wyjazdowych. Podmurówka ta może stanowić jednocześnie zewnętrzną krawędź chodników i projektowanej ścieżki rowerowej (DOKUMENTACJA... 2002).

Symulację rozchodzenia się hałasu w okolicy kęckiego ronda przy ul. Mickiewicza, po zainstalowaniu ekranów akustycznych z pleksiglasu, przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

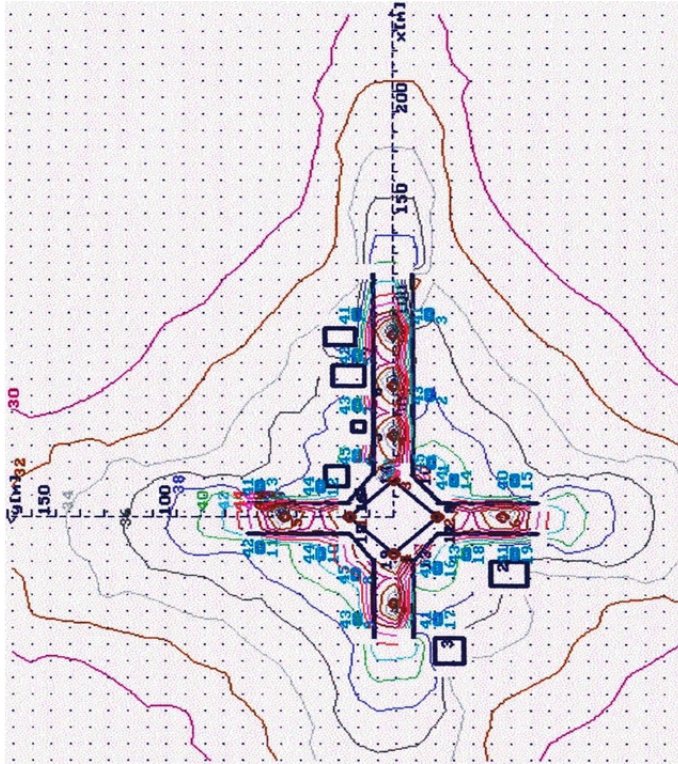


Rys. 3. Rozprzestrzenianie się hałasu w okolicy ronda przy ul. Mickiewicza dla przyjętych parametrów źródeł hałasu z zabezpieczeniem ekranami w porze dziennej (DOKUMENTACJA... 2002)

Fig. 3. Noise propagation in the area of traffic circle by Mickiewicza street for selected parameters of noise sources, using acoustic screens, at day-time (DOKUMENTACJA... 2002)

Biorąc pod uwagę fakt, iż podczas eksploatacji analizowanej inwestycji może okresowo dochodzić do zwiększonych emisji hałasu, nawet do 130 dB, połączonych ze wzmożonym oddziaływaniem wibroakustycznym związanym np. z ruchem nietypowych pojazdów ciężkich, należy się spodziewać ponadnormatywnego oddziaływania omawianego obiektu drogowego na pobliskie obiekty mieszkalne.

Projektowane wjazdy bramowe spowodują punktowe przerwania ciągłości ekranów akustycznych, co wywoła lokalne zwiększenie emisji hałasu do środowiska, tym samym na ponadnormatywne oddziaływanie hałasu będą narażone obiekty mieszkalne zlokalizowane w pobliżu wjazdów. Dla zminimalizowania tego zjawiska proponuje się wykonanie indywidualnej ochrony biernej obiektów przez wymianę okien na okna o zwiększonej izolacyjności akustycznej. Zaproponowane działania będą gwarantować pełną ochronę klimatu akustycznego sąsiadujących obszarów, w tym budynków mieszkalnych.



Rys. 4. Rozprzestrzenianie się hałasu w okolicy ronda przy ul. Mickiewicza dla przyjętych parametrów źródeł hałasu z zabezpieczeniem ekranami w porze nocnej (DOKUMENTACJA... 2002)

Fig. 4. Noise propagation in the area of traffic circle by Mickiewicza street for selected parameters of noise sources, using acoustic screens, at night-time (DOKUMENTACJA... 2002)

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że emisja hałasu w obrębie ronda przy ul. Mickiewicza w Kętach nie spełnia wymogów norm w zakresie dopuszczalnych emisji hałasu, ani w porze dziennej, ani nocnej. W związku z tym zaistniała konieczność bądź utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania opisanego terenu, bądź zabezpieczenia go przed szkodliwym i uciążliwym hałasem. W konsekwencji zaprojektowano i zainstalowano ekrany akustyczne z pleksiglasu, tzw. szkła akrylowego, które uznano za lepszy – pod względem izolacyjności akustycznej oraz modułu sprężystości – materiał niż powszechnie stosowane szkło poliwęglanowe. Symulacja rozchodzenia się hałasu w okolicy kęckiego ronda przy ul. Mickiewicza pokazała, że w badanych porach doby po zainstalowaniu ekranów akustycznych emisja hałasu zmniejszy się. Jednak punktowe przerwanie ciągłości ekranów umożliwiające okolicznym mieszkańcom dojazd do pose-

sji spowodują zagrożenia ponadnormatywnym hałasem. Dla zminimalizowania ewentualnego oddziaływania tej uciążliwości zaproponowano wymianę okien w okolicznych budynkach na okna o zwiększonej izolacyjności akustycznej.

Literatura

- DOKUMENTACJA projektowo-budowlana firm Klotoidea i Energopol. 2002. Maszynopis. Energo-pol, Warszawa.
- ENGEL Z., 1993. Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa.
- KOSZARNY Z., 1999. Wpływ hałasu na zdrowie człowieka. *Ekopartner* 5: 3-4.
- NIEMAS M., 2009. Ekrany akustyczne – zasady projektowania i oceny właściwości akustycznych. *Mater. Bud.* 8: 25-28.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. 2007. *Dz. U.* 120, poz. 826.

ACOUSTIC SCREENS FOR THE LIMITATION OF ROAD NOISE ON THE EXAMPLE OF KĘTY

Summary. The paper presents the application of acoustic screens on the example of traffic roundabout situated in the Mickiewicza street in Kęty (northern by-pass of Kęty). Permissible noise levels in environment are quoted. Basic parameters and requirements of acoustic baffle as a protection means to counteract noise were presented. Moreover, profiles of various kinds of materials used for soundproof barriers manufacturing were presented.

Key words: acoustic screen, noise, vibrations

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Monika Wierzbińska, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Poland, e-mail: mwierzbinska@ath.bielsko.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:
16.08.2011

Do cytowania – For citation:

*Wierzbińska M., Myrdko M., 2011. Ekrany akustyczne dla ograniczenia hałasu drogowego na przykładzie miasta Kęty. *Nauka Przym. Technol.* 5, 4, #76.*