Niskie ekrany – skuteczna ochrona przed hałasem w transporcie kolejowym

Kamil HAJDUK[1]

Streszczenie
Hałas jest szkodliwym zjawiskiem, który negatywnie wpływa na środowisko oraz na zdrowie ludzi poddanych jego działaniu. W transporcie szynowym głównym źródłem hałasu jest hałas toczenia, który dotyczy wszystkich rodzajów pociągów. W Polsce głównym sposobem ograniczania kolejowego hałasu jest budowanie wysokich ekranów akustycznych, które wymagają szerszych nasypów kolejowych i degradują środowisko. W Europie stosuje się niskie ekrany akustyczne, charakteryzujące się dużą skutecznością działania, pozytywnie wpływają na środowisko i które są zgodne z polskimi przepisami.

Słowa kluczowe: hałas, kolej, ekrany akustyczne, proces inwestycyjny, innowacje, badanie i rozwój, ekologia

1. Wprowadzenie

Na przełomie ostatnich lat w kilku krajach europejskich rozpoczęto pojedyncze badania niskich ekranów akustycznych i innych rozwiązań w dziedzinie obniżania poziomu hałasu w transporcie szynowym. W Polsce tradycyjne sposoby ograniczania hałasu kolejowego powodują wiele problemów wykonawczych, dlatego w artykule przedstawiono poszczególne rozwiązania dostosowane do polskiego, wymagającego rynku kolejowego.

2. Hałas – jego źródła i sposoby ograniczania

2.1. Źródła hałasu

Hałas jest szkodliwym zjawiskiem, zanieczyszczającym środowisko i negatywnie oddziałującym na zdrowie ludzi narażonych na działanie jego wysokich poziomów.

W transporcie kołowym, czyli drogowym i kolejowym, wyróżnia się trzy różne źródła hałasu:
- hałas toczenia,
- hałas silnika,
- hałas aerodynamiczny.

Hałas silnika ma największe znaczenie przy małych prędkościach – do około 30 km/h, hałas toczenia – przy prędkościach powyżej 30 km/h, a hałas aerodynamiczny – przy prędkościach powyżej 200 km/h. Największym źródłem hałasu jest hałas toczenia, który dotyczy wszystkich rodzajów pociągów. Hałas toczenia powstaje w wyniku styku koła z szyną i z reguły jest znacznie wyższy, jeżeli infrastruktura jest w złym stanie technicznym. Doświadczenia związane z modernizacją linii kolejowych w Polsce (na przykładzie odcinka Warszawa Praga – Legionowo linii kolejowej nr E65/ C-E65) pokazują, że po modernizacji, przy takim samym taborze, wartości równoważnego poziomu dźwięku LAeq są o 5 dB mniejsze niż przed modernizacją. W wielu miejscach jest to wartość niewystarczająca do spełnienia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. (i późniejszą zmianą z 1 października 2012 r.) w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Rysunek 1 przedstawia źródła hałasu powstającego na styku koła z szyną i sposób jego rozprzestrzeniania. Jak widać, hałas jest emitowany również pośrednio przez szynę i nawierzchnię.

Rys. 1. Propagacja hałasu toczenia [11]

[1] Mgr inż.; Bahati Rail Sp. z o.o., Gdynia; e-mail: khajduk@bahati.pl.

Sposoby ograniczania hałasu kolejowego można podzielić na dwie grupy:

- aktywne, za które odpowiada przewoźnik – to m.in. nowoczesny tabor, nowoczesne systemy hamulcowe (hamulce tarczowe lub kompozytowe klocki hamulcowe stosowane w taborze), nominalne i gładkie powierzchnie obręczy kół (nowe lub reprofilowane),
- pasywne, za które odpowiada zarządca infrastruktury.

2.2. Stosowane w Polsce rozwiązania obniżania hałasu kolejowego

W celu zapewnienia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, w Polsce zbudowano wiele kilometrów ekranów akustycznych, które w przeważającej większości są wysokie, mało estetyczne i do tego bardzo kosztowne. Przykładowo na terenie LCS Iława linii kolejowej E65 Warszawa – Gdynia projektowano je w odległości 3,8 m od osi toru, pozostawiając jeszcze dodatkową przestrzeń o szerokości 0,7 m za ekranem akustycznym do utrzymania ekranów akustycznych i poprawienia stateczności nasypów kolejowych (rys. 2). Powodowało to dodatkowe zwiększenie kosztów z uwagi na konieczność poszerzenia istniejących nasypów, dodatkowy wykup gruntów poniżej nasypu i procedurę wywłaszczenia takich gruntów w dodatkowej decyzji lokalizacyjnej. Odległość 3,8 m od osi toru do budowy ekranów akustycznych należy uznać za minimalną, aby spełnić wymóg swobodnego przejścia osób pomiędzy takim ekranem i słupem trakcyjnym oraz następujący wymóg § 63 pkt. 6 ust. 12) Instrukcji Id-1: pracownicy powinni zejść z toru i ustawić się na ławie torowiska, skarpie nasypu lub przekopu w odległości większej niż 2,0 m od zewnętrznego toku szynowego podczas przejazdu pociągu.

Rys. 2. Ekran akustyczny w Gdyni na linii kolejowej E65 Warszawa – Gdynia [fot. autor]

W ubiegłych latach, poza ekranami akustycznymi praktycznie nie stosowano innych rozwiązań. Na niektórych odcinkach stosowano maty antywibracyjne do ochrony środowiska, jednak ograniczają one jedynie wibracje przenoszone przez grunt do budynków.

Reprofilacja szyn przez szlifowanie lub frezowanie jest coraz powszechniej stosowaną usługą w Polsce na końcu procesu inwestycyjnego remontów lub modernizacji linii kolejowych, w celu usunięcia pohutniczych wad szyn oraz wad powstałych w trakcie budowy (tryb początkowy reprofilacji), jak również w celu wyeliminowania lub ograniczenia wad szyn powstałych w trakcie eksploatacji. Dodatkową zaletą reprofilacji szyn jest obniżenie emisji hałasu, dochodzące nawet do 9 dB, jednak należy pamiętać, aby ten proces był cyklicznie powtarzany w celu osiągnięcia stałych efektów. Cykliczność reprofilacji w celu ograniczenia powstawania wad szyn obejmuje dość duże interwały czasowe (2–3 lata), jednak największe korzyści płynące ze szlifowania akustycznego można osiągnąć jedynie przez częstszą reprofilację o mniejszym zakresie.

2.3. Porównanie pasywnych rozwiązań stosowanych w Europie i na świecie w celu ograniczenia hałasu kolejowego

W tablicy 1 przedstawiono porównanie pasywnych rozwiązań stosowanych w Europie i na świecie w celu obniżenia hałasu kolejowego. Porównanie wskazuje, że jest więcej sposobów ograniczania hałasu kolejowego w stosunku do powszechnie stosowanych w Polsce, przy czym są one tańsze i łatwiejsze w realizacji niż wysokie ekrany akustyczne.

Najbardziej korzystnym elementem ochrony przed hałasem z punktu widzenia ochrony środowiska, jest naturalny ekran akustyczny, jednak w istniejącej zabudowie trudno jest go stosować. Co więcej, wiele przykładów z polskich miast i zrealizowanych inwestycji dowodzi, że drzewa, które stanowią naturalną ochronę budynków mieszkalnych przed hałasem były wycinane w trakcie modernizacji linii kolejowych w celu zachowania dopuszczalnej odległości 15 metrów od torów kolejowych – zgodnie z art. 56 ustawy [13] i rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [9] często były to zdrowe, kilkudziesięcioletnie drzewa rosnące przy torach lub na skarpach nasypów, w odległości od torów ponad 10 m, które nie zagrażały bezpieczeństwu ruchu kolejowego. Pojawiają się wnioski, aby zmienić zapisy wymienione w rozporządzeniu w celu ukrócenia tej praktyki.

Nakładki przyszynowe (rys. 3) rzadko kiedy mogą być jedynym elementem ograniczającym emisję hałasu, jednak w wielu przypadkach sprawdzają się, pomimo ich niewielkiej skuteczności. Producenci tych elementów deklarują, że ich skuteczność wynosi od 1 do 5 dB, jednak zależy ona od wielu czynników, m.in. od rodzaju taboru, prędkości i stanu nawierzchni kolejowej. Holenderskie badania wykazują, że stosowanie

Tablica 1

Rozwiązania stosowane w celu obniżenia poziomu hałasu kolejowego [3, 5, 6, 7]

Cechy	Rodzaj rozwiązania					
	Wysokie ekrany akustyczne	**Reprofilacja szyn przez szlifowanie i frezowanie**	**Naturalne ekrany akustyczne**	**Nakładki przyszynowe i elastyczne przekładki podszynowe**	**Panele na torowisku**	**Niskie ekrany akustyczne**
Możliwości zastosowania	aby je zastosować trzeba spełnić wiele warunków, duże utrudnienie w stosowaniu na wysokich nasypach, w pobliżu przejazdów kolejowych, na istniejących wiaduktach i mostach	wszędzie	w miejscach, gdzie są wolne pasy terenu wzdłuż linii kolejowych	rozwiązanie uzupełniające	rozwiązanie uzupełniające	wszędzie, bardzo szerokie zastosowanie, szczególnie na nasypach kolejowych, istniejących obiektach inżynieryjnych
Cena rozwiązania	wysoka: 2000–5000 zł za 1 ekranu akustycznego	stosunkowo niska: 12–30 zł za 1 m pojedynczego toru, ale zabieg wymaga powtarzania	średnia i wysoka: za 300–5000 zł za 1 m ochrony linii kolejowej z jednej strony	niska: 20–500zł za 1 m pojedynczego toru	średnia: 500–1200 zł za 1 m pojedynczego toru	Średnia 1000–2500zł za 1 m ekranu akustycznego
Poziom obniżenia hałasu	3–15 dB	1–9 dB (1–3 dB dla nawierzchni zmodernizowanych)	1–15 dB	1–9 dB	1–8 dB	3–11dB
Ograniczenia	konieczne pozwolenie na budowę, powstanie bariery dla podróżnych w pociągach – przesłonienie widoku w pociągach, duża ingerencja w krajobraz, powstanie miejsc potencjalnego wandalizmu (grafitti)	mało maszyn w Polsce, co zwiększa cenę i zmniejsza dostępność	ograniczenia przepisami prawa, konieczność zajęcia dużego terenu, co w miastach jest w dużej mierze niemożliwe, długi okres wzrostu roślin, konieczna pielęgnacja roślin	brak	uwarunkowania lokalne i ograniczenia zarządców linii kolejowych	brak wytycznych do stosowania odpowiednich przepisów, brak praktyki w stosowaniu
Oddziaływanie na środowisko, ingerencja w krajobraz	negatywne oddziaływanie na środowisko, obniżenie walorów estetycznych i niszczenie krajobrazu	niewielkie, działanie czasowe	pozytywne oddziaływanie na środowisko, zwiększanie obszarów zielonych	brak ingerencji w krajobraz	brak ingerencji w krajobraz	bardzo niewielkie lub żadne, bardzo mała ingerencja w krajobraz
Skuteczność	stosunkowo wysoka	wymaga powtarzania procesu, aby zachować skuteczność	wysoka	niska	niska-	stosunkowa wysoka
Dostępność	duża – wiele firm produkujących liczne typy ekranów	ograniczona – mało maszyn	uzależniona od warunków naturalnych i dostępności terenu	umiarkowana	umiarkowana	obecnie niedostępne, w fazie testów w kilku krajach europejskich

bardziej elastycznych przekładek podszynowych wraz z nakładkami przyszynowymi daje najlepsze rezultaty. Panele na torowisku (rys. 4) są instalowane od końca lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Dane przekazywane przez firmy produkujące elementy tego typu wskazywały na ich skuteczność od 1 do 8 dB. Największą skuteczność wykazywały w nawierzchniach bezpodsypkowych.

Rys. 3. Nakładki na szynach kolejowych [3]

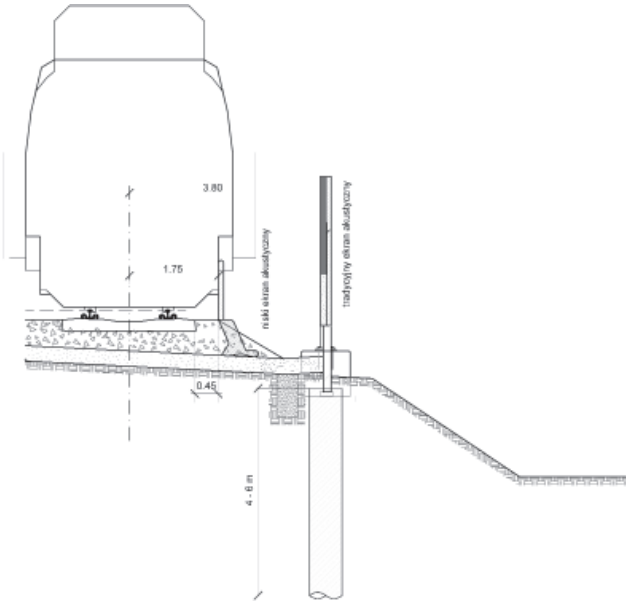
Rys. 4. Panele na torowisku, Berlin [2]

3. Niskie ekrany akustyczne

3.1. Charakterystyka

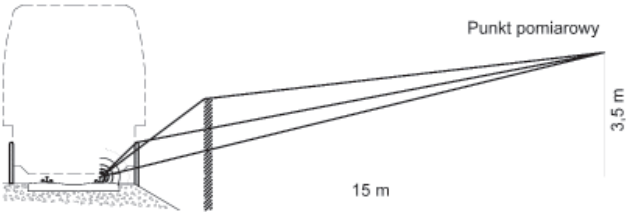
Niskie ekrany akustyczne (rys. 5, 6) są przeznaczone do ograniczania hałasu pochodzącego z transportu szynowego.

Rysunek 5 pokazuje różnicę pomiędzy tradycyjnymi wysokimi i niskimi ekranami akustycznymi pod względem wielkości posadowienia i lokalizacji względem osi toru. Dzięki usytuowaniu niskiego ekranu akustycznego znacznie bliżej źródła hałasu względem lokalizacji wysokiego ekranu akustycznego, można uzyskać bardzo dobre efekty przy znacznie mniejszej wysokości (rys. 7).



Rys. 5. Porównanie konstrukcji tradycyjnego wysokiego ekranu akustycznego i niskiego ekranu akustycznego na tle przekroju normalnego podtorza i nawierzchni modernizowanej linii kolejowej E65 Warszawa – Gdynia, LCS Iława [rys. autor]

Rys. 6. Niski ekran kolejowy, Helsinki [fot. autor]



Rys. 7. Porównanie propagacji fali dźwiękowej z zastosowaniem ekranu niskiego i wysokiego [rys. autor]

3.2. Zastosowanie

Niskie ekrany akustyczne będzie można wykorzystać nawet tam, gdzie nie ma możliwości zastosowania innych rozwiązań m.in. dzięki temu, iż nie wymagają szerszych nasypów, a ich efektywność wzrasta wraz ze wzrostem wysokości, na której znajduje się linia kolejowa. Dodatkowo niskie ekrany mają znacznie korzystniejszy wpływ na otaczający krajobraz i nie wpływają negatywnie na widoczność, tak często ograniczoną przez wysokie ekrany akustyczne (rys. 8, 9).

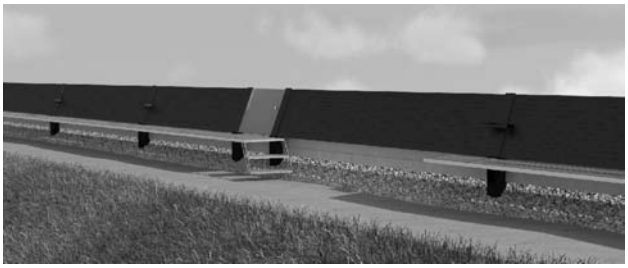
Rys. 8. Wizualizacja niskiego ekranu akustycznego w Gdyni na linii kolejowej 201 Gdynia – Kościerzyna [fot. autor]

Rys. 9. Wizualizacja ekranu akustycznego – widok od zewnątrz [fot. autor]

3.3. Wymagania

Konstrukcja niskiego ekranu akustycznego powinna spełniać różne wymagania, w tym m.in.:

- możliwość budowy na liniach modernizowanych i istniejących w trakcie krótkich zamknięć torów, np. nocnych,
- pełny dostęp do torowiska maszyn typu podbijarki, oczyszczarki tłucznia, maszyn do wymiany podkładów kolejowych,
- wymagania dotyczące bezpieczeństwa pracy i zabezpieczenia miejsca robót na torze zgodnie z § 63 Instrukcji Id-1 dla każdego użytkownika i osób pracujących w czynnych i zamkniętych torach kolejowych dzięki istnieniu:
  - stopni bezpieczeństwa zapewniających awaryjne zejście z toru,
  - odpowiednio rozmieszczonych furtek pozwalających na szybkie zejście z toru i wygodne przenoszenie sprzętu i narzędzi,
  - podestu technicznego umożliwiającego dojście do miejsca pracy wzdłuż ekranów (rys. 10),
  - możliwości szybkiego demontażu i montażu paneli akustycznych w celu wykonania napraw.

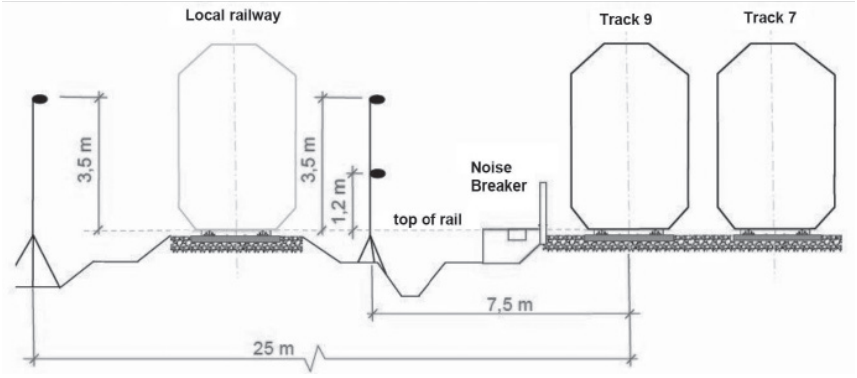


Rys. 10. Możliwość dogodnej konfiguracji umiejscowienia stopni na podest oraz stopni szybkiej ewakuacji [fot. autor]

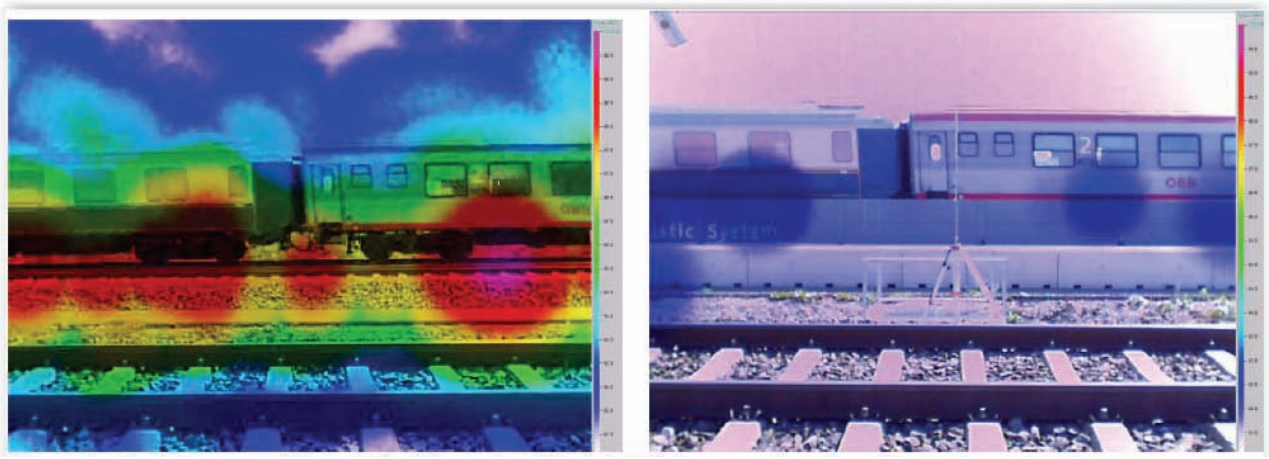
3.4. Skuteczność

Na podstawie doświadczeń kolei zachodnich można spodziewać się obniżenia hałasu od 5 do 17 dB w zależności od taboru i usytuowania w stosunku do torów. Na rysunkach 11, 12 i w tablicy 2 przedstawiono schemat i wyniki badania hałasu przeprowadzonego na linii kolejowej Wiedeń – St. Pölten (stanowisko Tullnerfeld).

Na szczególną uwagę zasługuje informacja o obniżeniu poziomu hałasu o 6 dB w odległości 25 m od toru, na wysokości 3,5 m powyżej główki szyny. W ba-



Rys. 11. Schemat badań akustycznych niskiego ekranu akustycznego [5]



Rys. 12. Porównanie widma dźwięku z niskim ekranem akustycznym i bez ekranu [5]

daniu pominięto wyniki pomiarów hałasu pociągów przejeżdżających z prędkością powyżej 250 km/h z uwagi na zbyt duży udział emisji hałasu aerodynamicznego i pochodzącego z pantografu.

Tablica 2

Różnice w poziomie dźwięku zmierzone na stanowisku Tullnerfeld [5]

Odległości i wysokości położenia punktów pomiarowych	Rodzaj pociągów			
	Pasażerskie			Towarowe
7,5 m / 1,2 m	13	9	17	10
7,5 m / 3,5 m	6	5	8	5
25 m / 3,5 m	–	6	–	6

4. Problemy realizacji procesu inwestycyjnego

Każda inwestycja ma następujące etapy: studium wykonalności → koncepcja lub analiza techniczno-ekonomiczno-środowiskowa → projekt budowlany → projekt wykonawczy → realizacja. Raport o oddziaływaniu inwestycji na środowisko, sporządzany najczęściej na etapie studium wykonalności, zazwyczaj zawiera dokładną lokalizację ekranów akustycznych, często z podaniem ich wysokości, pomimo, że metody obliczenia hałasu kolejowego na etapie projektowym są obarczone dużą niepewnością, a proponowane ekrany są często obliczane na prognozowany ruch pociągów za 15 lub więcej lat. Brak jest wymagań dla takich praktyk, ale jednocześnie brakuje danych na temat zachowania skuteczności projektowanych ekranów akustycznych po tak długim okresie eksploatacji. Najlepszym rozwiązaniem byłoby przeniesienie całej analizy akustycznej na etap porealizacyjny, jednak byłoby to niezgodne z obecnymi przepisami. Istotne jest, aby w raportach o oddziaływaniu inwestycji na środowisko ujmować zapisy o bezwzględnym spełnieniu dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku po realizacji, stosując dowolne sposoby ograniczania emisji hałasu, a nie precyzowanie usytuowania ekranów z dokładnością do 0,01 m i najwyższej możliwej wysokości. Mając na uwadze techniczne podejście i doświadczenia z realizacji projektów modernizacji linii kolejowych w Polsce, nic nie stoi na przeszkodzie do przyjęcia takiego rozwiązania.

Podczas procesu inwestycyjnego, praktycznie nie można już zastosować analizy techniczno-ekonomicznej, która powinna rozstrzygać, czy bardziej opłacalna jest ochrona przed hałasem, np. pojedynczego budynku mieszkalnego, czy wykup tej nieruchomości, a później odsprzedanie jej na inne cele niewymagające tak restrykcyjnej ochrony przed hałasem. Teoretycznie taką analizę można wykonać na etapie studium wykonalności, jednak w większości przypadków, z powodu bezwzględnych zapisów w decyzji środowiskowej dotyczących umiejscowienia ekranów akustycznych, nie ma możliwości wykonania takich analiz na etapie projektu budowlanego lub realizacji bez zmiany decyzji środowiskowej.

Wobec zalet stosowania niskich ekranów akustycznych, istotnym problemem jest odpowiednia interpretacja przepisów nt. skrajni taboru i budowli w zakresie umiejscowienia takich elementów wobec braku doświadczeń i badań w tym zakresie.

5. Wnioski

Przeprowadzane modernizacje i rewitalizacje linii kolejowych przynoszą wymierne korzyści w ograniczeniu emisji hałasu kolejowego, jednak idea nowoczesnej

kolei powinna odnosić się nie tylko do infrastruktury torowej, do nowoczesnych systemów sterowania i informacji, ale też do inwestycji okołokolejowych, w tym ochrony środowiska. Opieranie się wciąż na klasycznych rozwiązaniach, prowadzi do stagnacji technologicznej oraz konserwowania rozwiązań wielokrotnie krytykowanych. Rozwój myśli technicznej, w tym myślenia o sposobach ochrony środowiska, zawsze jest oparty na długoterminowym obniżeniu kosztów eksploatacyjnych. W przypadku niskich ekranów akustycznych, oprócz efektu niższego kosztu, uzyskuje się nieokreślony zysk w postaci zachowanego krajobrazu.

Zgodnie z najnowszym (marzec 2016 roku) raportem Międzynarodowego Związku Kolei UIC, ograniczanie hałasu kolejowego jest przedmiotem pojedynczych badań w kilku krajach członkowskich, głównie tych, w których dominuje wysoka kultura techniczna. W trybie pilnym zarządca polskiej narodowej sieci kolejowej powinien dążyć do opracowania nowych, różnokierunkowych technologii ochrony przed hałasem z uwagi na oczekiwany intensywny program inwestycyjny. Nowoczesny system ochrony przed hałasem musi uwzględniać kompletny system akustyczny, czyli działania odnoszące się do poszczególnych elementów podsystemów: infrastruktura i tabor. Efektem badań powinno być zawsze rozwiązanie kompleksowe, obejmujące możliwie najwięcej sposobów ograniczania hałasu.

Literatura

1. Hajduk K.: *Nowoczesne spojrzenie na proces walki z hałasem kolejowym*, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, Rocznik 2012, Tom Nr 3(99). Seria: Materiały Konferencyjne, Konferencja: „Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym", Kościelisko, 5–7.12.2012.
2. Lärm bei S-Bahn Berlin: Stadtbahn wird endlich wieder leiser, http://www.tagesspiegel.de [dostępny 12.01.2015].
3. Makosz E., Kowalczyk K., Dudzikowski Ł.: *Sposoby ochrony środowiska przed hałasem przy inwestycjach liniowych, część 2 –nowoczesne metody ochrony przed hałasem od inwestycji liniowych. Inne niż ekrany akustyczne sposoby redukcji hałasu i drgań od inwestycji liniowych kolejowych*, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2 grudnia 2014 r.
4. Makosz E.: *Ograniczenia środowiskowe w planowaniu przestrzennym związane z istnieniem linii kolejowej – wpływ linii kolejowej na sposób zagospodarowania nieruchomości*, Konferencja „Planowanie przestrzenne na terenach kolejowych", Warszawa, 12 października 2015 r.
5. Materiały informacyjne firmy Art. Assamer Rubber Technologien GmbH.
6. Morgan P.A., Peeling J.: *Railway noise mitigation factsheet 03: Low-height noise barriers*, Technical Review, November 2012.
7. Railway Noise in Europe, A 2010 report on the state of the art, International Union of Railways (UIC), September 2010.
8. Railway Noise in Europe, A 2016 report on the state of the art, International Union of Railways (UIC), March 2016.
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie odległości i warunków dopuszczających usytuowanie drzew i krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zasłon odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych, Tekst jednolity Dz.U. 2013 r., poz. 435 i z 2014 r., poz. 403.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Tekst jednolity Dz.U. z dnia 22 stycznia 2014 r., poz. 112.
11. Scossa-Romano E., Oertli J.: *Rail dampers, acoustic rail grinding, low height noise barriers – A report on the state of the art,* Bern October, 2012.
12. Standardy Techniczne Szczegółowe Warunki Techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem), PKP PLK S.A., CNTK, Warszawa 2009 r.
13. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym,Tekst jednolity Dz.U. z 2015 r., poz. 1297, 1741, 1753.
14. Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1), Załącznik do zarządzenia nr 14/2005 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 18 maja 2005 r.
15. Warunki techniczne. Reprofilacja szyn w torach i rozjazdach – część 1: Warunki wykonania i odbioru robót Id-104, PKP PLK S.A. Warszawa, 2010 r.

Low Noise Barriers – New Perspectives For Noise Protection in Railway Transport

Summary
Noise is a harmful phenomenon, polluting the environment and negatively affecting the health of people exposed to high noise levels. The main source of railway noise is rolling noise, which affects all types of trains. In Poland, the main way to reduce railway noise is the construction of high noise barriers that degrade the landscape, require wider railway embankments and obscures views of train passengers, while there are many other ways of limiting it. The most interesting solution, which is developed in Europe are low acoustic barriers. They have a number of advantages and comply with Polish regulations.

Keywords: noise, railway, noise barriers, the investment process, innovation, start-up, research and development, ecology

Низкие акустические экраны – новые перспективы защиты от шума в железнодорожном транспорте

Резюме
Шум – это вредное явление, загрязняющее окружающую среду и негативно влияющие на здоровье людей подвергающих воздействию высоких уровней шума. В рельсовом транспорте главным источником шума является шум качения, который касается всех видов поездов. В Польше главным способом уменьшения железнодорожного шума является строительство высоких акустических экранов, которые разрушают ландшафт, требуют более широких насипи и заслоняют вид пассажирам поездов, когда существуют многие другие способы его ограничения. Самым интересным решением распространяемым в Европе являются низкие акустические экраны. Они обладают большим количеством преимуществ и они в соответствии с польским законом.

Ключевые слова: щум, железная дорога, акустические экраны, инвестиционный процесс, инновация, исследования и разработки, экология