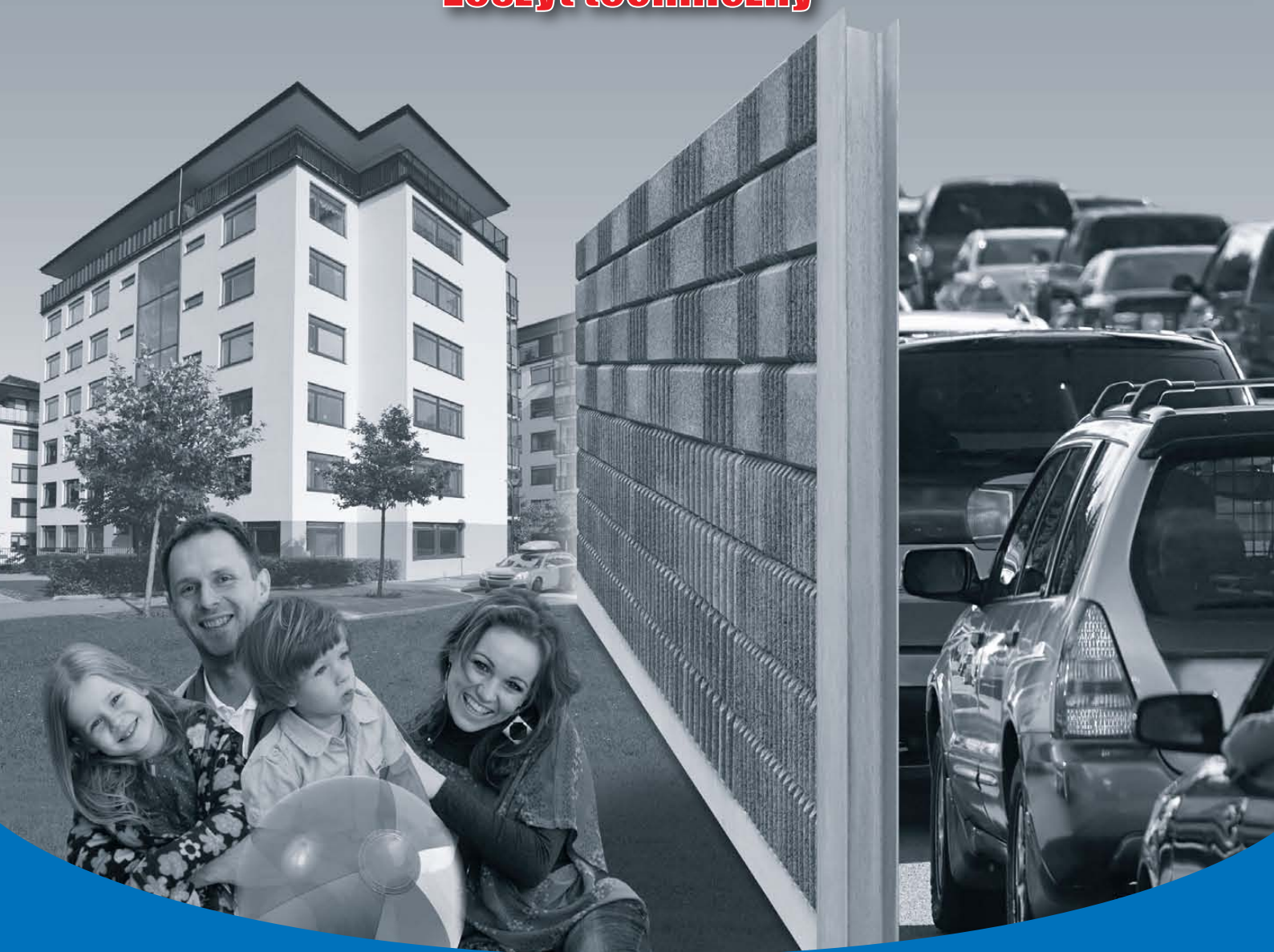


Drogowe urządzenia przeciwhałasowe w systemie **LEIER-DURISOL**



Zeszyt techniczny



Leier *Durisol*

ZESZYT TECHNICZNY
DROGOWE URZĄDZENIA
PRZECIWAŁASOWE
W SYSTEMIE LEIER-DURISOL

Autorzy opracowania: Dr inż. Piotr Matysek
Mgr inż. Michał Witkowski

Kraków, marzec 2011 roku

© Copyright by Leier Polska SA

Wszelkie prawa zastrzeżone

Kopiowanie lub reprodukcja jakiegokolwiek fragmentu niniejszego opracowania wymaga pisemnej zgody Leier Polska SA

Firma LEIER Polska SA zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian w stosunku do informacji zawartych w Zeszycie Technicznym

Spis treści:

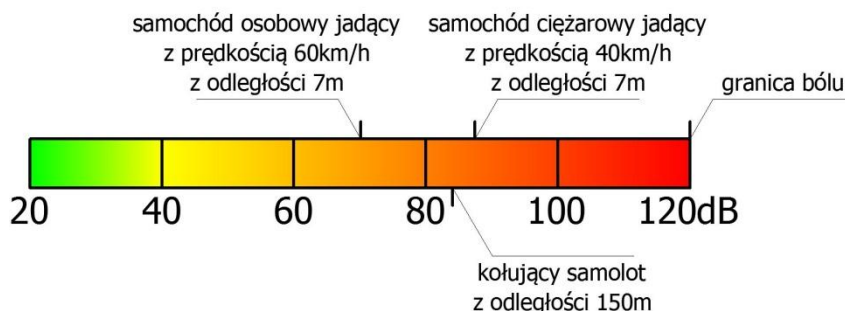
	str.
1. Hałas drogowy i jego wpływ na człowieka.....	4
2. Ekrany akustyczne, jako urządzenia przeciwhałasowe.....	6
3. Kryteria doboru ekranów akustycznych.....	9
4. Charakterystyka ekranów przeciwhałasowych w systemie Leier-Durisol..	12
5. Zasady projektowania i wykonywania ekranów z panelami Leier-Durisol	17
5.1. Oddziaływania.....	17
5.2. Uwarunkowania środowiskowe.....	24
5.3. Metody obliczeń.....	25
5.4. Zalecenia dotyczące zbrojeniaprefabrykowanych paneli akustycznych i belek podwalinowych.....	30
5.5. Wymagania w zakresie posadowienia.....	33
6. Wytyczne składowania, transportu i montażu elementów w systemie Leier-Durisol.....	35
6.1. Urządzenia do transportu i montażu.....	35
6.2. Składowanie elementów.....	36
6.3. Zalecenia przy transporcie.....	37
6.4. Etapy montażu i wymagania montażowe.....	38
7. Wprowadzenie do obrotu, uwagi i zalecenia dodatkowe.....	39
8. Piśmiennictwo.....	41

1. Hałas drogowy i jego wpływ na człowieka

Hałas jest jednym z zagrożeń cywilizacyjnych, które występuje we wszystkich elementach środowiska człowieka. Obecnie zagrożenie hałasem jest tak duże, że kwalifikuje się do zagrożeń powszechnych. Świadczy o tym fakt, że tereny, na których hałas przekracza poziomy dopuszczalne obejmują ponad 20% obszaru Polski. Jednocześnie badania wpływu hałasu na organizm człowieka pokazują, że ludzie nie powinni być narażani na hałas o podwyższonym poziomie, bowiem zagraża to ich zdrowiu i jakości życia.

Hałas o poziomie od 35 do 70dB wywiera ujemny wpływ na organizm człowieka poprzez oddziaływanie na jego układ nerwowy. Pociąga to za sobą zmęczenie i spadek wydajności pracy. Ponadto ten zakres hałasu obniża zrozumiałość mowy oraz poważnie utrudnia wypoczynek i sen. Hałas o poziomie 70-85dB trwający stale powoduje trwałe osłabienie słuchu. Natomiast hałas powyżej 85dB może wywoływać liczne uszkodzenia słuchu oraz różne schorzenia takie jak: zaburzenie układu krążenia, układu nerwowego, zaburzenia równowagi.

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [1]. Dopuszczalny poziom hałasu generowany przez ruch komunikacyjny na drogach i liniach kolejowych w zależności od rodzaju terenu wynosi w ciągu dnia od 50 do 65dB, a w nocy jest o 10dB niższy. Na rysunku poniżej przedstawiono przykładowe poziomy dźwięków generowane przez różne środki komunikacyjne.



Rys. 1. Poziomy dźwięków generowanych przez środki transportu, opracowano na podstawie [2], (wartości należy traktować jako przybliżone).

Hałas komunikacyjny przy drogach jest generowany głównie przez:

- silniki samochodowe, które wytwarzają dźwięki o niskiej częstotliwości,
- toczenie się kół pojazdów po powierzchni jezdni, co powoduje powstawanie dźwięków o wysokiej częstotliwości.

Podstawowe znaczenie dla poziomu hałasu drogowego ma rodzaj i prędkość samochodów, stan nawierzchni drogi i jej wilgotność, natężenie i płynność ruchu, ukształtowanie drogi, warunki atmosferyczne (np. różnice temperatur, prędkość i kierunek wiatru).

Ograniczenie uciążliwego wpływu hałasu drogowego na człowieka powinno być realizowane przez zmniejszenie hałaśliwości środków transportu drogowego, opracowywanie właściwych rozwiązań urbanistycznych i innych na etapie planowania oraz stosowanie odpowiednich zabezpieczeń przeciwhałasowych.

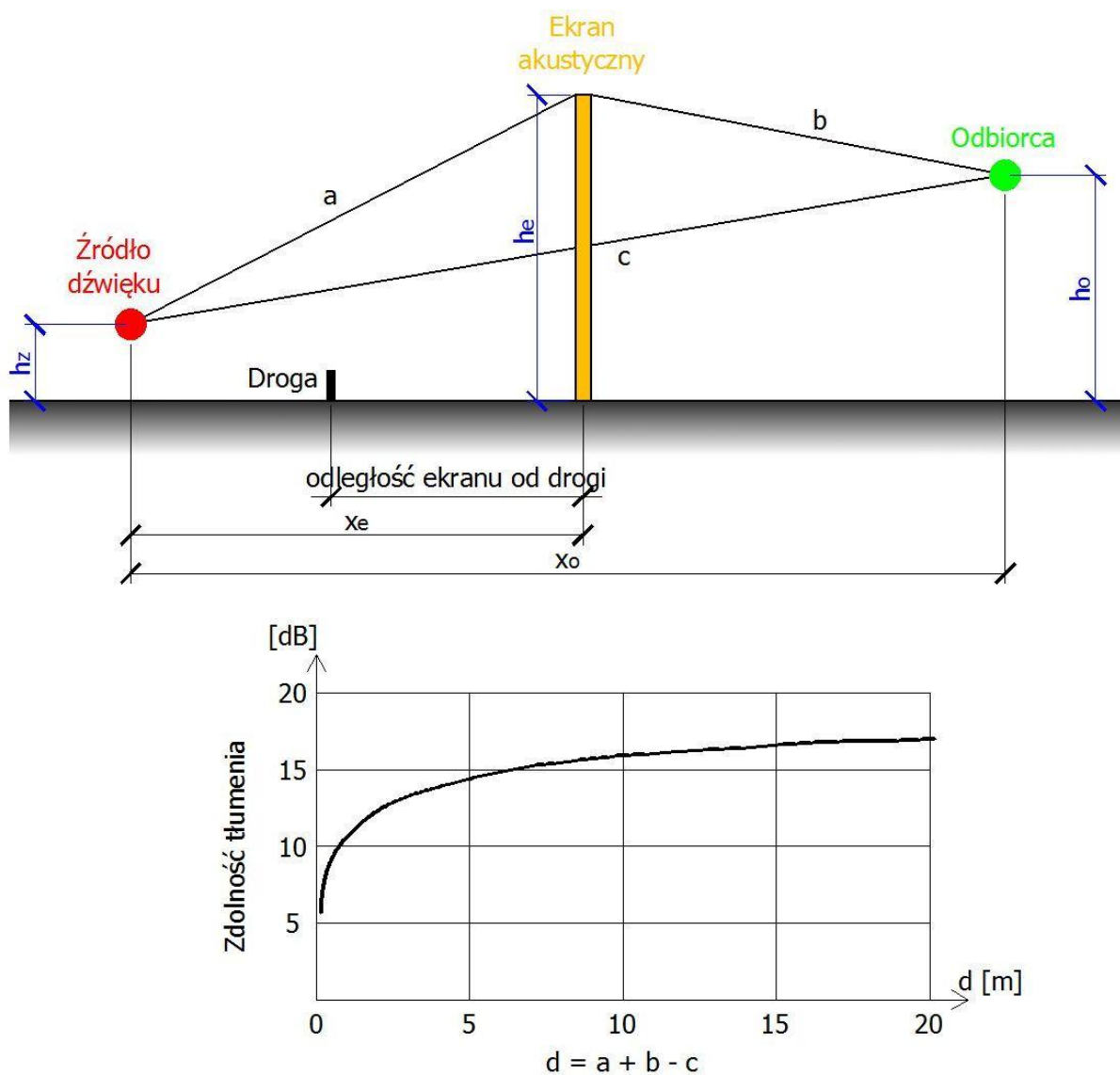
Jednym ze skutecznych zabezpieczeń przeciwhałasowych są obecnie ekrany akustyczne, bez których realizacja wielu inwestycji komunikacyjnych byłaby z uwagi na hałas nie do zaakceptowania.

2. Ekrany akustyczne, jako urządzenia przeciwhałasowe

Ekran akustyczny stanowi sztuczną przegrodę na drodze propagacji fal dźwiękowych pomiędzy źródłem dźwięku, a obszarem chronionym przed oddziaływaniem hałasu. Fala dźwiękowa napotykając na swej drodze przeszkodę podlega częściowo pochłonięciu, odbiciu i ugięciu na krawędzi. Obszar chroniony przed negatywnym działaniem hałasu drogowego znajdujący się za ekranem to tzw. obszar cienia akustycznego. Skuteczność ekranu zależy przede wszystkim od tego, jaką część hałasu przejmie ekran, a jaką część hałasu wskutek załamania (dyfrakcji) fali zostanie przeniesiona do strefy cienia akustycznego. Podstawowe znaczenie mają w tym zakresie następujące czynniki:

- położenie ekranu względem drogi,
- położenie odbiorcy,
- wysokość ekranu,
- rodzaj generowanego hałasu.

Pod względem właściwości akustycznych ekrany można podzielić na odbijające, odbijająco-rozpraszające i pochłaniające. Do ochrony budynków wielokondygnacyjnych stosuje się zazwyczaj ekrany wysokie (5÷8m), natomiast do ochrony budynków niskich (2 lub 3 kondygnacje) realizuje się ekrany niższe (do 5m wysokości). Ekrany akustyczne są tym bardziej skuteczne im są usytuowane bliżej źródła hałasu. Skuteczność ekranu jest zależna od różnicy (d), dróg propagacji fali ugiętej na krawędziach ekranu ($a+b$) oraz fali bezpośredniej (c) – patrz rys. 2.



Rys. 2. Wpływ lokalizacji układu: źródło dźwięku – odbiorca na skuteczność ekranu akustycznego.

Odbiorca dźwięku znajduje się w obszarze cienia akustycznego, jeżeli spełniona jest zależność:

$$h_o \leq \frac{x_o}{x_e}(h_e - h_z) + h_z$$

, w której oznaczenia według rys. 2.

Wykres podany na rys. 2 odnosi się do ekranu nieskończenie długiego. W przypadkach spotykanych w praktyce, dyfrakcja fali dźwiękowej następuje również na krawędziach pionowych ekranu, co obniża faktyczną skuteczność ekranu. Z uwagi na własności akustyczne należy, więc projektować i wykonywać ekrany o możliwie długich odcinkach – bez przerw.

Skuteczność ekranów akustycznych może również zostać poprawiona dzięki zamontowaniu dyfraktorów. Dyfraktory są reduktorami hałasu, zainstalowanymi na górnych krawędziach ekranu, jako urządzenia pochłaniające i zmniejszające zjawisko dyfrakcji fali dźwiękowej. Dyfraktory mogą mieć zróżnicowany kształt i budowę wewnętrzną, a ich wpływ w obszarze cienia akustycznego można ocenić na kilka decybeli.

3. Kryteria doboru ekranów akustycznych

Projektowanie ekranów akustycznych przy drogowych ciągach komunikacyjnych wymaga kompleksowego podejścia. Poza skutecznością ekranu, jako urządzenia przeciwhałasowego, należy uwzględnić wiele dodatkowych czynników związanych z charakterystyką pasa drogowego i koordynacją z urządzeniami infrastruktury drogowej, odpornością na działanie agresywnego środowiska (tereny wiejskie, przemysłowe, zurbanizowane). Istotne znaczenie przy doborze ekranu powinny odgrywać również względy estetyczne, dopasowanie do warunków lokalnych oraz aspekty ochrony środowiska.

Ekrany mogą być wykonywane z takich materiałów jak beton, stal, szkło, ceramika, tworzywa sztuczne, drewno. W obszarach o niewielkim stopniu zurbanizowania, można kształtować ekrany akustyczne w postaci skarp, nasypów osadzonych zielenią. Zieleń może mieć również korzystny wpływ na właściwości ekranów segmentowych wykonanych, jako konstrukcje skrzyniowe, donicowe lub koszowe. Podstawowym typem ekranów pozostają jednak ekrany w postaci pionowych przegród o wysokości i konstrukcji zapewniających uzyskanie odpowiednich warunków w obszarze cienia akustycznego.

Izolacyjność akustyczna ekranu zależy, głównie od jego masy przypadającej na jednostkę powierzchni. Ekrany akustyczne wykonane z betonu charakteryzują się zwykle dużymi wartościami izolacyjności akustycznej.

Zaletami betonowych ekranów akustycznych są, także trwałość oraz mała wrażliwość na czynniki atmosferyczne i niewielkie koszty utrzymania. Najczęściej ekrany betonowe wykonywane są z prefabrykowanych paneli produkowanych z wykorzystaniem pustaków keramzytobetonowych lub wiórobetonowych. Pustaki pełnią z jednej strony w procesie produkcji rolę szalunku, umożliwiając zabetonowanie rdzeni żelbetowych (elementów nośnych paneli), z drugiej strony, w trakcie eksploatacji dzięki zastosowanym do ich wytwarzania materiałom (keramzyt, wiórobetonu) i ukształtowaniu powierzchni, zwiększają właściwości pochłaniające i odbijające ekranu. Pustaki barwione są trwale w masie na różne

kolory, dzięki czemu uzyskać można estetyczne i nienужące rozwiązania ekranów o znacznych długościach.

Zgodnie z zestawieniem opublikowanym w [2], koszty realizacji ekranów z prefabrykowanych betonowych paneli akustycznych można określić, jako stosunkowo niskie, a koszty ich utrzymania, jako bardzo niskie. Wyższe koszty budowy i utrzymania charakteryzują ekrany z tworzyw sztucznych, metalowe lub przeźroczyste (patrz [2]).

W terenach zurbanizowanych z wysoką zabudową ekrany akustyczne powinny być odpowiednio wysokie. Zwykle warunek ten bywa w sprzeczności z warunkiem dostatecznego doświetlenia budynków za ekranem. Z tego powodu, mimo większych kosztów, konieczne jest stosowanie w tych przypadkach ekranów szklanych lub ekranów z przeźroczystych tworzyw sztucznych. Ekrany przeźroczyste powinny być stosowane również, jeżeli wymagają tego warunki ochrony przed hałasem, na mostach i wiaduktach.

Zmniejszenie wysokości ekranów jest możliwe przy zastosowaniu na ich górnej krawędzi reduktorów dźwięku zwanych dyfraktorami, których rolę opisano w rozdziale 2. Z dotychczasowych badań i doświadczeń wynika, że montaż np.: ośmiokątnych dyfraktorów zmniejsza efekt hałasu za ekranem o kilka decybeli. Wielkość tego efektu zależy od wielu czynników i powinna być analizowana dla konkretnych rozwiązań lokalizacyjnych i projektowych. W przeciętnych warunkach można przyjąć, że zastosowanie dyfraktorów umożliwia zmniejszenie wysokości ekranu o ok. 1.0m, co ma niebagatelne znaczenie w kosztach realizacji inwestycji oraz wpływa na redukcję zacienienia terenu za ekranem. Montaż dyfraktorów może być również uzasadniony na istniejących, zrealizowanych ekranach przy wzroście natężenia ruchu samochodowego.

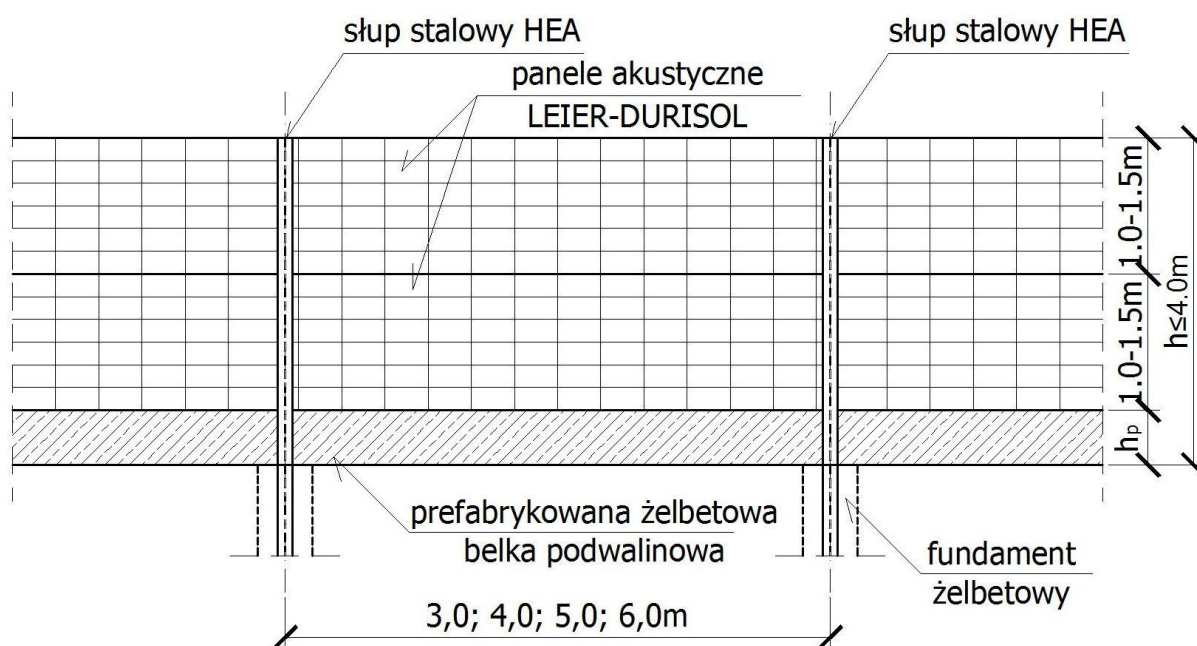
Poza koniecznością spełnienia swojej głównej funkcji, czyli ochrony przed hałasem, wymaga się, aby ekrany akustyczne nie stwarzały niebezpieczeństwa dla użytkowników dróg lub innych osób przebywających w ich pobliżu. Ekrany akustyczne nie powinny wpływać na rozprzestrzenianie się ognia. Jednocześnie przy

ich lokalizacji i ukształtowaniu należy brać pod uwagę wymagania ochrony przeciwpożarowej w tym wymagania w zakresie ewakuacji użytkowników ze strefy zagrożenia. Przejazdy i przejścia ewakuacyjne powinny być wyposażone w środki zapewniające utrzymanie pełnej skuteczności ekranu w zakresie ochrony przed hałasem. Bezpośredni dostęp do otaczającego terenu jest również konieczny ze względu na działanie służb ratunkowych w razie wypadku, a także w celu wykonania prac związanych z utrzymaniem samego ekranu i pasa drogowego we właściwym stanie technicznym.

Istotne znaczenie w projektowaniu ekranów ma również uwzględnienie efektów odbicia światła. Należy tak dobierać materiały i sposób ukształtowania powierzchni ekranu, aby ew. odbicia światła nie powodowały efektu oślepienia kierowców i zagrożenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.

4. Charakterystyka ekranów przeciwhałasowych w systemie Leier-Durisol

Drogowe, pionowe ekrany przeciwhałasowe w systemie Leier-Durisol składają się z prefabrykowanych paneli akustycznych wykonanych z szalunkowych pustaków wiórobetonowych wypełnionych zbrojonym betonem, stalowych słupów z kształtowników HEA stanowiących boczne oparcie paneli oraz prefabrykowanych, żelbetowych belek podwalinowych montowanych, jako pierwsza warstwa ekranu od strony gruntu – patrz rys. 3.



Rys. 3. Ekran akustyczny w systemie Leier-Durisol

Rozstaw osiowy słupów dostosowany jest do nominalnych długości prefabrykowanych paneli oraz belek podwalinowych i wynosi: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0m (długości elementów prefabrykowanych odpowiednio: 2,96; 3,96; 4,96; 5,96m). Słupy zakotwione są bezpośrednio w fundamencie, który z reguły wykonuje się w postaci żelbetowych pali o średnicy co najmniej 60cm (pale wiercone, żelbetowe monolityczne). Na górnych powierzchniach pali opiera się prefabrykowane belki podwalinowe o szerokościach 13cm (dla ekranów ze słupami HEA 160) lub 15cm (dla ekranów ze słupami HEA 180). Wysokości belek podwalinowych wynoszą w zależności od rozstawu słupów:

- 40cm - przy rozstawach osiowych 3,0 i 4,0m,
- 60cm - przy rozstawach osiowych 5,0 i 6,0m.

Belki podwalinowe stanowią oparcie paneli akustycznych Leier-Durisol układanych pionowo warstwami (panel na panelu) pomiędzy słupami stalowymi. Panele mogą mieć wysokość 1,0; 1,25; 1,50m. Warstwy paneli przekładane są pasami taśmy elastycznej powodującej uszczelnienie – taśmy z neoprenu.

Do wykonania prefabrykowanych paneli stosowane są następujące typy pustaków wiórobetonowych:

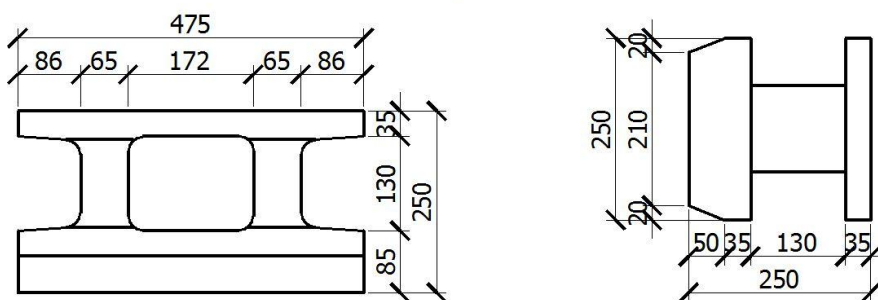
- DSi 25/13/N – pustak obustronnie gładki, od strony hałasu o pogrubionej ścianie zewnętrznej,
- DSi 25/13/W – pustak jednostronnie żebrowany od strony źródła hałasu – żebrowanie pionowe o kształcie wyoblonym.

Charakterystyki pustaków zestawiono w tabelicy 1, natomiast widok podano na rys. 4.

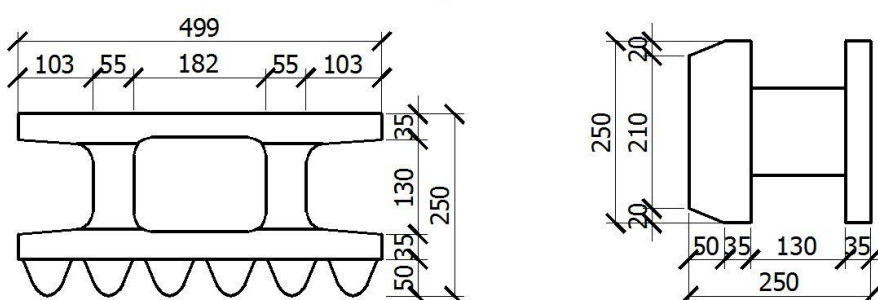
Tablica 1. Charakterystyki pustaków wiórobetonowych do wykonywania paneli akustycznych Leier-Durisol

Cecha	Rodzaj pustaka	
	Pustak DSi 25/13/N	Pustak DSi 25/13/W
szerokość [cm]	25	25
wysokość [cm]	25	25
długość [cm]	47,5	50
Średnia masa w stanie suchym [kg]	9,8	9,3
grubość rdzenia bet. [cm]	13	13
powierzchnia rdzenia bet. [cm ²]	433	474
zużycie pustaków [szt/m ²]	8,4	8
Nominalne zużycie betonu wypełniającego [dm ³ /m ²]	91	95

DSi 25/13 N



DSi 25/13 W



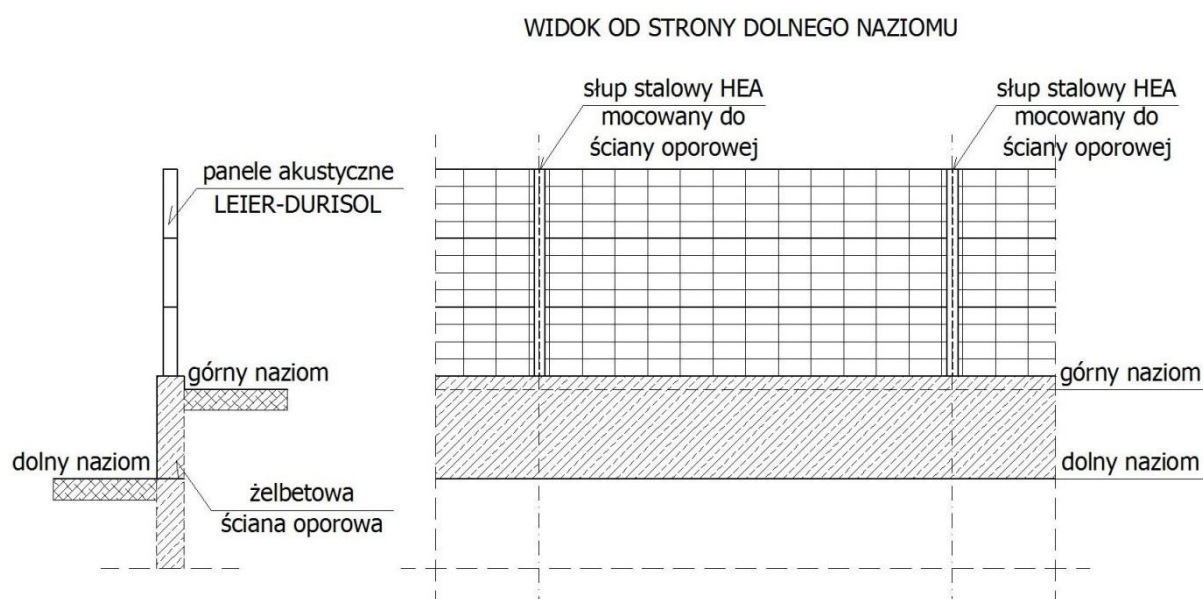
Rys. 4. Widok pustaków do wykonywania paneli Leier-Durisol

W zależności od zastosowanych pustaków oraz wykończenia ich powierzchni panele Leier-Durisol wykazują zróżnicowane właściwości akustyczne. Najwyższym współczynnikiem izolacyjności od dźwięków powietrznych $DL_R = 28\text{dB}$ charakteryzują się panele z pustaków DSi 25/13N, przy współczynniku pochłaniania dźwięku $DL_\alpha = 7\text{dB}$. Nieco niższą wartość współczynnika izolacyjności od dźwięków powietrznych $DL_R = 27$ uzyskano w badaniach paneli z pustaków DSi25/13W, przy współczynniku pochłaniania dźwięków $DL_\alpha = 7\text{dB}$. Wyraźną poprawę własności akustycznych paneli uzyskać można przez pokrycie ich powierzchni po stronie przeciwnej do źródła dźwięku warstwą farby np. lateksowej – w badaniach wykazano wzrost współczynnika izolacyjności od dźwięków powietrznych (DL_R) o 4dB.

Przedstawione powyżej charakterystyki akustyczne określono na podstawie badań doświadczalnych zamieszczonych w [17], przeprowadzonych zgodnie z PN-EN1793-1 i PN-EN 1793-2.

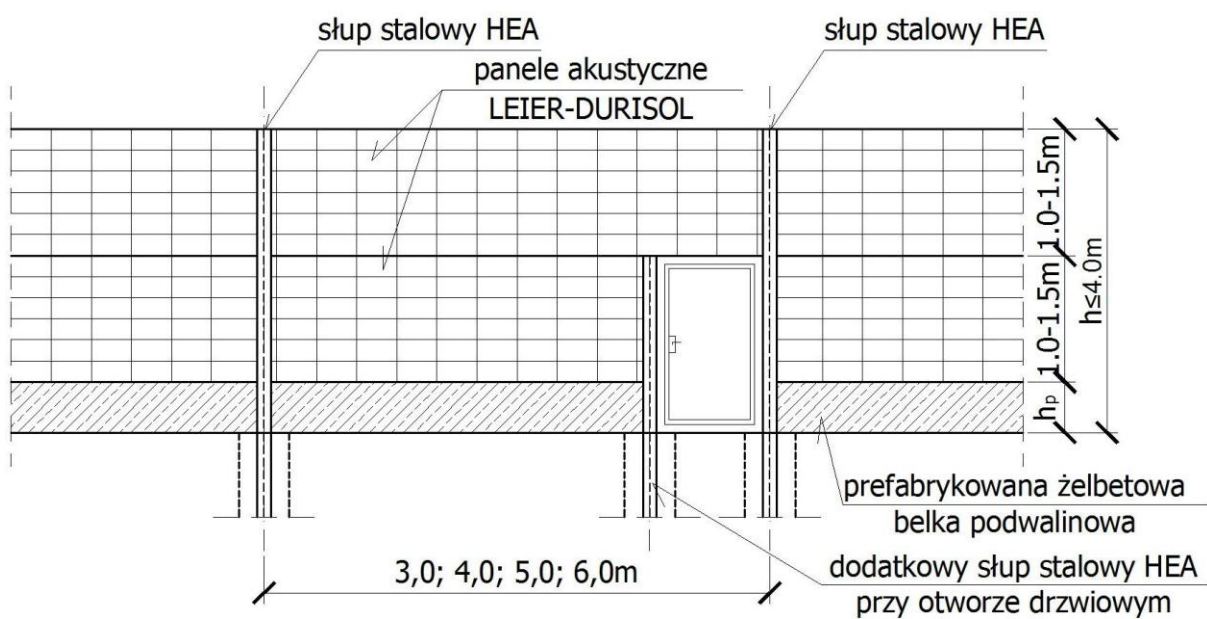
Zasadniczo ekrany akustyczne w systemie Leier-Durisol wykonuje się do wysokości 4.0m nad poziomem terenu, wliczając w to belki podwalinowe.

W niektórych przypadkach(rys. 5), przy różnicy poziomów gruntu przed i za ekranem uzasadniony jest montaż ekranu przeciwhałasowego na żelbetowej ścianie oporowej. W takim przypadku systemowe słupy HEA kotwione są do górnej części konstrukcji ściany oporowej, a panele układane są bezpośrednio na ścianie bez belek podwalinowych.



Rys. 5. Ekran akustyczny w systemie Leier-Durisol mocowany do ściany oporowej

W systemie ekranów przeciwhałasowych Leier-Durisol nie ma problemów z wykonywaniem otworów przejściowych wymaganych przy długich odcinkach ekranów. Otwór przejściowy najlepiej sytuować w pobliżu słupa stalowego z HEA. Dla oparcia krótszych paneli, koniecznych na wysokości otworu przejściowego, zaleca się zamontowanie dodatkowego słupa stalowego – rozwiązanie przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Otwór przejściowy w ekranie akustycznym w systemie Leier-Durisol

5. Zasady projektowania i wykonywania ekranów z panelami Leier-Durisol

5.1 Oddziaływania

W fazie eksploatacji pionowe ekrany z panelami Leier-Durisol, poddane są różnorodnym oddziaływaniom, których rodzaj i wartości zależą przede wszystkim od ukształtowania ekranu i jego lokalizacji w terenie. Ekran są wystawione na działanie sił związanych z wiatrem, z dynamicznymi wahaniami ciśnienia powietrza, spowodowanymi poruszającymi się pojazdami oraz ciężarem własnym. Mogą być one również narażone na uderzenia kamieniem i innymi odłamkami wyrzucanymi spod kół pojazdów oraz w niektórych przypadkach na dynamiczne uderzenia strug śniegu odrzuconego zimą z nawierzchni drogowej przez sprzęt do odśnieżania.

Zasady ustalania wielkości oddziaływań przy projektowaniu ekranów podano w normie PN-EN 1794-1:2005 [4].

Ciężar własny paneli akustycznych rozpatrywać należy w dwóch wariantach. Ciężar w stanie suchym jest konieczny do oszacowania izolacyjności akustycznej elementu, natomiast ciężar w stanie średniomokrym i mokrym jest ważnym parametrem w projektowaniu zarówno paneli jak również elementów konstrukcji nośnej. W tablicach 2 i 3 podano deklarowane ciężary własne paneli Leier-Durisol.

Tablica 2. Ciężary własne paneli Leier-Durisol [kN] w przeciętnych warunkach przechowywania – deklarowane przez Leier Polska S.A.

Typ pustaka	Wysokość [m]	Długość panelu [m]			
		2,96	3,96	4,96	5,96
DSi25/13W DSi25/13N	1,00	10.0	13.5	16.9	20,4
	1,25	12.7	17.0	21.4	
	1,50	15.3	20.6		

Tablica 3. Ciężary własne paneli Leier-Durisol [kN] - maksymalne ciężary paneli w stanie średniomokrym – deklarowane przez Leier Polska S.A.

Typ pustaka	Wysokość [m]	Długość panelu [m]			
		2,96	3,96	4,96	5,96
DSi25/13W DSi25/13N	1,00	10.6	14.2	17.9	21.5
	1,25	13.2	17.8	22.3	
	1,50	15.9	21.3		

Elementy konstrukcyjne, które stanowią podparcia paneli akustycznych powinny być zaprojektowane do przeniesienia ich ciężaru w stanie średniomokrym przy uwzględnieniu współczynnika o wartości nie mniejszej niż 1.5.

Obciążenie wiatrem ekranów akustycznych powinno być obliczane zgodnie z normą PN 1991-1-4:2008 [9], która w załączniku krajowym podaje podstawowe bazowe prędkości wiatru ($v_{b,0}$) w zależności od lokalizacji obiektu (w Polsce 3 strefy obciążenia wiatrem – patrz rys. 7 i tablica 4)

Tablica4. Wartości podstawowe bazowej prędkości wiatru w strefach

Strefa	$V_{b,0}$ (m/s)	$V_{b,0}$ (m/s)
	$A \leq 300 \text{ m}$	$A > 300 \text{ m}$
1	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$
2	26	26
3	22	$22 \cdot [1 + 0,0006 (A - 300)]$
UWAGA: A – wysokość nad poziomem morza (m)		



Rys. 7. Podział Polski na strefy, obciążenie wiatrem

Wartość bazowej prędkości wiatru (v_b) określać należy ze wzoru:

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$$

w którym:

C_{dir} – współczynnik kierunkowy – wartość zalecana 1.0

C_{season} – współczynnik sezonowy – wartość zalecana 1.0

Biorąc pod uwagę gęstość powietrza $1,25 \text{ kg/m}^3$, wartość bazowa ciśnienia prędkości wiatru wynosi (q_b):

$$q_b = 0.5 \cdot 1.25 \cdot v_b^2 = 0,625 \cdot v_b^2 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

natomiast wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru $q_p(z)$:

$$q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b$$

gdzie:

$C_e(z)$ – współczynnik ekspozycji zależny od wysokości nad poziomem gruntu (z) i kategorii terenu. Dla terenów kategorii III (wsie, tereny podmiejskie) i IV (miasta), w których realizowane są najczęściej ekrany akustyczne, wartości współczynnika $C_e(z)$

określić można w zależności:

- tereny kategorii III $\rightarrow C_e(z) = 1.9 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0.26}$
- tereny kategorii IV $\rightarrow C_e(z) = 1.5 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0.29}$

Ponieważ wysokości ekranów akustycznych w systemie Leier-Durisol nie przekraczają 4,0m wzory podane powyżej sprowadzają się do postaci:

- tereny kategorii III $\rightarrow C_e(z) = 1,59$
- tereny kategorii IV $\rightarrow C_e(z) = 1.50$

Ciśnienie wiatru działające na powierzchnie ekranu (w_e) należy ostatecznie wyznaczyć z wyrażenia:

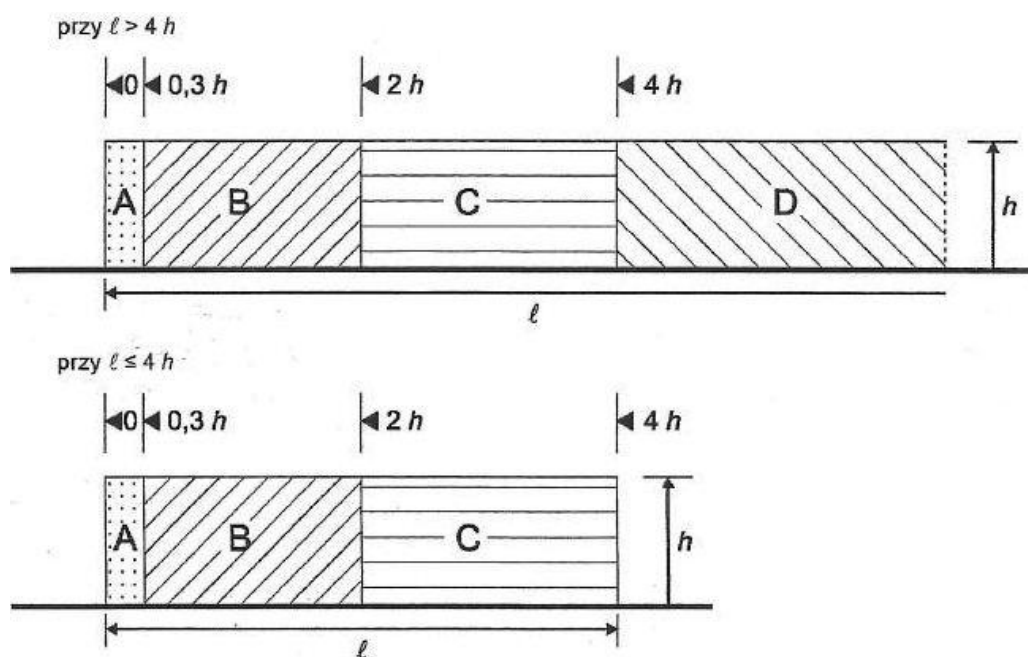
$$w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,net}$$

w którym:

$C_{pe,net}$ – wypadkowy współczynnik ciśnienia wg tablicy 5 - podział na pola wg rys. 8.

Tablica 5. Współczynniki ciśnienia $C_{pe,net}$

POLE	A	B	C	D
$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2



Rys. 8. Podział ekranu na pola dla określenia ciśnienia wiatru

Najbardziej obciążone wiatrem są początkowe i końcowe obszary każdego odcinka ekranu, dlatego zaleca się stosować w tych rejonach panele o najmniejszych długościach (2,96m).

Obciążenia poziome spowodowane ruchem pojazdów wywołują podobne efekty do obciążenia wiatrem. Wartości dynamicznego ciśnienia (podciśnienia), które należy uwzględnić w obliczeniach ekranów zgodnie z normą PN-EN 1794-1:2005 [4], wynosi:

- dla ruchu drogowego na otwartym powietrzu (z wyłączeniem mostów) w odległości 1m od urządzenia przeciwhałasowego przy prędkości maksymalnej 100km/h:

$$q(v) = 650\text{Pa}$$

- dla ruchu drogowego na otwartym powietrzu (z wyłączeniem mostów) w odległości 3m od urządzenia przeciwhałasowego przy prędkości większej niż 120km/h:

$$q(v) = 800\text{Pa}$$

- dla dwukierunkowego ruchu drogowego w tunelu w odległości 1.0m od urządzenia przeciwhałasowego przy prędkości maksymalnej 120km/h:

$$q(v) = 1500\text{Pa}$$

W innych przypadkach powinny być wykonane indywidualnie obliczenia ustalające poziom ciśnienia dynamicznego.

Dla celów obliczeniowych można założyć, że obciążenie wiatrem i dynamiczne ciśnienie spowodowane przejeżdżającymi pojazdami nie działają równocześnie.

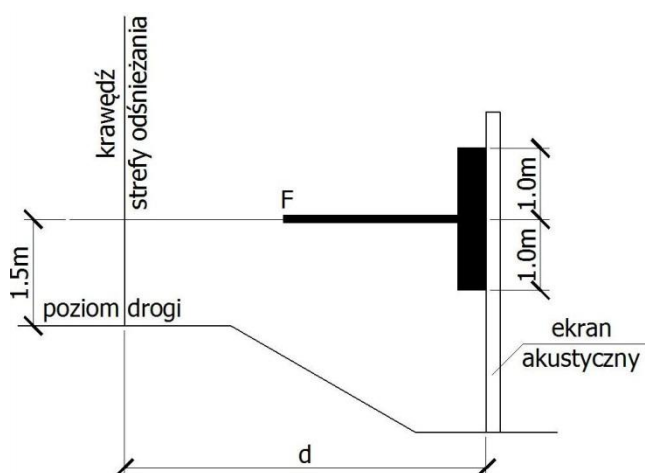
Przy określaniu obliczeniowych wartości obciążeń należy przyjmować następujące wartości współczynników obciążenia:

- dla ciężaru własnego: 1.35,
- dla obciążenia wiatrem i dynamicznego ciśnienia spowodowanego przejeżdżającymi pojazdami: 1.50.

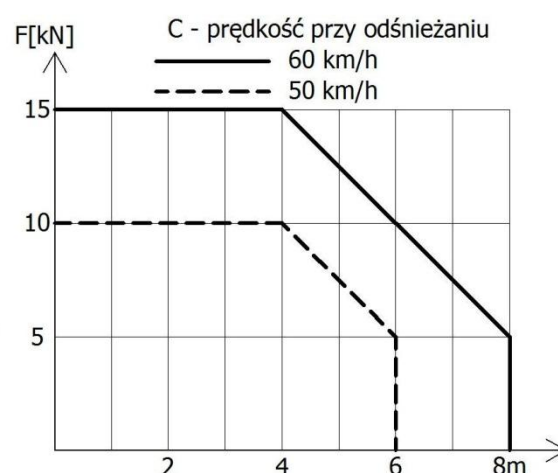
Na obszarach, gdzie odśnieżanie pługami jest częstą czynnością zimowego utrzymania dróg, ekrany akustyczne podlegają obciążeniom wywołanym odrzuconym śniegiem. Wielkość i rozkład obciążenia (w kierunku wysokości ekranu) zależą od prędkości i typu pługu samochodowego oraz odległości ekranu akustycznego od krawędzi drogi. Jeżeli odległość ekranu od powierzchni odśnieżanej jest większa niż 7m, to obciążenie wiatrem jest zwykle większe od obciążenia dynamicznego przy odśnieżaniu.

Oddziaływanie obciążenia dynamicznego związanego z odśnieżaniem na ekran jest większe wtedy, gdy ekran akustyczny ma podstawę na niższym poziomie niż nawierzchnia drogowa.

Zgodnie z normą PN-EN 1794-1:2005 [4] w obliczeniach należy przyjąć, że obciążenie przy odśnieżaniu ma charakter krótkotrwały, działa na powierzchnię 2,0 x 2,0m, a wynikowa siła jest przyłożona na wysokości 1,5m ponad poziomem drogi, patrz rys. 9. Wielkość tej siły należy określać z wykresów na rys. 10.



Rys. 9. Rozkład obciążenia związanego z odśnieżaniem



Rys. 10. Obciążenie ekranu przy odśnieżaniu

W obliczeniach można założyć, że obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu nie działa jednocześnie z obciążeniem wiatrem.

Obciążenie spowodowane parciem śniegu odrzucanego przez pługi do lica ekranu, nie jest uwzględnione w obliczeniach paneli akustycznych. Z reguły, bowiem obciążenia od śniegu odrzucanego przez pługi oddziałuje bezpośrednio na belki podwalinowe.

Ekrany akustyczne w systemie Leier-Durisol nie są projektowane, jako odporne na zderzenia z pojazdami. Takich zderzeń należy unikać używając urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego (bariery ochronne) lub odpowiednio odsuwając ekran od drogi.

W zasadzie ekrany akustyczne Leier-Durisol nie są dostosowane do przenoszenia oddziaływań związanych z parciem gruntu. Jeżeli przewiduje się różnicę poziomów gruntu przed i za ekranem, to należy zaprojektować konstrukcję wsporczą (np. ścianę oporową żelbetonową monolityczną) przenoszącą obciążenia bezpośrednio na grunt – patrz rys. 5.

Odporność ekranów na inne oddziaływania, np.: uderzenie kamieniem określana jest na podstawie badań doświadczalnych.

5.2 Uwarunkowania środowiskowe

W sąsiedztwie pasa drogowego występują z reguły czynniki, które determinują wysoki stopień agresywności środowiska. Ekrany akustyczne narażone są na:

- działanie wilgoci pochodzącej z opadów atmosferycznych (deszcz, topniejący śnieg i lód) oraz kondensacji pary wodnej na powierzchni ekranów (przede wszystkim na elementach stalowych – słupy z kształtowników HEA),
- znaczne zanieczyszczenie powierzchni związkami chloru pochodzącymi ze środków odśnieżających,
- oddziaływanie zawartych w zanieczyszczonym powietrzu związków siarki, azotu i węgla - pochodzących ze spalin samochodowych i innych źródeł,

Ekrany akustyczne w systemie Leier-Durisol projektuje się przy założeniu, że ich minimalna trwałość eksploatacyjna wynosi 30lat.

Klasyfikację warunków środowiska uwzględniającą między innymi odległość ekranu od drogi podano w normie PN-EN 14389-2 [6].

W podstawowych przypadkach lokalizacyjnych można, przyjąć, że beton w rdzeniach żelbetonowych paneli pracuje w środowisku XD1/XD2 z uwagi na korozję zbrojenia i XF2 z uwagi na agresywne działanie zamrażanie-rozmrażanie (klasy ekspozycji według PN-EN 1992-1-1:2008 [7]). Stąd minimalna grubość otulenia prętów zbrojeniowych betonem klasy C30/37 wynosi 35mm. Jeżeli zakłada się, kontakt belek podwalinowych z gruntem to grubość otulenia w tych elementach powinna wynosić 40mm. Ze względów eksploatacyjnych podstawowe znaczenie ma ochrona stalowych słupów HEA przed korozją. Można przyjąć, że stopień korozyjności w sąsiedztwie pasa drogowego znajduje się na poziomie C3/C4, co determinuje grubość powłoki przy cynkowaniu ogniowym (patrz PN-EN ISO 1461:2011 [12], PN-EN ISO 14713 [13]) minimum 90 μm (zakładając ubytek powłoki 3 μm /rok). Jako zabezpieczenie słupów stalowych w systemie Leier-Durisol, można również stosować inne powłoki metalowe i malarskie, dobierając je z uwzględnieniem

wymagań trwałości podanych powyżej oraz specyfiki czynników występujących w konkretnej lokalizacji ekranu.

5.3 Metody obliczeń

Podstawowe wymagania dotyczące obliczeń statyczno-wytrzymałościowych elementów ekranów przeciwhałasowych zawiera norma PN-EN 1794-1:2005 [4].

Do obliczeń paneli akustycznych na obciążenie poziome należy przyjmować, że są to elementy wolnopodparte na półkach słupów stalowych HEA. Panele akustyczne nie powinny przenosić obciążenia z innych elementów akustycznych chyba, że takie obciążenia zostały uwzględnione w obliczeniach. W obu kierunkach (w kierunku długości i w kierunku wysokości panelu) maksymalne ugięcie sprężyste panelu (d_{hmax}) wynikające ze zginania pod działaniem obliczeniowego obciążenia wiatrem, powinno być mniejsze niż 50mm.

Jeżeli stosuje się współczynnik zwiększający równy 1.5 do obliczeniowego obciążenia wiatrem to:

- panel nie powinien okazywać żadnych symptomów uszkodzenia takiego jak klawiszowanie, trwałe przesunięcie elementów akustycznych lub powstanie zarysowań większych niż dopuszczalne w warunkach wysokiej korozyjności,
- panel nie powinien zostać oderwany od swoich podpór,
- trwałe ugięcie d_{hmax} po zdjęciu obciążenia powinno być mniejsze niż

$$\frac{L_A}{500} l - \frac{h}{500}.$$

Podobne zalecenia do podanych powyżej obowiązują przy obliczaniu paneli na obciążenia dynamiczne związane z odśnieżaniem.

W trwałych i przejściowych sytuacjach obliczeniowych panele powinny przenosić własny ciężar w stanie mokrym lub średniomokrym. Dotyczy to między

innymi etapami składowania, transportu i montażu paneli. Z uwagi na lokalizację kotew do zaczepienia zawiesi, panel w trakcie przenoszenia powinien być analizowany, jako element wolnopodparty z przewieszzeniami, obciążony ciężarem własnym.

Dla paneli ustawionych jak w trakcie eksploatacji maksymalne ugięcie w mm nie powinno być większe niż $\frac{L}{400}$.

W panelach Leier- Durisol elementami nośnymi są żelbetowe rdzenie o przekroju 13 x 13cm rozmieszczone co 25cm. Żelbetowe rdzenie powstają przez wypełnienie betonem technologicznie uformowanych przestrzeni w pustakach wiórobetonowych. Zakłada się, że całość obciążeń przekazywanych na panele przenoszą żelbetowe rdzenie i stąd sprawdzenie stanów granicznych nośności i użytkowości można prowadzić zgodnie z normą PN-EN 1992-1-1: 2008 [7].

Przykłady obliczania paneli dla wybranych warunków lokalizacji i obciążenia paneli podano w opracowaniu: „Dokumentacja techniczna pionowych, drogowych ekranów przeciwhałasowych w systemie Leier-Durisol” [14].

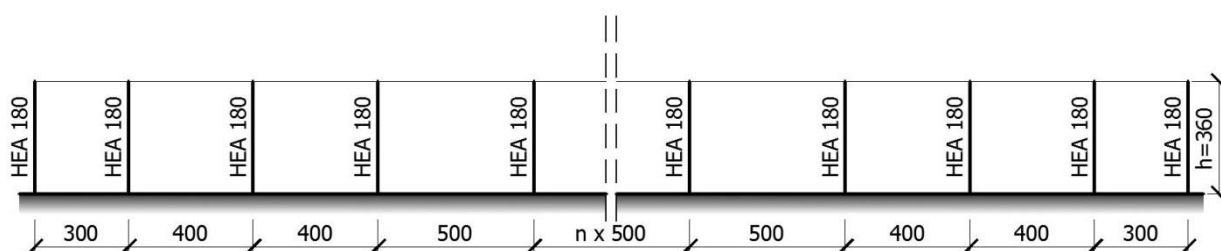
Elementy konstrukcyjne ekranów akustycznych w systemie Leier-Durisol (słupy HEA, żelbetoweprefabrykowane belki podwalinowe) należy projektować przy założeniu, że maksymalne ugięcia poziome odwracalne d_{hmax} nie mogą przekraczać $\frac{L_s}{150}$ (L_s – największa długość elementu konstrukcyjnego). Dodatkowo w przypadku belek podwalinowych trwale, poziome ugięcie po zdjęciu obciążenia powinno być mniejsze niż $\frac{L_s}{500}$. Dla słupów z kształtowników HEA do obliczeń przyjmuje się schemat wspornika zamocowanego w fundamencie obciążonego siłami przekazywanymi z paneli akustycznych w miejscu ich oparcia.

Sprawdzenie stanów granicznych nośności i użytkowości systemowych słupów HEA prowadzić należy zgodnie z normą PN-EN 1993-1-1:2006[8].

Szczegółnej uwagi wymaga sprawdzenie połączenia słupa z fundamentem (ew. ścianą oporową – patrz punkt 4). Wszystkie połączenia niezależnie od rodzaju, powinny przenosić siłę, do której przeniesienia zostały zaprojektowane, pomnożoną

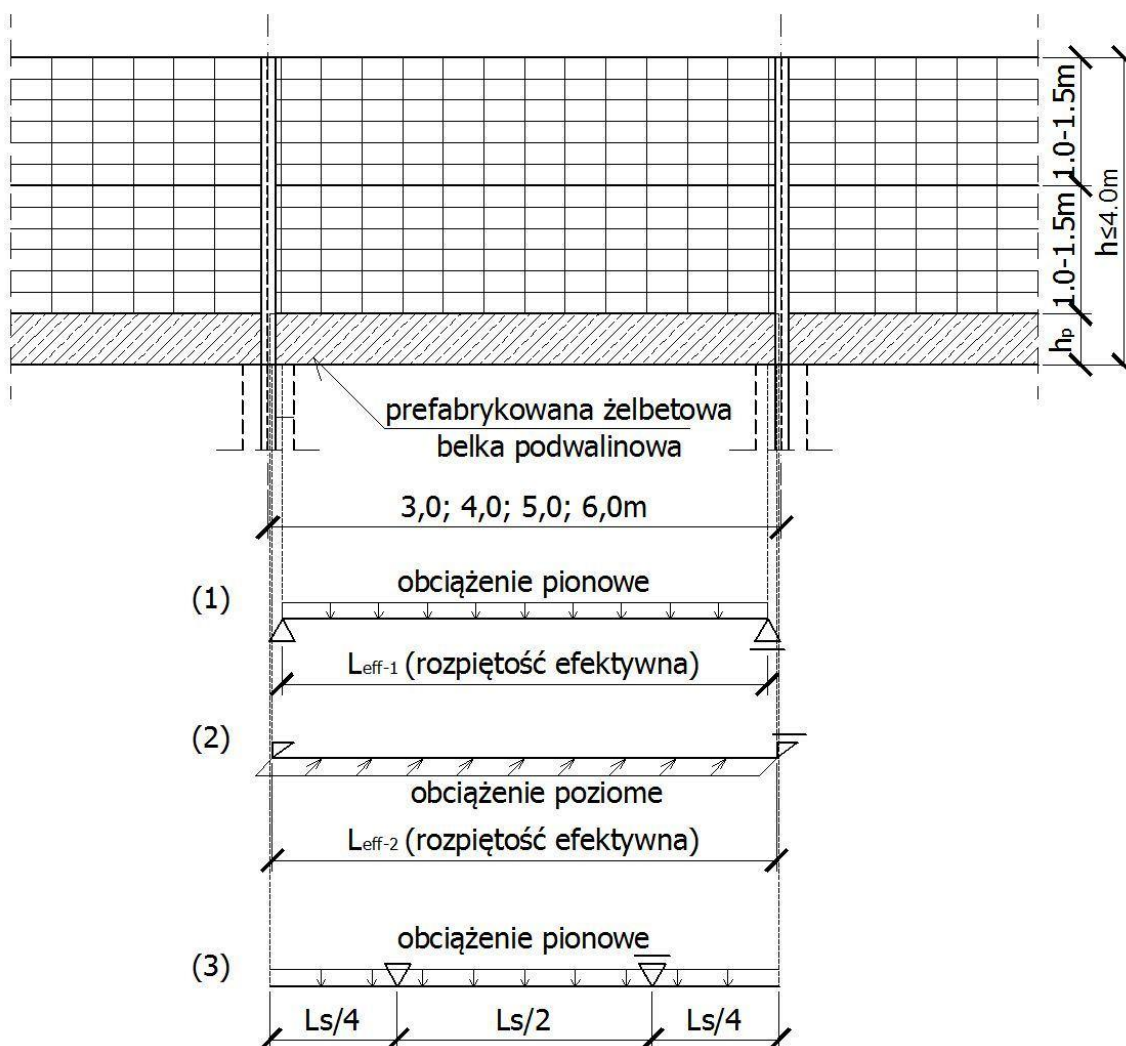
przez współczynnik o wartości 1.5, bez symptomów uszkodzeń takich jak szczeliny lub deformacje.

Obliczenia dla słupów HEA w systemie Leier-Durisol podano w [14]. Dla ekranów o wysokości do 4.0m podstawowym typem kształtownika są HEA160 i HEA180. Odcinki ekranów akustycznych o większych długościach można projektować zakładając zmienny rozstaw słupów – przykład rozmieszczenia słupów i paneli dla ekranu o wysokości 3,6m przedstawiono na rys. 11. Zmienny rozstaw słupów na długości ekranu wynika z różnych wartości obciążenia wiatrem występujących na powierzchniach skrajnych i środkowych ekranu – patrz rys. 8 w rozdziale 5.1.



Rys. 11. Przykład rozmieszczenia paneli i słupów w ekranie akustycznym w systemie Leier-Durisol – odcinek ekranu o długości nie mniejszej niż $4h$ (h - wysokość ekranu akustycznego)

Prefabrykowane belki podwalinowe w fazie eksploatacji obliczać można jak wolnopodparte, natomiast w fazie transportu i montażu, jako belki z przewieszzeniami – patrz rys. 12.



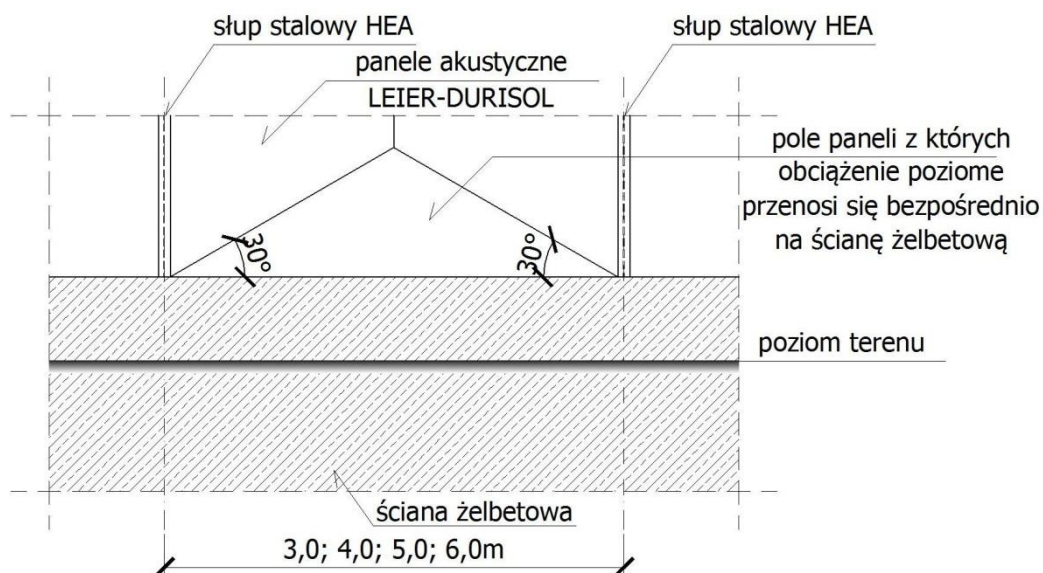
Rys. 12. Schematy statyczne prefabrykowanych belek podwalinowych

- (1) – schemat dla obciążeń pionowych w fazie eksploatacji
- (2) – schemat dla obciążeń poziomych w fazie eksploatacji
- (3) – schemat w fazie transportu – belka transportowana na zawieszu dwucięgowym

Jeżeli zakłada się wykonanie belek podwalinowych, jako monolitycznych na budowie wówczas przy projektowaniu wystarczy rozpatrzyć schemat 1 i 2.

Żelbetowe belki podwalinowe projektować należy zgodnie z normą PN-EN 1992-1-1:2008 [7]. Ze względu na warunki znacznej korozyjności jakim poddane są belki podwalinowe zaleca się przy sprawdzaniu stanów granicznych użytkowości, przyjąć dopuszczalne szerokości rozwartości rys nie większe niż 0.2mm.

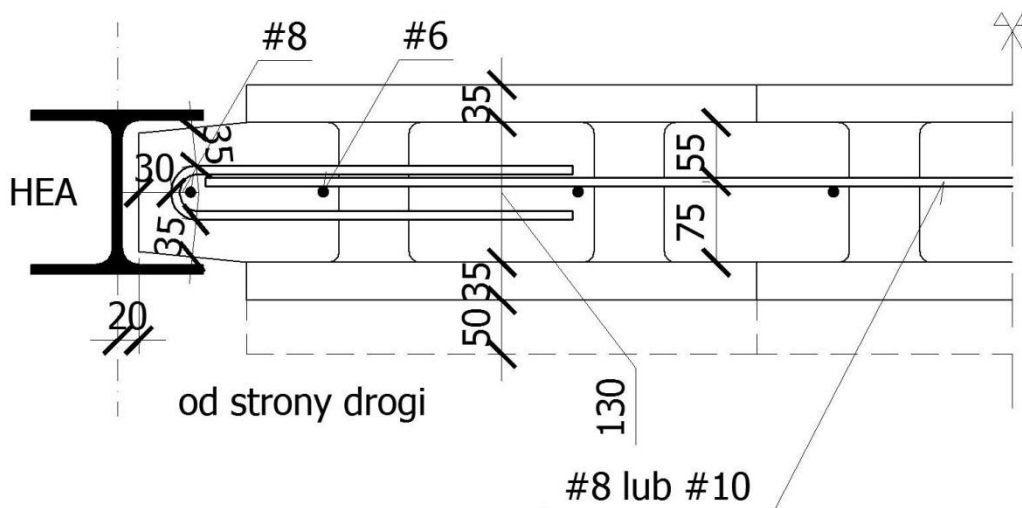
Jeżeli oparcie paneli akustycznych realizowane jest bezpośrednio na ścianie żelbetowej (zagłębionej) można przyjąć, że część obciążenia poziomego paneli przenoszona jest bez pośrednictwa słupów HEA – patrz schemat na rys. 13.



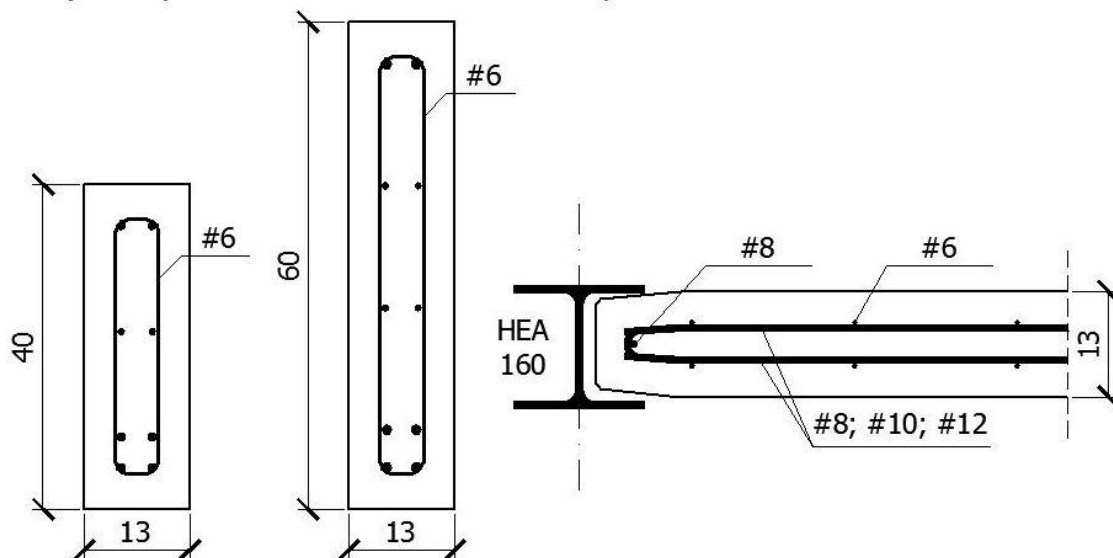
Rys. 13. Schemat dla przypadku oparcia panelu bezpośrednio na ścianie żelbetowej

Przy określaniu ugięć elementów konstrukcyjnych nie należy uwzględniać ew. obrotów; przesunięć spowodowanych fundamentami. Rodzaj posadowienia (fundamentu) zależy przede wszystkim od warunków gruntowo-wodnych i wielkości oddziaływań przenoszonych z ekranu na fundament.

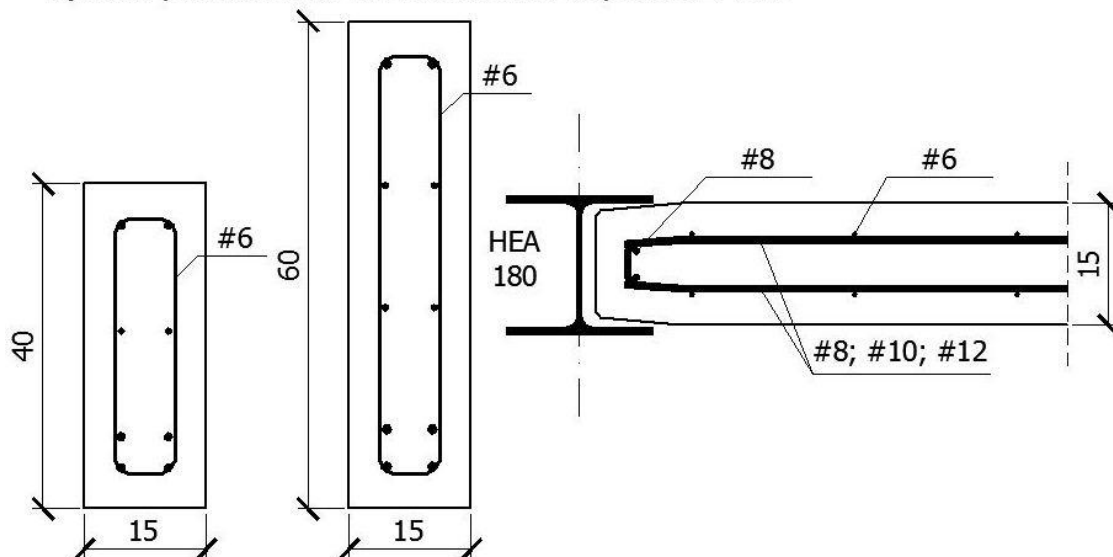
Jako podstawowy sposób posadowienia w systemie Leiser-Durisol przyjmuje się posadowienie za pośrednictwem pali żelbetowych o średnicy nie mniejszej niż 60cm wykonanych w otworach wierconych. Długość i średnice pali należy ustalać na podstawie obliczeń zgodnie z normą PN-EN 1997-1:2008 [11].

[illegible]

a) belki podwalinowe do ekranów ze słupami HEA160



b) belki podwalinowe do ekranów ze słupami HEA180



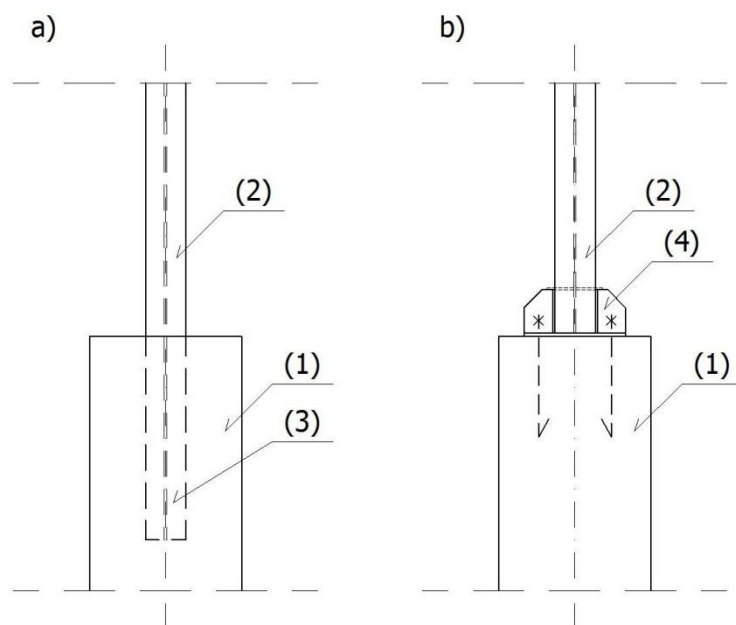
Rys. 16. Podstawowe rodzaje prefabrykowanych belek podwalinowych w systemie Leier-Durisol

Dla zapewnienia właściwych grubości otulenia prętów zbrojeniowych w prefabrykowanych elementach w systemie Leier-Durisol (panelach akustycznych, belkach podwalinowych) zaleca się montaż na zbrojeniu podkładek dystansowych z tworzywa sztucznego.

5.5 Wymagania w zakresie posadowienia

Ekranów akustycznych w systemie Leier-Durisol należy posadawiać na fundamentach żelbetowych. Obliczenia fundamentów prowadzić należy zgodnie z normą PN-EN 1997-1:2008 [11]. W przypadku każdej planowanej realizacji ekranów akustycznych, należy opracować projekt wykonawczy posadowienia. W najczęściej występujących przypadkach projektowych, jako optymalne, można uznać posadowienie za pomocą pali żelbetowych monolitycznych o średnicy nie mniejszej niż 60cm wykonywanych w otworach wierconych. Zbrojenie koszowe pali (zwykle prefabrykowane) składa się, z co najmniej 8 prętów podłużnych oraz zbrojenia poprzecznego w postaci strzemion lub spirali.

Słupy HEA mogą być kotwione bezpośrednio w palu (długość zakotwienia kształownika zależna od wysokości ekranu i wielkości obciążeń poziomych) lub za pośrednictwem kotew – połączenia śrubowe przy odpowiednim ukształtowaniu podstawy słupa przedstawiono na rys. 17.



Rys. 17. Oparcie słupa HEA na fundamencie palowym

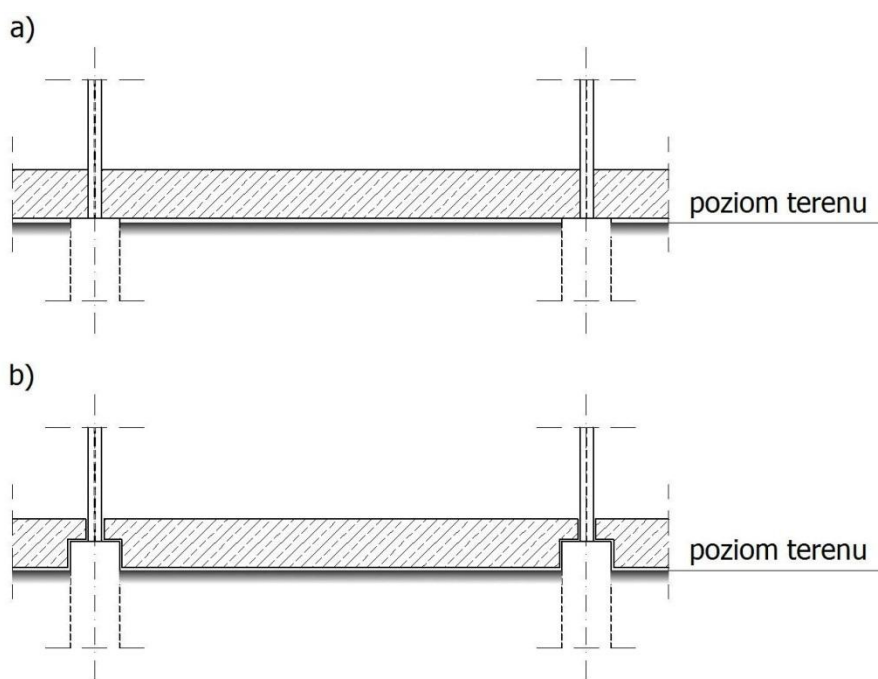
- a) odcinek kształownika zakotwiony bezpośrednio w palu
- b) oparcie słupa za pośrednictwem blach stopowych,
- (1) pal żelbetowy monolityczny, (2) słup HEA, (3) odcinek słupa zakotwiony w palu,
- (4) połączenie za pomocą kotew i blach stopowych

W rozwiązaniu na rys. 15a) przewidzieć należy dodatkowe pręty spawane do zbrojenia koszowego, które umożliwiają stabilizację kształtownika słupa w trakcie montażu.

Przy oparciu słupów za pośrednictwem blach stopowych z reguły wymagane jest natomiast dozbrojenie głowicy pala np.: siatkami w dwóch rzędach.

Górne powierzchnie pali powinny być płaskie dla umożliwienia bezpośredniego oparcia prefabrykowanych belek podwalinowych.

Belki podwalinowe z reguły opierają się na głowicach pali w poziomie terenu (rys. 18a). W niektórych przypadkach wymaga się, aby zwieńczenie słupa żelbetowego znajdowało się wyżej niż otaczający teren. W takim przypadku można stosować prefabrykowane belki o zmiennej wysokości patrz rys. 18b.



Rys. 18. Oparcie prefabrykowanych belek podwalinowych na palach żelbetowych

Przy ekranach o znacznych wysokościach i niekorzystnych warunkach gruntowych, celowym jest niekiedy rozważenie posadowienia za pomocą grupy pali zwieńczonych oczepem lub posadowienie bezpośrednio na żelbetowej ścianie oporowej (przy różnicy poziomów gruntu przed i za ekranem – patrz rys. 5 w rozdz. 4). Rozwiązanie powyższe wymaga indywidualnych obliczeń i opracowania właściwych szczegółów konstrukcyjnych.

6. Wytyczne składowania, transportu i montażu elementów w systemie Leier-Durisol

6.1 Urządzenia do transportu i montażu

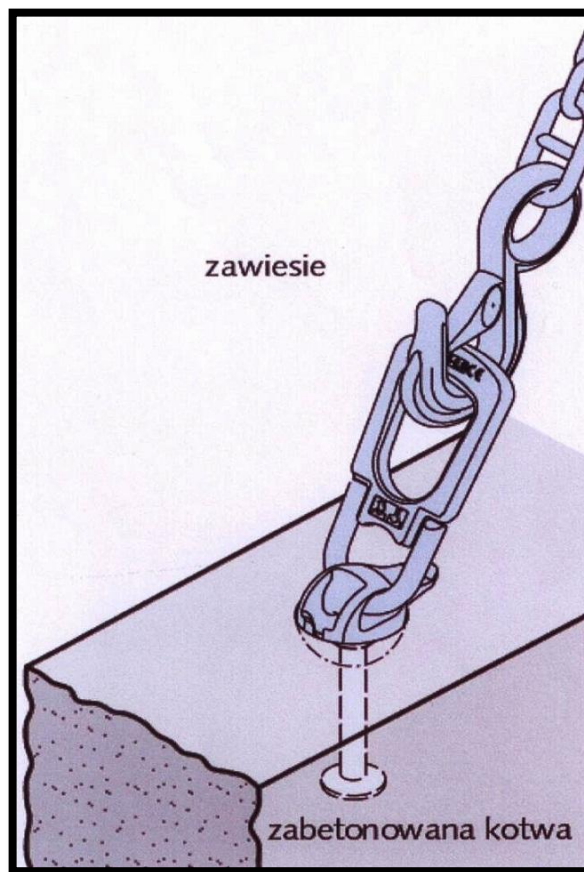
Środki transportu pionowego i poziomego należy dobierać przy założeniu, że ciężar pojedynczego elementu prefabrykowanego w systemie Leier-Durisol nie przekracza 25kN.

Podstawowym środkiem transportu poziomego są samochody ciężarowe z kłonicami przystosowane do przewozu elementów prefabrykowanych o określonej długości. Powierzchnia załadownicza samochodu ciężarowego powinna mieć długość większą, o co najmniej 1.0m od największego wymiaru elementów prefabrykowanych np.: dla paneli akustycznych o długości 4.96m, długość powierzchni załadunkowej powinna wynosić, co najmniej 6.0m. Elementy prefabrykowane należy układać w taki sposób, aby do tylnej i przedniej ścianki skrzyni załadunkowej pozostawał odstęp od 0.5m do 1.0m. Przestrzeń ta służy montażystom podczas przygotowywania podwieszania elementów, a następnie ich transportu dźwigiem na miejsce wbudowania.

Panele akustyczne powinny być ustawiane na samochodach ciężarowych w pozycji pionowej, czyli analogicznie jak w konstrukcji. Wymaga się, aby samochody ciężarowe do transportu paneli akustycznych wyposażone były w kłonicę – otwory do montażu kłonic na środku powierzchni załadunkowej samochodu. Kłonicę zabezpieczają elementy prefabrykowane w trakcie transportu i montażu.

Do transportu pionowego elementów prefabrykowanych Leier-Durisol służą urządzenia dźwigowe o odpowiedniej nośności (poza zakładem prefabrykacji najczęściej dźwigi samojezdne), wyposażone w zawiesia dwucięgnowe (linowe lub łańcuchowe) ze sprzęgami do zaczepienia o kotwy zabetonowane w elementach na etapie produkcji.

System mocowania zawiesia do kotwy w panelu akustycznym przedstawiono na rys. 19.



Rys. 19. System mocowania zawiesia do kotwy w panelu akustycznym

6.2 Składowanie elementów

Właściwie wykonane i zamontowane elementy ekranów akustycznych w systemie Leier-Durisol charakteryzują się znaczną trwałością nawet w niekorzystnych warunkach środowiska zewnętrznego. Składowanie tych elementów powinno odbywać się w takich warunkach, aby czynniki środowiska zewnętrznego przy składowaniu nie były bardziej niekorzystne niż przy użytkowaniu. Elementy ekranów akustycznych należy składować na równym, utwardzonym podłożu, na którym nie będą gromadzić się wody opadowe – zalecenie powyższe dotyczy również przypadku tymczasowego składowania na miejscu budowy, jeżeli montaż elementów prefabrykowanych paneli bezpośrednio ze środków transportu

poziomego nie jest możliwy. Panele akustyczne Leier-Durisol powinny być ustawione pionowo (w pozycji jak po wbudowaniu) i zabezpieczone przed przewróceniem się i osunięciem w trakcie składowania. Zabrania się układania paneli akustycznych w pozycji poziomej (na płask), bowiem może to spowodować trwałe uszkodzenie elementów prefabrykowanych.

Jeżeli jakaś część słupów HEA nie została zabezpieczona antykorozyjnie zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 5.2 (np.: po wbudowaniu będą zakotwione w betonie), powinna być na czas składowania pokryta odpowiednimi powłokami ograniczającymi efekt korozji przy długotrwałym składowaniu. Kształtowniki HEA wymagają składowania na przekładkach uniemożliwiających powstanie uszkodzeń powłok antykorozyjnych.

6.3 Zalecenia przy transporcie

Elementy w systemie Leier-Durisol należy zabezpieczyć na czas transportu, aby nie ulegały uszkodzeniom. Panele akustyczne powinny być przymocowane do kłonic przy pomocy pasów. Można stosować kłonicę środkową typu „Durisol”.

Rozładunek rozpoczyna się od zdejmowania paneli zewnętrznych – kierując się ku elementom znajdującym się w środku. Panel może być odczepiony od kłonicy dopiero wówczas, gdy zostanie założone zawiesie przynajmniej na jedną kotwę. Kolejny element (znajdujący się za przygotowanym do transportu panelem) powinien być przymocowany do kłonicy środkowej np. typu Durisolw sposób uniemożliwiający przewrócenie się lub osunięcie. Na każdym etapie transportu panele akustyczne powinny być w pozycji pionowej - jak docelowo w ekranie. Optymalnie jest prowadzić montaż belek podwalinowych i paneli akustycznych bezpośrednio ze środków transportowych.

Słupy stalowe HEA zaleca się układać w przestrzeni ładunkowej samochodów ciężarowych na miękkich przekładkach, odpowiednio zabezpieczając

przed przesunięciem w trakcie transportu, lub stosować inne sposoby ochrony powłok antykorozyjnych przed uszkodzeniem.

6.4 Etapy montażu i wymagania montażowe

Ekrany akustyczne w systemie Leier-Durisol należy realizować w następującej kolejności:

- wykonanie fundamentów żelbetowych,
- montaż słupów stalowych HEA – w przypadku kotwienia słupów bezpośrednio w fundamencie, ustawienie słupów przed zabetonowaniem fundamentu,
- kontrola geodezyjna ustawienia słupów i górnego poziomu fundamentów,
- instalacja żelbetowych prefabrykowanych belek podwalinowych oraz sprawdzenie poziomu górnej krawędzi – stabilizacja za pomocą śrub do kształtowników HEA,
- montaż kolejnych warstw paneli akustycznych z zastosowaniem przekładek z neoprenu i stabilizacja na śrubach.

Uwaga: Przed montażem konieczne jest sprawdzenie, czy element ekranu akustycznego nie jest uszkodzony. Elementów uszkodzonych nie należy wbudowywać.

Minimalny czas od chwili zabetonowania fundamentu do montażu słupów HEA i pozostałych elementów prefabrykowanych ekranów powinien być określony w projekcie wykonawczym posadowienia.

Ze względu na tolerancje wymiarowe paneli osiowy rozstaw słupów powinien być zrealizowany z dokładnością $\pm 10\text{mm}$, natomiast wychylenie słupa z pionu nie powinno być większe niż 3mm/metr i nie więcej niż 10mm na całej wysokości słupa.

Prefabrykowane belki podwalinowe, a następnie panele akustyczne należy wsuwać w kształtowniki HEA równomiernie z obu stron słupa. Jako optymalny uznać można sposób montażu, w którym liczby warstw elementów prefabrykowanych z obu stron słupa nie różnią się więcej niż o 1. Przy wsuwaniu prefabrykowanych elementów żelbetowych w kształtowniki HEA zalecane jest stosowanie elastycznych przekładek dla ochrony powłok antykorozyjnych i lepszej stabilizacji paneli w słupach. Szczegółowe zalecenia dotyczące transportu elementów prefabrykowanych paneli podano w rozdziale 6.3. Jeżeli w rejonie montażu znajdują się napowietrzne sieci energetyczne, (minimalna odległość od elementu transportowanego mniejsza niż 4.0m), należy na czas montażu ekranu wyłączyć sieci z eksploatacji na odcinku, na którym występuje zagrożenie.

7. Wprowadzenie do obrotu, uwagi i zalecenia dodatkowe

Panele przeciwhałasowe w systemie Leier-Durisol produkowane w zakładach Leier są znakowane oznakowaniem CE. Oznacza to, że dokonano oceny zgodności drogowych urządzeń przeciwhałasowych (w tym paneli) Leier-Durisol zgodnie z załącznikiem ZA.1 normy PN-EN 14388:2009 [3] oraz że wystawiono Deklarację Zgodności. System poświadczania zgodności określony w PN-EN 14388:2009 [3] jest zgodny z decyzją Komisji z 26.06.1996 roku oraz Załącznikiem III do Mandatu M111 „Urządzenia drogowe”.

Ekrany akustyczne w systemie Leier-Durisol, jako drogowe urządzenia przeciwhałasowe przeznaczone są do stosowania na powierzchniach drogowych z wyjątkiem mostów, wiaduktów i tuneli.

Zastosowanie poszczególnych elementów systemu ekranów akustycznych Leier-Durisol w innych rozwiązaniach projektowych, niż podano w niniejszym opracowaniu (rozwiązania nietypowe np.: panele akustyczne Leier-Durisol z innymi

rodzajami słupów) wymaga obliczeń kontrolnych i sprawdzenia zgodności z właściwymi normami PN-EN.

Rozwiązania i dane techniczne przedstawione w niniejszym opracowaniu mają charakter informacyjny. Realizacja ekranów akustycznych powinna być w każdym przypadku poprzedzona opracowaniem odpowiednich projektów wykonawczych przez osoby do tego uprawnione.

Elementy ekranów ochrony akustycznej w systemie Leier-Durisol w zasadzie nie wymagają konserwacji.

Raz w roku zaleca się jednak przeprowadzenie przeglądu, w trakcie którego należy zwrócić uwagę na: rysy mogące mieć wpływ na nośność lub trwałość elementów prefabrykowanych (panele, belki podwalinowe), przesunięcia na podporach mogące obniżać skuteczność oparcia paneli i belek podwalinowych na słupach, nierównomierne oparcie belek podwalinowych powodujące rozszczelnienie styku z panelami, zmiany w miejscach oparcia słupów na fundamentach zagrażające bezpiecznemu ich zakotwieniu.

Należy brać pod uwagę, że część uszkodzeń ekranów akustycznych może być powodowana aktami wandalizmu.

Bezzwłocznie należy wykonać zalecenia pokontrolne w zakresie stwierdzonych uszkodzeń elementów ekranów akustycznych.

8. Piśmiennictwo

- [1] Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [2] The Highways Agency. Design Manual for Roads and Bridges: Volume 10,section5 - Environmental Barriers.
- [3] PN-EN14388:2009 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe – Specyfikacje
- [4] PN-EN1794-1:2005 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe – Wymagania pozaakustyczne; Część 1: Właściwości mechaniczne i stateczność
- [5] PN-EN1794-2:2005 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe – Wymagania pozaakustyczne; Część 2: Ogólne bezpieczeństwo i wymagania ekologiczne
- [6] PN-EN 14389-2 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe – procedury do ustalania długoterminowych wymagań; Część 2: Charakterystyki pozaakustyczne
- [7] PN-EN 1992-1-1:2008 Projektowanie konstrukcji z betonu; Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [8] PN-EN 1993-1-1:2006 Projektowanie konstrukcji stalowych; Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
- [9] PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje; Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru
- [10] PN-EN 1990:2004 Podstawy projektowania konstrukcji

- [11] PN-EN 1997-1:2008 Projektowanie geotechniczne - Część 1:Zasady ogólne
- [12] PN-EN ISO 1461:2011 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową. Wymagania i metody badań
- [13] PN-EN ISO 14713 Powłoki cynkowe. Wytyczne i zalecenia dotyczące ochrony przed korozją konstrukcji ze stopów żelaza
- [14] Dokumentacja techniczna pionowych, drogowych ekranów przeciwhałasowych w systemie Leier-Durisol opracowana przez F.U. Prokonbud – Piotr Matysek, luty 2011 roku
- [15] Dokumentacja rysunkowa pustaków szalunkowych z wiórobetonu do wykonywania paneli akustycznych Leier-Durisol – wykonana przez Leier Polska S.A.
- [16] Dane techniczne dotyczące ciężaru paneli akustycznych z pustaków DSi 25/13 N – deklarowane przez Leier Polska S.A., marzec 2011 roku
- [17] Raporty z badań własności akustycznych paneli przeciw hałasowych Leier-Durisol produkowanych przez Leier Polska S.A. – Applied Precision s.r.o, Bratislava; SK51; SNAS Rego.No. 175/S-167; 2011rok



Leier Polska S.A.
33-150 Wola Rzędzińska 155 a
tel. + 48 14 63 13 700
fax. + 48 14 63 13 600

Leier Markowicze S.A.
Cegielnia-Markowicze 5
23-415 Książpol
tel. + 48 84 68 51 960
fax. + 48 84 68 51 970

Leier Malbork Sp. z o.o.
82-200 Malbork
Al. Wojska Polskiego 92
tel. + 48 55 27 23 212
fax. + 48 55 27 25 001

www.leier.pl