Barbara LEBIEDOWSKA[1]

KSZTAŁTOWANIE KLIMATU AKUSTYCZNEGO MIAST POPRZEZ ROZWIĄZANIA ARCHITEKTONICZNO-URBANISTYCZNE

1. Wstęp

Klimat akustyczny polskich miast, podobnie jak na całym świecie, jest kształtowany w obecnej dobie przede wszystkim przez transport kołowy (samochodowy). Brak w Polsce obwodnic w dużych aglomeracjach miejskich oraz znikoma liczba dróg ekspresowych i autostrad, powoduje, jak wiadomo, znaczne utrudnienia komunikacyjne oraz przekroczenia wartości dopuszczalnych poziomu hałasu dochodzące do 20 dB. Ponad 22% terenu naszego kraju i prawie 13 milionów Polaków narażone jest z tego powodu na przebywanie w warunkach, w których przekroczone są wartości dopuszczalne poziomu hałasu. Stanowi to około 33% ludności Polski [6],[11]. W takich krajach jak Niemcy, Wielka Brytania czy Holandia wskaźnik ten jest niższy i wynosi 20÷28% [12]. W zależności od rodzaju przestrzeni i stopnia zurbanizowania, liczba mieszkańców narażonych w Polsce na hałas komunikacyjny wynosi odpowiednio: 30% - miasta duże, 40% - miasta średnie, 20% miasta małe i 7% - wieś [11]. Obowiązujące od 1998r polskie przepisy [10], o dopuszczalnej emisji hałasu do środowiska, zbliżone są obecnie do obowiązujących w krajach Unii Europejskiej. Aktualne polskie standardy, najbliższe są włoskim [3]. Francuskie normy w tej dziedzinie są natomiast w krajach UE najbardziej liberalne a niemieckie najbardziej rygorystyczna (tabl. 1) [1],[2].

Jak wiadomo, zmiany ustrojowe w Polsce, zapoczątkowane w 1989 r, spowodowały między innymi gwałtowny wzrost ilości pojazdów na polskich drogach. Dynamikę wzrostu ilości pojazdów w Polsce, na tle innych krajów oraz świata, przedstawiono w tablicy 2. Wynika z niej, że wzrost ten, w latach 1990-96, przekracza średni poziom o 50%, jeśli chodzi o samochody osobowe i prawie o 30% w przypadku samochodów ciężarowych. Zauważalna jest również zmiana proporcji samochodów osobowych w stosunku do ciężarowych. Na świecie wzrost ten był w tym samym okresie czasu rzędu 5% - w odniesieniu do samochodów osobowych i 7% dla samochodów ciężarowych [4].

Tak znaczny przyrost liczby pojazdów spowodował znaczny wzrost poziomu hałasu od dróg. Jednakże, z uwagi na zwiększenie ilości pojazdów lepszych technologicznie, głównie: niemieckich, francuskich, włoskich i japońskich

[1] Dr inż., Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych Politechniki Łódzkiej, al.Politechniki 6, Łódź, e-mail: lebarbar@ck-sg.p.lodz.pl

(zmniejszenie liczby samochodów krajowych i wschodnioeuropejskich), wzrost hałasu jest relatywnie niższy niż wynikałoby to ze zwiększenia liczby pojazdów.

Tablica 1. Dopuszczalne wartości poziomu hałasu pochodzącego od ruchu drogowego wyrażone równoważnym poziomem dźwięku L_{Aeq} dB(A) [10]

Przeznaczenie terenu	Polska		Francja		Włochy		Niemcy	
	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc	dzień	noc
Uzdrowiska	50	40					45	55
Szpitale poza miastem	50	40	60(57)	55	50	40	45	35
Szpitale w mieście	55	45	60(57)	55	50	40	45	35
Domy opiekuńcze	55	45	60	55	50	40	45	5
Tereny rekreacyjne	55	45			50	40	55	45
Szkoły	55	45	60		50	40		
Tereny mieszkaniowe jednorodzinne	55	45	60	55	55	45	50	40
Zabudowa mieszkaniowa mieszana (z usługami i handlem)	60	50	65	60	60	50	55	45
Zabudowa zagrodowa	60	50	65	60	55	45	60	50
Strefy śródmiejskie o gęstej zabudowie mieszkaniowej i dużej koncentracji obiektów administracji, handlu i usług	65	55	65	60	65	55	65	55

Infrastruktura drogowa, z racji opóźniającego się programu budowy autostrad w Polsce nie nadąża za przyrostem ilości samochodów, a brak obwodnic, powoduje przede wszystkim, nieprzejezdnością wielu polskich miast (głównie tych największych) oraz zatłoczeniem tranzytowych dróg miast mniejszych.

Ponadto, w ostatnich 25 latach nastąpił wzrost ludności miejskiej w Polsce - o 25%. To również powoduje, że główny ciężar przeniesienia ruchu drogowego – osobowego, skumulował się w miastach. W zaistniałej sytuacji dużą rolę do spełnienia ma przestrzeganie zasad właściwego projektowania architektoniczno – urbanistycznego.

Tablica 2. Dynamika wzrostu ilości samochodów w różnych krajach w latach 1990-96 [4]

	Polska	Francja	Włochy	Niemcy	świat
Samochody osobowe%	53	8	16	15	5
Samochody ciężarowe%	28	5	13	3	7

2. Podstawowe zasady projektowania architektoniczno - urbanistycznego z uwagi na klimat akustyczny

Najskuteczniejszym sposobem uniknięcia zagrożeń wynikających z eksploatacji dróg kołowych jest w obecnej chwili, z myślą o przyszłości, wytyczanie tras w odpowiednich odległościach od istniejących bądź planowanych terenów zabudowy mieszkaniowej. Nie zawsze jednak jest to możliwe. W przypadku konieczności zbliżenia trasy komunikacyjnej do strefy mieszkaniowej, należałoby na terenach

nowoprojektowanej zabudowy bezwzględnie przestrzegać, w procesie projektowania przestrzennego, kilku podstawowych zasad umożliwiających zminimalizowanie ich negatywnego wpływu. Należą do nich:

- W przypadku zabudowy równoległej do trasy dla której następuje dodatkowe wzmocnienie poziomu hałasu w wyniku odbić pomiędzy elewacjami budynków, wskazanym jest stosowanie zasady przeznaczania pierwszego rzędu budynków (o możliwie znacznych gabarytach), najbliższych planowanej trasie, jako przeznaczonych na usługi, handel lub ostatecznie biura. Stanowią one wówczas, niewymuszony sztucznie, ekran akustyczny dla budynków w dalszych rzędach, które znajdą się w strefie ich cienia akustycznego.
- Przegrody zewnętrzne obiektów w strefie ekranowania powinny się charakteryzować odpowiednio wysoką izolacyjnością akustyczną - szczególnie dotyczy to stolarki okiennej, a ponadto obiekty te powinny posiadać klimatyzację.
- Dla zabudowy równoległej w budynkach mieszkalnych, jako podstawową zasadę, należy przyjmować planowanie pomieszczeń chronionych (sypialnie, pokoje dziecięce, pokoje do pracy czy wypoczynku) przy fasadzie przeciwległej od drogi, aby dodatkowo izolować je innymi pomieszczeniami użytkowymi; kuchnie, łazienki, korytarze.
- W przypadku zabudowy tzw. przemiennej (typu „kłos") należy mieć na uwadze, że tutaj nie występuje zjawisko wzrostu poziomu hałasu spowodowanego odbiciami od elewacji; żaden z budynków w takim układzie nie jest jednak w rzeczywistości chroniony przed bezpośrednią penetracją hałasu. Jedynie efekt oddalania się od źródła dźwięku powoduje relatywne obniżenie poziomu hałasu., a wiec budynki mieszkalne muszą być lokalizowane od liniowych źródeł hałasu w odpowiednich odległościach.
- Spośród najbardziej popularnych i konstrukcyjnych sposobów architektonicznego kształtowania bryły budynku, należy preferować attykę i loggię. W tym przypadku wykorzystane są takie zjawiska jak, ekranowanie oraz pochłanianie energii akustycznej, poprzez odpowiednio geometrycznie zaprojektowany układ elementów bryły.

Zgodnie z obecnie stosowanymi zasadami projektowania architektoniczno-urbanistycznego bryła budynku analizowana jest głównie z punktu widzenia układu przestrzennego. W małym stopniu uwzględnia się w tym procesie „twórczym" elementy ochrony środowiska i warunki bytowania mieszkańców. Są to z reguły, w procesie projektowania, elementy drugorzędne. Istnieją jednak już obecnie metody obliczeniowe pozwalające kompleksowo uwzględniać szereg uwarunkowań decydujących o uciążliwości obiektów urbanistycznych. Powinny być one szerzej wykorzystywane w procesie projektowania.

Do tego typu działań kompleksowych należy ocena oddziaływania nowych założeń urbanistycznych na klimat akustyczny. Skuteczną i w miarę obiektywną metodą obliczeniową stosowaną do ustalania pola akustycznego jest metoda NMPB (Nouvelle Methode de la Propagation de Bruit). Metoda ta została wdrożona po raz pierwszy we Francji do prognozowania pola akustycznego wokół dróg i autostrad. Obowiązuje ona we Francji od roku 1997 [5], [8], [9]. Spełnia ona zasady normy ISO 9613-2 i jest realizowana według następującej procedury:

1. Zakłada się podział liniowego źródła hałasu na źródła punktowe (strumień przemieszczających się po drodze pojazdów samochodowych stanowi bowiem źródło liniowe).
2. Określa się poziom mocy akustycznej każdego tak utworzonego źródła punktowego.
3. Poszukuje się tras propagacji dźwięku pomiędzy każdym ze źródeł punktowych, a punktem odbioru, (trasa bezpośrednia, trasa odbita i/lub ugięta).
4. Dla każdej z tras propagacji przeprowadza się kolejno obliczenia dotyczące:

- tłumienia - dla warunków korzystnych meteorologicznie [7],

- tłumienia - dla warunków jednorodnych,
- poziomu długotrwałego dźwięku; wychodząc z poziomu dźwięku dla warunków korzystnych, jednorodnych oraz częstości wzajemnego pojawiania się tych warunków.

5. Skumulowany poziomów dźwięku długotrwałego dla każdej z tras, co pozwala na określenie poziomu dźwięku całkowitego w punkcie odbioru.

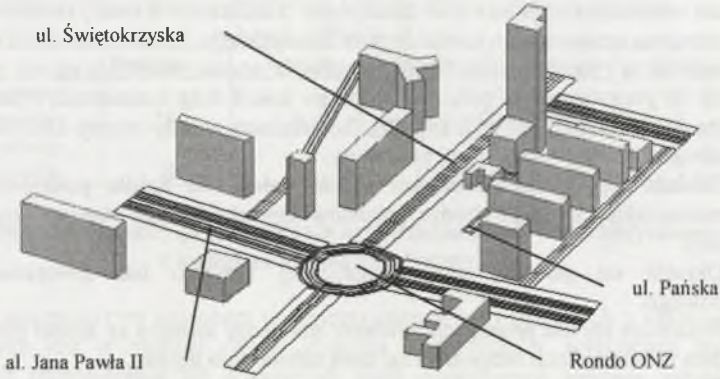
3. Przykłady analizy wpływu rzeczywistych rozwiązań architektoniczno – urbanistycznych

Wykorzystując metodę NMPB i oparty na niej program komputerowy Mithra, przeprowadzono szereg symulacji propagacji hałasu w terenach zurbanizowanych oraz w pobliżu dróg i autostrad [8].

Między innymi, interesujące rezultaty uzyskano porównując wpływ nowowznoszonego obiektu, jako elementu ekranu akustycznego, na zabudowę wysoką. Taką funkcję w świetle analiz pełnić będzie Centrum Biurowe Centrali PZU S.A. i PZU Życie S.A. w Warszawie w rejonie Ronda ONZ.

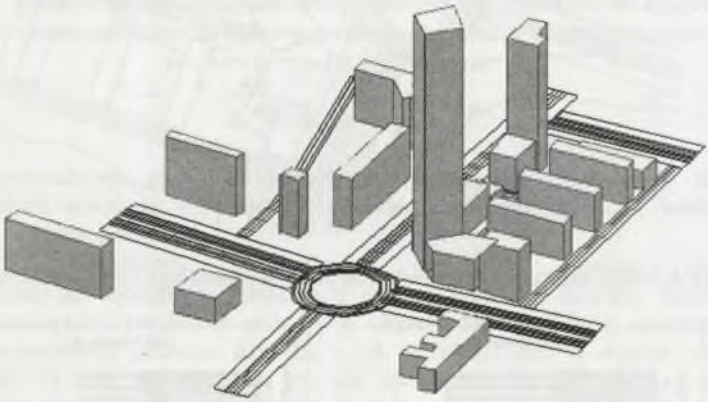
Analizowana inwestycja stanowi obiekt biurowy wraz z podziemnym garażem. Budynek biurowy ma charakter dwubryłowy; część niska ma, zgodnie z koncepcją architektoniczną wysokość 18 m, a cześć wysoka - około 170 m (rys.1 i 2).

Klimat akustyczny terenu tej inwestycji jest obecnie kształtowany głównie poprzez ruch drogowy układu komunikacyjnego Ronda ONZ, a w tym, przede wszystkim, przez al.Jana Pawła II – gdzie ilość pojazdów przejeżdżających jest rzędu 2000 w ciągu godziny oraz ul.Świętokrzyską, przez która przejeżdża w ciągu godziny około 1400 samochodów. W konsekwencji, po Rondzie ONZ przemieszcza się obecnie około 3400 pojazdów samochodowych na godzinę. Stan aktualny pola akustycznego przed realizacją obiektów podano na rys.3. Najbardziej zagrożone z punktu widzenia akustycznego na tym obszarze okazały się trzy budynki wysokie mieszkalne usytuowane poprzecznie do ulicy Pańskiej oraz jeden budynek wzdłuż al.Jana Pawła II, bezpośrednio przyległy do terenu zainwestowania. Na elewacjach budynków najbardziej zagrożonych (najbliższych al.Jana Pawła II) (rys.3) równoważny poziom dźwięku waha się, w zależności od kondygnacji, od 68 do ponad 70 dB/A). Nowa inwestycja, jak potwierdziły to obliczenia symulacyjne, zdecydowanie poprawi klimat akustyczny obiektów mieszkaniowych w tym rejonie (rys.4).

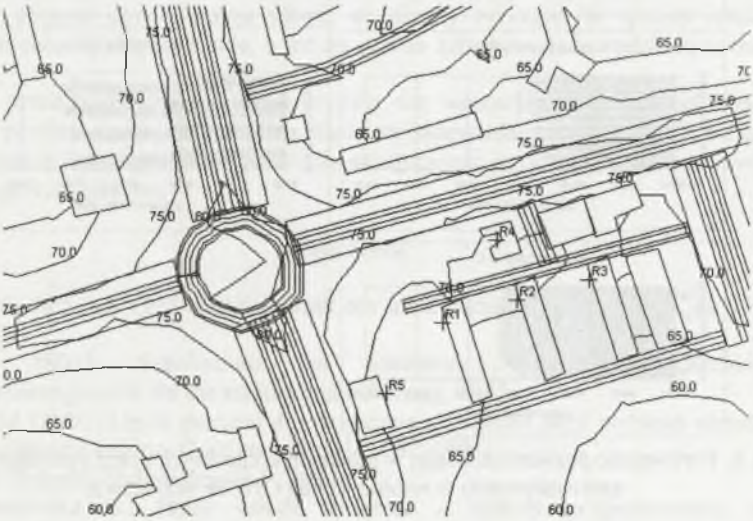


Rys.1. Analizowany teren przed wprowadzeniem obiektu wysokiego (stan aktualny)

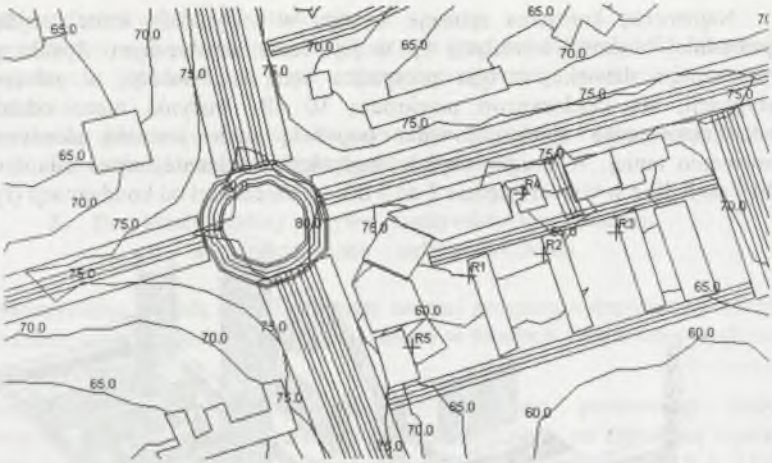
Najbardziej korzystna sytuacja wystąpi w budynkach, które znajdą się w bezpośredniej bliskości inwestycji t.j. w jej cieniu akustycznym. Spadki poziomu równoważnego dźwięku w tym przypadku będą się wahały, w zależności od kondygnacji, ale każdorazowo przekroczą 10 dB. Budynki nieco oddalone od nowoprojektowanego obiektu również poprawią sobie warunki akustyczne, ale odpowiednio mniej. W drugim rzędzie, budynków obniżenie hałasu odnotowuje się rzędu 5 do 8 dB a w trzecim rzędzie 2 do 3 dB - w zależności od kondygnacji (rys.5).



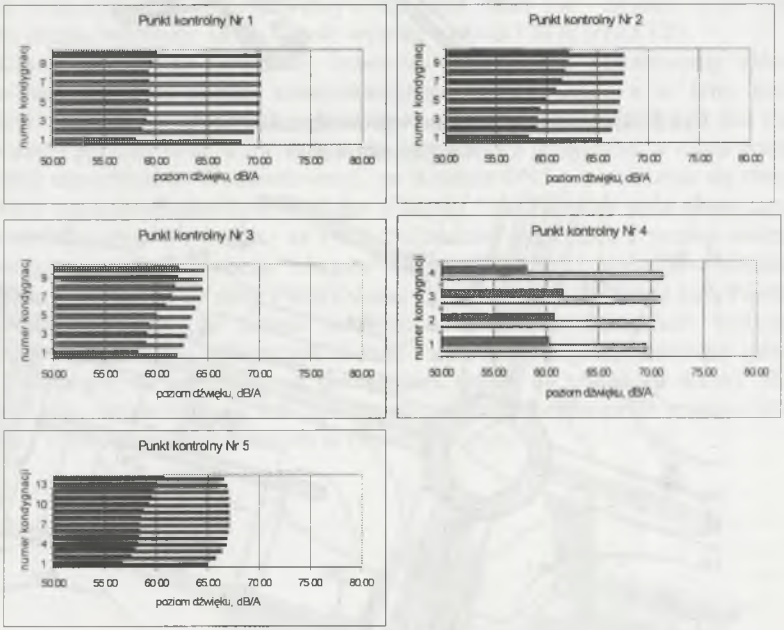
Rys.2. Analizowany teren po wprowadzeniu obiektu wysokiego (stan projektowany)



Rys.3. Mapa hałasu przed wprowadzeniem obiektu wysokiego (stan aktualny)



Rys.4. Mapa hałasu po wprowadzeniu obiektu wysokiego (stan projektowany)



Rys. 5. Porównanie poziomu dźwięku w punktach kontrolnych przed i po planowanym zainwestowaniu w rejonie Ronda ONZ w Warszawie

Przykładem zastosowania sztucznego ekranu, może być też teren Salonu Sprzedaży i Obsługi Samochodów SEAT W Warszawie (rejon ulicy Płowieckiej), gdzie głównym czynnikiem zakłócającym klimat akustyczny jest ruch pojazdów związany z funkcjonowaniem Salonu. Na elewacjach pobliskich obiektów mieszkalnych odnotowano, w wyniku funkcjonowania Salonu, poziom równoważny na wysokości okien parteru dochodzący do 45 dB/A. co nakładając się z hałasem od pobliskich tras komunikacyjnych i ulic, mogłoby dać przekroczenie wartości dopuszczalnych. W tym przypadku zastosowanie prostego ekranu (odbijającego) o

wysokości 2 m, spowodowało spadek poziomu dźwięku do 36 dB/A. Wyłożenie ekranu typowym materiałem pochłaniającym o współczynniku pochłaniania, charakterystycznym dla materiałów włóknistych nie powoduje dalszego obniżenia hałasu na elewacji niskiej zabudowy jednorodzinnej, tylko przyczynia się do zmiany pola akustycznego na terenie działki, gdzie znajdują się źródła hałasu. Polega to na zawężeniu izopowierzchni o wyższych poziomach, a poszerzeniu izopowierzchni o poziomach niższych.

Z punktu widzenia ekonomicznego, ponoszenie dodatkowych kosztów związanych z zastosowaniem do budowy ekranów materiałów pochłaniających nie jest w takim przypadku uzasadnione.

3. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza symulacji komputerowych wybranych układów urbanistycznych wskazuje wyraźnie na korzyści jaką mogą płynąć z właściwego planowania przestrzennego.

W rozpatrywanych przypadkach, geometria nowych obiektów architektonicznych, chociaż w założeniach nie uwzględniała ochrony akustycznej zabudowy istniejącej, przyniosła pozytywny skutek. Należy jednak zaznaczyć, że uzyskane zmniejszenie poziomu dźwięku – jak to stwierdzono w wyniku obliczeń, dochodzi do 10 dB, to uzyskano to bez uwzględniania tego celu w stadium koncepcyjnym projektu zabudowy - jest to więc wynik przypadkowy aczkolwiek ogólnie korzystny. Prawdopodobnie, po świadomym uwzględnieniu czynników zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska, inne rozwiązania geometryczne budowli mogłyby jeszcze w większym stopniu poprawić uzyskany efekt.

W obecnej chwili można uznać, że ekrany tworzone w sposób sztuczny, skutecznie chronią obiekty niskie, a już na pewno zabudowę jednorodzinną w terenie płaskim.

Z przedstawionych rozważań wynika też wniosek ogólny, że architekci i urbaniści powinni szerzej korzystać na etapie projektowania przestrzennego z osiągnięć współczesnych metod prognozowania pola akustycznego w celu kreowania środowiska przyjaznego człowiekowi.

Literatura

[1] Arrêtté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, J.O. du 10 mai 1995.
[2] DIN 18005: Schallschutz im Städtebau, Beiblatt Schalltechnische Orientierungswerte für die städtbauliche Planung, 1987.
[3] DPCM 1/3/91: Limiti massimi di esposizione al. rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, Gazzetta Ufficiale n 57, 1991
[4] GUS: Rocznik Statystyczny R.P. 1999.
[5] Lebiedowska B.: Hałas wokół autostrad - Metody prognozowania. seria monografie, Wydawnictwa P.Ł., Łódź 1998.
[6] Lebiedowska B.: Acoustic climate in Polish cities in view of lokal and EU legal regulation, Congres Internoise 2000, Nicea, 2000.
[7] Lebiedowska B., Zouboff V., Brunet Y., Laporte J.C.: Metoda jakościowej oceny wpływu czynników meteorologicznych na rozprzestrzenianie się hałasu w terenie otwartym.
[8] Praca zbiorowa pod kierunkiem B.Lebiedowskiej, Opracowanie kompleksowej metody oceny oddziaływania autostrad i dróg szybkiego ruchu na klimat

akustyczny terenów przyległych z uwzględnieniem potrzeb Regionu Łódzkiego – grant Prezydenta Miasta Łodzi, Łódź 1998.
[9] Praca zbiorowa, Bruit des infrastructure routière – methode de calcul incluant les effets météorologiques, NMPB – CERTU, CSTB, LCPC, SETRA, 1997.
[10] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13.05.1998r w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz.U.Nr 66, 1998.
[11] Sadowski J.: Kształtowanie klimatu akustycznego środowiska i jego ochrona przed hałasem i wibracjami, Building Research Institute (ITB), Quearterly No 2-3 (110-111), 50-61p),1999.
[12] Tjeert ten Wolde and Brian Ross, Noise from traffic as a worldwide policy problem, In conference inter-noise 99, Fort Lauderdale, Florida USA,1999.

ACOUSTIC CLIMATE FORMATION BY MEANS OF ARCHITECTURAL AND URBAN SOLUTIONS

Summary

Nowadays, urban acoustic climate is defined mainly by road and motor transport. Due to the absence of ring roads in major city agglomerations in Poland, through traffic is directed chiefly through housing and administrative estates. Consequently, permissible equivalent noise levels are significantly exceeded. The following article presents suggestions for the protection of housing estates from excessive noise penetration through architectural and urban solutions, applicable in city districts with dense building developments. The solutions put forth are based on computer simulations using the NMPB counting algorithm.