

PROJEKT KONCEPCYJNY PARKU DŹWIĘKOWEGO¹

SOUND GARDEN CONCEPTUAL DESIGN

Sandra Rus
Mgr inż. arch. kraj.

Politechnika Krakowska
Wydział Architektury
Kierunek Architektura Krajobrazu

STRESZCZENIE

Problem narastającego hałasu w mieście staje się coraz bardziej uciążliwy i stanowi zagrożenie dla zdrowia. Projektowanie akustyczne, czyli komponowanie dźwięków, miejsc przyjemności akustycznych, może sprawić, że otaczająca nas przestrzeń stanie się bardziej przyjazna i może mieć pozytywny wpływ na nasze samopoczucie. Przedstawiony projekt parku dźwiękowego zawiera wiele rozwiązań dotyczących aktywnych i pasywnych metod redukcji uciążliwego hałasu oraz wydobycia dźwięków, które mają pozytywne skojarzenia.

Słowa kluczowe: hałas, dźwięk, maskowanie hałasu, przestrzeń publiczna, park dźwiękowy.

ABSTRACT

The problem of increasing noise in the city is becoming more and more bothersome and poses a threat to people's health. Sound design, that is the composition of sounds or spaces of acoustic pleasure, can make the space around us more friendly and can have a positive influence on our mood. The presented design for a sound garden incorporates many solutions in terms of active and passive methods of reducing noise pollution and emphasizing sounds that have positive connotations.

Key words: noise, sound, noise masking, public space, sonic park.

¹ Artykuł opracowany na podstawie pracy dyplomowej Sandry Rus pt. „Projekt koncepcyjny parku dźwiękowego przy nowej filharmonii w Krakowie”, wykonanej pod kierunkiem prof. zw. dr hab. inż. arch. Aleksandra Böhma na wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej, kierunek Architektura Krajobrazu, w roku akademickim 2011/2012

1. WPROWADZENIE

1.1. Hałas a zdrowie

Na terenach zurbanizowanych i uprzemysłowionych jesteśmy narażeni na hałas, który osiąga rozmiary i formy szkodzące zdrowiu. Nakładanie się przeróżnych dźwięków w sposób niekontrolowany i chaotyczny powoduje powstawanie niebezpiecznych dla człowieka fal akustycznych. Doświadczanie hałasu jest związane z osobistym nastawieniem psychicznym danego człowieka. Mimo tego, jest on także odbierany nieświadomie, na przykład w czasie snu. Organizm na walkę z hałasem wykorzystuje ogromne ilości energii. Negatywny wpływ na zdrowie ludzi, ale także świat zwierząt i roślin, jest bezdyskusyjny. Hałas pogarsza warunki pracy, uniemożliwia odpoczynek, co powoduje nerwość i wyczerpanie. Człowiek narażony jest na niebezpieczeństwo ze strony zbyt dużych natężeń dźwiękowych. Hałas atakuje układ słuchowy, nerwowy, a także oddechowy, pokarmowy, i układ krążenia. Wpływ zależy od częstotliwości, natężenia, długootrwałości działania i charakteru zmian w czasie. Narząd słuchu jest niezwykle czuły. Słyszymy dźwięku o częstotliwości od 16 do 20000 Hz. Dźwięki o niższej i wyższej skali źle wpływają na naszą psychikę. Nakładające się na siebie dźwięki powodują brak poczucia bezpieczeństwa i niezależności. Wpływają również na zmniejszenie zrozumiałości mowy, rozpraszają uwagę i zaburzają wzrok. Poważną konsekwencją hałasu jest bezsenność. Nie pozwala on zregenerować się organizmowi, co silnie wpływa na komórki kory mózgowej i całego układu nerwowego.²

1.2. Naturalne i sztuczne źródła dźwięków

Dźwięk dzieli się na trzy generalne typy. Dźwięki słyszalne to fale akustyczne rozpoznawalne przez ludzki układ słuchowy. Pozostałe niesłyszalne przez ludzkie ucho to infradźwięki (poniżej 16 Hz) i ultradźwięki (powyżej 20000 Hz). Ogólnie mówiąc, źródłem dźwięku może być każde ciało wprawione w drgania, którego energia jest wystarczająca, aby wytworzyć w naszym uchu wrażenie słuchowe.³ Źródła infradźwięków dzielimy na naturalne: bolidy, duże wodospady, fale morskie, lawiny, silny wiatr, pioruny, tornada, trzęsienia ziemi, wulkany, zorza polarna, niektóre gatunki zwierząt (słonie, żyrafy, wieloryby, aligatory) oraz sztuczne: ciężkie pojazdy samochodowe, sprzężarki tłokowe, pompy próżniowe, turbodmuchawy elektryczne, wentylatory, młoty kuźnicze, wieże wiertnicze, rurociągi, urządzenia chłodzące i ogrzewające powietrze, broń akustyczna, drgania mostów, eksplozje, głośniki. Także ultradźwięki są obecne w naturze. Posługują się nimi nietoperze, walenie, czy delfiny. Sztucznie wytwarzają je lutownice ultradźwiękowe, wanny lutownicze, płuczki, narzędzia pneumatyczne. W warunkach naturalnych nie można uciec od hałasu. Towarzyszy nam na każdej płaszczyźnie życia. W domu, pracy, na dworze. Ilość źródeł jest bardzo duża. Ze względu na występowanie hałasu podzielić go można na: przemysłowy, komunikacyjny, komunalny i mieszkaniowy.⁴

1.3. Metody maskowania hałasu

Istnieje wiele możliwości tłumienia hałasu. Jednym z najprostszych i najważniejszych dla osobistego zdrowia sposobów ochrony przed hałasem, jest stosowanie zatyczek do uszu. Oczywiście ważniejszym krokiem, który polepsza standard życia jest niwelowanie lub znaczne tłumienie hałasu. Jest on bowiem uważany przez mieszkańców miast za jeden z najbardziej uciążliwych czynników ujemnie wpływających na środowisko, w którym żyją. Do tłumienia miejskich natarczywych fal akustycznych potrzebne są kompleksowe działania na wielu polach. Należą do nich: wprowadzenie zmian w inżynierii ruchu drogowego, wprowadzenie stref ograniczonego ruchu lub całkowitego zakazu poruszania się po-

²World Health Organization Genewa 1980: Kryteria zdrowotne środowiska. Tom 12 Hałas.

Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. Warszawa 1988

³Wiątkowski S.K.: Hałas słyszalny, infra i ultradźwięki i ich wpływ na środowisko

i zdrowie człowieka, Konferencja Związków Zawodowych i Budowlanych. Iwonicz Zdrój, Z. 2, PPB 1979

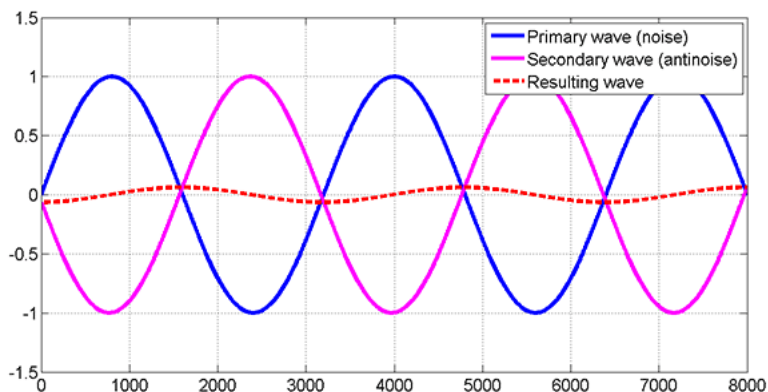
⁴Engel Z., Sadowski J., Hałas i wibracje w środowisku, Liga Ochrony Przyrody, Warszawa 1992.

jazdów, upłynnienie ruchu drogowego, budowa obwodnic, budowa ścieżek rowerowych, rozwijanie systemów „Park and Ride”, eliminacja maszyn i urządzeń wysoce hałaśliwych. Zmniejszenie uciążliwości związanych z już istniejącym poziomem hałasu możliwe jest poprzez zwiększenie ilości izolacyjnych pasów zadrzewień, budowę ekranów akustycznych, używanie dźwiękoszczelnych okien i elewacji, ograniczanie nocnych lotów. Bardzo istotne jest wprowadzanie kompleksowych planów akustycznych, które oceniają uciążliwość zagrożeń hałasem, zakwalifikują istniejące obiekty i obszary do odpowiednich stref akustycznych.

Wielu producentów i projektantów oferuje usługi związane z tłumieniem hałasu. Tworzą oni rozwiązania innowacyjne, a zarazem skuteczne. Moduły wykazują wyszukane metody narracji odpowiednie do danego miejsca i czasu. Profesjonalnie zaprojektowana przestrzeń akustyczna może wzbogacić doznania przestrzeni miejskich oraz prywatnych. Oprogramowanie audio jest w stanie muzycznie i dynamicznie reagować ze specyficznymi warunkami środowiska, takimi jak zagęszczenie mieszkańców czy natężenie ruchu ulicznego. W przypadkach miejsc nadmiernie zanieczyszczonych dźwiękowo projektowane są specjalne oazy akustyczne w celu ograniczenia hałasu i rewitalizacji tych obszarów (Ryc. 1.). W założeniach projektantów uwidacznia się szczególna troska o komfort przebywania w miejscach publicznych i prywatnych.⁵

Jedną z ciekawszych form maskowania hałasu jest wprowadzanie w daną przestrzeń szumów, nazwanych różnie w zależności od zakresu częstotliwości. „**Biały hałas**” (biały szum) charakteryzuje się zrównoważoną głośnością niezależnie od częstotliwości. Biały hałas nie należy do szumów relaksacyjnych. Jest za to bardzo efektywny w maskowaniu innych dźwięków. „**Różowy hałas**” posiada identyczną energię w każdej oktawie. Oznacza to zmniejszanie głośności logarytmicznie wraz z częstotliwością. Otrzymuje się go poprzez dolnoprzepustowe filtrowanie białego szumu. Brzmi bardziej naturalnie niż biały. Przypomina naturalne zachowania wodne takie jak oceaniczny przyływ lub tryskającą wodę. Jest relaksujący. „**Czerwony (brązowy) hałas**” nie posiada dokładnej specyfikacji. Charakteryzuje się niskim brzmieniem.⁶

Ryc. 2. Granica opracowania. Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy satelitarnej z portalu <http://maps.google.pl/maps>, 15.05.2012
Fig. 1. Project area.
Source: designed by author based on satellite map from website <http://maps.google.pl/maps>, 15.05.2012



2. OPIS KONCEPCJI PARKU DŹWIĘKOWEGO W KRAKOWIE

2.1. Założenia

Projekt koncepcyjny parku dźwiękowego przy nowej filharmonii w Krakowie został wykonany przez Autorkę artykułu w ramach pracy magisterskiej na kierunku Architektura Kra-

⁵ http://www.architetturasonora.com/DOC/DOC_11.pdf

⁶ <http://www.simplynoise.com>

jobrazu. W założeniach projektowych odnosi się on do budynku filharmonii, który został zaprojektowany przez studentkę Magdalenę Spotowską, w ramach pracy dyplomowej magisterskiej na kierunku Architektura i Urbanistyka. Teren opracowania zlokalizowany jest w Krakowie, dzielnica Grzegórzki, pomiędzy Mostem Kotlarskim, a mostem kolejowym, od północy zaś rozciąga się ulica Podgórska i Wandy (Ryc.2).



Ryc. 2. Granica opracowania. Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy satelitarnej z portalu <http://maps.google.pl/maps,15.05.2012>

Fig. 1. Project area. Source: designed by author based on satellite map from website <http://maps.google.pl/maps,15.05.2012>

Ze względu na charakter obiektu jakim jest filharmonia zaprojektowano w tym miejscu park dźwiękowy, będący jednocześnie terenem wypoczynku jak i miejscem wielu ciekawych doznań dźwiękowych. Park będzie również przestrzenią reprezentacyjną oraz dodatkowym obszarem zieleni w bliskiej odległości od centrum, chętnie odwiedzany przez różnych użytkowników.

Niezwykle istotne było zbadanie rodzajów dźwięków oraz poziomów hałasów, występujących na tym terenie. Poziomy hałas zostały przedstawione za pomocą map emisyjnych za pomocą wskaźników LDWN i LN. LDWN czyli długookresowy średni poziom dźwięku, liczony jest w okresie całego roku z uwzględnieniem zróżnicowania doby na porę dnia (06.00-18.00), wieczoru (18.00-22.00) i porę nocy (22.00-06.00). Mapy emisyjnej LN czyli długookresowy średni poziom dźwięku, liczony w okresie całego roku w porze nocy (22.00-06.00) (Ryc. 3,4). Obserwacja otoczenia pozwoliła wyznaczyć i ocenić miejsca najchętniej odwiedzane oraz określić miejsca najbardziej uciążliwe.

Projekt parku dźwiękowego w Krakowie powstał również w oparciu o wiele analiz historycznych, przyrodniczych i planistycznych. Inspiracją do powstania koncepcji były ogrody muzyczne oraz elementy dźwiękowe, znajdujące się zarówno w Europie, jak i na świecie.

2.2.Kompozycja

Park dźwiękowy został zaprojektowany z uwzględnieniem wielu czynników i uwarunkowań. Główną kwestią było jednak wdrożenie zasad projektowania akustycznego. Kompozycja parku opiera się głównie na połączeniu swobodnych linii na kształt fali dźwiękowej z elementami geometrycznymi tj. okręgi. (Ryc. 5.). Roślinność została nasadzona głównie wzdłuż ciągów pieszych, w celu maskowania hałasu. Ważną funkcję pełnią także rabaty, głównie w części reprezentacyjnej, a także trawy ozdobne, które dzięki sile wiatru wytwarzają szum. Ze względu na zagrożenie powodziowe i zmianę poziomu wody w Wiśle część między wałem a ścieżką rowerową została podwyższona o 2 m, co znacznie zmniejsza ryzyko zalania terenu. Podobne zastosowanie mają także schody. Główne wejścia do parku znajdują się od strony wschodniej i zachodniej oraz od ulicy Wandy.

Ryc. 3 . Mapa emisyjna LDWN dla transportu drogowego i kolejowego
 Źródło: Opracowane na podstawie serwisu internetowego, 2008, <http://mapa-akustyczna.um.krakow.pl>

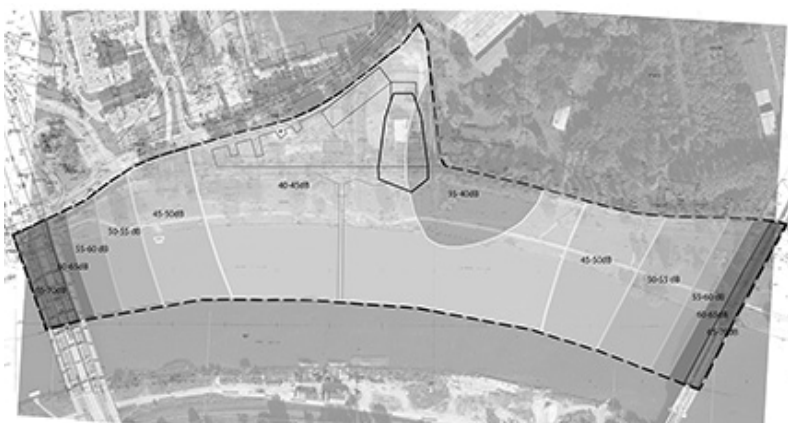
Fig. 3. LDWN emission map for road and rail transport.

Source: Internet, 2008, <http://mapa-akustyczna.um.krakow.pl>



Ryc. 4. Mapa emisyjna LN dla transportu drogowego i kolejowego
 Źródło: opracowane na podstawie serwisu internetowego, 2008, <http://mapa-akustyczna.um.krakow.pl>

Fig. 4. LN emission map for road and rail transport. Source: Internet, 2008, <http://mapa-akustyczna.um.krakow.pl>



Ryc. 5. Projekt koncepcyjny, rzut z góry. Źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Conceptual design, view from above. Source: designed by author

Układ kompozycyjny składa się z nasadzeń oraz wyznaczonych dwóch ciągów komunikacyjnych pieszych i ścieżki rowerowej. Na pewnym odcinku wprowadzona jest nawierzchnia porowata, czyli różnej wielkości rowki, gdzie przy jeździe rowerem z odpo-

wiednią prędkością wytwarza się muzyka. Ciąg pieszy mieści się na wale przeciwpowodziowym, z niektórych punktów możemy także dojrzeć Kopiec Krakusa.

2.3. Strefy i ich funkcje w parku

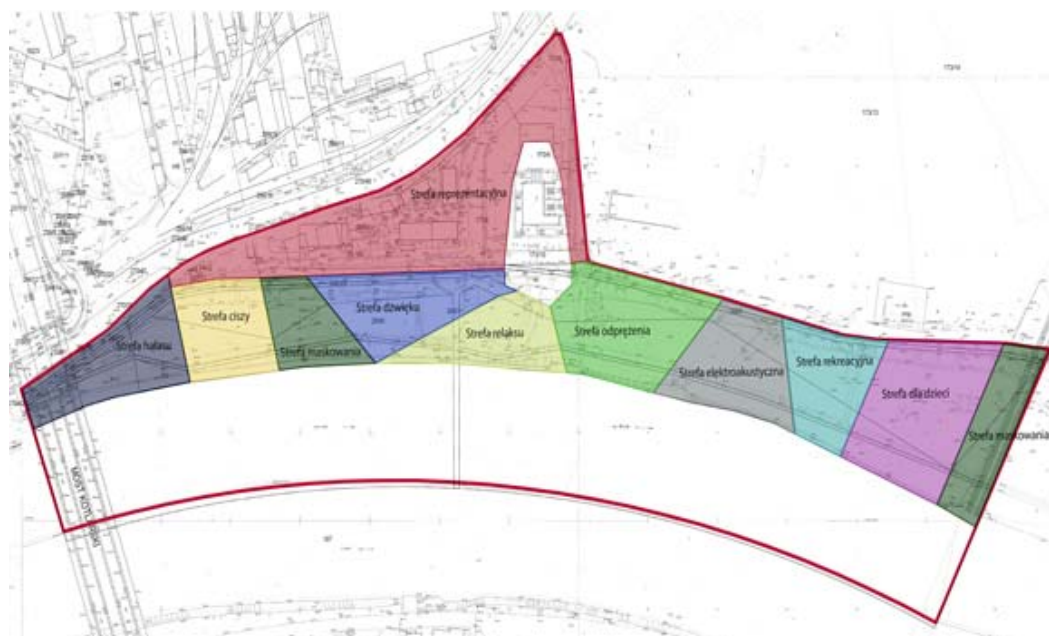
Teren projektowanego parku został podzielony na 11 stref (Ryc. 6.):

Strefa hałasu: bezpośrednia bliskość Mostu Kotlarskiego sprawia, że jest to najgłośniejsza strefa w całym parku. Na moście umieszczono ekrany akustyczne, co w znacznym stopniu zmniejszy dochodzenie uciążliwego hałasu na teren parku. Jest to jednak niewystarczające, dlatego też wprowadzono gejzer umieszczony na Wiśle. Jego zadaniem jest maskowanie hałasu ulicznego.

Strefa ciszy: jest to plac w kształcie okręgu, w którym umieszczony został mikrofon akustyczny. Zbiera on wszystkie hałasy, dochodzące do tego miejsca, i generuje przeciwfale (fala o odwrotnej częstotliwości), dzięki czemu tworzy się strefa ciszy. Hałas jest w dużej mierze zredukowany, natomiast nie jest ograniczony do zera.⁷

Mały laszek: strefa ta ma za zadanie głównie maskować hałas, za pomocą nasadzeń. Po obserwacji terenu nasuwał się wniosek, że było to miejsce często użytkowane przez młodzież, która mogła schronić się za konarami drzew. Jest to najbardziej intymna strefa w parku.

Strefa emisji dźwięku: trójkątny plac, na którym znajdują się fontanny, o różnych rodzajach podłoży tj.: kamienie, szyba, piasek drewno. Woda spadająca na nie wydaje różne odgłosy. Plac jest usytuowany w bliskiej odległości od filharmonii. Umieszczenie w tej strefie wody, ma na celu skupiać wszystkich użytkowników parku.



Ryc. 6. Schemat funkcjonalno-przestrzenny. Podział na strefy. Źródło: autor
Fig. 6. Functional and spatial diagram. Division into zones. Source: author

Strefa relaksu i strefa odpężenia: dochodzi do nich najmniej decybeli hałasu na całej długości terenu, co wynika z pomiarów natężenia hałasu. W tych strefach możemy poczuć odpężenie i spokój. Jest tu duża przestrzeń, z murawą trawnikową, na której mo-

⁷Engel Z., Makarewicz G., Morzyński L., Zawieska W. M., Metody aktywne redukcji hałasu, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001, s.67.

żemy się położyć. Poza tym jest tu także plac z ogólnodostępnymi leżakami. Umieszczone są tu również schody, które są zarazem organami wodnymi – zainstalowane w nich urządzenia, poruszane wodą pompowaną z rzeki, wytwarzają melodię. Muzyka dochodząca z organów również pomaga się odprężyć. Inspiracją do umieszczenia schodów w parku były organy wodne w Zadarze.

Strefa elektroakustyczna: służy do zabawy akustyką. Wprowadzone są tu urządzenia wytwarzające opisane wyżej szumy białe, brązowe i różowe, które mają różny wpływ na nasze samopoczucie. Ich zadaniem jest maskowanie niekorzystnych dźwięków. Umieszczone są tu również urządzenia do pomiaru hałasów.

Strefa rekreacyjna: jest również strefą spacerową, prowadzącą do kolejnej części parku. Tutaj mamy dużą przestrzeń otwartą, na której mogą odbywać się różne gry i zabawy zespołowe dla dzieci i młodzieży.

Strefa placu zabaw: zaprojektowana w formie okręgu. Umieszczona została tutaj ogromna piaskownica. Znajdują się tutaj dwa place zabaw dla dzieci i dla dorosłych. Na placu zabaw dla dzieci umieszczono dwa rodzaje urządzeń, jedno tradycyjne, a drugie do tworzenia dźwięków, na kształt instrumentów muzycznych. Dzięki nim dzieci same mogą tworzyć muzykę. W strefie tej hałas dochodzi głównie z mostu kolejowego i trwa jedynie w momencie przejazdu pociągu. Plac zabaw został zaprojektowany w tym miejscu, aby krzyk dzieci odwracał uwagę od przejeżdżającego pociągu.

Strefa maskowania: dodatkowo w tej strefie zaprojektowano nasadzenia, które są ekranem dla mostu kolejowego.

Strefa reprezentacyjna: znajduje się w najbliższym otoczeniu filharmonii. Duży plac z okręgami symbolizuje rozchodzący się sygnał dźwiękowy. W tej części umieszczone zostały rabaty roślinne oraz trawy ozdobne, na dachu parkingu podziemnego. Ze strefy reprezentacyjnej wychodzi kładka prowadząca na drugą stronę Wisły, gdzie znajduje się Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego. Kładka umożliwi również bezpośrednie dotarcie na teren parku. Poza tym jest elementem rekreacyjnym i przyciągającym do tego miejsca. Układ kładki w części środkowej prowadzi wzdłuż Wisły umożliwiając otwarcie na widok, jakim jest gejzer. Z tego miejsca również możemy obserwować cały park.

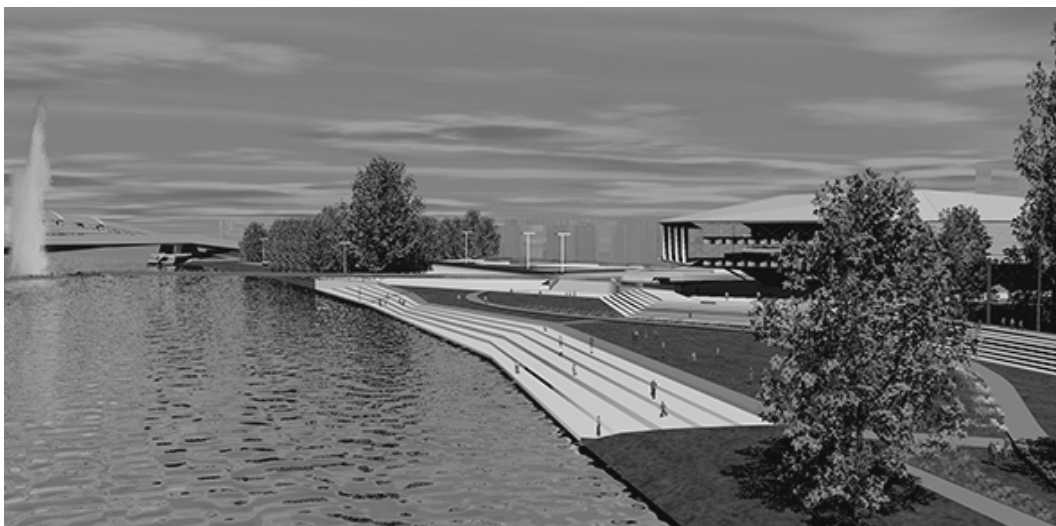
3. PODSUMOWANIE

Nie da się zaprzeczyć, że parki dźwiękowe nie cieszą się jeszcze dużą popularnością w Polsce. Jednakże wrażenia słuchowe powinny być uwzględniane w projektowaniu każdego założenia. Należy kształtować świadomość społeczeństwa dotyczącą problemu, jakim jest narastający w miastach hałas. Stanowi on zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia człowieka. Wartość dźwiękowa może być uznana za miernik jakości krajobrazu jako niematerialny element, budujący jakość życia. Projektowanie akustyczne, czyli komponowanie dźwięków, mnożenie przyjemnych i usuwanie nieprzyjemnych oraz projektowanie ogrodów brzmieniowych, może sprawić, że otaczająca nas przestrzeń stanie się bardziej przyjazna i może mieć pozytywny wpływ na nasze samopoczucie. Dzięki wielu nowoczesnym metodom oraz źródłom natury nawet w bardzo niekorzystnych warunkach możemy stworzyć przestrzeń atrakcyjną dla użytkowników. Charakter parku czy ogrodu dźwiękowego zależy przede wszystkim od celu, ale także od uwarunkowań zewnętrznych oraz odpowiedniego doboru metod.

Parki dźwiękowe odgrywają bardzo ważną rolę w kształtowaniu przestrzeni miejskiej, w której tereny zieleni wypierane są przez nowo powstające osiedla, a cisza i spokój zakłócanie są przez narastający hałas. Pomimo tego, że w wielu przypadkach nie da się całkowicie wyeliminować uciążliwego hałasu możemy go ograniczyć do minimum, za pomocą opisanych wyżej mikrofonów akustycznych, jak również możemy zamaskować hałas uliczny, na przykład stosując wodospady, które mimo podobnego poziomu hałasu

mają zupełnie inne skojarzenia. Wykorzystanie tych wszystkich metod oraz odpowiednie zaranżowanie elementów może sprawić, że dany teren staje się nie tylko efektywny i interesujący, ale jest również bardzo użyteczny i stanowi idealne rozwiązanie architektoniczne.

Projekt parku dźwiękowego, przedstawiony w niniejszej pracy, zawiera wiele rozwiązań, dotyczących aktywnych i pasywnych metod redukcji uciążliwego hałasu oraz wydobycia dźwięków, które mają pozytywne skojarzenia. Wykorzystany do tego celu został naturalny potencjał wiatru i wody do produkcji dźwięku oraz muzyki. Mimo bliskości ruchliwej ulicy na Moście Kotlarskim stworzona została przestrzeń, w której możemy odnaleźć spokój, a niekonwencjonalne elementy parku sprawią, że będzie to miejsce atrakcyjne, nie tylko pod względem zieleni w mieście. Stworzony został obszar reprezentacyjny dla filharmonii. Przestrzeń ta jest także miejscem wypoczynku, tak potrzebnego w centrum miasta Krakowa. Pozwala odetchnąć od miejskiego zgiełku i cieszyć się kojącymi dźwiękami. Obecność w parku bez wątpienia jest ciekawym doświadczeniem, przede wszystkim ze względu na jego walory dźwiękowe, ale także i estetyczne.



Ryc. 7. Wizualizacja parku dźwiękowego, widok od strony wschodniej. Źródło: autor
 Fig. 7. Visualization of the sonic park, view from the east. Source: author

SOUND GARDEN CONCEPTUAL DESIGN

1. INTRODUCTION

1.1. Noise and health

The analysed area is highly urbanised. It encompasses busy streets, passageways and railway lines. Based on the existing maps of noise in Kraków and control test emission maps were created for the area (Fig.2,3.). In today's heavily urbanised and industrial times, the noise we are exposed to is alarmingly increasing in size and form. The overlapping of various sounds in an uncontrolled and chaotic way results in the creation of acoustic waves harmful to people. Experiencing noise is connected with a person's psychological attitude. However, it is also perceived subconsciously, for example during sleep. The body dedicates huge amounts of energy to deal with noise. The negative impact on human health, but also on the world of animals and plants, is undeniable. Noise

deteriorates working conditions, makes resting impossible, which results in nervousness and exhaustion. Excessive sound intensity poses various risks to humans. Noise affects the auditory and nervous systems and also the respiratory, digestive and circulatory systems. The effects depend on the frequency, intensity, duration and character of changes in time. The ear is extremely sensitive. We hear sounds with the frequency of 16 to 20,000 Hz. Sounds of the lower and higher scales have a negative influence on our psyche. Overlapping sounds cause a lack of sense of security and independence. They also degrade the ability of understanding speech, lead to distraction and problems with vision. Insomnia is a serious consequence of noise. It does not allow the body to recover, which strongly affects the cells of the cerebral cortex and the whole nervous system.

1.2. Natural and artificial sources of sound

There are three basic types of sound. Audible sounds are acoustic waves recognizable by the human auditory system. Those inaudible to the human ear are called infrasound (below 16 Hz) and ultrasound (above 20,000 Hz). Generally speaking, sound may be created by any object set into vibration, whose energy is sufficient to create an acoustic impression in our ears. Sources of infrasound are divided into natural ones: bolide meteors, big waterfalls, ocean waves, avalanches, strong winds, lightning, tornadoes, earthquakes, volcanoes, aurora borealis, certain species of animals (elephants, giraffes, whales, alligators), and artificial ones: heavy vehicles, piston compressors, vacuum pumps, turbo blowers, wind turbines, fans, forging hammers, drilling towers, pipelines, air cooling and heating units, acoustic weapons, bridge vibration, explosions, speakers. Ultrasounds are also present in nature. They are used by bats, whales or dolphins. They are artificially produced by ultrasonic soldering iron, soldering baths, scrubbers, pneumatic tools. In natural conditions it is impossible to escape from the noise. It accompanies us in every sphere of life at home, at work and outdoors. The number of sources is very large. Depending on the type of presence, noise can be divided into the following types: industrial, transport, communal and residential.

1.3. Methods of masking noise.

There are many ways of reducing noise. One of the most important ones in terms of personal health is the use of simple earplugs. Of course, a more important step to improve the standard of living is eliminating or significantly abating noise. Noise is considered by city inhabitants as one of the most bothersome factors negatively affecting the environment in which they live. Comprehensive measures in many areas are necessary to reduce intrusive urban acoustic waves, such as: introducing changes in traffic engineering; establishment of zones with restricted or entirely banned vehicle traffic; increasing traffic flux; building of bypass roads; expanding the public transportation system; construction of bike paths; developing "Park and Ride" systems; elimination of very noisy machinery.

Reducing the burden connected with existing noise levels may be achieved by: increasing the amount of insulation strips of trees; construction of noise barriers; use of sound-proof windows and facades; limiting night flights; and what is essential, introduction of comprehensive acoustic plans, as an assessment of the threats of noise pollution and classify the existing facilities and areas to the relevant acoustic zones.

Many manufacturers and designers offer services related to noise suppression. They create innovative solutions, which are also effective. Construction modules use sophisticated narrative methods appropriate to a given time and place. A professionally designed acoustic space can enrich both the urban and private experiences. Audio software is able to react in a musical and dynamic way to specific environmental conditions, such as population density or traffic intensity. In the case of spaces especially affected by noise pollution special acoustic oases are designed to reduce noise and revitalise these areas. The assumptions of designers reflect their care about the comfort of spending time in public and private places.

One of the most interesting forms of masking noise is the introduction of noise into a given space. The noise is named differently depending on the frequency range. **"White noise"** is characterized by a balanced volume independent of frequency. White noise is not a relaxation noise; it is however very effective in masking other sounds. **"Pink noise"** has the same energy in each octave – the volume decreases in a logarithmic way along with frequency. It is obtained by low-pass filtering of white noise. It sounds more natural than white noise and resembles natural behaviours of water, such as ocean tide or gushing water; it is relaxing. **"Red (brown) noise"** cannot be described in exact terms. It is characterized by a low sound.

2. DESCRIPTION OF THE CONCEPT OF THE PARK SOUND IN CRAKOW

2.1. Assumptions

The design of the sound garden includes many different aspects. However the main issue was sound design. The composition of the park is based mainly on the combination of free flowing lines in the shape of a waveform with geometric elements i.e. circles (Fig. 4.). Vegetation was planted mainly along footpaths, with the aim of masking incoming sound. Flowerbeds also play an important role, mainly in the representative part, as well as ornamental grasses which produce a humming noise with the force of wind. Due to the risk of flooding and changes in the water level in the Vistula, the part between the embankment and the bike path was increased by 2 meters, which significantly reduces the risk of the area being flooded. The steps serve a similar purpose. The main entrance to the park is located to the east and west, and from Wanda Street.

2.2. Composition

The composition was designed as a public park, but at the same time as a kind of closed space. The composition consists of plants and two routes designated for pedestrians, as well as a bike path. A section of the path is covered with a porous surface in the form of grooves of different sizes which produce music when riding a bike at a certain speed. The pedestrian path leads along the embankment with a great view of the entire park and in some points also the Krakus Mound.

2.3. Zones and their function in the park

The area of the proposed park has been divided into 11 zones (Fig. 5.):

Noise zone: the close proximity of the Kotlarski Bridge makes it the loudest area of the park. Acoustic screens installed on the bridge will reduce the pollution of the park with incoming noise. However, this is not enough; therefore, a geyser located on the Vistula river was also introduced. Its purpose is to mask traffic noise.

Zone of silence: it is a circular plaza with an acoustic microphone. It collects all incoming noises reaching the area and generates a wave of reverse frequency, thus creating a zone of silence. The noise is largely reduced, but not entirely.

Small forest: the function of this zone is mainly to mask noise with the use of plants. After observations on the site it appears that this area was mostly frequented by young people, who could hide behind the tree branches. It is the most intimate area of the park.

Sound zone: triangular plaza with fountains built of different kinds of materials, such as stones, glass, sand, and wood. Water falling on it creates different kinds of sounds. The plaza is located in close proximity to the Philharmonic. The use of water in this zone is intended to bring together all the users of the park.

Relaxation and rest zones: through the entire length of the area, these zones receive the minimal amount of decibels of noise, as a result of noise measurements. In these

zones one can feel relaxed and at ease. There is a large space of grass where one can lie down, and a square with freely available deckchairs. The steps installed also function as water organs – they are fitted with equipment that creates a melody using the water entering. In order to achieve this effect water from the river is moved by pumps. Music played by the organ also helps one relax. The inspiration for installing the stairs in the park is the water organ in Zadar.

Electro-acoustic zone: is a zone of acoustic fun. It incorporates the previously described types of noise, white, brown and pink, which have different effects on our well-being and are designed to mask negative sounds. This zone is also fitted with noise measuring devices.

Recreation zone: is also a walking zone, leading to the next one. Here we have a large open space, which may be used for fun and different team games for children and youth.

Playground zone: designed in the form of a circle with a large sandpit. There are two playgrounds for children and adults. The playground for children includes two types of devices, traditional ones and others that create sounds, in the shape of musical instruments. This way, children can make music themselves. In this zone the noise comes mainly from the railway bridge and is heard only when a train goes past.

Masking zone: additionally in this zone plants create a screen for the railway bridge.

Representative zone: located nearest to the concert hall. A large plaza with circles symbolizes the spreading of sound. Here flowerbeds and ornamental grasses are planted on the roof of an underground car park. From the representative a footbridge leads to the other side of the river, where the Andrzej Frycz Modrzewski Krakow University is situated. The footbridge also provides direct access to the park. It also serves as a recreational element and attracts people to the space. The footbridge is designed to run along the river in its middle part allowing an open view of the geyser.

3. CONCLUSION

It is beyond doubt that sound gardens are still not very popular in Poland. However, the sense of hearing plays a very important role in the design of any project. Social awareness about the problem of noise pollution in cities should be raised. It is a threat to human health and even life. The value of sound can be considered as a measure of the quality of landscape – as an intangible element building the quality of life. Sound design, that is the composition of sounds, the multiplication of the pleasant and the removal of the unpleasant ones, and the design of sound gardens, can make the space around us more user-friendly and can have a positive effect on our well-being. Thanks to many modern methods and sources of nature, a space attractive to the users may be created even in the most unfavourable conditions. The character of a park or a sound garden depends mostly on the objective, but also on external conditions and the proper choice of methods.

Sound parks play a very important role in shaping urban space in a situation where green spaces are being replaced by the new housing estates, and peace and quiet are disturbed by increasing noise. Despite the fact that in many cases it is impossible to completely eliminate bothersome noise, it can to a large extent be minimized with the use of acoustic microphones described above. Traffic noise can also be masked, for example, with the use of waterfalls, which have completely different connotations, despite similar levels of noise. The use of all these methods and the proper arrangement of elements can make a given space not only attractive and interesting, but also very useful and creates an ideal architectural solution.

The project of a sound garden described in the work includes many solutions concerning active and passive methods of reducing noise pollution and emphasizing sounds which have positive connotations. The natural potential of wind and water has been used for

this purpose, producing sounds and music. Despite the proximity of a busy street on the Kotlarski bridge, a space was created where peace can be found, and unconventional elements of the park will make it an attractive place, not only in terms of green areas of the city. A representative space was created for the philharmonic. It is also a place of recreation, much needed in the centre of Cracow. It offers rest from the noise of the city and provides the enjoyment of calming sounds of nature. Spending time in the park is undoubtedly an interesting experience mostly due to its sound, but also aesthetic qualities.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Böhm A., *Planowanie przestrzenne dla architektów krajobrazu - o czynniku kompozycji* Kraków, 2006
- [2] Böhm A., „Wnętrze” w kompozycji krajobrazu. *Wybrane elementy genezy i analizy porównawczej pojęcia*, II wyd. poszerzone i uzupełnione Kraków, 2004
- [3] Engel Z., Markiewicz G., Morzynski L., Zawieska W. M. *Metody aktywne redukcji hałasu*, centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001, s. 67.
- [4] Engel Z., Sadowski J., *Hałas i wibracje w środowisku*, Liga Ochrony Przyrody, Warszawa 1992.
- [5] Kosiński W., *Miasto i piękno miasta*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków 2011
- [6] Kosiński W., *Piękno i nowatorstwo przestrzeni publicznej – od Hadriana do Fostera*. W: „Przestrzeń publiczna współczesnego miasta Tom 1 Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków 2005
- [7] Wiąckowski S:K: *Hałas słyszalny, infra i ultradźwięki i ich wpływ na środowisko i zdrowie człowieka*, Konferencja Związków Zawodowych i Budowlanych. Iwonicz Zdrój, Z. 2, PPB 1979.
- [8] World Health Organization Genewa 1980: *Kryteria zdrowotne środowiska*. Tom 12 Hałas. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich. Warszawa 1988.
- [9] http://www.architetturasonora.com/DOC/DOC_11.pdf
- [1] http://spokojny-sen.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=79
- [10] <http://www.simplynoise.com>

O AUTORZE

Absolwentka Wydziału Matematyczno- Przyrodniczego Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego i Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej na kierunku Architektura Krajobrazu.

AUTHOR'S NOTE

A graduate from the Faculty of Mathematics and Natural Sciences of the Catholic University of Lublin and the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology in the field of Landscape Architecture.