



DOI: 10.21005/pif.2021.47.C-04

SOUND IN URBAN PLANNING – SELECTED ISSUES

DŹWIĘK W PLANOWANIU URBANISTYCZNYM – WYBRANE ZAGADNIENIA

Anna Sygulska

Dr inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0002-4150-6759

Politechnika Poznańska
Wydział Architektury
Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego

ABSTRACT

The issue of acoustics is still underappreciated both in interior design in public utility facilities and in urbanized spaces. As noise pollution is on the rise, acoustic ecology is a vital part of responsible urban planning. The article explores the issue of sound in an open space in terms of noise protection, but its primary goal is to discuss it in the context of shaping a soundscape consciously. Finally, the article points out that it is crucial to protect soundscape as cultural heritage.

Key words: ecoacoustics, noise, soundmark, soundscape.

STRESZCZENIE

Problematyka akustyki jest wciąż niedoceniana zarówno, jeżeli chodzi o projektowanie wnętrz w budynkach użyteczności publicznej jak również w przypadku przestrzeni zurbanizowanych. Ze względu na rosnące oddziaływanie hałasu ekologia akustyczna jest istotnym zagadnieniem odpowiedzialnej urbanizacji. W artykule podjęto problematykę dźwięku w przestrzeni otwartej, w kontekście nie tylko ochrony przed hałasem, ale przede wszystkim świadomego kształtowania krajobrazu dźwiękowego. Ważna jest ochrona krajobrazu dźwiękowego, który stanowi niewątpliwie dziedzictwo kultury.

Słowa kluczowe: ekologia akustyczna, hałas, soundmark, soundscape.

1. INTRODUCTION

The issue of acoustics is still underappreciated both in interior design in public utility facilities and in urbanized spaces. The issue lies in a lack of broader understanding that sounds surrounding us impact the quality of an urbanized space (Elmquist, 2013). Designers and architects tend to focus mainly on elements related to visual perception, people's circulation, and mutual spatial relations. Yet, there are numerous links between urban morphology and acoustic perception (Hong and Jeon 2017), and development of civilization couples with more and more alarming sound issues in an urban space. Noise exposure may cause many health problems (Fuks et al., 2011). Sound exerts a huge influence on life quality. Dependencies between soundscape and behavioural characteristics in humans were examined (Davies et al., 2013). It was also investigated how behavioural characteristics affect perception of soundscape in city parks (Jo and Jeon, 2020). Another research also revealed that acoustic preferences play a significantly bigger role than visual preferences in assessment of the landscape (both natural and urban). Therefore, it is advisable to reconsider and reassess the role of soundscape in practical landscape design (Gan et al, 2014).

The paper discusses sound in an open space in the context of the most crucial problems related to urban planning. It is vital to improve design and decision-making processes in urban design so that they will encompass sound issues. Analysis of the literature and a case study were conducted. The field testing involved photographic documentation. The case study was carried out in Poland (Kalisz), Austria (Vienna), Croatia (Zadar) and Australia (Sydney).

2. NOISE

One of the biggest problems of contemporary cities is too high a noise level, which is mostly generated by transportation. The noise, i.e. *unwanted sound, which may be problematic or harmful to humans* (encyklopedia.pwn.pl) can be detrimental to physical and emotional health. Noise levels over 85 dB are considered harmful, while pain threshold and the danger of mechanical damage to the auditory system occur at around 120-140 dB. Noise maps, also called soundscape maps, are created to represent acoustic ambience in a city, and they graphically show noise distribution and volume. These documents give information on a noise level in a given area and render it possible to identify the source of noise. Noise mapping involves two basic indicators:

- L_{den} - day-evening-night level; descriptor of general annoying noise,
- L_{night} – night level; descriptor of sleep disturbance.

Growing noise levels in cities cause changes in urban soundscapes. Social awareness of these processes is on the increase, e.g. in Sydney, Australia, where the city centre features "Forgotten Songs", an artistic installation by Michael Hill (Fig.1.). This piece of art, which commemorates voices of fifty birds that used to live in the city but now reside outside it, is made up of bird-cages with speakers, each of them playing recordings of sounds made by the bird species. Voices of daytime birds are turned off in the evening to give way to voices of nocturnal birds. Originally, the installation was supposed to be temporary but, due to growing interest, it became a permanent part of the urban landscape.

2.1. Protection against noise

The most popular type of noise protection is an acoustical barrier (sound barrier). In terms of acoustic impact, the main types include absorptive barriers (which both absorb sounds and insulate against them), reflective barriers and diffusive barriers. If applied without consideration, they can cause aesthetic problems and deteriorate acoustic conditions, which occurs when reflective barriers reflect sounds in an uncontrolled way. If position of such a barrier is wrong, it can amplify noise, directing it towards the protected area. Another acoustic issue of sound barriers is their insufficient length or width failing to correspond with the protected area. Also, sound barriers are often situated at too big a distance from the sound source, which in turn diminishes their effectiveness. Finally, sound barriers may cause aesthetic problems when they are of poor aesthetic quality or disregard historic urban tissue and urban planning systems. Landscapes, within the city or out-

side it, suffer as a result of precipitate, ill-conceived decisions. Still, there are obviously a lot of fortunate solutions, e.g. green noise barriers with evergreen vegetation, which are often the only green element in an urban landscape with high traffic volume. In the case of natural plantings, it should be noted that only a 30 m verge constitutes an actual noise protection (Wróblewska and Kulowski, 2007, p. 82). Greenery is crucial to urban spaces as its presence psychologically reduces reception of noise. In addition, a sound spectrum changes in the presence of vegetation; sound diffusion and absorption of higher spectral components diminish audibility of squeaks and screeches, which makes noise more bearable (Makarewicz, 1996, pp. 176-177).



Fig. 1. "Forgotten Songs"- an audial artwork in Sydney, Australia, commemorating birds once residing in the city. Source: author's own photo

Ryc. 1. „Forgotten Songs”- dźwiękowa instalacja artystyczna w Sydney w Australii, upamiętniająca ptaki żyjące niegdyś w mieście. Źródło: fot. autorka

Another way to ensure noise protection is functional zoning, which consists in appropriate location of buildings of different functionality in a given plot, or in grouping rooms taking into consideration acoustic zones. There are three types of acoustic zones. Zone one includes noise sources, and zoning in urban planning includes busy streets, railway tracks or noisy industrial plants, while such zones within a building typically include engine rooms, workshops, garages, vertical passageways etc. Zone two functions as insulation to mitigate the effects of noises from zone one. In town planning, the zone includes buildings that do not require noise protection, at least 30 m wide green verges or noise barriers. In a building, zone two includes interiors where people can stay for a limited period of time, maintenance rooms, cloak rooms etc. Zone three (the silent zone) includes buildings and interiors under noise protection (Kulowski, 2011, pp. 243-244). Figure 2 shows a building behind an acoustical barrier. From the noisy side, the building features facilities that allow for higher noise levels. The facade shows that there are no living rooms or bedrooms on that side. In addition, the facade is an acoustical barrier in itself, hence the minimal number of windows. The walls are solid. Windows with higher sound insulation capacity can be an additional protection

against noise. Also, application of balconies can be a means to shape facades acoustically. To protect against street noise, the balustrade should be enclosed, while the bottom of the balcony's floor should be covered with absorptive material. Such a designed balcony can reduce transient noise by 5 to 10 dB (Egan, 2007, p. 260).



Fig. 2. An acoustical barrier with a residential building behind it. The building features a minimal number of windows on the side bordering a noisy road – Vienna, Austria. Source: author's own photo

Ryc. 2. Przeciwhałasowy ekran akustyczny, za którym zaprojektowany jest blok mieszkalny, z minimalną ilością okien od strony hałaśliwej trasy – Wiedeń, Austria. Źródło: fot. autorka

As noise levels are on the increase, it is not always possible to eliminate noise entirely but only reduce it. One of the commonly applied solutions is adding sounds. The sound level increases but psychological perception of the noise changes, e.g. when fountains are introduced into urban spaces. Babbling water as an addition to the surrounding noise increases its level but it also masks it as the sound of water flowing is associated with relaxation. White noise, i.e. random noise having uniform distribution of energy with frequency (Everest and Pohlmann, 2009, p. 494), is commonly found relaxing, and because it can mask other sounds, it is used as acoustic background in offices. In a natural environment, such sounds are made by, for example, a waterfall. Figure 3 shows the "Nights and Days" urban fountain in Kalisz. Apart from integrative and consolidating function it performs in Jan Kiliński Square in Kalisz, it also plays an acoustic role there. The sound of rushing water introduces the atmosphere of relaxation into the urban zone, masking the urban noise. The dandelion shaped fountain originated in Sydney in 1961 under the name El Alamein Memorial Fountain to be later copied in other cities all over the world.



Fig. 3. The “Nights and Days” fountain in Jan Kiliński Square in Kalisz. Source: author’s own photo
Ryc. 3. Fontanna „Noce i Dnie” na placu Jana Kilińskiego w Kaliszu. Źródło: fot. autorka

Recordings of bird songs played in streets are becoming more and more popular. Research shows that more peaceful cities are those where natural noises are louder (Cox, 2015, p. 227). However, such introduction of sounds made by birds or other animals must be given a lot of attention since particular sounds have their own meaning. If we introduce warning sounds prompting to flee, it will have a destructive effect (Nigel, 2004, p. 16).

Introduction of sounds indigenous to natural habitats of species is practised by some zoos. It was shown that when exposed to such sounds, visitors react more emotionally, learn more about mutual relations between animals and their habitats, and learn more about natural environment in general (Nigel, 2004, p. 16).

Growing noise levels give rise to changes in how animals function. For instance, magpies inhabiting cities began to shift their sounds to different frequencies to communicate better over traffic noise. Likewise, whales are forced to produce louder sounds to be heard over noise generated by ships (Cox, 2015, p. 109).

Along with natural sounds, music is also introduced into city ambience to decrease crime rate and boost safety for users of public spaces. The Brighton Beach pedestrian tunnel in Brighton and Hove, Great Britain, which had to be closed due to numerous anti-social incidents and thus posed a threat to the users, underwent an experiment. A scientific research project involved opening of the tunnel, and for three nights between 7.00 pm and 7.00 am speakers played music at carefully planned intervals. The playlist included classical, jazz and contemporary music. Observations showed that when the music was played, pedestrians moved at a slower pace in comparison to the intervals when the music was off. Also, some pedestrians spontaneously danced. The ambience made people more generous with money given to volunteers raising funds for a hospice, and the most money was collected when classical music was played. The experiment evinces that introduction of music may promote transformation of no-go areas into more friendly spaces for their users (Eastel et al, 2014).

3. ECOACOUSTICS

Raymond Murray Schafer was the first to use the term “acoustic ecology”, which he defined as *the study of sounds in relationship to life and society* (Schafer, 1977, p. 205). Nowadays, acoustic ecology is understood mainly as noise protection, whereas, according to Schafer, reality of sounds should be treated as a piece of music and should be taken responsibility for as such. Thus, it is crucial what sounds are introduced into an environment. To develop sensitivity to the surrounding sounds, Schafer promoted the idea of developing conscious listening skills and presented a set of exercises to 'clean ears,' that is, to realize the presence of the surrounding sounds. To help attain this objective, Trevor Cox proposes practising so-called acoustic walks, i.e. he advises walking for a few hours in silence, focusing only on the surrounding sounds (Cox, 2015, pp. 17-21). Sound can also build a space and can be as recognizable as a landscape. Consequently, we can determine a landscape made of sounds, i.e. a soundscape, a term coined by Michael Southworth, an urban planner, to describe particular urban spaces which promote spatial awareness. In his research, Southworth aimed to determine how the blind use surrounding sounds to map out sound identification of individual spaces in Boston (Pijanowski et al, 2011, p. 1214).

Working with students, Schafer developed practical skills that were later called “sonological competence.” The exercises involved listing five non-musical sounds from the environment which one remembered on that day, listing five sounds pleasant to the ear of the listener, and five sounds which the listener did not like. The aim of the exercise was to develop conscious listening skills. As humans can close their eyes but are incapable of closing their ears (unlike some animals, e.g. beavers or seals, which can close their nostrils and ears while swimming), it is vital to realize that urban planning decisions do have an impact on aural sensations, and what soundscape they create. Bearing this in mind, Schafer suggested that urban planners should regularly have their ear cleaned. Schafer's assumption has a broader ecological impact on human beings and their psyche. To begin to hear means slowing down. Only then is it possible to understand the frantic pace of life and start just to be instead (Wrightson, 2000, p. 13).

In addition, Schafer defined the term “hi-fi soundscape”. Hi-fi is a high quality audio system that generates hardly any or no unwanted sounds. By analogy, Schafer coined a term defining a place in a space with no unwanted noise that could muffle other subtle sounds. Moreover, in contrast, he defined so-called “lo-fi soundscape”, where noise interferes with sounds that are wanted in a space (Cox, 2015, p. 223).

3.1. Characteristic soundmarks

By analogy with visual perception of characteristic points in a landscape, i.e. landmarks, soundmark is a term derived to describe unique sounds of a landscape, e.g. geysers, waterfalls or old trees creaking in a characteristic way. Soundmarks also embrace sounds typical of a particular culture or human activity in a cultural region, an example of which can be characteristic sounds of a port. Ropes slapping on the mast cannot be mistaken for any other sound. Soundmarks may

also include sounds typical of particular settlements, but due to growing traffic noise levels, the number of sounds representative of a given region continue to decrease (Wrightson, 2000, p. 10).

Elements of a landscape that have a symbolic meaning in an urban space are clearly defined and easily recognized, e.g. Sydney Opera House in Australia or Christ the Redeemer in Rio de Janeiro, Brazil. What is the status of sound then? For instance, the tower of St. Stephen's Cathedral in Vienna, Austria, is a visual characteristic element, while the bell is a unique audial symbol. However, the question is whether we can truly and clearly determine characteristic key symbols which define a place and make it unique (Cox, 2015, p. 236). Vision is the most crucial of all human senses and is primarily responsible for perception of the world. Therefore, soundmarks are not given much attention and, in effect, it is generally more difficult to define characteristic sounds than visible elements of a landscape.



Fig. 4. Sea organ – Zadar, Croatia. Source: author's own photo

Ryc. 4. Organy Morskie – Zadar, Chorwacja. Źródło: fot. autorka

Soundmarks also embrace musical sculptures, which constitute very interesting elements of a landscape. A good example is *Aeolus* by Luke Jerram, an artist who often uses sound as an artistic statement. The title of the sculpture is derived from the name of Aeolus (Eol), an ancient Greek deity, a keeper of winds, while the sculpture itself was inspired by an Aeolian harp. *An Aeolian harp (also wind harp) is a musical instrument that is played by the wind. Named for Aeolus, the ancient Greek god of the wind, the traditional Aeolian harp is essentially a wooden box including a sounding board, with strings stretched lengthwise across two bridges. It is often placed in a slightly opened window where the wind can blow across the strings to produce sounds. The strings can be made of different materials (or thicknesses) and all be tuned to the same pitch, or identical strings can be tuned to different pitches. Besides being the only strung instrument played solely by the wind, the Aeolian harp is the only stringed instrument that plays solely harmonic frequencies* (en.wikipedia.org/wiki/Aeolian_harp). The sculpture, which has been installed both in an urban space and in a natural landscape, is currently located in Bristol at the facilities of an aircraft manufacturer. *Aeolus*, which was made to present engineering, acoustic and aerodynamic concepts to a wide audience, is a semi-circular structure of 4-5 meters in height, with 300 long metal tubes of six different diameters. Tight strings inside the tubes vibrate with every shift of wind (Cox, 2015, p. 125). Pieces of wood have the same function as a violin bridge, transferring vibrations of the string onto a membrane covering the top of the tube. The membrane makes the air in the tube resonate. As the artist reveals, his intention was to use sound to paint pictures in people's minds

and allow them to imagine the changing landscape of wind around the sculpture. More examples of musical sculptures by the author were displayed at the Man – Ecology – Architecture Conference in 2016 in Poznań (Sygulska and Suchanek 2016).

The sea organ in Zadar, Croatia (Fig. 4), is an example of a soundmark that also functions as a tourist attraction. The installation is located in the vicinity of a ferry terminal. The pipes mounted under the stairs make sounds generated by the movement of the sea waves: *the water pushes the air, which gains velocity in the pipes, to create sound; the sound gets out onto the space of the promenade. This way, sea waves create unique tunes* (pl.wikipedia.org/wiki/Morskie_organy). The installation, which involved work of specialists in various fields, was completed in 2005.

4. SUMMARY

The article outlines issues that are components of a complex problem of sound in urban landscape. The ever-growing noise pollution, which has to be conquered in an urbanized space, gives rise to issues concerning aesthetically uncontrolled construction of acoustical barriers. It is vital to approach sound in an urbanized space wholistically, not only from the perspective of dealing with noise but also in compliance with ecoacoustics, bearing heritage of sounds in mind. Such an approach assumes responsibility for acoustic issues of shaping urban spaces as the decisions often have not only visual but also audial consequences. Field tests carried out by the author reveal fair share of sound issues in urban planning. "Forgotten Songs", an art installation in Sydney, Australia, aims at moving public opinion and drawing attention to the lost sound heritage. The recipients realize that the Sydney soundscape changed irrevocably. In Zadar, Croatia, sound effects generated by the sea organ are purposefully implemented into the urban planning scheme of the waterfront. A new sound-related dimension was added to the reception of the space to create a high quality soundmark. "Nights and Days", a spectacular fountain in Kalisz, features a new approach to solving noise problems by sound masking. The discussed installations, which obviously fulfil acoustic functions, have become undisputed tourist attractions. The analysed solutions show that protection against unwanted sounds does not necessarily mean using aesthetically doubtful acoustic screens. It is of key importance to implement broadly understood sound-related issues in the practical aspect of urban planning, which should not be limited exclusively to noise reduction.

DŹWIĘK W PLANOWANIU URBANISTYCZNYM – WYBRANE ZAGADNIENIA

1. WPROWADZENIE

Problematyka akustyki jest wciąż niedoceniana zarówno, jeżeli chodzi o projektowanie wnętrz w budynkach użyteczności publicznej jak również w przypadku przestrzeni zurbanizowanych. Wciąż jeszcze brak jest szerszego zrozumienia, że otaczający dźwięk wpływa na jakość przestrzeni zurbanizowanej (Elmqvist, 2013). Uwaga projektantów skupiona jest głównie na elementach postrzeganych zmysłem wzroku, kwestiach komunikacyjnych, wzajemnych relacji przestrzennych. Tymczasem wskazuje się na liczne powiązania pomiędzy miejską morfologią a percepcją akustyczną (Hong i Jeon 2017). Wraz z rozwojem cywilizacji problem dźwięków w przestrzeni miejskiej staje się coraz bardziej niepokojący. Narażenie na hałas może powodować liczne problemy zdrowotne (Fuks i in., 2011). Dźwięk ma bardzo duży wpływ na jakość życia człowieka. Prowadzono badania zależności pomiędzy środowiskiem dźwiękowym a cechami behawioralnymi człowieka (Davies i in., 2013). Badano także jak cechy behawioralne człowieka wpływają na percepcję krajobrazu dźwiękowego w parkach miejskich (Jo i Jeon, 2020). Prowadzono również badania, które

wykazały, że preferencje akustyczne odgrywały znacznie ważniejszą rolę w ocenie krajobrazu zarówno naturalnego jak i miejskiego niż preferencje wizualne. Tak więc, sugeruje się konieczność ponownego przemyślenia roli krajobrazu dźwiękowego w praktyce planowania krajobrazu (Gan i in., 2014).

Podjęto tematykę dźwięku w przestrzeni otwartej w kontekście najważniejszych zagadnień dotyczących planowania urbanistycznego. Istotne jest doskonalenie procesów projektowania i podejmowania decyzji w planowaniu urbanistycznym uwzględniających zagadnienia dźwiękowe. Przeprowadzono badania polegające na analizach literaturowych i studium przypadku. W czasie prowadzonych wizji lokalnych wykonano dokumentację fotograficzną. Studium przypadku wykonano w Polsce (Kalisz), Austrii (Wiedeń), Chorwacji (Zadar) oraz Australii (Sydney).

2. HAŁAS

Jednym z największych problemów współczesnych miast jest zbyt wysoki poziom dźwięku, generowany głównie przez transport. Powstający w mieście hałas czyli *dźwięk niepożądany, którego działanie może być uciążliwe lub szkodliwe dla człowieka* (encyklopedia.pwn.pl) powoduje pogorszenie zdrowia zarówno fizycznego jak i psychicznego. Za szkodliwy uznaje się poziom hałasu wynoszący ponad 85 dB. Natomiast próg bólu i Niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia słuchu pojawia się przy poziomie dźwięku wynoszącym około 120-140 dB. Dla zobrazowania klimatu akustycznego w mieście tworzone są mapy hałasu, zwane również mapami akustycznymi, które w sposób graficzny pokazują rozkład i natężenie hałasu. Dokumenty te są źródłem informacji o poziomie hałasu w danym obszarze oraz pozwalają identyfikować jego źródła.

Do sporządzania strategicznych map hałasu są stosowane dwa podstawowe wskaźniki:

- L_{den} – wskaźnik hałasu dla pory dziennej, wieczornej i nocnej, służący do określenia ogólnej dokuczliwości;
- L_{night} – wskaźnik hałasu w porze nocnej służący do określenia zakłócenia snu.

Coraz większy poziom hałasu w mieście powoduje zmiany w krajobrazie dźwiękowym miasta. Wzrasta również świadomość społeczna tych procesów. Przykładem może być Sydney w Australii w którego centrum znajduje się instalacja artystyczna „Forgotten Songs” (ryc. 1). Jej autorem jest Michael Hill. Instalacja upamiętnia odgłosy pięćdziesięciu ptaków żyjących kiedyś w mieście, które aktualnie mieszkają poza nim. Instalację stanowią klatki z głośnikami z których odtwarzany jest odgłos danego gatunku ptaka. Odgłosy ptaków śpiewających w ciągu dnia wyłączane są pod wieczór gdy odtwarza się odgłosy ptaków wieczornych. Początkowo instalacja miała być tylko czasowa, jednak ze względu na duże zainteresowanie pozostawiono ją na stałe.

2.1. Ochrona przed hałasem

Najpopularniejszy sposób ochrony przed hałasem stanowi stosowanie ekranów akustycznych. Do głównych typów ekranów akustycznych pod względem oddziaływania akustycznego należą ekrany pochłaniające (ekrany dźwiękochłonno-izolacyjne), odbijające i rozpraszające. Nie zawsze stosowane z rozwagą powodują problemy estetyczne, ale również mogą pogarszać warunki akustyczne. Tak dzieje się w przypadku stosowania ekranów odbijających dźwięk w sposób niekontrolowany. Takie ekrany, jeśli są usytuowane w nieodpowiedni sposób mogą wzmacniać natężenie dźwięku poprzez kierowanie go w rejony, które powinny być chronione. Innym problemem akustycznym ekranów przeciwhałasowych jest niewystarczająca długość lub wysokość ekranu, która nie odpowiada obszarowi, który ma być chroniony. Zdarza się również, że ekrany ustawiane są w zbyt dużej odległości od źródła dźwięku, przez co bardzo obniża się ich efektywność. Pojawia się szereg problemów natury estetycznej poprzez stosowanie ekranów o niskich walorach estetycznych, brak poszanowania zastanej tkanki miejskiej i układów urbanistycznych. W przypadku takich pochopnych i nieprzemyślanych działań zostaje oszpecony krajobraz czy to miejski, czy też poza obszarem zurbanizowanym. Oczywiście pojawia się też dużo dobrych rozwiązań tak jak np. zielone ekrany porośnięte zimozieloną roślinnością, które często są jedynym elementem roślinnym w miejskich obszarach o dużym natężeniu ruchu. W przypadku stosowania naturalnych nasadzeń, jako

bariery akustycznej należy pamiętać, że dopiero 30 metrowy pas zieleni stanowi realną ochronę przed hałasem (Wróblewska i Kulowski, 2007, s. 82). Zielen jest jednak bardzo ważna w przestrzeni miejskiej gdyż jej obecność sprawia psychologiczne wrażenie, że docierający hałas ma mniejsze natężenie. Dodatkowo, w wyniku obecności zielni zmienia się widmo dźwięku; rozproszenie i absorpcja wysokich składowych widma zmniejsza słyszalność pisków i zgrzytów, przez co hałas jest mniej uciążliwy (Makarewicz, 1996, s. 176-177).

Innym sposobem na ochronę przed hałasem jest strefowanie funkcjonalne. Polega to na odpowiednim usytuowaniu na działce budynków o różnej funkcji bądź na grupowaniu pomieszczeń, które uwzględnia strefy akustyczne. Wyróżniane są trzy strefy akustyczne. Pierwsza strefa zawierająca źródła hałasu. W przypadku strefowania urbanistycznego będą to np. ruchliwe ulice, linie kolejowe bądź hałaśliwe zakłady przemysłowe. Natomiast w przypadku stref w obrębie budynku - maszynownie dźwigów, warsztaty, garaże, pionowe ciągi komunikacyjne itp. Druga strefa izolująca ma za zadanie chronić od strefy hałaśliwej. W skali urbanistycznej będą to budynki niewymagające ochrony przeciwdźwiękowej, co najmniej 30 metrowy pas zieleni bądź ekran akustyczny. W przypadku budynku do tej strefy zaliczamy pomieszczenia o ograniczonym czasie przebywania osób, pomieszczenia gospodarcze, szatnie itp. Ostatnia strefa ciszy zawiera budynki bądź pomieszczenia chronione przed hałasem (Kulowski, 2011, s. 243-244). Na rysunku 2 widoczny jest za ekranem akustycznym budynek, który od strony hałaśliwej trasy ma zlokalizowane funkcje pozwalające na większe poziomy hałasów. Fasada budynku wskazuje, że od tej strony nie ma pokoi dziennych, ani sypialni. Dodatkowo fasada pełni rolę bariery akustycznej, stąd umieszczono w niej minimalną ilość okien, a ściany są masywne. Ochronę przed hałasem może stanowić również zastosowanie okien o podwyższonej izolacyjności akustycznej. W ramach akustycznego kształtowania fasad, jako element izolujący od hałasu komunikacyjnego można stosować również balkony. Jego balustrada powinna być pełna, dodatkowo na spodzie płyty balkonowej zaleca się stosowanie materiałów pochłaniających dźwięk. Tak zaprojektowany balkon może zredukować hałas przenikający do wnętrza o 5 do 10 dB (Egan 2007, s. 260).

W związku z coraz wyższym poziomem hałasu nie zawsze istnieje możliwość lub jest ona znacznie ograniczona, aby zredukować poziom hałasu. Jednym ze stosowanych rozwiązań jest dodawanie dźwięków. Poziom dźwięku wzrasta, ale zmienia się psychologiczny odbiór docierającego hałasu. Tak jest w przypadku wprowadzania fontann w przestrzeń miejską. Szum wody dodany do hałasu zwiększa poziom dźwięku, ale działa przy tym maskująco, dodatkowo odgłosy przepływającej wody kojarzą się z wypoczynkiem. Za relaksujący uznawany jest tzw. biały szum, czyli szum o ciągłym widmie i stałej mocy w funkcji częstotliwości (Kulowski, 2011, s. 307). Szum ten maskuje inne dźwięki, jest wykorzystywany, jako tło akustyczne, maskujące w biurach. W naturze taki dźwięk wydaje np. wodospad. Na rysunku 3 widoczna jest fontanna miejska „Noce i Dnie” w Kaliszu. Poza integracyjną i spajającą funkcją, którą pełni na placu Jana Kilińskiego w Kaliszu, spełnia również rolę akustyczną. Szum wody wprowadza relaksującą atmosferę w strefę miejską, dodatkowo maskując miejski hałas. Fontanna w kształcie dmuchawca została po raz pierwszy zaproponowana w Sydney w roku 1961 pod nazwą El Alamein Memorial Fountain, następnie będąc realizowana w różnych miastach na świecie.

Na ulicach wprowadza się również nagrania śpiewu ptaków. Badania wykazały, że spokojniejsze miasta to te, w których naturalne dźwięki są głośniejsze (Cox, 2015, s. 227). Jednakże wprowadzanie odgłosów wydawanych przez ptaki bądź inne zwierzęta musi odbywać się z dużą rozwagą, gdyż określone dźwięki przez nie wydawane mają swoje znaczenie. Jeżeli nieświadomie wprowadzimy nagranie śpiewu ptaków, które informują o zagrożeniu i wzywają do ucieczki będzie to miało destrukcyjne oddziaływanie (Nigel, 2004, s. 16).

Wprowadzanie nagrań dźwięku z naturalnych miejsc zamieszkania danych gatunków zwierząt jest praktyką stosowaną przez niektóre ogrody zoologiczne. Wykazano, że zwiedzający reagują bardziej emocjonalnie podczas zwiedzania, więcej uczą się o wzajemnych oddziaływaniach pomiędzy zwierzętami a środowiskiem, zwiększa się również ich wiedza na temat naturalnego środowiska (Nigel, 2004, s. 16).

Wzrastający poziom hałasu pociąga z a sobą zmiany w funkcjonowaniu zwierząt. Tak np. w miastach sroki zaczęły wydawać dźwięki o innej częstotliwości, aby lepiej komunikować się ponad ruchem ulicznym. Z kolei wieloryby muszą wydawać głośniejsze dźwięki, żeby mogły być słyszalne ponad hałasem, który generują statki (Cox, 2015, s.109).

Oprócz naturalnego dźwięk do miast wprowadza się również muzykę aby zmniejszać stopień wandalizmu i zwiększać bezpieczeństwo użytkowników. W Brighton and Hove mieście w Wielkiej Brytanii przeprowadzono eksperyment w tunelu podziemnym przy Brighton Beach. Przejście podziemne stało się miejscem różnych zachowań antyspołecznych, tak więc zostało zamknięte, ponieważ stało się niebezpiecznym miejscem dla przechodniów. W ramach prowadzonych badań naukowych tunel otwarto i przez trzy noce między godziną siódmą wieczór a siódmą rano w tunelu odtwarzano muzykę z głośników z celowymi przerwami, gdy muzyka nie była odtwarzana. Wybrano utwory klasyczne, jazz i muzykę współczesną. Zauważono, że w trakcie gdy odtwarzano muzykę przechodnie poruszali się wolniej niż w trakcie przerw gdy nie było muzyki. Muzyka wywoływała również spontaniczne tańczenie niektórych osób. Dodatkowo obecność muzyki wpływała na zwiększoną hojność przechodniów w rzucaniu datków osobom zbierającym na potrzeby hospicjum. Najwięcej pieniędzy wrzucano gdy grana była muzyka klasyczna. Tak więc wprowadzanie muzyki może wpływać na przekształcenie obszarów niebezpiecznych w mieście na bardziej przyjazne dla użytkowników (Eastel i in., 2014).

3. EKOAKUSTYKA

Pojęcie ekologii akustycznej wprowadził Raymond Murray Schafer, i zdefiniował ją jako *studium oddziaływań dźwięku w odniesieniu do życia i społeczeństwa* (Schafer, 1977, s. 205). Współcześnie pod pojęciem ekologii akustycznej często rozumie się głównie ochronę przed hałasem, tymczasem według Schafera, powinniśmy traktować otaczającą nas dźwiękową rzeczywistość jak muzyczną kompozycję i przyjąć za nią odpowiedzialność. Tak więc, istotny jest rodzaj wprowadzanych dźwięków do otoczenia i sposób w jaki będą kształtować krajobraz dźwiękowy. W celu rozwijania wrażliwości na dźwięki otoczenia Schafer postulował rozwijanie świadomego słuchania. Trevor Cox jako rozwinięcie tego postulatu proponuje przeprowadzać ćwiczenie słuchu polegające na „akustycznym spacerze”. Należy spacerować w milczeniu przez parę godzin, koncentrując się wyłącznie na dźwiękach otoczenia (Cox, 2015, s. 17-21). Dźwięk może również budować przestrzeń i może być rozpoznawalny podobnie jak krajobraz. Tak więc możemy wyróżnić krajobraz otoczenia tworzony z dźwięków tzw. soundscape. Po raz pierwszy pojęcia tego użył Michael Southworth, urbanista, do opisanie konkretnych przestrzeni w mieście, które ułatwiają ludziom orientację przestrzenną. W swoich badaniach zajmował się określaniem jak niewidomi ludzie wykorzystują otaczający dźwięk, aby tworzyć dźwiękową identyfikację konkretnych rejonów w Bostonie (Pijanowski i in. 2011, s. 1214).

Schafer rozwijał praktyczne ćwiczenia, które zostały nazwane „sonological competence”, pracując ze studentami. Do ćwiczeń tych należało wymienienie pięciu dźwięków z otaczającego środowiska (niemuzyczne dźwięki), które pamięta się z danego dnia, wraz z podaniem pięciu dźwięków, które się lubi i pięciu takich, których się nie akceptuje. Celem tych ćwiczeń było rozwijanie umiejętności świadomego słuchania. Ponieważ nie mamy takiej możliwości jak niektóre zwierzęta, aby zamknąć uszy podobnie jak zamyka się oczy (Taką umiejętność mają na przykład bobry, czy też foki, które w trakcie pływania zamykają nozdrza i uszy). Należy uświadamiać sobie jak podejmowane decyzje planistyczne wpływają na odczucia słuchowe i jaki tworzą krajobraz dźwiękowy. Zdaniem Schafera osoby zajmujące się urbanistyką powinny przechodzić proces oczyszczania słuchu regularnie. To założenie ma również szersze ekologiczne oddziaływanie na człowieka, na jego psychikę. Żeby zacząć słyszeć należy przede wszystkim zwolnić tempo życia. Wtedy można uświadomić sobie zagonienie i zamiast tego zacząć po prostu być (Wrightson, 2000, s. 13).

Schafer zdefiniował ponadto pojęcie hi-fi soundscape. Hi-fi jest to wysokiej jakości audio system nie wytwarzający w ogóle lub bardzo mało niechcianego dźwięku. To przez analogię posłużyło Schaferowi do określenia miejsca w przestrzeni, gdzie nie występuje niechciany dźwięk, tworzący

hałas zagłuszający subtelne dźwięki otoczenia. Zdefiniował również przez kontrast przestrzeni lo-fi soundscape, gdzie hałas zakłóca pożądaną w przestrzeni dźwięki (Cox, 2015, s. 223).

3.1. Charakterystyczne punkty dźwiękowe

Poprzez analogię do wzrokowego postrzegania charakterystycznych punktów krajobrazu tzw. landmarks dla punktów charakterystycznych krajobrazu odbieranego słuchem wprowadzono pojęcie soundmarks. Są to przykładowo charakterystyczne elementy środowiska takie jak gejzery, wodospady czy też stare drzewa wydające charakterystyczne odgłosy skrzypienia. Są to również dźwięki typowe dla danej kultury czy aktywności danego regionu kulturowego. Przykładem soundmarku związanym z aktywnością ludzką jest charakterystyczny odgłos portu. Liny uderzające o maszty wytwarzają dźwięk, który nie może być pomyłony z żadnym innym odgłosem. Do grupy tej można zaliczyć również dźwięki charakterystyczne dla danych osiedli. Jednak ze względu na rozwój hałasu ulicznego ilość specyficznych dla danego regionu dźwięków zanika (Wrightson, 2000, s. 10).

Elementy krajobrazu, będące symbolami w przestrzeni miejskiej są definiowane i podawane bez problemu, tak jak np. Sydney Opera house w Australii, czy też Christ the Redeemer in Rio de Janeiro in Brazil. Jak natomiast wygląda ta sytuacja dla dźwięku? Przykładowo wieża St. Stephen's Cathedral we Wiedniu w Austrii jest zarówno charakterystycznym elementem wizualnym natomiast dzwon charakterystycznym symbolem dźwiękowym. Jednakże powstaje pytanie, na ile czytelnie jesteśmy w stanie określić charakterystyczne, kluczowe dźwięki, które definiują miejsce i czynią je wyjątkowym (Cox, 2015, s. 236). Najważniejszym ze wszystkich zmysłów jest dla człowieka zmysł wzroku. Poznawanie otaczającego świata odbywa się głównie za jego pośrednictwem. Tak więc do charakterystycznych dźwięków dla danych przestrzeni nie przywiązuje się dużej uwagi i generalnie dużo trudniej definiować specyficzne dźwięki niż elementy krajobrazu postrzegane wzrokiem.

Do ciekawych elementów krajobrazu, które można zaklasyfikować do tzw. soundmarks należą rzeźby muzyczne. Przykładem może być Aeolus, którego autorem jest Luk Jerrem. Artysta ten często wykorzystuje dźwięk jako środek artystycznego przekazu. Nazwa pochodzi od imienia Aeolus (Eol), który w mitologii greckiej był bogiem wiatrów. Natomiast inspiracją do powstania tej rzeźby była harfa eolska. *Harfa eolska to instrument muzyczny, pobudzana przez wiatr do wydawania dźwięków. Nazwana na cześć Eola, starożytnego greckiego boga wiatru, tradycyjna harfa eolska jest zasadniczo drewnianym pudłem z płytą rezonansową ze strunami rozciągniętymi wzdłuż dwóch mostków. Często umieszcza się ją w lekko uchylonym oknie, gdzie wiatr może przeniknąć przez struny, wydając dźwięki. Struny mogą być wykonane z różnych materiałów (lub grubości) i wszystkie mogą być nastrojone do tej samej wysokości lub identyczne struny mogą być nastrojone do różnych wysokości. Poza tym, że harfa eolska jest jedynym instrumentem strunowym którego dźwięki wydobywane są za pomocą wiatru, jest również jedynym instrumentem strunowym, który gra wyłącznie częstotliwości harmoniczne* (en.wikipedia.org/wiki/Aeolian_harp). Rzeźba była instalowana zarówno w przestrzeni miejskiej, jak też w krajobrazie naturalnym. Aktualnie znajduje się w Bristolu, na terenie fabryki samolotów. Rzeźba powstała, aby przybliżyć szerokiemu odbiorcy koncepcje inżynierskie, akustyczne i aerodynamiczne. Ma ona kształt półokręgu o wysokości około 4-5 metrów, posiada 300 długich metalowych puszczalek, które występują w sześciu różnych średnicach. W środku puszczalek napięte są struny, które drgają pod wpływem wiatru (Cox, 2015, s. 125). Kawałki drewna pełnią funkcję taką jak mostek w skrzypcach, przenosząc drgania struny na membranę napiętą na końcu rury. Membrana sprawia, że powietrze w rurze rezonuje. Jak podaje artysta, jego intencją było użycie dźwięku, aby malować obrazy w ludzkiej wyobraźni, pozwalając odwiedzającym zobaczyć sobie zmienny krajobraz wiatru wokół rzeźby. Więcej przykładów rzeźb muzycznych zostało przedstawione przez autora na konferencji Man – Ecology – Architecture, Poznań 2016 (Szygulska i Suchanek, 2016).

Przykładem soundmarku będącego równocześnie atrakcją turystyczną są organy morskie w Zadaruze w Chorwacji (ryc. 4). Instalacja znajduje się w niedalekiej odległości od przystani promowej. Umieszczone pod schodami rury dzięki ruchowi fal morskich wydają dźwięki: *woda popycha powietrze, nabierające prędkości w rurach i wytwarza dźwięk, który dzięki otworom w kamieniu wydobywa się na zewnątrz w przestrzeń promenady. W ten sposób morskie fale produkują niepowtarzalne*

melodie (pl.wikipedia.org/wiki/Morskie_organy). Instalacja została ukończona w 2005 roku, a w projekt zaangażowani byli specjaliści z różnych dziedzin.

4. PODSUMOWANIE

W artykule zasygnalizowano zagadnienia składające się na złożoną problematykę dźwięku w planowaniu urbanistycznym. Ciągłe narastający problem hałasu, z którym trzeba się mierzyć w przestrzeni zurbanizowanej powoduje, że pojawiają się problemy estetyczne związane z niekontrolowanym, pod względem wizualnym, wprowadzaniem ekranów przeciwhałasowych. Tymczasem istotne jest całościowe spojrzenie na dźwięk w przestrzeni miejskiej, nie tylko przez pryzmat walki z hałasem, ale zgodnie z założeniami akustyki ekologicznej, z myślą o dziedzictwie dźwiękowym. Na podstawie przeprowadzonych przez autorkę badań terenowych widoczne jest uwzględnianie zagadnień dźwiękowych w projektowaniu urbanistycznym. Począwszy od instalacji artystycznej „Forgotten Songs” w Sydney w Australii, której jednym z celów jest poruszenie opinii publicznej i zwrócenie uwagi na utracone dziedzictwo dźwiękowe. Odbiorcy uświadamiają sobie, że soundscape Sydney zmienił się bezpowrotnie. Z kolei w Zadarze w Chorwacji efekty dźwiękowe wywołane przez organy morskie zostały celowo wprowadzone w założenie urbanistyczne nadbrzeża. Dodano nowy wymiar do odbioru przestrzeni, tworząc wysokiej jakości soundmark. Widoczny jest również inny sposób rozwiązywania problemów hałasu. Atrakcyjna wizualnie fontanna „Noce i Dnie” w Kaliszu pełni również funkcję maskowania akustycznego. Omówione instalacje poza funkcją akustyczną stały się niewątpliwą atrakcją turystyczną. Analizowane rozwiązania wskazują, że ochrona przed niepożądanym dźwiękiem nie musi oznaczać wyłącznie wykorzystania często nieestetycznych ekranów przeciwhałasowych. Istotne jest wdrażanie szeroko rozumianych zagadnień dźwiękowych w praktykę projektowania urbanistycznego, które nie ogranicza się tylko do walki z hałasem.

BIBLIOGRAPHY

- Aeolian harp https://en.wikipedia.org/wiki/Aeolian_harp; online dostęp/access 20.09.2018
- Cox, T.: 2015, *Sonic wonderland a scientific odyssey of sound*, London, Vintage
- Davies, W. J.; Adams, M. D.; Bruce, N. S.; Cain, R.; Carlyle, A.; Cusack, P.; Marselle, M.; Plack, C.J.; Poxon, J.; 2013, *Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. Applied Acoustics*, 74(2), 224–231.
- Easteal, M.; Bannister, S.; Kang, J.; Aletta, F.; Lavia, L.; Witchel, H. 2014, *Urban Sound Planning in Brighton and Hove*, Forum Acusticum 2014, 7-12 September, Kraków
- Egan, D. 2007, *Architectural Acoustics*, J. Ross Publishing, United States of America
- Elmqvist, T. 2013, *Designing the Urban Soundscape*, <http://www.thenatureofcities.com/2013/08/25/designing-the-urban-soundscape/> dostęp 20.09.2018
- Fuks, K.; Moebus, S.; Hertel, S.; Viehmann, A.; Nonnemacher, M.; Dragano, N.; Möhlenkamp, S.; Jakobs, H.; Kessler, C.; Erbel, R.; et al. 2011, *Long-term urban particulate air pollution, traffic noise, and arterial blood pressure. Environ. Health Perspect.* 2011, 119, pp. 1706–1711.
- Gan, Y.; Luo, T.; Breitung, W.; Kang, J.; Zhang, T. 2014, *Multi-sensory landscape assessment: The contribution of acoustic perception to landscape evaluation. J. Acoust. Soc. Am.* 2014, 136, pp. 3200–3210
- Hong, J.Y.; Jeon, J.Y. 2017, *Relationship between spatiotemporal variability of soundscape and urban morphology in a multifunctional urban area: A case study in Seoul, Korea. Build. Environ.* 2017, 126, pp. 382–395.
- Jo, H.I.; Jeon, J.Y. 2020, *The influence of human behavioral characteristics on soundscape perception in urban parks: Subjective and observational approaches. Landsc. Urban Plan.* 2020, 203, 103890, pp.1-16
- Kulowski, A. 2011, *Akustyka sal. Zalecenia projektowe dla architektów*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk
- Makarewicz, R. 1996, *Hałas w środowisku*, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań

- Morskie organy https://pl.wikipedia.org/wiki/Morskie_organy online dostęp/access 25.06.2021
- Nigel, F. 2004, *Acoustic design in the built environment*, *The Journal of Acoustic Ecology*, Volume 5, Number 1, 2004, pp. 15-19
- Pijanowski, B. C.; Farina, A.; Gage, S.H.; Dumyahn, S. L.; Krause, B. L. 2011, *What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science*, *Landscape Ecology*, November 2011, Volume 26, Issue 9, pp. 1213-1232
- PWN, Encyklopedia, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/halas;3909720.html> Dostęp online:20.09.2018
- Shafer, R. M. 1977, *Tuning of the world*, Toronto: McClelland and Stewart
- Sygulska, A.; Suchanek, J. 2016, *Landscape i soundscape w ekologicznym projektowaniu przestrzeni zurbanizowanej*, *Zrównoważone miasto - idee i realia*, Tom I, pp. 41-52, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań
- Wrightson, K. 2000, *An Introduction to Acoustic Ecology, Soundscape*, *The Journal of Acoustic Ecology*, 2000, 1/1, pp. 10-13
- Wróblewska, D., Kulowski, A., 2007. *Czynniki akustyki w architektonicznym projektowaniu kościołów*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.

AUTHOR'S NOTE

Anna Sygulska works in the Faculty of Architecture at Poznań University of Technology. Her scientific research involves architectural acoustics. The focus of the research area is issues of acoustics of churches, concert halls and opera houses. Her studies are synthesis of issues on the cusp of two scientific fields – architecture and acoustics.

O AUTORZE

Anna Sygulska pracuje na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej. Jej badania naukowe dotyczą akustyki architektonicznej. Przedmiotem badań są zagadnienia dotyczące głównie akustyki kościołów, sal koncertowych i teatrów operowych. Jej studia są syntezą zagadnień z pogranicza dwóch dziedzin naukowych – architektury i akustyki.

Contact | Kontakt: anna.sygulska@put.poznan.pl