

ANALIZA ODDZIAŁYWAŃ AKUSTYCZNYCH I ŚWIETLNYCH Z PROJEKTOWANEGO OSIEDLA DOMÓW JEDNORODZINNYCH

Eliza SZCZEPAŃSKA-ROSIAK¹, Rafał ŻUCHOWSKI²

*Politechnika Łódzka, Katedra Inżynierii Środowiska
ul. Wólczajska 213, 90-924 Łódź, e-mail: eliza.szczepanska@p.lodz.pl
²Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: rafal.zuchowski@polsl.pl*

Słowa kluczowe: Zgodnie z obecnie obowiązującym prawem podczas wprowadzania inwestycji budowlanej do środowiska jej skala, zastosowane rozwiązania projektowe oraz technologia realizacji obiektu mogą podlegać ocenie środowiskowej. Artykuł przedstawia analizę prognozowanego oddziaływania hałasu i światła, jakie może się pojawić w trakcie codziennej eksploatacji budynków mieszkalnych na obszarze całego osiedla oraz na terenach z nim sąsiadujących. W tym celu wykorzystano dostępne narzędzia komputerowe przy pomocy, których opracowano model sytuacji dla projektowanego osiedla a na jego podstawie, przeprowadzono symulacje przedstawiające rozkład światła i pola akustycznego w sąsiedztwie analizowanego osiedla domów jednorodzinnych

Słowa kluczowe: akustyka środowiska, poziom dźwięku, dopuszczalne poziomy hałasu, oświetlenie, zanieczyszczenie światłem

1. WPROWADZENIE

Wprowadzona do Polskiego prawodawstwa w 2008 roku ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [1] sprawiła, że inwestycje polegające na budowie kompleksów mieszkaniowych mogą podlegać ocenie środowiskowej na podstawie art. 84, art. 71 ust. 2 pkt. 2, art. 74 ust. 3, art. 75 ust. 3, art. 85 ust. 1 i ust. 2 pkt. 2 ustawy [1]. Ocenę taką przeprowadza stosowany organ administracji samorządowej na wniosek inwestora stosując procedurę w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko [2]. Oddziaływanie takiego przedsięwzięcia związane jest z emisją hałasu i zanieczyszczeń powietrza

powstające od pracującego na budowie sprzętu budowlanego, transportu materiałów budowlanych oraz z emisji dróg dojazdowych pojazdów samochodowych mieszkańców dojeżdżających do własnych posesji oraz codziennej eksploatacji obiektu budowlanego związane z ogrzewaniem czy oświetleniem budynku. Wobec czego na etapie projektowania należy tak zaplanować działania, aby wpłynęły one na ograniczenie oddziaływania inwestycji, sprowadzając je do oddziaływań lokalnych, mało znaczących i krótkotrwałych związanych tylko z czasem budowy.

W opisie przedsięwzięcia oraz wpływie na krajobraz, w chwili obecnej, muszą pojawić się także zagadnienia dotyczące emisji światła. Ocenę potencjalnie negatywnego wpływ na środowisko i zdrowie człowieka przedsięwzięcia uwzględnia dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko.

2. WYMAGANIA PRAWNE

Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [3] nakłada na jednostki samorządu terytorialnego obowiązek sporządzenia planów zagospodarowania przestrzennego uchwalonych na podstawie aktualnego studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Zgodnie z nią miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego powinien składać się z tekstu i rysunku planu, wzajemnie się uzupełniających, zawierające m.in. takie informacje jak:

- warunki i zasady podziału terenu na działki budowlane,
- granice terenów chronionych, linie zabudowy,

* Autor korespondencyjny, e-mail: eliza.szczepanska@p.lodz.pl

- linie rozgraniczające ulice, drogi publiczne
- przeznaczenie każdego z terenów objętego miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

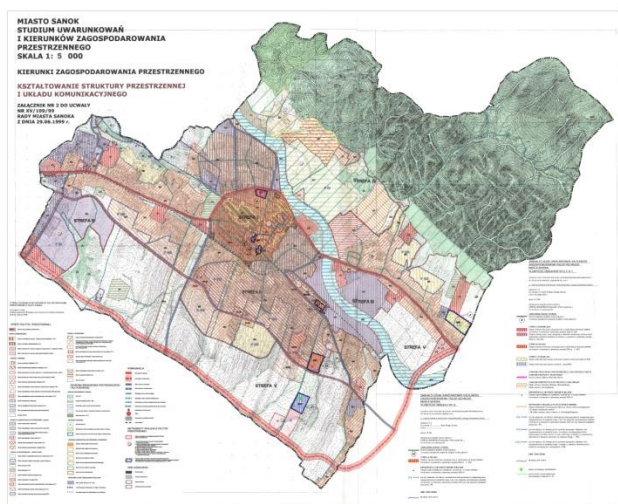
Na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego określa się czy dany teren należy do takich, które należy chronić przed hałasem, co określa ustawa [3]. Należą do nich tereny przeznaczone:

- pod zabudowę mieszkaniową,
- pod szpitale i domy opieki społecznej,
- pod budynki związane ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży,
- na cele uzdrowiskowe,
- na cele rekreacyjno-wypoczynkowe,
- na cele mieszkaniowo-usługowe.

W przypadku braku planu zagospodarowania przestrzennego ustawa [4] określa inny sposób kwalifikacji terenów podlegających ochronie akustycznej poprzez zastosowanie art. 115. Analizowany teren inwestycji oraz sąsiadujące z nim obszary nie posiadają planu, wobec czego zgodnie z rozporządzeniem [5] standardy akustyczne zostały ustalone w oparciu o faktyczne zagospodarowanie, jak dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, dla których dopuszczalne poziomy hałasu przyjmują następujące wielkości:

- a) pora dzienna (6⁰⁰ - 22⁰⁰) - 50 dB,
- b) pora nocna (22⁰⁰ - 6⁰⁰) - 40 dB.

Kierunki zagospodarowania przestrzennego terenów w sąsiedztwie do rozpatrywanej inwestycji przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Mapa kierunków uwarunkowań planistycznych w Sanoku rejon Olchowce [6].

Fig. 1. Map directions planning conditions Sanok area Olchowce [6].

Nadmierne oraz niewłaściwe gospodarowanie światłem sztucznym przyczynia się do zjawiska zwanego zanieczyszczeniem świetlnym. Termin ten dotyczy nie tylko zanieczyszczenia światła naturalnego przez światło sztuczne powodujące powstanie łuny świetlnej nad miastem

i uniemożliwiające obserwację gwiazd. Prócz charakteru typowo astronomicznego, uwzględnia ono także zagadnienia dotyczące ekologicznych, biologicznych oraz medycznych skutków oddziaływania sztucznego światła na ludzi, zwierzęta i rośliny. Skażenie środowiska naturalnego światłem sztucznym prowadzi, bowiem do zaburzeń w zegarze biologicznym organizmów żywych, przejawiające się zmianami w zachowaniu zwierząt np. czasem snu i aktywności czy sezonowością rozrodu [7]. Sztuczne oświetlenie w nocy, wpływa także negatywnie na człowieka zaburzając jego naturalny cykl dobowy i może przyczynić się występowaniu następujących dolegliwości: zmęczenie, stres, odczucie niepokoju, bezsenność poprzez zmniejszanie ilości wytwarzanej nocą melatoniny.

W normie PN-EN 12464-2 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy; część 2: Miejsca pracy na zewnątrz” pojawia się definicja światła przeszkadzającego oraz dopuszczalne parametry, które je charakteryzują. Światło to definiowane jest jako źródło, które z powodu niewłaściwych w danej sytuacji cech ilościowych, kierunkowych lub spektralnych powoduje irytację, niewygodę widzenia, odwracanie uwagi lub redukcję widzenia istotnych informacji.

Warunki, jakie powinno zapewnić się w scenie świetlnej zostały scharakteryzowane w normie dla czterech stref środowiskowych:

- E1 – obszary całkowicie ciemne (parki narodowe miejsca chronione);
- E2 – strefy o niskiej jaskrawości, jak tereny przemysłowe lub wiejskie zamieszkałe;
- E3 – strefy o średniej jaskrawości, jak tereny przemysłowe lub podmiejskie tereny zamieszkałe;
- E4 – strefy o wysokiej jaskrawości, jak centra miast i strefy komercyjne.

Wymagania te dotyczą jedynie 4 parametrów, które wraz z ich dopuszczalnymi wartościami w zależności od strefy opisano w tabeli 1.

Tabela 1. Dopuszczalne wartości światła przeszkadzającego wg PN-EN 12464-2

Table 1. Maximum obtrusive light permitted for exterior lighting installation PN-EN 12464-2.

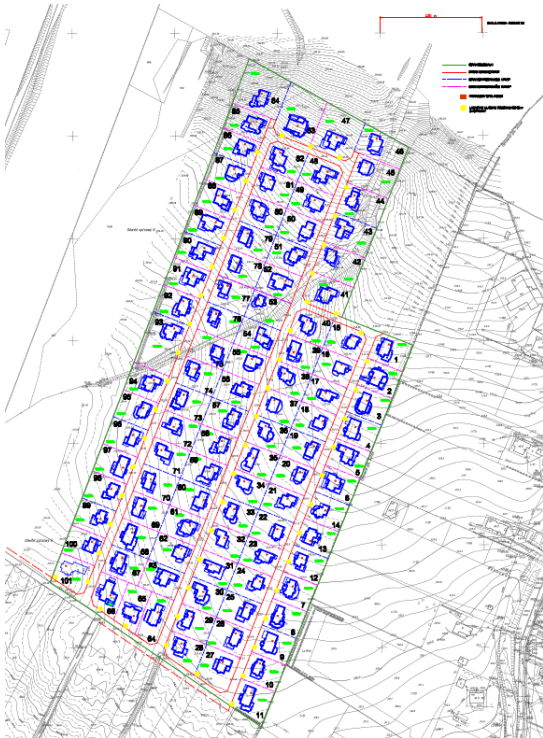
Strefa	światło na nieruchomościach		światłość oprawy oświetleniowej		światło wypromieniowane w górę ULR [%]	Luminancja	
	E _v [lx]		I [cd]			L _b [cd/m ²]	L _s [cd/m ²]
	Przed 22 ⁰⁰	Po 22 ⁰⁰	Przed 22 ⁰⁰	Po 22 ⁰⁰		Fasada budynku	Znaki
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	25	5	25000	2500	25	25	1000

Brak jest wymagań prawnych, określających natężenia oświetlenia poziomego jakie jest dopuszczalne na terenach przyległych do inwestycji budowlanej. Zatem jako punkt

odniesienia przyjęto naturalne nocne warunki oświetlenia światłem księżyca w pełni. Na podstawie analizy literatury [8] ustalono, że maksymalne natężenie oświetlenia na płaszczyznę poziomą od światła księżyca wynosi 1,0 lx.

2.1. Metodologia

Analizowane przedsięwzięcie to inwestycja polegająca na budowie 100 budynków mieszkalnych, rys. 2 zaplanowane na kolejne 10 lat. Prognozuje się, że największe oddziaływania na etapie budowy będą potencjalnie najniekorzystniejsze przy budowie ostatnich 10 budynków, gdy równocześnie będą eksploatowane zrealizowane i zamieszkałe już pozostałe 90 budynków. Poszczególne etapy budowy obejmują kilka różnych procesów np. prace ziemne, fundamentowanie, budowa ścian i stropów czy realizacja więźby dachu o różnych wymaganiach sprzętowych i czasowych, wobec tego obliczenia i analizy oddziaływania hałasu wykonano na podstawie harmonogramu robót budowlanych. W wyniku analizy harmonogramu wytypowano, z uwagi na kumulowanie się hałasu różnych procesów budowlanych przy poszczególnych grupach budynków, 4 najbardziej niekorzystne sytuacje realizacji budowy, które przypadają



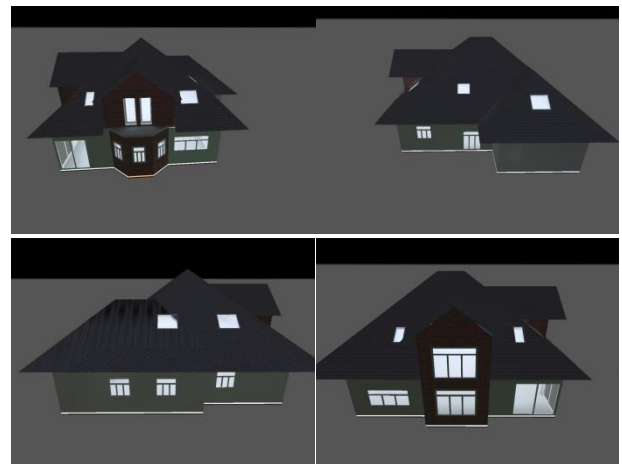
Rys.2. Projektowany układ osiedla mieszkaniowego.

Fig. 2. The proposed system housing estate.

na 40, 57, 75 i 101 dzień budowy podczas wykonywania ostatnich 10 budynków. Po zrealizowaniu wszystkich 100 obiektów wykonano ponowne obliczenia hałasu tak aby

przedstawić oddziaływania dla etapu eksploatacji całego osiedla mieszkaniowego.

W przypadku zanieczyszczenia oświetleniem przyjęto, że najbardziej niekorzystnym rozwiązaniem będzie sytuacja pełnej realizacji projektu – zagospodarowania wszystkich działek budowlanych na projektowanym osiedlu. Przyjęto także wariant najbardziej niekorzystny ze względu na ukształtowanie terenu – czyli że wszystkie budynki znajdują się na jednakowym poziomie. Spośród przedstawionych rozwiązań architektonicznych budynków przyjęto obiekt o największej powierzchni części przeszklonej elewacji, który został zlokalizowany na wszystkich działkach. W rzeczywistości projekty poszczególnych budynków będą różnić się od siebie, zaś sposób końcowego zagospodarowania terenu charakteryzować się będzie znacznie mniejszą emisją światła sztucznego. Wygląd obiektu powtarzalnego przyjętego do analizy zamieszczono na rysunku 3. Dodatkowo założono brak oświetlenia zewnętrznego prócz zaprojektowanej instalacji oświetlenia ulicznego.



Rys. 3. Elewacje obiektu budowlanego przyjętego w analizie komputerowej dystrybucji światła.

Fig. 3. The facades of the building taken in computer analysis of distribution of light.

3. MODELE OBLICZENIOWE

Obliczenia emisji hałasu ze źródeł drogowych związanych z transportem materiałów budowlanych oraz dojazdów mieszkańców do posesji przeprowadzono w oparciu o model francuskiej metody obliczeniowej NMPB [9] a emisji hałasu od maszyn i narzędzi budowlanych zastosowano model oparty na normie [10]. Metoda NMPB – zgodna z Załącznikiem II do Dyrektywy [2], jako dane wejściowe wykorzystuje wartości emisji z [9]. Emisje te uwzględniają różne stany ruchu zarówno przy jeździe swobodnej, jak i w trakcie przyspieszania czy wyhamowania ruchu pojazdów samochodowych. Podstawę obliczeń stanowiły czynniki,

które mają wpływ na powstanie i rozprzestrzeniania się w terenie hałasu z eksploatacji dróg: parametry geometryczne dróg, natężenie ruchu, podział na kategorie pojazdów samochodowych tj. lekkie i ciężkie, średnia prędkość poruszających się pojazdów, rodzaj podłoża i zieleni występującej w otoczeniu oraz istniejąca zabudowa. Metodyka oparta na normie [10] zgodnej z [2] odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, określona została w [9]. Algorytm poszukiwania tras propagacji fali akustycznej pomiędzy źródłem drogowym i przemysłowym a odbiorcą oparty jest na założeniu emisji hałasu z punktowych źródeł hałasu. Podstawę obliczeń stanowiły czynniki, które mają wpływ na powstanie i rozprzestrzeniania się w terenie hałasu z eksploatacji źródeł przemysłowych: moce akustyczne źródeł, miejsca ich lokalizacji oraz czasy pracy. Ochrona przed hałasem wymaga spełnienia, przez producentów i użytkowników, wymagań w zakresie emisji hałasu do środowiska, określonych w stosunku do urządzeń przeznaczonych do użytkowania na zewnątrz pomieszczeń. Zgodnie z literaturą urządzenia te dzielą się na dwie grupy: urządzenia podlegające ograniczeniu emisji hałasu (oznacza to, że gwarantowany poziom mocy akustycznej nie powinien być przekroczony) i urządzenia podlegające tylko oznaczeniu gwarantowanego poziomu mocy akustycznej. Charakterystyka akustyczna maszyn i urządzeń stosowanych w pracach budowlanych jest oparta na mocy akustycznej, która jest miarą ilości energii wypromieniowanej przez źródło w jednostce czasu i wyrażana w watach (W). W tabeli 2 podano wartości dopuszczalne poziomów mocy akustycznej przykładowych urządzeń, w zależności od zainstalowanej mocy netto [P w kW]. Podobnie, jak w przypadku ciśnienia akustycznego, ze względu na szeroki przedział zmienności wartości mocy akustycznej, stosuje się skalę logarymiczną oraz pojęcie poziomu mocy akustycznej L_w , wyrażanego w dB. Poziom mocy akustycznej jest podstawową wielkością charakteryzującą emisję hałasu z jego źródła i stąd jest stosowany do oceny hałasu maszyn.

Tabela 2. Wartości dopuszczalnych poziomów mocy akustycznej urządzeń stosowanych w robotach budowlanych. [11]
 Table 2. Limit values of sound power levels of the equipment used in construction works. [11]

Typ urządzenia	Zainstalowana moc netto P (w kW)	Dopuszczalny poziom mocy akustycznej w dB/1pW
Maszyny do zagęszczania (walce wibracyjne, płyty wibracyjne, ubijaki wibracyjne)	$P \leq 8$	105
	$8 < P \leq 70$	106
	$P > 70$	$86 + 11 \lg P$
Spycharki gąsienicowe, ładowarki gąsienicowe, koparko-ładowarki gąsienicowe	$P \leq 55$	103
	$P > 55$	$84 + 11 \lg P$
Spycharki kołowe, ładowarki kołowe, koparko-ładowarki kołowe, wywrotki, równiarki, walce niewibracyjne, maszyny do wykańczania nawierzchni	$P \leq 55$	101
	$P > 55$	$82 + 11 \lg P$
Koparki	$P \leq 15$	93
	$P > 15$	$80 + 11 \lg P$

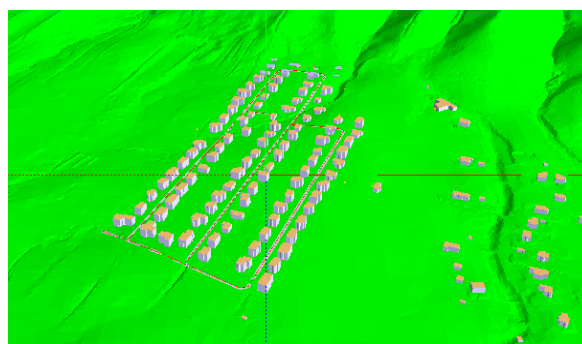
Obliczenia symulacyjne rozkładu pola akustycznego zgodnie z metodyką zawartą [6] przeprowadzono w regularnej siatce receptorowej o boku 10x10m na wysokości 4m nad poziomem terenu, wykorzystując model 3D istniejącego terenu. Wzór (1) opisuje sposób obliczania równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego w punkcie odbioru.

$$L_{fT}(DW) = L_w + D_c - A \quad (1)$$

gdzie: L_{fT} – równoważny poziom ciśnienia akustycznego,
 L_w – poziom mocy akustycznej punktowego źródła dźwięku,
 D_c – poprawka wynikająca z kierunkowości źródła dźwięku,
 A – tłumienie dźwięku, występujące podczas propagacji od źródła dźwięku do punktu odbioru.

4. SYMULACJE KOMPUTEROWE

Obliczenia numeryczne, związane z hałasem, wykonano wykorzystując program komputerowy SoundPlan wersja 7.4, posiadający moduły służące do wprowadzania danych, ich kontroli oraz modyfikacji, modelowania parametrów źródeł hałasu, jak również generowania numerycznej mapy terenu, rys 4. Zastosowane do obliczeń oprogramowanie poza standardowym modelem obliczeniowym posiada również moduł przystosowany do prezentacji rozkładu pola akustycznego w postaci map hałasu. W czasie budowy budynków i infrastruktury wykorzystano maszyny i urządzenia emitujące hałas oraz pojazdy służące do transportu materiałów budowlanych, budowlano–instalacyjnych oraz przewozu pracowników a czasie eksploatacji osiedla pojazdy użytkowników zamieszkujących oddane do użytkowania budynki.

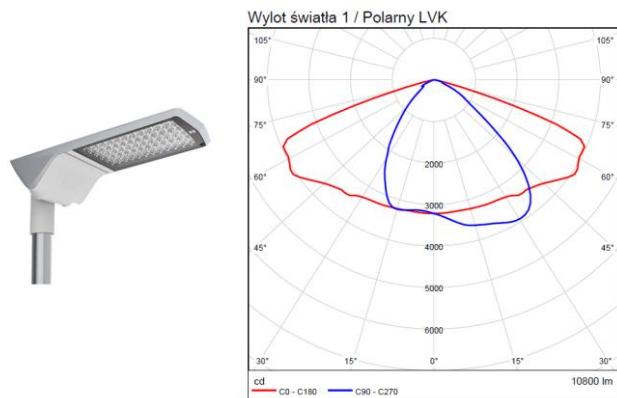


Rys. 4. Bryłowy model akustyczno geometryczny terenu analizowanej inwestycji oraz jego sąsiedztwa.
 Fig. 4. Solid model acoustic and geometric area analyzed investments and its neighborhood.

Całość tych procesów odwzorowano przypisując im odpowiednie parametry akustyczne i czasowe uzależnione od długości realizowanego procesu budowlanego. Obliczenia wykonano w wytypowanych punktach na granicy działki oraz sąsiadujących terenów podlegających ochronie przed hałasem (PO_01 - PO_11).

Do obliczeń oświetleniowych użyto programu komputerowego DIALux evo, opracowanego przez DIAL GmbH. Narzędzie to umożliwia wyznaczenie takich parametrów oświetleniowych jak: natężenie oświetlenia, luminancja, ujednolicony wskaźnik olśnienia UGR, współczynnik światła dziennego zarówno dla wnętrz jak i obszarów zewnętrznych. Program ponadto umożliwia nie tylko poprawne zaprojektowanie oświetlenia podstawowego w pomieszczeniu, ale również zaprojektowanie oświetlenia awaryjnego, drogowego, oświetlenia obiektów sportowych a także wykonanie fotorealistycznych wizualizacji tak pomocnych między innymi w tworzeniu iluminacji obiektów architektonicznych. Program wykonuje obliczenia dla powierzchni (zarówno powierzchni obecnych w scenie tj. ścian, podłogi, sufitu, jak i dodatkowych, dowolnie zdefiniowanych), punktów (na płaszczyźnie poziomej i pionowej) i siatek obliczeniowych.

W analizach oświetleniowych założono wewnątrz budynków mieszkalnych natężenie oświetlenia sztucznego na poziomie 500 lx, co odpowiada wymaganiom podstawowej aktywności człowieka oraz wymagań oświetleniowych dla czynności takich jak: czytanie, pisanie i obsługa klawiatury wg normy oświetleniowej PN-EN 12464-1: 2012. Ponadto w analizie nie uwzględniono kotar, firan, żaluzji lub rolet, które dodatkowo ograniczałyby przenikanie promieniowania widzialnego na zewnątrz obiektu w okresie nocnym. Jako oświetlenie zewnętrzne uwzględniono projektowane oświetlenie



Rys. 5. Wygląd oprawy oświetlenia drogowego oraz kształt krzywej rozsyłu.

Fig. 5. Shape and light distribution curve of road luminaires. Do zamodelowania źródła światła drogowego przyjęto oprawy typu LED z jednym wylotem światła

skierowanym ku dołowi, wyposażone w żarówki o mocy 100 W i temperaturze barwowej 4000 K. Skuteczność świetlna oprawy wynosi 108,0 lm/W, zaś strumień świetlny 10800 lm. Kształt krzywej rozsyłu światła oprawy oświetlenia drogowego oraz jej wygląd zamieszczono na rysunku 5.

Obliczenia wykonano przy założeniu nieboskłonu bezchmurnego, przy albedo gruntu charakterystycznego dla okresu letniego – brak pokrywy śnieżnej. Teren na obszarze osiedla podzielono na dwa rodzaje powierzchni: tereny trawiaste oraz nawierzchnie drogowe. Pominięto wpływ istniejącej zieleni w różnej formie i wielkości, teren przyjęto, jako płaski.

Powierzchnie budynków przyjęto, jako wykończone standardowymi materiałami budowlanymi o parametrach fizycznych (z uwagi na odbicie światła) zgodnie z danymi zamieszczonymi w tabeli 3.

Tabela 3. Współczynniki odbicia poszczególnych rodzajów materiałów użytych w obliczeniach.

Table. 3. The reflection coefficients for different types of materials used in the calculations.

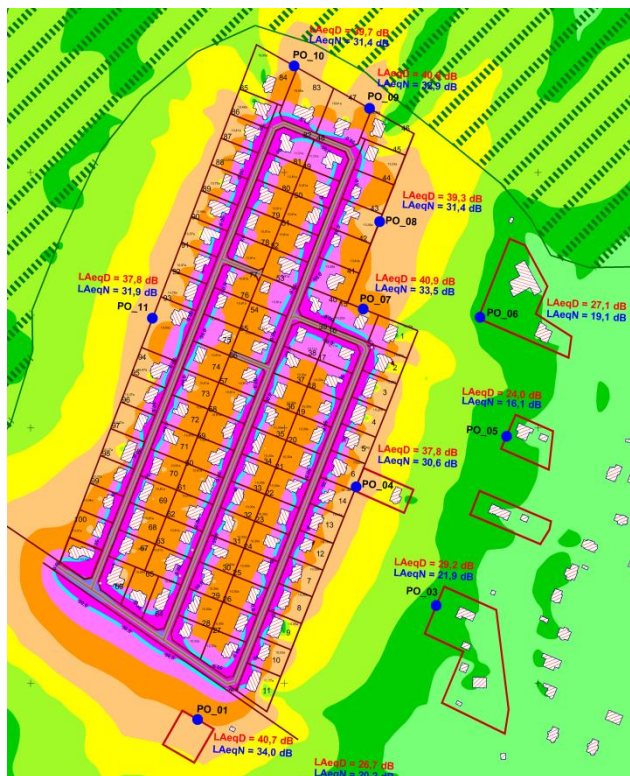
Lp.	Nazwa	Współczynnik odbicia światła	Rodzaj odbicia światła
1	Trawa	0,15	100% matowe
2	Nawierzchnia drogowa	0,18	100% matowe
3	Dach	0,36	97% matowe
4	Ściana zewnętrzna	0,21	95% matowe
5	Ściana wewnętrzna	0,76	100% matowe

5. WYNIKI SYMULACJI KOMPUTEROWYCH

Wyniki obliczeń równoważnego poziomu dźwięku dla pory dziennej i nocnej na granicy własności inwestora dla ostatniego etapu budowy (dzień 101) oraz dla etapu eksploatacji zestawiono na rys. 6.

Analiza wyników obliczeń dla poszczególnych okresów realizacji budowy pozwala na stwierdzenie, że z uwagi na prowadzenie robót budowlanych i dojazdu do poszczególnych posesji w porze dziennej następuje zmiana klimatu akustycznego w zależności od czasu wykonywania poszczególnych prac budowlanych na 10 realizowanych obiektach. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w najniekorzystniejszych etapach budowy w porze dziennej są następujące: na granicy inwestycji poziom dźwięku w 40 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,9 - 48,0$ dB, w 57 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,8 - 49,4$ dB a w 75 i 101 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 37,8 - 47,0$ dB, a na granicy terenów chronionych poziom dźwięku w 40 i 57 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 27,6 - 40,8$ dB w 75 i 101 dniu budowy wynosi: $L_{AeqD} = 27,7 - 40,7$ dB. W porze nocnej oddziaływanie hałasu związane jest tylko z dojazdami do zamieszkałych w 90% posesji mieszkalnych i wynosi w całym okresie budowy na granicy inwestycji $L_{AeqN} = 30,6 - 33,5$ dB a na granicy sąsiadujących terenów

mieszkańców $L_{AeqN} = 16,2 - 34,0$ dB. Etap eksploatacji to oddziaływania związane z dojazdami do posesji mieszkańców oraz przejazdu pojazdów komunalnych, po uwzględnieniu których oddziaływania będą na następującym poziomie: na granicy inwestycji w porze dziennej: $L_{AeqD} = 37,8 - 40,9$ dB, a w porze nocnej: $L_{AeqN} = 30,6 - 33,5$ dB, a na granicy terenów chronionych w porze dziennej: $L_{AeqD} = 24,0 - 40,7$ dB, a w porze nocnej: $L_{AeqN} = 16,1 - 34,0$ dB.



Rys. 6. Mapa hałasu na etapie eksploatacji inwestycji.
Fig. 6. Map of noise on the stage of life of the investment.

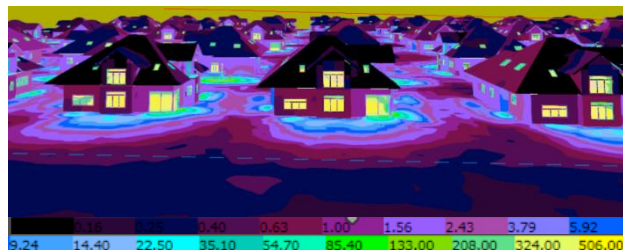
Analiza oświetleniowa została przeprowadzona dla powierzchni całego osiedla oraz w obszarze pasa zewnętrznego o szerokości 32 m. Na rysunku 7 przedstawiono wizualizację fragmentu osiedla, część północna w okresie nocy, zaś na rysunku 8 przestrzenny rozkład natężenia światła. Maksymalne wartości natężenia oświetlenia, przy maksymalnym obciążeniu świetlnym, odnotowane na płaszczyźnie elewacji nie przekraczały 6 lx. Jak pokazują rozkłady natężenia oświetlenia na płaszczyźnie gruntu (rys.9) wpływ przyjętych opraw ulicznych na wartości natężenia oświetlenia poza granicami działki jest pomijany. Oznacza to, że o natężeniu oświetlenia w strefie przekraczającej granicę przedsięwzięcia decydować będzie jedynie światło sztuczne od budynków mieszkalnych. Dla lepszej ilustracji przekroczenia wartości natężenia 1 lux, na rysunku 10 przedstawiono rozkład natężenia oświetlenia z pokazaniem granicy o wartości 1 lx. Kolorem szarym

zaznaczono obszary o natężeniu $<1,0$ lx, kanarkowym $\geq 1,0$ lx, zaś kolor jasno różowy reprezentuje obszar, dla którego wartość natężenia oświetlenia przekracza 50 lx. Linia niebieską zaznaczono granice działki. Przekroczenie zakładanej granicznej wielkości 1 lx występuje incydentalnie w trzech miejscach – przy północno-wschodniej granicy działki 4,2 m poza granicą przedsięwzięcia (na długości ok. 21 m) oraz w dwóch przy załamaniu wschodniej granicy w środkowej części terenu, odpowiednio 3,6 i 3,8 m (na długości ok. 16 i 8 m) poza granicą przedsięwzięcia (rys 11).

W miejscu o największym wpływie oświetlenia dodatkowo dokonano analizy natężenia na płaszczyźnie pionowej (rys.12). Zasięg wpływu źródeł światła sztucznego przekracza 24 m powyżej poziomu terenu.



Rys. 7. Widok na północną część osiedla.
Fig. 7. View on northern part of the settlements.

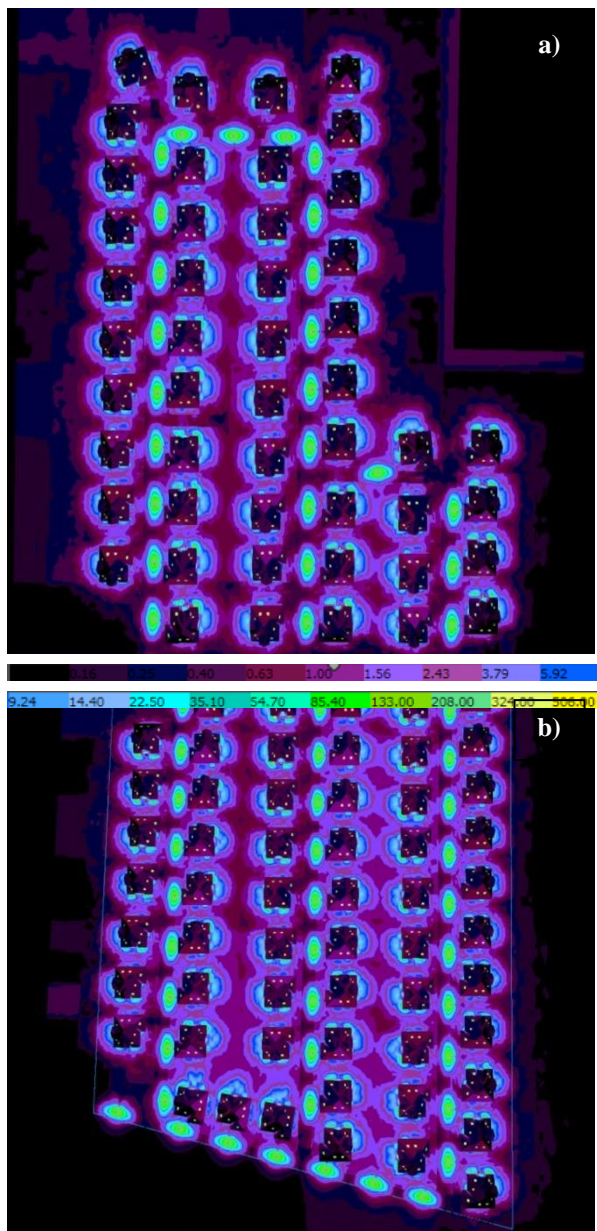


Rys. 8. Rozkład przestrzenny natężenia oświetlenia w północnej części analizowanego osiedla – widok z góry.
Fig. 8 Spatial illuminance distribution in the northern part of the analyzed settlements - top view.

6. WNIOSKI

Prognozowane oddziaływania hałasu w odniesieniu do lokalizacji terenów wymagających ochrony przed hałasem, pozwalają stwierdzić, że planowana realizacja osiedla mieszkaniowego Olchowce w Sanoku nie wymaga stosowania specjalnych urządzeń ochrony przed hałasem. Występujące oddziaływania nie przekroczą ustalonych poziomów dopuszczalnych na granicy terenu własności Inwestora i nie będą powodowały ponadnormatywnego

wpływu na klimat akustyczny terenów chronionych w jego sąsiedztwie. Zwiększone emisje hałasu w czasie

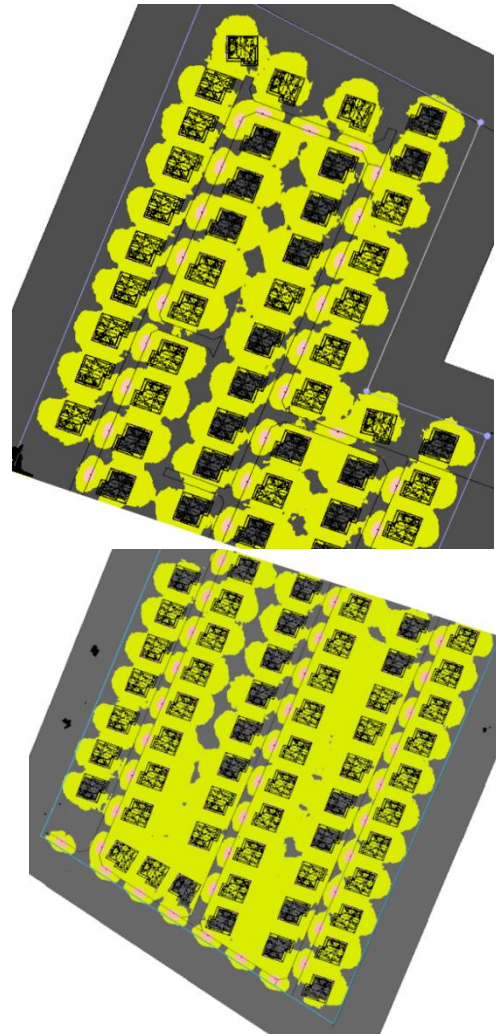


Rys. 9. Rozkład przestrzenny natężenia oświetlenia a) w części północnej, b) w części południowej

Fig. 9. Spatial illuminance distribution a) northern part, b) southern part.

wykonywania prac budowlanych nie będą powodować przekroczeń poziomów dopuszczalnych, będą to oddziaływania okresowe, krótkotrwałe i odwracalne, które ustąpią po zakończeniu realizacji inwestycji. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że zakładane wartości natężenia oświetlenia sztucznego (jak dla terenu E1) na poziomie 1 lx zostały przekroczone w trzech

miejscach, zaś oddziaływania te przekraczają granice przedsięwzięcia odpowiednio o 3.6 m, 3.8 m oraz 4.2 m poza granice działki. Źródłem stwierdzonych przekroczeń

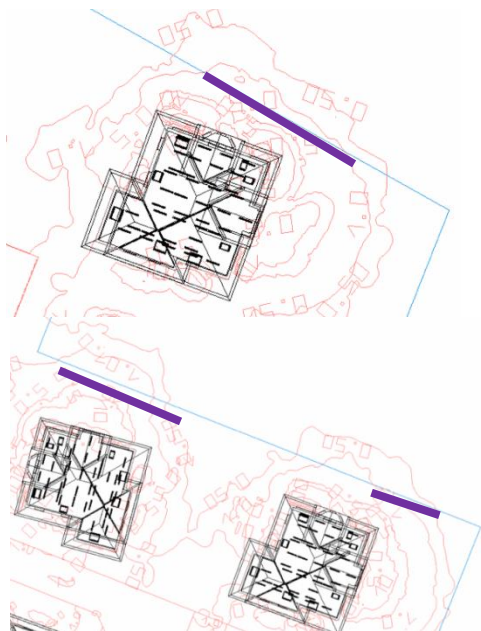


Rys. 10. Rozkład natężenia oświetlenia (poziom gruntu) w trzech przedziałach: do 1,0 lx (kolor szary); 1,0 ÷ 50 lx (kolor kanarkowy); powyżej 50 lx (kolor jasnorożowy).

Fig. 10. Illuminance distribution (ground level) in three ranges: up to 1.0 lux (color gray); 1.0 ÷ 50 lux (color canary); above 50 lux (light pink color).

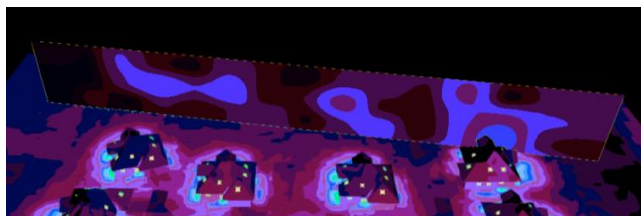
jest światło pochodzące z projektowanych budynków i wynikające z oświetlenia ich wnętrz, nie ma na nie wpływu oświetlenie uliczne. Należy jednak zaznaczyć, że przyjęto jednocześnie użycie oświetlenia o wysokim poziomie we wszystkich pomieszczeniach analizowanych budynków i dodatkowo nie brano pod uwagę elementów zasłaniających okna (firany, kotary, żaluzje). W analizie nie uwzględniono również zieleni w analizowanych obszarach oraz dokładnej topografii terenu. Uproszczenia te powodują, że wartości obliczone natężenia uzyskano większe od występujących w

rzeczywistości. Z uwagi na prognozowane zasięgi oddziaływanie światła sztucznego nie będzie miało negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze i żyjące w sąsiedztwie zwierzęta.



Rys.11. Rozkład natężenia oświetlenia w postaci izolinii – u góry, przy północno-wschodniej granicy oraz poniżej, przy załamaniu granicy wschodniej.

Fig 11 Illuminance distribution as isolines - at the top, at the north-eastern border, and below, the collapse of the eastern border.



Rys.12. Rozkład natężenia oświetlenia w postaci izolinii – płaszczyzna pionowa w północnej granicy działki.

Fig 12. Illuminance distribution as isolines - a vertical plane in the northern border of the property.

ACOUSTIC ANALYSIS OF IMPACTS AND LIGHTS FROM THE PLANNED RESIDENTIAL HOUSES

Streszczenie: Under current law, when entering a construction project to the environment, its scale and the applied design solutions and technology implementation shall be subject to peer review. This article presents a reference to the applicable acoustic requirements concerning the environment. The paper presents the acoustic analysis of the forecasted impact that may arise during the particular phases of construction works and after the completion of the project, during everyday exploitation of the buildings in the whole housing estate. The research part of the paper comprises the

analysis of noise impact on the protected areas neighboring with the project in view of the scope and methods of the construction works carried out under the schedule. For this purpose, in the program Soundplan, model variants of the construction works were worked out as well as the target situation, where after the simulations of the distribution of the acoustic field in the vicinity of the project were carried out.

Literatura

- [1] Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, Dz. U. z 2008 r. nr 199 poz. 1227 z późniejszymi zmianami.
- [2] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. *odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku*, Dz. U. L. nr 189 z dnia 18 lipca 2002 r.
- [3] Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz. U. 2003 nr 80 poz. 717 z późniejszymi zmianami.
- [4] Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001, Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późniejszymi zmianami.
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14.06.2007r. *w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*, Dz. U. nr 120, poz. 826.
- [6] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania miasta Sanok. Załącznik nr 2 do uchwały nr XV/109/99.
- [7] Brunning & Moser "Interference of moonlight with the photoperiodic measurement of time by plants, and their adaptive reaction", 1968
- [8] Roge-Wiśniewska M., Tomasik K., „Przejdź na ciemną stronę nocy – środowiskowe i społeczne skutki zanieczyszczenia światłem”, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 2013
- [9] Francuska krajowa metoda obliczeń „NMPB-Routes - 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”, określona w „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, art. 6” i francuskiej normie „XPS 31-133”.
- [10] PN ISO 9613-2 „Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej.
- [11] Wartości dopuszczalnych poziomów mocy akustycznej urządzeń stosowanych w robotach budowlanych wg rozporządzenia Ministra Gospodarki *w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska*, Dz. U/2005 nr 263 poz.2202.