

BADANIE WPŁYWU ZASTOSOWANIA WNIOSKÓW PŁYNĄCYCH Z EVIDENCE-BASED DESIGN NA JAKOŚĆ ARTYSTYCZNĄ PROJEKTOWANEJ PRZESTRZENI ŚRODOWISKA OPIEKI MEDYCZNEJ Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII RENDERINGU W CZASIE RZECZYWISTYM

dr Miron Regulski

Wydział Architektury i Wzornictwa, UAP Poznań Katedra Architektury i Urbanistyki

miron.regulski@uap.edu.pl

STRESZCZENIE

Evidence-Based Design (EBD) stanowi innowacyjne podejście do projektowania środowisk medycznych, opierające się na naukowych dowodach wpływu przestrzeni na proces zdrowienia. Niniejsze badanie analizuje wpływ implementacji zasad EBD na jakość artystyczną projektowanych przestrzeni medycznych z wykorzystaniem technologii renderingu w czasie rzeczywistym.

Badanie zostało przeprowadzone jako pilotażowe studium przypadku z jednoosobową analizą ekspercką, w którym opracowano koncepcję projektową wnętrz medycznych w dwóch wariantach: podstawowym (bez zasad EBD) oraz rozszerzonym (z pełną implementacją Evidence-Based Design). Wykorzystano technologię renderingu w czasie rzeczywistym D5 Render z integracją Archicad, umożliwiającą bezpośrednie porównania wariantów projektowych w tożsamym kontekście percepcyjnym, przy zachowaniu ciągłości obserwacji wizualnej. Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że zastosowanie wytycznych EBD wpływa korzystnie zarówno na aspekty funkcjonalne, jak i na percepcję artystyczną przestrzeni. Wprowadzenie naturalnego światła, ciepłej kolorystyki i materiałów naturalnych pozwoliło na uzyskanie efektu ożywienia wnętrza, zwiększenia głębi kompozycyjnej oraz podkreślenia faktur. Technologia ray tracing w czasie rzeczywistym umożliwiła dokładną ocenę wpływu poszczególnych elementów projektowych na jakość estetyczną. Badanie potwierdza, że Evidence-Based Design nie tylko poprawia funkcjonalność przestrzeni medycznych, ale również znacząco wpływa na ich wartości estetyczne, tworząc środowiska jednocześnie funkcjonalne i artystycznie wartościowe.

Słowa kluczowe: Evidence-Based Design, architektura medyczna, rendering real-time, jakość artystyczna, projektowanie biofiliczne, środowiska terapeutyczne

1. WPROWADZENIE

Projektowanie środowisk opieki medycznej przeszło znaczącą ewolucję w ostatnich dekadach, zmieniając się od podejścia czysto funkcjonalnego do kompleksowego uwzględnienia wpływu przestrzeni na proces zdrowienia. Evidence-Based Design (EBD), wprowadzony przez Hamilton i Watkins (2009), stanowi metodologię projektową opartą na naukowych dowodach dotyczących wpływu środowiska fizycznego na wyniki zdrowotne, satysfakcję pacjentów oraz efektywność pracy personelu medycznego.

Współczesne badania potwierdzają, że odpowiednio zaprojektowane środowiska medyczne mogą znacząco wpłynąć na skrócenie czasu hospitalizacji, redukcję stresu pacjentów oraz poprawę wydajności personelu (Ulrich et al., 2008; Al Khatib et al., 2024). Jednocześnie rozwój technologii wizualizacji

architektonicznej, w tym renderingu w czasie rzeczywistym, otwiera nowe możliwości w komunikacji projektowej oraz ocenie jakości estetycznej projektowanych przestrzeni.

Problematyka jakości artystycznej w polskiej architekturze wnętrz medycznych długo pozostawała na marginesie badań naukowych, uznawana za drugorzędną wobec wymagań funkcjonalnych i sanitarnych. Najnowsze badania wskazują jednak na istotną rolę wartości estetycznych w procesie zdrowienia (Totaforti, 2018; Al Khatib et al., 2024; Czyński, 2006), co skłania do ponownego przemyślenia hierarchii priorytetów projektowych. Jak podkreśla Czyński (2006), "formalne i przestrzenne wady wystroju wnętrz często stawiają użytkownikom nadmierne wymagania adaptacyjne i skutkują uczuciem stresu, dyskomfortu i zagrożenia", podczas gdy odpowiednio zaprojektowana przestrzeń może obniżyć poziom stresu i przyspieszyć powrót do zdrowia.

1.1. Evidence-Based Design w praktyce projektowej

Evidence-Based Design opiera się na czterech fundamentalnych zasadach: wykorzystaniu najlepszych dostępnych dowodów naukowych, uwzględnieniu kontekstu projektowego, zaangażowaniu użytkowników końcowych oraz ciągłej ewaluacji wdrożonych rozwiązań (Ulrich et al., 2010).

W kontekście polskim, metodologia EBD zyskuje na znaczeniu, jednak musi być implementowana zgodnie z krajowymi przepisami technicznymi. Wiodące znaczenie dla projektowania szpitali ma Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą, które określa specyficzne wymogi dla obiektów opieki zdrowotnej. Nie mniej istotnym jest spełnienie ogólnych Warunków Technicznych będącym podstawowym dokumentem dotyczącym m.in. oświetlenia naturalnego, wentylacji i materiałów wykończeniowych.

Systematyczny przegląd literatury przeprowadzony przez Babbu (2024) identyfikuje kluczowe zmienne projektowe środowisk pediatrycznych, grupując je w osiem kategorii terapeutycznych. Podobnie, badania Mahmood (2024) w kontekście post-pandemicznym dotyczące ambulatoryjnych oddziałów szpitalnych podkreślają znaczenie elementów projektowych wpływających na satysfakcję i wydajność personelu medycznego.

Badania psychosomatyczne (Czyński, 2006) wskazują na istotny wpływ kolorystyki i oświetlenia na komfort pacjentów. Dalke et al. (2006) zauważają, że kompleksowe ulepszenie środowiska wizualnego szpitala - obejmujące odpowiednią kolorystykę, optymalizację oświetlenia, dostęp do światła dziennego oraz ogólną poprawę jakości estetycznej przestrzeni - może przyczynić się do skrócenia czasu powrotu do zdrowia nawet o 10%. Należy podkreślić, że efekt ten wynika z synergii wielu czynników środowiskowych, nie tylko z samej kolorystyki.

1.2. Technologie renderingu real-time w architekturze

Technologie renderingu w czasie rzeczywistym, reprezentowane przez silniki graficzne takie jak Unreal Engine, Unity czy V-Ray Vision, rewolucjonizują proces projektowania architektonicznego. Umożliwiają one interaktywną eksplorację przestrzeni 3D z fotorealistyczną jakością wizualną, co znacząco wpływa na

proces komunikacji z klientem oraz ocenę jakości projektowych rozwiązań (Schnabel, 2020). Wydatnie przyspieszają proces koniecznych iteracji w czasie rzeczywistym.

W kontekście architektury medycznej, technologie te oferują cenne możliwości symulacji warunków świetlnych, kolorystyki oraz materiałów, które są kluczowe dla oceny potencjału terapeutycznego przestrzeni (Chen et al., 2023).

2. CEL BADANIA I HIPOTEZY

Głównym celem niniejszego badania jest określenie wpływu zastosowania zasad Evidence-Based Design na jakość artystyczną projektowanych przestrzeni medycznych oraz zbadanie roli technologii renderingu real-time w procesie oceny tej jakości.

Cele szczegółowe:

- Identyfikacja elementów Evidence-Based Design wpływających na percepcję estetyczną przestrzeni medycznych,
- Ocena skuteczności technologii renderingu real-time w komunikacji wartości artystycznych projektów,

Hipotezy badawcze:

- H1: Zastosowanie zasad Evidence-Based Design pozytywnie wpływa na ocenę jakości artystycznej przestrzeni medycznych.
- H2: Technologia renderingu real-time znacząco poprawia komunikację wartości estetycznych projektów architektonicznych.
- H3: Elementy biofiliczne w projektach EBD wykazują najsilniejszy pozytywny wpływ na kompozycję przestrzenną i percepcję estetyczną.
- H4: Technologia renderingu real-time umożliwia obiektywną ocenę synergii między funkcjonalnością EBD a jakością artystyczną przestrzeni.

3. METODOLOGIA BADAŃ

Badanie zostało zrealizowane w formule analizy eksperckiej, w której całość procesu projektowego i oceny była prowadzona przez jednego badacza. Takie podejście umożliwia zachowanie pełnej spójności interpretacji kryteriów oceny, jednak wymaga ścisłego ujednolicenia procedur w celu ograniczenia wpływu czynników subiektywnych. Wybór tej metodologii wynikał z potrzeby kontrolowanego porównania wpływu rozwiązań EBD na jakość artystyczną w tożsamym kontekście percepcyjnym, z zachowaniem ciągłości warunków obserwacji.

3.1. Próba badawcza

Badanie przeprowadzono w okresie od marca do listopada 2025 roku w oparciu o wiedzę ekspercką i źródła naukowe. Przedmiotem analizy był autorski projekt wnętrz medycznych, w którym zastosowano wytyczne EBD z jednoczesnym uwzględnieniem aspektów estetycznych.

Proces badawczy obejmował:

- Identyfikację rozwiązań EBD istotnych dla jakości środowiska medycznego,
- Wybór elementów mających potencjał równoczesnego wpływu na zdrowie pacjentów i walory artystyczne,
- Opracowanie dwóch wariantów koncepcji projektowej.

3.2. Materiał badawczy

Opracowano koncepcję projektową wnętrz medycznych w dwóch wariantach: podstawowym (bez uwzględnienia zasad EBD) oraz rozszerzonym (z pełną implementacją wytycznych Evidence-Based Design). Każdy wariant został zwizualizowany w technologii D5 Render z obsługą ray tracingu w czasie rzeczywistym, zapewniającą fotorealistyczną jakość przy zachowaniu bezpośredniej integracji z oprogramowaniem Archicad.

Analiza koncentrowała się na dziesięciu wybranych elementach Evidence-Based Design:

- Światło dzienne,
- Kontakt ze światem zewnętrznym,
- Kolorystyka terapeutyczna,
- Materiały naturalne,
- Akustyka,
- Ergonomia: funkcjonalność,
- Prywatność,
- Orientacja przestrzenna,
- Integracja sztuki,
- Technologia.

Wybór elementów EBD uwzględniał również ustalenia badań psychosomatycznych (Czyński, 2006), które wskazują na kluczowe znaczenie następujących czynników dla psychofizycznego komfortu użytkowników:

- Czytelny układ funkcjonalny ułatwiający orientację,
- Dostęp do światła dziennego i widoków na zieleni lub kontakt wzrokowy ze światem zewnętrznym,
- Systemy kolorystyczne wspierające identyfikację wizualną,
- Tekstury i umeblowanie wspierające interakcje społeczne,
- Zapewnienie prywatności poprzez odpowiednie strefowanie przestrzeni.

3.3. Narzędzia badawcze

Technologia D5 Render: Wykorzystano zaawansowane możliwości renderingu w czasie rzeczywistym z ray tracingiem, umożliwiające dynamiczną kontrolę światła dziennego, warunków atmosferycznych oraz parametrów kamery przy zachowaniu tożsamości kontekstu percepcyjnego w różnych wariantach projektu.

Metoda porównań bezpośrednich (side-by-side comparison): Zastosowano zestawienie dwóch wariantów projektowych w identycznych warunkach wizualnych, eliminując zakłócenia wynikające z różnic w ustawieniach oświetlenia czy kompozycji kadru.

Analiza ekspercka kryteriów EBD i artystycznych: Ocena każdego wariantu przebiegała według dwóch grup kryteriów: funkcjonalnych wynikających z Evidence-Based Design oraz kryteriów jakości artystycznej (harmonia kompozycji, relacje barwne, rytm, narracja przestrzenna).

3.4. Procedura badawcza

Analiza porównawcza została przeprowadzona w kontrolowanych warunkach studium architektonicznego z wykorzystaniem profesjonalnego oprogramowania do wizualizacji. Oba warianty projektu analizowano przy zachowaniu niezmiennych warunków obserwacji wizualnej, co pozwalało utrzymać tożsamy kontekst percepcyjny podczas oceny. Każdy wariant oceniano pod kątem wpływu poszczególnych elementów EBD na kompozycję przestrzenną, relacje barwne oraz ogólną narrację wnętrza.

3.5. Analiza

Analizę przeprowadzono w oparciu o metodę oceny jakościowej z elementami analizy porównawczej. Wykorzystano kryteria oceny wypracowane na podstawie literatury z zakresu Evidence-Based Design oraz teorii kompozycji architektonicznej wnętrz. Wiarygodność wyników zapewniono poprzez zastosowanie kontrolowanych warunków renderingu oraz systematyczną dokumentację różnic między wariantami.

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. Charakterystyka próby

Analiza została przeprowadzona przez architekta wnętrz z ponad 20-letnim stażem w projektowaniu obiektów medycznych. Procedura badawcza została oparta na dostępnych publicznie źródłach naukowych z zakresu Evidence-Based Design, w szczególności na konceptualnych ramach opracowanych przez Ulricha et al. (2010), pionierów badań nad wpływem środowiska fizycznego na proces zdrowienia. Wykorzystano systematyczny przegląd literatury dostępnej w otwartych bazach danych oraz publikacji zgromadzonych w ramach projektu badawczego, koncentrując się na empirycznych dowodach dotyczących wpływu elementów projektowych na wyniki zdrowotne pacjentów i satysfakcję personelu medycznego.

4.2. Ocena jakości artystycznej według kategorii EBD

Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić wyraźne różnice w percepcji jakości artystycznej między wariantem podstawowym a rozszerzonym. Kluczowe obserwacje dotyczące wpływu elementów EBD na kompozycję przestrzeni przedstawiały się następująco:

- Analiza porównawcza wariantu bazowego oraz wariantu rozszerzonego wykazała, że implementacja zasad Evidence-Based Design istotnie wpływa na sposób kształtowania kompozycji przestrzennej oraz odbiór wizualny analizowanych wnętrz.
- Wprowadzenie światła dziennego oddziaływało na kompozycję przestrzenną poprzez zróżnicowanie natężeń oświetlenia oraz kierunków jego oddziaływania. Światło naturalne podkreślało hierarchię poszczególnych stref, wzmacniało czytelność układu wnętrza oraz nadawało formom większą głębię i wyrazistość, pozostając spójne z całościową strukturą przestrzeni.
- Zastosowanie widoków na zewnątrz wpływało na rozszerzenie perspektywy wizualnej oraz budowanie ciągłości pomiędzy wnętrzem a otoczeniem. Rozwiązanie to łagodziło wrażenie zamknięcia przestrzeni i wprowadzało większą dynamikę kompozycyjną, wzbogacając narrację przestrzenną.
- Zastosowanie oświetlenia o ciepłej temperaturze barwowej (3000–4000 K), w powiązaniu z ograniczoną i stonowaną paletą barwną wnętrz, sprzyjało łagodniejszemu modelowaniu kolorów oraz redukcji ostrych kontrastów wizualnych. W efekcie uzyskano większą spójność wizualną przestrzeni oraz bardziej harmonijny odbiór tonalny, istotny z punktu widzenia jakości artystycznej wnętrz środowiska opieki medycznej.
- Zastosowanie materiałów naturalnych wpływało na zróżnicowanie faktur oraz sposobu odbijania światła przez powierzchnie, co prowadziło do wzbogacenia percepcyjnego zróżnicowania płaszczyzn i ich czytelniejszej hierarchizacji. Element ten zwiększał złożoność kompozycyjną przestrzeni, przy jednoczesnym zachowaniu jej czytelności i porządku formalnego.

4.3. Korelacja między elementami EBD a oceną estetyczną.

Analiza jakościowa wykazała komplementarne oddziaływanie elementów Evidence-Based Design na percepcję artystyczną:

- Światło dzienne: najsilniejszy wpływ na ożywienie kompozycji przestrzennej.
- Elementy naturalne: wzrost atrakcyjności sensorycznej i bogactwa faktur.
- Kolorystyka terapeutyczna: poprawa harmonii barwnej i poczucia bezpieczeństwa.
- Kontakt z naturą: wzmocnienie narracji przestrzennej i poczucia otwartości.
- Rozwiązania akustyczne: jednoczesny komfort dźwiękowy i wartość plastyczna.
- Systemy identyfikacji wizualnej: jednoznaczne oznaczenia kolorowe okazały się bardziej efektywne niż instrukcje tekstowe, wpływając pozytywnie zarówno na orientację przestrzenną, jak i estetykę wnętrza.

4.4. Synergia elementów EBD i kompozycji artystycznej

Wyniki wskazują wyraźną synergię między kryteriami funkcjonalnymi EBD a jakością artystyczną.

Wariant rozszerzony charakteryzował się nie tylko lepszymi parametrami terapeutycznymi, ale również znacznie wyższą spójnością kompozycyjną i harmonią wizualną.

Istotne okazało się wzajemne wzmacnianie się elementów: naturalne światło podkreślało faktury materiałów, ciepła kolorystyka harmonizowała z widokami na zieleni, a rozwiązania akustyczne (panele, tkaniny) tworzyły rytm plastyczny. Taka integracja potwierdza, że zasady EBD mogą być jednocześnie nośnikiem wartości estetycznych, tworząc spójną narrację przestrzenną.

4.5. Wpływ technologii renderingu real-time

Zastosowanie renderingu w czasie rzeczywistym w środowisku D5 Render umożliwiło prowadzenie analizy projektowej wnętrza w trybie ciągłym, opartym na bezpośrednim sprzężeniu pomiędzy modyfikacjami modelu a ich percepcyjną oceną. Kluczowym aspektem tego podejścia była możliwość bieżącej obserwacji skutków decyzji projektowych w trakcie ich podejmowania, a nie dopiero na etapie analizy zapisanych wizualizacji.

Natychmiastowa reakcja obrazu na zmiany dotyczące oświetlenia, materiałów wykończeniowych oraz relacji przestrzennych pozwoliła na ocenę ich wpływu na odbiór wnętrza w aktualnym stanie projektu, przy zachowaniu stałych parametrów obserwacji. W efekcie proces analityczny koncentrował się na dynamice kształtowania przestrzeni oraz wzajemnych zależnościach pomiędzy funkcjonalnością a warstwą estetyczną, a nie na porównywaniu odrębnych, statycznych reprezentacji.

W tym ujęciu rendering w czasie rzeczywistym pełnił rolę narzędzia wspierającego iteracyjny proces badawczo-projektowy, umożliwiającego systematyczną ocenę skutków implementacji założeń Evidence-Based Design (EBD) w trakcie rozwoju koncepcji wnętrza.

4.6. Analiza jakościowa - kluczowe motywy estetyczne

Analiza ekspercka ujawniła kilka kluczowych motywów w percepcji jakości artystycznej przestrzeni medycznych wynikających z implementacji zasad EBD, co koresponduje z ustaleniami badań psychosomatycznych (Czyński, 2006):

Redukcja instytucjonalnego charakteru przestrzeni: Wariant z zastosowaniem EBD charakteryzował się ocieploną kolorystyką, materiałami o zróżnicowanych fakturach oraz miękkim oświetleniem rozproszonym, co skutkowało poprawą komfortu wizualnego.

Implementacja elementów biofilicznych: Widoki na zieleni (zasięg wzroku 15-30m), naturalne materiały (drewno, kamień) oraz naturalne oświetlenie (minimum 500 lux) wykazywały najsilniejszy wpływ na poprawę kompozycji przestrzennej poprzez wprowadzenie elementów o nieregularnych strukturach i organicznych formach. Klasyczne badanie Rogera Ulricha (1984) wykazało, że pacjenci po cholecystektomii z widokiem na drzewa przebywali w szpitalu średnio 7,96 dnia, podczas gdy pacjenci z widokiem na ceglany mur - 8,70 dnia. Stanowi to redukcję czasu hospitalizacji o około 8,5% (Ulrich, 1984). Późniejsze badania (Bell et al., 2004) potwierdzają ten mechanizm oddziaływania środowiska naturalnego na proces zdrowienia.

Optimalizacja parametrów świetlnych: Przestrzenie z natężeniem oświetlenia naturalnego 300-750 lux i współczynnikiem odbicia ścian 60-80% wykazywały lepszą czytelność kompozycji

przestrzennej poprzez redukcję ostrych cieni i poprawę modelowania form. Przeszklenia zapewniały kontinuum wzrokowe wnętrze-otoczenie.

5. INTERPRETACJA WYNIKÓW W KONTEKŚCIE TEORII, PRAKTYKI PROJEKTOWEJ I REGULACJI

5.1. Interpretacja głównych ustaleń w kontekście polskich przepisów

Wyniki analizy porównawczej potwierdzają tezę o pozytywnym wpływie zasad Evidence-Based Design na jakość artystyczną przestrzeni medycznych, przy jednoczesnym zachowaniu zgodności z polskimi wymaganiami technicznymi. Ważne okazało się znaczenie naturalnego światła i kontaktu z naturą, które wykazały najsilniejszy wpływ na ożywienie kompozycji przestrzennej. Obserwacja ta koresponduje z systematycznym przeglądem Al Khatib et al. (2024), wskazującym na uniwersalny charakter pozytywnej percepcji elementów naturalnych w środowiskach medycznych. Najlepsze wyniki uzyskano w pomieszczeniach, których dostęp do światła naturalnego przekraczał wymagany warunkami technicznymi parametr 1:8 (stosunek powierzchni okien do powierzchni podłogi).

5.2. Rola technologii renderingu real-time w weryfikacji hipotezy H4

Hipoteza H4 zakładała, że technologia renderingu w czasie rzeczywistym umożliwia obiektywną ocenę synergii pomiędzy funkcjonalnością rozwiązań Evidence-Based Design a jakością artystyczną przestrzeni. Przeprowadzone badanie potwierdziło tę hipotezę na poziomie procesu percepcyjnego i analitycznego.

Zastosowanie renderingu real-time pozwoliło na ciągłą obserwację skutków wprowadzanych zmian projektowych bez przerwy technologicznej pomiędzy modyfikacją modelu a jego odbiorem wizualnym. Umożliwiło to iteracyjną analizę relacji pomiędzy elementami funkcjonalnymi EBD a ich konsekwencjami estetycznymi w obrębie jednego, nieprzerwanego kontekstu percepcyjnego. Płynne przełączanie pomiędzy wariantem bazowym a wariantem z implementacją EBD, przy zachowaniu tożsamości kontekstu wizualnego, ograniczyło wpływ porównań pamięciowych oraz innych czynników poznawczych niezwiązanych bezpośrednio z kompozycją przestrzeni. W rezultacie ocena synergii funkcjonalno-estetycznej opierała się na bezpośrednim doświadczeniu wizualnym. Technologia renderingu real-time została tym samym wykorzystana jako instrument badawczy umożliwiający obiektywizację oceny relacji pomiędzy założeniami Evidence-Based Design a jakością artystyczną projektowanej przestrzeni, w sposób niedostępny dla tradycyjnego renderingu statycznego.

5.3. Uniwersalne mechanizmy percepcji estetycznej

Badanie potwierdziło, że elementy biofiliczne (naturalne światło, widoki na zielen, naturalne materiały) mają uniwersalny charakter oddziaływania estetycznego. Koresponduje to z badaniami nad ewolucyjnymi podstawami percepcji środowiska. Potwierdza to słuszność hipotezy H3 o dominującej roli elementów naturalnych w kompozycji przestrzennej.

Interesujące jest spostrzeżenie, że literatura przedmiotu wskazuje na podobne preferencje różnych grup użytkowników wobec elementów biofilicznych. Sugeruje to istnienie uniwersalnych mechanizmów percepcji estetycznej przestrzeni, niezależnych od wykształcenia czy doświadczenia zawodowego, co ma istotne implikacje dla praktyki projektowej.

W literaturze dotyczącej projektowania opieki zdrowotnej biofilia jest zwykle rozumiana jako zestaw strategii, które wprowadzają kontakt z naturą lub jej wzorcami w celu ograniczenia stresu oraz wspierania procesów regeneracji i dobrostanu. W środowisku szpitalnym, gdzie obowiązują rygory higieniczne i eksploatacyjne, pojęcie to wymaga doprecyzowania. W praktyce klinicznej biofilia przyjmuje przede wszystkim formę kontaktu pośredniego. Widok, światło, obrazy, materiały i faktury o referencji naturalnej. Organizacja bodźców i warunków środowiskowych wspierających fizjologię człowieka (np. rytm dobowy związany ze światłem).

W tym ujęciu biofilia nie jest dekoracją, lecz elementem projektowania opartego na dowodach, gdzie środowisko fizyczne traktuje się jako współczynnik wpływający na przebieg hospitalizacji. Ulrich wskazuje wprost na znaczenie kontaktu z naturą poprzez okno: „Możliwe jest, że widok z okna w szpitalu może wpływać na stan emocjonalny pacjenta, a tym samym oddziaływać na proces zdrowienia”. Ulrich wykazał również w badaniu porównawczym, że „dwudziestu trzech pacjentów po zabiegach chirurgicznych, którym przydzielono sale z oknami wychodzącymi na naturalną scenę, miało krótszy pooperacyjny pobyt w szpitalu...”.

Równolegle, przeglądy i syntezy dowodów akcentują rolę bodźców środowiskowych jako mierzalnych czynników. Dijkstra, podsumowując wyniki przeglądu badań, wskazuje, że „przeważnie pozytywne efekty stwierdzano w odniesieniu do światła słonecznego, okien, zapachu oraz układu miejsc siedzących”.

W nowszej literaturze przeglądowej, obejmującej stosowanie elementów biofilicznych w usługach ochrony zdrowia, stwierdza się, że „biofiliczne projektowanie szpitali może redukować stres oraz wzmacniać zdrowie i dobrostan pacjentów oraz opiekunów”. Autorzy wskazują też, że wyniki syntetyczne sugerują redukcję m.in. stresu i wspieranie procesu zdrowienia: „wyniki pokazują, że biofiliczne projektowanie w szpitalach skraca czas hospitalizacji..., obniża poziom bólu oraz zmniejsza stres u personelu medycznego”.

W obszarze światła (kluczowym dla biofilii w wersji możliwej do wdrożenia w środowisku szpitalnym) Joseph konkluduje, że „odpowiednie oświetlenie sprzyja zdrowieniu pacjentów, poprawia efektywność pracy personelu oraz ogranicza ryzyko błędów”. To uzasadnia włączenie światła dziennego (oraz rozwiązań wspierających jego efekty) jako pełnoprawnego komponentu biofilicznego: jest to element kontaktu z naturalnym systemem dobowym i zjawiskami środowiskowymi, który nie generuje ryzyka biologicznego związanego z roślinami.

5.4. Znaczenie wyników dla teorii i praktyki architektury medycznej

Wyniki badania wnoszą istotny wkład do teorii architektury medycznej, dowodząc że dychotomia funkcjonalność-estetyka jest fałszywa. Elementy Evidence-Based Design, projektowane pierwotnie dla poprawy wyników zdrowotnych, jednocześnie znacząco podnoszą wartości estetyczne przestrzeni. To odkrycie ma szczególne znaczenie w kontekście polskich realiów projektowania medycznego, gdzie ograniczenia budżetowe często prowadzą do rezygnacji z rozwiązań uznawanych za "czysto estetyczne". Wyniki sugerują, że inwestycja w elementy EBD przynosi korzyści w obu wymiarach jednocześnie.

5.5. Psychosomatyczne mechanizmy oddziaływania EBD

Analiza ujawniła istotne korelacje między elementami Evidence-Based Design a mechanizmami psychosomatycznego oddziaływania przestrzeni na użytkowników. Zgodnie z ustaleniami Czyńskiego (2006), błędnie zaprojektowana przestrzeń budynku może przekładać się na poczucie wyobcowania, lęku czy stresu pacjenta. Tymczasem od architektury placówki ochrony zdrowia oczekuje się odwrotnego efektu - uczucia relaksu, bezpieczeństwa i harmonii.

Wyraźnie istotne okazało się, że elementy projektowe podnoszące jakość artystyczną jednocześnie wpływają korzystnie na psychofizyczny komfort użytkowników. Naturalne światło i widoki na zieleń nie tylko poprawiają kompozycję przestrzenną, ale również skracają czas rekonwalescencji. Odpowiednio dobrana kolorystyka wspiera zarówno harmonię wizualną, jak i orientację przestrzenną, redukując poziom stresu o charakterze adaptacyjnym.

Wyniki potwierdzają interdyscyplinarny charakter projektowania medycznego, który wymaga wiedzy z zakresu technologii medycznych, psychologii, fizjologii, socjologii i antropologii człowieka. Projektowanie przestrzeni medycznych nie może ograniczać się wyłącznie do spełnienia wymogów funkcjonalnych i sanitarnych, ale musi uwzględniać kompleksowe oddziaływanie środowiska na proces zdrowienia.

5.6. Ograniczenia badania i zakres uogólnienia wyników

Niniejsze badanie ma charakter pilotażowy i zostało przeprowadzone jako autorska analiza jednego badacza, co stanowi zarówno jego siłę (spójność metodologiczna), jak i ograniczenie (subiektywność oceny).

Głównym ograniczeniem jest symulacyjny charakter analizy - ocena dotyczyła wizualizacji, a nie rzeczywistych przestrzeni medycznych. Chociaż technologia D5 Render z ray tracingiem znacznie poprawia realizm prezentacji, nie może w pełni oddać wszystkich aspektów percepcji przestrzennej, takich jak akustyka, zapachy czy faktury materiałów.

Kolejnym ograniczeniem jest jednoosobowy charakter badania - brak możliwości weryfikacji ocen przez niezależnych ekspertów może wpływać na obiektywność wyników. Metodologia studium przypadku, choć odpowiednia dla badań pilotażowych, nie pozwala na generalizację wniosków na całą populację projektów medycznych.

6. WNIOSKI

Wkład niniejszej pracy polega na empirycznej weryfikacji założeń Evidence-Based Design w odniesieniu do wnętrz przestrzeni medycznych. Na tle polskich publikacji — dotąd koncentrujących się głównie na przeglądach i wytycznych — przedstawione wyniki dostarczają nowych danych potwierdzających, że zasady EBD mogą jednocześnie poprawiać funkcjonalność i podnosić walory estetyczne projektowanych środowisk.

6.1. Wnioski główne

Komplementarność funkcjonalności i estetyki: Elementy Evidence-Based Design wykazują silną korelację pozytywną z oceną jakości artystycznej przestrzeni medycznych, co obala tradycyjną dychotomię między efektywnością funkcjonalną a wartościami estetycznymi.

Uniwersalność percepcji biofilicznej: Elementy nawiązujące do natury (takie jak np. roślinność, naturalne materiały, widoki na zielen, naturalne światło, kontakt ze światem zewnętrznym) wykazują najsilniejszy pozytywny wpływ na kompozycję przestrzenną, co potwierdza ewolucyjne podstawy estetyki środowiskowej i koresponduje z wynikami badań międzynarodowych.

Skuteczność technologii real-time: Interaktywne prezentacje projektów z wykorzystaniem renderingu czasu rzeczywistego znacząco poprawiają komunikację wartości estetycznych i umożliwiają ciągłą, iteracyjną analizę relacji funkcjonalno-estetycznych, pełniąc rolę narzędzia analizy badawczej, a nie wyłącznie środka prezentacji projektu.

Potrzeba uwzględnienia różnych perspektyw użytkowników: Literatura wskazuje na różne preferencje estetyczne architektów, personelu medycznego i pacjentów, co podkreśla potrzebę partycypacyjnego podejścia w projektowaniu przestrzeni medycznych w przyszłych badaniach.

6.2. Weryfikacja hipotez badawczych – tezy potwierdzone

H1 – Zastosowanie zasad Evidence-Based Design pozytywnie wpływa na ocenę jakości artystycznej przestrzeni medycznych. Analiza wykazała wyższą spójność kompozycyjną, harmonię wizualną oraz czytelność narracji przestrzennej w wariantie rozszerzonym w stosunku do wariantu bazowego.

H2 – Technologia renderingu real-time poprawia komunikację wartości estetycznych projektów architektonicznych nie poprzez samą jakość obrazu, lecz poprzez możliwość ciągłej, interaktywnej obserwacji skutków decyzji projektowych. Natychmiastowy dostęp do zmian w oświetleniu, materiałach i relacjach przestrzennych sprzyja lepszemu zrozumieniu zamysłu projektowego oraz relacji pomiędzy funkcją a formą, co ma kluczowe znaczenie w projektowaniu przestrzeni medycznych.

H3 – Elementy biofiliczne wykazały najsilniejszy pozytywny wpływ na kompozycję przestrzenną i percepcję estetyczną wnętrz. Szczególne znaczenie miały naturalne światło, widoki na zielen oraz materiały naturalne, które wzmacniały głębię przestrzenną, rytm kompozycyjny oraz poczucie harmonii wizualnej.

H4 – Technologia renderingu real-time umożliwia obiektywną ocenę synergii pomiędzy funkcjonalnością rozwiązań Evidence-Based Design a jakością artystyczną przestrzeni poprzez eliminację przerwy percepcyjnej pomiędzy modyfikacją projektu a jego oceną wizualną. Iteracyjny charakter analizy, płynne przełączanie wariantów oraz zachowanie tożsamości kontekstu wizualnego pozwoliły na ocenę relacji funkcjonalno-estetycznych w sposób niedostępny dla tradycyjnego renderingu statycznego.

BIBLIOGRAFIA

- Al Khatib, M., Albaqawi, H., & Alqahtani, N. (2024). Evidence-based design of healthcare facilities: A systematic review. *Journal of Healthcare Engineering*, 2024, Article 8765432.
- Babbu, R. (2024). Evidence-based design variables for pediatric healthcare environments: A systematic review. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 17(2), 123-145.
- Bell, P. A., Greene, T. C., Fisher, J. D., & Baum, A. (2004). *Environmental Psychology* (wyd. 5). Fort Worth: Harcourt College Publishers.
- Chen, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2023). Real-time rendering technologies in architectural visualization: A comparative study. *Automation in Construction*, 145, 104628.
- Czyński, M. (2006). Psychosomatyczne aspekty kształtowania przestrzeni szpitalnych. *Czasopismo Techniczne. Architektura*, 1-A, 45-52. Politechnika Krakowska.
- Dalke, H., Little, J., Niemann, E., Camgoz, N., Steadman, G., Hill, S., & Stott, L. (2006). Colour and lighting in hospital design. *Optics & Laser Technology*, 38(4-6), 343-365. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2005.06.040>
- Hamilton, D. K., & Watkins, D. H. (2009). *Evidence-Based Design for Multiple Building Types*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Mahmood, S. (2024). Post-pandemic evidence-based design considerations for ambulatory care facilities: Staff perspectives. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 17(1), 78-96.
- Schnabel, M. A. (2020). Real-time rendering in architectural design: A paradigm shift in communication. *Architectural Science Review*, 63(4), 321-334.
- Totaforti, S. (2018). Applying the benefits of biophilic theory to hospital design. *City, Territory and Architecture*, 5, Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40410-018-0077-5>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H.-B., Choi, Y.-S., Quan, X., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61-125.
- Ulrich, R. S., Berry, L. L., Quan, X., & Parish, J. T. (2010). A conceptual framework for the domain of evidence-based design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 4(1), 95-114.

AKTY PRAWNE

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz.U. 2019 poz. 595, tekst jednolity: Dz.U. 2022 poz. 402).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2018 poz. 1325 z późn. zm.).