

Politechnika Gdańska
Wydział Architektury

Doświadczenie mózgu, a dobrostan człowieka
w przestrzeni architektonicznej z udziałem zieleni

Autor: Anna Wróblewska

Rozprawa doktorska pod kierunkiem:
Promotor : dr hab. inż. arch. Katarzyna Zielonko - Jung
Promotor pomocniczy : dr Michał Kucewicz

2025, Gdańsk

„Zachodzi głęboki związek pomiędzy drogą a nadzieją. Kiedy człowiek ma nadzieję, powstaje droga. Kiedy człowiek nie ma nadziei nie ma drogi.”

- ks. prof. dr hab. Józef Tischner

Spis Treści

1. Wstęp, str. 5
 - 1.1 Cele pracy, str. 11
 - 1.2 Tezy, str. 12
 - 1.3 Zakres badań, str. 13
 - 1.4 Struktura pracy, str. 14
2. Wpływ przestrzeni z udziałem zieleni na odczucia człowieka, str. 17
 - 2.1 Wpływ przestrzeni na odczucia człowieka, str. 17
 - 2.2 Zieleń jako element przestrzeni wpływający na odczucia człowieka, str. 21
 - 2.3 Rozwój metod badawczych, str. 25
3. Związek zieleni z dobrostanem człowieka, str. 28
 - 3.1 Teoria biofili w aspekcie środowiska zbudowanego, str. 28
 - 3.2 Relacja zieleni z człowiekiem i z przestrzenią, str. 36
 - 3.3 Wartościowanie dobroczynnego doświadczenia zieleni, str. 36
 - 3.4 Doświadczenie przestrzeni, a stres, str. 49
4. Rola mózgu w mierzeniu doświadczenia dobrostanu w przestrzeni, str. 58
 - 4.1 Biologiczny wymiar doświadczeń człowieka w przestrzeni, str. 58
 - 4.2 Mózg i przestrzeń - koncepcje, str. 65
 - 4.3 Metody badania reakcji mózgu na otoczenie, str. 71

- 5. Badanie reakcji mózgu na doświadczenie przestrzeni z udziałem zieleni, str. 75
 - 5. 1 Założenia do badań, str. 76
 - 5.1.1 Narzędzia badawcze, str. 76
 - 5.1.2 Metodologia, str. 77
 - 5.1.3 Grupa uczestników badania, str. 80
 - 5.1.4 Sposób przeprowadzenia badania, str. 81
 - 5. 2 Wyniki badania, str 84
 - 5.2.1 Wnioski, str 88
- 6. Podsumowanie i wnioski, str 90
- 7. Referencje, str. 94

Rozdział 1

Wstęp

Dobrostan sugeruje połączenie: bycia -stanu i czucia się, dobrze. Odnosi się do stanu nie tylko jako bycia, ale jakości tego bycia. W jaki sposób bycie staje się dobrostanem? Pojęcie eudajmonii Arystotelesa opisywało dobre życie nie jako ulotną przyjemność, ale jako trwały stan równowagi, spełnienia i aktywności zgodnej z naturą człowieka [1]. Wieki później współczesna psychologia sformułowała podobne pytania, analizując ramy subiektywnego dobrostanu i wpływów komponentów emocjonalnych [2] po bardziej stabilny wymiar oparty na rozwoju i celu osobistym [3]. Z kolei Martin Heidegger, znany z analiz ludzkich doświadczeń, zwraca szczególną uwagę na pojęcie świadomości w byciu człowieka, wprowadzając koncepcję „Dasein”[4]. Nie skupia się bezpośrednio na dobrym samopoczuciu w kontekście szczęścia, czy zdrowia psychicznego, ale zwraca uwagę na autentyczne życie, świadomość i zaangażowanie. Światowa Organizacja Zdrowia w swojej konstytucji zdefiniowała zdrowie jako „stan pełnego fizycznego, psychicznego i społecznego dobrostanu” [5]. Definicja ta podkreśla holistyczny charakter dobrego samopoczucia człowieka: nie można go oddzielić od kontekstu. Otoczenie wpływa na poziom stresu, regenerację, koncentrację, a nawet zaufanie społeczne [6]. We wszystkich tych perspektywach pozostaje jedna centralna obserwacja: dobrostan nie jest przypadkowy, ale ma swoje źródło w podstawowych ludzkich potrzebach i zdolnościach.

A zatem, dobrostan to stan, przeżywany i odczuwany jest wspierany przez kontekst, w jakim toczy się życie. Dlatego też, gdy pytamy, czym jest „dobro-stan”, możemy również zapytać: w jakiej przestrzeni można taki stan osiągnąć?

Ale, czy istnieje uniwersalny fundament dobrostanu w przestrzeni, coś, co wykracza poza indywidualne potrzeby? Projektowanie rzadko jest adresowane do jednej osoby, nie przebywamy w przestrzeni osobno - nawet gdy jesteśmy sami, to w części wspólnego projektu. Przestrzenie są budowane z myślą o ludziach, mogą być różnej profesji, wieku, czy charakteru.

Mimo to, w ramach tej różnorodności wydaje się, że istnieją podstawy tego co dobre, które stanowią jej wspólną płaszczyznę. Poszukiwanie uniwersalnej odpowiedzi nie ma na celu zatarcia różnic, ale znalezienie tego, co pomimo różnic pozwala ciałom i umysłom dać schronienie. Dobre samopoczucie w przestrzeni może zatem opierać się na tym solidnym fundamencie - czymś nieosobistym, ale ludzkim.

Dobre samopoczucie nie jest tylko osobistą oceną, ani tylko faktem biologicznym, jest jednym i drugim: czujemy się dobrze, gdy nasze ciała dobrze funkcjonują i gdy interpretujemy nasze otoczenie jako niezagrażające, wygodne, sprzyjające. A zatem rodzą się główne pytania, co dokładnie w przestrzeniach pośredniczy w odczuwaniu dobrostanu? Jak wyłonić i ocenić treść tego doświadczenia?

Jednym z takich uniwersalnych nośników dobrostanu wydaje się być natura. Odpoczywamy w niej, uciekamy do niej, odczuwamy jej brak. Dlatego wprowadzamy ogrody do domów, tworzymy parki w miastach, wprowadzamy zielone ściany, dachy. Podnosimy temat rosnącej urbanizacji, ponieważ często oznacza on utratę kontaktu z naturą. Ludzie nie lubią zamknięcia, poprzez balkony, tarasy, ogrody – szukamy otwarcia na świat natury. Od XIX-wiecznych rozważań Olmsteda na temat regenerującej mocy parków w życiu miejskim [7], poprzez przełomowe badania R. Ulricha pokazujące, że pacjenci szpitalni szybciej wracali do zdrowia, gdy mieli widok na naturę [8], po teorię biofili, mówiącą, że ludzie mają wrodzoną potrzebę szukania połączenia z naturą i innymi formami życia [9] koncepcję szczególnego przywracania, regeneracji uwagi w naturze [10][11], wnioski wskazują na wspólny mianownik, że naturalne otoczenie sprzyja dobremu stanowi człowieka. Jednak na przestrzeni czasu nasza relacja z naturą uległa drastycznej zmianie, przechodząc od codziennej zależności do bardziej odległego, często pomijanego połączenia. W poprzednich stuleciach życie codzienne było nierozzerwalnie związane z naturalnymi rytmemi – pracą rolniczą, ekspozycją na światło dzienne, cyklami sezonowymi i stałym kontaktem z naturalnym krajobrazem. W takich warunkach obecność natury nie była raczej świadomym wyborem, ale bardziej nieuniknionym tłem ludzkiej egzystencji. Z kolei współczesne życie charakteryzuje się głębokimi zmianami środowiskowymi i społecznymi. Obecnie zieleń w środowiskach zabudowanych jest często wprowadzana w oparciu o intuicję estetyczną, ogólne wytyczne projektowe lub szerokie skojarzenia z naturą i dobrym samopoczuciem. Chociaż podejścia te uznają pozytywną rolę zieleni i elementów naturalnych, pozostają one w dużej mierze intuicyjne i brakuje im precyzyjnych wskaźników. Brakuje konkretnych, opartych na dowodach miar, które mogłyby pomóc projektantom w określeniu, w jaki sposób zieleń powinna być wkomponowana w przestrzeń, aby niezawodnie wspierać dobre samopoczucie ludzi. Bez takich wskaźników decyzje dotyczące zieleni mogą być arbitralne, a nie oparte na

tym, jak ludzie faktycznie doświadczają elementów zieleni w swoim otoczeniu i jak na nie reagują biologicznie. Kwestia ta ma szczególne znaczenie w pomieszczeniach budynków, gdzie ludzie przebywają w zamkniętej przestrzeni, różniącej się od środowiska zewnętrznego

Józef Bańka opisuje ten postęp jako zagrożenie dla środowiska psychicznego człowieka, zwraca uwagę, na coraz silniejsze przenikanie zdobyczy rozwoju cywilizacji do indywidualnego życia psychicznego człowieka [12] .

Urbanizacja, uprzemysłowienie, wzrost popularności pracy siedzącej oraz rozwój technologii cyfrowych zmieniły sposób, w jaki ludzie się poruszają, wchodzą w interakcje i doświadczają otaczającego ich świata. Kiedyś kontakt z elementami natury był nieunikniony, dziś często trzeba go celowo poszukiwać, a nawet sztucznie projektować. Brak natury, który w przeszłości rzadko był odczuwany jako deficyt, jest obecnie głównym czynnikiem wpływającym na rosnącą częstość występowania stresu, zmęczenia i pogorszenia samopoczucia psychicznego wśród mieszkańców miast [13][14].

Ta dziejowa transformacja wyjaśnia, dlaczego kwestia dobrego samopoczucia nabrała nowego znaczenia. Choć jej znaczenie nigdy nie zmalało, warunki, które ją kształtują, uległy zmianie, wymagając nowych form badań i interwencji. Środowisko zbudowane – w którym ludzie spędzają swój czas – staje się ważną areną, na której dobrostan jest albo osłabiany, albo wspierany.

Z drugiej strony, chociaż współczesne społeczeństwo jest mniej związane z naturą, to jednak rozwija się w nim większa świadomość dotycząca zdrowia psychicznego. Pojęcia takie jak depresja, samotność, wypalenie zawodowe, przenikają do świadomości społecznej, są poruszane i badane. Według Światowej Organizacji Zdrowia, zdrowie psychiczne jest podstawowym elementem ogólnego stanu zdrowia, niezbędnym dla rozwoju indywidualnego i społecznego i dobrobytu społeczno - ekonomicznego [15]. Ponad miliard ludzi na całym świecie - około 13% światowej populacji - cierpi z powodu zaburzeń zdrowia psychicznego, a niektóre badania wskazują, że nawet 1 na 3 osoby może doświadczać obecnie problemów ze zdrowiem psychicznym [16] [17]. A zatem wydaje się że aby projektować dobrostan nie da się pominąć wpływu kontekstu zdrowia psychicznego człowieka. Jest to zjawisko wpływające na nasz stan, a których przeżywanie odbywa się głównie w przestrzeniach budynków, gdzie według badań możemy spędzać nawet do 90% naszego życia [18]. Te wnioski doprowadzają nas do refleksji, że aby zrozumieć dobrostan w sposób, który ma szerokie przełożenie na ludzkość, to warto zwrócić się w stronę tego, gdzie możemy poszukiwać wspólnych odpowiedzi na temat zdrowia psychicznego i tego co nas łączy - biologii.

Mózg, jako centralny organ doświadczenia, reprezentuje tę wspólną płaszczyznę: wszyscy ludzie polegają na jego strukturach i procesach, aby postrzegać, odczuwać i działać w świecie. To właśnie w tej wspólnej dla nas biologicznej strukturze możemy szukać wspólnych wzorców i procesów, które leżą u podstaw możliwości dobrego życia.

Naukowcy różnych dziedzin od dawna postrzegają ludzki mózg jako fundament rozumienia człowieka, od percepcji i emocji po rozumowanie, tożsamość i świadomość. Fundamentalne książki, takie jak „Principles of neural science” [19] i „Neuroscience: exploring the brain” [20]. Podkreślają biologiczne mechanizmy, dzięki którym neurony i obwody stanowią podstawę zarówno podstawowych wrażeń zmysłowych, jak i złożonych procesów poznawczych, stanowiąc fundament dziedziny neurobiologii behawioralnej. Klasyczne prace, takie jak „Emotion, reason, and the human brain” [21], pokazują, jak rozumowanie i emocje są głęboko powiązane w fizjologii mózgu, demonstrując na przykładach takich jak Phineas Gage, że osąd zachowań moralnych i podejmowanie decyzji są nierozdzielnie związane z procesami neuronalnymi. Rozszerzając tę dyskusję na sferę kliniczną, książka „Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind” [22] bada tożsamość i obraz ciała poprzez niezwykle neurologiczne studia przypadków. W podobnym tonie książka „The Brain That Changes Itself” podkreśla neuroplastyczność jako zasadę adaptacji przez całe życie [23].

Podczas gdy wspomniane prace badają szerokie zagadnienia i przybliżają nas do zrozumienia psychologicznych i neurobiologicznych wymiarów doświadczenia człowieka. To w nauce znajdziemy również grono prac, które łączą badania mózgu z dziedzinami humanistycznymi, przecinając drogi ze sztuką, estetyką, architekturą. Pokazując, w jaki sposób badania naukowe nad mózgiem mogą wpływać na praktyki twórcze oraz czerpać z nich inspirację.

W publikacji „Reductionism in art and brain science: Bridging the two cultures” [24], laureat Nagrody Nobla Eric Kandel, pokazuje w jaki sposób nauka może badać ludzką percepcję i pomagać nam zrozumieć wielkie dzieła sztuki poprzez wzajemne oddziaływanie procesów sensorycznych. Określa on dwie formy przetwarzania: „top-down” odgórną, w której wyższe funkcje mózgu, takie jak uwaga, pamięć i wyobraźnia, kształtują percepcję, oraz, oddolną „bottom up”, w której surowe dane sensoryczne są automatycznie integrowane przez mózg w celu utworzenia percepcji. Kolejnym przykładem studiowania mózgu ze sztuką, jest praca „Your brain on art: How the arts transform us.” [25] pokazując, w jaki sposób kontakt ze sztuką, muzyką i kreatywnością powoduje wymierne zmiany w mózgu i poprawia samopoczucie. Z kolei neurobiolog Semir Zeki w swojej pracy „Inner vision: An exploration of art and the brain”, mówi o koncepcji neuroestetyki, badając doświadczenia piękna z aktywnością kory oczodołowo czołowej [26]. Inne badania nad poznaniem przestrzennym, „The hippocampus as

a cognitive map” [27] i „Place cells, grid cells, and the brain’s spatial representation system” [28]., wyjaśniają, w jaki sposób mózg tworzy wewnętrzne mapy otoczenia.

Wreszcie publikacje Olivier’a Sacks takie jak „The man who mistook his wife for a hat” [29] and „Awakenings” [30] przedstawia unikalną perspektywę, powiązań między schorzeniami neurologicznymi, a życiem psychicznym człowieka. Poprzez barwne opisy pacjentów Sacks zilustrował, w jaki sposób biologia mózgu kształtuje tożsamość, pamięć i doświadczenia życiowe, czyniąc neurobiologię przystępną i głęboko ludzką co stało się również inspiracją do powstania filmu „Awakenings” na ich podstawie [31]. Oliver Sacks podkreślał również szczególną wartość płynącą z natury dla człowieka, nazywał ją „hortophilia” [32] i uznał ogrody za niezbędne dla kreatywności, spokoju oraz pielęgnowania zarówno ciała, jak i ducha. W swoim eseju „Why We Need Gardens” [32] (Dlaczego potrzebujemy ogrodów) z wydanej pośmiertnie książki „Everything in Its Place: First Loves and Last Tales” (Wszystko na swoim miejscu: pierwsze miłości i ostatnie opowieści) podkreśla głęboką moc leczniczą ogrodów, szczególnie dla pacjentów z przewlekłymi zaburzeniami neurologicznymi. Zauważył, że ogrody pomagały pacjentom, w tym osobom cierpiącym na chorobę Parkinsona, demencję i inne niepełnosprawności, odzyskać sprawność ruchową i pamięć, opisując ogrody jako miejsca o głębokim działaniu regeneracyjnym, które czasami mogą być skuteczniejsze niż leki w promowaniu dobrostanu psychicznego i fizycznego.

W związku z rosnącą liczbą badań, pogłębiającą się wiedzą specjalistyczną, wyraźnie dostrzega się wartość integracji estetyki, projektowania przestrzennego i neuronauki. Uznanie to z kolei stało się wyraźnym impulsem do utworzenia specjalnych ośrodków badawczych i instytutów, odzwierciedlając zarówno potencjał naukowy, jak i znaczenie społeczne tych powiązań.

W Europie przykładem takiego podejścia jest Instytut Estetyki Empirycznej im. Maxa Plancka we Frankfurcie (Max Planck Institute for Empirical Aesthetics) [33] oraz Centrum Neuroobrazowania Człowieka im. Wellcome przy University College London (Wellcome Centre for Human Neuroimaging, University College London) [34], gdzie badania łączą neurobiologię z nauką o percepcji, kulturze i zachowaniach ludzkich. Studiować relację między neuronauką, a architekturą można we Włoszech na Iuav, Uniwersytecie w Wenecji [35]. W Stanach Zjednoczonych podobne działania można zaobserwować w: Instytucie Badań nad Mózgiem im. McGovern Institute, przy MIT (McGovern Institute for Brain Research) [36], w Centrum Neuroestetyki Uniwersytetu Pensylwanii (Center for Neuroaesthetics, University of Pennsylvania) [37], Instytucie Mózgu i Kreatywności Uniwersytetu Południowej Kalifornii (Brain and Creativity Institute, University of Southern California) [38] oraz Międzynarodowym Laboratorium Sztuki i Umysłu Uniwersytetu Johna Hopkinsa (International Arts + Mind Lab,

Johns Hopkins University) [39], które skupiają naukowców, psychologów i artystów w celu badania poznania, kreatywności i doświadczeń estetycznych. I wreszcie Akademia Neuronauki dla Architektury (Academy of Neuroscience for Architecture, ANFA) [40], ośrodek którego wizji przyświecał architekt i naukowiec John Eberhard [41], znany z zainteresowań łączących architekturę i doświadczenie człowieka z badaniami mózgu. Jako organizacja non-profit współpracuje z Instytutem badawczym nauk biologicznych (Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, California)[42], wspólnie promując rozwój wiedzy na pograniczu neuronauki i architektury.

Jak zauważyło wielu naukowców i myślicieli, granice między dyscyplinami są często miejscem, gdzie dokonuje się odkryć, które dotyczą nie tylko kwestii naukowych, ale także głęboko ludzkich. Rozpoczęłam tę naukową podróż z pewnym przeczuciem – potrzebą poszukiwania uniwersalnych wartości, które czynią otoczenie człowieka dobrym. To sprawiło, że rozwinęłam swoją pasję do neuronauki i pozwoliło mi na połączenie dyscyplin i naukowców wokół tych poszukiwań. Zaczęłam od poszukiwania nośników dobrostanu. Wyląkam naturę i zawężam ją do elementu zieleni. Natomiast analizę dobrostanu badam jako doświadczenie człowieka w przestrzeni i poszukuję jego biologicznych efektów. Staram się sięgnąć do źródeł tego co nas ludzi łączy, gdzie spotykają się nasze wspólne doświadczenia: na płaszczyźnie rozwoju (na łonie natury) i funkcjonowania (biologii mózgu), które od lat są przedmiotem eksploracji naukowców, dając mi badawczą nadzieję, że jest to miejsce odkrycia kolejnych wzorców, które pomogą nam wesprzeć dobrostan człowieka, dobrostan społeczeństwa.

1.1 Cele

Kształtowanie dobrostanu jest podstawową potrzebą człowieka. W praktyce jednak środowisko człowieka jest zbyt często kształtowane z pominięciem tego kryterium. W rezultacie przestrzenie przeznaczone do życia mogą nie wspierać, a nawet pogarszać stan człowieka. Stworzenie warunków sprzyjających dobrostanowi w przestrzeni, ma szczególne znaczenie, ponieważ ludzie spędzają znaczną część swojego czasu w budynkach. Zieleni – niezależnie od tego, czy jest bezpośrednio zintegrowana z wnętrzem przestrzeni budynku, czy widoczna z jego wnętrza – może odgrywać kluczową rolę we wspieraniu tego dobrostanu. Jednak współczesne badania nad zielenią i doświadczeniami człowieka są zdominowane przez perspektywę urbanistyczną. Natomiast rola zieleni w środowiskach wewnętrznych pozostaje niedostatecznie zbadana, pomimo jej bezpośredniego znaczenia dla codziennego życia człowieka. Środowisko zbudowane wywiera wpływ na doświadczenia człowieka, ale nasza obecna wiedza na temat jego skutków pozostaje fragmentaryczna. Z uznanych badań wiemy, że elementy naturalne, w tym zieleni, mogą zmniejszać stres i wspomagać regenerację [8] [10]. Jednak wyniki tych badań często pozostają na poziomie ogólnych zasad, niewystarczających do podejmowania konkretnych decyzji projektowych. Brakuje zintegrowanej syntezy, która wyjaśniałaby nie tylko, że zieleni ma korzystny wpływ, ale także w jaki sposób ten wpływ powstaje i jak można go ocenić w praktyce. To stanowi motywację do realizacji celu pierwszego: **(cel 1) ocenę stanu wiedzy i metod badawczych o projektowaniu zieleni w przestrzeni budynku pod kątem wpływania na dobrostan człowieka**. Założenie, że dobrostan nie jest związany wyłącznie z obecnością zieleni w przestrzeni, ale także z jej relacjami przestrzennymi, określa cel drugi pracy : **(cel 2) wyłonienia wzorców, które wzmacniają lub osłabiają to doświadczenie**. Metody najczęściej stosowane do badania doświadczeń człowieka na poziomie zdrowia psychicznego, często wykorzystują subiektywne raporty – choć cenne, dostarczają jedynie częściowych informacji. Odzwierciedlają one postrzeganie, ale niekoniecznie procesy leżące u jego podstaw. Badania mózgu człowieka, umożliwiające wykrywanie neuronalnych sygnatur, jednak ich potencjał w badaniach architektonicznych dopiero zaczyna być badany. Prowadzi to bezpośrednio do trzeciego celu: **(cel 3) analizy możliwości zastosowania metod opartych na neuronauce do badania dobrostanu, doświadczanego w przestrzeni z udziałem zieleni**. Wszystkie te trzy warunki razem podkreślają zarówno potrzebę społeczną, jak i szansę do rozwoju środowisk zbudowanych, co wiąże się z potrzebą stosowania metod transdyscyplinarnie. Perspektywa ta ma wpływ na kolejny cel: **(cel 4) opracowania metodologii i wykonanie badania reakcji mózgu człowieka na przestrzeń z udziałem zieleni oraz ocenę jej przydatności dla rozwijania teorii praktyki w zakresie architektury**.

1.2 Formułowanie Tezy:

W dzisiejszych czasach dobrostan często rozpatruje się w kontekście życia codziennego i można go rozumieć jako doświadczenie kształtowane przez przestrzeń. Podczas gdy w przeszłości życie codzienne człowieka było ściśle związane z naturą, to dzisiaj spędzamy znacznie więcej czasu w pomieszczeniach. Ta zmiana nie oznacza że potrzeba na dobrostan człowieka uległa zmianie, ale sugeruje jej deficyt. Istnieją koncepcje sugerujące, że kontakt z naturą odgrywa ważną rolę w tym, jak ludzie się czują, i w tym sensie zieleni, jako część natury, może być uznawana za potencjalny nośnik dobrostanu w przestrzeni. Jednak nie do końca wiadomo, jak i dlaczego ten efekt występuje. Potencjał dobrostanu w przestrzeni nabiera realnego wymiaru przez zrozumienie, w jaki sposób i dlaczego zieleni przyczynia się do kształtowania tego doświadczenia. Aspekty te mogą być bliżej zrozumiane przez badanie czerpiące z wiedzy takich dziedzin jak neuronauka i architektura, odpowiedzialnych za zrozumienie środowisk zbudowanych i zdrowia psychicznego człowieka. W ten sposób projektowanie przestrzeni może efektywniej przyczyniać się do wspierania dobrostanu człowieka. W związku z tym sformułowano następujące tezy:

Teza 1:

Dotychczasowy stan wiedzy potwierdza związek między doświadczeniem dobrostanu, a udziałem zieleni w przestrzeni człowieka. Brakuje jednak konkretnych przesłanek w jaki sposób ją wprowadzać, aby możliwie najlepiej wykorzystać ten potencjał.

Teza 2:

Doświadczenie dobrostanu zależy od relacji przestrzennych zieleni względem człowieka.

Teza 3:

Wykorzystanie neuronauki i dostępnych narzędzi do badania mózgu, pozwala na rozpoznanie jakie reakcje neuronalne związane z dobrostanem człowieka wywoływane są za pomocą różnych doświadczeń zieleni w jego otoczeniu.

1. 3 Zakres badań

Badanie opiera się na założeniu, że na dobrostan wpływa określone doświadczenie człowieka w przestrzeni. Za przestrzeń tą rozumie się środowisko budynku, a doświadczenie człowieka zawęża się do tego kiedy przebywa w jego wnętrzu. A zatem doświadczenie dobrostanu płynącego z zieleni, zawęża się do: jej oddziaływania na człowieka, gdy jest obecna w przestrzeni lub jest wizualnie z nim połączona na przykład poprzez przeszkloną ścianę.

Badanie obejmuje to, kiedy i w jaki sposób ludzie odczuwają obecność zieleni w przestrzeni – poprzez doświadczenia właściwości przestrzennych jakie generuje (na przykład poprzez swoją skalę czy widoczność). Zakres obejmuje badanie relacji między człowiekiem, przestrzenią architektoniczną i zielenią, z naciskiem na momenty i warunki, w których oddziaływanie to staje się najbardziej zauważalne lub znaczące w kontekście dobrostanu człowieka.

Badanie nie koncentruje się na typach rozwiązań projektowych powiązanych z zielenią np. na typach zielonych dachów czy typach ogrodów. Głównym przedmiotem badań jest badanie przestrzennych relacji zieleni i człowieka, a zatem zakres ten nie analizuje innych właściwości zieleni jak np. oczyszczanie powietrza. Badanie nie próbuje mierzyć dobrostanu poprzez tworzenie szerokich profili psychologicznych lub długofalowych statystyk dotyczących zdrowia. Zamiast tego koncentruje się na bezpośrednich, przestrzennie zakorzenionych doświadczeniach dobrostanu i bada, w jaki sposób można je uchwycić, modelować i potencjalnie przewidywać poprzez wykorzystanie zieleni w przestrzeni. Aby to wesprzeć, założono, że tego typu doświadczenie można mierzyć na poziomie biologicznym i uzyskać pomiary mózgu, w celu zbadania, czy określone przestrzenne właściwości zieleni znajdują odzwierciedlenie w reakcjach biologicznych i mogą być powiązane z dobrostanem. Podsumowując, niniejsze badanie ma na celu wykorzystanie doświadczenia jako miernika analizy dobrostanu na poziomie relacji człowieka z przestrzenią i reakcji mózgu.

1.4 Struktura pracy

Tabela 1 Etapy badawcze

	etap	kluczowy wynik	rozdział
etap 1	ocena stanu wiedzy na temat przedmiotowej problematyki	podstawa teoretyczna	rozdział 1
			rozdział 2
etap 2	identyfikacja teorii przewodniej	nadanie punktu odniesienia koncepcji badawczej	rozdział 3
etap 3	identyfikacja praktycznych zastosowań wyłonionej teorii przewodniej	ocena praktycznych zastosowań	rozdział 3
etap 4 istotny efekt badawczy	sformułowanie związków pomiędzy wybranymi koncepcjami projektowymi	uzyskanie modelu który: 1. wprowadza podstawowe kategorie zidentyfikowanych związków 2. służy jako model generatywny do kolejnego modelu (w celu zdefiniowania jak wyłonione związki są tworzone)	rozdział 3
etap 5 istotny efekt badawczy	stawianie pytań badawczych na podstawie modelu z etapu 4	uzyskanie modelu do tworzenia poszukiwanej wiedzy doświadczenia człowieka	rozdział 3
etap 6 istotny efekt badawczy	identyfikacja czynnika mającego niekorzystny wpływ na doświadczenie dobrostanu człowieka w przestrzeni oraz analiza warunków przestrzennych z nim powiązanych	model syntetyzujący interdyscyplinarne podejście w ewaluacji przestrzeni pod kątem zapotrzebowania na dobrostan	rozdział 3
etap 7 istotny efekt badawczy	opracowanie badania reakcji mózgu w kontekście przedmiotowej problematyki	ewaluacja opracowanych modeli oparta na badaniach neuronaukowych	rozdział 4
			rozdział 5

Źródło : Opracowanie autorskie

Prace badawcze przebiegały zgodnie z określonymi etapami. **(etap 1)** Rozpoczęły się od oceny stanu wiedzy na temat projektowania zieleni w przestrzeniach budynków pod kątem jej wpływu na dobrostan człowieka. **(etap 2)** W ramach tego przeglądu biofilia została uznana za najbardziej ugruntowaną teorię przewodnią pozwalającą zrozumieć związek między naturą, architekturą i doświadczeniem człowieka. **(etap 3)** Na podstawie tych ram teoretycznych wybrano konkretne koncepcje projektowe – badania R. Ulricha, 14 Wzorców Projektowania Biofilicznego oraz koncepcje S. Kellerta – jako te, które są najbardziej bezpośrednio związane z wprowadzaniem natury do przestrzeni środowiska zbudowanego w kontekście dobrostanu.

(etap 4) Z dokonanej analizy tych koncepcji sformułowano główne relacje opisujące, w jaki sposób zieleni wkracza do przestrzeni środowiska zbudowanego oferując doświadczenie natury. Te związki stanowiły podstawę do opracowania modelu relacji doświadczania zieleni w przestrzeni, który wprowadza podstawowe kategorie strukturyzujące relację między zielenią, przestrzenią i człowiekiem. **(etap 5)** Na tym etapie opracowany model badawczy nie jest punktem końcowym, ale służy jako struktura generatywna. Dzięki podejściu do jego elementów z nowych perspektyw i poprzez nowe pytania badawcze, analiza doprowadziła do powstania kolejnego modelu, który zdefiniował jak projektować i tworzyć wyłonione wcześniej relacje. W wyniku czego powstał model trzech wymiarów wartościowania dobroczynnego doświadczania zieleni.

(etap 6) Kolejny etap badań skupia się na dobrostanie z perspektywy natury przestrzeni, analizując, w jaki sposób warunki przestrzenne mogą kształtować doświadczenie człowieka. Na tym etapie stres został zidentyfikowany jako czynnik odgrywający wiodącą rolę, mający niekorzystny wpływ na samopoczucie człowieka. Aby odnieść się do tej kwestii, opracowano model przepływów stresu w przestrzeni, strukturyzujący doświadczenie odczuwanej presji człowieka i nadający mu strukturę przestrzenną. Model ten stanowi również ramy pozwalające zidentyfikować, efektywność doświadczenia, dobroczynnego waloru zieleni w tych przestrzeniach. **(etap 7)** Kolejny etap badań skupiał się na ocenie wypracowanych modeli, (sprawdzając skuteczność różnych form doświadczania zieleni w przestrzeni). W tym celu wykorzystano narzędzia neuronaukowe, analizując dostępne metody interdyscyplinarne. Głównym założeniem tego etapu było opracowanie opartej na dowodach metody bazującej na reakcjach mózgu człowieka.

Rozdział 1, zawiera wstęp z przedstawieniem istotności tematu i jego problematykę na podstawie których formułuje tezy, wyznacza cele i zakres pracy. Rozdział 2, przedstawia teoretyczne wprowadzenie do tematu związanego z dobrostanem i osadza go w kontekście odczuć człowieka w przestrzeni. Opiera się na ugruntowanych teoriach, koncepcjach i praktykach, analizując i porządkując ich rozwój. Rozdział 3 zawęża odczuwanie i wpływ przestrzeni do teorii i praktyk znanych z powiązania ich z doświadczaniem natury. Przedstawia ogólne założenia, a następnie opracowuje bardziej szczegółową analizę skupiając się na zieleni, jako nośniku dobrostanu w przestrzeni. W tym miejscu wyprowadzone są kluczowe dla pracy modele obrazujące jej wartość w kontekście doświadczania dobrostanu przez człowieka w przestrzeni. W tym rozdziale, wyłania się również analiza przestrzeni, w kontekście analizy zapotrzebowania na dobrostan w danych przestrzeniach, grupując i ewaluując go pod kątem doświadczenia człowieka. Rozdział 4, zmienia skalę analizy, od doświadczeń człowieka dochodzi bliżej, do analizy doświadczeń mózgu człowieka w przestrzeni. Analizuje koncepcje, teorie, badania dotyczące tematyki mózgu i powiązań z rozumieniem przestrzeni, a także formułuje model tego, jak mózg doświadcza przestrzeń.

Rozdział 5, łączy i wykorzystuje opracowania z wcześniejszych rozdziałów. Tutaj dokonuje się opracowanie koncepcji badań wykorzystującej wypracowane modele. Dochodzi do zaprojektowania procedury badawczej, doboru narzędzi i metod - na potrzeby badań interdyscyplinarnych z udziałem ludzi i odbywa się zawężenie form doświadczania dobrostanu (na podstawie wcześniej wyprowadzanych założeń i modeli). Tutaj również dokonywana jest analiza badań na poziomie neurobiologii i opisanie jej wyników, otwierając również dyskusję na ich temat.

Rozdział 6, kontynuuje dyskusję rozszerzając perspektywę w kontekście całej pracy, podkreśla ograniczenia badania i nakreśla kierunki dalszych badań.

Rozdział 2

Wpływ przestrzeni z udziałem zieleni na odczucia człowieka

przegląd dotychczasowej wiedzy nad przedmiotową problematyką

Ten rozdział jest przeglądem wiedzy dotyczącym wpływu przestrzeni na odczucia człowieka ze szczególnym uwzględnieniem zieleni. Zaczynając od szerszej perspektywy i koncepcji odczuwania przestrzeni przez człowieka ogólnie, po analizę zieleni jako elementu przestrzeni. Na końcu rozdziału podsumowano metody badań tego wpływu, z perspektywy ich ewaluacji i rodzajów.

2.1

Wpływ przestrzeni na odczucia człowieka

Pierwsze traktaty o budowlach i przestrzeni architektonicznej należą do pogranicza filozofii i teorii architektury. Dzieła starożytnych, średniowiecznych i renesansowych myślicieli-architektów (np. Witruwiusza, Albertiego, Vignoli, Palladio) dotyczyły głównie praw harmonii, które głosiły wyższość pewnych proporcji geometrycznych nad innymi. Opierały się na próbach obiektywnego wytłumaczenia upodobań, jakie odnajdujemy w pewnych proporcjach i formach. Podobne były twierdzeniu, że piękno jest czymś obiektywnym, niezależnym od odbiorcy, czyli jak głosił św. Augustyn, coś jest piękne nie dlatego, że się podoba, ale podoba się dlatego, że jest piękne [43]. Równolegle jednak pojawiły się pierwsze wątki subiektywne, mówiące o znaczeniu relacji formy do ludzkiego oka np. Bazyli z Cezarei [44] oraz o znaczeniu przyzwyczajenia w odbiorze sztuki. W Renesansie i baroku przeważały koncepcje obiektywistyczne i dopiero w XVIII i XIX wieku rozwinęły się teorie łączące oba wątki. W XX wieku z jednej strony cywilizacja przemysłowa i rosnące znaczenie technologii

powodowały odhumanizowanie środowiska człowieka (rosnąca skala budynków i , standaryzacja przestrzeni), z drugiej jednak ugruntowała się etyka antropocentryczna, dająca człowiekowi pozycję nadrzędną wobec innych istnień. Odzwierciedla ją Modulator opracowany przez Le Corbusiera (czołowego twórcę teorii modernizmu w architekturze) jako współczesna reinterpretacja Człowieka Witruwiańskiego [45]. Był to system proporcji na bazie wymiarów człowieka. Możemy patrzeć na oba te modele, zarówno słynny rysunek Leonardo da Vinci, jak i modernistycznego Modulora, jak na analizę ludzkiego ciała ułatwiającą zrozumienie skali przestrzeni, jakiej człowiek potrzebuje do życia. Drugą możliwą interpretacją jest potraktowanie ich jako wzorca estetycznego oddającego piękno relacji geometrycznych i tajemnicę związku człowieka ze światem. Z tym pierwszym, praktycznym, użytecznym rozumieniem wiążą się między innymi zapoczątkowane w okresie modernizmu: urbanistyczne wizje zdrowych miast, podejście funkcjonalne w projektowaniu miast, osiedli i budynków czy wreszcie ergonomia, czyli nauka o planowaniu i wymiarowaniu przestrzeni, przedmiotów w sposób bezpieczny i komfortowy dla człowieka. To drugie, pozamaterialne rozumienie przestrzeni i jej wpływu na człowieka jest dużo trudniejsze do uchwycenia. Szczególnie pomocne w tym zakresie okazały się badania z zakresu psychologii, ugruntowanej jako dziedzina nauki dopiero w XIX wieku. Pozwoliły one lepiej rozumieć mechanizmy poznawcze, w tym także postrzeganie. Przykładem są prace Johna Deweya z lat 20 i 30-tych XX wieku [46] w których zwracał uwagę na złożoność doświadczenia estetycznego, angażującego całego człowieka, jego myśli, emocje i zmysły. Twierdził on, że doświadczenie kształtuje się jako część naturalnych procesów, z którymi istota ludzka jest fundamentalnie związana, a przeżycie estetyczne jest najwyższą formą tej interakcji. Jedną z ciekawszych prób przełożenia teorii psychologicznych na teorię architektury podjął architekt Juliusz Żórawski [47]. Wykorzystując teorię psychologii postaci wyodrębnił on pewne typy form i kompozycji jako bardziej czytelne dla człowieka niż inne, wiążąc tym samym wiedzę psychologiczną z zakresu postrzegania z ugruntowanymi historycznie zasadami estetyki architektury.

Do teorii architektury przeniknęły także nurty semiotyki i semiologii (traktowane są jako część psychologii społecznej) dotyczące wpływu znaków i symboli Umberta Eco [48] na percepcję przestrzeni i budowanie jej znaczenia. Wątek ten podjął między innymi Christopher Alexander [49] postulując powrót do struktur przestrzennych tradycyjnie kształtowanych, zachowujących ludzką skalę i posługujących się archetypicznymi formami urbanistyki i architektury.

Za twórcę teorii obrazu miast uważany jest Kevin Lynch, który zdefiniował podstawowe elementy jego struktury [50]. Definiują one układ kompozycyjny miasta, zatem można je odnieść do materialnych obiektów (np. ulic, placów, budynków, pomników, terenów zielonych) a jednocześnie są częściami tak zwanego kodu wizualnego. Nieco inny pogląd na dobór tych

elementów mieli Christian Norberg-Schulz [51], Gordon Cullen [52] czy Kazimierz Wejchert [53], choć wszyscy podobnie jak Lynch odnosili się do elementów odbieranych wzrokowo. Teorie te, choć uznane do dziś w świecie architektów i urbanistów, krytykowane były przez psychologów, jako nie odnoszące się do istniejących już koncepcji poznania wielozmysłowego [54]. Skupione na aspektach wizualnych, nie uwzględniały obiektów niematerialnych ani pamięci i tożsamości miejsc.

Istotne dla rozwoju teorii postrzegania przestrzeni architektonicznej okazały się badania z pogranicza socjologii i psychologii dotyczące społecznego i kulturowego wymiaru przestrzeni. Znanym przykładem jest teoria Edwarda Halla [55], mówiąca o czterech przedziałach dystansów, w których między ludźmi zachodzą różne interakcje (są to jedne z nielicznych badań dających konkretne przesłanki do wymiarowania przestrzeni). Cenne okazały się też teorie map wyobrażeniowych. W rozumieniu psychologii architektury i socjologii miasta są one reprezentacją przestrzeni zakodowaną w umyśle człowieka. Nie sprowadza się ona jedynie do odwzorowywania istniejących elementów otoczenia, ale polega także na waloryzacji przypisywanych im wartości. Takie ujęcie w stosunku do przestrzeni miejskiej prezentował w swoich pracach Jan Gehl [56], [57]. Próbował powiązać jakość życia w przestrzeniach zurbanizowanych z cechami struktury przestrzennej, środowiskiem fizycznym (np. temperatura, ruch powietrza światło) i interakcjami społecznymi. Kontynuatorem tego nurtu jest David Sim [58]. Ale w temacie wpływu na odczucia w przestrzeni wyraźnie zapisują się teorie takich architektów jak Steen Eiler Rasmussen [59], Juhani Pallasmaa [60] [61], czy Peter Zumthor [62]. Wszystkie wyrażają idee, które ściśle wpisują się w koncepcję doświadczania architektury wykraczającej poza aspekt czysto wizualny – skupiając się bardziej na sensorycznym i emocjonalnym zaangażowaniu w przestrzeń. Przy czym S. E. Rasmussen najsilniej wpisuje się w koncepcje badań architektury jako doświadczania, stosując koncepcje psychologii Gestalt [63], percepcji figury i tła jako formy zbadania rzeczywistego wymiary postrzegania budynku. Ich prace są przykładem przemyśleń łączących elementy współczesnej wiedzy o człowieku z własnymi obserwacjami i doświadczeniami projektowymi. Podobnie jak obszerny esej Ch. Alexandra „Nature of Order” [64], w którym rozwija głęboką teorię dotyczącą tego, co daje życie i porządek środowisku zbudowanemu. Prace te są zgodne z nurtem współczesnych badań z zakresu psychologii i neuronauki mówiących, że odbieramy otoczenie nie za pomocą konkretnych zmysłów osobno, ale za pomocą silnie ze sobą splecionych zdarzeń percepcyjnych [65].

Najbardziej zobiektywizowany, a jednocześnie praktyczny wymiar mają badania wiążące biologiczne reakcje organizmu z architekturą przestrzeni. Największy zbiór tworzą prace związane z wpływem przestrzeni na ludzi, podejmowane na potrzeby obiektów służby

zdrowia. Ich pionierem był Roger Ulrich [8] [66], ale znalazły kontynuację na przykład w pracach Johna Zeisela [67][68], Eve Edelstein [69] oraz [70] Tanji Vollmer. W ich przypadku można mówić o metodach skupiających się bardziej na pomiarach obiektywnych, niż te, na których bazuje większość wcześniej wymienionych prac. Bazują one na pogłębionych obserwacjach oraz wywiadach i ankietach prowadzonych na określonych grupach ludzi. Dowodzą istnienia związku cech przestrzeni w których przebywali ludzie z konkretnymi efektami ich stanu psychofizycznego. Badania o podobnym charakterze, choć już zdecydowanie mniej licznie, podejmowano także dla przestrzeni edukacyjnych oraz biurowych.

Nowe możliwości w zakresie badania wpływu przestrzeni na człowieka przyniósł postęp w zakresie neurobiologii, związany z nowymi możliwościami technologicznymi w zakresie monitorowania pracy układu nerwowego człowieka, w tym szczególnie mózgu. Pozwalają one obserwować w jaki sposób aktywizuje się ludzki mózg w reakcji na różne doznania, w tym również te związane z estetyką [71] [72]. Jak na razie próby zastosowania nowych metod z zakresu neuronauk na gruncie architektury mają charakter pionierski. Służą celom poznawczym, jako rozszerzenie wiedzy na temat pracy mózgu i metod badawczych.

2.2

Zieleń jako element przestrzeni wpływający na odczucia człowieka

Ocena wartości zieleni zmieniała się na przestrzeni czasu, czego odzwierciedleniem było to jakim elementem przestrzeni się stawała - w odniesieniu do człowieka. W teorii architektury historycznej widzimy jej wartość w kategoriach kubaturowych. Co przejawiało się w jej reprezentacyjnych formach, takich jak aleje wysadzone drzewami lub skupiska drzew. Chociaż epoki historyczne dawały większe możliwości budowania relacji człowieka z naturą, ta interakcja miała charakter naturalny, kształtowany przez stosunkowo niewielką skalę wczesnych osad ludzkich i organiczny charakter technologii budowlanych. Natomiast rozbudowa miast i zanik tej relacji sprawił, że już w XIX wieku zaczęto poszukiwać jej walorów psychologicznych. Frederick Law Olmsted, reprezentował ten pogląd. Określał parki jako zapewniające ukojenie psychiczne i fizyczne, oferujące spokój i poczucie większej wolności [7]. Podobną wartość zieleni analizowano w kompozycjach zespołów szpitali XIX i XX wieku [73]. Natomiast w modernizmie, Le Corbusier umieścił ją w centrum swoich rozważań projektowych, mówiąc o swego rodzaju triadzie: zieleni, powietrza i słońca [74]. Wskazał te trzy naturalne składniki jako kluczowe dla zdrowego środowiska życia, zarówno w budynkach, jak i przestrzeniach miejskich. Zieleń została zatem zauważona jako coś więcej niż element estetyczny, stała się częścią zdrowych miast, wprowadzana jako przestrzeń rekreacji i niezbędny dla człowieka element otoczenia. Zauważono także jej rolę klimatotwórczą w skali miasta, co miało swój wyraz w decyzjach planistycznych dotyczących systemów otwartych terenów zielonych i korytarzy nawietrzających. To podejście jest rozwijane do dziś i reprezentowane w największej części prac naukowych poświęconych zieleni w dyscyplinie architektura i urbanistyka, przy czym znaczna większość dotyczy zagadnień kompozycyjnych i użytkowych rozpatrywanych w skali urbanistycznej [75] [76]. Wnioski wyciągnięte z raportów dotyczących degradacji środowiska naturalnego, w drugiej połowie XX wieku nadały zieleni wartość w ramach trendów proekologicznych i uznano ją za integralną część koncepcji zrównoważonego rozwoju. W pojmowaniu architektury istotne stało się kształtowanie jej relacji z otoczeniem, a w szczególności z naturalnymi elementami środowiska. Zarysowała się potrzeba szerszego niż dotychczas spojrzenia na rolę zieleni w otoczeniu człowieka. Aktualną jak dotąd interpretacją tej roli jest systematyka usług ekosystemowych elementów

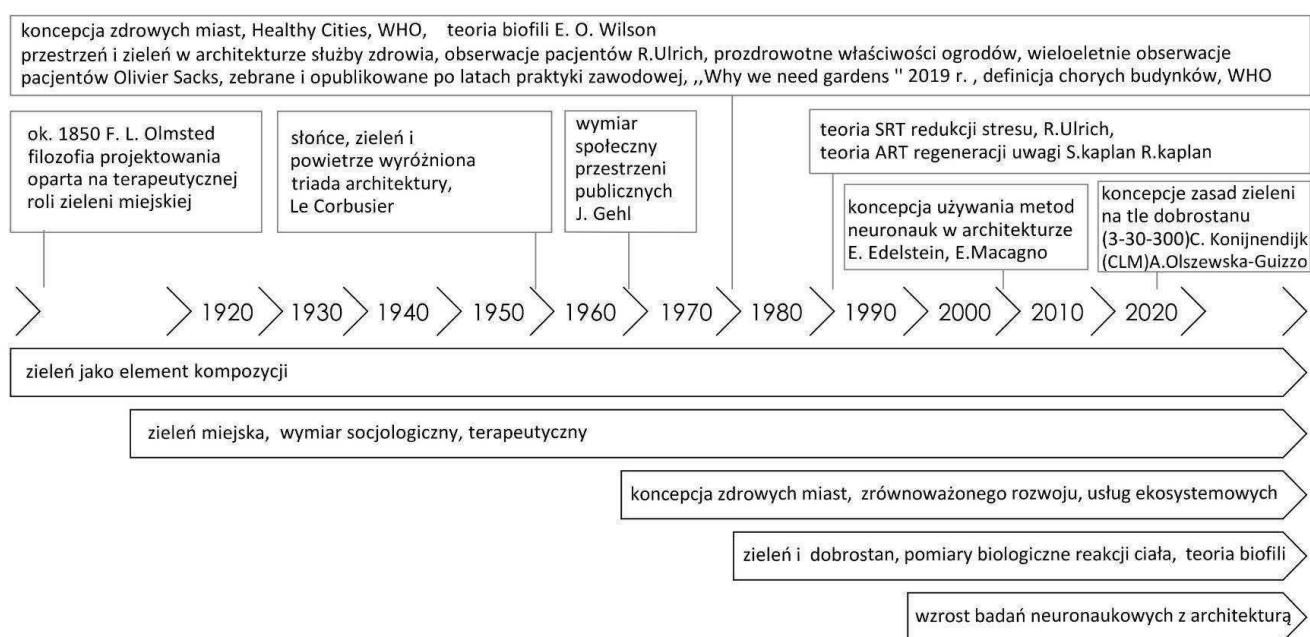
przyrodniczych [77] która mówi o czterech podstawowych grupach usług: podstawowych (podtrzymujących funkcjonowanie ekosystemów), produkcyjnych (związanych z dostarczaniem żywności, wody i surowców), regulujących (związanych między innymi z poprawą jakości klimatu, ochroną powietrza, wód i gleb) oraz kulturowych. Ta ostatnia, najmniej oczywista grupa, mieści w sobie wartości związane z estetyką, etyką, tożsamością kulturową, wartościami edukacyjnymi, inspiracją dla sztuki, rekreacją, ale także znaczeniem dla fizycznego i psychicznego zdrowia człowieka i jego samopoczucia. Początkowo pozytywna wartość zieleni dla ludzkich zmysłów i nastroju, była najczęściej rozpatrywana w odniesieniu do zieleni jako zewnętrznego elementu przestrzeni. Zwłaszcza w projektowaniu zieleni miejskiej. Zaczęło to się zmieniać, w miarę, jak sposób przebywania i pracy ludzi ograniczał się do przebywania wewnątrz budynku. Zaobserwowany w II połowie XX wieku tak zwany Sick Building Syndrome SBS [78] [79], zespół chorych budynków, który pozwolił udowodnić korelację między faktem regularnego przebywania człowieka przez dużą część dnia we wnętrzach bez kontaktu z naturalnym otoczeniem (na przykład w pomieszczeniach klimatyzowanych o ograniczonym dostępie światła dziennego i możliwości obserwacji otoczenia przez okna) a konsekwencjami dla jego zdrowia. Mierzono je na przykład zapadalnością na konkretne choroby, liczbą zwolnień lekarskich lub występowaniem konkretnych objawów samopoczucia. Badania nad SBS koncentrowały się przede wszystkim na kwestiach wentylacji, dostępu światła dziennego i widoku z okien. Kwestie związane z zielenią były rzadko poruszane, jednak w badaniach z lat 90-tych prowadzonych w wybranych budynkach biurowych wykazano, że objawy SBS wśród pracowników były zauważalnie mniejsze (średnio o 21 %) w pomieszczeniach ze znaczną ilością roślin niż w pomieszczeniach ich pozbawionych [80]. Wykazano także, że lepsze przełożenie na zdrowie i samopoczucie pracowników mają strefy ze wzrokowym dostępem do okna z widokiem na krajobraz z zielenią niż te pozbawione takiego kontaktu [81]. Podsumowując jest to etap, kiedy rośnie świadomość człowieka, że nie jest istotne jedynie przebywanie w zieleni na zewnątrz, w formie wyjścia na spacer do lasu czy parku, ale coraz istotniejsze znaczenie na nasze zdrowie ma wprowadzenie jej do naszych codziennych przestrzeni – a zatem wpływa na nas, i zieleń i jej brak. Tłumaczy to teoria biofil podkreślająca istotę relacji człowieka z naturą [9]. Sugeruje, że ludzie mają naturalną tendencję do poszukiwania kontaktu z naturą. Opiera się na wnioskach płynących z ewolucji, kiedy człowiek przez tysiące lat był zdany na życie w harmonii z naturą, aby przetrwać, co doprowadziło do powstania trwałej więzi, która pozytywnie wpływa na nasze fizyczne, psychiczne i społeczne samopoczucie poprzez regularny kontakt ze środowiskiem naturalnym. Termin ten spopularyzował biolog Edward O. Wilson [9] w latach 80. XX wieku, który wysunął tezę, że ludzie mają naturalną skłonność do kontaktu z naturą. Jego teoria opiera się na biologii ewolucyjnej i sugeruje, że nasze przywiązanie do środowiska naturalnego

rozwinęło się jako mechanizm przetrwania na przestrzeni tysięcy lat. Teoria ta stała się inspiracją do tworzenia późniejszych teorii projektowych opierających się na włączaniu natury do przestrzeni środowisk zbudowanych [82] [83] [84]. Dobroczynne właściwości zdrowotne płynące z zieleni, dobrze zaobserwowano w budynkach służby zdrowia. Obserwacje pacjentów, odnotowane przez naukowców, takich jak Oliver Sacks i Roger Ulrich, podkreślały znaczenie zieleni jako istotnego elementu przestrzeni wpływającego na zdrowie i powrót do zdrowia. Ulrich zauważył regenerujący wpływ widoków z okien szpitalnych [8] na pacjentów, podczas gdy Sacks zauważył silne działanie ogrodów na stan jego pacjentów, dokumentując swoje doświadczenia z kilkudziesięcioletniej praktyki zawodowej i przedstawiając je częściowo w swojej książce [32]. Czemu nadał później nazwę „hortophilia”. Podczas gdy Ulrich wyprowadził teorię SRT [85], mówiącą o udziale natury w regeneracji po stresie, podkreślając jej prozdrowotny wymiar. Inni badacze zwrócili się ku bezpośredniemu badaniu mózgu jako cennego źródła wiedzy na temat postrzegania ludzkich przeżyć [72]. Opowiadając się za projektowaniem wspierającym funkcjonowanie i dobrostan człowieka, wspieranym przez badania neuronaukowe pokazujące, w jaki sposób fizyczne cechy otoczenia wpływają na funkcje sensoryczne, poznawcze, emocjonalne i behawioralne.

Chociaż dobrostan i wartości psychologiczne zieleni były już częścią myślenia architektonicznego, prace te dostarczyły obiektywnych podstaw. Zaczęto traktować zieleni jako ważny wymiar przestrzeni, silniej transformując jej wartość z zewnątrz do wewnątrz. Korzyści zdrowotne zidentyfikowane w tych pracach sprawiły, że zieleni zaczęła być postrzegana w kategoriach lekarstwa.

Podobne podejście można zaobserwować w działaniach na rzecz projektowania przestrzeni dla dzieci – przedszkoli, szkół oraz przestrzeni publicznych w osiedlach mieszkaniowych. Największą dobroczynną rolę przypisuje się możliwości obcowania z nią w czasie bycia na zewnątrz, a mniejszą obecności roślin we wnętrzach. Za ważny uznaje się także kontakt wzrokowy z wnętrza z krajobrazem i jego zmiennością w porach dnia i roku [86]. Tematyka zieleni w otoczeniu człowieka pojawia się także w kontekście projektowania wnętrz biurowych. Częściowo ze względu na zmiany na rynku pracy i rosnący wpływ tzw. klas kreatywnych [87], oraz systemów certyfikacji środowiskowej, które stały się ważne dla wartości rynkowej powierzchni biurowej.

Podsumowując, możemy zauważyć że zieleni początkowo waloryzowana jako element przestrzeni urbanistycznej, zaczęła być ważnym elementem również w budynku. A przecucie na temat jej dobroczynnego wpływu, choć już wcześniej łączone z jej prozdrowotnym wymiarem opierało się głównie na percepcji intuicyjnej. Z kolei dzisiaj jest już ono zauważalne na poziomie organizmu człowieka. Co stało się podstawą do dzisiejszych interdyscyplinarnych badań i próbą szukania zasad tej dobroczynności. Przykładowo jako dobroczynnej lokalizacji drzew „3-30-300”[88] [89], zakładającej, że każdy powinien widzieć co najmniej 3 drzewa ze swojego domu, mieszkać w okolicy, w której 30% powierzchni zajmują drzewa, i znajdować się nie dalej niż 300 metrów od obszaru z zielenią. Albo koncepcji wyłaniania wartości kontemplacyjnej krajobrazu zieleni na podstawie oceny jego elementów składowych „CLM”[90]. Jednakże zasady te są stosunkowo dobrze rozpoznane w środowisku miejskim, nadal brakuje jasnych wskazówek dotyczących skutecznego włączania zieleni do przestrzeni zbudowanych. (Ilustracja 1).



Ilustracja 1. Rozwój w postrzeganiu roli zieleni jako części przestrzeni architektonicznych.
Źródło: Opracowanie autorskie.

2.3

Rozwój metod badawczych

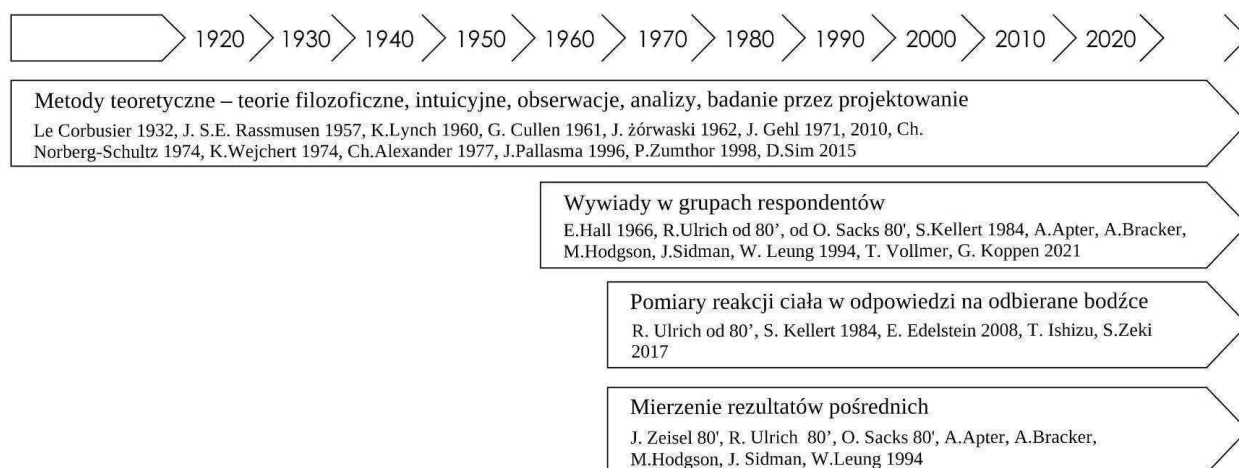
Z zaprezentowanego tu przeglądu badań wysnuć można wnioski na temat rozwoju związanych z nimi metod badawczych. W okresie historycznym czerpano głównie z filozofii i metod logicznych, które pozwalały racjonalizować zaobserwowane zjawiska, łączyć fakty i teorie np. z zakresu medycyny fizyki czy biologii. W architekturze przeważało wówczas podejście do zieleni jako elementu formalnego (kompozycja, estetyka, efekty plastyczne) i funkcjonalnego (znaczenie reprezentacyjne, możliwość dla rekreacji, sportu itp.). Duża część współczesnych badań nad percepcją przestrzeni w dyscyplinie architektura i urbanistyka nadal opiera się na metodach intuicyjnych, obserwacyjnych, analizie literatury, analizach przypadków oraz łączenia nauki z praktyką projektową metodą badań przez projektowanie (research by design). Głównie na tych metodach opierają się kluczowe dla współczesnej teorii architektury wymienione tu prace Le Corbusiera, Lyncha, Alexandra, Norberg-Schulza, Cullena, Wejcherta, Rasmussena, Pallasmy, Zumthora, Gehla czy Sima. Mają one głównie charakter jakościowy i nie dostarczają obiektywnych przesłanek w postaci parametrów ilościowych.

W XX wieku rozwinęły się wątki związane z psychologią i socjologią. Rozwinięto wówczas metody badawcze oparte na analizie specjalnie dobranych grup ludzi. Badano ich reakcje na określone bodźce za pomocą ankiet i wywiadów oraz widocznych zmian ich zachowania. Z czasem metodologia prowadzenia wywiadów, wsparta między innymi wiedzą z zakresu statystyki, znacznie się rozwinęła. Wyniki ankiet stają się dzięki temu coraz bardziej wiarygodne. Do znanych metodologii dotyczących architektury, a wykorzystujących w dużym stopniu pogłębione wywiady, należy na przykład metoda Post Occupancy Evaluation (POE), która pozwala na ocenę jakościową istniejących budynków [91] [92]. Większość wspomnianych badań z pogranicza psychologii, socjologii i architektury opiera się na ankietach, wywiadach i pogłębionej obserwacji np. badania Halla, Ulricha, Sacksa, oraz badania leżące u podstaw teorii SRT i ART. Badania tego rodzaju mają charakter jakościowy, ale także w dużej części ilościowy, dzięki możliwościom statystycznego opracowania danych z ankiet.

Kolejną grupą są badania oparte na obiektywnych pomiarach reakcji ciała. Przykłady tych metod można odnaleźć w badaniach Ulricha [8]. Dają one wyniki ilościowe. Dużym ograniczeniem badań tego rodzaju była trudność ich przeprowadzenia. Zatem początkowo dotyczyły niewielkich grup ludzi i ograniczonych sytuacji. Postęp technologiczny ostatnich lat znacznie zmienił ten stan rzeczy. Możliwe są coraz dokładniejsze i pełniejsze pomiary reakcji ciała ludzkiego. Możliwe jest monitorowanie pracy serca (ECG, smartwatch), reakcji skóry (GSR), ruchu gałek ocznych (Eye Tracking), reakcji mózgu (EEG, fMRI). Proces prowadzony jest w sposób coraz mniej uciążliwy dla osoby badanej, część urządzeń ma charakter przenośny. Zwiększa to znacznie możliwości w zakresie sytuacji i długości czasu pomiaru. Na razie wykorzystanie tych metod w zakresie wpływu przestrzeni architektonicznej na człowieka jest małe. Jedną z większych barier jest konieczność połączenia eksperymentów architektonicznych z bardzo specjalistyczną wiedzą biomedyczną w zakresie założeń badawczych, a także odczytu i interpretacji wyników. To wciąż duże wyzwanie, jednak stanowi wielki potencjał na przyszłość, co uzasadniają na przykład Eve A. Edelstein i Eduardo Macagno w publikacji „Form follows function: Bridging neuroscience and architecture”[93].

Innymi parametrami, analizowanymi w kontekście wpływu zieleni na człowieka są te, mierzące rezultaty pośrednie. W przypadku badań nad chorymi są to na przykład ilości przyjmowanych leków, czy czas rekonwalescencji, w przypadku badań nad pracownikami biurowymi – zapadalność na określone choroby, ilość zwolnień lekarskich, w przypadku badań nad uczniami – wyniki w nauce, frekwencja, ilość sytuacji konfliktowych wymagających interwencji opiekunów, w przypadku badań w środowisku mieszkaniowym – dane na temat przestępczości. Są one opracowywane jako porównanie dwóch badanych grup ludzi, tych, którzy mieli kontakt z określonym elementem przestrzeni, np. zielenią i tych, którzy go nie mieli. Te metody wykorzystywano w przywoływanych tu badaniach nad Sick Building Syndrome, dotyczących architektury służby zdrowia i edukacji. Wyniki pozyskiwane tą metodą mają charakter ilościowy. Zasoby wielkich zbiorów danych otwierają nowe możliwości parametryzowania rezultatów pośrednich [94]. Po pierwsze możliwy jest dostęp do znacznie większych zasobów informacji, zarówno co do ich rodzaju, jak i ilości. Coraz częściej źródłem wiedzy stają się nieoczywiste dotąd dane, jak na przykład charakter przepływów ludzi rejestrowanych za pomocą różnego rodzaju czujników związanych z ruchem ulicznym czy popularność konkretnych miejsc mierzona ilością i charakterem zdjęć zamieszczanych w mediach społecznościowych [95]. Pozwala to na pogłębienie wiedzy na temat percepcji przestrzeni, weryfikowanie dotychczasowych tez oraz zaobserwowanie zmian wynikających z nowych przyzwyczajęń. Z kolei metody analityczne oparte na uczeniu maszynowym, pozwalają odczytać prawidłowości i tendencje w wielkich zbiorach danych.

Rysuje się zatem podział metod badawczych na cztery grupy metod: intuicyjno-logicznych, wywiadów, pomiarów parametrów ciała oraz rezultatów pośrednich. Można zaobserwować ich rozwój w czasie (Ilustracja 2). Wszystkie te metody są nadal używane, przy czym ich rola zmienia się w czasie. Metody intuicyjno-logiczne, przeważające w okresach historycznych, są obecnie niewystarczające z racji ograniczeń w pozyskiwaniu danych ilościowych i obiektywizacji wyników. Stosuje się je raczej w kombinacji z innymi, głównie w badaniach wstępnych. Widoczny jest natomiast proces doskonalenia metod badawczych w zakresie wywiadów, rezultatów pośrednich, a w szczególności pomiarów reakcji ciała.



Ilustracja 2. Rozwój metod badawczych, służących ocenie wpływu zieleni na doświadczenie człowieka w przestrzeni architektonicznej. Źródło: Opracowanie autorskie.

Rozdział 3

Związek zieleni z dobrostanem człowieka

W kontekście odczuć człowieka i powiązanego z nim dobrostanu teoria biofilii pozostaje najbardziej znaną i ugruntowaną koncepcją przewodnią integracji natury z architekturą. Zarysowuje koncepcję, tłumaczącą późniejsze obserwacje i wyniki badań dotyczące utrzymania dobrego stanu zdrowia lub rekonwalescencji. Sygnalizuje przy tym związek z brakiem lub obecnością natury w otoczeniu człowieka. Stając się zarazem podstawą do późniejszych powiązanych z tym tematem podejść projektowych.

3.1

Teoria biofilii w aspekcie środowiska zbudowanego

Prace dwóch uznanych badaczy: Ericha Fromma i Edwarda O. Wilsona położyły podwaliny pod zrozumienie związku człowieka i natury, które ewoluowało w głęboką i dalekosiężną hipotezę biofilii dotyczącą relacji jego psychiki ze światem przyrody.

Termin „biofilia” został po raz pierwszy wprowadzony przez niemieckiego psychologa społecznego Ericha Fromma w 1964 roku [96]. Fromm był postacią znaną ze swoich głębokich badań nad ludzkim zachowaniem i społeczeństwem. W swojej pracy Fromm zdefiniował biofilie jako „miłość do życia”, koncepcję, której użył do wyrażenia wrodzonej tendencji żarliwej miłości do życia i wszystkiego, co żyje: „The passionate love of life and of all that is alive” [96]. Dla Fromma biofilia była czymś więcej niż tylko tendencją, była to aktywna, afirmująca życie siła, która skłaniała jednostki do poszukiwania pozytywnych interakcji z innymi formami życia. Ta wczesna interpretacja była zakorzeniona w szerszych filozoficznych i

psychologicznych poglądach Fromma na ludzką naturę, podkreślając znaczenie pielęgnowania i integracji z otaczającym nas światem jako drogi do psychologicznego dobrostanu i spełnienia.

Teoria biofilii została później rozszerzona i spopularyzowana przez Edwarda O. Wilsona, amerykańskiego biologa, w jego przełomowej książce z 1984 roku zatytułowanej *Biophilia*[9]. Edward O. Wilson, którego prace często badały przecięcie biologii i ludzkiej natury, przeddefiniował biofilie jako wrodzoną tendencję skupiania się na życiu i procesach przypominających życie, a w pewnych przypadkach do emocjonalnej relacji z nimi. Interpretacja biofilii Wilson'a opierała się na początkowej koncepcji Fromma, ale mocno osadził ją w ramach biologicznych. Argumentował, że ta relacja z naturą nie była jedynie konstruktem kulturowym, ale głęboko zakorzenionym aspektem ludzkiej biologii, ukształtowanym przez ewolucję[97].

Z perspektywy ewolucyjnej, biofilia jest postrzegana jako głęboko zakorzeniona cecha, która oferowała naszym przodkom korzyści adaptacyjne. Pierwotni ludzie, którzy byli bardziej dostrojeni do środowiska naturalnego, mieli większe szanse na przetrwanie. Silny związek z naturą prawdopodobnie umożliwił im skuteczne lokalizowanie zasobów, takich jak żywność, woda i schronienie, zwiększając ich zdolność do rozwoju w trudnym i często nieprzewidywalnym świecie. Z biegiem pokoleń te adaptacyjne zachowania mogły doprowadzić do genetycznej predyspozycji do biofilii, która została przekazana współczesnym ludziom. Przykładowo badania wskazują, że od najmłodszych lat, ludzie wykazują naturalną ciekawość i przywiązanie do zwierząt, roślin i innych elementów świata przyrody, co sugeruje biologiczne korzenie biofilii.[98]

Biologiczne podstawy biofilii dodatkowo wzmacniają ideę, że nasze upodobanie do życia jest cechą wrodzoną. Edward O. Wilson opisał biofilie jako „wrodzoną tendencję do skupiania się na życiu i procesach przypominających życie”[9]. Odnosił się również do biofilii jako wrodzonej emocjonalnej relacji istot ludzkich do innych żywych organizmów. Sugeruje to, że nasz związek z naturą nie jest wyłącznie poznawczy lub utylitarny, ale także głęboko emocjonalny, wpływając na to, jak się czujemy i wchodzimy w interakcje z otaczającym nas światem. Te emocjonalne powiązania, które mogą wahać się od zachwyty i zdumienia do spokoju i radości, mają kluczowe znaczenie dla doświadczenia biofilii.

Oprócz naturalnej tendencji ludzi do doceniania natury, naukowcy odkryli, że siła tego związku może zależeć od tego, jak relacja ze środowiskiem naturalnym jest kształtowana w dzieciństwie. Doświadczenia edukacyjne, takie jak edukacja o środowisku może odgrywać kluczową rolę we wspieraniu więzi dzieci z naturą i postaw prośrodowiskowych [99].

Natomiast inne badania sugerują, że kontakt dzieci z naturą pomaga im rozwinąć silniejszą więź ze światem przyrody[100]. Dzieci, które spędzają więcej czasu na łonie natury, nawiązują z nią silniejszą relację. [101][102] Pozytywne interakcje w naturalnym otoczeniu mogą znacznie wzmocnić tę więź, tworząc trwałe wspomnienia i więzi emocjonalne, które zachęcają do doceniania natury przez całe życie. Inne badania wykazują, że ekspozycja na przyrodę wzmocnia więź z naturą, co z kolei prowadzi do zwiększonej zdolności do refleksji nad problemem życiowym, zakładając, że ekspozycja na naturę może zwiększać odporność psychiczną[103].

Podsumowując biofilia jest dynamicznie rozwijającą się teorią dotyczącą zarówno wrodzonych tendencji jak i nabytych doświadczeń. Wpływają na nią czynniki ewolucyjne i biologiczne, kształtowane przez kontekst cywilizacyjny i wzmocniane przez bezpośrednią interakcję z naturą. Ta złożona interakcja podkreśla głęboką i wieloaspektową naturę biofilii, ujawniając ją jako głęboko zakorzeniony aspekt ludzkiego doświadczenia, który wciąż ewoluuje, gdy wchodzimy w relacje z otaczającym nas światem.

Inspiracja teorią biofilii wielu różnych dziedzin odzwierciedla jej złożoność, a przeprowadzane badania podkreślają jej znaczenie. Zauważyć można próby przełożenia zasad biofilii na praktyczne zastosowanie w projektowaniu środowiska życia człowieka, w tym budynków i ich otoczenia. Droga od wczesnej koncepcji „miłości do życia” Ericha Fromma do głębokich rozważań nad projektowaniem, ilustruje wysiłki zmierzające do przełożenia naszego związku z naturą na środowisko zbudowane. Identyfikując i wykorzystując adaptowalne wzorce biofilii, możemy poprawić samopoczucie ludzi w różnych środowiskach, od domów i biur po przestrzenie publiczne i krajobrazy miejskie. Teoria biofilii służy jako przypomnienie, że pomimo postępu technologicznego i coraz bardziej zurbanizowanej egzystencji, korzenie naszego dobrobytu pozostają głęboko powiązane ze światem przyrody. Od początkowych rozważań Fromma na temat miłości do życia po ewolucyjne spostrzeżenia Wilsona, biofilia nadal inspiruje i wpływa na nasze podejście do tworzenia środowisk, które ożywiają fizyczne, materialne przestrzenie, potwierdzając ponadczasową więź między ludźmi, a otaczającym nas światem.

Kluczowy wkład we wdrożenie podejścia biofilicznego do architektury mają osiągnięcia: Rogera Ulricha, Stephena Kellerta i firmy Terrapin Bright Green. Dzięki którym zyskujemy podwaliny pod wykorzystanie teorii biofilii i elementów naturalnych w projektowaniu środowisk zbudowanych. Przełomowa praca w tym zakresie pochodzi z 1984 roku opublikowana przez Rogera S. Ulricha, „View Through a Window May Influence Recovery from Surgery” [8]. To pionierskie badanie dotyczyło wpływu widoku z okna sali szpitalnej na rekonwalescencję pacjentów po operacji. Ulrich odkrył, że pacjenci z widokiem na naturalne krajobrazy, takie jak drzewa, doświadczali krótszych pobytów w szpitalu, wymagali mniejszej dawki leków przeciwbólowych i lepiej wypadali w dokumentacji szpitalnej, w porównaniu do pacjentów pozbawionych możliwości obserwacji otoczenia przez okna.

Chociaż Ulrich w swoich badaniach nie posługiwał się terminem „biofilia”, jego odkrycia dostarczyły empirycznych dowodów potwierdzających terapeutyczne działanie natury i położyły podwaliny pod to, co stało się głównym założeniem projektowania biofilnego. Wprowadził również pojęcie, teorii regeneracji po stresie [85] (SRT-Stress Recovery Theory), wskazując na połączenie regeneracji organizmu wynikającego z odczuwania stresu z ekspozycją na środowisko naturalne. Praca Ulricha koncentruje się na korzyściach zdrowotnych płynących z natury, co jest zgodne z szerszą tematyką biofilii, której poświęcił rozdział zatytułowany „Biophilia, Biophobia, & Natural Landscapes”, który ukazał się w książce „The Biophilia Hypothesis” [66].

Stephen Kellert to kolejna kluczowa postać w procesie przekładania teorii biofilii na jej praktyczne zastosowanie. Już w 2008 roku zidentyfikował szeroki zakres biofilnych atrybutów związanych ze środowiskiem zbudowanym, czego kulminacją była wieloautorska publikacja „Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life” [82]. W późniejszych latach praca ta została rozwinięta i wyłoniła 24 podstawowe atrybuty biofilicznych projektów z wcześniej rozpoznanych 72 [83]. Praca ta kładzie nacisk na bezpośrednie i pośrednie ludzkie doświadczenia związane z naturą, przestrzenią i miejscem. Podzielone na trzy główne kategorie: Bezpośrednie Doświadczenie Natury „Direct Experience of Nature”, Pośrednie Doświadczenie Natury „Indirect Experience of Nature” i Doświadczenie Przestrzeni i Miejsca „Experience of Space and Place”. Pierwsza kategoria zwraca uwagę na elementy natury takie jak światło, powietrze, woda, ogień, rośliny, zwierzęta, pogoda. Druga kategoria wyłącza elementy, które pośrednio odnoszą się do natury takie jak obrazy natury, naturalne materiały, kolory, symulowanie naturalnego światła, powietrza, kształtów czy form. Trzecia kategoria doszukuje się odniesień do natury w przestrzeni, opisując perspektywę i schronienie, złożoność, odnajdywanie drogi czy też kulturowe i ekologiczne przywiązanie do miejsca.

Tabela 2. Doświadczenia i atrybuty projektowania biofilicznego według Kellert i Calabrese.

24 biofiliczne atrybuty 24 biophilic attributes		
Bezpośrednie Doświadczenie Natury Direct Experience of Nature	Pośrednie Doświadczenie Natury Indirect Experience of Nature	Doświadczenie przestrzeni i miejsca Experience of Space and Place
1. Światło Light	9. Obrazy natury Images of nature	19. Perspektywa i schronienie Prospect and refuge
2. Powietrze Air	10. Naturalne materiały Natural materials	20. Zorganizowana złożoność Organized complexity
3. Woda Water	11. Naturalne kolory Natural colors	21. Integracja części z całością Integration of parts to wholes
4. Rośliny Plants	12. Symulacja naturalnego światła i powietrza Simulating natural light and air	22. Przestrzenie przejściowe Transitional spaces
5. Zwierzęta Animals	13. Naturalistyczne kształty i formy Naturalistic shapes and forms	23. Mobilność i odnajdywanie drogi Mobility and wayfinding
6. Pogoda Weather	14. Przywoływanie natury Evoking nature	24. Kulturowe i ekologiczne przywiązanie do miejsca Cultural and ecological attachment to place
7. Naturalne krajobrazy i ekosystemy Natural landscapes and ecosystems	15. Bogactwo informacji Information richness	
8. Ogień Fire	16. Wiek, zmiana i patyna czasu Age, change, and the patina of time	
	17. Naturalne geometrie Natural geometries	
	18. Biomimika Biomimicry	

Źródło [83]

Tabela 3. 14 wzorców biofilicznych, według Terrapin Bright Green.

14 wzorców biofilicznych 14 biophilic patterns		
Natura w Przestrzeni Nature in the Space	Naturalne Analogie Natural Analogues	Natura Przestrzeni Nature of the Space
1. Wizualne połączenie z naturą Visual connection with nature	8. Biomorficzne formy i wzory Biomorphic forms and patterns	11. Perspektywa Prospect
2. Niewizualne połączenie z naturą Non-visual connection with nature	9. Materialne połączenie z naturą Material connection with nature	12. Schronienie Refuge
3. Nierytmiczne bodźce sensoryczne Non-rhythmic sensory stimuli	10. Złożoność i porządek Complexity and order	13. Tajemniczość Mystery
4. Dostęp do zmienności temperatury i przepływu powietrza Access to thermal and airflow variability		14. Ryzyko/Niebezpieczeństwo Risk/Peril
5. Obecność wody Presence of water		15. Zachwyt Awe
6. Dynamiczne i rozproszone światło Dynamic and diffuse light		
7. Połączenie z systemami naturalnymi Connection with natural systems		

Źródło: [84]

Opierając się na tych założeniach firma Terrapin Bright Green opublikowała 14 wzorców projektowania biofilnego, „14 patterns of biophilic design” [84]. Najbardziej ustrukturyzowaną i znaną grupę opisującą cechy środowiska zbudowanego przez pryzmat teorii biofilii. Wyłania rozwiązania, które powinny być stosowane w przestrzeniach w myśl wzmacniania korzystnej dla człowieka więzi z naturą. Te 14 wzorców zostało pogrupowane na trzy kategorie. Pierwsza i zarazem największa grupa, Natura w przestrzeni „Nature in Space” , wymienia 7 wzorców: wizualne i niewizualne połączenie z naturą, nierytmiczne bodźce sensoryczne, zmienność termiczną i przepływ powietrza, obecność wody, dynamiczne i rozproszone światło, oraz połączenie z naturalnymi systemami. Druga grupa Naturalne analogie „Natural Analogues”, to grupa w której znajdziemy 3 wzorce : formy biomorficzne, materiały przypominające naturę, złożoność i porządek. I ostatnia trzecia grupa Natura Przestrzeni, „Nature of the Space”, wymienia 4 wzorce odnoszące się do doświadczenia przestrzeni: poczucia tajemniczości, perspektywy, schronienia i ryzyka.

Każdy z tych 14 wzorców odnosi się do innego aspektu tego, jak natura może być doświadczana w przestrzeni, mając na celu wzmocnienie integracji ze światem przyrody. Na przykład wzorzec wizualne połączenie z naturą, koncentruje się na zapewnieniu bezpośredniego widoku elementów naturalnych, takich jak drzewa, woda lub krajobrazy, poprzez elementy takie jak duże okna lub wewnętrzne ogrody. Z kolei niewizualne połączenie z naturą, obejmuje angażowanie zmysłów poza wzrokiem, wykorzystując elementy słuchowe, takie jak fontanny wodne, wrażenia dotykowe z naturalnymi materiałami lub stymulację węchową poprzez zapachy roślin. Nierytmiczne bodźce sensoryczne, starają się odtworzyć nieprzewidywalne efekty występujące w naturze, takie jak artystyczne rzeźby lub zmieniające się układy światła, podczas gdy wzorzec, zmienność termiczna i przepływu powietrza, wprowadza naturalne zmiany temperatury i ruchu powietrza do środowiska zabudowanego, często poprzez systemy wentylacyjne lub ogrzewanie. Wzorzec obecność wody, obejmuje elementy wodne, takie jak fontanny lub oczka wodne, aby wzmocnić wrażenia zmysłowe, podczas gdy wzorzec dynamiczne i rozproszone światło naśladuje zmieniające się właściwości naturalnego światła, często poprzez dachowe świetliki lub zautomatyzowane systemy oświetleniowe, które dostosowują się do światła dziennego. Połączenie z naturalnymi systemami, ma na celu uwidocznienie naturalnych procesów w środowisku zabudowanym, takich jak zielone dachy, systemy wykorzystujące wodę deszczową, czy sezonowe nasadzenia. Kolejny wzorzec biomorficzne formy, czerpie z inspirowanych naturą kształtów odzwierciedlonych np. w kształtach budynku, meblach i elementach dekoracyjnych. Z kolei wzorzec, materiały przypominające naturę, kładzie nacisk na wykorzystanie naturalnych materiałów, takich jak drewno, kamień lub glina, w celu stworzenia namacalnego połączenia z

otaczającym środowiskiem. Wzorce takie jak złożoność i porządek, wprowadzają równowagę między skomplikowanymi, inspirowanymi naturą formami, a uporządkowanym pięknem występującym w systemach naturalnych. Można to osiągnąć poprzez skomplikowane detale architektoniczne, fraktalne wzory w elementach projektu lub starannie zaplanowane układy przestrzenne. Wzorzec, poczucie perspektywy, promuje rozległe, niezakłócone widoki, które pozwalają mieszkańcom poczuć pełną kontrolę i połączenie z krajobrazem, często poprzez otwarte plany pięter lub podwyższone przestrzenie. Z drugiej strony, poczucie schronienia zapewnia bezpieczne, osłonięte przestrzenie w większych przestrzeniach, oferując komfort i poczucie odosobnienia. A wzorzec tajemniczości, pobudza ciekawość, oferując częściowo zasłonięte widoki lub ukryte przestrzenie, zachęcając do eksploracji. I czterasty wzorzec poczucie ryzyka, wprowadza kontrolowane elementy symulujące niebezpieczeństwo, takie jak wspornikowe kładki lub przezroczyste balustrady.

Podczas gdy fundamentalna praca Ulricha dostarczyła empirycznych dowodów na wpływ elementów naturalnych na dobrostan i zdrowie człowieka, późniejsze ramy autorstwa Stephena Kellerta i Terrapin Bright Green, oferują analizę otaczającego środowiska zbudowanego. Kluczowe różnice między tymi pracami obejmuje ich zakres i kategoryzacja. Zestawienie Kellerta jest szersze i opisowe. Autor wysnuwa wnioski, obejmując szeroki zakres elementów, skupiając się na analizie doświadczenia poprzez atrybuty biofilne. Podczas gdy Terrapin Bright Green wyprowadza listę wzorców, wyraźnie koncentrujących się na cechach środowiska zbudowanego i wynikach związanych ze zdrowiem i dobrym samopoczuciem. Podczas gdy obie prace wyodrębniają trzy główne kategorie, to Kellert wyłania ogólny zakres aspektów projektowania, przy czym kategorie Terrapin Bright Green wyłaniają wzorce do ich identyfikacji. Ponadto ramy Kellerta są uproszczeniem jego wcześniejszej pracy, która zidentyfikowała 72 atrybuty [82][83], podczas gdy ramy Terrapin Bright ewoluowały, aby uwzględnić piętnasty wzorzec, zachwyty „Awe”[104]. Definiuje się go jako reakcję emocjonalną, która wywołuje poczucie zachwyty, zatrzymując nas w miejscu. Dzięki różnym podejściom w wyłanianiu, powiązań teorii biofilii ze środowiskiem zbudowanym, prace te oferują uzupełniającą się perspektywę tworzenia przestrzeni sprzyjających dobremu samopoczuciu i zdrowiu człowieka.

3.2

Relacja zieleni z człowiekiem i z przestrzenią

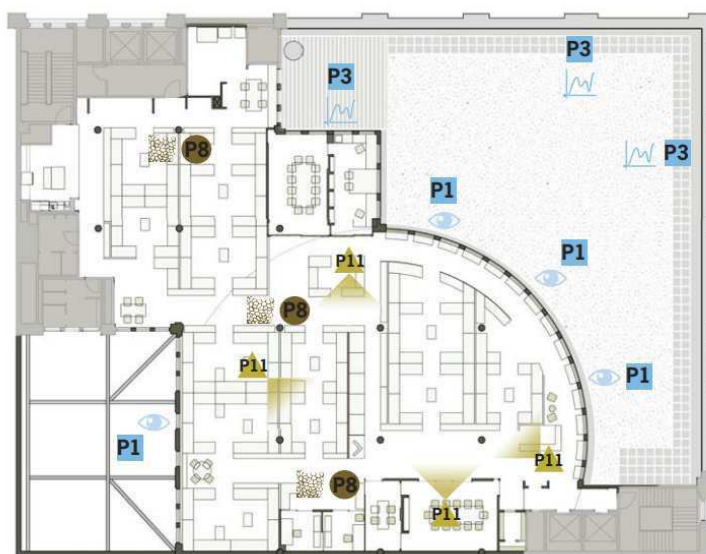
Cechy biofilicznych środowisk zbudowanych, łączą w sobie obserwację świata natury i powiązanych z nim pozytywnych aspektów zdrowotnych. Jednak brakuje wiedzy na temat formy lub parametrów jak te cechy wykorzystywać, mając na uwadze maksymalne wykorzystanie ich dobroczynnego wpływu. Pozostawia to miejsce na głębszą eksplorację, jak włączać te elementy do przestrzeni projektu, tak aby w pełni wykorzystać ich potencjał. Jednym z takich elementów jest zieleń. Roger Ulrich, Stephen Kellert i Terrapin Bright Green, podkreślają, że zieleń jest istotnym elementem w budowaniu poczucia kontaktu z naturą. Ich prace, wykazują pozytywną rolę zieleni w oddziaływaniu na dobrostan człowieka.

Pionierskie badania Rogera Ulricha nad wpływem widoku z okna, na rekonwalescencję pacjentów, ujawniły znaczącą rolę naturalnych widoków z udziałem zieleni na dobrostan człowieka [8]. Podobnie analiza 24 atrybutów Stephena Kellerta, przedstawia zieleń jako istotny element swoich badań[83]. Przykładowo w kategorii bezpośredniego doświadczenia natury, zieleń reprezentowana jest przez atrybut zatytułowany, rośliny. Kellert twierdzi, że „roślinność, zwłaszcza rośliny kwitnące, jest jedną z najbardziej skutecznych strategii wprowadzania bezpośredniego doświadczenia natury do środowiska zbudowanego”. Wyjaśnia, że „obecność roślin może zmniejszyć stres, przyczynić się do poprawy zdrowia fizycznego, poprawić komfort oraz zwiększyć wydajność i produktywność”. Kellert wysnuwa wniosek, że roślinność w budynkach powinna być obfita, powiązana ekologicznie i koncentrować się na gatunkach lokalnych, a nie egzotycznych i inwazyjnych. Dodatkowo, zieleń jest częścią opisywanego przez niego atrybutu - naturalnych krajobrazów i ekosystemów. Kellert opisuje je jako „składające się z połączonych ze sobą roślin, zwierząt, wody, gleby, skał i form geologicznych”. Wnioskuje, że „ludzie preferują krajobrazy z rozłożystymi drzewami, obecnością wody, zalesieniami ”. Kellert wyjaśnia dalej, że „doświadczenie samowystarczalnych ekosystemów może być szczególnie satysfakcjonujące”. Funkcjonalne ekosystemy są zazwyczaj bogate w różnorodność biologiczną i wspierają szereg usług ekologicznych, takich jak regulacja hydrologiczna, obieg składników odżywczych, zapylenie, rozkład i inne. Samowystarczalne ekosystemy w środowisku zabudowanym można osiągnąć

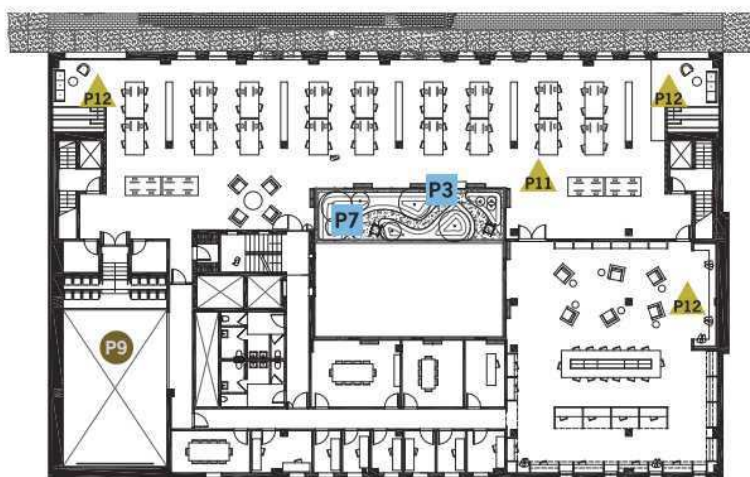
poprzez takie strategie projektowe, jak skonstruowane tereny podmokłe, leśne polany i użytki zielone, zielone dachy, symulowane środowiska wodne. Kontakt z naturalnymi systemami może być wspierany przez otwarte widoki, platformy obserwacyjne, bezpośrednią interakcję z zielenią. Zieleni odgrywa również rolę w trzeciej kategorii - doświadczenia przestrzeni i miejsca, w której Kellert omawia perspektywę i schronienie. Wyjaśnia on, że „ludzie ewoluowali w odpowiedzi adaptacyjnej na uzupełniające się korzyści płynące z perspektywy i schronienia”. Perspektywa odnosi się do dalekosiężnych widoków, które pozwalają ludziom dostrzec zarówno możliwości, jak i niebezpieczeństwa, podczas gdy schronienie zapewnia miejsca bezpieczeństwa i ochrony. Strategie projektowe, dzięki którym można osiągnąć takie warunki to między innymi tworzenie układów przestrzeni, które dają poczucie intymności lub otwarcie, ale przede wszystkim w wypadku zieleni to element perspektywicznych widoków, gdzie zieleni odgrywa szczególną rolę jako element zieleni miejskiej lub część otwartych wewnętrznych przestrzeni wewnątrz budynku.

Natomiast 14 wzorców biofilicznych, „14 biophilic patterns” Terrapin Bright Green[84], wyraźnie zestawia biofiliczne wzorce projektowania z wpływem na zdrowie człowieka. Wśród nich szczególnie dwa wzorce odnoszą się do elementu zieleni jako czynnika identyfikującego projekt o charakterze biofilicznym: wizualne połączenie z naturą „visual connection with nature” i połączenie z systemami naturalnymi „connection with natural systems”. Wzorec wizualnego połączenia z naturą, podkreśla znaczenie zapewnienia użytkownikom widoku na naturalne elementy, w szczególności zieleni. Wzorec ten wzbogaca środowisko zbudowane, o wizualne elementy odzwierciedlające naturalne krajobrazy. Natomiast kolejny wzorec - połączenie z systemami naturalnymi, rozszerza koncepcję zieleni, podkreślając dynamiczną i wzajemnie powiązaną naturę żywych systemów. Zachęca do tworzenia projektów, które prezentują naturalne procesy, takie jak wzrost roślin, zmiany sezonowe lub przepływ wody. Włączając elementy odzwierciedlające te naturalne rytmy i cykle, projektanci mogą wspierać głębsze poczucie więzi ze środowiskiem. W przypadku zieleni, wzór ten może przejawiać się poprzez integrację elementów takich jak żywe ściany, zielone dachy lub ogrody, które zmieniają się i ewoluują w czasie. Obecność zieleni, która reaguje na zmiany środowiskowe, może przypominać mieszkańcom o ich własnym związku z szerszymi systemami ekologicznymi, wspierając poczucie uważności i szacunku dla świata przyrody. Podobnie jak u Kellert’a, Terrapin Bright Green, wyłania wzorec perspektywy „prospect”, w kategorii natury przestrzeni - „nature of space”, co w przypadku zieleni można odnieść do dalekosiężnych widoków w których widzimy zieleni.

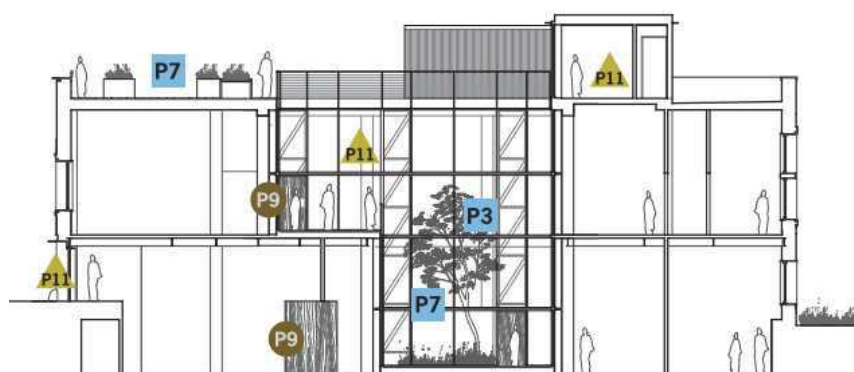
Raport Terrapin Bright Green “Biophilic Design Case studies”[105], wyłania budynki, których rozwiązania korelują z wyznaczonymi przez nich wzorcami biofilicznymi. Studium to obejmuje szeroki wachlarz typów budynków, lokalizacji, skal i zastosowań. Każde studium przypadku analizuje sposób wdrożenia biofilicznych wzorców przez projektantów oraz analizuje ich korzyści zdrowotne. Widzimy jak Zielen jest projektowana w przestrzeni i jak jest powiązana z wzorcami biofilicznymi.



Ilustracja 3. Rzut pierwszego piętra, studio architektoniczne cookfox, NY, USA, rok ukończenia 2006. Przykład budynku raportu Terrapin Bright Green jako reprezentacja wzorców biofilicznych: wzorec wizualnego połączenia z naturą - visual connection with nature, wzorec nierytmiczne bodźce sensoryczne - non-rhythmic sensory stimuli, wzorec biomorficzne formy i wzory - biomorphic forms and patterns, wzorec perspektywa-prospect Źródło[106].

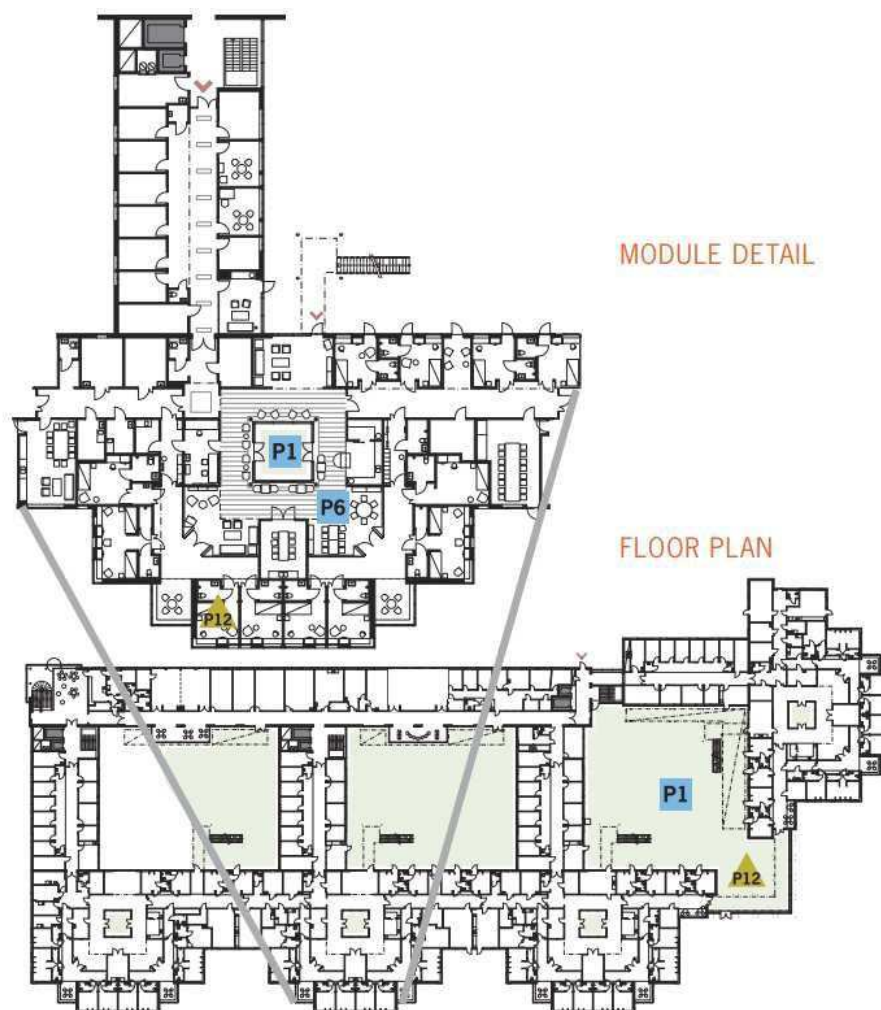


Ilustracja 4



Ilustracja 5

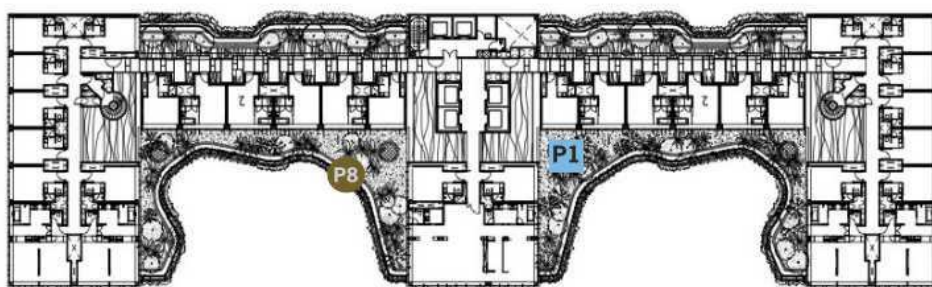
Ilustracja 4. Rzut drugiego piętra, **Ilustracja 5.** Przekrój budynku, Oba rysunki przedstawiają siedzibę Kickstarter, NY, USA, rok ukończenia 2014. Przykład budynku raportu Terrapin Bright Green jako reprezentacja wzorców biofilicznych: wzorzec Nierytmiczne bodźce sensoryczne Non-rhythmic sensory stimuli, wzorzec Materialne połączenie z naturą - Material connection with nature, wzorzec Połączenie z systemami naturalnymi Connection with natural systems, wzorzec perspektywa - prospect, wzorzec refuge-schronienie Źródło [107].



Ilustracja 6. Rzut i detal z jego modułu, Szpitala psychiatrycznego *ÖSTRA*, Göteborg, Szwecja, rok ukończenia 2006. Przykład budynku raportu Terrapin Bright Green jako reprezentacja wzorców biofilicznych: wzorec złożoność i porządek - complexity & order, wzorec wizualne połączenie z naturą - visual connection to nature, wzorec dynamiczne i rozproszone światło - dynamic and diffuse light, wzorec schronienie- refuge Źródło [108]

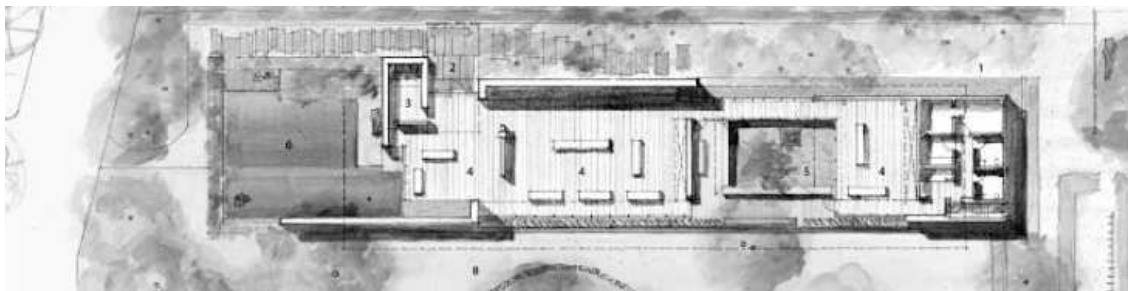


Ilustracja 7

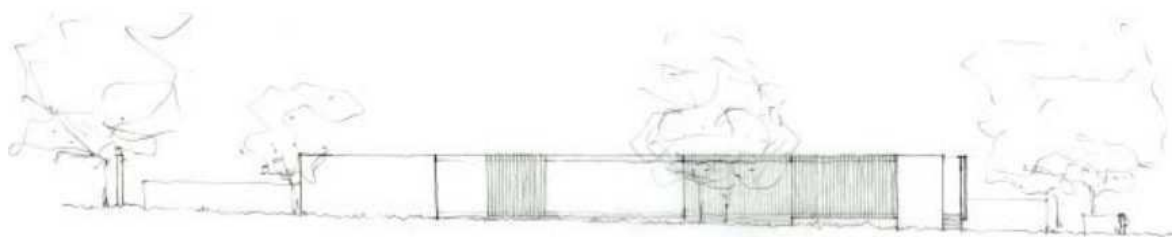


Ilustarcja 8

Ilustracja 7 Elewacja **Ilustracja 8** Rzut Oba rysunki odnoszą się do hotelowego budynku *4 Parkroyal on Pickering Hotel & Spa*, w mieście Singapur w Singapurze, rok ukończenia 2013. Przykład budynku raportu Terrapin Bright Green jako reprezentacja wzorców biofilicznych: wzorzec wizualnego połączenia z naturą - visual connection with nature, wzorzec biomorficzne formy i wzory - biomorphic forms and patterns, wzorzec ryzyko, niebezpieczeństwo - risk, peril, wzorzec złożoność i porządek- complexity & order Źródło [109].



Ilustracja 9



Ilustracja 10

Ilustracja 9. Rzut budynku **Ilustracja 10.** Przekrój budynku. Oba rysunki odnoszą się do Galerii Sztuki i Centrum Kontemplacyjnego Windhover, CA, USA na kampusie Stanford, rok ukończenia 2014. Przykład budynku raportu Terrapin Bright Green jako reprezentacja wzorców biofilicznych: wzorzec wizualnego połączenia z naturą - visual connection with nature, wzorzec dynamiczne i rozproszone światło - dynamic and diffuse light, wzorzec materialne połączenia z naturą - material connection with nature Źródło [110].

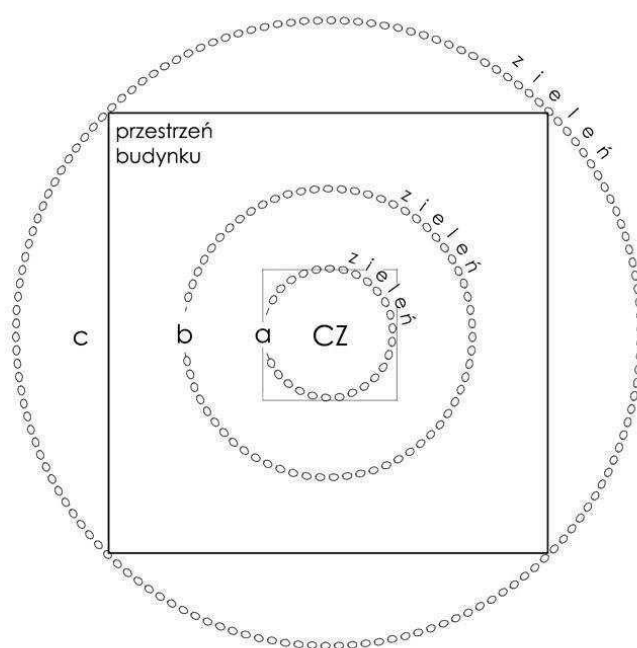
Na przykład zielony dach (Ilustracja 3) jest reprezentacją kategorii „Natura w Przestrzeni”, jako wzorzec wizualnego połączenia z naturą. Zaprojektowany, w sposób umożliwiający widoczność zieleni z 90% miejsc przeznaczonych do pracy [106], w przedziale odległości między 10, a 100 stóp (ok. 30,48m) [106]. Zostało to osiągnięte dzięki zaokrąglonemu kształtowi fasady z oknami wychodzącymi na widok zielonego dachu. Drugą biofilną interwencją związaną z zielenią jest dodanie ogrodu warzywnego, odnoszącego się również do kategorii natury w przestrzeni. Takie wprowadzenie zieleni zachęca pracowników do interakcji z naturą. W rezultacie widzimy, że dostęp i wizualne połączenie z zielenią zostało wykorzystane w przestrzeni przeznaczonej do pracy. Niemniej jednak jest to przykład kiedy zielony dach znajduje się na tym samym poziomie co wnętrza biurowe (Ilustracja 3), innym rozwiązaniem ułatwiającym osiągnięcie wizualnego połączenia z naturą jest zastosowanie wewnętrznego zielonego dziedzińca (Ilustracja 4, Ilustracja 5). W obu tych przypadkach oprócz bezpośredniego powiązania z zielenią i reprezentacji wzorca 11- perspektywy, który zapewniają widoki na zieleni. Raport podkreśla związek z 7 wzorcem, powiązaniem z naturalnymi systemami, kiedy roślinność jest odzwierciedleniem zmian sezonowych[107]. Te same wzorce manifestują się w przykładzie zastosowania wewnętrznych ogrodów, widocznych z sal pacjentów szpitalnych (Ilustracja 6). W tym przypadku warto również zwrócić uwagę jak zaprojektowano wzorzec 12 – Schronienia, wyrażony w projekcie zieleni . Poprzez arborystyczne miejsca do siedzenia umieszczone poza głównymi ścieżkami ogrodowymi oraz poprzez osadzenie stref prywatnych i wspólnych w obrębie każdego obszaru, zapewniając różne rodzaje prywatności[108]. Raport podkreśla, że szczególnie wzorzec opisywany jako poczucie perspektywy lub schronienia, pomagają zmniejszyć stres i zwiększyć poczucie stabilności wśród pacjentów, przyczyniając się do poprawy nastroju społecznego i odbioru otoczenia[108]. Projekt ten podkreśla znaczenie zieleni, tworząc trzy dziedzińce i lokując wokół nich pomieszczenia. Dzięki temu ułatwiając dostęp oraz widok na zieleni pacjentom i pracownikom. Taki projekt zieleni zachęca pacjentów do poruszania się i, wspierając poczucie niezależności. Innym przykładem jest zastosowanie zieleni po zewnętrznym obrysie budynku, w formie ogrodów umieszczonych na poszczególnych piętrach (Ilustracja 7, Ilustracja 8). Ogrody rozmieszczone co cztery piętra, swoją biomorficzną formą podkreślają inspirację czerpania korzyści z natury. W tym przypadku wzorzec natury w przestrzeni jest powiązany z pokojami hotelowymi. W wybranych pokojach gościnnych nasadzenia zewnętrzne rozciągają się wzdłuż okien, zapewniając gościom ciągły widok na zieleni[109]. Podobnie trasy komunikacyjne łączące prywatne pokoje gościnne i obszary wspólne nasadzone są roślinami. W tym przypadku również plan budynku, w kształcie litery E został zaprojektowany z myślą o zapewnieniu widoku zieleni, maksymalizując liczbę pokoi gościnnych z widokiem na pobliski park[109]. Kolejnym przykładem jest budynek, którego forma zanurzona jest w zieleni

(Ilustracja 9),(Ilustracja 10). Założeniem jego, było stworzenie miejsca odpoczynku dla studentów uniwersytetu Stanford[110]. Kiedy lokalizacja i rodzaj projektu na to pozwala, zieleń staje się elementem, gdzie wszystkie przestrzenie wewnętrzne zachowują bezpośredni dostęp wizualny do otaczającego krajobrazu. W tym przypadku obecność drzew liściastych jest nawiązaniem do wzorca 7, połączenia z systemami naturalnymi, w tym przypadku drzew miłorzębu umiejscowionymi wzdłuż ścieżki wejściowej [110]. Jako, że przestrzeń budynku zlewa się wraz zewnętrzną przestrzenią zieleni, ważne było nawiązanie do wzorca 12, poczucia schronienia, a zatem zieleń nie tyle jest wprowadzana do budynku, ale wykorzystywana jest jej naturalna obecność w otoczeniu, poprzez organizację kształtem ścian budynku, wyznaczaniem ścieżek, czy małą architekturą w formie rzeźb, ławek, fontann. Podsumowując projekty te nawiązując do różnych wzorców biofilicznych, wykorzystują bezpośrednio zieleń jako ich wyraz. Zastosowania te różnią, się formą, skalą, układem. Bezpośrednio lub pośrednio angażując użytkowników budynku w doświadczenie natury. Zauważyć można, że zieleń często jest wprowadzana jako wzorzec natury w przestrzeni. Odnosząc się do możliwości wprowadzenia jej do budynku jako formy projektowej lub otwierania się na istniejące zielone widoki w tkance miasta. We wszystkich tych przykładach raport stwierdza, pozytywny wpływ tych budynków na zdrowie osób w nich przebywających.

Wnioskując, prace Ulricha, Kellerta i Terrapin Bright Green, identyfikują kluczowe sposoby manifestowania się zieleni, jako elementu wprowadzającego doświadczenie natury w przestrzenie fizyczne. Ich analiza pozwala na wyłonienie i kategoryzację jej dwóch relacji. Pierwsza z nich określa, jak zieleń współtworzy i wpływa na przestrzeń w budynku. A druga relacja przedstawia jaką rolę odgrywa zieleń w stosunku do pozycji człowieka (Ilustracja 11). W pierwszej relacji, która definiuje rolę zieleni w stosunku do przestrzeni wyłaniamy trzy elementy, które ją definiują: zieleń jako miejsce (np. ogród); zieleń jako element przestrzeni (np. zielona ściana), zieleń jako element widoku (widok z okna). W drugiej relacji te trzy elementy to : człowiek otoczony zielenią; zieleń w tej samej przestrzeni fizycznej co człowiek; zieleń poza przestrzenią fizyczną w której znajduje się człowiek, ale dla niego widoczna.

Wyodrębnienie tych dwóch relacji przestrzennych, pozwala zdefiniować rolę zieleni względem człowieka i przestrzeni budynku. Otwiera to pole do zbadania jak wyłonić sposoby tworzenia tych relacji w przestrzeni, tak aby jak najefektywniej wpłynąć na dobrostan człowieka.

CZ - człowiek w przestrzeni



a - miejsce
b - element przestrzeni
c - element widoku

relacja zieleni **do przestrzeni**

a - zanurzenie człowieka w zieleni - człowiek w zieleni
b - obecna w przestrzeni w której przebywa człowiek
c - obecna poza przestrzenią w której przebywa człowiek

relacja zieleni **do człowieka**

Ilustracja 11. Relacyjność Doświadczenia zieleni w przestrzeni.
Wyróżnia kategorie dwóch głównych relacji: 1) określa, jak zieleni współtworzy i wpływa na przestrzeń w budynku, 2) przedstawia jaką rolę odgrywa zieleni w stosunku do pozycji człowieka. Źródło: opracowanie autorskie.

3.3

Wartościowanie dobroczynnego doświadczenia zieleni

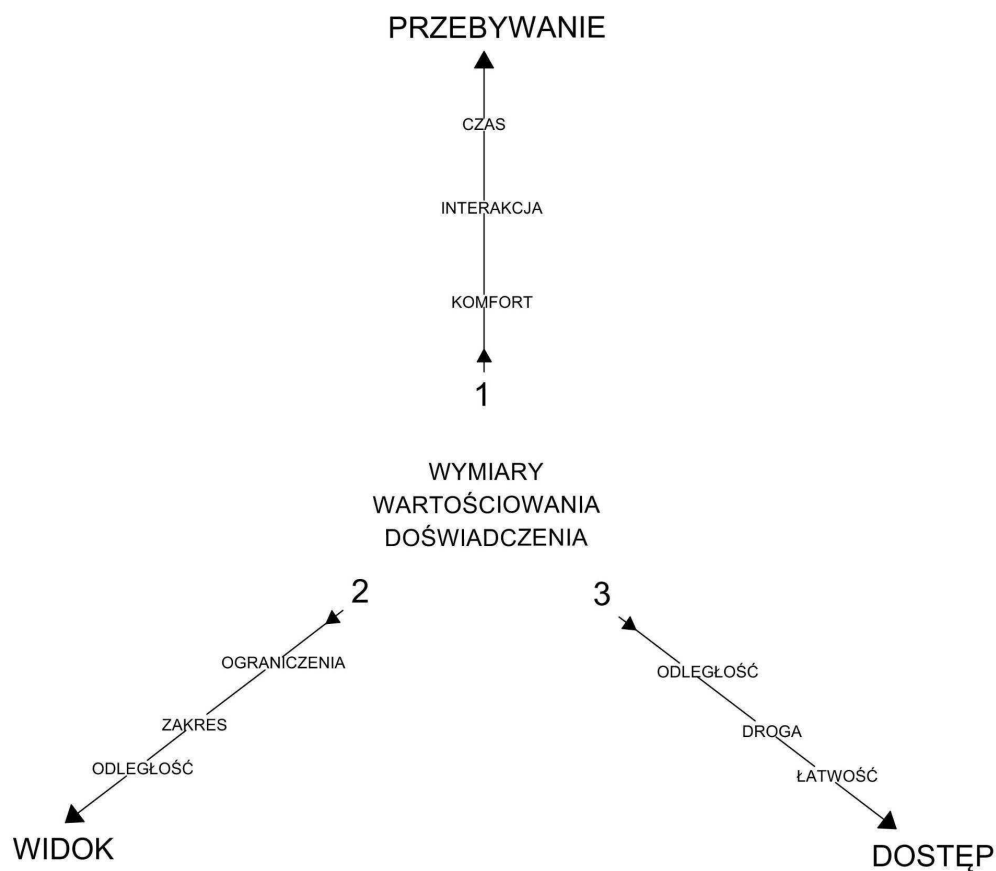
Kolejnym krokiem jest przekształcenie rozpoznanych kategorii relacji zieleni (Ilustracja 11) na działanie ich doświadczenia w przestrzeni. A zatem, w jaki sposób doświadczamy tych relacji?

Dochodzimy do analizy tych relacji, przez działanie możliwych z nią interakcji w przestrzeni: Jak widzimy zieleni? Jaki mamy do niej dostęp? Jak w niej przebywamy? Wyodrębniając trzy kluczowe wymiary : widok, przebywanie i dostęp. Jako wartości oddziaływania, które pozwalają nam ocenić sposób doświadczania dobroczynnego wpływu zieleni. Przedstawia to model “Trzech Wymiarów Wartościowania Dobroczynnego Doświadczenia Zieleni” (Ilustracja 12). Jest to obraz powiązania relacji pomiędzy człowiekiem-przestrzenią -zielenią. A objawia się ona w tym, jak mocno zostało wprowadzone doświadczenie związane z widokiem zieleni (np. poprzez odległość, zakres i klarowność widoku na nią) czy dostępem do niej (np. poprzez łatwość i długość czasową lub odległość drogi do niej), czy możliwością przebywania w jej otoczeniu (np. poprzez zapewnienie komfortu w niej przebywania i stworzenia możliwości aktywności w jej otoczeniu) (Ilustracja 12).

Przykładowo element „widoku” zieleni, odgrywa kluczową rolę we wspieraniu poczucia otwartości i kontaktu z zewnętrzem lub naturą . W ewaluacji korzyści płynących z tego wymiaru, ważne jest zrozumienie odległości między zielenią, a kluczowymi obszarami, w których użytkownicy spędzają czas. Przykładowo pomiar odległości zieleni od biurka lub w szpitalu, ocena odległości od łóżka pacjenta może wyłonić jej potencjalny wpływ. Im bliżej tych obszarów znajduje się zieleni, tym bardziej prawdopodobne jest, że użytkownicy ją odczują i będą czerpać płynące z tego korzyści. Ponadto kąt, z którego można oglądać zieleni, znacząco wpływa na zaangażowanie uwagi użytkowników. Zieleni powinna być łatwo widoczna z głównych miejsc przebywania człowieka. Im bardziej dostępny widok, tym większe prawdopodobieństwo poczucia otwartości na świat natury budynku. Istotna jest również ocena potencjalnych barier, które mogą blokować lub częściowo zasłaniać zieleni. Elementy takie jak ściany, meble czy filary mogą ograniczać widoczność i zmniejszać pozytywny wpływ natury.

Kolejnym ważnym wymiarem dobroczynnego wpływu człowieka jest „przebywanie”, które obejmuje komfort i czas spędzony w pobliżu zieleni. Ten wymiar możemy osiągnąć poprzez wygodne miejsca do siedzenia w pobliżu zieleni, krzesła, ławki lub inne zachęcające miejsca do siedzenia zachęcają użytkowników do pozostania i przebywania w otoczeniu natury. Mikroklimat wokół zieleni, w tym temperatura, cień i ochrona atmosferyczna, również wpływa na potencjał tego wymiaru. Ocena tych warunków pomaga zapewnić, że obszar sprzyja dłuższemu pobytowi, pozwalając ludziom cieszyć się korzyściami płynącymi z natury bez dyskomfortu. Co więcej, przestrzenie zaprojektowane do relaksu, spotkań towarzyskich lub spożywania posiłków mogą wpływać na to, jak często i jak długo ludzie decydują się spędzać czas w pobliżu zieleni. Zrozumienie tych funkcji jest kluczem do tworzenia środowisk, które sprzyjają znaczącym interakcjom z naturą. Obserwowanie, jak często i jak długo użytkownicy dobrowolnie angażują się w tereny zielone poprzez takie czynności, jak chodzenie, siedzenie lub zatrzymywanie się, aby obcować z naturą i odpocząć, może dostarczyć cennych informacji na temat skuteczności implementacji zieleni w danym projekcie.

Natomiast trzeci wymiar „dostępność”, ma kluczowe znaczenie dla zachęcania do interakcji z terenami zielonymi. Pomiar w budynku fizycznej odległości od kluczowych miejsc dostępu do terenów zielonych ma kluczowe znaczenie, ponieważ krótsze odległości zachęcają do częstszych wizyt i interakcji. Ponadto ważna jest ocena liczby i rodzajów punktów dostępu prowadzących do terenów zielonych, takich jak drzwi, ruchome przeszklenia, schody i rampy, określając, jak łatwo użytkownicy mogą dotrzeć do tych przestrzeni, a ich ilość ułatwia częstsze wizyty i zachęca do odwiedzania terenów zielonych. Ocena łatwości, z jaką użytkownicy mogą poruszać się, dotrzeć do zieleni, jest niezbędna, szczególnie dla osób z problemami poruszania się. Funkcje takie jak windy, rampy i szerokie korytarze zapewniają łatwiejszy dostęp większej grupie ludzi. Ponadto pomiar czasu potrzebnego użytkownikom na przejście z kluczowych obszarów do zieleni pomaga ocenić ich dostępność, krótszy czas przejścia sprzyja spontanicznym wizytom i interakcjom z terenami zielonymi. Kluczowa jest również ocena obecności przeszkód lub barier, które mogą utrudniać ten dostęp. Cechy takie jak schody bez ramp, zamknięte drzwi lub niedostępne zielone dachy, dyskwalifikują uzyskanie wartości płynącej z tego wymiaru.



Ilustracja 12. Trzy Wymiary Wartościowania Dobroczynnego Doświadczenia Zieleni - Widok, Przebywanie , Dostęp. Odnosi się do wartościowania wpływu przestrzeni na człowieka w niej przebywającego. 1)Przebywanie, na ten wymiar składa się głównie analiza wartościowania czasu, interakcji i komfortu związanego z tym wymiarem; 2)Widok, na ten wymiar składa się głównie analiza wartościowania ograniczeń, zakresu, odległości związanych z tym wymiarem; 3) Dostęp, na ten wymiar składa się głównie analiza wartościowania odległości, dróg, łatwości, związanych z tym wymiarem. Źródło: Opracowanie autorskie.

3.4

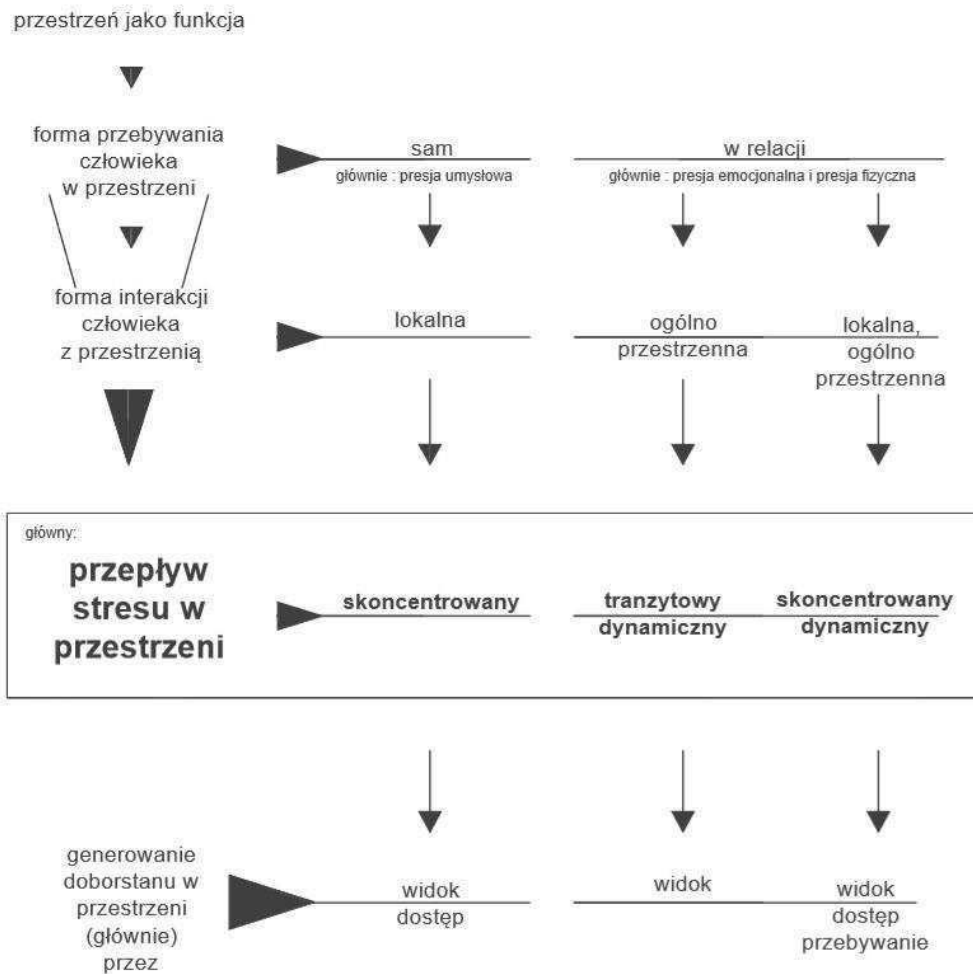
Doświadczenie przestrzeni, a stres

Wpływ dobroczynnego doświadczenia natury w przestrzeni jest trudny do sparametryzowania. Jednak jednym z powtarzających się wskaźników tego wpływu jest jej zdolność do zmniejszania stresu. R. Ulrich, jako badacz środowisk szpitalnych, zauważa, że regeneracja po stresie to proces przywracania zarówno stanu psychicznego, jak i fizjologicznego po doświadczeniu nadmiernie pobudzających warunków [85]. Rozwinięta przez Ulricha teoria regeneracji po stresie (SRT-Stress Recovery Theory) sugeruje, że po doświadczeniu stresującego środowiska jednostki wykazują biologiczną, niemal automatyczną gotowość do reagowania [85]. Ta instynktowna reakcja wydaje się skłaniać ludzi do opuszczenia stresującej sytuacji, pozwalając na pozytywne zmiany emocjonalne, regulację efektów fizjologicznych i uzupełnienie energii użytej podczas reakcji na stres. Ostatecznie odreagowanie stresu jest częścią szerszej koncepcji, która łączy ją z szybkością powrotu do zdrowia [66][8]. Ulrich podkreśla, że projektowanie środowiska odgrywa kluczową rolę w zmniejszaniu stresu zarówno u młodzieży, jak i personelu w placówkach dla nieletnich. Argumentuje, że źle zaprojektowane środowisko może nasilać stres, podczas gdy dobrze zaprojektowane przestrzenie mogą pomóc go złagodzić [111]. Wykorzystanie natury jako czynnika redukującego stres jest często rozumiane poprzez udział zieleni. Badania wykazują, że więcej terenów zielonych w dzielnicach miejskich jest powiązanych z niższym poziomem odczuwalnego stresu i zdrowszymi parametrami kortyzolu_ (tzw. „hormonu stresu”) [112]. Ponadto badania mówią o radzeniu sobie ze stresem mieszkańców, dostarczając dowodów na regenerujący wpływ ekspozycji na naturę w środowisku miejskim, nawet przy stosunkowo krótkich wizytach [113]. Wykazano również, że nasadzenia zieleni w zewnętrznych miejscach budynków np. Na ścianie, balkonie, czy filarach, chronią przechodniów przed stresem [114]. Natomiast obecność nawet niewielkiej rośliny np. doniczkowej na biurku zmniejsza stres psychologiczny i fizjologiczny u pracowników biurowych [115]. Inne badania wykazały, redukcję stresu zarówno przy czynnościach fizjologicznych jak i psychologicznych w kontakcie z naturalnym środowiskiem, porównując różne środowiska miejskie [116]. Chociaż badania konsekwentnie pokazują, że zieleń w otoczeniu człowieka może zmniejszyć stres, często brakuje w nich konkretnych wytycznych (np. lokalizowania, doboru rozwiązań, czy form projektowych zieleni). Dlatego kolejnym krokiem jest zrozumienie efektywnej korelacji

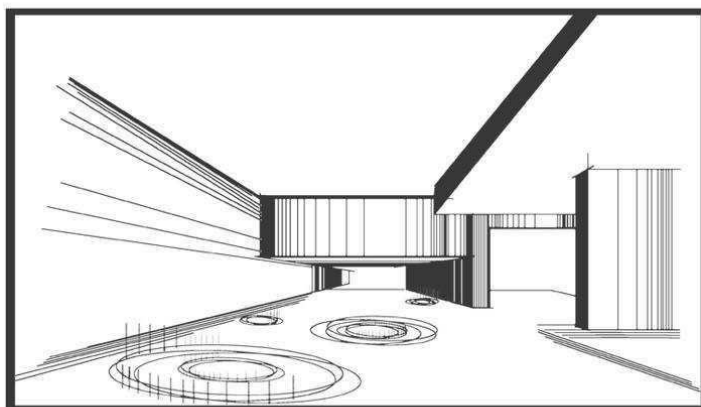
między zielenią, przestrzenią, a dobrostanem człowieka. Poetyckie rozważania na temat przestrzeni, w książce Gastona Bachelarda „The Poetics of Space” [117] pogłębiają jej znaczenie, stając się inspiracją dla dyscyplin na pograniczu sztuki, architektury, czy psychologii. Ten uznany francuski filozof w kilku słowach refleksji, odsłania głębie znaczenia przestrzeni dla człowieka. O przestrzeni domu pisze, że kiedy staje się doświadczony przestaje być obojętny. A przestrzeń zamieszkała wykracza poza swój geometryczny wymiar: „a house that has been experienced is not an inert box. Inhabited space transcends geometrical space” [117]. W swojej książce wprowadza również pojęcie przestrzeni szczęśliwych „felicitous space”, które zapewniają poczucie komfortu, oryginalnego ciepła bycia, dobrostanu. Ta w perspektywie refleksji nad przestrzenią na poziomie wartości doświadczania, wyłania pytanie, gdzie w doświadczeniu przestrzeni jest podstawa do wystąpienia stresu? Podstawą każdej przestrzeni jest jej funkcja. Aby ustalić uniwersalny fundament do badania wpływu przestrzeni, zaczynamy od jej funkcji – jej nieodłącznej natury – ponieważ wszystko, co następuje później w ramach jej indywidualnej estetyki jest inne dla każdego projektu, ale to co je łączy to nadrzędne kształtowanie przestrzeni przez funkcję. Funkcja formuje właściwości danej przestrzeni - właściwości doświadczania przestrzeni, czyli tego jak jego częścią może być stres. Gdyby stres miał kształt i był widoczny widzielibyśmy go jako architekturę kształtowaną przez ludzi, ale byłaby to architektura płynna wytyczona przez napięcia przestrzeni (na które u jej podstaw wpływa funkcja przestrzeni.) Można więc zidentyfikować dwa wymiary analizy doświadczania stresu : człowieka i przestrzeni . Stres jako złożone połączenie reakcji organizmu na presję, zazwyczaj dzielimy na trzy główne rodzaje presji: presję umysłową , emocjonalną i fizyczną [118] . Kategorie te odzwierciedlają podstawowe sposoby, w jakich stres może przejawiać się w funkcjonowaniu umysłowym, emocjonalnym i fizycznym. Skupia to naszą uwagę na to, co u podstawy kieruje powstaniem stresu. W znanych pracach powiązano te rodzaje presji z konkretnymi obszarami: Lazarus i Folkman opisują procesy poznawcze leżące u podstaw presji psychicznej[119], Gross podkreśla regulację emocji leżącą u podstaw presji emocjonalnej[120], a Selye wykazał, w jaki sposób długotrwałe wymagania wpływają na organizm, powodując stres fizyczny [121]. Można postawić hipotezę, że pewne sytuacje związane z przestrzenią mogą powodować przewagę jednego rodzaju presji – umysłowej, emocjonalnej lub fizycznej – i tym samym pozwolić nam przewidzieć, która składowa stresu będzie najprawdopodobniej zaangażowana. Dzieje się tak, ponieważ dana funkcja przestrzeni jest powiązana z typowymi dla niej czynnościami. Wracając do wcześniej wyłonionych dwóch wymiarów obrazujących doświadczanie stresu (człowiek i przestrzeń). Analizujemy człowieka, w którym przestrzeń determinuje jego relację do drugiego człowieka i do przestrzeni. Niektóre przestrzenie są przeznaczone do czynności głównie statycznych, takich jak siedzenie przy biurku i uczenie się, a inne są bardziej mieszanką aktywności, takich

jak chodzenie, stanie, siedzenie w celu zamówienia i spożycia jedzenia. W pierwszym typie wykorzystanie przestrzeni jest bardziej skoncentrowane, a interakcja z innymi ludźmi odbywa się w niższym stopniu, podczas gdy w drugim typie wykorzystanie przestrzeni jest mieszkanką skoncentrowanego i dynamicznego przepływu, a interakcje z innymi ludźmi odbywają się w większym stopniu. Kształtuje to przepływy w przestrzeni, które są tendencyjnie powiązane z poszczególnymi rodzajami stresu, jakiego człowiek może doświadczać w przestrzeni. Praca stacjonarna, biurowa może wpływać znacząco na stres psychiczny [122]. Również stanie w kolejce po produkt, szczególnie kiedy kolejka się zwiększa [123]. Niektóre osoby starsze unikają ruchu lub wychodzenia z domu, ponieważ sam ruch fizyczny jest dla nich stresujący, często wiąże się z obawą przed upadkiem lub dyskomfortem, co przyczynia się do zmniejszenia poziomu aktywności [124]. Rozpoznanie różnicy między presją psychiczną, emocjonalną i fizyczną w badaniach nad stresem w środowisku człowieka, zapewnia ramy koncepcyjne do identyfikacji konkretnych cech jego źródeł. A jednocześnie stanowi podstawę do integracji analiz z różnych perspektyw dyscyplinarnych, zwłaszcza z dziedzin projektowania, psychologii i neuronauki. Natomiast w architekturze przestrzeni, może służyć jako użyteczny miernik do szacowania skali stresu, pomagając w ocenie intensywności lub zakresu skali w zapotrzebowaniu na jej dobrostan. Przy czym bardziej szczegółowe badania mogą doprowadzić do powiązania konkretnych właściwości przestrzennych z konkretnym rodzajem presji.

Przedstawia to model "Przepływy Stresu" (Ilustracja 13), który obrazuje rozkład ruchu stresu w przestrzeni. W dwóch wymiarach doświadczenia: człowieka i przestrzeni. W pierwszym wymiarze badamy jak funkcja przestrzeni formuje sposób przebywania w niej człowieka. Może to się wiązać z większym prawdopodobieństwem wystąpienia danej presji u człowieka (np. przebywanie z innymi ludźmi może się wiązać z presją emocjonalną, natomiast przebywanie samemu z presją umysłową). A to natomiast warunkuje w jaki sposób ujawnia się drugi wymiar doświadczenia stresu w przestrzeni, czyli formę interakcji człowieka z przestrzenią. Jeśli człowiek przebywa w przestrzeni sam to korzysta z niej głównie w sposób lokalny (oznacza to interakcję lub zajmowanie określonego obszaru w bliskiej odległości, często z naciskiem na bezpośrednie lub osobiste otoczenie), natomiast gdy dochodzi do interakcji z innymi ludźmi, forma ta rozwija się w ogólnie przestrzenną lub jest połączeniem obydwu tych form (oznacza to interakcję lub zajmowanie szerokiego, rozległego obszaru, często z naciskiem na odległe lub większe środowiska powiększając jego bezpośrednie otoczenie). W każdym z tych przypadków możliwe jest wystąpienie innych, dodatkowych form presji (stresu), czy przebywania. Niemniej jednak w założeniach modelu jest wyprowadzenie głównych przepływów stresu, uwarunkowanych założeniami funkcjonalnymi przestrzeni - jako kierunku wyznaczającego dalsze pogłębione analizy przestrzenne.

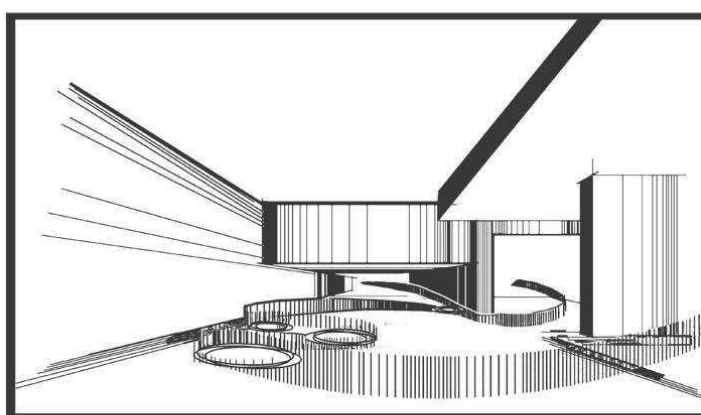


Ilustracja 13. Przepływy Doświadczanego Stresu. Odnosi się do badania form stresu w przestrzeni, połączonych z wpływem na człowieka w niej przebywającego. Wyróżnia trzy główne przepływy stresu: 1) przepływ skoncentrowany, 2) przepływ tranzytowy, dynamiczny 3) przepływ skoncentrowany, dynamiczny. W wyniku, dany przepływ jest powiązany z formą generowania dobrostanu w przestrzeni poprzez doświadczenie zieleni, wskazując na : widok, przebywanie i, lub dostęp jako główny jego wymiar. Źródło: opracowanie autorskie.



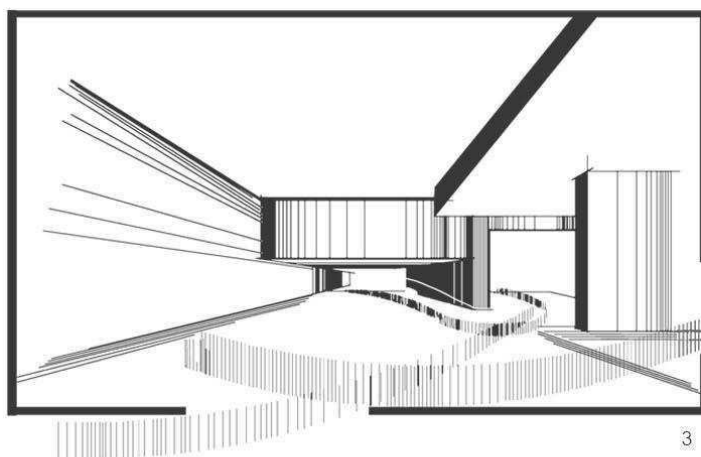
przepływ
skoncentrowany
właściwości:
wewnątrz przestrzenny

1



przepływ
skoncentrowany z
dynamicznym
właściwości:
między przestrzenny
wewnątrz przestrzenny

2



przepływ
transytowy
właściwości:
między przestrzenny

3

Ilustracja 14. Formy przepływów stresu i ich właściwości. (1),(2),(3). Odnoszą się do badania form stresu w przestrzeni, połączonych z wpływem na człowieka w niej przebywającego. Wyróżnia dwie podstawowe właściwości dla danego przepływu: między przestrzenna i, lub wewnątrz przestrzenna. Źródło: opracowanie autorskie.

W ten sposób odkrywamy formę przepływów stresu w danej przestrzeni, jako przepływy skoncentrowane, dynamiczne lub tranzytowe (Ilustracja 13, Ilustracja 14). Ich forma jest obrazem doświadczenia przestrzeni. Przykładowo syntezą przepływu skoncentrowanego jest głównie osobiste doświadczenie człowieka, gdzie stres działa głównie lokalnie, co może być powiązane z presją umysłową (np. praca przy biurku). Natomiast gdy doświadczenie przestrzeni odbywa się w relacji z drugim człowiekiem, jego forma może przyjąć zarówno obraz lokalny jak i ogólnie przestrzenny, kształtując dynamiczny przepływ stresu w przestrzeni, a to z kolei może się głównie wiązać z przeżywaniem presji zarówno emocjonalnej jak i umysłowej (np. korzystanie z kawiarni). Oprócz ciągłego przebywania w danej przestrzeni, możemy z niej korzystać w sposób tranzytowy, przejściowy wraz z innymi ludźmi, ale też samemu. Tutaj forma interakcji z przestrzenią jest ogólnie przestrzenna, ale jej obraz jest przejściowy, kształtując dynamiczny przepływ stresu. Wiazać się to może głównie ze stresem na tle emocjonalnym i fizycznym, wynikającym z konieczności poruszania się (np. szpitalny korytarz)

Każdy z tych przepływów, odzwierciedla odmienny sposób działania , co przekłada się na jego podstawowe właściwości przestrzenne (Ilustracja 14) Pierwsza forma przepływu (skoncentrowana)działa głównie w sposób centryczny — nie jest pozbawiona ruchu, ale jej podstawową właściwością przestrzenną jest oddziaływanie - wewnątrz przestrzenne. Druga forma przepływu (skoncentrowana z dynamiczną) wyraża równowagę między trybem centrycznym a dynamicznym, zachowując obie cechy w równym stopniu i płynnie przechodząc między stabilnością a ruchem (Ilustracja 14) – a zatem jej właściwością jest oddziaływanie zarówno wewnątrz przestrzenne jak i między przestrzenne. Trzecia forma przepływu (tranzytowa): podobnie jak forma druga, podlega dynamicznym zmianom, ale w przeciwieństwie do pozostałych nie pozostaje w jednej przestrzeni przez długi czas — jest tymczasowa, przechodzi przez nią, tym samym jej podstawową właściwością przestrzenną jest oddziaływanie między przestrzenne.

Tutaj przechodzimy od relacji przestrzennych do relacji z człowiekiem. Przepływy stresu jako, forma przestrzenna, ujawniają w jaki sposób człowiek może być zaangażowany w działanie dobroczynnego elementu przestrzeni - zieleni (widok przebywanie dostęp) (Ilustracja 12). Gdy przepływ stresu jest skoncentrowany, ekspozycja na dobroczynność elementu zieleni jest głównie przekazywana przez bodźce wizualne (informacje wizualne działają dobrze gdy mamy do czynienia z odległością od zieleni, kiedy jesteśmy w przestrzeni budynku a nie np. w ogrodzie gdzie zapach lub słuch przekazywałby informacje o bliskości zieleni). A zatem w tym przypadku elementy projektu, które są najbardziej widoczne z perspektywy człowieka, kształtują jego doświadczenie, ponieważ ich interakcja z przestrzenią jest zdominowana przez to, co widzą zachęcając do bliższego kontaktu z zielenią i regeneracji.

Natomiast kiedy przepływ stresu w przestrzeni, kształtuje się w sposób zarówno skoncentrowany jak i dynamiczny, ekspozycja człowieka na działanie dobroczynnych właściwości zieleni staje się wieloaspektowa. Obejmuje nie tylko ekspozycję wizualną, ale może objawić się również w dostępie i przebywaniu w jej otoczeniu. Jest to odpowiedź na złożoność form przebywania człowieka w takiej przestrzeni. Stres który kształtuje się zarówno dynamicznie jak i centrycznie sugeruje formy przekazywania dobroczynnych cech otoczenia. Człowiek poruszający się w takiej przestrzeni, wykazuje większą możliwość odebrania różnych walorów dobroczynnych zieleni reprezentowanych w danej przestrzeni środowiska zbudowanego, a zatem doświadczenie jest odbierane zarówno przez to, co widzi, jak i przez to, jak łatwo może uzyskać dostęp do tych obszarów i w nich przebywać. Natomiast w przypadku przejściowych i dynamicznych form stresu, dobroczynne cechy otoczenia są głównie przekazywane drogą wizualną, ponieważ szybki ruch ogranicza czas spędzony w jednym miejscu, czyniąc natychmiastowy widok najbardziej wpływowym czynnikiem w interakcji jednostki z projektem.

Przepływy stresu informują nas jak najefektywniej wpłynąć na dobrostan człowieka, co pozwala zdecydować w jaki sposób wprowadzić zieleni, aby możliwie najlepiej zredukować stres za jej pomocą.

Weźmy na przykład pod uwagę przestrzenie korytarzy. To obszary przejściowe, wymagające poruszania się, co głównie może być powiązane ze stresem fizycznym spowodowanym koniecznością poruszania się. Oprócz fizycznego dyskomfortu, może również występować stres na tle emocjonalnym spowodowany pośpiechem lub bliskością innych osób. Jest to stres, który może być przeżywany zarówno w pojedynkę jak i w kontakcie z innymi, obejmuje interakcję z całą przestrzenią w sposób dynamiczny, poprzez poruszanie się. Podobnym przykładem są przestrzenie intymne takie jak łazienki, stres na tle emocjonalnym może

wynikać z nieodłącznego dyskomfortu związanego z dzieleniem takich osobistych obszarów z innymi. Te środowiska przede wszystkim generują ruch. W takich wypadkach najważniejszym wymiarem zieleni (jaki da nam odczuwalny efekt) jest wymiar pierwszy - „widok” (Ilustracja 12), (Ilustracja 13). Wprowadzając zieleni, taką jak rośliny wzdłuż ścian lub okna oferujące widoki na naturalne krajobrazy, dajemy użytkownikowi doświadczenie, które nie wymaga interakcji, ani przebywania, poprzez wizualne doświadczenie zieleni towarzyszącej podczas jego drogi najważniejszy jest jak najdłuższy kontakt wizualny z zielenią, możliwie obecny w całej przestrzeni, pomagając złagodzić napięcie związane podczas czynności komunikacyjnych.

Innym przykładem są natomiast miejsca pracy biurowej, gdzie stres wynika głównie z wysiłku umysłowego. Potrzeba skupienia, produktywności i koncentracji często prowadzi do przeciążenia poznawczego. Podczas takiej czynności użytkownik głównie wykorzystuje przestrzeń lokalnie przez większość czasu jego uwaga jest skupiona wokół konkretnej przestrzeni, statycznie głównie siedząc lub stojąc. W takich przestrzeniach najważniejszym elementem zieleni jest wymiar pierwszy i trzeci „widok” i „dostęp” (Ilustracja 12), (Ilustracja 13). Widok zapewnia wizualne połączenie z naturą, które niweluje poczucie zamknięcia w danej przestrzeni, łączy ją z zewnątrz, daje poczucie otwartości i kontaktu z naturą, pomagając w niwelowaniu presji umysłowej. Natomiast drugi wymiar „dostęp” zachęca do ruchu, bliższego kontaktu z naturą, dającego możliwość szybszej regeneracji po wysiłku, presji umysłowej.

Następnie, w przestrzeniach zaprojektowanych do interakcji społecznych, takie jak stołówki czy kawiarnie, doświadczenie stresu często przeplata się z oddziaływaniem emocjonalnym wynikającym z interakcji z innymi. Poruszając się po tych przestrzeniach, osoby realizują zarówno dynamiczne, jak i statyczne zachowania. Przemieszczają się, aby spełnić swój cel – np. zamawianie jedzenia - jednocześnie zajmując określone miejsce siadając np. przy stole. Są to szczególne obszary, gdzie możliwe czynniki stresowe i interakcji społecznych się przeplatają, tutaj wszystkie trzy wymiary wartościowania doświadczenia zieleni „widok”, „przebywanie”, „dostęp” (Ilustracja 12), (Ilustracja 13), mogą oferować swoje dobroczynne wartości. Podczas zajmowania przestrzeni lokalnie oferowanie widoku zieleni jest kluczowe, natomiast dostęp do tej zieleni i możliwość przebywania w jej otoczeniu jest głównym wymiarem dającym możliwość schronienia, intymności, ciszy, komfortu. Ponadto możliwość siedzenia i cieszenia się przestrzenią na świeżym powietrzu sprzyja budowaniu relacji międzyludzkich [125] i budowaniu poczucia przynależności społecznej [126] [127] zachęcając do dłuższych pobytów w otoczeniu natury.

W każdym z tych przypadków obecność natury - zwłaszcza zieleni - może pomóc złagodzić szkodliwe skutki stresu. Niezależnie od tego, czy chodzi o relaks emocjonalny, regenerację umysłową czy fizyczną, projektowanie z wykorzystaniem zieleni integruje naturę z naszym codziennym otoczeniem, w sposób zgodny z naturalnym rytmem ludzkiego życia, zapewniając wymierne korzyści zdrowotne.

Podsumowując zapotrzebowanie na dobrostan w przestrzeni, warunkują przepływy stresu jakie się w niej kształtują. Na to zapotrzebowanie odpowiedzą są dobroczynne elementy przestrzeni (wywołujące poczucie kontaktu z naturą), takie jak zieleni. Natomiast na to, jak tą redukcję stresu wprowadzać analizujemy w trzech wymiarach – widok, przebywanie, dostęp (Ilustracja 12). Niemniej jednak każdy z tych wymiarów ma odrębną wagę i wartość dla analizowanej przestrzeni środowiska zbudowanego, którą warunkują przepływy stresu (Ilustracja 13). A zatem nie każdy wymiar wpływu zieleni na człowieka jest równie ważny dla danej przestrzeni. Jego wagę należy zidentyfikować. Zasadność wyboru dokonywana jest na podstawie zmapowania potrzeb dobrostanu w przestrzeni (przepływy stresu) . Waga ta podkreśla znaczenie zrozumienia każdego wymiaru, przy wykorzystywaniu elementu zieleni. Ostatecznie celem jest określenie, który wymiar ma największy wpływ na efektywność doświadczenia, dobroczynnego waloru zieleni w tych przestrzeniach.

Rozdział 4

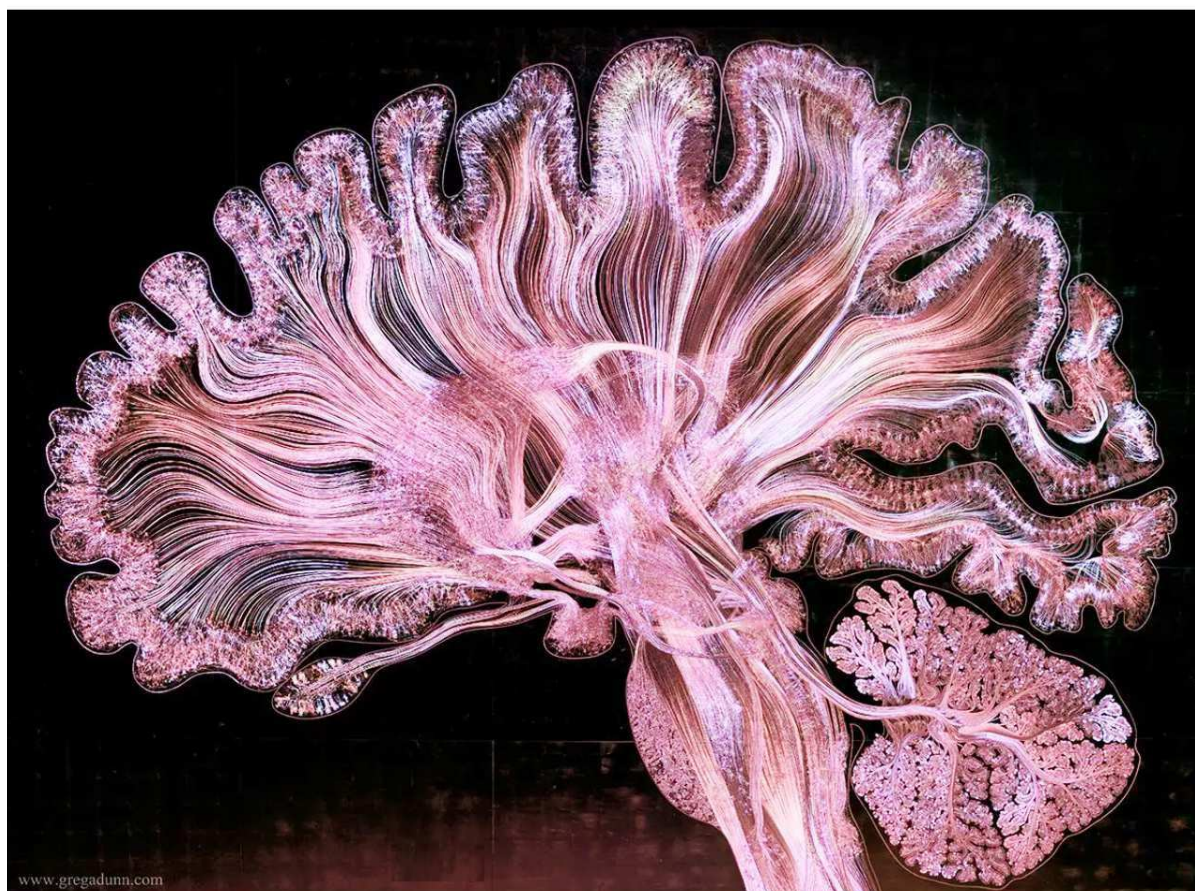
Rola mózgu w mierzeniu doświadczenia dobrostanu w przestrzeni

Efekt dobrostanu w przestrzeni. Jak można go zmierzyć, budować i ostatecznie zrozumieć? Obserwacja zachowań oraz analiza doświadczeń człowieka prowadzi nas w kierunku neurologicznych podstaw tej percepcji. I bliższego zrozumienie tego jak mózg uczestniczy w odbiorze i konstrukcji dobrostanu w przestrzeni. Poczucie bezpieczeństwa, komfortu, inspiracji czy spokoju. Ten pozornie niematerialny wymiar pomagają uchwycić biologiczne wskaźniki oparte na fizycznych reakcjach ludzkiego ciała. Dzięki rozwojowi technologii sięganie do tej wiedzy staje się łatwiejsze niż kiedykolwiek. Narzędzia umożliwiające badanie mózgu, stają się mniej skomplikowane, kompaktowe, przenośne i komfortowe. A współpracy interdyscyplinarne na tej płaszczyźnie coraz częstsze.

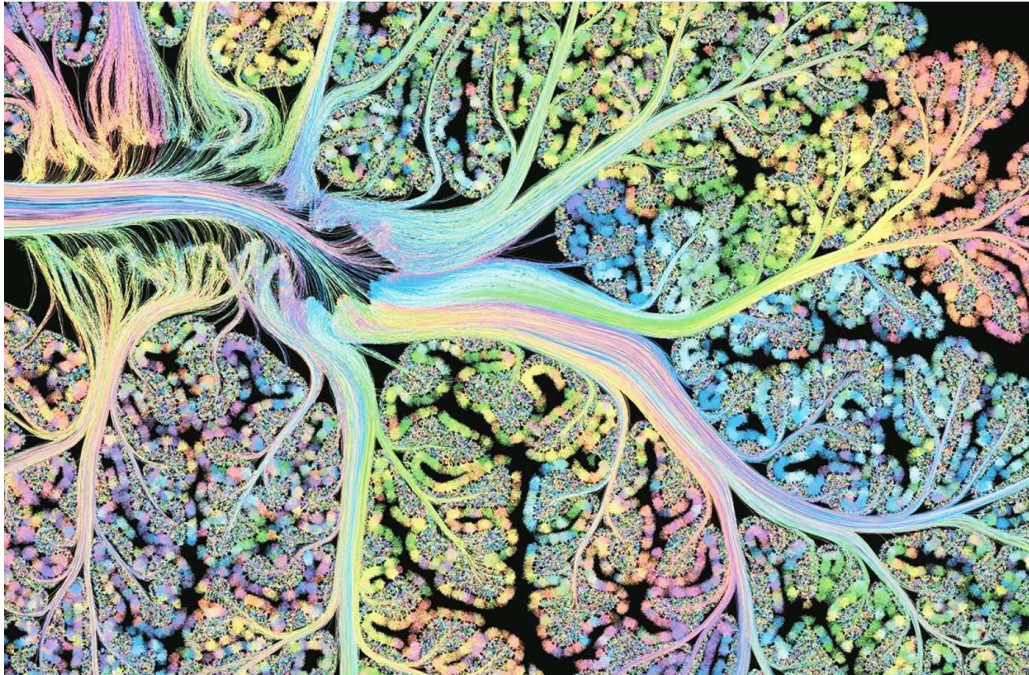
4.1.

Biologiczny wymiar doświadczeń człowieka w przestrzeni

Ludzki mózg - ta zagęszczona, pulsująca masa burz synaptycznych i rytmów elektrycznych - jest często opisywany w kategoriach zarezerwowanych dla kosmosu. Mówi się, że mózg ma tyle neuronów, ile gwiazd w Drodze Mlecznej [128]. Porównanie to daje nam obraz jak złożonym, ale też pięknym i inspirującym jest organem. Każdy region, każda fałda i kształt pełni wyspecjalizowane funkcje, ale nic nie działa w izolacji, wszystko jest uwikłane w skomplikowaną sieć interakcji. Jest jednocześnie ostoją racjonalnego myślenia i źródłem instynktownych reakcji. Odpowiada za pamięć, emocje i wyobraźnię, jednocześnie regulując najbardziej podstawowe procesy organizmu: bicie serca, oddech, sen, głód, równowagę. Nasza zdolność do orientowania się w przestrzeni, postrzegania bezpieczeństwa lub zagrożenia, czy odczuwania komfortu - wszystko to pochodzi z tej tajemniczej, żywej architektury mózgu (Ilustracja 15), (Ilustracja 16), (Ilustracja 17).



Ilustracja 15. “Self Reflected” Dr Greg Dunn (artysta i neuronaukowiec) i dr Brian Edwards (artysta i specjalista fizyki stosowanej) stworzyli “Self Reflected”, obrazują naturę ludzkiej świadomości, poprzez technikę zwaną refleksyjnym “microetching”, w ramach którego powstają piękne obrazy neuronowe, mające odzwierciedlać to, co dzieje się w naszych własnych umysłach. Źródło:[129].



Ilustracja 16. Laminarna struktura struktury mózdzku , regionu zaangażowanego w ruch i umiejętność określenia położenia ciała w przestrzeni. Źródło:[129].



Ilustracja 17. Pień mózgu i mózdzek regiony kontrolujące podstawowe funkcje ciała i funkcje motoryczne. Źródło:[129].

Miliardy neuronów uczestniczą w przetwarzaniu informacji, które mogą być nie tylko przechowywane, zapamiętywane, ale także wpływają na rozwój i kształt połączeń neuronowych, zjawisko, które nazywamy neuroplastycznością mózgu [130]. Jest to nie tylko biologiczny proces jakiemu podlega nasz mózg, ale miejsce nadziei na poprawę wielu aspektów ludzkiego życia. Udowadniając, że mamy wpływ na poprawę naszego dobrostanu, zdrowia poprzez dobre doświadczenia, które umacniają, trenują nasz mózg. Z drugiej strony to, że nasz mózg jest zdolny do adaptacji w różnych warunkach wymaga naszej szczególnej uwagi, żeby nie ulec delikatnym ale powtarzalnym dla naszej podświadomości wpływom, które mogą być szkodliwe dla rozwoju człowieka, bo przecież tak jak znany psycholog środowiskowy Robert Sommer zauważył, owszem człowiek może się zaadaptować do wielu negatywnych warunków rozwijającego się świata, ale pytanie czy takiego człowieka chcemy: „[Man] will adapt to hydrocarbons in the air, detergents in the water, crime in the streets, and crowded recreational areas. Good design becomes a meaningless tautology if we consider that man will be reshaped to fit whatever environment he creates. The long-range question is not so much what sort of environment we want, but what sort of man we want” [131].

Przenikanie dowodów naukowych do praktyki projektowej stanowi istotny czynnik w podejmowaniu decyzji projektowych, przy jednoczesnym poszerzaniu wiedzy naukowej. Termin EBD (Evidence Base Design), czyli projektowanie oparte na dowodach, wyraźnie wybrzmiał w 2003 roku, opisany jako celowy wysiłek mający na celu oparcie decyzji projektowych na najlepszych wynikach dostępnych badań [132]. Jednak praktyka włączania dowodów do projektowania rozpoczęła się na długo przedtem. W latach 1800-1900 projektanci szpitali wykorzystywali dowody naukowe do opracowywania strategii zapobiegania infekcjom [133]. Współczesna ewolucja EBD zyskała znaczną popularność po wpływowym badaniu dr Rogera Ulricha z 1984 roku, które wykazało, że pacjenci z widokiem na naturę zdrowieli szybciej niż ci bez niego [8]. Wymiana między designem a nauką tworzy niezwykle istotną synergię, ich połączenie jest szczególnie ważne dla rozwoju obu tych dziedzin. Różne podejścia i procesy wykorzystywane przez projektantów i naukowców otwierają perspektywy tworzenia przełomowych innowacji oraz pogłębiania naszej wiedzy zrozumienia świata i człowieka.

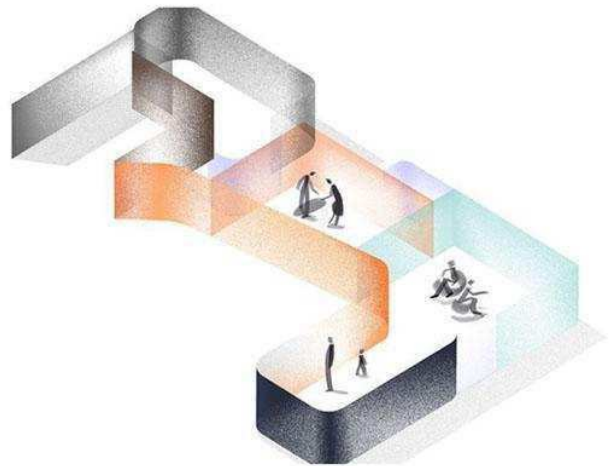
Nauka dąży do obserwowania, wyjaśniania i przewidywania zjawisk w oparciu o dowody i eksperymenty. Z perspektywy projektowania istotne jest tworzenie rozwiązań, projektów gdzie celem jest zaspokojenie konkretnych ludzkich potrzeb. Jednak projektowanie nie polega jedynie na wiedzy technicznej, wymaga też umiejętności wycucia danego miejsca, na próbie wychwycenia tzw. „genius loci”, ducha miejsca[134]. Chociaż projektowanie poszukuje ustrukturyzowanych działań koncepcyjnych (np. design thinking, user-centered design). To jako sztuka jest otwarte na interpretację. Przy czym w nauce główną wartością jest jej obiektywny wymiar, oparty na dowodach i odtwarzalności. Upraszczając nauka pomaga wyjaśniać, a projektowanie tworzyć. Przy czym obie te dziedziny wpływają na postęp technologiczny i rozwój cywilizacji, poszerzając granice tego co może być odkryte i zrozumiane przez człowieka.

W wyniku tego połączeniu ewoluują terminy, które wyznaczają nowe trendy zarówno w nauce jak i w projektowaniu. W latach 90-tych Semir Zeki użył terminu neuroestetyka, nazywając w ten sposób współinterakcję procesów neurobiologicznych z estetycznymi doświadczeniami [26]. Neuronauka zajmuje się badaniem mózgu i układu nerwowego[135]. Neuroestetyka bada, w jaki sposób elementy wizualne, takie jak symetria, kolor lub tekstura, wywołują reakcje mózgu. Ścisłe związana z neuroestetyką jest neuroarchitektura, określenie, które pojawiło się w 2003 roku podczas przemówienia Freda Gagea [136]. Chociaż koncepcja wpływu architektury na ludzką neurologię została rozpoznana dziesiątki lat wcześniej, w latach 50 architekt Richard Neutra zauważył, że architektura powinna mieć na celu zaspokojenie neurologicznych potrzeb jej użytkowników[137].

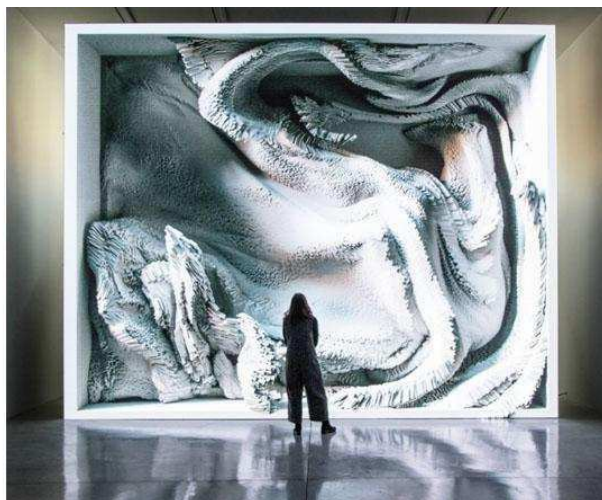
Neuroarchitektura integruje neuronaukę z projektowaniem architektonicznym. Bada relacje między fizycznym otoczeniem a człowiekiem, poszukując jej neuronalnego odpowiednika. Badania te torują drogę praktykom projektowym, które są nie tylko atrakcyjne wizualnie, ale także korzystne neurologicznie, wspierając między innymi dobrostan emocji, zdolności poznawczych i regeneracyjnych człowieka.

Jednym z przykładów transformacji wiedzy między nauką a designem jest praca „A Space for Being” (Ilustracja 18) zaprezentowana podczas Milan Design Week 2019 [138]. W projekcie tym twórcy analizowali, w jaki sposób kolor, światło i inne walory estetyczne wpływają na użytkowników. Wykorzystali opaski na nadgarstki do pomiaru reakcji fizjologicznych, w tym tętna, stanu skóry, aktywności serca, aktywności oddechowej, temperatury i reakcji skóry, aby określić, które przestrzenie wywierały kojący wpływ na ludzi. Kolejnym przykładem jest publiczna instalacja artystyczna, „Melting Memories”(Ilustracja 19), prezentowana w Pilevneli Gallery w Stambule[139], gdzie struktury wizualne są generowane poprzez przechwytywanie

aktywności fal mózgowych uczestników pobieranych z danych EEG. Natomiast w Pawilonie wystawionym na London Design Biennale w 2023 roku „Inner Peace Pavilion” (Ilustracja 20) [140] odwiedzający używali specjalnego zestawu słuchawkowego, który rejestrował ich fale mózgowie, a następnie wizualizował wyniki tego pomiaru na warstwie wierzchniej prezentowanej tkaniny. Przykłady te ilustrują, w jaki sposób postęp naukowy zmienia nasze rozumienie i doświadczanie sztuki i przestrzeni. Dając nowe możliwości komunikacji między użytkownikiem a twórcą, przestrzenią i jej odbiorcą. W miarę rozwoju wiedzy i postępów technologicznych synergia nauki i projektowania, designu wyznacza nową erę w relacjach między biologią człowieka, a środowiskiem zbudowanym.



Ilustracja 18. „A space for being” . Źródło: [138]



Ilustracja 19. “Melting Memories”. Źródło: [139]



Ilustracja 20. “Inner Peace” . Źródło: [140]

4.2.

Mózg i przestrzeń - koncepcje

Zrozumienie, w jaki sposób mózg widzi przestrzeń, stanowi podstawę do poznania jego złożonej roli w kształtowaniu naszej świadomości przestrzennej. Doświadczany przez nas świat nie jest bezpośrednią reprezentacją świata fizycznego, ale raczej konstrukcją naszego układu nerwowego – ta naukowa teoria została opisana już w 1952 roku w książce „The Sensory Order” autorstwa F.A. Hayeka [141]. Przestrzeń środowiska zbudowanego rozumiana w oparciu o procesy zachodzące w mózgu to między innymi zrozumienie naukowych teorii badających złożony związek między światem zmysłowym, a światem fizycznym.

Na przykład wpływ światła na interpretowaną atmosferę przestrzeni. Jego intensywność, kierunek i barwa, często są kojarzone z różnymi efektami, jak ciepłe światło wywołuje komfort i przytulność, podczas gdy chłodniejsze światło wywołuje odwrotność tego doświadczenia. Natomiast z biologicznej perspektywy, światło reguluje nasz rytm dobowy (circadian rhythm), wprowadzając ciało w stan, który wpływa na sen i wybudzanie. Na przykład, badania pokazują, że niebieskie światło hamuje wydzielanie melatoniny, hormonu pomagającego nam w zasypianiu[142]. Co niekoniecznie wiąże się z naszą świadomością wizualną, kiedy nawet pozornie ciepłe światło może emitować światło niebieskie, jak w przypadku systemów LED. Ponadto wraz z rozwojem miast, na nasze ciało coraz większy wpływ ma również światło emitowane poza wnętrzem budynku. ‘Light pollution’, czyli termin określający nadmierną emisję światła w miastach [143]. Zjawisko wywołane dużą ilością oświetleń występujących szczególnie w dużych aglomeracjach miejskich. Latarnie uliczne, budynki, znaki i reklamy, wspólnie emitujące dużą ilość światła zakłócają noc, zaburzając ekosystemy, w tym rytm dobowy człowieka, co może mieć negatywne konsekwencje dla jego ogólnego stanu zdrowia i samopoczucia.

Podobnym przykładem są wspomniane już wcześniej wzorce biofiliczne [84], opowiadające się za bliskością środowiska naturalnego zarówno w przestrzeniach miejskich jak i w budynkach. Sugerują, że nawet układy przestrzenne, które oferują poczucie perspektywy i eksploracji odwołują się do natury człowieka poprzez oferowanie, doświadczeń podobnych do tych jakie możemy znaleźć w przyrodzie. Tego typu badania zwracają uwagę na poszukiwanie parametrów projektowych, które są szczególnie ważne z perspektywy biologicznej naszego

mózgu. W przypadku zieleni jest to poszukiwanie odpowiedzi co czyni ją tak wyjątkową. I wyłuskanie tych elementów, które można by imitować w przestrzeni środowiska zbudowanego, w sytuacjach gdy oczywisty dostęp do zieleni w postaci np. ogrodu czy widoku z okna na park, nie jest możliwy. To znając parametry, które dla naszego mózgu są szczególnie ważne, a dla architektów możliwe do odtworzenia tworzymy przyjazne mu środowisko. Nawet jeśli staramy się zbliżyć do tego efektu poprzez np. kolor zielony, organiczne kształty, czy użycie naturalnych materiałów to jednak nadal poszukujemy obiektywnych mierników i wiedzy jaka koncepcja zbliży nas najbardziej do osiągnięcia prawdziwie naturalnej estetyki.

W postrzeganiu przestrzeni architektonicznej, może mieć również znaczenie wiedza specjalistyczna z tego zakresu [144]. Projektanci myślą przestrzennie, wizualizując złożone układy w swoich wyobrażeniach. Jednym z powodów mogą być szczególne uwarunkowania i zdolności ich mózgów, ale również i to jak architekt pracuje z przestrzenią. Jego relacja z przestrzenią poza światem fizycznym odbywa się również w wyobraźni, co może mieć wpływ na ćwiczenie mózgu w szczególny sposób.

Przestrzeń fizyczna to również środowisko, w której nasz mózg się uczy i zapamiętuje. Dzięki badaniom ujawniającym te relacje, dowiadujemy się jak wielopłaszczyznowe są te wpływy. Przykładowo badania pokazują, że środowisko w oddziałach opieki nad osobami z chorobą Alzheimera odgrywa znaczącą rolę w wpływaniu na behawioralne wyniki zdrowotne, przy czym zrównoważone połączenie farmakologicznych, behawioralnych i środowiskowych podejść może być najbardziej skuteczne w poprawie zdrowia, zachowania i jakości życia osób z chorobą Alzheimera [145]. A zatem pytania jak nasz mózg tworzy mapy przestrzenne, jakie drogi służą naszej pamięci, zapamiętywaniu, poruszaniu się są szczególnie ważne. Szacuje się, że do 2050 roku liczba osób z demencją się potroi osiągając około 152 milionów ludzi na świecie [146]. Czy to jak odnajdujemy się w przestrzeniach budynków i miast jest powiązane z postępem technologicznym. Badania wykazują, że rosnąca w społeczeństwie tendencja do polegania na urządzeniach nawigacyjnych GPS ma istotne znaczenie. Nawykowe korzystanie z tej technologii negatywnie wpływa na pamięć przestrzenną wykorzystywaną podczas samodzielnej nawigacji [147]. Niemniej jednak, w niektórych miastach łatwiej jest nam się odnaleźć - punkty orientacyjne i układ ulic są bardziej intuicyjne, dzięki czemu łatwiej je zapamiętać. Z pewnością ćwiczenie naszej pamięci i wpływanie na neuroplastyczność mózgu jest częścią naszego codziennego życia, w tym tego, jak angażujemy się w otaczającą nas przestrzeń i poruszamy się po niej.

Również nasze emocje uwalniają się pod wpływem cech przestrzennych. Wysokie sufity utożsamiamy z poczuciem majestatyczności i otwartości, co może sprzyjać poczuciu wolności lub inspiracji. I odwrotnie, niskie sufity są postrzegane jako sprzyjające intymności lub przytulności, choć mogą wydawać się ograniczające w zależności od innych elementów projektu.

Na drodze zrozumienia tych doświadczeń jest badanie jak konkretne parametry zmieniają i przekazują znaczenie przestrzeni. Umberto Eco, wniósł znaczący wkład w semiotykę architektoniczną, badając w jaki sposób środowisko zbudowane komunikuje się poprzez swoje formy i struktury. Twierdził, że architektura funkcjonuje jako forma masowej komunikacji, osadzonej w kodach i ukrytych informacjach, które wpływają na jej percepcję i interakcję z nią. Podkreślał projektowanie dla „zmiennych funkcji podstawowych i otwartych funkcji drugorzędnych”, opowiadając się za adaptowalnymi przestrzeniami, które wspierają różnorodne interpretacje i zastosowania, łącząc semiotykę i projektowanie architektoniczne [148].

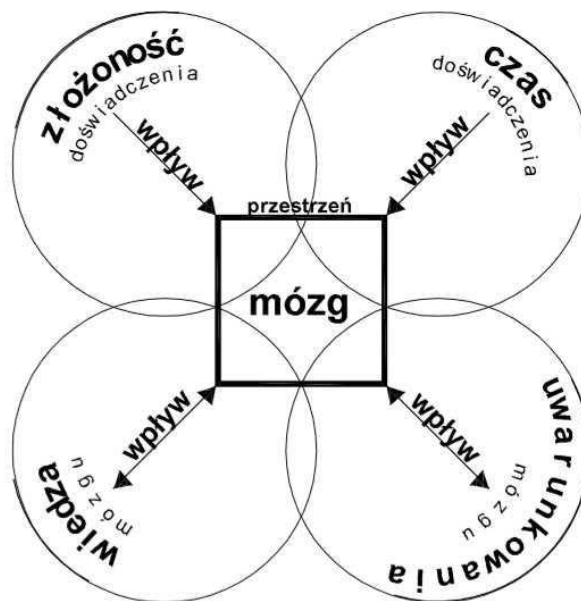
Perspektywa neurobiologiczna tych doświadczeń, jest pozornie niewidoczna, a zatem nie wiemy czy nasze subiektywne odczucia są równoważne z ich biologiczną interpretacją oraz jak biologia naszego mózgu wpływa na postrzeganie przestrzeni. W jakim stopniu jest aktywnym współtwórcą tego doświadczenia, a w jakim bezbronnym odbiorcą wrażeń płynących z otoczenia.

Na przykład z badań z udziałem szczurów wypływa koncepcja „wzbogaconych środowisk” [149], która mówi o tym, że ekspozycja na wzbogacone środowisko znacznie poprawia funkcjonowanie mózgu, szczególnie w obszarach związanych z uczeniem się, pamięcią i elastycznością poznawczą. W badaniach tych szczury hodowane w środowiskach bogatych, czyli wypełnionych różnymi bodźcami, takimi jak zabawki, tunele i interakcje z innymi osobnikami, miały lepiej rozwinięte mózgi. Badania te sugerują, że plastyczność neuronalna mózgu pozwala mu rosnąć i dostosowywać się w oparciu o złożoność i bogactwo otaczającego środowiska, podkreślając znaczenie stymulującego otoczenia dla rozwoju poznawczego. Inne badania stały się źródłem kolejnej koncepcji przestrzennej, egocentrycznego i allocentrycznego przetwarzania przestrzennego [150], które definiują różne sposoby rozumienia przestrzeni. Przetwarzanie egocentryczne to zdolność do lokalizowania obiektów i poruszania się w przestrzeni w oparciu o własną pozycję, czyli zasadniczo sposób, w którym postrzegania elementów przestrzeni w stosunku do własnego ciała. W przeciwieństwie do tego, przetwarzanie allocentryczne obejmuje rozumienie przestrzeni z perspektywy zewnętrznej, postrzeganie relacji między obiektami znajdującymi się w pomieszczeniu.

Natomiast naukowcy z Salk odkryli, że czas spędzony na eksploracji środowiska powoduje, że reprezentacje neuronalne rozszerzają się w nieoczekiwany sposób, podważając powszechne założenie, że poruszamy się w przestrzeni w prosty, liniowy sposób [151]. Badanie wykazało, że geometria hiperboliczna kształtuje reakcje neuronalne, a zdarzenia sensoryczne są mapowane na hiperboliczne reprezentacje neuronalne. Z kolei szczury eksplorujące otoczenie dłużej lub poruszające się wolniej rozwijały rozszerzone mapy neuronowe, uzyskując więcej informacji przestrzennych [152]. Co może mieć zastosowanie w chorobach takich jak Alzachaimer [151]. Wiele kluczowych koncepcji naukowych dotyczących mózgu i przestrzeni, wprowadził M. Arbib, opisując, że nasza percepcja jest ściśle związana z działaniem „action oriented” [153]. M. Arbib sugeruje, że nasze zmysły zostały zaprojektowane, aby pomóc nam poruszać się w przestrzeni i aktualizować naszą mentalną mapę środowiska. Mózg postrzega przestrzeń w sposób, który wspiera potencjalne działania, nie zawsze koncentrując się na konkretnych obiektach. M. Arbib wykorzystuje teorię schematów do wyjaśnienia, w jaki sposób mózg organizuje informacje przestrzenne [153]. Schematy to ramy mentalne, które grupują powiązane elementy przestrzenne we wzorce. Wzorce te mogą następnie łączyć się w bardziej złożone struktury. Pomaga to mózgowi zarządzać złożonymi przestrzeniami poprzez budowanie i dostosowywanie map mentalnych w oparciu o doświadczenie i kontekst. M. Arbib sugeruje, że aktywacja schematów tworzy wypełniony wartościami krajobraz, który pośredniczy w tym, jak świadomie i nieświadomie doświadczamy przestrzeni [154]. Oznacza to, że nasze doświadczenie przestrzeni zawsze zmienia się w oparciu o nasze procesy poznawcze. Opisuje doświadczenie jako część cyklu percepcja-działanie „perception action cycle” [154], w którym wizja i percepcja są aktami tworzenia. Oznacza to, że doświadczenie przestrzenne nie jest pasywne, ale jest aktywnym procesem konstruowania znaczenia. Jak wskazuje Arbib, pamięć i wyobrażenia są ściśle powiązane z percepcją przestrzenną [155]. Pozwalają nam tworzyć nowe koncepcje przestrzenne w oparciu o wcześniejsze doświadczenia. M. Arbib wprowadza również pojęcie przestrzeni lokometrycznej, w której zwierzęta mierzą świat w kategoriach działań (np. wykonanych kroków) lub postrzeganej miary takich działań [155]. Wiąże się to z integralnością drogi, zdolnością do śledzenia lokalizacji względem punktu początkowego, co z kolei wiąże się z dynamicznym przekształcaniem w mapie hipokampa, części mózgu powiązanej z zapamiętywaniem.

Podsumowując, doświadczenie przestrzeni przez nasz mózg jest wysoce zintegrowanym i dynamicznym procesem, który można opisać czterema kluczowymi czynnikami : złożoność doświadczenia, czas doświadczenia, wiedza mózgu, uwarunkowania mózgu (Ilustracja 21) . Niektóre z tych wpływów wynikają z tendencji mózgu, gdzie wcześniejsza wiedza i oczekiwania kształtują sposób postrzegania przestrzeni. Na przykład osoby mogą interpretować wskazówki przestrzenne w różny sposób w zależności od ich doświadczeń lub pochodzenia kulturowego. Ponadto uwarunkowania , takie jak wiek np. dziecko może postrzegać przestrzeń inaczej niż osoba dorosła lub istniejące preferencje w tym jak mózg postrzega elementy przestrzeni np. w odniesieniu do swojej osoby, egocentrycznie, czy w sposób allocentryczny gdzie punktem odniesienia są relacje między obiektami. Są to uwarunkowania mózgu, a zatem wpływają na doświadczenie przestrzeni dwukierunkowo – odbierania i generowanie doświadczenia przestrzeni. Inne wpływy wynikają z właściwości samej przestrzeni. Bogactwo środowiska, takie jak różnorodność bodźców, możliwość interakcji, odgrywa znaczącą rolę w kształtowaniu reakcji neuronalnych. Bardziej złożone środowisko z różnorodnymi bodźcami sensorycznymi może znacząco wpływać na stan rozwoju mózgu. Podobnie czas, ile i w jaki sposób przestrzeń jest doświadczana wpływa na przetwarzanie neuronalne. A zatem zarówno przestrzeń jak i mózg aktywnie wpływają na doświadczenie danej przestrzeni. Ta interakcja podkreśla złożoną, dwukierunkową relację między mózgiem a przestrzenią, którą doświadczamy. Kształtując sposób, w jaki rozumiemy świat i poruszamy się po nim.

Pomimo znacznego dorobku nauki pomagającej nam zrozumieć neuronalne reprezentacje przestrzeni to nasza wiedza na ten temat pozostaje ograniczona, co podkreśla ciągłą potrzebę dalszych badań w tym zakresie. Niemniej jednak już dzisiaj wiemy, że to co wpływa na mózg i w jaki sposób go kształtuje może się różnić od naszych założeń na poziomie psychologicznym. Czynniki wpływające na mózg, bodźce zewnętrzne i wewnętrzne, tendencje mózgu, wpływają na różne sposoby przetwarzania informacji przestrzennych. Ten dynamiczny związek między czynnikami zewnętrznymi, a reakcją mózgu podkreśla złożoność tego jak rozumiemy przestrzeń i rolę mózgu w konstruowaniu tego doświadczenia. Ta perspektywa pozwala nam badać przestrzeń nie tylko jako coś, w czym się znajdujemy, ale coś, co przechodzi przez nas: jest filtrowane, kształtowane i nabiera znaczenia dzięki strukturom poznawczym, które leżą u podstaw naszego doświadczania otaczającego świata.



Ilustracja 21. Doświadczenie mózgu w przestrzeni. Odnosi się do wpływu przestrzeni na człowieka w niej przebywającego. Wyróżnia cztery istotne wpływy, dwa z nich odnoszą się do doświadczenia odbieranego z przestrzeni 1) jego złożoność 2) jego czas. Natomiast dwa pozostałe czynniki płyną od człowieka, którego mózg reaguje na przestrzeń, wynikające z 3) uwarunkowania jego mózgu oraz 4) jego wiedzy. Źródło: Opracowanie autorskie.

4.3

Metody badania reakcji mózgu na otoczenie

Doświadczenie otoczenia i reagowanie na nie przez ludzi ma istotny związek z funkcjonowaniem ich mózgów. Dlatego właśnie mózg stał się tak ważnym przedmiotem badań w wielu różnych dziedzinach. A dzięki postępowi technologicznemu narzędzia, które kiedyś były używane wyłącznie w środowisku medycznym, stają się coraz łatwiejsze w użyciu, bardziej przenośne i szerzej dostępne dla innych. Otworzyło to badaczom możliwość analizowania odczuć i reakcji ludzi na ich otoczenie.

Jednym z takich stosowanych narzędzi jest EEG (elektroencefalografia). Umożliwia naukowcom monitorowanie elektrycznej aktywności mózgu w czasie rzeczywistym, pomagając im zrozumieć, jak różne środowiska wpływają na stan ludzi. Na przykład wykazano, że środowiska dbające o obecność natury lub przywołujące jej skojarzenia, takie jak dźwięki wody lub instalacje roślinne, zwiększają aktywność fal mózgowych alfa, co koreluje ze zmniejszonym stresem i zrelaksowaniem [156]. Z drugiej strony, środowiska z nadmiernym hałasem podnoszą aktywność fal beta, odzwierciedlając zwiększone obciążenie psychiczne i zmęczenie poznawcze [157]. Innym popularnym narzędziem jest fMRI (funkcjonalny rezonans magnetyczny). W przeciwieństwie do EEG, które śledzi aktywność elektryczną na powierzchni mózgu, fMRI mierzy zmiany przepływu krwi w mózgu, żeby sprawdzić, które obszary są bardziej aktywne podczas określonych doświadczeń. Przykładowo, wykorzystując fMRI, badania wykazały, że układy służące odnajdywaniu drogi aktywują hipokamp, poprawiając nawigację i pamięć przestrzenną [158]. fMRI i EEG są nieinwazyjnymi metodami ułatwiającym naukowcom z różnych dziedzin na uzyskanie cennych informacji o reakcjach mózgu. Wykorzystywane są głównie w kontrolowanych warunkach badań naukowych, ale ich odkrycia informują o plastyczności mózgu i jego reakcjach na różne bodźce, oferując cenne wskazówki dotyczące projektowania przestrzeni, które korelują z dobrą dla jego rozwoju aktywnością.

Innym urządzeniem, które odzwierciedla pracę mózgu jest narzędzie do śledzenia ruchu gałek ocznych (eye tracking). Poprzez śledzenie tych ruchów możemy między innymi badać uwagę, zainteresowanie i obciążenie poznawcze, przykładowo badania z użyciem eyetrackingu wykazały, że obrazy o zorganizowanej złożoności, podobne do wzorów występujących w naturze, bardziej angażują odbiorców wizualnie [159].

Oprócz urządzeń, które bezpośrednio kojarzone są z badaniami dotyczącymi mózgu, badacze sięgają do narzędzi, które nie są do nich przeznaczone, ale również dają nam informacje na temat tego jak człowiek reaguje na środowisko i które mogą być wykorzystywane razem z badaniami mózgu. To między innymi badanie aktywności serca HRV, które odzwierciedla aktywność autonomicznego układu nerwowego, wyższa zmienność HRV wskazuje lepszą odporność na stres. Przykładowo osoby poruszające się w środowisku natury wykazywały zwiększoną HRV [160]. Natomiast mierzenie przewodnictwa skóry (GSR) wykrywa subtelne zmiany w aktywności gruczołów potowych. Badania porównujące reakcje organizmu na stres za pomocą tej metody wykazały, że ludzie poruszający się w czystszyim środowisku miejskim lepiej na niego reagują [161].

Jednak samo mierzenie aktywności mózgu wraz z metodami je wspierającymi, nie daje pełnego obrazu tego procesu. Ważne jest to, co wywołało tę aktywność. W wielu badaniach interdyscyplinarnych, zwłaszcza w dziedzinach takich jak architektura, naukowcy mierzą się z tym jak te bodźce zewnętrzne wychwycić. Bodźce te są często subtelne, warstwowe i niekontrolowane — niczym niewidzialne impulsy, które oddziałują na mózg z otaczającego środowiska.

Aby prześledzić tę złożoną interakcję między mózgiem a przestrzenią, naukowcy coraz częściej polegają na narzędziach do symulowania środowisk rzeczywistych cyfrowo. Funkcjonuje ona jako pomost między mózgiem, a światem zewnętrznym — umożliwiając uchwycenie, kiedy, gdzie i w jaki sposób określone elementy środowiska wpływają na reakcję mózgu.

Badanie tego związku jest możliwe dzięki rozwojowi technologii wirtualnej rzeczywistości, która pozwala nam symulować rzeczywiste środowiska. Fizyczne środowiska oferują autentyczne doświadczenia, rejestrując rzeczywiste interakcje człowiek-środowisko. Wiążą się z nimi jednak wyzwania, takie jak ograniczona kontrola nad zmiennymi oraz zapewnienie jak najbardziej spójnych warunków dla każdego uczestnika, a także ograniczenia logistyczne związane z tworzeniem lub modyfikowaniem środowisk architektonicznych do celów badawczych. Natomiast cyfrowa reprezentacja rzeczywistości umożliwia nam stworzenie warunków badawczych, w których powiązanie ich z reakcją aktywności mózgu jest rzetelne.

Przede wszystkim z uwagi na zapewnienie kontrolowanych warunków badawczych, które zapewniają spójność warunków eksperymentalnych dla każdego z badanych i które pozwalają na precyzyjną kontrolę tego, co dana osoba doświadcza.

Kontrola ta ma kluczowe znaczenie dla wyodrębnienia zmiennych i dostosowania eksperymentów do oceny poszczególnych elementów projektu. Wirtualną rzeczywistość w takich przypadkach często dostarcza się za pomocą użycia okularów VR (wirtualnej rzeczywistości) lub w pomieszczeniach, które tworzą wirtualną symulację tzw. virtual Cave. Oba te rozwiązania wymagają skrupulatnie zaprojektowanych i zaprogramowanych wizualizacji, jak w tych wykorzystywanych do gier komputerowych. W tak zaprojektowanych przestrzeniach przebywająca w nich badana osoba może odpowiadać na pytania i wykonywać polecenia bez udziału badacza. Całe badanie kontrolowane jest z poziomu wygenerowanego środowiska. Osoba badana zostaje ‘zanurzona’ w środowisku, jest to pojęcie immersive experience, które funkcjonuje jako opis psychologicznego stanu w jakim znajduje się człowiek, który rozumie swoje ciało i zmysły w oparciu o środowisko w którym się znajduje [162]. Pomimo iż środowiska wirtualne nie są identyczne z fizycznymi przestrzeniami to doświadczalnie wywołują zbliżone wrażenia. Badania, które porównują efekty tych samych przestrzeni ale w formie wirtualnej i fizycznej dowodzą, że organizm odbiera te przestrzenie w zbliżony sposób. Na przykład przeprowadzone badanie wykazało, że reakcje biologiczne uczestników w środowiskach wirtualnych odzwierciedlały te oczekiwane w ich rzeczywistych, fizycznych odpowiednikach [163] [164]. Ponadto badania przeprowadzone w 2023 r. przez Spinview i dr Katarinę Gospic wykorzystały technologię śledzenia wzroku i galwaniczne pomiary reakcji skóry w celu porównania reakcji w środowisku wirtualnym i fizycznym domu opieki [165]. Uczestnikami były zarówno osoby starsze, jak i pracownicy służby zdrowia. Wyniki nie wykazały statystycznie znaczących różnic w doświadczeniach emocjonalnych między tymi dwoma ustawieniami, potwierdzając zdolność VR do skutecznego replikowania rzeczywistych doświadczeń.

Wirtualna rzeczywistość nie jest jednak pozbawiona ograniczeń, w porównaniu do środowisk fizycznych nie stosuje się jej do długotrwałej ekspozycji. Uczestnik badania przebywa w danym środowisku przez określony czas uwarunkowany nie tylko samym badaniem, ale również komfortem człowieka. Istnieją badania, które mówią o aktywności wielozmysłowej wywołanej przez środowiska wirtualne co może dawać poczucie na przykład stania na wysokości i odczuwanie stresu, w momencie gdzie faktycznie nie ma to miejsca[166]. Niemniej jednak pokazuje to również pewną symulację, a nie rzeczywiste zaangażowanie ludzkiego ciała tak jak ma to miejsce w środowisku fizycznym. Pomimo swoich ograniczeń, VR oferuje ogromny potencjał w zakresie rozwoju projektowania architektonicznego i badań, zwłaszcza w miarę rozwoju technologii.

Połączenie VR i badań wykonywanych w rzeczywistym otoczeniu oferuje wyjątkową możliwość kompleksowego zrozumienia ludzkich reakcji. Podczas gdy VR pozwala na pomiar natychmiastowych reakcji, to w fizycznym świecie można badać długoterminowy wpływ środowiska zbudowanego na ludzki organizm. Integracja długoterminowych badań, zwykle osadzonych w psychologii, z pomiarami biologicznymi w czasie rzeczywistym oferuje skuteczną synergię w zrozumieniu pojęcia dobrostanu. Długoterminowe badania koncentrują się na skumulowanym wpływie środowiska zbudowanego, stylu życia i doświadczeń na dobrostan psychiczny, podczas gdy pomiary w czasie rzeczywistym rejestrują natychmiastowe reakcje biologiczne na bodźce, oferując wgląd w to, jak nasze ciała reagują w danym momencie. Oba te podejścia mogą pomóc w projektowaniu, zapewniając, że zaspokajamy zarówno psychologiczne, jak i biologiczne potrzeby jednostek, co prowadzi do bardziej holistycznych i skutecznych rozwiązań. Razem zapewniają pełniejszy obraz tego, jak projektować zgodnie z ludzkimi potrzebami, przyczyniając się do interdyscyplinarnego rozwoju wiedzy i wspierając innowacje, które lepiej wspierają ludzkie potrzeby.

Rozdział 5

Badanie reakcji mózgu na doświadczenie przestrzeni z udziałem zieleni

Metodologia i badania pilotażowe

Nadzór nad częścią pracy związanej z neuronauką, był prowadzony przez promotora pomocniczego dr Michała Kucewicza, którego doświadczenie obejmuje badania w światowej sławy klinice Mayo Clinic, USA oraz prowadzenie międzynarodowego zespołu Laboratorium Elektrofizjologii Mózgu i Umysłu (BME) na Politechnice Gdańskiej. Ta interdyscyplinarna współpraca zapewniła rygor metodologiczny oraz pozwoliła na wykonanie i interpretację badań. Do ich przeprowadzenia uzyskano pozytywną opinię rektorskiej komisji ds. Etyki Badań Naukowych z udziałem Człowieka przy Politechnice Gdańskiej. Celem stworzenia takiej współpracy interdyscyplinarnej było poszukiwanie neurobiologicznych wymiarów doświadczania dobrostanu w przestrzeni (poprzez ewaluację i wykorzystanie wypracowanych modeli doświadczania zieleni, które docelowo stałyby się znaczącą i powtarzalną metodą badania ludzkiego doświadczania przestrzeni. Takie podejście miało pomóc nie tylko zaobserwować reakcje mózgu na różne formy doświadczanej zieleni w przestrzeni, ale także pomóc je ocenić i porównać. Wśród pytań przewodnich znalazły się: Jak szukać neurofizjologicznych korelatów doświadczania dobrostanu w przestrzeni? Czy jest to jedynie wynik długoterminowej ekspozycji na określone środowisko, czy też jest to coś bardziej natychmiastowego, co można zaobserwować w danym momencie lub w krótkim czasie, na przykład widząc zielenią za oknem.

5.1

Założenia do badań

5.1.1 Narzędzia badawcze

Zarówno środowisko przestrzeni, które służyło badaniu jak i samo zbieranie danych aktywności mózgu, wymagały precyzyjnego zaprojektowania i kontroli. Aby to osiągnąć środowisko przestrzeni zostało zaprojektowane w programie 3d Unity Engine, który umożliwił późniejsze dostarczenie go w wirtualnej rzeczywistości, za pomocą immersyjnych gogli VR Oculus Quest o rozdzielczości 1832 x 1920 pixels na oko, częstotliwości odtwarzania 90 Hz. Wybór środowiska wirtualnego nad środowiskiem fizycznym był podyktowany koniecznością kontrolowania i replikowania doświadczenia dla każdej z badanych osób w możliwie jak najbardziej podobny sposób oraz kontrolowanie go w czasie. Środowiska cyfrowe umożliwiają dokładniejszą precyzję monitorowania konkretnych doświadczanych bodźców przez osobę badaną niż środowiska fizyczne. Z kolei od strony pobierania danych z mózgu ważne było, aby wykorzystywane narzędzie było mobilne, nieinwazyjne i bezpieczne w użyciu. Jako propozycje wyłoniono dwie technologie: EEG (elektroencefalografia) i fNIRS (funkcjonalna spektroskopia w bliskiej podczerwieni). Obie nadają się do naturalistycznego gromadzenia danych i obie pozwalają badaczom monitorować aktywność mózgu bez inwazyjnych procedur. Jednak ich mechanizmy i możliwości znacznie się różnią. fNIRS mierzy reakcje hemodynamiczne - w szczególności zmiany natlenienia krwi związane z aktywnością neuronalną. Zapewnia to wgląd w reakcję naczyniową mózgu na zaangażowanie poznawcze lub emocjonalne, co może być przydatne w wielu kontekstach. Jednak te spostrzeżenia są pośrednie, przefiltrowane przez odpowiedź metaboliczną, która pojawia się kilka sekund po początkowej aktywności mózgu. W przeciwieństwie do tego, EEG rejestruje aktywność elektryczną bezpośrednio ze skóry głowy, oferując natychmiastowy wgląd w dynamikę neuronalną mózgu. Biorąc pod uwagę cele eksperymentu - w szczególności potrzebę wykrycia drobnych, chwilowych zmian w odbiorze, gdy dana osoba doświadcza przestrzeni - rozdzielczość czasowa miała kluczowe znaczenie. Zdolność EEG do śledzenia aktywności neuronalnej w milisekundach sprawiła, że było to preferowane narzędzie. Badanie zostało przeprowadzone przy użyciu EEG [19-channel eWave19 Science Beam EEG system with a sample rate of 500 Hz with a sample rate of 500 Hz].

Tabela 4. Porównanie EEG i fNIRS.

Właściwości	EEG (elektroencefalograf)	FNIRS (funkcjonalna spektroskopia bliskiej podczerwieni)
Rozdzielczość czasowa:	bardzo dobra, milisekundy	dobra, sekundy
Rozdzielczość przestrzenna:	mniejsza od fNirs	większa od EEG
Rodzaj sygnału:	aktywność elektryczna mózgu	zmiany hemodynamiczne (natlenienie krwi)
Czułość na artefakty ruchu:	wysoka (ruch może zakłócić sygnał)	niższa niż EEG
Głębokość pomiaru:	powierzchniowa aktywność kory mózgowej	powierzchniowa aktywność kory mózgowej
Wgląd w fizjologię:	bezpośrednia aktywność neuronalna	pośrednie (reakcja metaboliczna/naczyniowa na aktywność)
Mobilność:	tak	tak
Cena:	stosunkowo niższa od fNirs	stosunkowo wyższa od EEG

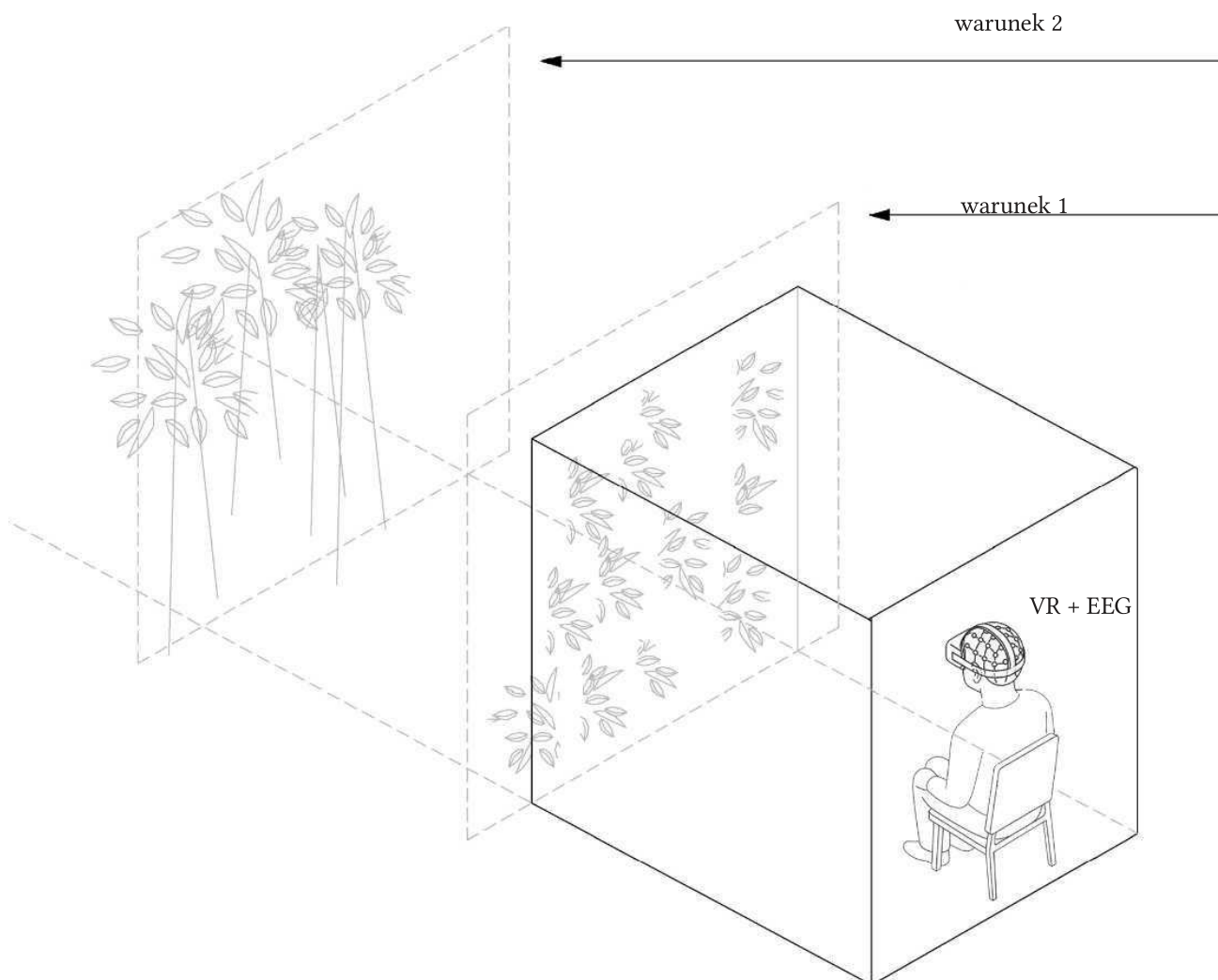
Źródło: Opracowanie autorskie

5.1.2 Metodologia

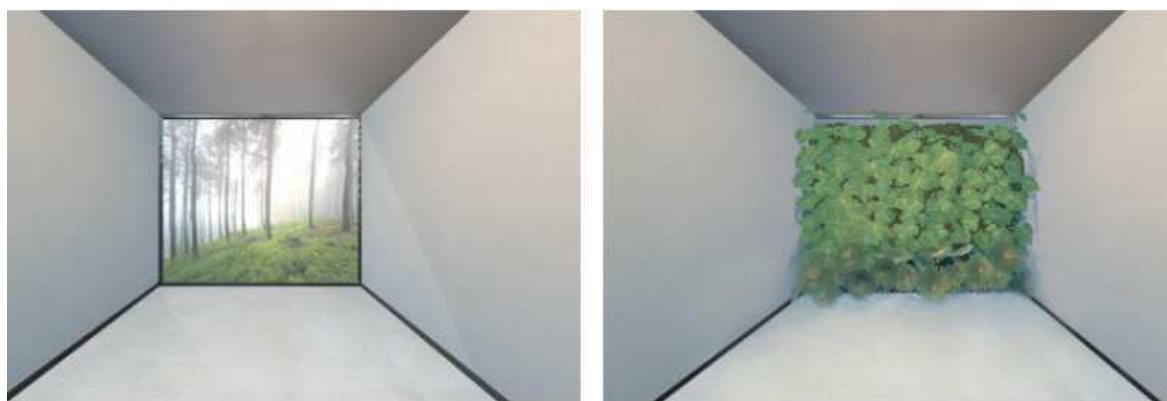
Aby zbadać neurobiologiczne reakcje na środowisko zbudowane, badanie oparto na metodologii, która znajduje wspólny grunt między architekturą, a neuronauką. Biorąc pod uwagę to, że mózg nie dzieli doświadczeń w sposób uporządkowany, a raczej splata emocjonalne, sensoryczne i fizjologiczne wątki w płynną tkaninę doświadczeń. To kiedy dziedzina taka jak architektura - zakorzeniona w formie fizycznej i materialnej ekspresji, dąży do skordynowania z neuronauką, nie wystarczy jedynie wykorzystać potrzebnych narzędzi lub terminologii. Na tym właśnie polega obecne wyzwanie. Aby projektowany model przestrzeni, pozwolił na wydobywanie doświadczenia zieleni. Dlatego przestrzeń eksperymentalna została zaprojektowana z rygorystycznym minimalizmem i dostarczona przy użyciu wirtualnej rzeczywistości. Miękka, neutralna paleta - zdominowana przez subtelne odcienie szarości - zapewniała, że żaden kolor ani element dekoracyjny nie mógł nieświadomie wywoływać skojarzeń emocjonalnych lub wywoływać reakcji poznawczych związanych z wcześniejszymi doświadczeniami z naturą. Forma została zredukowana, geometria uproszczona, a atmosfera sensoryczna celowo stonowana. Celem było skonstruowanie architektonicznego „punktu zerowego” - stanu wyjściowego, z którego można by mierzyć jaką zmianę wywołuje

wprowadzenie różnych form doświadczania zieleni. Formy doświadczania zieleni badają wymiary opisanego wcześniej, modelu doświadczania zieleni (Ilustracja 12). Model ten wyłania formy doświadczenia (przez które zieleń w przestrzeni oddziałuje na człowieka) wyłaniając jego trzy główne wymiary: widok, przebywanie oraz dostęp (Ilustracja 12).

Opierając się na tych założeniach, w badaniu wyprowadzono dwa warunki doświadczania zieleni (Ilustracja 22). W obu warunkach porównujemy wpływ każdego z wymiarów, warunkując jej bliższą lub dalszą obecność, dając odmienne poczucie dostępności do niej oraz przebywania w jej otoczeniu (Ilustracja 23). W pierwszym warunku uczestnik badania widzi zieleń, jest ona w tej samej przestrzeni, ma wrażenie łatwego dostępu do niej, ale nie jest nią otoczony (zielona ściana). W drugim warunku zieleń jest na zewnątrz przestrzeni w której się znajduje, nie sprawia wrażenia łatwego dostępu i nie jest nią otoczony (widok na zieleń z okna). Innym ważnym elementem budowania doświadczenia człowieka jest to jak on sam korzysta z przestrzeni. Czy jest sam czy w relacji z drugim człowiekiem oraz czy korzysta z przestrzeni statycznie czy dynamicznie (Ilustracja 13). W tym badaniu osoba badana pozostawała w pozycji siedzącej i przebywała w doświadczanej przestrzeni sama (bez interakcji z innymi). Sytuacja ta została wybrana celowo, ponieważ ogranicza między innymi ruchowe bodźce, co pomaga w zbieraniu czystych danych aktywności mózgu. Natomiast tego rodzaju sytuacja przestrzenna może być powiązana z funkcjami, rodzajami przestrzeni, które zachęcają do indywidualnej refleksji, krótkotrwałego oczekiwania lub cichego skupienia. Przykłady obejmują poczekalnię, przestrzeń do medytacji lub odosobnienia lub odosobniony obszar do czytania w bibliotece. Są to środowiska, w których ludzie często są nieruchomi, samotni i nie są zaangażowani w aktywną interakcję, co czyni je szczególnie istotnymi dla zbadania subtelного fizjologicznego wpływu elementów projektu, takich jak zieleń.



Ilustracja 22 . Rysunek przedstawiający koncepcję badania z różnymi formami doświadczenia zieleni.
Źródło. Opracowanie autorskie.



Ilustracja 23 . Badania różnych form doświadczenia zieleni- środowiska wirtualne.
Źródło. Opracowanie autorskie.

5.1.3 Grupa uczestników badania

Biorąc pod uwagę eksperymentalny charakter tego badania - skoncentrowanego na subtelnych sygnałach neurologicznych, zwrócono szczególną uwagę na dobór uczestników. Aby wyłonić dane na podobnej grupie respondentów i zapewnić przejrzystość danych EEG, badania przeprowadzono z dorosłymi uczestnikami w stosunkowo wąskim przedziale wiekowym, z których wszyscy byli ogólnie zdrowi i wolni od schorzeń neurologicznych. Było to niezbędne do stworzenia linii bazowej aktywności neuronalnej, którą można było porównać u różnych osób bez zakłócającego wpływu zmienności patologicznej.

Ostateczna grupa składała się z 22 osób: 12 kobiet i 10 mężczyzn w wieku (28.70 ± 4.04). Uczestnicy nie byli związani z jedną grupą zawodową lub edukacyjną, niemniej jednak mieli wspólne kluczowe kryteria fizjologiczne: brak historii zaburzeń neurologicznych, brak aktualnych leków, o których wiadomo, że wpływają na aktywność mózgu, oraz brak niedawnego spożycia substancji takich jak kofeina, które mogą modulować pobudliwość nerwową i zniekształcać czułość pomiarów EEG. Te kryteria wykluczenia mają na celu zachować integralność danych i zminimalizować potencjalne źródła szumów w nagraniach.

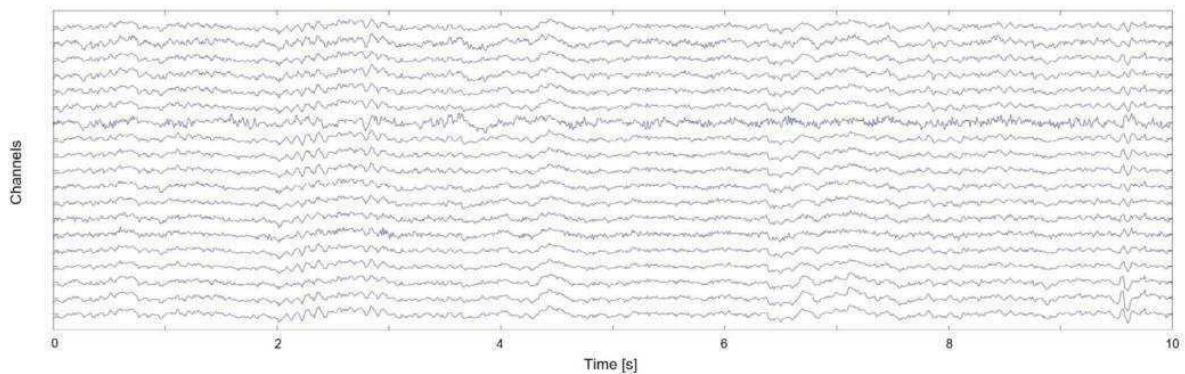
Przejrzystość wizualna była również przedmiotem szczególnej troski, biorąc pod uwagę, że konfiguracja rzeczywistości wirtualnej zależała od bodźców wizualnych w celu wywołania wrażeń przestrzennych. Wszyscy uczestnicy zostali sprawdzeni pod kątem używania okularów korekcyjnych. Osoby wymagające okularów nadal kwalifikowały się do udziału, ponieważ urządzenie VR montowane na głowie było kompatybilne z okularami, zapewniając, że ani jakość percepcji wzrokowej, ani stabilność konfiguracji sprzętu nie zostały naruszone.

5.1.4. Sposób przeprowadzenia badania

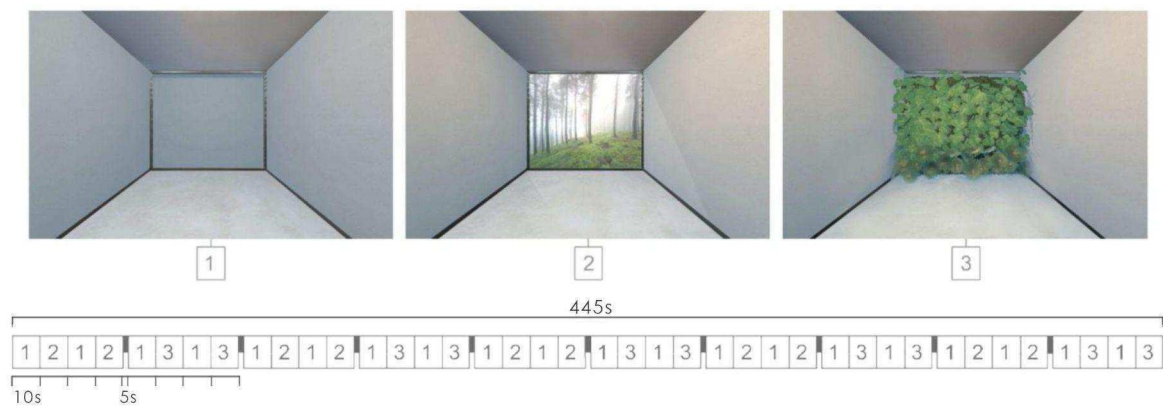
W badaniu przyjęto format czasowy oparty na ekspozycji krótkiej, ale starannie sekwencjonowanej. Wpływ środowiska zbudowanego na ludzi jest często rozpatrywany w kategoriach długotrwałej ekspozycji np. jak dana osoba czuje się po godzinach, dniach, a nawet miesiącach spędzonych w środowisku zbudowanym. Jednak perspektywa neuronauki, szczególnie w przypadku narzędzi takich jak EEG, wprowadza zupełnie inną skalę - milisekundy. Ta bardzo dokładna rozdzielczość czasowa pozwala nam obserwować natychmiastowe reakcje neurologiczne, ale także generuje ogromne ilości danych. Dodatkowo celem nie była symulacja długotrwałej ekspozycji, ale uchwycenie mikro reakcji, które mogą stanowić podstawę tych długoterminowych efektów. Czy poczucie dobrego samopoczucia jest zakorzenione w natychmiastowym, być może nawet podświadomym, rozpoznaniu? A może jest to tylko konstrukt, który tworzy się z czasem, zmiękcza i przekształca przez pamięć i kontekst? Być może jest to ulotne wrażenie - prawdziwe, ale łatwe do nadpisania. Te pytania leżą u podstaw logiki eksperymentu.

Dodatkowo, komfort człowieka stanowił kolejną istotną miarę czasową. Sprzęt EEG, choć nieinwazyjny, może powodować zmęczenie lub rozproszenie uwagi, jeśli jest noszony zbyt długo. Podobnie, przedłużone zanurzenie w rzeczywistości wirtualnej może powodować przeciążenie sensoryczne, zmniejszając wiarygodność uzyskiwanych reakcji. Wszystkie te względy wymagały protokołu, który byłby zwarty, powtarzalny i metodologicznie solidny, a jednocześnie łagodny dla uczestnika.

Uczestnicy zostali umieszczeni w zaprojektowanym pomieszczeniu (zakładając gogle VR), siedzieli na krześle w przestrzeni o wymiarach 3 m × 2,5 m × 4 m (szerokość × wysokość × długość). Uczestnicy doświadczali na przemian różnych środowisk (Ilustracja 25). Przebywali pięć sekund w neutralnym, minimalistycznym pomieszczeniu bazowym, po których następowało pięć sekund w zmodyfikowanej wersji - z widokiem z okna na zieleni lub z zieloną ścianą w pomieszczeniu. Procedura obejmowała naprzemienne doświadczanie środowiska co 5 sekund, zaczynając od neutralnego pomieszczenia bazowego i przechodzenia między środowiskiem 1 i 2 lub 1 i 3, po czym następowała 5-sekundowa przerwa z czarnym ekranem (ryc. 1). Doświadczenie w konfiguracji doświadczenie wyjściowe vs forma zieleni, zostało powtórzone po 5 razy dla każdej z badanych form zieleni (Ilustracja 25). Cały eksperyment trwał 445 sekund.



Ilustracja 24 : sygnał z elektrod po oczyszczeniu .Źródło. BMElab PG



Ilustracja 25: Ponumerowane środowiska wirtualne wraz z osią czasu obrazującą przebieg badania (pokazujący długość i kolejność doświadczanych środowisk). Środowiska VR: (1), (2), (3), doświadczane naprzemiennie jako 10-sekundowe ekspozycje z 5-sekundową przerwą (czarny ekran), łącznie 445 sekund (7,4 minuty). Uczestnicy pozostawali nieruchomo przez cały czas, koncentrując się na biernej percepcji. Źródło: opracowanie autorskie.

Powtarzanie sesji miało na celu wyłapanie, co jest przypadkowym sygnałem, a co można uznać za powtarzający się wzorzec wypływający z rejestrowanych fal mózgowych. Prezentując wielokrotnie te same bodźce przestrzenne, projekt stworzył możliwość porównywania wystąpień i poszukiwania powtarzających się sygnałów, które korelują z określonymi bodźcami przestrzennymi.

Podczas samego eksperymentu uczestnicy nie musieli wykonywać żadnych czynności ani wykonywać jakichkolwiek zadań kognitywnych. Zamiast tego nacisk położono na bycie - po prostu przebywanie w zaprojektowanych wirtualnych środowiskach i doświadczanie subtelnych zmian, które mogą wystąpić, gdy zmieni się element w przestrzeni. Uczestnicy byli zachęceni do wygodnego siedzenia i pozostania zrelaksowanym, minimalizując ruch. To ograniczenie aktywności fizycznej miało nie tylko na celu zachowanie ich komfortu, ale także miało kluczowe znaczenie dla jakości danych EEG: nadmierny ruch wprowadza artefakty do nagrań fal mózgowych, które mogą zakłócić lub przesłonić sygnały, które badanie miało na celu uchwycić.

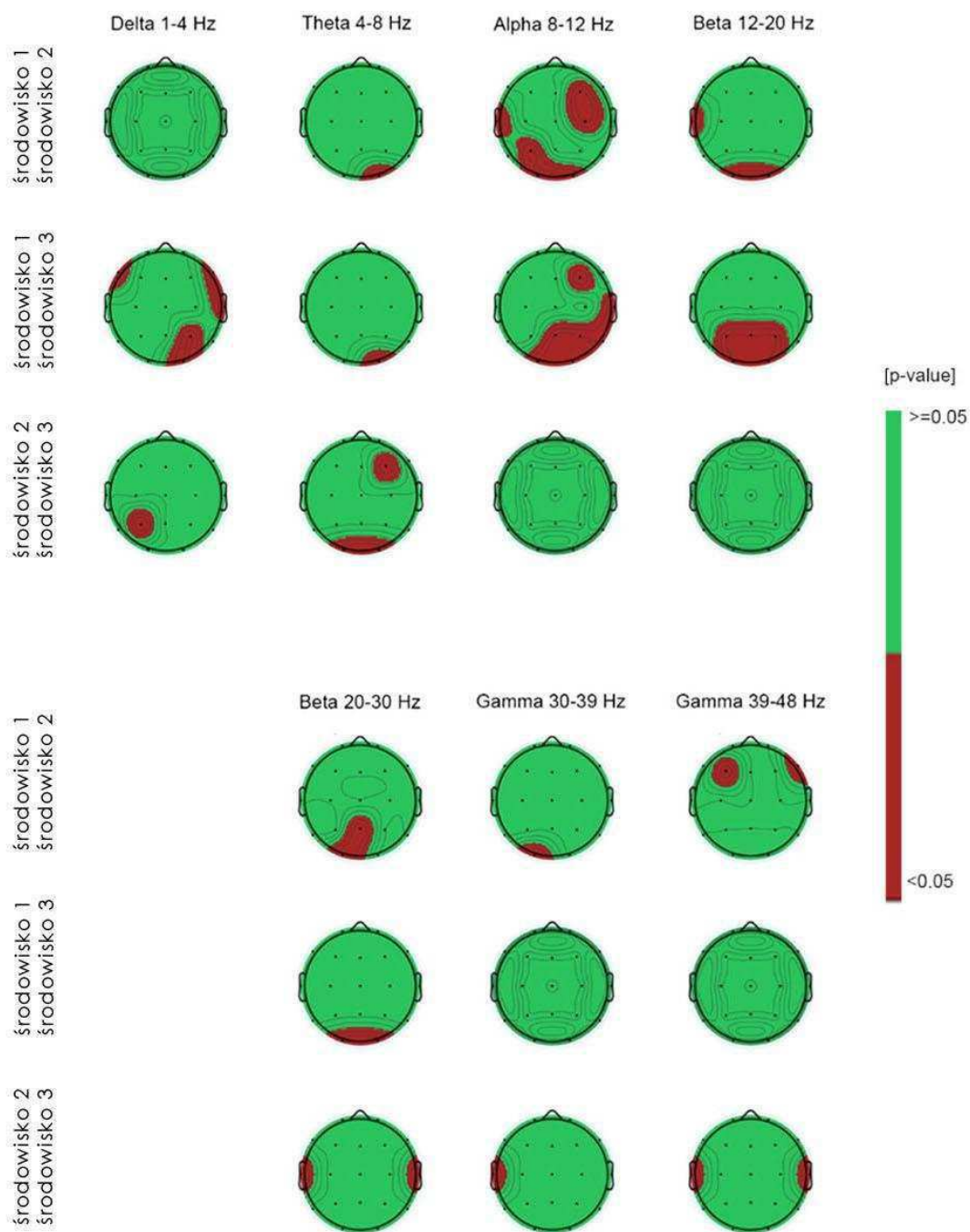
Badanie skupiło się na podstawowym założeniu: że nawet w krótkim i kontrolowanym czasie, uproszczonym środowisku przestrzennym mózg może ujawnić wykrywalne ślady wpływające na dobrostan człowieka. Celem nie było wywołanie dramatycznych reakcji, ale wykrycie delikatnego rezonansu przestrzeni w mózgu - sygnału, który, jeśli zostanie pomyślnie zaobserwowany, może stać się podstawą do bardziej zniuansowanych badań architektonicznych i neuronaukowych.

5.2

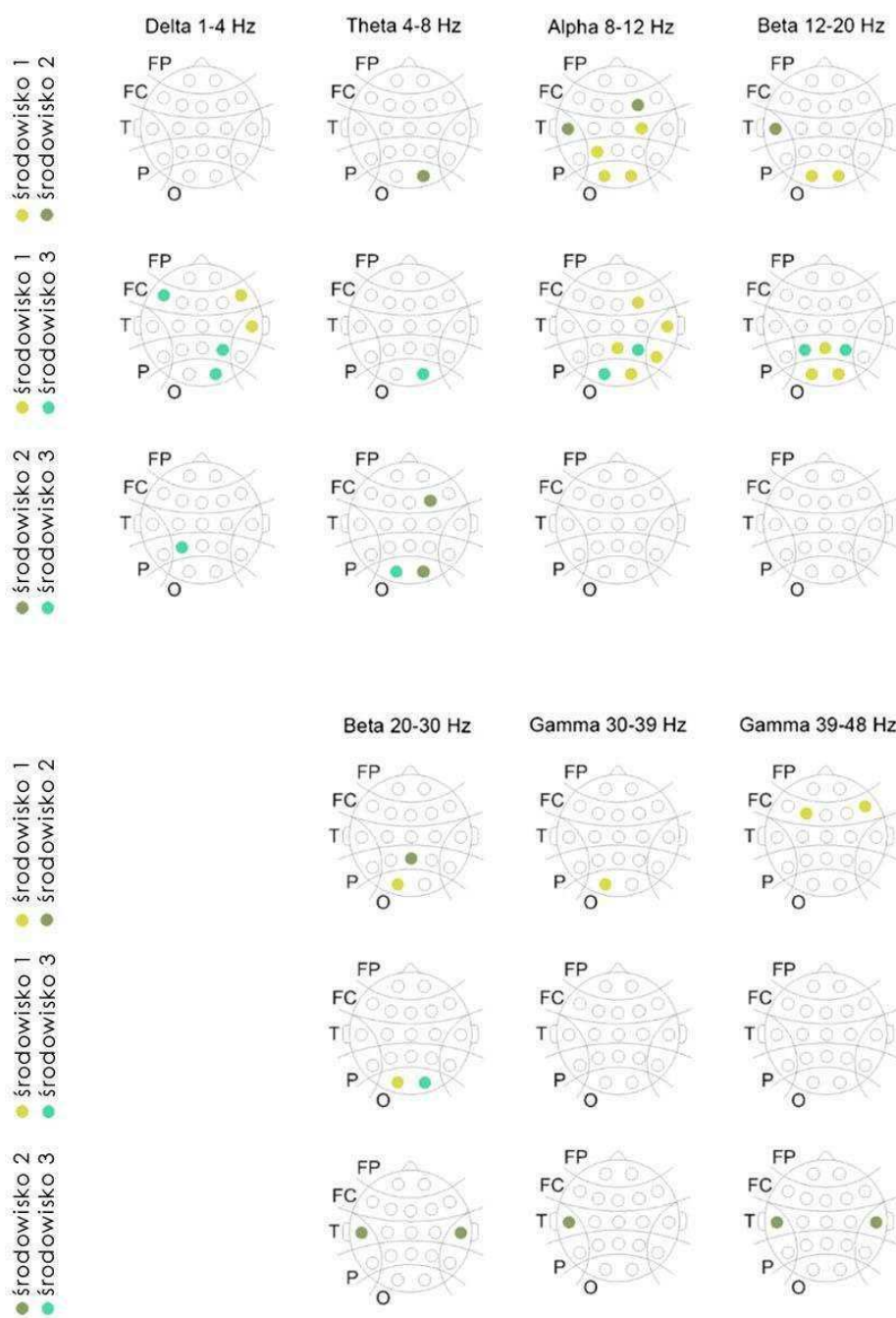
Wyniki badania

W celu uzyskania wyników dane neuronaukowe zostały przetworzone i zanalizowane (dzięki wcześniej wspomnianej opiece promotorskiej dr Michała Kucewicza) w laboratorium BMElab, któremu przewodniczy. Do tego celu użyto MATLAB 2023a (MathWorks Inc.) EEGLAB toolbox [167]. Pierwszym krokiem było odfiltrowanie szumów z surowych danych, oddzielając niepożądane elementy, takie jak mruganie lub ruchy głowy. Pozwoliło to na uzyskanie wyizolowanych reakcji mózgu na otoczenie. Aby ułatwić porównywanie uzyskanych informacji w odniesieniu do różnych osób i warunków, znormalizowano dane, a następnie statystycznie porównano reakcje mózgu, gdy uczestnicy znajdowali się w środowisku podstawowym, z reakcjami po wprowadzeniu zieleni.

Porównanie to przeprowadzono dla każdego miejsca na głowie, w którym zarejestrowano dane EEG, obliczono średnią moc w określonych pasmach częstotliwości widma EEG: delta (1-4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz), niska beta (12-20 Hz), wysoka beta (20-30 Hz), niska gamma (30-39 Hz) i wysoka gamma (39-48 Hz). Aby zidentyfikować istotne obszary mózgu i pasma częstotliwości, porównano dane wszystkich badanych. Zostało to przetestowane za pomocą testu sumy rang Wilcoxona, przeprowadzonego niezależnie dla każdej elektrody w każdym paśmie częstotliwości. Wyniki zostały zmapowane w celu wizualizacji różnic w aktywności mózgu pomiędzy doświadczonymi środowiskami (Ilustracja 26), (Ilustracja 27) . Co ważne, analiza została zaprojektowana tak, aby zapewnić, że zaobserwowane wzorce nie wynikały z przypadku, ale miały znaczenie statystyczne w grupie 22 uczestników. Ostateczne wyniki są wyrażone jako średnie wartości w całej grupie (test sumy rang Wilcoxona), określając wgląd w wynik statycznie znaczących różnic dla aktywności mózgu pomiędzy środowiskami dla wszystkich badanych. Ewaluując wspólne wzorce tego, jak nasze mózgi mogą reagować na przestrzeń i obecność w niej zieleni.



Ilustracja 26. Moc częstotliwości alfa i beta w obszarach kory wzrokowej i asocjacyjnej jest związana z reakcją na środowiska zawierające elementy zieleni. Podsumowują lokalizacje elektrod, w których stwierdzono istotną statystycznie różnicę między dowolnymi dwoma przejściami środowiskowymi przy poziomie alfa równym 0,05. Kolumny wskazują pasma częstotliwości, a wiersze wskazują daną kombinację środowisk porównywanych dla każdej elektrody (test sumy rang Wilcoxona) dla wszystkich badanych (N=22). Źródło. BMElab PG



grupy kanałów EEG: FP - czołowa, FC - czołowo środkowa, T-skroniowa, P-ciemieniowa, O

Ilustracja 27. Wyróżnione elektrody z badania EEG wskazują na statystycznie znacznie wyższą moc spektralną między dwoma środowiskami (oznaczonymi kolorami). Elektrody odpowiadają tym, które zidentyfikowano jako wykazujące statystycznie istotne różnice dla wszystkich badanych (N=22). Źródło. BMElab PG

Różne wzorce mocy pasm pojawiają się w niższych i wyższych pasmach częstotliwości. Pasma o niskiej częstotliwości wykazują wyższą moc w obszarach środkowo-czołowych niż potylicznych, podczas gdy pasma o wysokiej częstotliwości wykazują zwiększoną moc w bocznych obszarach czołowych, skroniowych i ciemieniowych (test sumy rang Wilcoxona) (Ilustracja 27). Chociaż wzorzec ten był spójny w różnych środowiskach, analiza statystyczna ujawniła znaczące różnice.

W tym badaniu przeanalizowano dane EEG porównując zmiany w aktywności mózgu EEG między środowiskiem bazowym (bez zieleni), a dwoma różnymi formami doświadczenia zieleni. Analiza ta została przeprowadzona pod względem lokalizacji przestrzennej głowy, w której zarejestrowano dane EEG i dla wszystkich częstotliwości fal mózgowych. Wśród tych pasm częstotliwości fale alfa, beta wykazywały najbardziej statystycznie znaczące zmiany aktywności. Przestrzennie, najbardziej znaczące różnice w mocy sygnału pojawiły się w okolicach potylicznych i ciemieniowych obszarów mózgu, typowo powiązanych z przetwarzaniem wizualnym i regulacją uwagi (Ilustracja 26), (Ilustracja 27).

Chociaż nie znaleziono wyraźnych markerów neurofizjologicznych, które mogłyby ostatecznie wskazać, efektywność wprowadzanych doświadczeń zieleni- wskazują one na znaczące różnice we wzorcach aktywności mózgu, wymagają one jednak dalszych badań. Pozostają wstępnym podłożem do założeń dalszych hipotez badawczych odnośnie markerów dobrostanu powiązanych z doświadczaniem różnych form zieleni. Przyszłe badania mogłyby wykorzystać inne analizy statystyczne lub alternatywne metody grupowania i porównywania danych - takich jak grupowanie według poszczególnych reakcji, trendów w czasie lub czynników kontekstowych - które mogą odkryć bardziej zniuansowane lub uzupełniające się wzorce.

Ponadto wyniki pokazują, że te reakcje EEG mogą wystąpić nawet po dodaniu tylko jednego elementu natury-zieleni, o ile środowisko jest zminimalizowane. Chociaż reakcje mózgu mogą nie być unikalne dla elementów biofilnych(ponieważ w badaniu nie uwzględniono żadnych innych elementów nie biofilnych), ale te elementy wystarczą, aby je wywołać. Oznacza to, że zmiany w aktywności alfa i beta w obszarach wzrokowych i czołowych mózgu mogą być wykorzystane jako obiektywny sposób pomiaru tego, jak ludzie reagują na zmiany w swoim otoczeniu. Zaobserwowana w tym badaniu aktywność EEG została również stwierdzona w innych pracach. Badania te wykazały, że środowiska biofiliczne generalnie powodują zmiany w aktywności fal mózgowych alfa, szczególnie w obszarach potylicznych i ciemieniowych mózgu[168] [169]. Jedno z badań, w którym wykorzystano zieloną ścianę (odniesienie do

Środowiska 3 w przedmiotowym badaniu) również wykazało aktywność alfa w obszarze potylicznym i ciemieniowym [170]. Anatomiczna lokalizacja tych aktywności EEG jest zgodna z wynikami badań obrazowania funkcjonalnego, które wykazały zwiększoną aktywność w okolicy potylicznej w odpowiedzi na środowiska naturalne [171][172]

Mimo że w poprzednich badaniach stosowano różne metody pomiaru mózgu, konfiguracje eksperymentalne i rodzaje środowisk, pojawił się wyraźny wzorzec. Niektóre częstotliwości fal mózgowych i określone obszary mózgu reagują konsekwentnie, gdy określone elementy projektu są wprowadzane do przestrzeni środowiska zbudowanego [173]

5.2.1 Wnioski

W badaniu tylko kilka obszarów mózgu wykazało silne zmiany w kilku pobliskich elektrodach EEG. Zmiany te były większe niż można się było spodziewać w wyniku przypadkowego działania, opierając się na zastosowanym w badaniu wskaźniku statystycznym. Sugeruje to również, że aktywne obszary mózgu były wystarczająco duże, aby wpływać na więcej niż jedną elektrodę, mimo że nasz aparat EEG miał ich ograniczoną liczbę. Niemniej jednak należy zauważyć, że odnotowywanie zmian na falach alfa, może być powiązane z tzw. zjawiskiem „gating by inhibition” [174], kiedy mózg wykorzystuje zjawisko przydzielania uwagi, a nie jak w naszym przypadku konkretnie reakcją na naturę. Tutaj znowu powstaje argument, że zanotowane reakcje na zielenie nie muszą być dla niej unikalne, ponieważ nie wprowadzono dodatkowej analizy w kontekście niebiofilicznym. Z kolei zanotowany efekt theta może być bardziej specyficzny dla modyfikacji projektowych, odzwierciedlając prawdopodobnie postrzeganie lokalizacji lub pomieszczenia oparte na falach theta, co byłoby interesujące, ale jego wiarygodność nie jest wystarczająco potwierdzona w przeprowadzonych badaniach.

Z drugiej strony EEG jest dobre do pomiaru szybkich zmian w aktywności mózgu (wysoka rozdzielczość czasowa), jednak ma niską rozdzielczość przestrzenną, ponieważ wykorzystuje ograniczoną liczbę elektrod na skórze głowy. Utrudnia to precyzyjne określenie konkretnych reakcji mózgu. Podczas badania na przykład były tylko dwie elektrody w okolicy potylicznej i wykazały one mieszaną aktywność alfa i beta - niektóre wzrastały, inne malały.

Jednym ze sposobów na poprawę tego jest użycie EEG o większej liczbie elektrod. Inną opcją jest uzupełnienie badania dodatkowym badaniem przy użyciu fNIRS, która może zapewnić lepszą szczegółowość przestrzenną. Zastosowanie tych metod razem może pomóc nam lepiej zrozumieć reakcje mózgu poprzez jednoczesny pomiar zarówno sygnałów elektrycznych, jak i przepływu krwi w mózgu. Chociaż poszczególne techniki badania mózgu mogą ograniczać sposób, w jaki środowiska architektoniczne są prezentowane uczestnikom. Na przykład podczas korzystania z metod obrazowania, takich jak funkcjonalny rezonans magnetyczny mózgu, badacze często muszą pokazywać zdjęcia lub filmy przedstawiające elementy biofilne [171] [175] [176].

W przedmiotowym badaniu uczestnicy zostali umieszczeni w rzeczywistości wirtualnej. Pozostawali nieruchomo bez ruchu głowy i napotykali minimalne czynniki rozpraszające, więc jedynym bodźcem był badany element zieleni. Ta kontrolowana konfiguracja pomogła wyraźnie odizolować efekt elementu opartego na naturze, jednocześnie dając jej uczestnikom poczucie przebywania w prawdziwej przestrzeni architektonicznej. Takie podejście pozwoliło zebrać mniej zaszumione dane reakcji mózgu. Niemniej jednak cenne byłoby odzwierciedlenie tej sytuacji i zbadanie jej w rzeczywistym środowisku zbudowanym. Chociaż wirtualna rzeczywistość daje badaczom większą kontrolę nad warunkami eksperymentalnymi niż rzeczywiste otoczenie. To nie w pełni odtwarza bogactwo sensoryczne prawdziwych przestrzeni wewnętrznych lub zewnętrznych - takich jak zapachy, czy temperatura powietrza. W rzeczywistym środowisku architektonicznym, w badaniach łatwiej jest uwzględnić te naturalne zmienne, ale trudniej jest kontrolować ich czas i spójność. Mimo to, w przypadku badań neuro-architektonicznych, precyzyjne i dobrze dobrane bodźce są niezbędne - a VR to umożliwia. Tworzy również bardziej wciągające doświadczenie niż obrazy 2D lub filmy.

W tym badaniu koncentrowano się na efektach krótkoterminowych, przyglądając się natychmiastowym reakcjom EEG. Zaawansowane narzędzia, takie jak fMRI, EEG i biosensory do noszenia, są coraz bardziej dostępne i mogą śledzić aktywność mózgu i reakcje organizmu w czasie rzeczywistym. Aby zbadać długoterminowe skutki, naukowcy będą potrzebować nowych technologii do przechowywania i analizowania dużych ilości danych w czasie.

Ponadto, co najważniejsze, możemy teraz wykorzystać obiektywne pomiary aktywności mózgu - takie jak te wykorzystane w tym badaniu - aby lepiej zrozumieć, jak wpływają na nas konkretne elementy projektu. Tego rodzaju badania potwierdzają ideę, że starannie zaplanowana architektura może pomóc w tworzeniu zdrowszych, bardziej zrównoważonych środowisk, w których ludzie mogą mieszkać i prosperować.

Rozdział 6

Podsumowanie i wnioski

Czym jest dobre doświadczenie przestrzeni, czyli jak rozumieć dobrostan. Kierując się tymi pytaniami, praca ta przyjęła zarówno perspektywę empiryczną, jak i neurobiologiczną – z których każda w określony sposób przyczyniła się do zrozumienia tego tematu.

W wyniku analizy ugruntowanych ram teoretycznych i projektowych, wyłoniono element natury - zieleń jako sprzyjający człowiekowi. Na tej podstawie zieleń została przyjęta jako nośnik dobrostanu w przestrzeni. Zidentyfikowano potrzebę: istniejące metody nie podają w jaki sposób wprowadzać zieleń do przestrzeni i jak walidować jej dobroczynny wpływ. W odpowiedzi na to pytanie dokonano analizy relacji między człowiekiem, a środowiskiem zbudowanym i zaproponowano podejście metodologiczne, które traktuje wymiar doświadczenia jako podstawową jednostkę analizy wartościowania dobrostanu. Zidentyfikowano teorię przewodnią i dokonano ocenę praktycznych jej zastosowań. Następnie sformułowano związki pomiędzy wybranymi koncepcjami projektowymi. Co pozwoliło na uzyskanie modelu, który wprowadza podstawowe kategorie zidentyfikowanych relacji pomiędzy człowiekiem, przestrzenią i zielenią. Model ten stał się podstawą do wygenerowania wiedzy jak wyłonione relacje są tworzone. W skutek czego uzyskano istotny efekt badań - model badania dobroczynnego doświadczenia zieleni. Na kolejnym etapie badań zidentyfikowano stres jako istotny czynnik mający niekorzystny wpływ na odczucia człowieka w przestrzeni. W ramach tego procesu dokonano analiz warunków przestrzennych powiązanych ze stresem, w wyniku czego powstał model służący zbadaniu przestrzeni pod kątem zapotrzebowania na dobrostan. W oparciu o te wyniki dokonano ewaluacji opracowanych modeli w badaniach neuronaukowych.

Odnosząc się do założeń tezy pierwszej (**teza1**), zakładającej że dotychczasowy stan wiedzy potwierdza związek między doświadczeniem dobrostanu, a udziałem zieleni w przestrzeni człowieka oraz tego, że brakuje konkretnych przesłanek tego w jaki sposób ją wprowadzać, tak aby możliwie najlepiej wykorzystać ten potencjał. Wyłoniono właściwości doświadczenia dobrostanu w przestrzeni i wskazano możliwości jego pomiaru. Co przyczyniło się również do realizacji tezy drugiej (**teza2**) zakładającej, że doświadczenie dobrostanu zależy od sposobu w jaki zieleń jest wprowadzona do przestrzeni budynku. W tym celu zostały zidentyfikowane

zależności: różne rodzaje przestrzeni wymagają różnych form zieleni, ponieważ efektywność zieleni w zwiększaniu dobrostanu zależy od kontekstu przestrzennego i jego określonych potrzeb. Co zostało powiązane z możliwością występowania w nich określonych form stresu.

Opracowane modele teoretyczne określają sposoby doświadczania zieleni istotne dla dobrostanu człowieka i pozwalają na powiązanie ich z działaniem w kierunku redukcji stresu w pomieszczeniach. Niemniej jednak w tym wypadku nie wskazano konkretnych efektów jakie one przynoszą. Co łączy się z częściowym potwierdzeniem tezy trzeciej, w której efekt ten miał zostać zmierzony. Teza trzecia (**teza3**) zakładająca, że wykorzystanie współczesnych narzędzi i wykonanie analizy badawczej mózgu pozwala na rozpoznanie jakie reakcje neuronalne związane z dobrostanem człowieka wywoływane są za pomocą różnych form zieleni w jego otoczeniu. W celu sprawdzenia tej tezy wyłoniono reakcje mózgu na różne formy doświadczenia zieleni za pomocą EEG, Chociaż w ramach badania udało się wyciągnąć wstępne wnioski dotyczące korelacji przestrzeni z wpływem na odczucia człowieka to nie uznano zebranych danych za wystarczające dowody na połączenie konkretnego doświadczenia zieleni z oddziaływaniem dobrostanu i unikalną dla tej formy reakcją, a zatem założenia tej tezy pozostają otwarte na interpretacje i dalsze badania. Nasza próba bezpośredniego wykrycia i zdefiniowania dobrostanu w ramach aktywności mózgu napotkała na znaczne ograniczenia, głównie ze względu na ograniczenia płynące z trudności wyłonienia i przypisania reakcji mózgu do elementu zieleni. W tym miejscu można dodać, że nasza wiedza na temat mózgu nie jest na tyle klarowna, żeby wiedzieć „czego szukamy” szczególnie w przypadku takich założeń jak dobrostan, bo nie wiemy jak ten efekt w mózgu wygląda, raczej te dane które mamy próbujemy odczytać i nadać im znaczenie poprzez liczne walidacje, punkty odniesienia i porównania. Można jednak założyć, że większa liczba parametrów projektowych jak i liczba zebranych pomiarów mogłaby przybliżyć nas do poznania powiązań między zielenią, a dobrostanem. Dlatego też założenia tej tezy pozostają otwartym wyzwaniem. Nasuwa się też w tej kwestii pytanie, czy dobrostan w przestrzeni można utrzymać w ramach pojedynczego elementu, takiego na przykład jak zieleń, czy możemy go „stracić” na poczet innego elementu przestrzeni, silniejszego w swoim oddziaływaniu lub z innej perspektywy patrząc wzmocnić. Zarysowuje to nowy temat badań - właściwości relacyjnych cech środowiska. Sugerując potrzebę badania nie tylko części przestrzeni, ale także interakcji między jej elementami oraz tego, jak tło, forma i materialność kształtują wynik doświadczenia.

Czy neuronauka i architektura – dwie dyscypliny o odmiennych „językach” mogą efektywnie być wykorzystywane w budowaniu zrozumienia ludzkiego doświadczania przestrzeni? Neuronauka zapewnia dostęp do wglądu w reakcje biologiczne mózgu człowieka, jednak gromadzenie i odczyt tych danych nie jest pozbawiony ograniczeń. Dostępne technologie – takie jak EEG – nakładają ograniczenia badawcze związane z ruchem człowieka, czasem badania, czy komfortem użytkowania. Ponadto to nie jest tak, że szukamy w mózgu „znanego”, że wiemy jak wygląda odczuwanie dobrego samopoczucia, a neurotechnologia po prostu umożliwia nam tego odczytanie (jak na przykład odczytujemy dane biometryczne aktywności serca). Owszem istnieją wzorce w mózgu które już są dobrze znane i opisane jako uniwersalne zapisy na przykład ruchu gałek ocznych czy ruchu mięśni człowieka, jednak poszukiwanie odpowiedzi na tak złożone zagadnienia jakim jest, czucie się dobrze, bezpiecznie czy pełnym inspiracji - budując przy tym obraz tego czym jest dobrostan, nadal pozostaje przedmiotem eksploracji i poszukiwań zarówno od strony architektury jak i neuronauki. Dlatego często empiryczne założenia wyprzedzają ugruntowane dowody naukowe. Niemniej jednak atutem tej interdyscyplinarnej współpracy jest wspólna eksploracja i przesuwanie granic tego co możliwe do zbadania i odkrycia. Oferując nową warstwę hipotez do testowania lub kwestionowania istniejących.

Z drugiej strony w tak złożonym temacie jakim jest doświadczenie dobrostanu należy zauważyć, że opieranie się jedynie na danych biometrycznych wywołuje ryzyko, że bogate, związane z kontekstem doświadczenia zostaną zredukowane do punktów danych. Neurobiologiczne badania są przedsięwzięciem wymagającym rygorystycznego podejścia, co w zestawieniu ze sztuką jaką jest architektura jest istotnym ograniczeniem badawczym.

Na razie współpraca ta pozostaje najbardziej wykonalna w środowisku akademickim, eksperymentalnym, gdzie dostęp do specjalistycznych narzędzi i interdyscyplinarna współpraca jest powszechna. Niemniej jednak, rozwój wiedzy i technologii w obu tych dziedzinach sugeruje, że wykorzystanie potencjału płynącego z ich współpracy będzie częściej przedmiotem innowacyjnych rozwiązań projektowych.

Podsumowując, chociaż na podstawie tych badań nie można jeszcze wprowadzić wytycznych dotyczących projektowania przestrzeni, sprzyjających dobrostanowi człowieka. To wyłaniają się pewne zasady: znaczenie uwzględnienia jakości doświadczania zieleni - biorąc pod uwagę sposób jej oddziaływania na człowieka w przestrzeni oraz analizując przepływ stresu w tych przestrzeniach. Ponadto projektanci mogą rozważyć ograniczenie konkurencji sensorycznej w przestrzeniach, wykorzystując zielen jako centralny punkt doświadczenia w neutralnych

kompozycjach przestrzennych. Zakładając, że prostota w projektowaniu przestrzeni działa jak neutralne płótno wzmacniające odczuwalny dobry wpływ natury.

Wnioskując, na podstawie przedmiotowej pracy i jej rezultatu, rysują się możliwości dalszych kierunków badań:

- Wykorzystanie niezbadanych wymiarów doświadczeń z przedstawionych modeli (Ilustracja 12), (Ilustracja 13) do analizy reakcji mózgu na dobrostan człowieka.

- Zbadanie dzielenia doświadczenia w przestrzeni z drugim człowiekiem, ustosunkowując się do modelu doświadczania przepływów stresu w przestrzeni (Ilustracja 13) jak i również badania różnych długości czasowych tego doświadczenia

- Wykorzystanie alternatywnych narzędzi do badania mózgu i przestrzeni lub konfiguracji tych urządzeń, aby uchwycić aktywność mózgu z nowych perspektyw. Pomogłoby to porównać wyniki z obecnych analiz i ujawnić nowe mechanizmy.

- Wykonanie badania projektując dodatkowe elementy przestrzenne, zarówno w środowisku w którym znajduje się zielen jak i w środowisku bez niej

- Wykonanie badań dotyczących poziomu ekspozycji zieleni w kontekście innych elementów przestrzeni. Idąc tropem, że nie tylko obecność zieleni sprzyja dobremu samopoczuciu, ale także sposób, w jaki jest ona eksponowana w przestrzeni, że minimalistyczne lub „niezakłócające” środowiska przestrzenne mogą wzmacniać regenerujące właściwości doświadczenia natury.

- Analiza szczegółów zieleni np. pod względem odcieni, kształtów, tekstur, gęstości zmienia jej wpływ na dobrostan oraz rodzaj kontaktu z zielenią np. poprzez dotyk, zapach, dźwięk.

Należałoby również zwrócić uwagę na pierwotną motywację, która stała za tymi badaniami. , że zarówno dobro-stan (człowieka) jak i dobro płynące z warunków danej przestrzeni można znaleźć i zbadać. Praca ta wyłania i uzasadnia istnienie podstawowych dobrych właściwości przestrzeni z zielenią. Badanie sugeruje, że ten dobro-stan nie jest ani dowolny, ani całkowicie subiektywny. Może wynikać z wzorców doświadczeń, a być może także z reakcji biologicznych wspólnych dla wszystkich ludzi. Brak wyłonienia rozstrzygającej odpowiedzi nie jest ograniczeniem, otwiera drogę, a zatem nadzieję na pełniejsze zrozumienie dobro-stanu i przestrzeni.

7. Referencje

- [1] Arystoteles, Etyka nikomachejska. [cited 9 Sep 2025]. Available: <https://sady.up.krakow.pl/fil.arystoteles.etykanikom.htm>
- [2] Diener, E. (1984). Subjective well-being. *Psychological Bulletin*, 95(3), 542–575. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.3.542>
- [3] Ryff, C. D. (1989). Happiness is everything, or is it? explorations on the meaning of psychological well-being.. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(6), 1069-1081. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.6.1069>
- [4] Onwuatuegwu, I. N. (2022). Explicating Martin Heidegger’s “Dasein” as being-in-the-world. *International Journal of Health Sciences*, 6(S5), 5218–5227.
- [5] World Health Organization (WHO). (1948). Constitution of the World Health Organization
- [6] Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18(1), 85–94. <https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0089>
- [7] Olmsted National Historic Site. Work [Internet]. Olmsted.org. Available from: <https://olmsted.org/frederick-law-olmsted/work/>
- [8] 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>
- [9] Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press. <https://archive.org/details/biophilia00wils>
- [10] Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge University Press.

- [11] Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
[https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- [12] Bańka, J. (1973). Eutyfronika — centralna teoria wartości humanistycznych i technicznych. *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 18(1), 17-32.
https://bazhum.muzhp.pl/media/texts/kwartalnik-historii-nauki-i-techniki/1973-tom-18-numer-1/kwartalnik_historii_nauki_i_tehniki-r1973-t18-n1-s17-32.pdf
- [13] World Health Organization. (2012). *World health statistics 2012*.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564441>
- [14] Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>
- [15] World Health Organization. (n.d.). *Mental health: Strengthening our response*. World Health Organization.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-respons>
- [16] Medical Realities. (2025). Mental health trends in 2025: Addressing the global crisis.
<https://medicalrealities.com/mental-health-trends-in-2025-addressing-the-global-crisis/>
- [17] Ipsos. (2025). AXA Mind Health report: Mental health continues to deteriorate around the world. <https://www.ipsos.com/en/axa-mind-health-report-mental-health-continues-deteriorate-around-world>
- [18] Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., ... & Engelmann, W. H. (2001). The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS). *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 11(3), 231-252.
<https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500165>
- [19] (2014). Kandel E.R., & Schwartz J.H., & Jessell T.M., & Siegelbaum S.A., & Hudspeth A.J., & Mack S(Eds.), *Principles of Neural Science*, Fifth Edition. McGraw-Hill Education.
<https://accessbiomedicalsscience.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1049§ionid=59138>
139
- [20] Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2025). *Neuroscience: Exploring the brain* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

- [21] Damasio, A. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. Putnam Publishing.
- [22] Ramachandran, V. S., & Blakeslee, S. (1998). *Phantoms in the brain: Probing the mysteries of the human mind*. William Morrow
- [23] Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself*. Viking Penguin.
- [24] Kandel, E. R. (2016). *Reductionism in art and brain science: Bridging the two cultures*. Columbia University Press.
- [25] Magsamen, S., & Ross, I. (2023). *Your brain on art: How the arts transform us*. Random House.
- [26] Zeki, S. (1999). *Inner vision: An exploration of art and the brain*. Oxford University Press.
- [27] O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford University Press.
- [28] Moser, E. I., Kropff, E., & Moser, M.-B. (2008). Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 69– 89.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723>
- [29] *For The Man Who Mistook His Wife for a Hat* (1985): Sacks, O. (1985). *The man who mistook his wife for a hat and other clinical tales*. Summit Books.
- [30] *For Awakenings* (1973): Sacks, O. (1973). *Awakenings*. Touchstone.
- [31] Marshall, P. (Producer), & Parker, P. (Director). (1990). *Awakenings* [Film]. Columbia Pictures.
- [32] Sacks, O. (2019). Why we need gardens. In *Everything in its place: First loves and last tales* Alfred A. Knopf.
- [33] Max Planck Institute for Empirical Aesthetics. (n.d.). Creating and experiencing the arts. <https://www.aesthetics.mpg.de/en.html>
- [34] Wellcome Centre for Human Neuroimaging, University College London. (n.d.). [Title or description]. <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk>

- [35] NeuroArts Resource Center. (n.d.). MA Neuroscience applied to architectural design. NeuroArts Resource Center. <https://www.neuroartsresourcecenter.com/professional-opportunity/ma-neuroscience-applied-to-architectural-design-at>
- [36] McGovern Institute for Brain Research, Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). About us. <https://mcgovern.mit.edu/about/>
- [37] Center for Neuroaesthetics, University of Pennsylvania. (n.d.). <https://neuroaesthetics.med.upenn.edu>
- [38] Brain and Creativity Institute, University of Southern California. (n.d.). <https://dornsife.usc.edu/bci/>
- [39] International Arts + Mind Lab, Johns Hopkins University. (n.d.). <https://www.artsandmindlab.org>
- [40] Academy of Neuroscience for Architecture. (n.d.). <https://anfarch.org>
- [41] World Architects. (2025, April 25). John P. Eberhard (1927-2020). <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/headlines/john-p-eberhard-1927-2020>
- [42] Salk Institute for Biological Studies. (n.d.). Title or description of the webpage. <https://www.salk.edu>
- [43] Carroll, N. (2022). Beauty. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2022 Edition). <https://plato.stanford.edu/entries/beauty/>
- [44] Karahan, A. (2013). Beauty in the eyes of God. *Byzantine aesthetics and Basil of Caesarea*. *Revue Internationale des Études Byzantines*, 82, 165–212. https://www.academia.edu/4732513/_Beauty_in_the_Eyes_of_God_Byzantine_Aesthetics_and_Basil_of_Caesarea_In_Byzantium_Revue_Internationale_des_%C3%89tudes_Byzantines_82_2012_165_212
- [45] Le Corbusier (1951). *Le Modulor : essai sur une mesure harmonique à l'échelle humaine, applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*. Architecture d'aujourd'hui, coll. « Ascoral ».
- [46] Dewey, J. (1934). *Art as experience*. New York: Minton, Balch & Company.

- [47] Żórawski, J. (1973). O budowie formy architektonicznej (About the construction of the architectural form). Arkady.
- [48] Eco U., (1967). La struttura assente: Introduzione alla ricerca semiologia. Bompiani.
- [49] Alexander, C., S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Shlomo, A. (1977). A Pattern language: Towns, buildings, construction. Oxford University Press.
- [50] Lynch, K. (1964). The Image of the City. MIT Press.
- [51] Norberg-Schulz, C. (1966). Intentions in architecture. Universitetsforlaget / George Allen & Unwin.
- [52] Cullen, G. (1961). Townscape. London Architectural Press.
- [53] Wejchert, K. (1974). Elementy kompozycji urbanistycznej. Arkady.
- [54] Bańka, A. (2002). Społeczna psychologia środowiskowa (Social environmental psychology). Warsaw: Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR.
- [55] Hall, E. T. (1966). The hidden dimension. Anchor.
- [56] Gehl, J. (1987). Life between buildings: Using public space. New York: Van Nostrand Reinhold.
- [57] Gehl, J. (2010). Cities for people, Island Press.
- [58] Sim D., 2019, Soft city. Building density for everyday life, Island Press.
- [59] Ramussen, S. E. (1964). Experiencing architecture. MIT Press
- [60] Pallasmaa, J. (1996). The eyes of the skin: Architecture and the senses. John Wiley & Sons.
- [61] Pallasmaa, J. (2009). The thinking hand: Existential and embodied wisdom in architecture. John Wiley & Sons.
- [62] Zumthor, P. (1998). Thinking architecture. Lars Müller Publishers
- [63] Rubin, E. (1915). Synsoplevede figurer [Visual figures]. Gyldendalske Boghandel

- [64] Alexander, C. (2002). The nature of order: An essay on the art of building and the nature of the universe (Vol. 1). Center for Environmental Structure.
- [65] Calvert, G., Spence, C. & Stein, B. E. (2004). The handbook of multisensory processes. MIT Press.
- [66] Ulrich, R.S. (1993). Biophilia, biophobia and natural landscapes. In S. Kellert and E.O.Wilson (eds) The biophilia hypothesis. Island Press, 74-137.
- [67] Zeisel J., (1977). Low rise housing for older people: Behavioral criteria for design. US Government Printing Office.
- [68] Zeisel, J. (1984). Inquiry by design: Tools for environment-behaviour research. CUP Archive
- [69] Edelstein, E. A., 2008, Building health, Health Environments Research & Design Journal 1(2), 54-9.
- [70] Vollmer, T. C., & Koppen, G. (2021). The Parent-Child Patient Unit (PCPU): Evidence-based patient room design and parental distress in pediatric cancer centers. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(19).
- [71] Zacks, J. M., Speer, N. K., Swallow, K. M., & Maley, C. J. (2010). The brain's cutting-room floor: segmentation of narrative cinema. Frontiers in Human Neuroscience, 4.
- [72] Ishizu, T., & Zeki, S. (2017). The experience of beauty derived from sorrow. Human Brain Mapping, 38(8), 4185–4200.
- [73] Staniewska, A. (2017). Oblędne ogrody: idea krajobrazu terapeutycznego w kompozycji zespołów szpitali psychiatrycznych XIX i początku XX wieku. Wydawnictwo Naukowe UAM.
- [74] Le Corbusier, 1923, Vers une architecture, Paris: Les Editions G. Crès et Cie.
- [75] Yeang K., 2009, Ecomasterplanning, John Wiley & Sons.
- [76] Lenzholzer, S. (2015), Weather in the city. nai010 publishers.
- [77] Millennium Ecosystem Assessment, 2003, Ecosystems and human well-being, A framework for assessment. Island Press.

- [78] Apter, A., Bracker, A., Hodgson, M., Sidman, J. & Leung W. (1994). Epidemiology of the Sick Building Syndrome. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 94 (2), 277- 288.
- [79] Rostron, J. (2005). *Sick Building Syndrome: Concepts, issues and practice*. Routledge.
- [80] Fjeld, T., Veiersted, B., Sandvik, L., Riise, G. & Levy, F. (1998). The effect of indoor foliage plants on health and discomfort symptoms among office workers. *Indoor and Built Environment*. 7(4), 204-209.
- [81] Loftness, V., Snyder, M. (2008). Where windows become doors. In: S.R. Kellert, J.H. Heerwagen, M.L. Mador (eds) *Biophilic design*. John Wiley & Sons, 119–131.
- [82] Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (Eds.). (2008). *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life*. Wiley.
- [83] Kellert, S. R. (2015, June 1). *Nature by design: The practice of biophilic design*. Interface. <https://blog.interface.com/nature-by-design-the-practice-of-biophilic-design/>
- [84] Browning, W. D., Ryan, C. O., & Clancy, J. O. (2014). 14 patterns of biophilic design. Terrapin Bright Green LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/reports/14-patterns/>
- [85] Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- [86] Moore, R.C., & Marcus, C. C. (2008). Healthy planet, healthy children: Designing nature into the daily spacer for childhood. . In: S.R. Kellert , J.H. Heerwagen, M.L. Mador (eds) *Biophilic design*. John Wiley & Sons, 153–204.
- [87] Florida, R. (2002). *The rise of the creative class*. New York: Basic Books.
- [88] Konijnendijk, C. (2021). The 3-30-300 rule: A new benchmark for urban forestry. Nature Based Solutions Institute. Retrieved from <https://330300rule.com>
- [89] Konijnendijk, C. (2022). The 3+30+300 principle – From concept to Nordic implementation. Nordic Council of Ministers. <https://pub.norden.org/temanord2025-520/2-the-3-30-300-principle-from-concept-to-nordic-implementation.html>

- [90] Olszewska-Guizzo, A., Sia, A., & Escoffier, N. (2023). Revised Contemplative Landscape Model (CLM): A reliable and valid evaluation tool for mental health-promoting urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 86, 128016. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128016>
- [91] Oseland, N.A. (2007). *British council for offices guide to Post-Occupancy Evaluation*. London: BCO
- [92] Li, P., Froese, T. M., & Brager, G. (2018). Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review. *Building and Environment*, 133, 187-202.
- [93] Edelstein, E. A. & Macagno, E. (2012). Form follows function: Bridging neuroscience and architecture. In: *Sustainable Environmental Design*. In: S. Th. Rassia, P. M. Pardalos (eds). *Sustainable environmental design in architecture*. Springer New York, 27–41.
- [94] Pence, H. E. (2014). What is Big Data and Why is it important? *Journal of Educational Technology Systems*, 43(2), 159–171.
- [95] Huang, J., Obracht-Prondzynska, H., Kamrowska-Zaluska, D., Sun, Y., & Li, L. (2021). The image of the city on social media: A comparative study using “Big Data” and “Small Data” methods in the Tri-City Region in Poland. *Landscape and Urban Planning*, 206, 103977.
- [96] Fromm, E. (1964). *The heart of man: Its genius for good and evil*. Harper & Row.
- [97] Barbiero, G., & Berto, R. (2021). Biophilia as evolutionary adaptation: An onto- and phylogenetic framework for biophilic design. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 700709. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.700709>
- [98] Zimbardo, P. G. (1996). Time perspective as a predictor of procrastination. *Journal of Experimental Social Psychology*, 32(3), 331–348. <https://doi.org/10.1006/jesp.1996.0043>
- [99] Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C. (2012). Connection to nature: Children’s affective attitude toward the natural world. *Environment and Behavior*, 44(1), 31–49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>
- [100] Yanez, R. E., Fees, B. S., & Torquati, J. (2017). Preschool children’s biophilia and attitudes toward nature: The effect of personal experiences. *The International Journal of Early Childhood Environmental Education*, 5(1), 57-67

- [101] Kershaw, A. (2019, November 7). Nature connection helps children learn. The Ecologist. <https://theecologist.org/2019/nov/07/nature-connection-helps-children-learn>
- [102] Doar, N. (2021). More time children spend in nature during preschool is associated with a greater sense of responsibility for nature. *Ecopsychology*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1089/eco.2021.0006>
- [103] Mayer, F. S., & Frantz, C. M. (2008). Why is nature beneficial? The role of connectedness to nature. *Environment and Behavior*, 40(5), 607-643. <https://doi.org/10.1177/0013916508319745>
- [104] Terrapin Bright Green, LLC. (2024). 15 Patterns of Biophilic Design: Awe. Terrapin Bright Green, LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/report/14-patterns/>
- [105] Terrapin Bright Green, LLC. (2016). Biophilic design case studies. Terrapin Bright Green, LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/report/biophilic-design-case-studies/>
- [106] Terrapin Bright Green, LLC. (2015). 641 Avenue of the Americas case study [PDF]. Terrapin Bright Green, LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/11/641-Case-Study-Fall15.pdf>
- [107] Terrapin Bright Green, LLC. (2016). Kickstarter commercial headquarters biophilic design case study [PDF]. Terrapin Bright Green, LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/11/Kickstarter-Spring-16F.pdf>
- [108] Terrapin Bright Green, LLC. (2017). Östra Hospital psychiatric facility case study [PDF]. TerrapinBrightGreen,LLC. <https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/11/Ostra-Psychiatry-Case-Study.pdf>
- [109] Terrapin Bright Green, LLC. (2017). Parkroyal on Pickering biophilic design case study[PDF].TerrapinBrightGreen,LLC. https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/11/Parkroyal_Case-Study.pdf
- [110] Terrapin Bright Green, LLC. (2015). Windhover Contemplative Center biophilic design case study [PDF]. Terrapin Bright Green, LLC. https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2015/11/Windhover_CaseStudy_Fall15.pdf

- [111] Ulrich, R. S. (2019). Evidence-informed design recommendations for juvenile facilities in Sweden [Report prepared for the Swedish National Board of Institutional Care]. Centrum för vårdens arkitektur (CVA), Chalmers University of Technology. <https://www.chalmers.se/en/centres/cva/publications/evidence-informed-design-recommendations-for-juvenile-facilities-in-sweden-report-prepared-for-the-swedish-national-board-of-institutional-care-sis/>
- [112] Roe, J. J., Thompson, C. W., Aspinall, P. A., Brewer, M. J., Duff, E. I., Miller, D., Mitchell, R., & Clow, A. (2013). Green space and stress: Evidence from cortisol measures in deprived urban communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(9), 4086–4103. <https://doi.org/10.3390/ijerph10094086>
- [113] Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Lanki, T., Tsunetsugu, Y., & Kagawa, T. (2014). The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.005>
- [114] Chan, S. H. M., Qiu, L., Esposito, G., & Mai, K. P. (2021). Vertical greenery buffers against stress: Evidence from psychophysiological responses in virtual reality. *Landscape and Urban Planning*, 213, Article 104127. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104127>
- [115] Toyoda, M., Yokota, Y., Barnes, M., & Kaneko, M. (2019). Potential of a small indoor plant on the desk for reducing office workers' stress. *HortTechnology*, 29(1), 55-63. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04427-19>
- [116] Beil, K., & Hanes, D. (2013). The influence of urban natural and built environments on physiological and psychological measures of stress--a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(4), 1250–1267. <https://doi.org/10.3390/ijerph10041250>
- [117] Bachelard, G. (1994). *The poetics of space* (M. Jolas, Trans.). Beacon Press. (Original work published 1964)
- [118] National Cancer Institute. (2022, October 27). Stress and cancer. National Institutes of Health. <https://www.cancer.gov/about-cancer/coping/feelings/stress-fact-sheet>
- [119] Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.

- [120] Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271–299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- [121] Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature*, 138(3479), 32. <https://doi.org/10.1038/138032a0>
- [122] (WHO, 2020)Virtanen, M., et al. (2017). Occupational sedentary behaviour and mental health: A systematic review. *Journal of Occupational Health Psychology*, 22(3), 289–305. Retrieved from.
- [123] Temple University. (2024, April 11). Feeling rushed at the food ordering kiosk? You're not alone. Temple News. <https://news.temple.edu/news/2024-04-12/feeling-rushed-food-ordering-kiosk-you-re-not-alone> .
- [124] Wijnhuizen, G. J., de Jong, R., & Hopman-Rock, M. (2007). Older persons afraid of falling reduce physical activity to prevent outdoor falls. *Preventive Medicine*, 44(3), 260–264. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.11.003>
- [125] Jennings, V., & Bamkole, O. (2019). The relationship between social cohesion and urban green space: An avenue for health promotion. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 452. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030452>
- [126] Arbuthnott, K. D. (2023). Nature exposure and social health: Prosocial behavior, social cohesion, and effect pathways. *Journal of Environmental Psychology*, 90, Article 101887. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.101887>
- [127] Henderson, L., Tipper, L., Willicombe, S., & Gattis, M. (2024). Shared time in nature increases feelings of social connection amongst university students. *Journal of Environmental Psychology*, 96, 102343. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102343>
- [128] Dickinson, M. H. (n.d.). Are there really as many neurons in the human brain as stars in the Milky Way? *Nature Scitable*. Retrieved September 15, 2025, from https://www.nature.com/scitable/blog/brain-metrics/are_there_really_as_many/
- [129] Dunn, G. (n.d.). Self Reflected. Retrieved September 15, 2025, from <https://www.gregadunn.com/self-reflected/>
- [130] Puderbaugh, M., & Emmady, P. D. (2025). Neuroplasticity. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32491743/>

- [131] Sommer, R. (1969). *Personal space: The behavioral basis of design*. Prentice-Hall.
- [132] Kirk, D. S., & Axhausen, K. W. (2021). Designing for health and wellbeing: The role of architecture in influencing human behavior. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 14(3), 12– 26. <https://doi.org/10.1177/1937586720931064>
- [133] Kisacky, J. (2024). When designs became interventions in hospitals. *AMA Journal of Ethics*, 26(12), E948–E962. <https://doi.org/10.1001/journalofethics.2024.948>
- [134]. Oxford University Press. (n.d.). Neuroscience. In Oxford Reference. <https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803095847893>
- [135] Cambridge University Press. (n.d.). Neuroscience. In Cambridge Dictionary. Retrieved September 13, 2025, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/neuroscience>
- [136] Wang, S., Oliveira, G. S. de, Djebbara, Z., & Gramann, K. (2022). The embodiment of architectural experience: A methodological perspective on neuro-architecture. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 833528. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.833528>
- [137]. An overview of neuroarchitecture in the past. (2022, December 20). Re-thinking The Future. <https://www.re-thinkingthefuture.com/architectural-styles/a12562-an-overview-of-neuroarchitecture-in-the-past/>
- [138] ARQA. (2019, April 17). A SpaceforBeing.Arqa. <https://arqa.com/en/architecture/a-space-for-being.html>
- [139] Royal College of Art. (2023, May 19). Amelia Peng’s immersive textile installation explores mindfulness and inner peace at Somerset House. <https://www.rca.ac.uk/news-and-events/news/amelia-pengs-immersive-textile-installation-explores-mindfulness-and-inner-peace-at-somerset-house/>
- [140] Refik Anadol Studio. (2018, February 2). Melting Memories. Refik Anadol Studio. <https://refikanadolstudio.com/projects/melting-memories>
- [141] Hayek, F. A. (1952). *The sensory order: An inquiry into the foundations of theoretical psychology*. University of Chicago Press.
- [142] Harvard Health Publishing. (2024, July 23). Blue light has a dark side. Harvard Medical School. <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side>

- [143] Nathanson, J. A. (2025, August 21). Light pollution. In The Editors of Encyclopaedia Britannica (Eds.), *Encyclopaedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/light-pollution>
- [144] Müller, A., & Riedl, H. (2024). Effects of light on human circadian rhythm and cognition. In T. Smith & L. Johnson (Eds.), *Advances in environmental psychology* (pp. 415–438). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783035620238-027> .
- [145] Zeisel, J., Silverstein, N. M., Hyde, J., Levkoff, S., Lawton, M. P., & Holmes, W. (2003). Environmental correlates to behavioral health outcomes in Alzheimer's special care units. *The Gerontologist*, 43(5), 697–711. <https://doi.org/10.1093/geront/43.5.697>
- [146] Vitali, F., Branigan, G. L., & Brinton, R. D. (2021). Preventing Alzheimer's disease within reach by 2025: Targeted-risk-AD-prevention (TRAP) strategy. *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, 7(1), e12190. <https://doi.org/10.1002/trc2.12190>
- [147] Dahmani, L., & Bohbot, V. D. (2020). Habitual use of GPS negatively impacts spatial memory during self-guided navigation. *Scientific Reports*, 10(1), 8037. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62877-0>
- [148] Eco, U. (1997). Function and sign: The semiotics of architecture. In N. Leach (Ed.), *Rethinking architecture: A reader in cultural theory* (pp. 174–196). Routledge
- [149] Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Wiley.
- [150] Klatzky, R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa, C. Habel, & K. F. Wender (Eds.), *Spatial Cognition* (pp. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-69342-4_1
- [151] Salk Institute for Biological Studies. (2023, January 4). The brain's ability to perceive space expands like the universe. <https://www.salk.edu/news-release/the-brains-ability-to-perceive-space-expands-like-the-universe/>
- [152] Wang, Z., et al. (2024). Noise correlations in neural ensemble activity limit the accuracy of hippocampal spatial representations. *Nature Neuroscience*, 27, 123–130. <https://doi.org/10.1038/s41593-022-01212-4>

- [153] Barnden, J. A. (1998). Book review: Michael A. Arbib, *The Metaphorical Brain 2: Neural Networks and Beyond*. *Artificial Intelligence*, 101(1-2), 301-309. <https://philarchive.org/archive/BARMAA-28>
- [154] Arbib, M. A., Canepa, E., Condia, B., De Matteis, F., Griffero, T., Hart, R. L., Hewitt, M. A., Reddy, S., & Wynne, M. (2023). *Atmosphere(s) for architects: Between phenomenology and cognition* (Interfaces, 5). New Prairie Press. <https://newprairiepress.org/ebooks/51>
- [155] Arbib, M. A. (2020). From spatial navigation via visual construction to episodic memory and imagination. *Biological Cybernetics*, 114(2), 139–167. <https://doi.org/10.1007/s00422-020-00829-7>
- [156] Grassini, S., Segurini, G. V., & Koivisto, M. (2022). Watching nature videos promotes physiological restoration: Evidence from the modulation of alpha waves in electroencephalography. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 871143. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.871143>
- [157] Jafari, M. J., Khosrowabadi, R., Khodakarim, S., & Mohammadian, F. (2019). The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(17), 2924–2931. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.742>
- [158] Guterstam, A., Gentile, G., Brozzoli, C., et al. (2015). Decoding illusory self-location from activity in the human hippocampus. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 412. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00412>
- [159] Rosas, H. J., Sussman, A., Sekely, A. C., & Lavdas, A. A. (2023). Using Eye Tracking to Reveal Responses to the Built Environment and Its Constituents. *Applied Sciences*, 13(21), 12071. <https://doi.org/10.3390/app132112071>
- [160] Lanki, T., Siponen, T., Ojala, A., Korpela, K., Pennanen, A., Tiittanen, P., Tsunetsugu, Y., Kagawa, T., & Tyrväinen, L. (2017). Acute effects of visits to urban green environments on cardiovascular physiology in women: A field experiment. *Environmental Research*, 159, 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.039>

- [161] Yang, X., Orjuela, J., McCoy, E., et al. (2022). The impact of black carbon (BC) on mode-specific galvanic skin response (GSR) as a measure of stress in urban environments. *Environmental Research*, 214(Part 4), Article 114083. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114083>
- [162] Imagineerium. (2025). The psychology behind immersive experiences. Retrieved September 13, 2025, from <https://www.imagineerium.co.uk/post/the-psychology-behind-immersive-experiences#viewer-b903c>
- [163] Rivière, J.-P., Vinet, L., & Prié, Y. (2024). Towards the use of virtual reality prototypes in architecture to collect user experiences: An assessment of the comparability of patient experiences in a virtual and a real ambulatory pathway. *International Journal of Human-Computer Studies*, 192, 103342. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2024.103342>
- [164] Westerdahl, B., Suneson, K., Wernemyr, C., Roupé, M., Johansson, M., & Allwood, C. M. (2006). Users' evaluation of a virtual reality architectural model compared with the experience of the completed building. *Automation in Construction*, 15(2), 150-165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2005.02.010>
- [165] Spinview, & Gospic, K. (2023). Building design to be shaped by human reaction captured by VR tech. *Nrep News*. <https://nrep.com/news/building-design-to-be-shaped-by-human-reaction-captured-by-vr-tech/>
- [166] Martens, M. A., Antley, A., Freeman, D., Slater, M., Harrison, P. J., & Tunbridge, E. M. (2019). It feels real: Physiological responses to a stressful virtual reality environment and its impact on working memory. *Journal of Psychopharmacology*, 33(10), 1264-1273. <https://doi.org/10.1177/0269881119860156>
- [167] Delorme, A. & Makeig, S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J. Neurosci. Methods* 134, 9–21 (2004). <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>
- [168] Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the biophilia effect in virtual reality. *J. Environ. Psychol.* 89, 102033 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102033>
- [169] Kim, N. & Gero, J. S. Neurophysiological Responses to Biophilic Design: A Pilot Experiment Using VR and EEG. *Design Computing and Cognition'22* 235–253 (2023).

- [170] Sun, H., Tian, Y., Xu, W., He, W., & Zhu, G. (2021). Psychological and physiological effects of a green wall on occupants: A cross-over study in virtual reality. *Building and Environment*, 204, 108134. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108134> .
- [171]. Martínez-Soto, J., Gonzales-Santos, L., Pasaye, E. & Barrios, F. A. Exploration of neural correlates of restorative environment exposure through functional magnetic resonance. *Intelligent Buildings International* (2013) doi:10.1080/17508975.2013.807765.
- [172] Kim, T.-H., Jeong, G.-W., Baek, H.-S., Kim, G.-W., Sundaram, T., Kang, H.-K., Lee, S.-W., Kim, H.-J., & Song, J.-K. (2010). Human brain activation in response to visual stimulation with rural and urban scenery pictures: A functional magnetic resonance imaging study. *Science of The Total Environment*, 408(23), 5720–5727. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.02.025>
- [173] Ancora, L. A. et al. Cities and neuroscience research: A systematic literature review. *Front. Psychiatry* 13, 983352 (2022).<https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.983352>
- [174] Müller, R. A., & Kable, J. W. (2010). *The neural basis of abstract thinking*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 186. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186>
- [175] Jeong, J.-E. & Park, S.-A. (2021). Physiological and Psychological Effects of Visual Stimulation with Green Plant Types. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 12932 . <https://doi.org/10.3390/ijerph182412932>
- [176] Grassini, S., Segurini, G. V., & Koivisto, M. (2022). Watching nature videos promotes physiological restoration: Evidence from the modulation of alpha waves in electroencephalography. *Frontiers in Psychology*, 13, 871143. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.871143>