



UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI  
**INSTYTUT EKONOMII  
I FINANSÓW**

**mgr inż. Bogusław Bogdanowicz**

# **Wpływ wizualizacji architektonicznych na ocenę projektów domów jednorodzinnych w procesie zakupowym**

Autoreferat rozprawy doktorskiej

Promotor pracy:  
dr hab. Jacek Cypryański, prof. US

Promotor pomocniczy:  
dr inż. Mateusz Piwowski

Szczecin, 2023

## **SPIS TREŚCI**

1.	Uzasadnienie wyboru tematu.....	3
2.	Cele i hipotezy rozprawy .....	4
3.	Struktura pracy .....	5
4.	Źródła i metody badawcze.....	6
5.	Wyniki i wnioski z badań .....	10
6.	Bibliografia .....	17

## 1. UZASADNIENIE WYBORU TEMATU

Wizualizacje pełnią istotną rolę na każdym etapie procesu projektowania architektonicznego, a w szczególności są nieodzownym elementem ofert sprzedaży projektów domów (Świt-Jankowska, Barbara, 2008), wpływając tym samym na decyzje zakupowe. Proces poszukiwań, a następnie wyboru jednego spośród dużej ilości gotowych prezentacji, staje się poważnym problemem. Rosnące wymagania i świadomość nabywców, a także żądania coraz większej ilości szczegółowych informacji dotyczących ofert sprzedażowych domów, jest wyzwaniem dla firm oraz architektów i grafików 3D. Ważne staje się poszukiwanie takich rozwiązań, aby zainteresowały one potencjalnych klientów. Należy więc gromadzić wiedzę o procesach i zależnościach podejmowania decyzji o zakupie projektu domu, a następnie potrafić zastosować ją w praktyce. W tym właśnie kontekście nabiera znaczenia pytanie: **jak wizualizować projekty domów, by skutecznie zainteresować nimi potencjalnych nabywców?**

Biorąc pod uwagę fakt, jak złożonym procesem jest postrzeganie obrazu przez człowieka, odpowiedź na to pytanie, nie jest bynajmniej oczywista. Istnieją ogromne możliwości „sterowania” odczuciami klienta, wzbudzania jego emocji oraz oddziaływania na jego stosunek do prezentowanego obiektu. Dotyczy to zarówno sposobu przedstawiania samego obiektu (stosowanie nietypowych ujęć, eksponowanie wybranych detali), jak i umieszczania na obrazie elementów dodatkowych (Świt-Jankowska, 2010). Szybko rozwijająca się technologia informatyczna pozwala na korzystanie z tych możliwości w niemal nieograniczonym zakresie. Co więcej, obecnie dostępne narzędzia informatyczne umożliwiają tworzenie realistycznych wizualizacji w stosunkowo prosty sposób i w stosunkowo krótkim czasie.

Badania nad czynnikami determinującymi pozytywny odbiór wizualizacji architektonicznych interesują zarówno grafików komputerowych, jak i wszystkich oferujących swoje usługi na rynku projektów domów jednorodzinnych. Ponadto, takie badania mogą odgrywać istotną rolę w ujawnianiu praktyk budzących w nas wątpliwości natury etycznej.

Szereg wniosków istotnych w tej dyskusji dostarczają prace o postrzeganiu piękna rozumianego jako pozytywna wartość estetyczna (Ramachandram & Hirstein, 2007; Reber i in., 2004). Są to jednak wnioski ogólne, znajdujące zastosowanie do różnych kategorii obiektów i form ich prezentacji. Natomiast, nieliczne dotychczas prowadzone badania, dotyczące wizualizacji architektonicznych (Świt-Jankowska, 2010; Świt-Jankowska,

Barbara, 2008) skupiają się wyłącznie na sposobie prezentacji graficznej obiektów architektonicznych i nie uwzględniają wpływu otoczenia na ich postrzeganie. Poza tym, badania te koncentrują się na ocenie wartości estetycznych i nie odnoszą się do funkcji, jakie wizualizacje pełnią w procesie zakupowym. Te dwa aspekty (nieuwzględnianie wpływu otoczenia oraz ograniczanie się do kategorii estetycznych) ograniczają przydatność wyników tych badań w kontekście przedstawionego powyżej problemu. Nieuwzględnianie wpływu otoczenia jest o tyle ważne, że w wizualizacjach ilustrujących oferty projektów domów, sposób kadrowania budynku jest ograniczony do standardowych ujęć prezentujących cały budynek z jego frontowej strony. Skoro tak, to otoczenie staje się jednym z głównych czynników, za pomocą którego można w praktyce wpływać na odbiór wizualizacji. Z kolei, ograniczenie się do kategorii estetycznych to pomijanie w badaniach wpływu wizualizacji na ocenę innych cech i parametrów projektu, uwzględnianych przez nabywców przy podejmowaniu decyzji zakupowych.

## **2. CELE I HIPOTEZY ROZPRAWY**

Niedostatek badań nad czynnikami determinującymi pozytywny odbiór wizualizacji architektonicznych potwierdzają również graficy, twórcy wizualizacji architektonicznych. Z ich opinii, uzyskanych przy okazji prowadzonych badań wynika, że przy projektowaniu wizualizacji opierają się oni wyłącznie na doświadczeniu i intuicji (Bogdanowicz & Cypryański, 2017). Tak postawiona problematyka stała się podstawą do sformułowania celów i hipotez badawczych.

Głównym celem rozprawy doktorskiej jest **zbadanie wpływu zmian otoczenia obiektu architektonicznego na wizualizacjach, na ocenę projektu domu jednorodzinnego przez potencjalnych nabywców w procesie zakupowym.**

Z uwagi na złożony charakter celu głównego można dokonać jego dekompozycji na następujące cele szczegółowe:

### **1. cele poznawcze i użyteczne:**

- analiza wpływu zmian otoczenia obiektu architektonicznego na wizualizacjach, na emocje potencjalnych nabywców;
- analiza wpływu wizualizacji architektonicznych na ocenę pozostałych parametrów projektu domu jednorodzinnego (np. rozkładu pomieszczeń, powierzchni użytkowej, kosztorysu, itp.) przez potencjalnych nabywców w procesie zakupowym;

## **2. cel metodyczny:**

- opracowanie procedury przeprowadzania eksperymentów dotyczących badania wpływu na ocenę wizualizacji obiektu architektonicznego przez potencjalnych nabywców, z wykorzystaniem technik neuronauki poznawczej.

Dotychczasowe badania z zastosowaniem technik neuronauki poznawczej w architekturze skupiają się głównie na kategoriach związanych z estetyką (Vartanian i in., 2015; Vecchiato i in., 2015). Nie odnoszą się do kwestii zachowań nabywców i decyzji zakupowych. Stąd potrzeba opracowania nowej metodyki prowadzenia eksperymentów, uwzględniającej zarówno specyfikę procesu zakupu projektów domów, jak i dotychczasowe doświadczenia z obszaru neuromarketingu.

W pracy planowane jest przeprowadzenie serii eksperymentów z wykorzystaniem technik neuronauki poznawczej, pozwalających na weryfikację następujących hipotez:

- H1:** Modyfikacja wybranych cech otoczenia obiektu architektonicznego na wizualizacji wzbudza w odbiorcy emocje i tym samym wpływa na ocenę tychże obiektów.
- H2:** Zmiany w wizualizacjach wywołujące emocje wpływają na ocenę innych parametrów projektu domu jednorodzinnego przez potencjalnych nabywców.
- H3:** Projekty domów jednorodzinnych, których wizualizacje wzbudziły emocje są lepiej zapamiętywane przez potencjalnych nabywców.

## **3. STRUKTURA PRACY**

Dysertacja ma charakter teoretyczno-empiryczny, dlatego też można wydzielić dwie główne jej części. Pierwsza obejmuje rozdziały teoretyczne, w których dokonano przekrojowej i krytycznej analizy literatury przedmiotu. W drugiej przedstawiona została metodyka badań własnych oraz empiryczne ujęcie rozważanej problematyki.

Rozdział pierwszy pracy zawiera analizę procesu podejmowania decyzji zakupowych oraz przegląd czynników mogących wpływać na tego typu decyzje. Omówione zostały również czynniki behawioralne, których uwzględnienie w badaniu zachowań nabywczych jest problematyczne.

W rozdziale drugim skupiono się na zagadnieniu wizualizacji architektonicznych. Rozpatrzone została rola zmysłów (głównie wzroku) w zachowaniach konsumentów oraz

znaczenie wizualizacji, jako czynnika oddziaływania na potencjalnych klientów. Przedstawione zostały także cechy oraz typologia tego typu wizualizacji.

Rozdział trzeci obejmuje rozważania na temat pomiaru fizjologicznego oraz charakterystykę ważniejszych technik neuronauki poznawczej. W dalszej części tego rozdziału zawarto analizę wybranych zastosowań technik neuronauki poznawczej w badaniach nad postrzeganiem obiektów architektonicznych.

W rozdziale czwartym została zaprezentowana metodyka badań własnych. Omówiona została procedura badawcza, w ramach której uszczegółowiono organizację i przebieg eksperymentu, zastosowaną aparaturę badawczą, uczestników oraz sposoby przetwarzania i analizy danych pomiarowych.

Rozdział piąty zawiera wyniki przeprowadzonych badań, dotyczących obioru i oceny wariantów wizualizacji projektów architektonicznych. W sposób szczegółowy przedstawiono wyniki analiz danych pozyskanych z pomiarów fizjologicznych (w tym neurofizjologicznych) oraz z badań ankietowych. Analizy obejmowały poszczególne wizualizacje projektów domów jednorodzinnych i odnosiły się do różnych grup badanych (wszystkich uczestników, wydzielonych ze względu na płeć oraz wiek). W końcowym fragmencie rozdziału przeprowadzono dyskusję uzyskanych wyników.

Dysertację domyka zakończenie, w którym zawarto wnioski końcowe, odwołanie się do weryfikacji hipotez, implikacje praktyczne badań oraz ograniczenia i kierunki dalszych prac badawczych.

W załącznikach zawarto wykorzystane w badaniach zasoby oraz wyniki różnego typu analiz (statystyczne, mapy cieplne, obszary zainteresowania, itp.).

#### **4. ŹRÓDŁA I METODY BADAWCZE**

Do realizacji celu pracy oraz udowodnienia hipotez wymagane było opracowanie procedury badawczej oraz zastosowanie odpowiednich metod badawczych. Badania zostały przeprowadzone według sześćoetapowej procedury. Zadania realizowane na poszczególnych etapach, jak i zastosowane metody przedstawia Rysunek 1.

<b>ETAPY BADAŃ</b>		<b>METODY</b>
I	Analiza literatury z zakresu zachowań nabywczych konsumentów, wizualizacji architektonicznych oraz stosowalności technik neuronauki poznawczej w celu zaprojektowania eksperymentu oraz doboru metod badawczych	Studia literaturowe
II	Badania wstępne w celu selekcji obiektów architektonicznych do wizualizacji	Metoda eksperymentalna
III	Przeprowadzenie eksperymentu badawczego	Metoda eksperymentalna
IV	Wstępne przetwarzanie danych	Metody analizy sygnałów
V	Analiza danych pomiarowych	Metody neuronauki poznawczej
VI	Opracowanie i analiza wyników, sformułowanie wniosków	Metody statystyczne

*Rysunek 1. Zastosowana procedura badawcza.*

*Źródło: opracowanie własne.*

Pierwszy etap badań polegał na teoretycznym rozpoznaniu problematyki zachowań nabywczych konsumentów, projektowania wizualizacji architektonicznych oraz metod badania ich oddziaływania na potencjalnych klientów. Wybór projektu domu jest zwykle złożonym procesem z wieloma czynnikami, które mają wpływ na decyzje. Do takich czynników zalicza się m.in. architekturę, estetykę projektu, scenariusz domu czy elementy jego otoczenia. Przegląd literatury umożliwił zgłębienie tematyki wizualizacji architektonicznych oraz lepszego zrozumienia jej znaczenia w procesie sprzedażowym. Istotnym elementem tego etapu było również rozpoznanie możliwości badania wpływu wizualizacji na ich wybór przez człowieka. Przeanalizowane zostały techniki badawcze

wykorzystujące pomiar fizjologiczny (w tym neurofizjologiczny). Dokonano przeglądu zastosowań technik neuronauki poznawczej w kontekście analiz obiektów architektonicznych.

Kolejny etap obejmował badania wstępne, których celem było zidentyfikowanie czynników mających wpływ na pozytywny odbiór wizualizacji projektów domów. Badania zostały podzielone na dwie części. W pierwszej graficy komputerowi wskazywali czynniki, które według nich mają istotne znaczenie w odbiorze wizualizacji. W oparciu o uzyskane informacje utworzone zostały kategorie tematyczne czynników, które w drugiej części zostały poddane dalszej ocenie. Polegała ona na przypisaniu wag, które określały ważność poszczególnych kategorii. Efektem badań było utworzenie rankingu kategorii czynników mogących korzystnie wpływać na odbiór wizualizacji architektonicznych. Wyniki tego etapu posłużyły do wyboru projektów domów (wraz z ich modyfikacjami), które zostały wykorzystane w dalszych pracach badawczych.

Przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentu badawczego dotyczącego pomiaru reakcji fizjologicznej na prezentowane bodźce (wizualizacje) oraz badania deklaracyjnego było celem następnego etapu badań. Bazę przygotowanych wizualizacji stanowiły projekty domów pozyskane z katalogu projektów domów Murator (*Projekty domów - Murator*, 2019). Na ich wykorzystanie oraz modyfikacje zostały uzyskane odpowiednie zgody. Do badania zostało wybranych 10 projektów domów. Oznaczone one były dużymi literami: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J. Każdy z nich obejmował ekspozycję domu z dwóch stron, a mianowicie część frontową oraz tylną (Rysunek 2). Dla każdego takiego projektu domu opracowano jego zmodyfikowaną wersję (wariant). Pierwsze cztery projekty (A, B, C, D) były badane w wariacie dziennym (podstawowym) oraz zmodyfikowanym nocnym. Przyjęły takie oto oznaczenia: A-D (projekt A w wersji dziennej), A-N (projekt A w wersji nocnej), B-D (projekt B w wersji dziennej), B-N (projekt B w wersji nocnej), itd. Kolejne cztery (E, F, G, H) zostały przygotowane w wariacie dziennym oraz z ludźmi. Zostały podpisane jako: E-D (projekt E w wersji dziennej), E-L (projekt E w wersji z ludźmi), itp. Pozostałe dwa (I, J) były utworzone w wariacie dziennym oraz surrealistycznym i oznaczone jako: I-D (projekt I w wersji dziennej), I-S (projekt I w wersji surrealistycznej). Dom w wariacie I-S został umieszczony w scenerii górskiej, a dom w wersji J-S w scenerii morskiej. Przykładowe wizualizacje tego samego domu (projekt G) w dwóch wariantach: w świetle dziennym (G-D) oraz z ludźmi (G-L) przedstawia Rysunek 2 i Rysunek 3. Jediną różnicą jaka występuje pomiędzy tymi wersjami jest obecność postaci ludzkich (na pierwszym planie dzieci, w głębi osoby dorosłe), które zostały dodane przez grafika.





*Rysunek 2. Wizualizacja projektu domu G w wariancie dzień (G-D).  
Źródło: opracowanie na podstawie (Projekty domów - Murator, 2019).*



*Rysunek 3. Wizualizacja projektu domu G w wariancie z ludźmi (G-L).  
Źródło: opracowanie na podstawie (Projekty domów - Murator, 2019).*

Eksperyment badawczy został zrealizowany w warunkach laboratoryjnych, gdzie została wykorzystana specjalistyczna aparatura pomiarowa. Umożliwiła ona rejestrację parametrów fizjologicznych z zastosowaniem technik neuronauki poznawczej. Pomiar dotyczył aktywności elektrycznej mózgu (EEG), reakcji skórno-galwanicznej (GSR), ruchu gałek ocznych (eye tracking) oraz analizy ekspresji twarzy. Dodatkowo było przeprowadzone krótkie badanie ankietowe z wykorzystaniem kwestionariusza. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z zaleceniami oraz wymogami stawianymi przed tego typu eksperymentami. Zebrane dane pomiarowe zostały wykorzystane w kolejnym kroku badawczym.

Etap piąty badań był związany ze wstępnym przetwarzaniem pozyskanych danych z pomiaru fizjologicznego. Zgromadzone w dużych ilościach dane, oprócz sygnału użytecznego zawierały różnego rodzaju artefakty, które są nieodłączną częścią tego typu badań. Dlatego też przeprowadzone zostały działania mające na celu oczyszczenie sygnału oraz wyodrębnienie fragmentów, które mogły być poddane dalszej analizie. Stąd też zostały zastosowane różne algorytmy (w zależności od rodzaju danych), których zadaniem było

filtrowanie, usuwanie, interpolacja, synteza, przekształcanie sygnału w różnych dziedzinach (czasowej, częstotliwościowej), itp.

W następnym etapie zostały przeprowadzone analizy wstępnie przetworzonych sygnałów celem pozyskania użytecznych informacji, nadających się do interpretacji. Również tutaj były wykorzystane różne algorytmy przetwarzania sygnałów, a ich efektem były konkretne metryki oraz obliczone ich wartości. Przykładowymi wskaźnikami, które zostały na tym etapie wyznaczone są: wskaźnik asymetrii frontalnej FAA (pomiar EEG), liczba szczytów GSR w przeliczeniu na 1 minutę, amplituda szczytów GSR (pomiar GSR), średnia liczba fiksacji wykrytych wewnątrz AOI, średni czas trwania pierwszej fiksacji w AOI (pomiar eye trackingowy), itp.

Ostatni etap badań obejmował analizę uzyskanych wartości z pomiaru fizjologicznego oraz danych z ankiety. Analizy były wykonane dla różnych zestawień danych dotyczących wariantów wizualizacji domów (sceneria dzienna, nocna, z ludźmi, surrealistyczna) oraz grup badanych (wszyscy, podział ze względu na płeć oraz grupy wiekowe). Dotyczyły one w pierwszej kolejności metryk bazujących na danych pochodzenia fizjologicznego (EEG, GSR, eye tracking, face reading), a w dalszej danych deklaracyjnych. Do analiz statystycznych danych pozyskanych z pomiaru fizjologicznego oraz badań deklaracyjnych zostały użyte różne metody, w zależności od charakteru danych. Były to statystyki opisowe, test t Studenta oraz test U Manna-Whitneya (dla prób niezależnych). Etap ten został zakończony dyskusją uzyskanych wyników oraz sformułowaniem wniosków.

## **5. WYNIKI I WNIOSKI Z BADAŃ**

Problematyka wizualizacji obiektów architektonicznych na potrzeby procesów zakupowych jest zagadnieniem nie do końca rozpoznany. Wynika to prawdopodobnie ze złożoności zjawiska, sposobów postrzegania i przetwarzania obiektów przez człowieka oraz wielu innych uwarunkowań, które mogą determinować odbiór. Badania z zakresu psychologii poznawczej oraz estetyki eksperymentalnej wskazują na różne czynniki, które ułatwiają przetwarzanie obiektów graficznych. Są to np. symetria, poprawność formy czy kontrast pomiędzy elementami a tłem (Gombrich, 2011; Reber i in., 2004; Rudolf, 2022). Można się spotkać z badaniami, które starają się wyjaśniać poszczególne aspekty sztuk wizualnych, estetyki oraz zasad projektowania (Próchnicki, 2018; Przybysz, 2020; Ramachandram & Hirstein, 2007). Brakuje natomiast badań nad postrzeganiem, odbiorem wizualizacji projektów domów jednorodzinnych opracowywanych na potrzeby ofert sprzedażowych.

Problematyka podjęta w ramach niniejszej dysertacji stanowi więc wypełnienie tej luki. Zgodnie z celem głównym rozprawy dokonano badania wpływu zmian otoczenia obiektu architektonicznego na wizualizacjach na ocenę projektu domu jednorodzinnego. Na potrzeby tych badań została opracowana procedura badawcza, w której istotnym elementem było wykorzystanie technik neuronauki poznawczej (cel metodyczny). Pomiar fizjologiczny, w tym neurofizjologiczny umożliwił badanie m.in. stanów emocjonalnych oraz motywacyjnych w odpowiedzi na prezentowane bodźce wizualne (cel poznawczy). Kierunek badań oraz zastosowane narzędzia badawczo-pomiarowe częściowo pokrywały się z zakresem wytyczanym przez neuroestetykę (Gallese & Di Dio, 2012; Rastogi i in., 2022; Thomson & Jaque, 2017; Zaidel, 2013). Przeprowadzone w pracy analizy oraz zastosowany aparat metodyczny pozwoliły zweryfikować przyjęte hipotezy badawcze.

Pierwsza z nich (H1) zakładała, że modyfikacja wybranych cech otoczenia obiektu architektonicznego na wizualizacji wzbudza w odbiorcy emocje i tym samym wpływa na ocenę tychże obiektów. Analizując uzyskane wyniki widać, że modyfikacje otoczenia domów jednorodzinnych determinowały zmiany w odbiorze emocjonalnym prezentowanych wizualizacji. Dla większości projektów modyfikacje powodowały wzrost reakcji emocjonalnej, a tylko w dwóch przypadkach jej spadek. Oznacza to, że dokonując odpowiednich zmian w wizualizacji projektów domów można wpływać na emocjonalność odbioru. Jest zgodne z wynikami badań (EEG, fMRI) dotyczących postrzegania architektury oraz wywoływanych reakcji (Bermudez i in., 2017; Ma i in., 2015; Vartanian i in., 2013, 2015). Inne badania (EEG, fMRI, GSR, HR), odnoszące się do wpływu różnego typu obiektów graficznych oraz materiałów wideo na odbiór emocjonalny, potwierdzają założenie o możliwości wywoływania takich stanów (Lin & Li, 2023; Martínez-Tejada i in., 2021; Piwowarski, 2018; Uhrig i in., 2016; Yang i in., 2020; Yoto i in., 2007). Analizując rezultaty badań deklaratywnych dotyczących aspektu podobań się (ocena wizualna, ocena wizualna 3 projektów z 10) można zauważyć, że w większości przypadków wzrost pobudzenia emocjonalnego był skorelowany z wyższymi ocenami ankietowymi (Tabela 1). Uzyskane wyniki potwierdzają pierwszą hipotezę badawczą (H1).

Tabela 1. Zestawienie wybranych wskaźników odbioru i oceny wariantów projektów domów.

Wariant projektu	Reakcja emocjonalna	Indeks zapamiętywania	Indeks FAA	Ocena wizualna	Ocena wizualna 3 z 10	Ocena ze względu na kosztorys	Ocena ze względu na funkcjonalność
A-D	4,48	3,01	-0,041	4,60	0,60	3,50	4,94
A-N	5,47	2,96	0,051	4,76	0,76	3,94	4,94
B-D	4,52	3,22	-0,035	4,76	0,65	4,75	5,81
B-N	4,12	3,39	0,008	5,27	1,13	5,63	5,25
C-D	2,44	3,74	-0,046	4,87	0,33	3,94	4,94
C-N	6,30	4,18	0,083	5,00	0,24	3,88	3,94
D-D	4,61	4,11	0,042	5,41	0,80	4,81	4,50
D-N	4,99	4,08	0,056	5,53	1,29	5,19	5,00
E-D	1,84	4,32	0,057	3,67	0,00	4,88	4,19
E-L	3,65	5,19	0,054	4,12	0,47	5,50	5,13
F-D	4,20	3,54	0,060	2,53	0,00	4,75	4,31
F-L	6,04	3,97	0,072	2,71	0,00	5,00	4,25
G-D	4,18	3,98	0,019	4,88	0,41	5,25	4,50
G-L	7,07	4,92	0,053	5,27	0,47	5,44	5,38
H-D	4,62	4,39	0,057	4,65	0,00	4,44	4,19
H-L	5,48	5,51	0,067	3,60	1,12	5,56	5,06
I-D	3,55	5,13	-0,045	5,29	0,59	4,38	4,06
I-S	6,43	6,75	0,096	5,80	1,27	4,69	3,94
J-D	5,08	3,07	0,036	4,76	0,29	4,06	5,25
J-S	1,84	4,18	0,013	5,27	1,20	5,31	4,19

Uwaga: Kolorem szarym zostały wyróżnione wiersze z wariantami wizualizacji domów, w których dokonano modyfikacji cech otoczenia architektonicznego i dla których odnotowany został wzrost pobudzenia emocjonalnego. Kolorem czerwonym zostały zaznaczone wielkości, których wartości wzrosły w stosunku do wariantów niemodyfikowanych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników uzyskanych z badań fizjologicznych oraz ankietowych.

W celu dokładniejszego zbadania wpływu modyfikacji cech otoczenia domów jednorodzinnych na emocje, zainteresowanie i skupianie uwagi wzrokowej dokonano bardziej szczegółowych badań. Dotyczyły one analiz eye trackingowych i EEG dla wybranych obszarów zainteresowania (AOI) oraz analiz statystycznych w różnych grupach respondentów (podział ze względu na płeć i wiek). Obszary zainteresowania odpowiadały obiektom na wizualizacjach, które mogły mieć znaczenie w kontekście ich odbioru. Umożliwiło to wskazanie, które obiekty wizualizacji (ludzie, tarasy, zwierzęta, tło, morze, góry, itp.) wzbudzały największe lub najmniejsze zainteresowanie (indeks asymetrii frontalnej). Modyfikacje wybranych cech otoczenia obiektu architektonicznego, polegające na dodaniu postaci ludzkich, elementów architektury przydomowej czy scenerii nocnej, górskiej lub morskiej, w większości przypadków wzbudzały emocje. Poziom tego wzbudzenia był jednak zależny od konkretnego wariantu wizualizacji projektu. Sceneria

nocna wpływała na wzrost reakcji emocjonalnej, ale różnił się on w zależności od samego budynku oraz takich elementów, jak jego oświetlenie czy dekoracje ogrodu. Warianty wizualizacji domów z postaciami ludzkimi w każdym przypadku powodowały wzrost reakcji emocjonalnej, chociaż jak wynika z analiz wskaźnika asymetrii frontalnej dla zdefiniowanych obszarów zainteresowania nie każda z nich (np. półnagi mężczyzna) była odbierana pozytywnie. Bardziej surrealistyczne otoczenie domu miało również wpływ na odbiór emocjonalny wizualizacji z tym, że sceneria górską powodowała jego wzrost, a morska (bardziej surowa) jego spadek. Analizy międzypłciowe pokazały, że kobiety w większości reagowały na zmiany w projekcie bardziej emocjonalnie niż mężczyźni. Różnice między grupami wiekowymi były większe i bardziej uzależnione od wariantu wizualizacji, chociaż uogólniając, największe zmiany emocjonalne były rejestrowane w grupie osób w średnim i starszym wieku. Uzyskane wyniki badań szczegółowych umożliwiły wskazanie, które z obiektów otoczenia domu jednorodzinnego wpływały pozytywnie, a które negatywnie na zainteresowanie oraz przyciąganie uwagi wzrokowej. Jest to więc cenne potwierdzenie pozytywnej weryfikacji pierwszej hipotezy badawczej (H1). Rezultaty te potwierdzają wyniki wcześniej prowadzonych badań (Bogdanowicz & Cypryański, 2017), że elementy otoczenia wizualizacji architektonicznych są czynnikiem istotnym. Częściowo jednak odbiegają od badań przeprowadzonych przez B. Świt-Jankowską (Świt-Jankowska, Barbara, 2008), w których ważność czynników otoczenia została sklasyfikowana na trzecim miejscu.

Druga hipoteza badawcza (H2) zakładała, że zmiany w wizualizacjach wywołujące emocje wpływają na ocenę innych parametrów projektu domu jednorodzinnego. Tymi parametrami były kosztorys prac budowlanych oraz funkcjonalność domu. W celu zbadania tej zależności zostały przeanalizowane wyniki badań deklaratywnych, w których były postawione dwa pytania. Pierwsze dotyczyło określenia czy dom jest wart swojej ceny, biorąc pod uwagę kosztorys projektu, a drugie oceny jego funkcjonalności uwzględniając powierzchnię i układ pomieszczeń. W pierwszej kolejności zostało zweryfikowane założenie dotyczące wpływu zmian w otoczeniu domu na ocenę kosztorysu prac budowlanych. Wizualizacje domów, w których modyfikacje wywołały zwiększone reakcje emocjonalne powodowały bardziej pozytywną, deklaratywną ocenę projektu ze względu na koszty. Na osiem wariantów wizualizacji wzbudzających emocje, w siedmiu przypadkach ta ocena okazała się wyższa (Tabela 1). Analizując wartości indeksu FAA dla tych wariantów można zauważyć, że w siedmiu przypadkach na osiem została zarejestrowana reakcja dążenia dla zmodyfikowanych wizualizacji. Oznacza to, że wzrost oceny kosztorysu

prac był dla zdecydowanej większości wariantów związany z pozytywnymi afektami (pozytywnie wartościowane stany emocjonalne) (Watson & Tellegen, 1985). Wyniki te wpisują się w teorie emocji (Keltner i in., 2021; Lewis i in., 2008; Łosiak & Kądziaława, 2007), a w szczególności związane z produktem. Wyjaśniają one różne aspekty powstawania emocji w oparciu o cechy produktów i ich wpływ na odbiór oraz dokonywane wybory (Chowdhury i in., 2015; Jordan, 2000; Norman, 2004). Projektowanie wizualizacji domów jednorodzinnych wzbudzających reakcje emocjonalne spowodowało zwiększenie ich atrakcyjności, a przez to bardziej pozytywną ocenę kosztów prac budowlanych (Andrew & Larceneux, 2019; Desmet i in., 2007; Levy i in., 2008; Shin & Wang, 2015). Wzrost pozytywnej oceny kosztorysu w rozpatrywanych wariantach wizualizacji był większy w przypadku kobiet (sześć na osiem projektów) niż u mężczyzn (trzy na osiem). W grupach wiekowych respondentów najwyższe oceny były osiągnięte dla osób w wieku 21-40 lat (siedem na osiem projektów) oraz powyżej 40 lat (sześć na osiem). W dalszej kolejności dokonano weryfikacji założenia dotyczącego wpływu zmian w otoczeniu domu na ocenę jego funkcjonalności. Dla wizualizacji domów, w których modyfikacje wywołały zwiększone reakcje emocjonalne nie stwierdzono jednoznacznej pozytywnej oceny deklaratywnej projektów ze względu na zastosowane rozwiązania funkcjonalne. Na osiem wariantów wizualizacji wzbudzających emocje, tylko w czterech przypadkach ocena ta okazała się wyższa (Tabela 1). Nie można więc formułować wniosków o istnieniu takiej zależności.

Uwzględniając uzyskane wyniki należy stwierdzić, że druga hipoteza badawcza (H2) została potwierdzona częściowo. Pozytywna weryfikacja dotyczy istnienia wpływu zmian w wizualizacjach wywołujących emocje na ocenę kosztorysu prac budowlanych. Natomiast nie stwierdzono zależności pomiędzy zmianami w wizualizacjach wywołujących emocje, a oceną funkcjonalności domów jednorodzinnych.

Trzecia hipoteza badawcza (H3) zakładała, że wizualizacje projektów domów jednorodzinnych wzbudzające emocje są lepiej zapamiętywane przez potencjalnych nabywców. Do jej weryfikacji wykorzystane zostały wyniki badań aktywności elektrycznej mózgu oraz analiz eye trackingowych. Odnosiły się one do procesów kodowania informacji w pamięci epizodycznej, czyli pamięci zdarzeń (Jagodzińska, 2008; Tulving, 2002). Analizując uzyskane wyniki dotyczące oscylacji theta w lewej części czołowej mózgu można zaobserwować, że dla większości zmodyfikowanych wizualizacji wzbudzających reakcje emocjonalne uzyskano wzrost wartości indeksu zapamiętywania (Tabela 1). Wszystkie warianty domów, w których dodano postacie ludzkie spowodowały wzrost

procesu kodowania. Wizualizacje w scenerii nocnej wywołały zwiększony efekt zapamiętywania dla jednego projektu, natomiast dla dwóch pozostałych był bardzo zbliżony w obu wersjach (diennej i nocnej). Wersja surrealistyczna domu w scenerii górskiej wzmacniała proces kodowania informacji w pamięci, uzyskując najwyższą wartość indeksu zapamiętywania ze wszystkich rozpatrywanych wariantów wizualizacji. Uzyskane wyniki potwierdzają trzecią hipotezę badawczą (H3). Analizując liczbę fiksacji w ramach zdefiniowanych obszarów zainteresowania można określić, które z obiektów wizualizacji powodowały wzrost kodowania w pamięci epizodycznej. Założenie to jest zgodne z teorią wskazującą na dodatnią korelację między liczbą fiksacji a zapamiętywaniem obiektów (Broers i in., 2022; Fehlmann i in., 2020; Kafkas & Montaldi, 2011; Pertzov i in., 2009). Największą liczbą fiksacji w ramach wydzielonych AOI cechują się budynki. Natomiast szczegółowe analizy elementów ich otoczenia pozwalają zidentyfikować te, które również powodowały zwiększoną liczbę fiksacji. Są to z pewnością postacie ludzkie, w tym mężczyzna w slipkach (w obu projektach) oraz w zależności od wariantu wizualizacji również dzieci i niektóre osoby dorosłe. Można więc przyjąć, że w wielu przypadkach postacie osób wywoływały procesy kodowania informacji wizualnej w pamięci. Co ciekawe, półnagi mężczyzna uruchamiał proces zapamiętywania, ale wywoływał również reakcję unikania (asymetria frontalna). Był więc zapamiętywany, ale raczej w negatywnym ujęciu. Analizując wariant wizualizacji domu w scenerii górskiej można zaobserwować znaczną liczbę fiksacji dla obszaru budynku, jak i pasma gór. Można więc założyć, że otoczenie górskie wzmożyło kodowanie informacji wizualnej dla tego wariantu, a wartość indeksu asymetrii frontalnej pokazuje, że zapamiętywane było z pozytywnej strony (reakcja dążenia). Proces eksploracji wzrokowej otoczenia domów, czego efektem są kolejne fiksacje, które z kolei podlegają integracji w celu utworzenia spójnych reprezentacji pamięciowych, a w końcu ich interpretacja, jest zgodny z wieloma innymi wynikami badań (Broers i in., 2022; Damiano & Walther, 2019; Henderson i in., 2005; Mikhailova i in., 2021). Wyniki badań eye trackingowych oraz powiązanie fiksacji z kodowaniem informacji w pamięci stanowią wartość dodaną do pozytywnej weryfikacji trzeciej hipotezy badawczej (H3).

Autor rozprawy ma świadomość, że przeprowadzone badania i uzyskane wyniki nie rozwiązują w pełni podjętej problematyki. To co na etapie planowania prac badawczych wydawało się determinantem szczegółowości i dokładności analiz okazało się pewnym ograniczeniem. Przyjęcie dziesięciu wizualizacji projektów domów w dwóch wariantach każda, spowodowało konieczności wykonywania setek różnych analiz. W trakcie tych prac



zauważono, że analizy mogą być jeszcze bardziej szczegółowe. Przykładowo, można byłoby wyodrębnić na wizualizacjach więcej obszarów zainteresowania i dla każdego z nich policzyć jeszcze więcej metryk AOI oraz dodatkowych indeksów bazujących na aktywności mózgowej. Wymusiłoby to jednak przeprowadzenie następnych setek analiz przez co część badawcza pracy bardzo by się rozrosła. Ograniczenie rozpatrywanych w badaniach wizualizacji do kilku, np. pięciu znacznie ułatwiłoby analizy, ale z drugiej strony zmniejszyłoby liczebność cech otoczenia domów, które można byłoby badać. Wydaje się, że autor pracy znalazł kompromis i dla uwzględnionych w badaniach wariantów wizualizacji wykonał wystarczająco dużo analiz, aby zweryfikować przyjęte hipotezy badawcze. Poza tym ma świadomość, że metody neuronauki poznawczej dają tak ogromne możliwości, że dalsze badania z ich wykorzystaniem pozwoliłyby odnaleźć inne zależności. Wymaga to jednak przeprowadzenia wielu badań. Innym aspektem decydującym o wykrywaniu prawidłowości zachodzących w zbiorowościach jest odpowiednia liczności grupy badanych. Co prawda przyjęta do badań liczba respondentów (32 osoby) spełnia wymogi pomiaru fizjologicznego (Bazzani i in., 2020; Pernice & Nielsen, 2009; Vozzi i in., 2021), ale zwiększenie liczby uczestników badania ułatwiłoby wykrywanie różnic na poziomie istotności statystycznej.

Uogólniając, poruszona w rozprawie problematyka dotyczy badania zachowań konsumenckich w procesie zakupowym. Jest więc ściśle powiązana z dyscypliną ekonomii i finansów. Zastosowane w pracy metody badawcze pozycjonują pracę w stosunkowo nowym obszarze badawczym, jakim jest neuroekonomia. Uzyskane wyniki badań można więc uznać za wkład autorski w rozwój dyscypliny naukowej, przy jednoczesnym wskazaniu na interdyscyplinarny i utylitarny ich charakter.

Wyniki przeprowadzonych badań mogą mieć duże znaczenie praktyczne. Wiele działających na rynku nieruchomości firm zabiega o klientów, stosując różnego rodzaju zabiegi marketingowe. Wizualizacje są jednym z ważniejszych czynników mających wpływ na zainteresowanie i ewentualne decyzje o wyborze takiego czy innego projektu. Dysponując wiedzą na temat oddziaływania różnych form wizualizacji na ludzi, wpływu elementów otoczenia domów na odbiór całości, itp. można opracowywać projekty, które w większym stopniu zainteresują potencjalnych nabywców.

Podjęta w rozprawie problematyka jest na tyle złożona i obszerna, że z pewnością przeprowadzone badania nie wyczerpują możliwego spektrum badań nad wpływem wizualizacji architektonicznych na odbiór i na ocenę projektów domów jednorodzinnych.



Wskazują jednak kierunek, w którym prace mogą być kontynuowane. Zastosowanie metod neuronauki poznawczej otwiera szereg nowych możliwości badania reakcji człowieka na prezentowane bodźce, zarówno w obszarze neurofizjologicznym (badanie aktywności mózgowej), jak i psychofizjologicznym (badanie aktywności elektrodermalnej, rytmu serca, ruchów mięśni, gałek ocznych, itp.). Większa próba badawcza, bardziej kompleksowe pomiary fizjologiczne oraz dodatkowe metryki bazujące na reakcjach organizmu (np. zaangażowania, obciążenia poznawczego, emocji, zapamiętywania) pozwolą na jeszcze dokładniejszą ocenę odbioru wizualizacji architektonicznych. Jest to o tyle istotne, że metody te umożliwiają wgląd w procesy, które mają swoje źródło w mózgu i zachodzą bez udziału świadomości. Jak wiadomo, podświadomość w sposób nierozzerwalny funkcjonuje ze świadomością, więc ma też przełożenie na zachowania ludzkie i podejmowane decyzje. Dlatego też warto rozwijać ten kierunek badawczy, łączyć metody neuronauki poznawczej z badaniami deklaratywnymi, tak aby w jak największym zakresie poznawać zachowania nabywcze konsumentów na rynku nieruchomości.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. Andrew, M., & Larceneux, F. (2019). The role of emotion in a housing purchase: An empirical analysis of the anatomy of satisfaction from off-plan apartment purchases in France. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 51(6), 1370–1388. <https://doi.org/10.1177/0308518X18817539>
2. Bazzani, A., Ravaioli, S., Trieste, L., Faraguna, U., & Turchetti, G. (2020). Is EEG Suitable for Marketing Research? A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 594566. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594566>
3. Bermudez, J., Krizaj, D., Lipschitz, D., Bueler, E., Rogowska, J., Yurgelun-Todd, D., & Nakamura, Y. (2017). Externally-induced meditative states: An exploratory fMRI study of architects' responses to contemplative architecture. *Frontiers of Architectural Research*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.02.002>
4. Bogdanowicz, B., & Cyprijański, J. (2017). Czynniki determinujące pozytywny odbiór wizualizacji architektonicznych w opinii grafików. *Architecturae et Artibus*, 31, 5.
5. Broers, N., Bainbridge, W. A., Michel, R., Balestrieri, E., & Busch, N. A. (2022). The extent and specificity of visual exploration determines the formation of recollected memories in complex scenes. *Journal of Vision*, 22(11), 9. <https://doi.org/10.1167/jov.22.11.9>
6. Chowdhury, A., Reddy, S. M., Chakrabarti, D., & Karmakar, S. (2015). Cognitive Theories of Product Emotion and Their Applications in Emotional Product Design. W A. Chakrabarti (Red.), *ICoRD'15 – Research into Design Across Boundaries Volume 1* (T. 34, s. 329–340). Springer India. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2232-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2232-3_29)
7. Damiano, C., & Walther, D. B. (2019). Distinct roles of eye movements during memory encoding and retrieval. *Cognition*, 184, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.12.014>

8. Desmet, P. M., Porcelijn, R., & Van Dijk, M. (2007). Emotional design; application of a research-based design approach. *Knowledge, Technology & Policy*, 20(3), 141–155.
9. Fehlmann, B., Coynel, D., Schicktan, N., Milnik, A., Gschwind, L., Hofmann, P., Papassotiropoulos, A., & De Quervain, D. J.-F. (2020). Visual Exploration at Higher Fixation Frequency Increases Subsequent Memory Recall. *Cerebral Cortex Communications*, 1(1), tgaa032. <https://doi.org/10.1093/texcom/tgaa032>
10. Gallese, V., & Di Dio, C. (2012). Neuroesthetics: The Body in Esthetic Experience. W V. S. Ramachandran (Red.), *Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)* (s. 687–693). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00251-2>
11. Gombrich, E. H. (2011). *The story of art* (Repr). Phaidon Press.
12. Henderson, J. M., Williams, C. C., & Falk, R. J. (2005). Eye movements are functional during face learning. *Memory & Cognition*, 33(1), 98–106. <https://doi.org/10.3758/bf03195300>
13. Jagodzińska, M. (2008). *Psychologia pamięci. Badania, teorie, zastosowania*. Sensus.
14. Jordan, P. W. (2000). *Designing pleasurable products: An introduction to the new human factors*. CRC press.
15. Kafkas, A., & Montaldi, D. (2011). Recognition Memory Strength is Predicted by Pupillary Responses at Encoding While Fixation Patterns Distinguish Recollection from Familiarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(10), 1971–1989. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.588335>
16. Keltner, D., Oatley, K., Jenkins, J. M., Guzowska-Dąbrowska, M., & Imbir, K. (2021). *Zrozumieć emocje* (Wydanie II). PWN.
17. Levy, D., Murphy, L., & Lee, C. (2008). Influences and Emotions: Exploring Family Decision-making Processes when Buying a House. *Housing Studies - HOUSING STUD*, 23, 271–289. <https://doi.org/10.1080/02673030801893164>
18. Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., & Kacmajor, M. (2008). *Psychologia emocji* (Wyd. 1, [dodr.]). Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
19. Lin, W., & Li, C. (2023). Review of Studies on Emotion Recognition and Judgment Based on Physiological Signals. *Applied Sciences*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/app13042573>
20. Łosiak, W., & Kądziaława, D. (2007). *Psychologia emocji*. Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
21. Ma, Q., Hu, L., & Wang, X. (2015). Emotion and novelty processing in an implicit aesthetic experience of architectures: Evidence from an event-related potential study. *Neuroreport*, 26(5), 279–284. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000344>
22. Martínez-Tejada, L. A., Puertas-González, A., Yoshimura, N., & Koike, Y. (2021). Exploring EEG Characteristics to Identify Emotional Reactions under Videogame Scenarios. *Brain Sciences*, 11(3), 378. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030378>
23. Mikhailova, A., Raposo, A., Sala, S. D., & Coco, M. I. (2021). Eye-movements reveal semantic interference effects during the encoding of naturalistic scenes in long-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(5), 1601–1614. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01920-1>
24. Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Civitas Books.
25. Pernice, K., & Nielsen, J. (2009). *How to Conduct Eyetracking Studies*. Nielsen Norman Group. [https://media.nngroup.com/media/reports/free/How\\_to\\_Conduct\\_Eyetracking\\_Studies.pdf](https://media.nngroup.com/media/reports/free/How_to_Conduct_Eyetracking_Studies.pdf)
26. Pertzov, Y., Avidan, G., & Zohary, E. (2009). Accumulation of visual information across multiple fixations. *Journal of Vision*, 9(10), 2–2. <https://doi.org/10.1167/9.10.2>

27. Piwowarski, M. (2018). Neuromarketing Tools in Studies on Models of Social Issue Advertising Impact on Recipients. W K. Nermend & M. Łatuszyńska (Red.), *Problems, Methods and Tools in Experimental and Behavioral Economics* (s. 99–111). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99187-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99187-0_8)
28. *Projekty domów—Murator*. (2019, styczeń 29). [Projekty domów i projekt domu na zamówienie - Murator projekty]. <https://projekty.muratordom.pl/>
29. Próchnicki, M. (2018). Blaski i cienie neuroestetyki: Kilka uwag o naturalizacji badań nad przeżyciami estetycznymi. *Rocznik Kognitywistyczny*, 11, 79–85. <https://doi.org/10.4467/20843895RK.18.006.9760>
30. Przybysz, H. (2020). Neurobiologia na tropach uniwersalizmu percepcji sztuki. Prawa estetyki V.S. Ramachandrana i W. Hirsteina w kontekście dzieła sztuki filmowej. Studium przypadku: Nadja Michaela Almereydy. *Images. The International Journal of European Film, Performing Arts and Audiovisual Communication*, 27(36), Article 36. <https://doi.org/10.14746/i.2020.36.15>
31. Ramachandram, V., & Hirstein, W. (2007). *Nauka wobec zagadnienia sztuki. Neurologiczna teoria doświadczenia estetycznego. Mózg i jego umysł*, *Studia z Kognitywistyki i Filozofii Umysłu*(2).
32. Rastogi, M., Strang, C., Vilinsky, I., & Holland, K. (2022). Intersections of neuroscience and art therapy. W M. Rastogi, R. P. Feldwisch, M. Pate, & J. Scarce (Red.), *Foundations of Art Therapy* (s. 123–158). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824308-4.00014-4>
33. Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience? *Personality and Social Psychology Review*, 8(4), 364–382. [https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0804\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0804_3)
34. Rudolf, A. (2022). *Sztuka i percepcja wzrokowa. Psychologia twórczego oka*. Oficyna.
35. Shin, D., & Wang, Z. (2015). The Experimentation of Matrix for Product Emotion. *Procedia Manufacturing*, 3, 2295–2302. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.375>
36. Świt-Jankowska, B. (2010). Współczesne narzędzia pracy architekta, a jakość nowo projektowanej przestrzeni mieszkalnej. *Architecturae et Artibus*, 2(2), 79–85.
37. Świt-Jankowska, Barbara. (2008). *Wizualizacja architektoniczna jako współczesne narzędzie pracy architekta* [PhD Thesis]. Politechnika Poznańska.
38. Thomson, P., & Jaque, S. V. (2017). Neurobiology, creativity, and performing artists. W P. Thomson & S. V. Jaque (Red.), *Creativity and the Performing Artist* (s. 79–102). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804051-5.00006-8>
39. Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
40. Uhrig, M., Trautmann, N., Baumgärtner, U., Treede, R.-D., Henrich, F., Hiller, W., & Marschall, S. (2016). Emotion Elicitation: A Comparison of Pictures and Films. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00180>
41. Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.11.006>
42. Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(supplement\_2), 10446–10453. <https://doi.org/10.1073/pnas.1301227110>

43. Vecchiato, G., Tieri, G., Jelic, A., De Matteis, F., Maglione, A. G., & Babiloni, F. (2015). Electroencephalographic Correlates of Sensorimotor Integration and Embodiment during the Appreciation of Virtual Architectural Environments. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01944>
44. Vozzi, A., Ronca, V., Aricò, P., Borghini, G., Sciaraffa, N., Cherubino, P., Trettel, A., Babiloni, F., & Di Flumeri, G. (2021). The Sample Size Matters: To What Extent the Participant Reduction Affects the Outcomes of a Neuroscientific Research. A Case-Study in Neuromarketing Field. *Sensors*, 21(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/s21186088>
45. Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98(2), 219–235. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.219>
46. Yang, H., Han, J., & Min, K. (2020). Emotion Variation from Controlling Contrast of Visual Contents through EEG-Based Deep Emotion Recognition. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(16), 4543. <https://doi.org/10.3390/s20164543>
47. Yoto, A., Katsuura, T., Iwanaga, K., & Shimomura, Y. (2007). Effects of Object Color Stimuli on Human Brain Activities in Perception and Attention Referred to EEG Alpha Band Response. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 26(3), 373–379. <https://doi.org/10.2114/jpa2.26.373>
48. Zaidel, D. W. (2013). Art and brain: The relationship of biology and evolution to art. W S. Finger, D. W. Zaidel, F. Boller, & J. Bogousslavsky (Red.), *Progress in Brain Research* (T. 204, s. 217–233). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63287-6.00011-7>