



Marcin Gąsior

Satysfakcja klienta w ujęciu nieliniowym

MONOGRAFIE

Lublin 2019

Satysfakcja klienta w ujęciu nieliniowym

Monografie – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska
Wydział Zarządzania
ul. Nadbystrzycka 38
20-618 Lublin

Marcin Gąsior

Satysfakcja klienta w ujęciu nieliniowym



Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej
Lublin 2019

Recenzenci:

dr hab. Paweł Lula, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

dr hab. Radosław Mącik, prof. Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2019

ISBN: 978-83-7947-363-2

Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej

www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa

ul. Nadbystrzycka 36C, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59

Druk: TOP Agencja Reklamowa Agnieszka Łuczak

www.agencjatom.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl

Nakład: 50 egz.

Spis treści

Spis treści.....	5
Wprowadzenie	7
Rozdział 1. Satysfakcja klienta w działalności handlowej.....	13
1.1. Istota satysfakcji klienta.....	13
1.2. Modele zjawiska satysfakcji klienta	18
1.2.1. Model oczekiwanej niezgodności.....	19
1.2.2. Modele ACSI i EPSI.....	20
1.2.3. Model Kano	23
1.2.4. Model jakości usług.....	25
1.2.5. Inne ujęcia źródeł satysfakcji.....	27
1.3. Pomiar zjawisk satysfakcji.....	28
1.3.1. Podstawowe perspektywy pomiaru	28
1.3.2. Zmienne w pomiarze satysfakcji	30
1.3.3. Czynniki satysfakcji klienta w centrum handlowym	32
1.4. Problem nieliniowości w modelach satysfakcji klienta	33
Rozdział 2. Sztuczne sieci neuronowe	39
2.1. Idea sztucznej sieci neuronowej.....	40
2.2. Trening sztucznej sieci neuronowej.....	45
2.3. Funkcje aktywacji neuronu.....	47
2.4. Topologie sztucznych sieci neuronowych	51
2.4.1. Rodzaje sieci neuronowych	51
2.4.2. Ilość warstw ukrytych.....	52
2.4.3. Rozmiar warstwy ukrytej.....	54
2.5. Szacowanie i interpretacja znaczenia zmiennych wejściowych	57
2.6. Sztuczne sieci neuronowe w badaniach konsumenckich	66
Rozdział 3. Model neuronowy zjawiska satysfakcji klienta podmiotu handlowego	70
3.1. Narzędzie, próba oraz procedura badania	71
3.2. Przygotowanie zmiennych	76
3.2.1. Braki danych.....	76
3.2.2. Redukcja wymiarowości.....	77
3.3. Założenia projektowe.....	84
3.3.1. Założenia obliczeniowe	84
3.3.2. Architektura sieci.....	86
3.3.3. Wtórna selekcja przypadków	98
3.4. Przyjęta procedura analizy danych i wnioskowania	102
3.4.1. Metody oceny znaczenia zmiennych	102
3.4.2. Klasyfikacja przypadków według reakcji na zmienne wejściowe..	108
3.4.3. Efekty synergetyczne między zmiennymi	110

Rozdział 4. Czynniki warunkujące poziom satysfakcji klienta w perspektywie nieliniowej	113
4.1. Postrzeganie cen	113
4.2. Ocena asortymentu	128
4.3. Działania promocyjne	139
4.4. Aspekty organizacyjne	146
4.5. Obsługa klienta	157
4.6. Wymiary lokalizacji	164
4.7. Wizerunek jednostki	171
4.8. Szacowanie potencjału biznesowego zmiennych w ujęciu nieliniowym	177
Rozdział 5. Analiza struktury wpływu czynników budujących satysfakcję klienta	184
5.1. Porównanie zakresu wpływu zmiennych budujących poziom satysfakcji z perspektywy kolejnych badanych okresów	184
5.2. Klasyfikacja przypadków według reakcji na zmienne wejściowe	201
5.2.1. Reakcja na postrzeganie oferty	201
5.2.2. Reakcja na ocenę atrakcyjności cen	207
5.2.3. Reakcja na odbiór komunikacji i wizerunku	211
Podsumowanie	218
Czynniki satysfakcji i charakter ich wpływu na ocenę finalną	218
Klasyfikacja klientów według charakteru reakcji	222
Perspektywy stosowania sztucznych sieci neuronowych w badaniu zjawisk konsumenckich	224
Załączniki	226
Zestawienie wykorzystanych modułów analitycznych	226
Parametry kolejnych badanych rozmiarów sieci	228
Pozostałe tabele i zestawienia	235
Ładunki uzyskane w analizie czynnikowej	251
Spisy i zestawienia	254
Spis wykresów	254
Spis rysunków	256
Spis tabel	257
Bibliografia	258

Wprowadzenie

Satysfakcja klienta jest w dzisiejszej rzeczywistości rynkowej czynnikiem niezbędnym i kluczowym już nie tylko z punktu widzenia sukcesu przedsiębiorstwa, ale wręcz jego przetrwania na rynku w długim terminie. Klient zadowolony z oferty podmiotu to klient, który rozważy ponowne z niej skorzystanie, a ponadto będzie także nośnikiem pozytywnej informacji na jej temat, co nabiera szczególnego znaczenia w dobie powszechnej i bezpośredniej komunikacji między potencjalnymi nabywcami, możliwej chociażby dzięki portalom społecznościowym. Z drugiej zaś strony, klient niezadowolony dysponuje szerokim zbiorem środków umożliwiających propagację swoich negatywnych postaw, co w ostatecznym rozrachunku przełożyć się może na pogorszenie wizerunku podmiotu, a także zniechęć do korzystania z jego oferty innych, potencjalnych klientów.

Nie bez powodu zatem zjawiska satysfakcji, jak również lojalności klienta, stały się przedmiotem licznych badań, mających za zadanie zarówno zdefiniowanie czynników potencjalnie je kształtujących, jak również budowę modeli o charakterze przyczynowo-skutkowym, wyrażających charakter i siłę zależności łączących możliwe źródła zadowolenia, bądź niezadowolenia, oraz jego wynikowy poziom. Należy przy tym zauważyć, iż niezwykle często przyjmują one trzy dość trudne do obronienia założenia, będące w pewnym stopniu pochodną stosowanej metodologii, mówiące, iż:

1. satysfakcja klienta jest liniową kombinacją, to jest sumą wpływu określonego zbioru czynników potencjalnie ją budujących, co skutkuje kompensacyjnym charakterem modelu – obniżenie oceny jednego czynnika może zostać zrównoważone odpowiednim wzrostem oceny innego, przekładając się równocześnie na utrzymanie poziomu zadowolenia;
2. reakcja klienta na bodźce ma charakter liniowy, co w tym przypadku oznacza, iż wzrostowi oceny danego czynnika towarzyszy proporcjonalny wzrost lub spadek poziomu satysfakcji, przy czym tempo tego wzrostu jest stałe i niezależne od wartości tej oceny, ani od oceny innych czynników – innymi słowy klient zareaguje podobną, jeśli nie analogiczną zmianą zadowolenia przy poprawie postrzegania danego obszaru od wartości bardzo niskiej do średniej, oraz przy jej wzroście od oceny bardzo wysokiej do maksymalnej, co prowadzi do założenia, iż określony poziom inwestycji w dany obszar przełoży się na zbliżony wzrost zadowolenia, niezależny od początkowego postrzegania tego obszaru;
3. istnieje jeden model, wspólny dla wszystkich klientów, bądź wyodrębnionych w ich obrębie grup, tym samym należy oczekiwać u każdego klienta zbliżonej reakcji na zmianę oceny określonego w modelu czynnika – tym samym zbliżonej u wszystkich klientów reakcji na podejmowane przed podmiot działania.

Pojawia się zatem pytanie, czy możliwe jest inne podejście do badań procesu satysfakcji klienta, nie przyjmujące wszystkich, bądź części powyższych założeń. Odpowiedzią na wydaje się być zastosowanie sztucznych sieci neuronowych – struktur matematycznych realizujących obliczenia przy wykorzystaniu jednego bądź kilku rzędów sztucznych neuronów, przekształcających, za pomocą określonej funkcji, zwanej funkcją aktywacji, zbiór wartości zmiennych wejściowych w jedną wartość wyjściową. Sieci takie charakteryzuje szereg zalet, do podstawowych zaliczyć można między innymi zdolność do tworzenia złożonych, nieliniowych modeli zjawisk, jak również uwzględnianie ewentualnych interakcji między zmiennymi, zaś z punktu widzenia badań społecznych, w tym badań marketingowych – zdolność do bezproblemowej integracji zmiennych charakteryzujących się różnym poziomem pomiaru, brak wrażliwości na ich rozkład, brak wymagań odnośnie znajomości potencjalnej struktury czy mechanizmu badanego zjawiska, a także niezwykle łagodne kryteria dotyczące proporcji między ilością zmiennych ujętych w modelu, a wymaganą do jego budowy ilością przypadków. Sztuczne sieci neuronowe są także proste w implementacji, a niewielka ilość wymaganych do spełnienia założeń sprawia, iż są względnie odporne na potencjalne błędy badacza.

Najciekawszą i prawdopodobnie najbardziej perspektywiczną właściwością sztucznej sieci neuronowej jest natomiast jej zdolność predykcyjna – zdolność do trafnego przewidywania wartości wyjściowej dla pojedynczych, konkretnych przypadków. Warto przy tym zaznaczyć, iż paradygmatem budowania i ewaluacji sztucznej sieci neuronowej nie jest jej najlepsze dopasowanie do zbioru danych – ponieważ dostatecznie pojemna sieć jest w stanie w pełni odtworzyć zbiór danych, ale właśnie zdolność do poprawnego przewidywania wartości dla danych ze zbioru, który nie był wykorzystany w procesie uczenia. Właściwość ta, jak i same sieci, wydają się być dość rzadko wykorzystywane w badaniach zachowań konsumenckich prowadzonych z perspektywy naukowej, znajdują natomiast obszerne zastosowanie w praktyce biznesowej – chociażby do rekomendowania konkretnym klientom produktów i usług, czy szacowaniu ryzyka zmiany dostawcy usług, włącznie z diagnozą czynników budujących to ryzyko w określonym, zdefiniowanym przypadku.

Celem głównym, postawionym przed niniejszą pracą stało się dokonanie diagnozy oraz oceny procesów powstawania satysfakcji klienta w tym ocena znaczenia potencjalnie kształtujących ją czynników, prowadzona w perspektywie istnienia między tymi czynnikami, a wynikowym poziomem zadowolenia klienta zależności o charakterze innym niż liniowy. Ujęcie to zakłada, iż:

1. poziom satysfakcji klienta jest wypadkową pewnego zbioru czynników – przyczyn, natomiast nie musi być ich prostą sumą,
2. skala wpływu każdego z tych czynników może być związana z wartością tego czynnika, co oznacza, iż poprawa oceny danego czynnika o taką samą wartość, ale ułożona w różnych punktach przestrzeni między oceną minimalną a maksymalną może skutkować różną skalą zmiany poziomu zadowolenia,

3. reakcja klientów na taką samą zmianę oceny określonej zmiennej może być różna, zaś model nie musi sprowadzać się do reprezentowania wypadkowej wszystkich reakcji.

Zdefiniowany w ten sposób cel, jak również przyjęte założenia umożliwiły postawienie szeregu pytań badawczych. Prezentowane badanie miało zatem za zadanie wyjaśnienie:

1. Jaki jest zakres wpływu kolejnych badanych czynników na wynikowy poziom satysfakcji klienta, zarówno z punktu widzenia siły, jak i charakteru: kierunku oraz ewentualnych zmian skali tego wpływu wraz ze wzrostem oceny badanego czynnika? W jakim zakresie zależność między wartością czynnika a poziomem satysfakcji może być nieliniowa?
2. Czy wzrost lub spadek satysfakcji klienta, wynikający ze zmiany oceny określonego aspektu funkcjonowania podmiotu związany jest z posiadanym poziomem satysfakcji – wynikającym z oceny innych, oddziałujących czynników – innymi słowy, czy zadowoleni klienci reagują na poprawę lub pogorszenie określonych warunków inaczej, niż ci o niższym poziomie satysfakcji?
3. Czy reakcja różnych konsumentów na poprawę bądź pogorszenie oceny danego czynnika jest spójna?
4. Jaka jest skala zróżnicowania reakcji różnych konsumentów na zmianę kolejnych, ujętych w modelu czynników kształtujących satysfakcję klienta? Czy można wyodrębnić zmienne generujące zbliżoną reakcję u różnych konsumentów?
5. Czy istnieje możliwość wyodrębnienia grup klientów reagujących w sposób spójny na poprawę lub pogorszenie określonych czynników?
6. Czy można mówić o efektach synergetycznych między zmiennymi – to jest o sytuacjach, w których wzrost satysfakcji wynikający z poprawy oceny dwóch zmiennych jest większy, niż suma wzrostów obserwowanych przy poprawie każdej zmiennej z osobna?

Realizacja celu oraz odpowiedź na postawione pytania opierała się o wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych, była zaś możliwa dzięki materiałowi empirycznemu, pozyskanemu w drodze wieloletnich badań zjawisk satysfakcji i lojalności klientów lubelskich centrów handlowych. W badaniu tym, prowadzonym w latach 2013–2016 wzięło udział niemal cztery tysiące respondentów, oceniających zdiagnozowane uprzednio obszary potencjalnie składające się na wynikową ocenę podmiotu, swój ogólny poziom zadowolenia z jego oferty, cele realizowane w trakcie zakupów, jak również nasilenie wybranych postaw związanych z dokonywaniem zakupów. Sektor ten jest niezwykle dogodny z punktu widzenia badań satysfakcji, między innymi z uwagi na złożoność i wielowymiarowość procesów jej powstawania, tym samym czynników ją kształtujących, jak również powszechną wśród potencjalnych uczestników badania znajomość większości podmiotów funkcjonujących na tym rynku.

Sama procedura budowy modelu oraz dalszej analizy obejmowała natomiast następujące kroki:

1. pozyskany materiał badawczy poddany został niezbędnym przekształceniom – uzupełnione zostały braki danych, dokonano także usunięcia współliniowości zmiennych oraz redukcji wymiarowości danych przy zastosowaniu eksploracyjnej analizy czynnikowej oraz analizy składowych głównych;
2. przetestowane zostały możliwe do zastosowania kategorie sieci neuronowych: sieci MLP, RBF oraz GRNN; każda z nich poddana została ocenie pod względem zdolności predykcyjnych – trafności przewidywania wartości poziomu satysfakcji klienta w próbie testowej, to jest w próbie, która nie była wykorzystana do uczenia sieci; do dalszej analizy wybrany został model najprostszyszy, to jest sieć MLP; przyjęty został model regresyjny – zdaniem sieci było szacowanie wartości satysfakcji¹;
3. dla każdego z badanych okresów oraz dla próby łącznie wygenerowano sieć neuronową o najbardziej korzystnych właściwościach, jej uzyskanie opierało się na kolejnym testowaniu różnych rozmiarów sieci, różnych ilości warstw oraz różnych funkcji aktywacji; każda kombinacja testowana była wielokrotnie, w celu uniknięcia wpływu podziału przypadków między zbiór testowy i uczący oraz wpływu początkowych wartości wag połączeń;
4. przy wykorzystaniu uzyskanych sieci przeprowadzono ocenę znaczenia kolejnych, uwzględnionych w modelu zmiennych, prowadzoną z punktu widzenia siły oraz charakteru ich wpływu na wynikowy poziom satysfakcji klienta oraz ocenę zróżnicowania reakcji kolejnych przypadków na zmianę wartości tych zmiennych; ocena ta uwidoczniła obszary liniowego i nieliniowego wpływu poszczególnych badanych czynników;
5. analizowane czynniki satysfakcji klienta zostały umiejscowione w dwuwymiarowej przestrzeni, definiowanej przez średnią siłę wpływu danej zmiennej na satysfakcję klienta oraz skalę zróżnicowania reakcji klientów na poprawę tej zmiennej, dzięki czemu opracowano mapy grupujące źródła satysfakcji klienta według kryterium ich potencjalnego znaczenia w optymalizacji procesów biznesowych;
6. przeprowadzono segmentację i profilowanie klientów według kryterium diagnozowanej przez sztuczną sieć neuronową reakcji na możliwe działania marketingowe i organizacyjne, rozpatrywaną na płaszczyźnie ilościowej i jakościowej, która wykazała istnienie grup klientów o różnych, ale wewnętrznie spójnych reakcjach na poprawę oceny kolejnych obszarów, wiążąca równocześnie charakter tej reakcji z ogólnym poziomem satysfakcji klienta.

Monografia składa się z pięciu rozdziałów.

W pierwszym rozdziale przeprowadzona została dyskusja zagadnień związanych z satysfakcją klienta, w szczególności w obrębie działalności handlowej.

¹ Przeciwnieństwem byłoby przyjęcie podejścia klasyfikacyjnego – przyporządkowywanie przypadku do określonej kategorii reprezentującej dany poziom zadowolenia.

Przedstawiono między innymi funkcjonujące poglądy na idee satysfakcji, obecne w literaturze modele obrazujące mechanizmy jej powstawania, a także czynniki, zarówno właściwe dla oferty firmy, jak i pozostające poza kontrolą podmiotu, potencjalnie kształtujące poziom doświadczanego zadowolenia. Równocześnie, przedstawione zostały uwarunkowania pomiaru omawianych procesów, jak poddano dyskusji dotychczasowe badania zakładające nieliniowość reakcji klientów na modyfikacje czynników potencjalnie kształtujących poziom ich satysfakcji.

Drugi rozdział pracy zogniskowany został wokół sztucznych sieci neuronowych. W pierwszej kolejności wyjaśniona została ich istota, założenia procesu uczenia, przedstawiono także najważniejsze rodzaje sieci i ich wybrane właściwości. Omówione tutaj zostały także wybrane aspekty struktury sztucznej sieci neuronowej, w tym możliwe topologie, kwestie ilości i rozmiaru warstw oraz funkcji aktywacji, przedstawiono także najważniejsze poglądy na metody i procedury projektowania sieci oraz ich uczenia. Rozdział kończy się przeglądem technik oceny wpływu zmiennej wejściowej na wynik działania sieci w skali globalnej, jak również na poziomie pojedynczych przypadków, a także metod szacowania skali zjawisk synergetycznych między zmiennymi.

Z racji niezwyklej obszerności podejmowanej tematyki ta część pracy koncentruje się na sieciach o charakterze perceptronu wielowarstwowego (MLP), ponieważ właśnie tego rodzaju sieć wykorzystana została do przeprowadzonej analizy. Procedura budowy bazujących na sztucznych sieciach neuronowych modeli satysfakcji klienta podmiotu handlowego zawarta została w trzecim rozdziale pracy. W pierwszej kolejności w jego obrębie omówione zostały założenia badawcze prowadzonego pomiaru – przedstawiono model w oparciu o który opracowane zostały kwestionariusze, zmienne w nich zawarte wraz z odwołaniem do źródeł, a także przyjęta procedura doboru i rekrutacji próby. Następnie przedstawiono założenia redukcji wymiarowości danych, jak również obszernie wyjaśniono procedurę szacowania optymalnych parametrów sieci oraz uzyskane wskaźniki ich jakości. Rozdział ten kończy się omówieniem i wyjaśnieniem metod stosowanych w analizie znaczenia kolejnych uwzględnionych zmiennych, opierającym się na przykładach pochodzących z analizowanych zbiorów danych.

Opracowane modele neuronowe zjawiska satysfakcji klienta jednostki handlowej wykorzystany został w ostatnich dwóch rozdziałach pracy. W rozdziale czwartym przedstawione i omówione zostały zmiany poziomu satysfakcji powodowane przez poprawę ocen kolejnych, uwzględnionych w modelu czynników. Dzięki uzyskaniu sieci o zweryfikowanych, dobrych właściwościach predykcyjnych – trafnie przewidującej, na podstawie ocen czynników kształtujących zadowolenie klienta, wartość satysfakcji dla pojedynczego, konkretnego przypadku, możliwe stało się wykorzystanie wykresów ICE/c-ICE – stworzenie wykresów przedstawiających reakcje jednostkowe, to jest oddzielny dla każdego przypadku z próby przebieg wzrostu satysfakcji towarzyszący wzrostowi oceny badanej zmiennej, oraz wykreślenie krzywej PDP, uwidaczniającej średnią reakcję przypadków. Na ich podstawie możliwe stało się oszacowanie siły wpływu każdej

zmiennej na wynikowy poziom zadowolenia klienta, zdiagnozowanie spójności lub różnorodności reakcji na poprawę danej zmiennej, a także określenie charakteru łączącej je zależności – obserwowane były zarówno reakcje liniowe, wykładnicze, jak i logarytmiczne.

Dalsza ocena pozyskanych wyników przedstawiona została w ostatnim, piątym rozdziale pracy. W jego obrębie w pierwszej kolejności przeprowadzone zostało porównanie danych z czterech badanych okresów, które umożliwiło wnioskowanie na temat stabilności obserwowanych zależności oraz, z zastrzeżeniem uwarunkowań wynikających z doboru próby, ocenę kierunków ich ewolucji w czasie. W celu syntezy pozyskanych obserwacji odnośnie kolejnych badanych zmiennych, przygotowane zostały, dla każdego badanego okresu osobno, mapy reakcji klientów na czynniki organizacyjne i marketingowe, wizualizujące rozłożenie zmiennych w przestrzeni zdefiniowanej przez (1) średnią siłę reakcji przypadku na poprawę danej zmiennej, oraz (2) zróżnicowane obserwowanych reakcji na tą poprawę, zdefiniowane jako dystans dzielący reakcję najbardziej oraz najmniej korzystną. Taki układ kryterialny umożliwił między innymi wyodrębnienie grup zmiennych o podobnym charakterze oddziaływania.

Ostatnim krokiem prowadzonej analizy stało się pogrupowanie przypadków według reakcji na wzrost wartości uwzględnionych w modelu zmiennych. Klasyfikacja ta przeprowadzona została odrębnie dla trzech grup zmiennych: zmiennych wyrażających ocenę oferty jednostki, atrakcyjność cen oraz odbiór działań marketingowych i wizerunku podmiotu, zaś jej podstawą stało się zaobserwowanie w poprzednich analizach przypadków charakteryzujących się zbliżonymi reakcjami. Doprowadziła ona do niezmiennie wartościowych wniosków, ukazała bowiem istnienie czterech form odpowiedzi na poprawę oceny uwzględnionych w modelu zmiennych, ponadto, jednoznacznie powiązała formę odpowiedzi z poziomem satysfakcji klienta wynikającym z działania innych czynników.

Praca kończy się wnioskami oraz zestawieniem tabelarycznym wyników prowadzonych analiz.

Rozdział 1

Satysfakcja klienta w działalności handlowej

Satysfakcja klienta od wielu lat znajduje się w centrum zainteresowania zarówno praktyki biznesowej, jak badań naukowych prowadzonych w celu poznania i zrozumienia mechanizmów rządzących działaniem rynków, funkcjonowaniem przedsiębiorstw, ale przede wszystkim zachowaniem potencjalnych i faktycznych nabywców produktów i usług. Nie ulega wątpliwości, iż zadowoleni klienci to zarówno jeden z najważniejszych zasobów przedsiębiorstwa, jak również dowód jego zdolności do konkurowania, a także zaspokajania potrzeb i oczekiwań odbiorców.

1.1. Istota satysfakcji klienta

Termin „satysfakcja” obecny jest w języku od dawna – przytaczając źródła, pochodzi on od łacińskich słów *satis* – „dostatecznie” i *facere* – „robić”, przez co jego pierwotne znaczenie można zdefiniować jako „robić coś dostatecznie” bądź „spełnić oczekiwania” (Nieżurawski, Pawłowska i Witkowska, 2010). Pojęcie „satysfakcji klienta” funkcjonuje natomiast w literaturze od lat sześćdziesiątych, przy czym część autorów wskazuje jego genezę w pracy Levitta (Levitt, 1960), podczas gdy inne źródła powołują się na pracę Cardozo (Cardozo, 1965). Natomiast już dwadzieścia lat później Churchill wskazywał, iż pojęcie „satysfakcji klienta” zajmuje centralne miejsce w teorii i praktyce marketingu, oraz iż od początku lat siedemdziesiątych przeprowadzona została imponująca ilość badań dotyczących tego zjawiska (Churchill Jr i Surprenant, 1982).

Długi okres obecności satysfakcji klienta w przestrzeni badawczej przełożył się na mnogość funkcjonujących definicji, ale równocześnie perspektyw, w których zjawisko to jest postrzegane – jak zaznaczają Biesiok i Wyród-Wróbel, różni autorzy akcentują odmienne aspekty satysfakcji, dlatego też zwykle nie definiują jej w jednolity sposób (Biesiok i Wyród-Wróbel, 2016)². Jedną z pierwszych interpretacji, a równocześnie definicji satysfakcji przedstawił Oliver, wskazując, iż satysfakcja jest oceną postrzeganych wyników doświadczeń konsumenckich, dotyczących nabywania, konsumowania oraz pozbywania się produktu (Oliver, 1981). Równocześnie, autor zaznacza, iż wyniki te często rozważane są w perspektywie spełnienia formułowanych przez klienta oczekiwań, wskazuje także, iż możliwe są inne standardy tej oceny – na przykład odniesienie doświadczeń do idealnego lub minimalnego, dopuszczalnego poziomu ich spełnienia. W ujęciu Olivera pozytywne efekty tej oceny, a więc doświadczenie satysfakcji, wiążą się

² Niezwykle wyczerpujące przeglądy sposobów definiowania i interpretacji terminu „satysfakcja klienta” przedstawili Giese i Cote (Giese i Cote, 2000), zaś w polskiej literaturze Biesiok i Wyród-Wróbel (Biesiok i Wyród-Wróbel, 2016).

z uczuciami przyjemności, negatywne – rozdrażnieniem bądź żalem. Ponadto, w zależności od stopnia doświadczanej satysfakcji, klient będzie mniej lub bardziej skłonny powtórzyć zachowanie, które do tego doświadczenia doprowadziło.

Podobnie zadowolenie klienta definiują inni autorzy. Nieżurawski (Nieżurawski i in., 2010) wskazuje, iż satysfakcja jest wynikiem psychologicznego procesu, w którym klient porównuje zauważalny poziom działalności przedsiębiorstwa (określony tutaj jako „jakość istniejąca”) z charakterystycznymi standardami, które wiążą się bądź można wprost utożsamić z jego oczekiwaniami („jakość oczekiwana”). Mazurek-Łopacińska (Mazurek-Łopacińska, 2003) przyjmuje natomiast, iż satysfakcja klienta to „reakcja emocjonalna na procesy poznawcze uruchomione przez klienta, polegające na zestawieniu swoich doświadczeń i doznań po konsumpcji produktu lub usługi z oczekiwaniami, indywidualnymi normami lub określonym wzorcem oceny”.

Istnieje także inny nurt definiowania zjawiska satysfakcji, wyrażający go wyłącznie w kategoriach poziomu zaspokojenia posiadanych przez klienta oczekiwań. Takie ujęcie prezentuje między innymi Hill i Alexander, wskazując, iż poziom satysfakcji to „odzwierciedlenie tego, w jakim stopniu produkt całkowity oferowany przez daną organizację zaspokaja zbiór wymagań klienta” (Hill i Alexander, 2003). Autorzy zaznaczają przy tym, iż opinia o produktach, czy ofercie jako całości jest zawsze subiektywna, stąd też satysfakcja klienta także jest odczuciem charakterystycznym dla danej jednostki, ponadto może pozostawać w sprzeczności z obiektywnym obrazem rzeczywistości. Podobnie wypowiada się Kotler, przyjmując, iż konsument przed dokonaniem transakcji formułuje zestaw oczekiwań, zaś sam satysfakcja jest pochodną pozakupowej oceny relacji między doświadczaną jakością nabytej oferty, a sformułowanymi wobec niej oczekiwaniami (Kotler, Armstrong, Wong i Saunders, 2001).

Jak nietrudno zauważyć, wszystkie przedstawione ujęcia łączy cecha wspólna – porównanie efektów podjętych działań, wyrażających się otrzymaną jakością oferty bądź zaspokojeniem potrzeb, z pewnym stanem normatywnym – najczęściej formułowanym jako zestaw oczekiwań. Podejście to jest zwykle wyrazem paradygmatu dyskonfirmacji oczekiwań (Oliver, 1981), określanego też mianem teorii lub modelu oczekiwanej niezgodności (*expectation-disconfirmation theory*), w którym pozytywna dyskonfirmacja, to jest przekroczenie oczekiwań przekłada się na wzrost satysfakcji, negatywna – na jej spadek. Należy jednak zaznaczyć, iż o ile paradygmat ten jest obecnie powszechnie przyjęty i akceptowany, istnieją badania dowodzące istnienia przypadków, w których nie udaje się potwierdzić jego zasadności [zob. np. (Churchill Jr. i Surprenant, 1982; Grimmeliikhuijsen i Porumbescu, 2017)].

Równocześnie, wskazać można wiele przykładów badań i teorii potencjalnie rozszerzających omawiane podejście do satysfakcji. Dotyczą one między innymi (Yi, 1990)³:

1. możliwych źródeł oczekiwań, które nie muszą pozostawać w związku z cechami produktu i aktywnością rynkową, w tym komunikacją marketingową oferenta, w szczególności mogą być różne, z punktu widzenia obszaru pochodzenia, dla różnych potencjalnych nabywców,
2. roli doświadczeń z innymi produktami i markami w kształtowaniu posiadanych oczekiwań,
3. postrzeganej sprawiedliwości – wyników porównania efektów własnych procesów zakupowych z wynikami innych osób,
4. kwestii konstruktów innych, niż oczekiwania, mogących je zastępować w procesie oceny nabytej oferty, takich jak podzielane przez klienta wartości czy jego aspiracje.

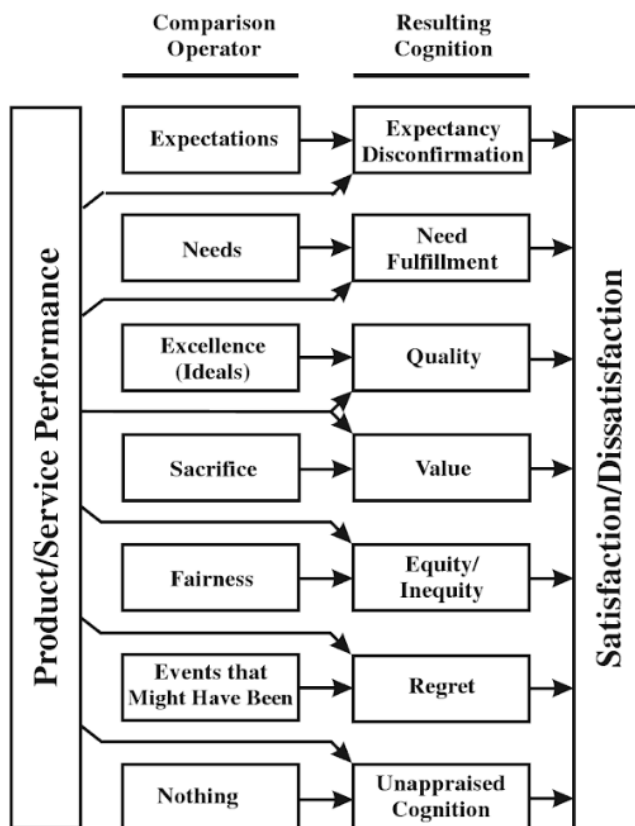
Wszystkie te ujęcia podsumowane zostały przez Olivera (Oliver, 2014), który zdefiniował siedem perspektyw w których oceniane są efekty nabycia i konsumpcji produktu lub usługi, tym samym definiując siedem kategorii poznawczych wpływających na odczucie satysfakcji bądź niezadowolenia (rysunek 1.1.). Przyjęte przez niego podejście uwzględnia w pierwszej kolejności odniesienie wspomnianych efektów do sformułowanych wcześniej oczekiwań – wynik tego porównania odpowiada ich pozytywnej lub negatywnej dyskonfirmacji, obecnej w poprzednich ujęciach. Kolejne obszary porównania obejmują odniesienie produktu do posiadanych potrzeb, co skutkuje możliwym poczuciem ich zaspokojenia, porównaniem go do wzorca doskonałości (ideału), co przekłada się na poczucie jakości, oraz do skali własnego wyrzeczenia lub poświęcenia, co definiuje wartość produktu.

Kolejne obszary porównań dotyczą standardu uczciwości, który przekłada się na poczucie równości bądź nierówności i wydarzeń, które mogły mieć miejsce, co skutkuje poczuciem żalu bądź wyrzutów sumienia. Ostatni obszar porównania nie ma standardu normatywnego i dotyczy sytuacji, w których produkt lub usługa może bezpośrednio, to jest nie uczestnicząc w porównaniu, tworzyć lub modyfikować wynikowy poziom zadowolenia.

Biorąc pod uwagę różnice zarówno na poziomie konceptualizacji, jak również interpretacji zjawiska satysfakcji, wskazać można wiele możliwych klasyfikacji dotyczących funkcjonujących ujęć i definicji. Jeden z najprostszych, a za razem najbardziej podstawowych podziałów przedstawili Parker i Mathews (Parker i Mathews, 2001), wskazując na dwie ogólne, a równocześnie komplementarne płaszczyzny postrzegania zjawiska zadowolenia klienta. W ich ujęciu satysfakcja może być po pierwsze rozumiana jako proces, to jest ocena różnicy pomiędzy

³ Różne modele satysfakcji klienta (w tym model oczekiwanej niezgodności) przedstawił Nieżurawski (Nieżurawski, Pawłowska i Witkowska, 2010). Dyskusja ta wypełnia i rozszerza zestawienie przedstawione przez Yi (Yi, 1990).

tym, co obserwowane, a tym, co pożądane, przy czym te dwa obszary mogą, ale nie muszą być definiowane w kategoriach efektów i oczekiwań. Jak wskazują autorzy, tego rodzaju ujęcia koncentrują się bardziej na przyczynach, niż na samym zjawisku zadowolenia.



Rysunek 1.1. Płaszczyzny powstawania lojalności według Olivera
Źródło: (Oliver, 2014).

Satysfakcja może być także postrzegana jako wynik procesu, w tym jako: (1) doświadczane emocje, (2) poczucie spełnienia lub (3) stan (wzmocnienia lub pobudzenia). W ostatnim z tych ujęć, satysfakcja traktowana w szczególności może być jako pewien poziom zaspokojenia potrzeb (*contentment*), pozytywna lub negatywna niespodzianka (*surprise, delight or shock*) bądź jako przyjemność (*pleasure*). To ujęcie koncentruje się na naturze satysfakcji, w mniejszym stopniu zaś na jego przyczynach.

Mazurek-Łopacińska prowadząc dyskusję idei satysfakcji klienta wprowadza natomiast na trzy możliwe ujęcia tego procesu (Mazurek-Łopacińska, 2003):

1. podejścia psychologiczne, akcentujące w satysfakcji elementy poznawcze lub reakcje emocjonalne, bądź ich integrację,
2. podejścia empiryczne, w których satysfakcja jest rozumiana jako zespół doświadczeń wynikających ogólnie z procesu z konsumpcji i użytkowania produktu (podejście holistyczne) lub z jego poszczególnych etapów (podejście analityczne),
3. podejścia relatywistyczne, w których eksponowane jest porównanie odczuć klienta do określonego punktu odniesienia.

W podobnym nurcie wypowiadają się także Biesok i Wyród-Wróbel wyróżniając cztery ujęcia satysfakcji (Biesok i Wyród-Wróbel, 2016): ujęcia odwołujące się do reakcji klienta na ofertę, agregujące wszystkie (w ujęciu autorów: „pozytywne”) doznania towarzyszące zakupowi, ujęcia skupiające się na spełnieniu wymagań klienta, ujęcia wiążące się z odczuciami nabywcy, związanymi z nabyciem dobra oraz ujęcia wyrażające znaczenie satysfakcji dla przedsiębiorstwa. Równocześnie, autorzy ci, w swoim doskonałym przeglądzie funkcjonujących definicji satysfakcji klienta wskazali także, iż satysfakcja może być rozpatrywana w wielu aspektach, wyodrębniając:

1. aspekt reaktywny, wyrażający postrzeganie satysfakcji w kategoriach określonej reakcji na bodźce wiążące się z procesem zakupowym i konsumpcją;
2. aspekt afektywny, wiążący postrzeganie satysfakcji z perspektywy uczuć doświadczanych przez klienta;
3. aspekt behawioralny i intencjonalny, związany z postawami, skłonnościami oraz przyszłym zachowaniem;
4. aspekt normatywny – w którym doświadczona satysfakcja staje się czynnikiem definiującym i wyznaczającym normy postępowania;
5. aspekt deklaracyjny – reprezentujący ekspresję postaw i emocji związanych z doświadczanym zadowoleniem, w szczególności ich przekaz ustny.

Podsumowując dyskusję kwestii konceptualizacji pojęcia satysfakcji klienta warto także spojrzeć na nie od drugiej strony – z perspektywy jednostki jej doświadczającej. Niezwykle interesujące badanie dotyczące tego aspektu omawianego zjawiska przedstawili Parker i Mathews (Parker i Mathews, 2001). Wykazali oni po pierwsze, iż satysfakcja jest zagadnieniem wielopłaszczyznowym, o czym świadczył fakt, iż większość badanych była skłonna je zdefiniować na kilka różnych sposobów. Najczęstsze interpretacje były co do zasady zgodne z ujęciami funkcjonującymi w nauce – większość respondentów wskazywała, iż satysfakcja jest rzeczywiście uczuciem będącym skutkiem przebiegu procesu oceny tego, co zostało otrzymane w perspektywie tego, czego się spodziewano. Równocześnie, termin ten był także definiowany jako samo uczestnictwo w procesie zakupowym oraz fakt skutecznego zaspokojenia potrzeb. Co więcej, interpretacja była silnie uwarunkowana kontekstem, w szczególności tym, czy rozważany był zakup pro-

duktu czy usługi. Autorzy podkreślali także dość nieoczekiwane powiązanie doświadczenia satysfakcji z brakiem czynników i wydarzeń negatywnych – zadowolenie miało miejsce wtedy, gdy w trakcie procesu zakupowego i po nabyciu produktu nie zdarzyło się nic negatywnego i nie pozostawało w związku z przekroczeniem wcześniej określonych oczekiwań.

Niektórzy autorzy wskazują także na istnienie zbieżności między założeniami stojącymi u podstaw dwuczynnikowej teorii Herzberga, a zjawiskiem satysfakcji klienta. Polegają one na tym, iż wiele atrybutów oferty, ocenianych w trakcie, lub po dokonaniu zakupu może powodować zadowolenie, bądź niezadowolenie, ale nie jedno i drugie. Oznacza to istnienie czynników, których brak powoduje pogorszenie oceny oferty, zaś ich obecność nie ma pozytywnego wpływu na poziom zadowolenia, oraz czynników, których istnienie podnosi zadowolenie, zaś ich brak nie wpływa negatywnie na jego poziom [zob. (Poiesz i von Grumbkow, 1988)]. Warto przy tym zauważyć, iż zbliżone podejście obserwowane jest w modelu opracowanym przez Kano.

Rozważając istotę satysfakcji klienta, oprócz różnic w jej zdefiniowaniu należy także zwrócić uwagę na fakt, iż niezależnie od przyjętego ujęcia, sama satysfakcja nie jest zjawiskiem jednolitym – można mówić o różnych jej rodzajach w zależności zarówno od przyjętej perspektywy czasowej, jak również rozważanego zakresu cech produktu lub usług. W tym pierwszym ujęciu wyróżnić można satysfakcję transakcyjną (*transaction-specific*) oraz skumulowaną (*cumulative*). Jak pisze Jachnis, satysfakcja transakcyjna uwzględnia krótkotrwałą perspektywę doświadczenia konsumenta z produktem i wiąże się z zadowoleniem będącym oceną konkretnej, pojedynczej transakcji, bez uwzględnienia dalszych doświadczeń. Satysfakcja skumulowana natomiast wyraża zagregowane doświadczenie klienta, wynikające z użytkowania produktu w określonym przedziale czasu (Jachnis, 2007).

Drugie ujęcie, opierające się o zakres produktu lub usługi, którego satysfakcja dotyczy wyróżnia satysfakcję częściową oraz globalną (Mazurek-Lopacińska, 2003). Pierwsza z nich wyraża ocenę, w perspektywie posiadanych oczekiwań, poszczególnych, indywidualnych wymiarów rozważanej oferty. Druga – odnosi się do oferty jako całości.

1.2. Modele zjawiska satysfakcji klienta

Długi czas obecności zjawiska satysfakcji klienta w przestrzeni badawczej, jak również mnogość podejść do jego konceptualizacji przełożyły się na liczne modele odzwierciedlające mechanizmy powstawania zadowolenia oraz wymiary jego wpływu na zachowania nabywcze oraz funkcjonowanie jednostek. Do najważniejszych modeli, stanowiących dziś kanon teorii marketingu, jak również zachowania konsumenta zaliczyć można między innymi model oczekiwanej niezgodności, zapoczątkowane przez Fornella modele indeksów narodowych (ACSI, ECSI) czy model Kano.

Biorąc pod uwagę najbardziej ogólne założenie stojące za budową modelu, wyróżnić można co do zasady trzy paradygmaty stojące za zjawiskiem powstawania satysfakcji – a za razem trzy kategorie modeli [zob. np. (Wirtz, 1993; Yi, 1990)]:

1. modele bazujące na rozbieżnościach (*discrepancy*), lub, w innych źródłach, na dyskonfirmacji (*disconfirmation*) to modele przyjmujące, że satysfakcja jest reakcją na różnicę między doświadczeniem a pewną zakładaną normą, którą, w zależności od modelu mogą być oczekiwania, idealna jakość, standard wynikający z doświadczenia czy poszukiwane wartości,
2. modele zakładające bezpośredni wpływ określonego czynnika, jak na przykład emocji, na poziom satysfakcji,
3. podejścia integratywne, dążące do połączenia różnych perspektyw, w tym różnych obszarów dyskonfirmacji [zob. np. (Oliver, 2014; Spreng, MacKenzie i Olshavsky, 1996)].

1.2.1. Model oczekiwanej niezgodności

Model oczekiwanej niezgodności to jeden z pierwszych modeli zadowolenia, reprezentujących równocześnie jedną z pierwszych teorii powstawania satysfakcji klienta. Model ten opracowany został przez Olivera (Oliver, 1977) i jest systematycznie rozwijany, zaś jego podstawowym założeniem jest porównanie doświadczenia z użytkowaniem produktu oraz wcześniej sformułowanych względem niego oczekiwań. Należy równocześnie zaznaczyć, iż model ten rozróżnia „niezgodność” w rozumieniu obiektywnym, oraz w rozumieniu subiektywnym, właściwym dla jednostki. Równocześnie, to ta ostatnia decyduje o wynikowym poziomie zadowolenia.

W omawianym modelu satysfakcja jest zatem reakcją na brak zgodności między tym, czego klient oczekiwał, a tym co otrzymał. W przypadku, gdy doświadczenie przekracza oczekiwania mówić można o satysfakcji, zaś gdy doświadczenie jest gorsze od oczekiwanego – ma miejsce stan niezadowolenia. Model przewiduje także możliwość zaistnienia trzeciej alternatywy – zgodności oczekiwań z doświadczeniem. Stan ten jest odbierany pozytywnie, ale nie skutkuje silnym poczuciem satysfakcji, ponieważ spełnienie przez produkt oczekiwań jest spodziewanym rezultatem procesu zakupowego (Nieżurawski i in., 2010). Omawiając model oczekiwanej niezgodności należy także zwrócić uwagę, iż nie każda rozbieżność skutkuje doświadczeniem stanu zadowolenia bądź niezadowolenia. Prowadzone badania wskazują na istnienie pewnego zakresu akceptowanych różnic, dla których pomimo sytuacji niepełnego spełnienia oczekiwań, bądź pewnego ich przekroczenia, konsument nadal doświadcza odczucia zgodności.

Podsumowując należy zaznaczyć, iż model ten nadal jest z powodzeniem stosowany w badaniach satysfakcji klienta. Z drugiej strony jest on poddawany jest krytyce, w której podnoszone są między innymi kwestie trafności, i ogólnie, możliwości pomiaru leżących u podstaw modelu oczekiwań, ich spójności przed i po

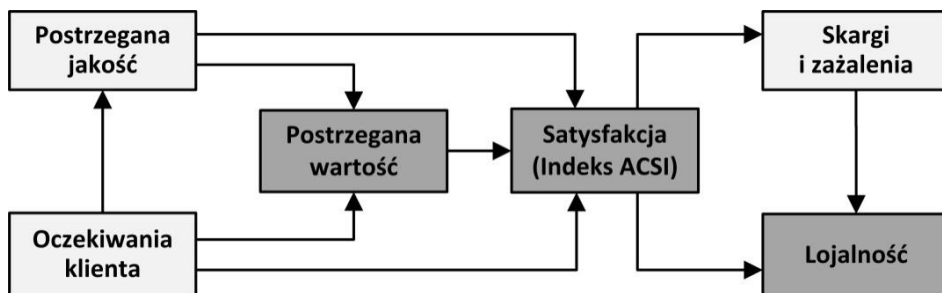
dokonaniu transakcji, czy postrzeganej sprawiedliwości zawartej transakcji [zob. (Yi, 1990; Yüksel i Yüksel, 2001)]. Wynikiem tej krytyki są badania nad innymi ujęciami satysfakcji, jak również próby integracji tej koncepcji z innymi, potencjalnymi obszarami porównania doświadczeń ze stanem normatywnym [zob. (Oliver, 2014)].

1.2.2. Modele ACSI i EPSI

Model ACSI (*American Customer Satisfaction Index*, rysunek 1.2.), zbudowany na bazie powstałego wcześniej Szwedzkiego Indeksu Zadowolenia Klienta (SCSB), jest bezpośrednim rozwinięciem modelu oczekiwanej niezgodności, który wzbogacony został o wartość postrzeganą przez klienta oraz możliwe konsekwencje doświadczonego poziomu zadowolenia lub jego braku: wystąpienie skarg oraz ewentualne procesy powstawania lojalności. Równocześnie należy wyraźnie podkreślić, iż w pierwotnym założeniu model ACSI miał na celu ocenę ogólnego poziomu satysfakcji wszystkich klientów danej firmy bądź całej branży, sektora lub kraju. Jak zaznaczają autorzy modelu: „Indeks ACSI danego podmiotu wyraża ogólną ocenę obecnego oraz spodziewanego przez obsługiwany rynek – klientów firmy doświadczenia wiążącego się z zakupem i użytkowaniem produktu. Analogicznie, indeks ACSI branży wyraża ogólną ocenę oferty tej branży formułowaną przez funkcjonujących w jej obrębie klientów.”⁴ (Fornell, Johnson, Anderson, Cha i Bryant, 1996). Niemniej jednak, dziś model ten jest stosowany także do badania procesów powstawania satysfakcji charakterystycznych dla pojedynczych osób.

W myśl modelu ACSI satysfakcja klienta jest kształtowana przez trzy czynniki: postrzeganą jakość produktu, jego postrzeganą wartość oraz poziom posiadanych przez klienta oczekiwań (Fornell i in., 1996). Pierwsza z nich wyraża ocenę doświadczeń związanych z konsumpcją produktu, i została w omawianym modelu wyrażona dwoma konstruktami: dopasowaniem produktu do potrzeb oraz jego niezawodnością – to jest stopniem, do jakiego produkt jest pewny, zstandaryzowany i wolny od braków. Ocena jakości produktu podlega wpływowi posiadanych oczekiwań, co autorzy uzasadniają faktem, iż sformułowane oczekiwania są wyrazem racjonalności klientów i przekładają się na bardziej obiektywne postrzeganie dostarczonej oferty. Zależność postrzegania jakości od posiadanych oczekiwań zaznaczana była także w modelu oczekiwanej niezgodności.

⁴ „An individual firm’s ACSI represents its served market’s – its customers’ – overall evaluation of total purchase and consumption experience, both actual and anticipated [...]. Analogously, an industry ACSI represents an industry’s customers’ overall evaluation of its market offering [...]”



Rysunek 1.2. Model ACSI

Źródło: (L. Skowron i Gąsior, 2017), opracowane na podstawie (Anderson i Fornell, 2000).

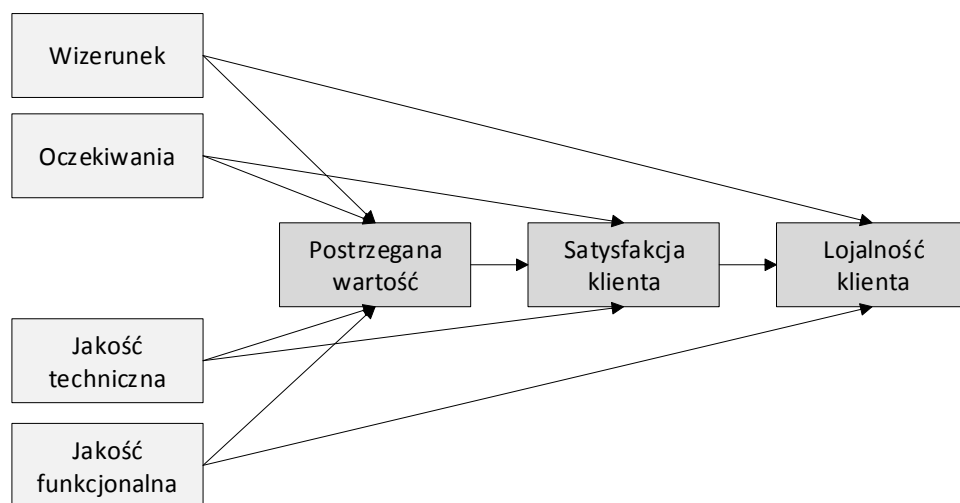
Drugim zbiorem przyczyn satysfakcji w modelu ACSI są oczekiwania klienta, reprezentujące między innymi poprzednie doświadczenia zakupowe, w tym wiedzę nie pochodzącą z kontaktu z produktem, ale ze źródeł takich jak reklama czy marketing szeptany, oraz przekonanie odnośnie zdolności dostawcy do zapewnienia oczekiwanego poziomu jakości. Na potrzeby pomiaru oba te obszary zostały zoperacjonalizowane w postaci trzech zmiennych: ogólnego poziomu oceny, oceny dopasowania produktu do oczekiwań oraz jego niezawodności, w pierwszym przypadku dotyczyły one doświadczeń, w drugim – oczekiwań.

Trzecim czynnikiem kształtującym satysfakcję w rozważanym modelu jest postrzegana wartość, rozumiana tutaj jako relacja pomiędzy postrzeganą jakością, a kosztem poniesionym przez klienta. Celem jej wprowadzenia było między innymi uwzględnienie w modelu ceny, zapewnienie porównywalności między branżami, oraz zapewnienie kontroli różnic w możliwościach finansowych klientów. Równocześnie warto podkreślić, iż tak zdefiniowane pojęcie postrzeganej wartości integruje inne obszary w których klient może oceniać otrzymaną ofertę, jak na przykład jej sprawiedliwość, czy zgodność z normami. Zgodnie z modelem ACSI, postrzegana wartość jest pochodną zarówno posiadanych oczekiwań, jak i jakości produktu. Model ten rozwija dodatkowo model oczekiwanej niezgodności poprzez uwzględnienie konsekwencji satysfakcji – w tym przypadku skarg i zażaleń klienta, redukowanych przez zadowolenie, oraz jego ewentualnej lojalności, budowanej przez wysoki poziom satysfakcji.

Akceptacja koncepcji jednolitego systemu pomiaru satysfakcji skutkowałą wprowadzeniem kolejnych indeksów narodowych, w tym Europejskiego Indeksu Satysfakcji Klienta (ECSI – *European Customer Satisfaction Index*), ale także indeksu niemieckiego, norweskiego, koreańskiego, czy szwajcarskiego (Johann, 2019)⁵. Pierwszy z nich, indeks europejski (rysunek 1.3.), znalazł szerokie zastosowanie zarówno w badaniach naukowych, jak i tych, prowadzonych na potrzeby biznesu.

⁵ Ewolucja modeli i indeksów narodowych przedstawiona została w (Johnson, Gustafsson, Andreassen, Lervik i Cha, 2001).

Model ECSI w swojej konstrukcji jest zbliżony zarówno do modelu oczekiwanej niezgodności, jak również do omówionego wcześniej modelu ACSI. Do różnic względem tego ostatniego zaliczyć można w pierwszej kolejności umieszczenie wizerunku jednostki jako czynnika kształtującego wszystkie obszary wyników: postrzeganą wartość, jak również lojalności klienta. Dodatkowo, zgodnie z modelem w jego wersji podstawowej (Kristensen, Martensen i Grønholdt, 2002), wizerunek wpływa na formułowane przez klienta oczekiwania.



Rysunek 1.3. Podstawowa wersja modelu ECSI
Źródło: (Kristensen i in., 2002).

Drugą zmianą względem modelu ACSI jest rozdzielenie oceny jakości oferty na dwa obszary – jakość techniczną, reprezentującą ocenę samego produktu, czy otrzymanej usługi oraz jakość funkcjonalną – wyrażającą ocenę tych aspektów procesu zakupowego, które są interaktywne z punktu widzenia klienta, takich jak zachowanie personelu, atmosfera, czy środowisko świadczenia usługi. W wersji podstawowej modelu jakość techniczna kształtuje wartość i satysfakcję, zaś jakość funkcjonalna – wartość i lojalność. Mechanizm powstawania satysfakcji pozostaje zatem zgodny z modelem ACSI – zadowolenie budowane jest przez oczekiwania, ocenę produktu oraz jego postrzeganą wartość.

W literaturze znaleźć można także inne ujęcia omawianego modelu. Niektóre źródła wskazują na pełne połączenie wizerunku z wszystkimi obszarami wyników (Johnson, Gustafsson, Andreassen, Lervik i Cha, 2001), konstrukcja taka obserwowana jest też w części z wyników badań. Inne źródła proponują inną dekompozycję obszaru jakości – rozdzielenie go na jakość usług i samego produktu. Na koniec należy zaznaczyć, iż rozważane są zmiany w ramowej konstrukcji samego modelu. Zaproponowane zostało między innymi włączenie do grupy czynników kształtujących poziom satysfakcji obszaru reprezentującego „przejrzystość

biznesu”, jak również uwzględnienie wpływu wizerunku i oczekiwań na oba obszary jakości [szerzej patrz. (Skowron i Skowron, 2012)].

Inne, możliwe zmiany dotyczą między innymi (Johnson i in., 2001):

1. zastąpienia konstruktowi wartości czystym postrzeganiem ceny oraz uwzględnieniem jej wpływu na lojalność, z uwagi na obserwowana w badaniach tożsamość postrzegania przez klientów jakości i wartości oferty,
2. wprowadzenie oceny obsługi skarg,
3. uwzględnienie dwóch obszarów zaangażowania klienta, wyrażającego zaangażowanie emocjonalne i racjonalne,
4. usunięcie obszaru oczekiwań, co uzasadniane jest bardzo istotnym spostrzeżeniem, iż z punktu widzenia prowadzenia pomiaru, nie ma możliwości zmierzenia oczekiwań przed-zakupowych, ponieważ sam pomiar prowadzony jest po dokonaniu transakcji, stąd też deklarowane w badaniu oczekiwania mogą w pewnym zakresie być pochodną doświadczonej już przez respondenta oceny produktu; autorzy rekomendują zastąpienie tego elementu modelu postrzeganiem wizerunku podmiotu lub marki.

1.2.3. Model Kano

Kolejnym modelem dotyczącym satysfakcji klienta jest model zaproponowany przez Kano (Kano, 1984). W przeciwieństwie do ujęć poprzednich, ten model nie jest skoncentrowany na samym sposobie powstawania satysfakcji, a raczej na tym, w jaki sposób satysfakcja zależy od obecności różnego rodzaju atrybutów produktu, zaspokajających różne kategorie wymagań lub potrzeb, zaś jego głównym założeniem jest zróżnicowanie wpływu różnych cech na wynikowy poziom satysfakcji.

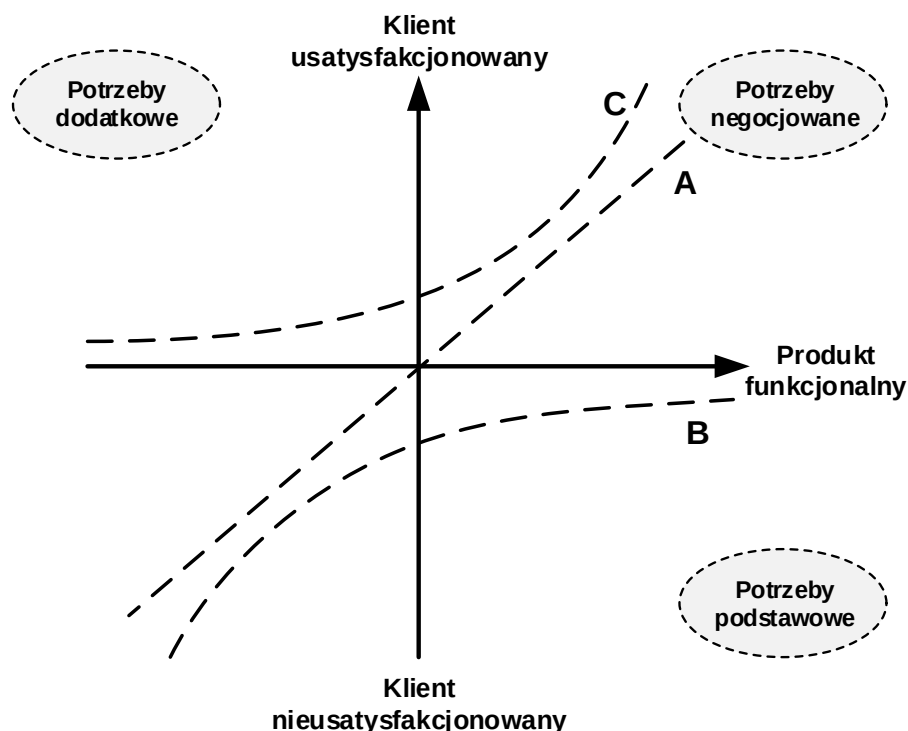
W modelu Kano (rysunek 1.4.) wyróżniono dwa wymiary: oś odciętych reprezentuje stopień spełnienia wymogów z danego obszaru bądź, w innych ujęciach, obecność atrybutów produktu spełniających te wymogi, oś rzędnych – odpowiadający temu spełnieniu poziom satysfakcji.

W tak przyjętym układzie zawarte zostało pięć kategorii cech:

1. cechy jednowymiarowe – to cechy, które łączy z satysfakcją zależność o charakterze liniowym, to jest wzrost ich jakości czy wykonania powoduje wzrost satysfakcji, ich pogorszenie – jej spadek; są to cechy mierzalne, często techniczne i możliwe do wyrażenia;
2. cechy wymagane (konieczne) – to cechy, których brak powoduje drastyczny spadek zadowolenia, zaś ich obecność, nie powoduje jego wyraźnego wzrostu; są to cechy spodziewane, domniemane lub oczywiste dla klienta;
3. cechy atrakcyjne – to cechy o charakterze przeciwnym do wymaganych – ich nieobecność nie powoduje niezadowolenia, zaś pojawienie się przekłada się na jego szybki wzrost; cechy te dotyczą często aspektów trudnych do wyrażenia, emocjonalnych, lub dopasowanych do określonego konsumenta.

Do tego część źródeł [zob. np. (Johann, 2019)] wskazuje istnienie dwóch dodatkowych kategorii cech:

1. cech obojętnych, których stopień obecności nie pozostaje w związku z zadowoleniem klienta;
2. cech niepożądanych – wraz ze wzrostem ich obecności poziom zadowolenia klienta spada.



Rysunek 1.4. Model Kano

Źródło: (Ł. Skowron i Gąsior, 2017).

Model Kano znajduje szerokie zastosowanie, między innymi w obszarze projektowania nowych produktów bądź ewaluacji produktów istniejących z punktu widzenia wpływu posiadanych cech na wynikowy poziom satysfakcji. Model ten jest także rozwijany, między innymi z perspektywy poprawy możliwości analizy oczekiwań klienta [zob. (Q. Xu i in., 2009)] czy lepszego przyporządkowywania potencjalnych atrybutów produktu do obecnych w modelu kategorii cech (Mikulić i Prebežac, 2011). Z uwagi na fakt, iż kategorie te zostały zdefiniowane w sposób jakościowy, a równocześnie brakowało jasnych kryteriów klasyfikacji, zaproponowana została także metodyka umożliwiająca ilościową interpretację omawianego modelu [zob. (Wang i Ji, 2010)].

1.2.4. Model jakości usług

Model jakości usług opracowany przez Parasuraman, Zeithaml i Berry (Anantharathan Parasuraman, Zeithaml i Berry, 1985) nie jest co do zasady modelem zorientowanym na diagnozowanie satysfakcji klienta, natomiast jego podstawowe założenie – zdefiniowanie rozważanej jakości jako funkcji rozmiaru i kierunku (*magnitude and direction*) luki między usługą oczekiwaną a dostarczoną, niezwykle czytelnie wpisuje się w paradygmat modelu oczekiwanej niezgodności. Równocześnie, sposób zdefiniowania zarówno mechanizmu kształtowania oczekiwań, jak i źródeł wspomnianej luki sprawia, iż model ten jest niezwykle dogodnym narzędziem wnioskowania o przyczynach zadowolenia lub niezadowolenia klienta.

Model jakości usług (rysunek 1.5.) wskazuje po pierwsze, iż jakość doświadczana przez klienta jest funkcją odbioru sposobu wykonania usługi, wraz z towarzyszącymi jej kontaktami przed i posprzedażowymi, postrzeganej równocześnie przez pryzmat prowadzonej z klientami komunikacji. Równocześnie, sposób wykonania usługi jest pochodną przełożenia postrzeganych przez kadrę zarządzającą oczekiwań klienta w jakość dostarczanego rozwiązania – cechy specyficzne usługi. Z drugiej strony modelu znajduje się oczekiwana usługa, której kształt powstaje przy udziale przeszłych doświadczeń, osobistych potrzeb, komunikacji między klientami (*word of mouth communication*), ale także działań z obszaru komunikacji prowadzonych przez dostawcę usługi.

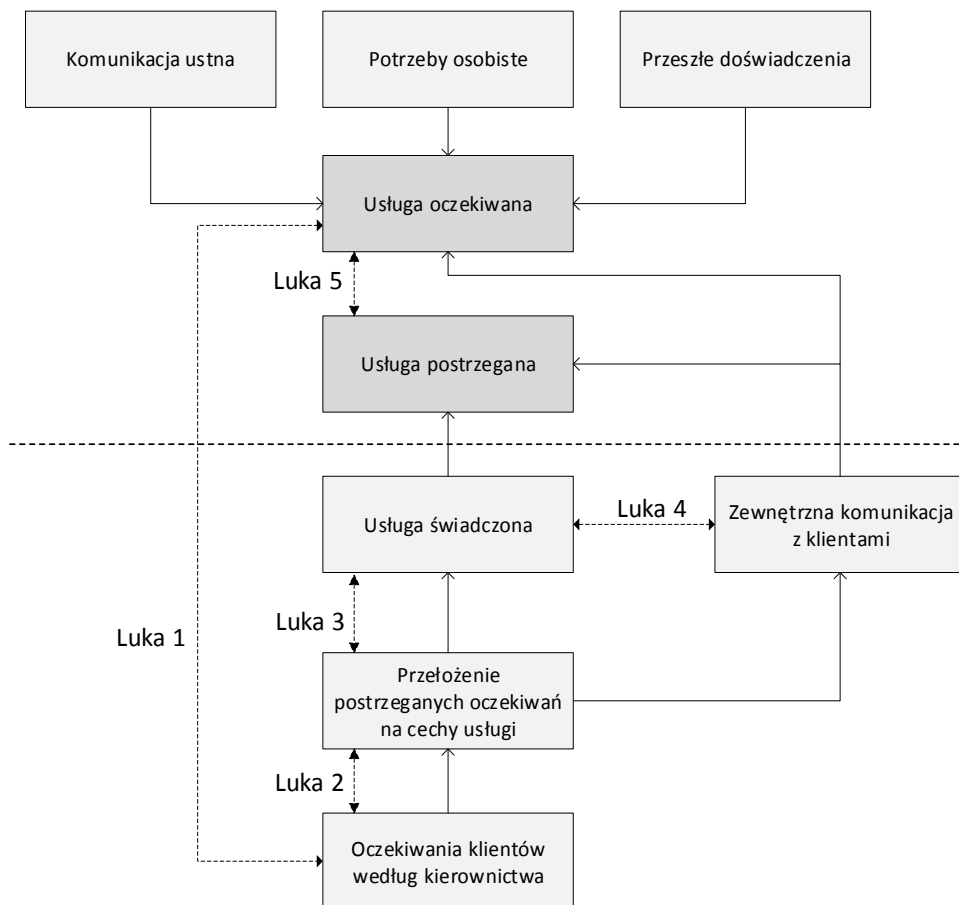
W tak zdefiniowanej strukturze autorzy modelu wskazali cztery potencjalne luki prowadzące do luki piątej, wyrażającej różnicę między usługą oczekiwaną a dostarczoną, tym samym zaś prowadzącą do powstania satysfakcji lub niezadowolenia (Parasuraman i in., 1985):

Luka 1 – obejmuje różnicę między rzeczywistymi oczekiwaniami klienta, a ich postrzeganiem przez kadrę zarządzającą, sugerującą brak niezbędnej wiedzy o rynku, bądź jej błędną interpretację.

Luka 2 – dotyczy różnicy między oczekiwaniami klienta zdiagnozowanymi przez menedżerów, a ich przełożeniem na standard, właściwości i specyfikacje usługi. Problem ten wiązać się może z ograniczeniami technicznymi, ograniczonymi zasobami, warunkami rynkowymi, a także brakiem zainteresowania ze strony kadry zarządzającej.

Luka 3 – to różnica między założonym standardem usług, a rzeczywistym sposobem jej świadczenia, wiążąca się między innymi z uwarunkowaniami kadrowymi czy technologicznymi, ale także z brakiem dostatecznej kontroli.

Luka 4 – to rozbieżność między sposobem świadczenia usługi, a tym, co jest przez firmę komunikowane jej klientom. Rozbieżność ta może dotyczyć wyolbrzymionych obietnic (które dodatkowo budować będą nadmierne oczekiwania), ale także nieukazania w komunikacji marketingowej pozytywnych lub ważnych elementów usługi, które inaczej mogą być przez klienta nierozpoznane.



Rysunek 1.5. Model jakości usług

Źródło: (Anantharathan Parasuraman i in., 1985).

Luka piąta, jak było to wspomniane wcześniej, dotyczy rozbieżności między usługą oczekiwaną a otrzymaną. Należy przy tym zaznaczyć, iż luka ta nie powinna być utożsamiana z satysfakcją klienta [zob. (Spreng i Mackoy, 1996)], a raczej traktowana w kategorii podstawowego czynnika o niej decydującego (Cronin i Taylor, 1992).

Na koniec należy zauważyć, iż sam model jakości usług, pomimo dużej popularności, jest także w pewnym stopniu krytykowany, zwłaszcza w obszarze instrumentów i skal wykorzystywanych w pomiarze uwzględnionych w nim obszarów. Wątpliwości dotyczą (Ladhari, 2008) między innymi kwestii, czy rzeczywiście jakość usługi (luka 5) może być wyrażona w formie działania matematycznego – różnicy między dwoma konstruktami, problemów ze zdefiniowaniem i różnorodnością interpretacji terminu „oczekiwania”, czy koncentracji modelu na procesie świadczenia usługi, a nie na wynikach jej kilkukrotnego nabywania. Niektórzy

autorzy (Brady i Cronin, 2001) kwestionują także samą konstrukcję modelu, wskazując, iż jakość usługi jest agregatem ocen wielu obszarów składowych, przez co sama jakość usługi jest konstruktem wielopoziomowym, a równocześnie wielowymiarowym.

1.2.5. Inne ujęcia źródeł satysfakcji

Większość, jeśli nie wszystkie z przedstawionych uprzednio modeli w mniejszym lub większym stopniu bazują na różnicy między sformułowanymi oczekiwaniami, a doświadczeniem z użytkowania produktu, wpisując się tym samym w teorię i model oczekiwanej niezgodności. Należy jednak zauważyć, iż teoria ta jest tylko jednym z wielu możliwych ujęć bazujących na ocenie rozbieżności, ponadto literatura wskazuje także istnienie czynników satysfakcji w przypadku których oddziaływanie ma charakter bezpośredni, bez porównywania doświadczenia z określonym standardem normatywnym.

Jako przykład podejścia nie bazującego wprost na oczekiwaniach wobec oferty wskazać można w pierwszej kolejności ujęcie satysfakcji bazujące na teorii sprawiedliwości [*equity theory*, zob.: (Oliver i Swan, 1989b, 1989a)], w przypadku którego satysfakcja jest bezpośrednią pochodną postrzeganej sprawiedliwości dokonanej wymiany (Szymanski i Henard, 2001), definiowanej jako sytuacja w której relacja efektów do poniesionych w celu ich osiągnięcia kosztów jest zbliżona do tej obserwowanej u innych klientów, albo relacja efektów do kosztów poniesionych przez klienta jest porównywalna do postrzeganej relacji efektów i nakładów ponoszonych przez producenta czy sprzedawcę. O satysfakcji można w tym przypadku mówić, gdy klient doświadcza pozytywnej niesprawiedliwości (*positive inequity*), to jest jego relacja jest bardziej korzystna od relacji innych.

Równocześnie, literatura wskazuje trzy rozpatrywane przez klienta obszary sprawiedliwości. Pierwszy z nich to sprawiedliwość wymiany (*distributive justice*), która wyraża przekonanie, że klient dostał to, na co zasługiwał, z punktu widzenia poniesionych nakładów. Drugi, sprawiedliwość proceduralna (*procedural justice*), dotyczy przekonania o odpowiednim do nakładów przebiegu procesu zakupowego lub świadczenia usługi, zaś trzeci, sprawiedliwość interakcyjna (*interactional justice*) – odpowiedniego traktowania klienta.

Drugim modelem satysfakcji nie bazującym na oczekiwaniach jest model emocjonalny [zob. np. (Nieżurawski i in., 2010)] sugerujący, iż doświadczana przez klienta satysfakcja jest kształtowana przez pozytywne lub negatywne emocje odczuwane w trakcie użytkowania bądź konsumpcji produktu, które mogą się także wiązać z odbieraniem procesu zakupowego oraz samego dobra w kategorii sukcesu lub porażki. Co ciekawe, istnieją badania wskazujące, iż ujęcia satysfakcji bazujące na modelach emocjonalnych lepiej niż inne przewidują przyszłe zachowania klienta (Machleit i Mantel, 2001; Martin, O’neill, Hubbard i Palmer, 2008).

Ostatnim, bardzo interesującym modelem wpisującym się w konwencję modelu oczekiwanej niezgodności jest podejście przyjmujące jako stan normatywny

nie oczekiwania, ale wartości preferowane przez klienta [*value-percept disparity theory*, (Westbrook i Reilly, 1983)]. Za rozwiązaniem tym stały w pierwszej kolejności problemy z jednoznacznym zdefiniowaniem oczekiwań, z drugiej zaś samo założenie ich niezbędności, które jest problematyczne w sytuacji, w której klient nie posiadający oczekiwań doświadcza stanu zadowolenia. W myśl teorii bazującej na wartościach, o satysfakcji decyduje odniesienie doświadczenia nie do tego, co było oczekiwane, ale do tego co jest pożądane albo cenione w produkcie bądź kategorii produktów, zaś sama koncepcja obecna jest zarówno w rozważaniach teoretycznych, jak i w praktyce badawczej [zob. np. (Bloemer i Dekker, 2007; Spreng i Page Jr, 2003; Wirtz i Mattila, 2001)].

Podsumowując prowadzone rozważania warto także przywołać metaanalizę przeprowadzoną przez Szymanskiego i Henarda (Szymanski i Henard, 2001), która wskazuje, iż w badaniach zjawiska satysfakcji dominują podejścia bazujące na modelu oczekiwanej niezgodności oraz teorii sprawiedliwości.

1.3. Pomiar zjawisk satysfakcji

Zjawisko satysfakcji klienta ma niezmiernie istotny wpływ na funkcjonowanie i wyniki osiągane przez przedsiębiorstwo. Jak wskazuje Nieżurawski, ocena poziomu zadowolenia umożliwia zarówno podejmowanie interwencji w obrębie pojedynczych przypadków, poprawę negatywnie odbieranych funkcji przedsiębiorstwa bądź źle ocenianych aspektów procesu zakupowego, jak również tworzenie systemów wynagradzania pracowników w największym stopniu przyczyniających się do zaspokojenia potrzeb klienta (Nieżurawski i in., 2010). Równie istotna jest naukowa perspektywa badań nad zadowoleniem, przekładająca się na lepsze poznanie zachowania człowieka w perspektywie jego aktywności na rynku, umożliwiającą równocześnie lepsze dopasowanie do niego istniejących oraz nowopowstających przedsięwzięć.

1.3.1. Podstawowe perspektywy pomiaru

Z uwagi zarówno na wartości poznawcze, jak i utylitarne, problematyka badań satysfakcji klienta jest szeroko obecna tak w praktyce naukowej, jak i badaniach prowadzonych bezpośrednio przez podmioty na swoich potencjalnych i rzeczywistych klientach. Skutkuje to mnogością możliwych do wykorzystania metod i narzędzi badawczych, ale także realizowanych w podejmowanym procesie poznawczym celów. Z punktu widzenia tych ostatnich wyróżnić można badania, których zadaniem jest (Hill i Alexander, 2003):

1. ocena priorytetów klientów,
2. ocena marginesu ich tolerancji,
3. określenie jakości działalności firmy – ocena tego, jak firma i jej funkcjonowanie oraz oferta oceniana jest przez klientów,
4. porównanie jakości działania firmy z priorytetami formułowanymi przez klientów,

5. porównanie jakości działalności firmy do tej zapewnianej przez firmy konkurencyjne,
6. sformułowanie priorytetów doskonalenia podmiotu.

Równocześnie sam pomiar dotyczyć może różnych dwóch perspektyw w których obserwowana jest satysfakcja klienta. Może on bowiem dotyczyć samego obiektu – przedsiębiorstwa, czyli obejmować wartości i zmienne obrazujące satysfakcję, jej przyczyny i przejawy, nie wiążące się jednak z opiniami klientów, ale obrazujące samą aktywność podmiotu, w tym jej efekty, takie jak obroty, udział w rynku czy reklamacje. Z drugiej strony może także dotyczyć samej osoby, czyli klienta, najczęściej jego opinii i ocen (Nieżurawski i in., 2010), koncentrując się albo na doświadczanych zdarzeniach, albo na postrzeganych właściwościach oferty.

Biorąc pod uwagę badania zogniskowane na kliencie, na najbardziej ogólnym poziomie wskazać można dwa paradygmaty pomiaru zjawisk satysfakcji. Po pierwsze, badania satysfakcji mogą mieć charakter czysto przyczynowo-skutkowy, czyli mogą być skoncentrowane na stworzeniu, weryfikacji, bądź wykorzystaniu określonego modelu, w którym poziom zadowolenia jest wynikiem działania zbioru czynników, które wchodzą ze sobą w interakcje lub pozostają w zależności, natomiast same w sobie nie wyrażają jakiejkolwiek perspektywy lub elementu składowego zadowolenia. Przykładem takiego podejścia jest między innymi model oparty na luce, czy modele oparte na wartości, w których wartość wyrażana jest perspektywą kosztów i korzyści. Paradygmat ten stosowany jest zwykle w badaniach naukowych, ponieważ dostarcza wiedzy o naturze i budowie zjawiska.

Alternatywnym podejściem są badania bazujące na dekompozycji, wyrażające satysfakcję jako sumaryczny efekt oceny zbioru określonych elementów składowych, w domyśle stanowiących zatomizowaną wersję zjawiska satysfakcji, którego dotyczy badanie, z których każdy oceniany jest w perspektywie zadowolenia lub jego braku. Przykładem tutaj może być hipotetyczne badanie satysfakcji klientów banku, w których oceniają oni swoje zadowolenie z szeregu elementów składowych (personel, oferta itd.), zaś celem badania jest dostarczenie informacji o postrzeganiu tych elementów oraz ich wpływie na wynikowy poziom satysfakcji. Badania tego typu właściwe są dla praktyki zarządzania, ponieważ odnoszą się zwykle do konkretnych, charakterystycznych dla podmiotu obszarów zachowania klienta i jego postrzegania oferty, ponadto, wskazują bezpośrednio obszary i aspekty funkcjonowania jednostki wymagające kontroli lub poprawy. Tego rodzaju podejście zakłada, iż każda z ocen częściowych jest wynikiem dyskonfirmacji częściowych oczekiwań, zaś finalny poziom satysfakcji jest wypadkową poziomów składowych.

Metody możliwe do zastosowania w procesie pomiaru zadowolenia klienta, w zależności od przyjętej perspektywy i obiektu badań podzielić można na metody bezpośrednie, dotyczące bezpośrednich opinii klientów odnośnie dostarcza-

nej oferty, jak również metody pośrednie, nie uwzględniające bezpośrednich opinii klientów, ale przejawy ich zachowań w tym przejawy poziomu satysfakcji lub ocenę oferty oraz sposobów jej dostarczania przez firmę, prowadzoną z punktu widzenia dopasowania jej do oczekiwań nabywców oraz standardu rynkowego.

Do pierwszej z tych kategorii zaliczyć można w wszelkiego rodzaju metody ankietowe, jak również różnej konstrukcji wywiady, ale także badanie incydentów krytycznych, gromadzenie i ocenę skarg i sugestii klientów czy analizę przyczyn utraty klientów. Równocześnie, możliwe do zastosowania są także bardziej złożone procedury, wykorzystujące i integrujące różne metody gromadzenia danych, takie jak metoda SERVQUAL, TRI*M, SIX SIGMA, IPA czy QFD. Wśród metod pośrednich, oprócz najbardziej typowej analizy danych dotyczących wartości i trendów sprzedaży czy badań pozycji rynkowej, w tym wizerunku przedsiębiorstwa, wyróżnić można między innymi badania o charakterze tajemniczego klienta czy benchmarking, podejmowany zarówno w perspektywie zewnętrznej jak i wewnętrznej⁶.

1.3.2. Zmienne w pomiarze satysfakcji

Problematyka doboru zmiennych w pomiarze satysfakcji klienta jest ściśle powiązana zarówno z przyjętą metodą badań, jak i paradygmatem zgodnie z którym badanie będzie realizowane. Badania opierające się o dekompozycję zwykle w największym stopniu uwzględniać będą szczegółowe wymiary oferty, które podlegać będą ocenie, badania przyczynowo-skutkowe uwzględnią czynniki wpływające na poziom zadowolenia zgodnie z modelem luki – dotyczyć będą w szczególności formułowanych oczekiwań, jak również oceny oferty prowadzonej z ich punktu widzenia.

Niezwykle wyczerpujący przegląd wybranych zmiennych reprezentujących obszary powstawania satysfakcji przeprowadzili Biesok i Wyród-Wróbel. Wskazali oni następujące źródła zadowolenia (Biesok i Wyród-Wróbel, 2016): aspekty kulturowe, cena produktu, dobry nastrój klienta, emocje, jakość produktu, korzyści relacyjne, nowości w produkcie i usłudze, obsługę klienta, jego oczekiwania, orientację prorynkową firmy i jej orientację na klienta, kompetencje pracowników, przyjemność, zadowolenie klienta z życia, satysfakcja pracowników, solidność i rzetelność firmy, typ klienta, uczciwość i sprawiedliwość wymiany, wartość dla klienta, więź z klientem, wizerunek firmy, zaangażowanie klienta i pracownika, zachowanie pracowników, zaufanie wobec firmy oraz zgodność doświadczenia z oczekiwaniami.

Należy przy tym zauważyć, iż w wykazie tym znajdują się zarówno obszary zawierające się w sobie (np. postrzegane kompetencje pracowników i obsługa klienta), jak również obszary wyrażające różny paradygmat pomiaru – z jednej

⁶ Szerzej o stosowanych metodach patrz (Biesok i Wyród-Wróbel, 2016; Hill i Alexander, 2003; Nieżurawski i in., 2010; Oliver, 2014; Skowron i Gąsior, 2017)

strony będące oceną elementów składowych oferty, z drugiej diagnozujące satysfakcję z perspektywy luki. Wiąże się to z faktem, iż wykaz ten jest kompilacją propozycji obszarów formułowanych przez autorów w różnych badaniach.

Przedstawiony uprzednio model SERVQUAL zoperacjonalizowany został natomiast w formie 22 zmiennych, wyrażających różnice między doświadczeniem a oczekiwaniami, reprezentujących pięć wymiarów:

1. elementy materialne, dostrzegalne dla klienta, dowodzące jakości usługi,
2. niezawodność procesu usługowego,
3. empatię pracowników, wyrażających między innymi dostrzeganie indywidualnych potrzeb klienta,
4. zdolność do reagowania,
5. profesjonalizm – wiedzę pracowników oraz zdolność do wzbudzania zaufania klientów.

Inni autorzy, w zależności od kontekstu i obszaru prowadzonych badań, wskazują także na takie obszary zmiennych, jak:

1. jakość, w szczególności skuteczność obsługi reklamacji (Johnson i in., 2001),
2. wygląd i warunki fizyczne miejsca świadczenia usług lub prowadzenia działalności handlowej (Khei Mie Wong, Lu i Lan Yuan, 2001),
3. społeczną odpowiedzialność firmy (Luo i Bhattacharya, 2006),
4. poczucie prywatności i bezpieczeństwa danych osobowych (Hsu, 2008),
5. jakość informacyjna komunikacji (Kandampully i Nusair, 2008), a także logika i aktualność oferowanych informacji (Hsu, 2008),
6. postrzegana wiedza dostawcy (Čater i Čater, 2009),
7. poziom i wymiary personalizacji (Kandampully i Nusair, 2008), personalizację oferty i produktu (Ramayah, Nushazelin Wan Shahidan i Wah Yap, 2012),
8. podzielane przez klienta wartości (Oliver, 2014),
9. potencjalne, utracone przez klienta doznania (Oliver, 2014),
10. wartości hedonistyczne związane z zakupami [odkrywanie, budowanie statusu społecznego, zabawa, (Kesari i Atulkar, 2016),
11. prestiż nabywanej marki (Jin, Line i Merkebu, 2016).

Równocześnie, sama doświadczana satysfakcja może być wyrażona jedną bądź wieloma zmiennymi. Najczęściej wykorzystywane są tutaj zmienne występujące w modelu ACSI (Fornell i in., 1996), to jest ogólne, subiektywne doświadczenie poczucia zadowolenia, dystans dzielący produkt lub usługę od ideału oraz stopień doświadczanej niezgodności [deklaracja, w jakim stopniu produkt nie spełnia lub przekracza oczekiwania. Część badań wykorzystuje jako miarę satysfakcji także skłonność do polecenia produktu lub usługi innym konsumentom [zob. np. (K. C. Lee i Chung, 2009)], fakt zaspokojenia wszystkich sformułowanych potrzeb (Kesari i Atulkar, 2016) bądź skłonność do powrotu lub ponownego zakupu.

Należy przy tym podkreślić, iż bardzo często w badaniu wykorzystywany jest szerszy zestaw zmiennych reprezentujących poziom satysfakcji klienta. Sam po-

ziom ten wyrażany jest wtedy albo w formie indeksu, uzyskanego przy wykorzystaniu określonej procedury, na przykład analizy składowych głównych, albo eksploracyjnej analizy czynnikowej, bądź w formie oceny zagregowanej, wyrażonej kilkoma wartościami łącznie.

1.3.3. Czynniki satysfakcji klienta w centrum handlowym

Satysfakcja klienta centrum handlowego była przedmiotem licznych badań, prowadzonych zarówno z punktu widzenia mechanizmów jej powstawania, jak i znaczenia ocen elementów składowych oferty podmiotu.

1. Kesari i Atulkar (Kesari i Atulkar, 2016) badali wpływ na wynikowy poziom satysfakcji klienta centrum handlowego dwóch kategorii zmiennych: zmiennych wyrażających wartości użyteczne danego miejsca (postrzeganie wygody, dobrego wyboru produktów, oszczędności oraz dopasowanych produktów) oraz jego wartości hedonistyczne (zabawa, eksploracja, przywiązanie do miejsca, budowa statusu społecznego). Badanie wykazało porównywalny wpływ obu kategorii na wynikowy poziom satysfakcji, zaś biorąc pod uwagę kolejne badane aspekty, największe efekty przypisane zostały szerokości asortymentu oraz zabawie.
2. El-Adly oraz Eid (El-Adly i Eid, 2016) przeprowadzili badanie mechanizmów powstawania satysfakcji klienta centrum handlowego przy wykorzystaniu modelu oczekiwanej niezgodności, w którym porównywane było doświadczenie z odwiedzin w centrum z wartościami poszukiwanymi w procesach zakupowych, uwzględniającymi wartości hedonistyczne, użyteczne, gratyfikację, wartości poznawcze, wygodę z punktu widzenia oszczędności czasu oraz interakcje społeczne. Badanie dowiodło poprawności tak sformułowanego modelu, a także wpływu wyodrębnionych konstruktów na wynikowy poziom satysfakcji, niestety, autorzy nie wskazali efektów przypadających na poszczególne zmienne i obszary składowe.
3. Hui i Zheg (Hui, Zhang i Zheng, 2013) poddali ocenie znaczenie dziewięciu aspektów oceny postrzegania wybranych procesów zarządzania centrum handlowego w perspektywie ich wpływu na wynikowy poziom satysfakcji. Badanie ukazało, iż utrzymanie centrum, czystość, komunikacja z klientami oraz atrakcyjne promocje są istotnymi i silnymi czynnikami budującymi satysfakcję klienta.
4. LeHew i Wesley (LeHew i Wesley, 2007) porównywali poziom zadowolenia z centrów handlowych wśród turystów oraz lokalnych mieszkańców. W badaniu wykorzystany został szereg zmiennych wrażliwych między innymi ilość sklepów różnego rodzaju, poziom cen, wybrane aspekty lokalizacji oraz dogodność dokonywania zakupów. Samo badanie dowiodło po pierwsze różnic w poziomie zadowolenia między obiema grupami badanych, po drugie, iż osoby przyjezdne są skłonne do wydawania większej kwoty.

5. Anselmsson (Anselmsson, 2006) w badaniu satysfakcji różnych kategorii klientów z zakupów w centrum handlowym wskazał na istnienie ośmiu czynników istotnych z punktu widzenia zadowolenia klienta. Obejmują one wybór – asortyment produktów, atmosferę, wygodę dokonywania zakupów, ocenę personelu, dostępność gastronomii, lokalizację, działania promocyjne oraz estetykę ekspozycji towarów.

Inne, obecne w literaturze badania dotyczą między innymi procesów powstawania zadowolenia osób poszukujących w centrum handlowym rozrywki (Sit i Merrilees, 2005), wpływu obecności innych klientów (Machleit, Eroglu i Mantel, 2000), roli dystansu który musi pokonać klient aby dotrzeć do centrum (Léo i Philippe, 2002) czy porównania zachowań zakupowych, w tym oceny doświadczeń wśród mężczyzn i kobiet (Hu i Jasper, 2004). Co istotne, wszystkie przedstawione badania, a w zasadzie także większość badań funkcjonujących w literaturze prowadzone jest przy założeniu liniowości wpływu czynników składowych na wynikowy poziom satysfakcji, a także przy założeniu, iż poziom ten jest co do zasady sumą wpływu badanych zmiennych.

1.4. Problem nieliniowości w modelach satysfakcji klienta

Problem nieliniowości relacji pomiędzy potencjalnymi źródłami satysfakcji, a jej wynikowym poziomem jest w literaturze względnie nowy – badania go dotyczące są względnie nieliczne i obserwowane w zasadzie dopiero od początku wieku, chociaż sam problem zmiennego wpływu czynników satysfakcji klienta na jej poziom wskazywany jest w źródłach już od dawna. Niemniej jednak od kilku lat pojawiają się głosy sugerujące konieczność zmiany podejścia i, być może, zaangażowania nowych metod i instrumentów do pomiaru i modelowania tej zależności. Doskonale podsumował to Finn (Finn, 2011), wskazując po pierwsze, że założenie o liniowym związku między oceną poszczególnych atrybutów, a wynikowym poziomem zadowolenia jest coraz częściej kwestionowane, po drugie zaś stwierdzając, iż szczegółowy kształt tej zależności musi być znany menedżerom, jeśli mają oni skutecznie definiować priorytety i alokować zasoby⁷.

Pierwsze przesłanki sugerujące zróżnicowane działanie różnych kategorii atrybutów oferty zaobserwować można w modelu Kano (Kano, 1984). Jak było to wspomniane wcześniej, w swoim modelu wskazał on istnienie kilku rodzajów

⁷ Zbliżoną płaszczyzną dyskusji, wpisującą się w pewnym zakresie w poruszane zagadnienie nieliniowości jest kwestia asymetrii efektów oddziaływania czynników o różnym, pozytywnym lub negatywnym charakterze. Jako przykład tego rodzaju asymetrii wskazać można chociażby prawidłowość opisaną przez Andersona i Sulivana, mówiącą, iż negatywna dyskonfirmacja ma silniejszy wpływ na satysfakcję klienta niż odpowiadająca jej co do siły dyskonfirmacja pozytywna (Anderson i Sullivan, 1993). Wpisuje się to w bardziej ogólną prawidłowość postulowaną przez Baumaistera, który wskazał, iż w bardzo wielu zjawiskach i procesach psychologicznych czynniki negatywne mają szybszy i silniejszy wpływ na jednostkę, niż czynniki o charakterze pozytywnym (Baumeister, Bratslavsky, Finkenauer i Vohs, 2001). Należy przy tym zaznaczyć, iż prowadzone rozważania dotyczące nieliniowości w modelach satysfakcji klienta w pełni uwzględniają możliwość asymetrii w reakcji na pozytywną i negatywną ocenę określonego czynnika.

cech produktów, przy czym część z nich ma charakter typowo liniowy – w przypadku cech jednowymiarowych oraz cech niepożądanych wzrostowi poziomu wykonania czy też obecności danej cechy towarzyszy proporcjonalny wzrost lub spadek poziomu zadowolenia. Równocześnie, w modelu tym istnieją dwie cechy, którym autor przypisuje nieliniowy wpływ na wynikowy poziom satysfakcji. Są to cechy atrakcyjne, w przypadku których postępujący wzrost ich obecności przekłada się na przyspieszający wzrost satysfakcji, oraz cechy konieczne, w których wraz z postępującym stopniem obecności przyrost satysfakcji, chociaż ciągle obecny, zwalnia.

Rozpatrując model Kano należy jednak zauważyć, iż po pierwsze, nie uwzględnia on wszystkich możliwych kształtów reakcji, po drugie, zakłada, iż pierwsza z omawianych reakcji nieliniowych charakterystyczna jest dla klientów zadowolonych, druga – dla niezadowolonych. Ponadto, łączy charakter reakcji wyłącznie z atrybutem produktu, nie uwzględniając ewentualnej zależności na przykład od cech klienta, tym samym dla określonej cechy zawsze należy oczekiwać określonego typu reakcji. Jak dowodzi Tontini, model ten nie bierze także pod uwagę znaczenia bieżących ocen wartości badanych atrybutów (Tontini i Silveira, 2007).

Próbę praktycznego zastosowania modelu Kano, polegającą na ocenie reakcji na analizowane zmienne oraz przyporządkowaniu ich do jednej z uwzględnionych w modelu kategorii cech przeprowadzili Wang i Ji (Wang i Ji, 2010). W swoim badaniu oszacowali oni, w oparciu o dane empiryczne dotyczące oczekiwań klientów, funkcje odzwierciedlające związek poszczególnych kategorii cech z wynikowym poziomem satysfakcji, zaproponowali także model pomiarowy umożliwiający integrację tego rodzaju badania z innymi ujęciami pomiaru procesów powstawania satysfakcji.

Inne ujęcia nieliniowości w procesach konsumenckich, opierające się na modelu Kano dotyczyły między innymi funkcji jakości [QFD, (Chen i Ko, 2008)] czy oceny interaktywności portali internetowych (Zhao i Roy, 2009). Model Kano był także z powodzeniem stosowany do oceny mechanizmów powstawania satysfakcji pracowników (Matzler, Fuchs i Schubert, 2004). Należy w tym punkcie podkreślić, iż w obszarze satysfakcji pracownika podejmowane były także badania dotyczące oceny nieliniowości związku między przyczynami a wynikowym poziomem zadowolenia, bazujące na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych (Somers i Casal, 2009), które dowiodły zarówno samego braku liniowej zależności w obrębie części źródeł satysfakcji, jak również istnienia bardzo interesujących zjawisk wyrażających zmienność wpływu między innymi stażu pracy, czy dotyczącego jej zaangażowania emocjonalnego.

Podobne do uwzględnionych w modelu Kano założenia przedstawił Galloway, stawiając pytanie o nieliniowość zarówno reakcji konsumenta na wpływ czynników kształtujących poziom satysfakcji, jak również samego poziomu satysfakcji jako funkcji stopnia zaspokojenia posiadanych oczekiwań (Galloway, 1999). Za-

proponował on wykorzystanie krzywej histerezy, zakładającej zjawisko „nasyca-
nia się” zmiennej wyjściowej, co zostało zinterpretowane jako fakt, iż konsument
przestaje reagować wzrostem satysfakcji na kolejne wartości wzrostu oceny da-
nego kryterium. Autor zaproponował tego rodzaju krzywe dla zmiennych tworzą-
cych zadowolenie oraz zmiennych budujących niezadowolenie.

Kolejnym obszarem w którym dość wcześnie postulowany był brak liniowo-
ści, jest zależność między identyfikowaną przez klienta rozbieżnością oczekiwań
i doświadczeń, a poziomem wynikającego z niej zadowolenia. Anderson i Sul-
livan (Anderson i Sullivan, 1993) postulowali istnienie dwóch funkcji satysfakcji.
Pierwsza z nich, o charakterze logarytmicznym, reprezentuje bezpośredni wpływ
atributu produktu na wynikowy poziom zadowolenia – jak sugerują autorzy po-
stępujący wzrost oceny określonego aspektu produktu przekłada się na wzrost sa-
tisfakcji, który jednak staje się coraz wolniejszy – kolejne poziomy poprawy prze-
kładają się na coraz mniejszy wzrost satysfakcji.

Druga z funkcji obrazuje zależność poziomu zadowolenia od doświadczanego
poziomu dyskonfirmacji i jest asymetryczna – ma dwojaki charakter. Przy dys-
konfirmacji o charakterze pozytywnym wzrost zadowolenia ma charakter logaryt-
miczny – postępująca przewaga doświadczeń nad oczekiwaniami przekładają się
na coraz mniejszą poprawę zadowolenia. W przypadku dyskonfirmacji o charak-
terze negatywnym autorzy postulują zależność wykładniczą, to jest taką, w której
tempo spadku zadowolenia maleje wraz z pogłębianiem się postrzeganej różnicy
między oczekiwaniami a doświadczeniem. Oznacza to, iż najszybszy spadek za-
dowolenia (bądź też najszybszy wzrost niezadowolenia) ma miejsce przy niewiel-
kiej przewadze oczekiwań nad doświadczeniem. Wraz z brakiem spełnienia ko-
lejnych oczekiwań, niezadowolenie rośnie, natomiast wzrost ten jest coraz wol-
niejszy. Taki kształt funkcji wskazywany był także w innych badaniach rozważa-
nej zależności [zob. np. (Lin i in., 2017)], wpisuje się także w koncepcję przed-
stawioną przez Gallowaya.

Zagadnienie związku między poziomem odczuwanej dyskonfirmacji bądź
oceną potencjalnych czynników na nią się składających, a wynikowym poziomem
satysfakcji poruszane było także przez innych autorów. Finn (Finn, 2012) zapro-
ponował rozdzielenie wyników porównania oczekiwań z doświadczeniem na sa-
tisfakcję oraz zachwyt (*delight*) klienta, wskazując, iż oba mają różne źródła oraz
nieliniowy wpływ na intencje klienta odnośnie do dalszych zachowań. Turkyil-
maz ukazał nieliniową zależność między innymi pomiędzy poziomem satysfakcji
a ocenianą wartością produktu, poruszył także problematykę relacji łączących
konstrukty ujęte w modelu ECSI, wskazując na konieczność ich zrewidowania,
z punktu widzenia możliwych obszarów nieliniowości (Turkyilmaz, Oztekin,
Zaim i Fahrettin, 2013). Do podobnych wniosków doszli Slevitch i Oh wskazując
na asymetryczność odpowiedzi klientów na poszczególne atrybuty wyrażające ja-
kość produktu, jak również na nieliniowość samej funkcji satysfakcji klienta
(Slevitch i Oh, 2010).

Podsumowując dyskusję teoretycznych poglądów na związek między przyczynami a wynikowym poziomem satysfakcji należy także zaznaczyć, iż część autorów dowodzi, iż nieliniowe podejście nie przekłada się na konstrukcję lepiej dopasowanych bądź bardziej użytecznych modeli zadowolenia klienta (Streukens i de Ruyter, 2004).

Oprócz przedstawionych głosów w dyskusji nad kształtem możliwych relacji łączących zadowolenie z czynnikami je kształtującymi, w literaturze funkcjonują także, niestety bardzo nieliczne, badania konkretnych problemów oraz zjawisk satysfakcji i lojalności klienta w specyficznych, zdefiniowanych branżach, przyjmujące założenie o ich nieliniowym charakterze. Jako przykład wskazać można między innymi badania nad satysfakcją klientów sklepów internetowych (Tontini, da Silva, Beduschi, Zanin i Marcon, 2015), w których autorzy wykazali nieliniowy wpływ pięciu wymiarów (stanowiących czynniki wyodrębnione w grupie 29 zmiennych) potencjalnie kształtujących poziom zadowolenia, zaklasyfikowali także poszczególne badane aspekty funkcjonowania sklepu do kategorii według modelu Kano. Autorzy wykazali, iż pewność dokonywania transakcji oraz elastyczność usługi to cechy atrakcyjne, dostęp i szybkość działania oraz jakość interakcji są czynnikami jednowymiarowymi, podczas gdy reagowanie na usterki i błędy – to cecha konieczna.

Zbliżone w swoich założeniach badanie, w tym przypadku dotyczące oceny hipermarketu, przeprowadzili Ting i Chen (Ting i Chen, 2002). W pierwszej kolejności zauważyli oni, iż brakuje w literaturze badań zakładających, że różne czynniki potencjalnie składające się na finalną ocenę miejsca dokonania transakcji mogą odgrywać różną rolę, a także, że większość badaczy zakłada, iż każdy z tych czynników charakteryzuje oddziaływanie o charakterze liniowym. W prowadzonych rozważaniach autorzy dowiedli, że wpływ niemal wszystkich wymiarów jakości na wynikowy poziom zadowolenia jest asymetryczny i nie ma charakteru liniowego. Co więcej, wykazali oni, iż krzywa wartości obecna w teorii perspektywy (*prospect theory*) nie opisuje większości z obecnych w modelu czynników, w szczególności czynników innych niż jednowymiarowe z perspektywy modelu Kano. Inne przykłady istniejących badań dotyczących nieliniowości w procesach powstawania satysfakcji i lojalności klienta w realnych warunkach rynkowych dotyczą chociażby rynku hotelarskiego (Bowen i Chen, 2001) czy zadowolenia z usług oferowanych przez portal internetowy (Cheung i Lee, 2009).

Podsumowując przegląd zagadnień nieliniowości w procesach powstawania satysfakcji klienta w pierwszej kolejności zauważyć można, iż większość dyskusji prowadzona jest albo na poziomie wyłącznie teoretycznym, albo ogniskuje się wokół badań dotyczących jedynie kształtu funkcji zadowolenia bądź samej konstrukcji modelu i obecnych w nim relacji. Co więcej, większość z nich odwołuje się do modelu Kano, wyróżniając trzy rodzaje reakcji na atrybut oferty: obojętność, czyli brak zmiany zadowolenia – dla cech obojętnych, reakcje liniowe, to jest liniowy wzrost lub spadek zadowolenia odpowiednio dla cech jednowymiarowych oraz niepożądanych, a także reakcje nieliniowe – przyspieszający wzrost

zadowolenia dla cech atrakcyjnych oraz spowalniający wzrost zadowolenia dla cech koniecznych.

Ich analiza prowadzi do wniosku, iż brakuje reakcji chociażby umożliwiających realizację asymetrycznej, nasycającej się funkcji satysfakcji, to jest funkcji, w której wraz z poprawą oceny oferty wzrost satysfakcji spowalnia, co może wyrażać chociażby przyzwyczajanie się klienta do standardu – zbliżone pod względem kształtu cechy konieczne z modelu Kano odpowiadają jedynie za spadek niezadowolenia. Równocześnie, w modelu Kano brakuje czynników reprezentujących nieliniowy wzrost niezadowolenia. Pomimo, iż trudno spodziewać się intencjonalnego umieszczenia takich atrybutów w produkcie, mogą być obecne w innych aspektach oferty przedsiębiorstwa potencjalnie wpływających na poziom satysfakcji.

Zależność między źródłami a wynikowym poziomem satysfakcji może zatem mieć charakter:

1. proporcjonalny,
2. wykładniczy, w którym poprawa danego aspektu produktu lub oferty powoduje przyspieszający wzrost zadowolenia – co można utożsamić z cechami atrakcyjnymi z modelu Kano,
3. logarytmiczny, w którym postępująca poprawa danego czynnika przekłada się na coraz słabsze przyrosty poziomu satysfakcji klientów.

Równocześnie należy zdefiniować reakcje tego samego charakteru, ale obniżające poziom zadowolenia, czyli czynniki powodujące jej spadek liniowy (cechy niepożądane z modelu Kano), a także czynniki powodujące spadek:

1. spowalniający – których pojawienie się powoduje pogorszenie poziomu zadowolenia, zaś ich dalszy wzrost jest dla klienta uciążliwy, ale już nie tak bardzo istotny, jak sam fakt zaistnienia, więc powoduje proporcjonalnie słabszą reakcję,
2. narastający – w przypadku którego wraz ze wzrostem obecności danego czynnika, spadek zadowolenia przyspiesza.

Należy także poruszyć możliwość istnienia relacji o zmiennym kierunku – czynników, które do pewnego momentu wzrostu swojego nasilenia powodują wzrost, od pewnego – spadek zadowolenia klienta. Równocześnie, w przypadku ujęcia zadowolenia w perspektywie dwuczynnikowej, uwzględniającej oddzielne czynniki zadowolenia oraz oddzielne niezadowolenia, czynniki niezadowolenia także mogą charakteryzować się analogicznymi reakcjami.

Na koniec warto zaznaczyć, iż o ile rozważania dotyczące liniowości odpowiedzi klienta prowadzone na poziomie teoretyczno-modelowym są relatywnie liczne, rzadsze są badania w których nieliniowość jest wykazana na przykładzie określonego rynku oraz szczegółowych, charakterystycznych dla niego czynników. Są one o tyle istotne, iż kształt zależności łączącej potencjalne źródło zadowolenia i jego wynikowy poziom jest krytyczny nie tylko w perspektywie po-

znawczej, ale także z punktu widzenia procesów zarządczych, decyduje on bowiem o możliwej skali efektu wynikającego z określonej alokacji zasobów, definiując w ten sposób perspektywę jej opłacalności.

Rozdział 2

Sztuczne sieci neuronowe

Sztuczne sieci neuronowe z roku na rok zyskują coraz większą popularność, między innymi z uwagi na fakt, iż stanowią proste w implementacji, elastyczne, a za razem niezwykle efektywne narzędzie umożliwiające realizację obszernego i różnorodnego zbioru zadań, w tym przewidywanie wartości określonej zmiennej na podstawie wektora wartości wejściowych, klasyfikację, to jest przyporządkowywanie określonych obiektów do grup, rozwiązywanie problemów optymalizacyjnych, czy filtrację sygnałów.

Do najważniejszych zalet sztucznych sieci neuronowych, stanowiących także o ich przewadze nad innymi metodami modelowania zjawisk zaliczyć można między innymi⁸:

1. zdolność do uczenia się i modelowania złożonych, nieliniowych zależności między zmiennymi wejściowymi i wyjściowymi,
2. zdolność do generalizacji, to jest przenoszenia rozpoznanych prawidłowości na nowe dane, w tym przewidywania wartości zmiennych wyjściowych dla nowych danych wejściowych⁹,
3. brak rygorystycznych założeń odnośnie zmiennych wejściowych, w tym ich rozkładów czy wariancji,
4. łatwość implementacji oraz duża tolerancja na błędy oraz jakość danych.

W dalszej części rozdziału przedstawiona została idea sztucznego neuronu oraz sztucznej sieci neuronowej, omówione zostały także najważniejsze uwarunkowania projektowania, uczenia oraz stosowania sieci, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru badań konsumenckich. Należy przy tym zaznaczyć, iż z racji liczby możliwych zastosowań, które skutkują różnorodnością architektur, funkcji aktywacji czy podejść do procesu uczenia, jak również bardzo dynamicznego rozwoju teorii leżącej u podstaw omawianych metod, niemal niemożliwe wydaje się stworzenie wyczerpującego przeglądu wiedzy z zakresu sztucznych sieci neuronowych. Z tego powodu, w rozdziale tym przedstawione zostały podstawowe informacje o sztucznych sieciach neuronowych, jak również wybrane uwarunkowania stosowania sieci o charakterze perceptronu wielowarstwowego (MLP), z uwagi na fakt, iż to właśnie sieć tego rodzaju wykorzystana została w podjętych

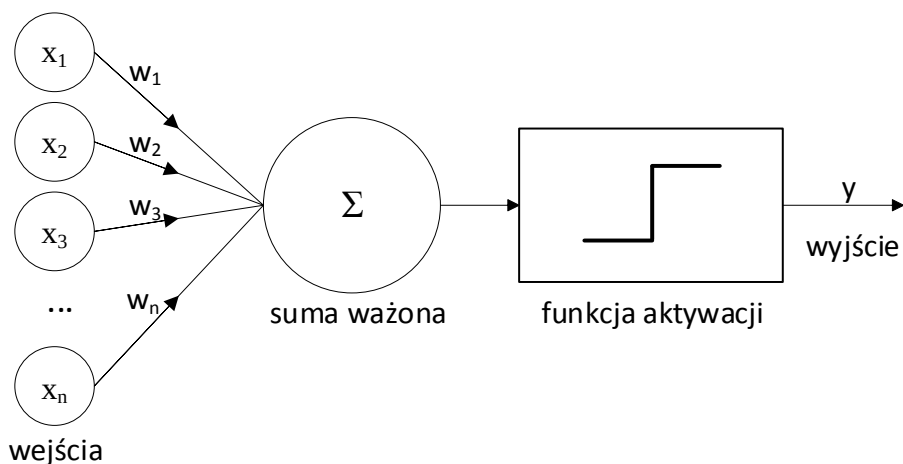
⁸ Zob. m.in. (Basheer i Hajmeer, 2000; Livingstone, Manallack i Tetko, 1997; Tu, 1996).

⁹ Należy przy tym zaznaczyć, iż zdolności predykcyjne – możliwość zastosowania modelu do przewidywania wartości dla przypadków, bądź ogólnie, dla wektorów wartości zmiennych wejściowych nie wykorzystanych w procedurze uczenia nie jest wyłączną domeną sztucznych sieci neuronowych. W literaturze podejmowana jest także dyskusja możliwości stosowania w tym zakresie innych metod, w szczególności modeli SEM i modeli PLS-PM [zob. np. (Reguera-Alvarado, Blanco-Oliver i Martín-Ruiz, 2016; Sagan, 2015; Sarstedt, Ringle, Henseler i Hair, 2014; Shmueli, Ray, Velasquez Estrada i Chatla, 2016)].

badaniach charakteru relacji łączącej poziom satysfakcji klienta oraz czynniki potencjalnie go kształtujące.

2.1. Idea sztucznej sieci neuronowej

Za początek rozwoju sztucznych sieci neuronowych źródła zwykle przyjmują stworzenie przez Rosenblatta w 1957 roku perceptronu – początkowo algorytmu, następnie zaś urządzenia realizującego prostą sieć neuronową z progową funkcją aktywacji. Podstawą do jej stworzenia stało się opracowanie, w roku 1943, przez Warrena McCullocha oraz Waltera Pittsa pierwszego matematycznego modelu neuronu, umożliwiającego przyporządkowywanie obiektu do jednej z dwóch kategorii. Perceptron stanowił sieć zbudowaną z tego rodzaju neuronów.



Rysunek 2.1. Neuron McCulloch-Pittsa

Źródło: opracowanie własne.

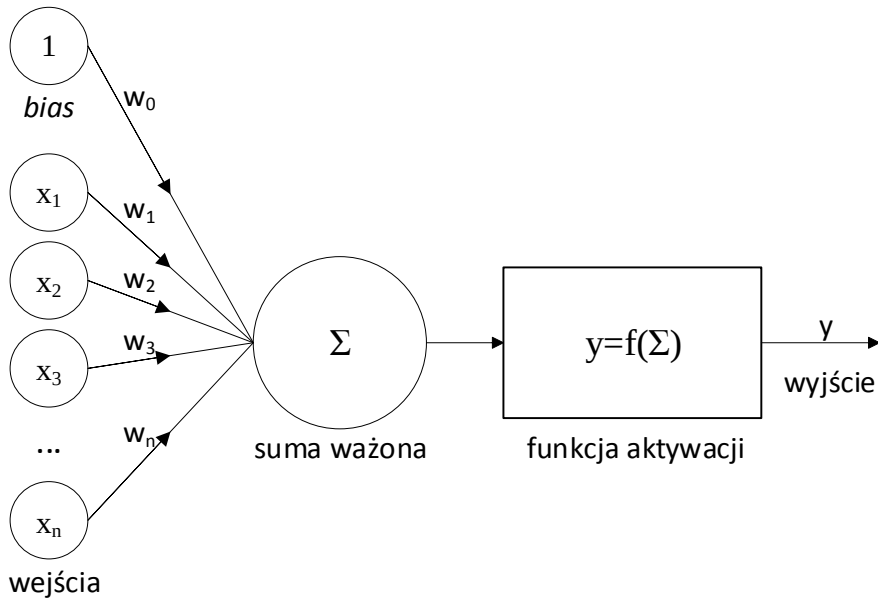
Klasyczny neuron McCullocha-Pittsa (rysunek 2.1.) uwzględniał po pierwsze istnienie szeregu binarnych zmiennych wejściowych ($x_1, x_2, \dots, x_n$), po drugie, odpowiadających im wag ($w_1, w_2, \dots, w_n$). Wyjście neuronu, także binarne, determinowane jest poprzez porównanie sumy iloczynów wartości kolejnych zmiennych i ich wag z pewną wartością progową – przyznanie zmiennej wyjściowej wartości '1' jeśli suma ta jest większa od progu, '0' jeśli jest mniejsza (Nielsen, 2015). Należy przy tym podkreślić, iż perceptron nie był jedyną w tamtym okresie czasu próbą stworzenia sztucznej sieci neuronowej. Jako przykłady wskazać można chociażby SNARC (*Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator*) Minsky'ego [zob. (Hillis i in., 2007)], czy ADALINE (*Adaptative Linear Neuron/Adaptative Linear Element*) opracowane przez Widrowa i Hoffa (Widrow, 1960).

Od tego momentu sztuczne sieci neuronowe znalazły stałe miejsce w nauce, zarówno jako przedmiot, jak również jako narzędzie podejmowanych badań. Równocześnie warto wskazać, iż w ich historii zaobserwować można zarówno okresy wzmożonej popularności, jak i długotrwałe okresy zaniku zainteresowania, określane często w anglojęzycznej literaturze mianem *AI winter* („zimą sztucznej inteligencji”). Pierwszy taki okres zapoczątkowany został wydaną w roku 1969 książką Marviną Minsky’ego, poświęconą perceptronowi, w której oprócz zalet poddane zostały liczne ograniczenia tego rodzaju sieci (Minski i Papert, 1969). Równocześnie, badacze w tamtym okresie spotykali się z licznymi problemami, z których większości nie można było rozwiązać – zaliczyć do nich można między innymi ograniczenia w mocy obliczeniowej, czy brak dostatecznie obszernych baz danych (Russell i Norvig, 2016). Powrót popularności sztucznych sieci neuronowych nastąpił w połowie lat osiemdziesiątych, między innymi dzięki rosnącym zdolnościom komputerów, ale przede wszystkim dzięki popularyzacji (znanego już wcześniej) algorytmu wstecznej propagacji błędów.

Drugi okres silnego spadku popularności sieci wskazywany jest na przełom lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych (Russell i Norvig, 2016) bądź na drugą połowę lat dziewięćdziesiątych (Goodfellow, Bengio i Courville, 2016). Jako jego przyczyny w pierwszym przypadku przyjmowany jest między innymi spadek popularności systemów ekspertowych oraz ograniczenia w finansowanych przez rządy programach badawczych, zaś w drugim – ponownie ograniczenia w zakresie mocy obliczeniowej, postępy w innych obszarach uczenia maszynowego, ale także nierealistyczne i trudne do spełnienia obietnice odnośnie do funkcjonalności sieci, które ograniczyły zaufanie inwestorów. Zakończeniem tego okresu wydaje się być zaproponowanie przez Hintoną sieci typu DBN (*Deep Belief Network*) wraz z algorytmem zachłannego trenowania pojedynczych warstw (*Greedy Layer-Wise Pretraining*), umożliwiającym szybkie i efektywne uczenie głębokich sieci neuronowych (Goodfellow i in., 2016). Od tamtej pory sztuczne sieci neuronowe cieszą się niemalejącą popularnością, której towarzyszy zarówno wzrost rozmiarów dostępnych zbiorów danych, jak również, dzięki rosnącym zdolnościom obliczeniowym komputerów, także wzrost rozmiarów samych sieci.

Podsumowując przedstawione, bardzo krótkie omówienie początków sztucznych sieci neuronowych należy wskazać, iż doskonały rys historyczny poświęcony tym metodom, wraz z najważniejszymi, towarzyszącymi im odkryciami, jak również wpływającymi na ich rozwój uwarunkowaniami otoczenia przedstawił Schmidhuber [w kontekście uczenia nadzorowanego oraz sieci głębokich, (Schmidhuber, 2015)], oraz, w monografii, Goodfellow (Goodfellow i in., 2016). Równocześnie, ten ostatni podkreśla, iż o ile zarówno budowa sztucznego neuronu, jak i sztucznych sieci neuronowych inspirowana była budową neuronu biologicznego, to z wyjątkiem nielicznych przypadków, celem sztucznych sieci neuronowych, jak i głębokiego uczenia nigdy nie było imitowanie czy też modelowanie aktywności mózgu lub układu nerwowego. Jak piszą autorzy, ten obszar nauki

zainteresowany jest w przewarządzającej mierze tym „... w jaki sposób budować systemy komputerowe zdolne z powodzeniem rozwiązywać zadania wymagające inteligencji”.



Rysunek 2.2. Sztuczny neuron drugiej generacji

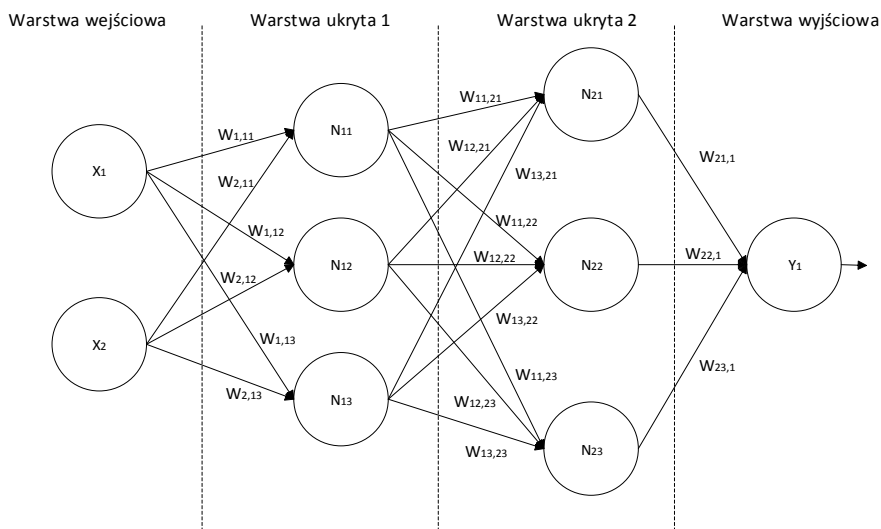
Źródło: opracowanie własne. $x_1 \dots x_n$ oznaczają wartości kolejnych wejść, podczas gdy w_1 do w_n – odpowiadające im wagi, zaś w_0 – wagę *biasu*.

W dzisiejszym rozumieniu sztuczny neuron (rysunek 2.2.) jest w pewnym zakresie rozwinięciem neuronu McCullocha i Pittsa. Podobnie jak on, posiada bowiem szereg zmiennych wejściowych ($x_1, x_2, \dots, x_n$), które w tym przypadku nie muszą być binarne, po drugie, zbiór odpowiadających im wag ($w_1, w_2, \dots, w_n$). Dodatkowo, jako kolejna wartość wejściowa dodany jest *bias* [określany czasem jako „wyraz wolny”, zob. np. (Tadeusiewicz i Szaleniec, 2015)] – to jest wejście posiadające stałą wartość równą 1, któremu także przypisana jest podlegająca modyfikacji w trakcie uczenia sieci waga (w_0). Wartość wyjścia neuronu najczęściej jest natomiast ważoną sumą¹⁰ wartości zmiennych wejściowych (wraz z *biasem*),

¹⁰ Należy przy tym zaznaczyć, iż wykorzystanie ważonej sumy wejść jako argumentu funkcji aktywacji jest podejściem chyba najbardziej typowym i często wskazywanym w literaturze, z drugiej strony nie jedynym – możliwe są także inne formy agregacji wejść – na przykład wykorzystanie dystansu pomiędzy ich wartościami a ustalonym centroidem – jak ma to miejsce w przypadku sieci RBF, kombinacje podstawowych metod (Kumar i Tripathi, 2019), bądź bardziej złożone funkcje [zob. np. (Chaturvedi, 2008; Lemos, Caminhas i Gomide, 2010)].

przetworzoną przez przyjętą funkcję aktywacji. Warto także zauważyć, iż w części źródeł tak zdefiniowany neuron bywa nazywany neuronem McCullocha i Pittsa nawet, pomimo tego, iż jego funkcja aktywacji nie jest funkcją progową¹¹.

Sztuczna sieć neuronowa może zatem być zdefiniowana jako struktura matematyczna, lub jej praktyczna implementacja, realizująca obliczenia przy wykorzystaniu jednej bądź kilku warstw sztucznych neuronów, przy czym najczęściej wyjścia neuronów danej warstwy stają się wejściami warstwy następnej. W klasycznym ujęciu architektura sztucznej sieci neuronowej (rysunek 2.3.) uwzględnia w pierwszej kolejności dwie warstwy zewnętrzne: warstwę wejściową, złożoną z neuronów wejściowych, odpowiadających kolejnym zmiennym, których wartości mają być przetwarzane przez sieć oraz warstwę wyjściową, uwzględniającą jeden bądź więcej neuronów, która zawiera wynik działania sieci. Należy przy tym zaznaczyć, iż neurony w warstwie wejściowej nie dokonują przekształceń danych, reprezentują tylko wartości wprowadzane do sieci.



Rysunek 2.3. Przykład struktury sztucznej sieci neuronowej

Źródło: opracowanie własne.

¹¹ Biorąc pod uwagę różnice, neuron McCullocha i Pittsa, to jest neuron bez wyrazu wolnego, z progową funkcją aktywacji nazywany jest neuronem pierwszej generacji zaś neuron z wyrazem wolnym oraz dowolną funkcją aktywacji nazywany jest neuronem drugiej generacji. Istnieją także neurony trzeciej generacji (*spiking neurons* albo *integrate-and-fire neurons*), uwzględniające czas transmisji sygnału, w obrębie których wartości są kodowane odstępem między kolejnymi wzbudzeniami [szerzej patrz. np. (Maass, 1997)].

Pomiędzy tymi dwiema warstwami może znajdować się jedna lub więcej warstw ukrytych, odpowiadających za przekształcenia danych. Neurony każdej z nich łączą się z wyjściami warstwy poprzedniej za pomocą połączeń charakteryzowanych przez określone wagi – w przedstawionym przykładzie neuron oznaczony N_{11} łączy się z neuronem wejściowym X_1 połączeniem o wadze $w_{1,11}$ oraz z neuronem wejściowym X_2 połączeniem o wadze $w_{2,11}$. Wyjście neuronu N_{11} stanowi natomiast jedno z wejść neuronów N_{21} , N_{22} i N_{23} , zaś jego wartość to suma iloczynu wartości zmiennej X_1 i wagi $w_{1,11}$ oraz iloczynu wartości X_2 i wagi $w_{2,11}$ przekształcona przez przyjętą dla neuronu funkcję aktywacji. W przedstawionym przykładzie wartości przetwarzane są w kierunku od wejścia do wyjścia, stąd też sieć ta jest siecią jednokierunkową (*feedforward*). Istnieje także możliwość stworzenia sieci rekurencyjnej – ze sprzężeniami zwrotnymi, to jest takiej, w której wartości otrzymywane na określonym wyjściu lub wyjściach trafiają ponownie na określone wejścia.

Omawiając strukturę sieci neuronowych warto także zaznaczyć, iż ilość połączeń w sieci może ulegać modyfikacjom. Istnieją sieci w których każdy neuron łączy się ze wszystkimi innymi obecnymi nie tylko w kolejnej warstwie, ale w całej sieci, można także mówić o sieciach, które nie są w pełni połączone, czyli o sytuacji, w której neuron z jednej warstwy łączy się tylko z niektórymi neuronami z warstwy kolejnej. Należy także zaznaczyć, iż definiując rozmiar sieci przyjęto określać ilość warstw ukrytych, stąd też zwrot „sieć dwuwarstwowa” określa sieć z dwiema warstwami ukrytymi.

Oddzielnego komentarza wymaga natomiast zwrot „sieć głęboka”. Początkowo, przez „sieć głęboką” rozumiana była sieć posiadająca więcej, niż jedną warstwę ukrytą. Wraz ze wzrostem możliwości technicznych i wynikającego z niego wzrostu złożoności powstających sieci granica ta była przesuwana na kolejne ilości warstw. Obecnie, jako kryterium wyrażające „głębokość sieci” nadal przyjmowana jest ilość warstw, w sieciach jednokierunkowych, bądź ilość przekształceń wykonywanych przez sieć, w sieciach rekurencyjnych [zob. (Goodfellow i in., 2016; Schmidhuber, 2015)], równocześnie nie istnieje jednoznaczny rozmiar sieci, powyżej którego sieć klasyfikowana jest jako „głęboka”, a poniżej którego – „płytką”, przy czym sieci poniżej trzech warstw ukrytych zwyczajowo określane są jako „płytkie”.

Podsumowując dyskusję poświęconą idei i podstawowym założeniom sztucznych sieci neuronowych należy także zwrócić uwagę na pewne różnice między terminologią stosowaną przy opisie sieci oraz innych metod modelowania. Różnice te jednoznacznie zdefiniował Orr (Orr, 1996), wskazując po pierwsze, iż wraz ze wzrostem popularności sztucznych sieci neuronowych powstały nowe terminy i nazwy dla obiektów i metod funkcjonujących już w statystyce, po drugie zaś stwierdzając, iż terminy dotychczasowo wykorzystywane, jak i nowe terminy powstałe na potrzeby sztucznych sieci neuronowych często funkcjonują zamiennie. Zgodnie z jego klasyfikacją, terminowi „model” odpowiada zatem w przypadku sztucznych sieci neuronowych termin „sieć”, zwrotom „zmienna niezależna” oraz

„zmienna zależna” odpowiednio „wejście” i „wyjście”, lub „zmienne wejściowe” i „zmienne wyjściowe”, terminowi „interpolacja” (za pewne także „ekstrapolacja”) odpowiada pojęcie „generalizacji”, zaś „parametrom modelu” w sztucznej sieci neuronowej odpowiadają „wagi (połączeń)”. Terminy te będą wykorzystywane zamiennie w dalszej części pracy.

2.2. Trening sztucznej sieci neuronowej

Obecne w modelu wagi połączeń dopasowywane są w procesie uczenia¹², który realizowany może być, w zależności od celu realizowanego przez sieć oraz charakteru posiadanych danych, przy wykorzystaniu jednego z trzech paradygmatów. Wśród nich wyróżnić można:

1. Uczenie nadzorowane (*supervised learning*) – to podejście do uczenia w którym pożądany rezultat jest elementem dostarczanego zbioru danych, zaś uczenie polega na osiągnięciu takiego zbioru wag, który umożliwi jak najbardziej dokładne odtwarzanie przez sieć tego rezultatu. Takie podejście może być stosowane na przykład do regresji bądź klasyfikacji przypadków.
2. Uczenie nienadzorowane (*unsupervised learning*) – w przypadku którego sieć dostaje wyłącznie dane wejściowe, zaś jej zadaniem jest wykrycie istniejących w nich prawidłowości, bez dostarczania zewnętrznej oceny poprawności rozwiązania. Przykładem zastosowania takiego paradygmatu uczenia może być na przykład wykrywanie w zbiorze danych skupień, ale także kompresja czy filtrowanie danych.
3. Uczenie ze wzmocnieniem (*reinforcement learning*) – polega na interakcjach systemu z otoczeniem, wyrażających się podjęciem określonej akcji oraz obserwacji stanowiącego jej konsekwencję stanu tego otoczenia, w tym wskaźników określających jakość podjętego rozwiązania, określanych mianem nagrody.

Należy w tym punkcie zauważyć, iż istnieje niezmiernie wiele algorytmów służących uczeniu sieci, których prezentacja i omówienie wykracza poza obszar zainteresowania tej pracy. Biorąc pod uwagę wykorzystywane w prezentowanych badaniach uczenie nadzorowane, ideą tego procesu jest iteracyjne poprawianie wartości wag połączeń w sieci, tak aby zminimalizować przyjętą funkcję kosztu, reprezentującą różnicę między osiągniętą – czyli obliczoną przez sieć, a pożądaną – czyli rzeczywistą, obecną w zbiorze danych wartością zmiennej wyjściowej. Działanie takie możliwe jest dzięki metodzie wstecznej propagacji błędów, odpowiadającej za przyporządkowanie proporcjonalnej części błędu jednostkom poprzedniej warstwy, a tym samym umożliwiające odpowiednia korekcję odpowiadających im wag [szerzej patrz (Goodfellow i in., 2016; Nielsen, 2015)]. Należy przy tym zauważyć, iż nie wszystkie sieci zakładające uczenie nadzorowane korzystają z tej metody.

¹² Niektóre źródła używają zwrotu „trening sieci”.

Z procesem uczenia bądź treningu sztucznej sieci neuronowej wiążą się także zjawiska przeuczenia oraz niedouczenia sieci¹³. Pierwsze z nich jest konsekwencją nieprawidłowo dobranej struktury modelu, polega zaś na nadmiernym dopasowaniu sieci do konkretnych danych treningowych, przez co dobrze odtwarza ona właściwości zbioru użytego do jej wyszkolenia, ale traci ona zdolność dopasowania do kolejnych dostarczanych danych oraz zdolność do trafnego przewidywania przyszłych wartości. Wraz z kolejnymi iteracjami treningu, sieć uczy się bowiem także odtwarzać szum, przez co gorzej radzi sobie z odtwarzaniem obecnych w zbiorze prawidłowości. Przeciwnieństwem przeuczenia jest niedouczenie sieci, przyjmujące odwrotny charakter – z racji niedostatecznej pojemności bądź zbyt małej ilości cykli szkolenia sieć nie odtwarza poszukiwanych prawidłowości na tyle dokładnie na ile jest to możliwe.

Fakt możliwego przetrenowania sieci przekłada się na konieczność podjęcia działań mogących przeciwdziałać jego wystąpieniu. Pierwszym z nich jest ewentualna redukcja złożoności sieci – prowadzona z uwagi na fakt, iż sieć o zbyt dużej pojemności informacyjnej ma tendencję do zapamiętywania danych. Drugim i prawdopodobnie najbardziej typowym działaniem tego rodzaju jest losowy podział przypadków dostępnych w zbiorze danych na przypadki uczące – wykorzystywane do treningu sieci i przypadki walidacyjne – wykorzystywane do oceny czy kolejne iteracje treningu nie prowadzą już do przeuczenia. Logika tego rozwiązania zakłada, iż dopóki wraz z kolejnymi iteracjami przyjęta funkcja błędu spada proporcjonalnie w obu zbiorach – sieć uczy się widocznych w zbiorze danych prawidłowości. Jeśli funkcja błędu w zbiorze testowym spada, podczas gdy w zbiorze walidacyjnym zaczyna rosnąć – oznacza to, iż sieć nie uczy się już prawidłowości, ale szumu obecnego w zbiorze testowym. Rozwinięciem tej metody jest zastosowanie tak zwanego kryterium wczesnego stopu [*early stop*, zob. (Prechelt, 1998a, 1998b)] zakładającego automatyczne przerwanie nauki w momencie, w którym spadek funkcji błędu w zbiorze walidacyjnym przestaje spełniać określone założenia. Odmianą tej metody jest także dodatkowe wyodrębnienie trzeciego zbioru – zbioru testowego, służącego do końcowej oceny uzyskanej sieci na przypadkach, które nie były używane ani do procesu uczenia (zbiór testowy) ani do jego kontroli (zbiór walidacyjny).

Trzecim, często stosowanym podejściem do kontroli ewentualnego przetrenowania jest regularyzacja, to jest podejmowanie działań prowadzących do tego, aby

¹³ W większości przypadków terminy *overtraining*, czyli „przeuczenie” oraz *overfitting*, czyli „nadmierne dopasowanie” wydają się być używane zamiennie – dla niektórych autorów są wręcz synonimami [np. (Lawrence i Giles, 2000)], Cześć publikacji uznaje je jednak za dwa zbliżone pod względem konsekwencji, ale różne zjawiska, zaś niektórzy autorzy traktują je natomiast kompletnie odmiennie, zob. np. (Tetko, Livingstone i Luik, 1995). Na potrzeby niniejszej pracy przyjęte zostanie także szeroko obecne w literaturze założenie, że nadmierne dopasowanie oznacza tak ściśle dopasowanie do określonych danych, iż sieć traci zdolność do generalizacji, zaś „przetrenowanie” to zastosowanie zbyt dużej ilości iteracji uczenia, co prowadzi do nadmiernego dopasowania sieci do danych [zob. (Amari, Murata, Muller, Finke i Yang, 1997; Sjöberg i Ljung, 1995)].

sieć uczyła się w założony sposób, między innymi poprzez regulację jej pojemności. W praktyce najczęściej stosowane są trzy formy regularyzacji: regularyzacja L1 (LASSO – *least absolute shrinkage and selection operator*), regularyzacja L2 oraz *dropout*. Pierwsze dwie polegają na dodawaniu określonego czynnika do funkcji kosztu:

1. w wariancie L1 do funkcji kosztu dodawana jest suma wartości bezwzględnej wag neuronu, co prowadzi do tego, iż część wag osiąga w procesie uczenia wartość bliską zeru, stąd neuron korzysta tylko z najważniejszych wejść – stąd metoda ta traktowana może być jako mechanizm wyboru cech;
2. w wariancie L2 do funkcji kosztu dodawana jest suma kwadratów wag neuronu, co skutkuje uzyskaniem mniejszych i bardziej zbliżonych do siebie finalnych wartości wag, przez co neuron korzysta ze wszystkich wejść w bardziej równomierny sposób.

Ostatnia z przytoczonych metod, *dropout*, polega natomiast na tymczasowym wyłączaniu, w kolejnych iteracjach uczenia, określonej ilości losowo wybranych neuronów warstwy ukrytej wraz z ich połączeniami (Srivastava, Hinton, Krizhevsky, Sutskever i Salakhutdinov, 2014). Skutkiem takiej procedury kolejne neurony polegają bardziej na zachowaniu wszystkich pozostałych neuronów niż na zachowaniu pojedynczych elementów sieci. Ponadto, sieć tak wygenerowana może być traktowana jako wypadkowa zespołu mniejszych sieci, ponieważ w każdej interakcji uczenia, w skutek usunięcia części neuronów uczeniu podlega sieć stanowiąca inny wycinek sieci pierwotnej [zob. także (Baldi i Sadowski, 2013)]. Finalnie – po zakończeniu procesu treningu, sieć pracuje z powrotem przy wykorzystaniu całej warstwy ukrytej.

2.3. Funkcje aktywacji neuronu

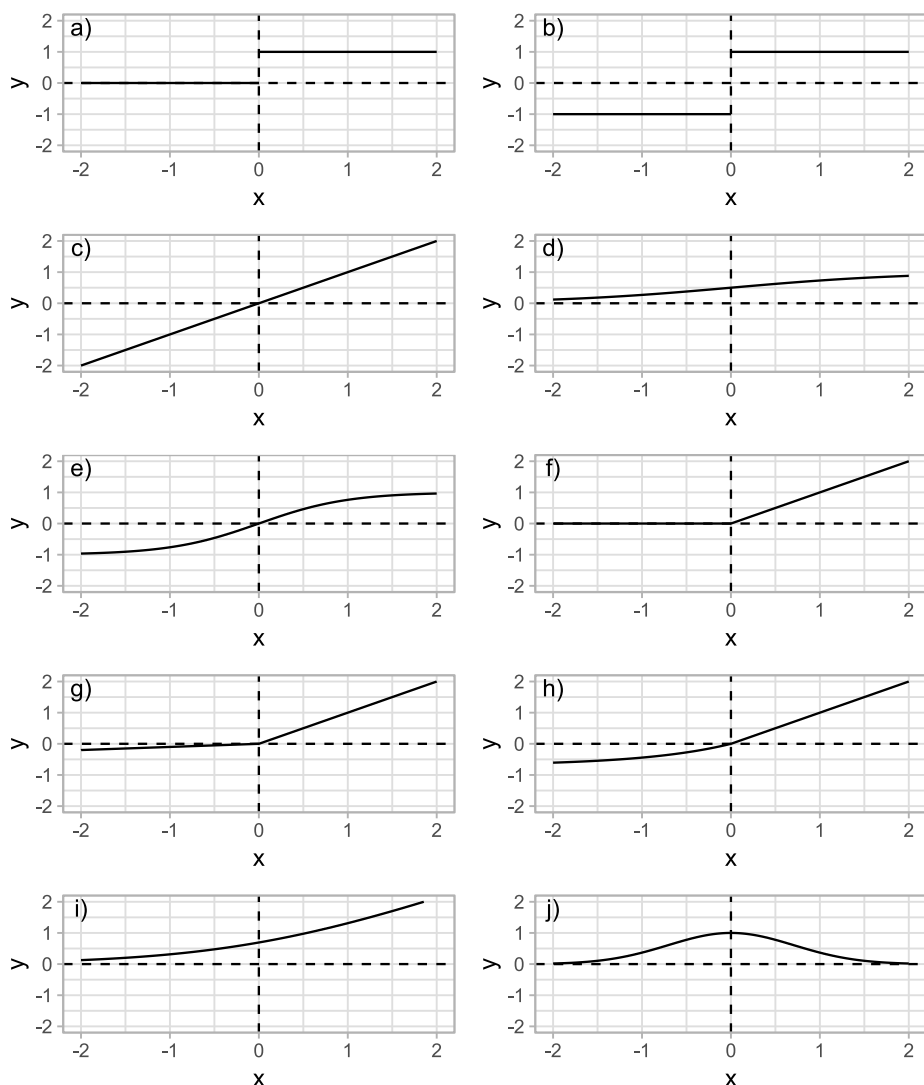
Funkcja aktywacji neuronu to funkcja, która odpowiada za przekształcenie wyniku agregacji wartości wejściowych na wartość wyjściową neuronu. W przypadku klasycznego perceptronu funkcja ta miała charakter progowy, następnie olbrzymią popularnością cieszyły się funkcje sigmoidalne, obecnie zaś istnienie niezmiernie dużo potencjalnych, możliwych do wykorzystania rodzajów funkcji aktywacji, charakteryzujących się różnymi właściwościami, a tym samym efektami zastosowania do realizacji określonych celów.

Na największym poziomie ogólności wyróżnić można trzy kategorie funkcji aktywacji, a tym samym trzy możliwe rodzaje neuronów drugiej generacji:

1. neurony bazujące na funkcji liniowej – w których wartość wyjścia jest wynikiem pomnożenia wyniku agregacji wartości wejściowych przez określoną stałą,
2. neurony bazujące na funkcjach nieliniowych, monotonicznych – gdzie wartość wyjściowa neuronu jest wartością określonej funkcji aktywacji, której argumentem jest wynik agregacji jego wartości wejściowych, zaś sama funkcja

jest słabo rosnąca albo słabo malejąca – przykładem są między innymi funkcje sigmoidalne czy ReLU,

3. neurony bazujące na funkcjach nieliniowych, niemonotonicznych – w przypadku których funkcja aktywacji jest niemonotoniczna – przykładem może być między innymi funkcja gaussowska.



Rysunek 2.4. Wybrane funkcje aktywacji

Źródło: opracowanie własne. Na kolejnych wykresach przedstawione zostały: (a) funkcja progorowa unipolarna, (b) funkcja progorowa bipolarna, (c) funkcja liniowa, (d) funkcja logistyczna, (e) tangens hiperboliczny, (f) ReLU, (g) LeakyReLU, (h) ELU, (i) SoftPlus, (j) funkcja Gaussa.

Do funkcji aktywacji istotnych zarówno z historycznego punktu widzenia, jak i z uwagi na właściwości oraz popularność, zaliczyć można między innymi (zob. także rysunek 2.4.):

1. funkcję progową – będącą pierwszą funkcją aktywacji wykorzystaną w budowie sztucznych sieci neuronowych, zwracającą dwie wartości: „1”, przy przekroczeniu przez ważone wartości wejść określonego progu, oraz, w przeciwnym przypadku „0” (przy funkcji unipolarnej) lub „-1” (przy funkcji bipolarnej);
2. funkcję liniową (tożsamościową) – stosowaną zwykle w neuronie warstwy wyjściowej w przypadku realizacji zadań o charakterze regresji, stosowanie tej funkcji w warstwie ukrytej utrudnia zastosowanie wstecznej propagacji błędów, równocześnie sztuczna sieć neuronowa złożona wyłącznie z neuronów o liniowej funkcji aktywacji odpowiadałaby modelowi regresji liniowej;
3. funkcję logistyczną, która w źródłach poświęconych sztucznym sieciom neuronowym określana jest mianem funkcji ‘sigmoidalnej’ lub ‘sigmoidalnej unipolarnej’, zwracająca wartości od „0” do „1”;
4. tangens hiperboliczny, określany także mianem funkcji ‘sigmoidalnej bipolarnej’, który zbliżona jest właściwościami do funkcji logistycznej, przy czym w przeciwieństwie do niej, przyjmuje wartości ujemne dla argumentów mniejszych od zera, dodatnie – dla większych; literatura ponadto wskazuje, iż stosowanie funkcji tego typu prowadzi do lepszych efektów, niż zastosowanie funkcji logistycznych;

Problemem obu funkcji sigmoidalnych jest to, iż w przypadku wysokich lub niskich wartości argumentów istnieje bardzo niewielka zmiana wartości wyjściowej, co bywa określane jako „wysycanie się funkcji”, ponadto funkcje te są bardziej wrażliwe na zmianę tylko przy argumentach, których wartości oscylują w granicach zera. Przekłada się to na spowolnienie procesu uczenia, bądź może go całkowicie uniemożliwić, w skutek zjawiska zanikającego gradientu (Hochreiter, Bengio, Frasconi i Schmidhuber, 2001).

5. rodzinę funkcji ReLU (*Rectified Linear Unit*), których najważniejszą zaletą jest ominięcie problemów z wysyceniem obserwowanych przy funkcjach sigmoidalnych, jak również prostota obliczeniowa; podstawowa wersja funkcji zwraca wartość argumentu dla argumentów większych od zera, lub zero dla argumentów mniejszych od zera, niemniej jednak powstały także wersje wprowadzające nieznaczny, liniowy (LeakyReLU bądź *Parametric ReLU*) lub wykładniczy (ELU) spadek wartości przy negatywnych argumentach – ponownie w celu zapobiegnięcia zjawisku zanikających gradientów;
6. funkcję softplus, zbliżoną kształtem i właściwościami do ReLU, z zastrzeżeniem ‘wygładzonego’ przebiegu przy argumentach bliskich zeru;
7. funkcję Gaussa – charakteryzującą się odmiennymi właściwościami, w szczególności symetrią, wykorzystywaną w sieciach RBF (*Radial Basis Function*).

Na koniec należy zaznaczyć, iż trudno jednoznacznie wskazać najlepszą funkcję aktywacji, zwłaszcza z uwagi na ich różne właściwości i różne zastosowania.

Niemniej jednak w literaturze znaleźć można porównania efektów stosowania możliwych funkcji aktywacji, w szczególności:

1. Glorot i in. (Glorot, Bordes i Bengio, 2011) wykazali, iż neurony bazujące na funkcji ReLU wydają się być lepszym modelem neuronu biologicznego, równocześnie cechuje je efektywność co najmniej tak dobra, bądź lepsza od neuronów bazujących na funkcjach sigmoidalnych. Do tego, funkcje te dają lepsze efekty przy sieciach głębokich, zdefiniowanych przez autorów jako sieci posiadające co najmniej trzy warstwy ukryte.
2. Karlik i Olgac (Karlik i Olgac, 2011) porównali efekty wykorzystania w wielowarstwowym perceptronie pięciu rodzajów funkcji aktywacji – w tym uni i bi-polarnych funkcji sigmoidalnych, tangensa hiperbolicznego, radialnej funkcji bazowej (RBF) oraz funkcji bazującej na krzywej stożkowej (CSF). Niestety nie jest wskazane, jakie dokładnie zadanie realizowała sieć – biorąc pod uwagę użycie terminu ‘trafność’ (*accuracy*) można domniemywać, że sieć dokonywała klasyfikacji. Jako wniosek z analizy autorzy wskazują tangens hiperboliczny jako funkcję, która osiągnęła najlepsze efekty.
3. Ramachandran (Ramachandran, Zoph i Le, 2017) porównał, przy wykorzystaniu kilku ogólnodostępnych zbiorów stanowiących benchmark do oceny możliwości różnych typów sztucznych sieci neuronowych, nowo opracowaną funkcję aktywacji Swish z efektów zastosowania rodziny funkcji ReLU oraz funkcji softplus, wykazując istotną przewagę tej pierwszej, zwłaszcza w obszarze sieci głębokich.
4. Podobnej oceny dokonał Eger (Eger, Youssef i Gurevych, 2019), porównując 21 funkcji aktywacji w ośmiu różnych zadaniach z obszaru przetwarzania języka, wykazując wysoką efektywność zarówno funkcji Swish, jak i funkcji z rodziny ReLU, zaznaczając jednak, iż efektywność ta nie była do końca stabilna; autorzy wskazują także na dobre wyniki osiągnięte przez mało popularną funkcję *penalized tanh*, będącą odpowiednikiem tangensa hiperbolicznego dla dodanych argumentów, oraz tangensa hiperbolicznego pomnożonego przez stałą dla argumentów pozostałych, zbliżoną zatem w konstrukcji do funkcji LeakyReLU (B. Xu, Huang i Li, 2016).

Przeprowadzona analiza źródeł i badań prowadzonych przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych wskazuje, iż obecnie najczęściej stosowanymi i najbardziej rekomendowanymi funkcjami aktywacji jest rodzina funkcji ReLU, o czym decyduje nie tylko ich efektywność, ale także mała złożoność obliczeniowa [zob. także (Ramachandran i in., 2017)]. Równocześnie spora część badaczy, zwłaszcza korzystających z sieci o mniejszej ilości warstw ukrytych, stale i z dobrymi efektami wykorzystuje funkcje o charakterze sigmoidalnym. Na koniec należy zauważyć, iż przedstawione zestawienie nie wyczerpuje w żaden sposób katalogu dostępnych funkcji aktywacji. Do funkcji niewymienionych, a także stosowanych należy zaliczyć między innymi funkcję SoftMax, funkcje sinusoidalne, czy zyskująca ostatnio coraz większą popularność funkcja Swish (Ramachandran i in., 2017).

2.4. Topologie sztucznych sieci neuronowych

Topologia sztucznej sieci neuronowej charakteryzowana jest przez szereg parametrów uwzględniających między innymi kierunek przepływu przez sieć sygnałów, ilość warstw ukrytych, ilość i rodzaj wykorzystanych w ich obrębie neuronów oraz stosowanych funkcji aktywacji. Wybór tych parametrów podyktowany jest w szczególności charakterem realizowanego zadania, zaś jego poprawność przekłada się na efektywność samej sieci oraz jakość otrzymywanych wyników. Niestety, jak dotąd brakuje jednoznacznych metod wskazujących optymalną budowę sieci, niemniej jednak istnieją rekomendacje odnośnie doboru tej budowy do realizowanego zadania.

2.4.1. Rodzaje sieci neuronowych

Biorąc pod uwagę kryterium budowy samej sieci, w szczególności ilość zastosowanych warstw, funkcje aktywacji oraz kierunek przepływu sygnałów wyróżnić można niezmiernie dużą ilość potencjalnych topologii sztucznych sieci neuronowych. Do najbardziej typowych, często wykorzystywanych w zastosowaniach badawczych i praktycznych, a równocześnie istotnych z punktu widzenia podejmowanej problematyki zaliczyć można:

1. perceptron – który jest najprostszą siecią neuronową, posiadającą szereg wejść oraz jeden bądź kilka neuronów wyjściowych z progową funkcją aktywacji, bez warstwy ukrytej – stąd sieć realizuje wyłącznie zadanie klasyfikacyjne, zaś obecnie, z uwagi na swoje ograniczenia, ma znaczenie wyłącznie historyczne;
2. sieć jednokierunkową (FF – *Feed Forward*), złożoną z jednej warstwy ukrytej zawierającej neurony o dowolnej, zwykle monotonicznej funkcji aktywacji; taka sieć może zarówno aproksymować wartość, jak i dokonywać klasyfikacji;
3. głęboką sieć jednokierunkową (DFF – *Deep Feed Forward*) – o konstrukcji analogicznej do sieci FF, ale zawierającą więcej, niż jedną warstwę ukrytą. Tradycyjnie, sieć jednokierunkowa z co najmniej jedną warstwą ukrytą określana bywa mianem perceptronu wielowarstwowego (MLP – *Multi-layer Perceptron*), przy czym należy zauważyć, iż nie jest to sieć wykorzystująca perceptron w tradycyjnym znaczeniu, z uwagi na dowolność funkcji aktywacji;
4. sieć radialna (RBF NN – *Radial Basis Function Neural Network*) to sieć wykorzystująca jedną warstwę ukrytą z neuronami radialnymi, to jest takimi, w których agregacja wartości wejściowych polega na obliczeniu sumy odległości tych wartości od wartości reprezentujących przyjęte centrum, a którego wynik przekształcany jest następnie przy wykorzystaniu funkcji gaussowskiej. Działanie takiej sieci polega zatem na składaniu wielu funkcji bazowych realizujących aproksymację lokalną, posiada ona dość prostą budowę i często bywa stosowana do realizacji klasyfikacji;

5. sieć GRNN (*Generalised Regression Neural Network*) – to rodzaj sieci w której po warstwie ukrytej bazującej na funkcjach radialnych znajduje się druga warstwa ukryta (tzw. warstwa regresyjna) tworzona zwykle przez dwa neurony, obliczające iloczyny wektora wag i sygnałów pochodzących z warstwy radialnej. Sieci tego rodzaju dobrze radzą sobie w predykcji na podstawie niewielkiej próby uczącej, jak również nie są wrażliwe na zaszumienie danych wejściowych;
6. sieć rekurencyjna (RNN – *Recursive Neural Network*) to sieć w której sygnał otrzymany na wyjściu trafia na określone wejście – w zależności od przyjętych założeń, może być to wejście tego samego neuronu, innych neuronów z warstwy, bądź neurony warstwy wejściowej. Najważniejszą właściwością tego rodzaju architektury jest fakt, iż wygenerowane sygnały mogą trafiać z powrotem na wejście sieci, generując nową wartość sygnału wejściowego, albo, że decyzje z poprzednich iteracji lub próbek mogą wpływać na iterację lub próbkę kolejną. Należy przy tym zaznaczyć, iż z racji dużej ilości możliwych konfiguracji istnieje bardzo wiele odmian sieci o charakterze rekurencyjnym;

Katalog możliwych odmian sztucznych sieci neuronowych jest naturalnie wiele szerszy, niestety jego stworzenie wykracza poza zakres prezentowanego opracowania, zwłaszcza zważywszy na fakt, iż ten obszar wiedzy podlega niezmierzenie szybkiemu rozwojowi i ewolucji. Praktycznie w każdym potencjalnym obszarze zastosowań sieci zauważyć można różne koncepcje i podejścia do projektowania ich topologii, jak również tendencje do poszukiwań co raz to nowych, bardziej obiecujących rozwiązań.

2.4.2. Ilość warstw ukrytych

Zagadnienie doboru ilości neuronów w kolejnych warstwach, jak i samej ilości warstw ukrytych sztucznej sieci neuronowej do dziś nie znalazło jednoznacznego rozwiązania, w szczególności w przypadku sieci o charakterze perceptronu wielowarstwowego. Trudno znaleźć w literaturze metodę, którą można byłoby uogólnić na różne zbiory danych i różne rodzaje sieci, zaś większość proponowanych rozwiązań ma charakter symulacyjny – polegają one na przyjęciu takiej architektury sieci, rozumianej tutaj jako ilość warstw ukrytych i neuronów w każdej z nich, która wydaje się zapewniać najlepsze, spośród wszystkich sprawdzonych możliwości, wartości miar reprezentujących jakość działania sieci. Prowadzi to do sytuacji, w której różne, wskazywane w literaturze metody wyznaczania ilości neuronów prowadzą do skrajnie różnych wyników działania sieci wygenerowanych na tym samym zbiorze danych [zob. np. (Sheela i Deepa, 2013)].

Przed omówieniem kwestii ustalenia liczebności neuronów w warstwach ukrytych warto poddać dyskusji uwarunkowania wyboru samej liczebności tych warstw. W pierwszej kolejności dyskusja ta wymaga przytoczenia twierdzenia udowodnionego przez Cybenko (Cybenko, 1989), mówiącego, iż sztuczna sieć

neuronowa z jedną warstwą ukrytą zawierającą skończoną ilość neuronów bazujących na sigmoidalnej funkcji aktywacji może aproksymować z określoną dokładnością dowolną funkcję, która jest ciągłą i nieliniową. Już kilka lat później wykazano, iż także sieci bazujące na innych funkcjach aktywacji, ale nadal posiadające wyłącznie jedną warstwę ukrytą są uniwersalnym aproksymatorem, to jest pozwalają na aproksymację z założoną dokładnością dowolnej funkcji zmiennych wejściowych (Hornik, 1991; Leshno, Lin, Pinkus i Schocken, 1993). Równocześnie Nielsen (Hecht-Nielsen, 1992) wykazał, iż sieć z dwiema warstwami ukrytymi może aproksymować każdą funkcję nieliniową oraz wygenerować dowolny obszar decyzyjny dla zadania klasyfikacyjnego [za (Bebis i Georgiopoulos, 1994)]. Warto także zaznaczyć, iż wszystkie te twierdzenia w pewnym zakresie opierają się na twierdzeniu Kołmogorowa, dotyczącego możliwości przedstawienia funkcji wielu zmiennych w postaci superpozycji funkcji jednej zmiennej.

Niestety, twierdzenia te mówią wyłącznie o tym, iż niezależnie od poszukiwanej funkcji, sieć z dostatecznie dużą, pojedynczą warstwą ukrytą będzie w stanie ją reprezentować, nie ma natomiast żadnej gwarancji, iż algorytm uczący będzie w stanie się tej funkcji nauczyć. Goodfellow (Goodfellow i in., 2016) wskazuje, iż po pierwsze, może on nie osiągnąć parametrów, które odpowiadają poszukiwanej funkcji, po drugie, może osiągnąć złą funkcję w skutek przeuczenia. Ponadto, twierdzenia te nie mówią, jak rozległa powinna być ta sieć.

Jak konkludują przytoczeni autorzy, sieć jednokierunkowa z jedną warstwą ukrytą jest wystarczająca, ale warstwa ta może być zbyt rozległa, lub sieć może nie nauczyć się funkcji w stopniu umożliwiającym dostateczną generalizację. W związku z tym, w wielu przypadkach zastosowanie sieci głębokiej zarówno ogranicza ilość niezbędnych neuronów, jak i ewentualny błąd.

Z tego powodu obecne bardzo dużą popularnością cieszą się sieci o większej ilości warstw ukrytych. Wiązać się to może także z przekonaniem, iż płytka architektura nie oddaje dostatecznie dobrze struktury problemu, który podejmujemy się rozwiązać. Jest to pochodną dwóch, możliwych przekonań¹⁴ (Goodfellow i in., 2016):

1. przekonania, iż poszukiwana funkcja uwzględnia kompozycję kilku prostszych funkcji,
2. przekonania, iż poszukiwana funkcja jest algorytmem uwzględniającym kilka kroków, z których każdy wykorzystuje jako dane wejściowe wyjście kroku poprzedniego.

Na koniec warto także podkreślić, iż istnieją badania dowodzące, iż architektury głębokie są w stanie wykonywać, przynajmniej z praktycznego punktu widzenia, określone zadania bardziej efektywnie, niż sieci płytsze, zaś liczebność warstw ukrytych zależna jest od charakteru tworzonej sieci oraz posiadanego zbioru danych. Często także ilość warstw ukrytych wynika wprost z charakteru

¹⁴ Autorzy używają tutaj zwrotu 'belief'.

danej sieci, co ma miejsce chociażby w sieciach RBF. Z drugiej strony wykazane zostało także, iż sieci płytkie, to jest jednowarstwowe, są w stanie osiągać wyniki porównywalne z głębokimi sieciami konwolucyjnymi, nie wymagają także do tego większej od nich złożoności [zob. np. (Ba i Caruana, 2014)], co w dużej mierze stanowi konsekwencję twierdzenia o uniwersalnej aproksymacji. Równocześnie istnieją badania wskazujące, iż po przekroczeniu pewnego poziomu wzrost złożoności sztucznej sieci neuronowej nie przekłada się na poprawę jej zdolności do generalizacji (Maier i Dandy, 1998).

2.4.3. Rozmiar warstwy ukrytej

Przechodząc do metod wykorzystywanych do określenia ilości neuronów w warstwie bądź warstwach ukrytych, w pierwszej kolejności należy zauważyć, iż podzielić je można na dwie, szerokie kategorie:

1. metody wyznaczające, bazując na określonych, często dość arbitralnych przesłankach, liczbę neuronów przed uczeniem sieci,
2. metody weryfikujące zasadność przyjętej *a priori* liczby neuronów poprzez ocenę wybranych właściwości albo parametrów sieci, bądź, częściej, poprzez porównanie właściwości sieci do sieci o innych rozmiarach.

Do kategorii tych dodać także należy zbiór metod optymalizujących konstrukcję wyuczonej sieci poprzez usuwanie (przycinanie, *pruning*) konkretnych połączeń, bądź neuronów. Służą one bowiem osiągnięciu tego samego zamierzenia – stworzeniu sieci optymalnej z punktu widzenia efektywności oraz złożoności obliczeniowej, z drugiej jednak strony nie prowadzą do wskazania rozmiaru sieci, a jedynie do poprawy właściwości sieci istniejącej.

Najprostsze metody szacowania ilości neuronów w warstwie ukrytej nawiązują wprost do ilości przypadków w zbiorze uczącym. Maier i Dandy (Maier i Dandy, 1998) przedstawili przegląd badań, które sugerują, iż relacja między ilością przypadków, a ilością wag w modelu powinna być większa od 1, 2, 10 albo 30. Należy przy tym zaznaczyć, iż ilość wag uzależnia dodatkowo ilość neuronów warstwy ukrytej od ilości neuronów warstwy wejściowej – dodanie kolejnego neuronu warstwy ukrytej zwiększa obecną w modelu ilość powiązań, a tym samym ilość wag o sumę ilości neuronów warstwy wejściowej i wyjściowej.

Bardziej złożonym, i chyba najczęściej spotykanym w pozycjach poświęconych praktycznym zastosowaniom sieci neuronowych sposobem szacowania ilości neuronów w warstwie ukrytej jest metoda określana w literaturze mianem metody prób i błędów [*trial and error*, zob. także (Maier i Dandy, 1998)]. Polega ona w swojej istocie na zwiększaniu bądź zmniejszaniu ilości neuronów i ocenie uzyskanej sieci pod względem jej właściwości – wyrażonych na przykład przyjętą miarą bądź miarami błędu w zbiorze walidacyjnym. Wybierany jest taki rozmiar sieci, przy którym miara ta jest najniższa, bądź jej spadki przestają uzasadniać dalszy wzrost złożoności.

Podejście takie występować może w wielu wariantach, charakteryzujących się sposobami oceny sieci, jak również wyborem początkowej i kolejnych ilości neuronów. Doukin i in. (Doukim, Dargham i Chekima, 2010) zaproponowali na przykład technikę określaną mianem *Coarse to Fine Search* polegającą na oszacowaniu najlepiej rokującego przedziału, następnie zaś szczegółowych poszukiwań w jego obrębie. Przykładem innego podejścia do metody prób i błędów jest metoda przyrostowa (Beliczynski, 1996). Polega ona na dodawaniu kolejnych neuronów do warstwy ukrytej oraz ocenie poprawy funkcji błędu na kolejnych wygenerowanych modelach.

Anders i Korn (Anders i Korn, 1999) poddali dyskusji i ocenie w oparciu o symulowany zbiór przypadków trzy kategorie metod określania ilości neuronów w warstwie ukrytej. Uwzględniały one:

1. strategię bazującą na testach sekwencyjnych – polegające na dodawaniu kolejnych neuronów warstwy ukrytej i testowaniu ich znaczenia przy wykorzystaniu procedury bazującej na teście mnożnika Lagrange’a (LM-test),
2. strategię bazującą na kryterium informacyjnym – która są zbliżone do tych bazujących na testach sekwencyjnych, ale zasadność dodania kolejnego neuronu oceniana jest przy wykorzystaniu kryterium informacyjnego,
3. strategię bazującą na walidacji krzyżowej, polegająca na podziale zbioru przypadków na M podzbiorów, następnie zaś na wyłączaniu kolejnych podzbiorów, tworzeniu sieci na pozostałych przypadkach i ocenie błędu predykcji na wyłączonym z procesu uczenia podzbiorze.

Przeprowadzona przez autorów symulacja wykazała, iż wszystkie podejścia charakteryzują się zbliżonymi wynikami. Strategie bazujące na testach sekwencyjnych wypadły nieznacznie lepiej, zaś pozostałe metody w niektórych przypadkach miały tendencję do generowania zbyt małej lub zbyt dużej liczby neuronów.

Równocześnie należy zaznaczyć dwa problemy, występujące przy wykorzystaniu metod o charakterze symulacyjnym. Pierwszy z nich wiąże się z faktem, iż takie podejście umożliwia wskazanie tylko lokalnego minimum – nie jest bowiem wiadomo, czy nie istnieje liczba neuronów, która byłaby korzystniejsza, niż te objęte analizą. Drugi problem dotyczy znaczenia początkowych wag oraz podziału na grupę uczącą i testową, które mają wpływ na finalny kształt sieci, tym samym na jej działanie. O ile pierwszy z nich jest nierozzerwalnie związany z działaniem rozważanej metody, tym samym zaś trudny do rozwiązania, drugi można zminimalizować testując wiele sieci o danej liczbie neuronów – przy wykorzystaniu wspomnianej wcześniej walidacji krzyżowej, bądź wielokrotnego próbkowania.

Bardziej złożone sposoby szacowania rozmiaru warstw sieci typu MLP przedstawili między innymi Benardos i Vosniakos (Benardos i Vosniakos, 2007), którzy zaproponowali niezwykle interesującą metodę wyszukiwania optymalnej kombinacji rozmiaru i ilości warstw, funkcji aktywacji i metody uczenia przy wykorzystaniu algorytmu genetycznego, Rivals i Personnaz (Rivals i Personnaz, 2000) badający wskaźnik uwarunkowania, czy Bebis i Georgiopoulos (Bebis

i Georgiopoulos, 1994) sugerujący funkcję błędu dążącą do przyznania nieużywanym połączeniom wag bliskich zeru, dzięki czemu możliwe będzie ich usunięcie. Są one jednak rzadziej wykorzystywane w zastosowaniach praktycznych – zapewne przez (jak na razie) niewielką dostępność odpowiednich narzędzi informatycznych – większość z bardziej złożonych metod wymaga bowiem samodzielnej implementacji w wykorzystywanym środowisku analitycznym.

Na koniec warto wspomnieć, iż niektóre źródła wskazują metody bazujące na ilości neuronów warstwy wejściowej i wyjściowej, sugerujące na przykład rozmiar warstwy ukrytej jako średnią wejścia i wyjścia sieci. Podejście takie jest krytykowane, ponieważ nie uwzględnia ono chociażby funkcji aktywacji, czy charakteru danych w zbiorze testowym (Yuan, Xiong i Huai, 2003), nie opiera się także w większym stopniu na jakichkolwiek racjonalnych i replikowalnych w innych zbiorach danych przesłankach.

Podsumowując dyskusję poświęconą rozmiarom warstwy bądź warstw ukrytych, należy zauważyć, iż nie ma jak dotąd jednoznacznej odpowiedzi na pytanie w jaki sposób jednoznacznie oszacować ilość wymaganych neuronów. Ilość neuronów może być pochodną (Yuan i in., 2003) ilości przypadków w zbiorze uczącym¹⁵, ilości szumu w tym zbiorze oraz złożoności aproksymowanej funkcji bądź dokonywanej klasyfikacji.

Część autorów sugeruje zachowanie struktury tak prostej, jak to możliwe (Anders i Korn, 1999), z drugiej strony zbyt duża warstwa ukryta prowadzi wyłącznie do trzech problemów. Po pierwsze, powoduje ryzyko przeuczenia sieci – które może być względnie łatwo kontrolowane, między innymi przy wykorzystaniu walidacji oraz kryterium wczesnego stopu. Po drugie, powoduje szybki wzrost złożoności obliczeniowej sieci, po trzecie, może powodować wzrost ilości niezbędnych przypadków. Jak pisze Lawrence, nadto rozległe sieci nadal mogą dobrze generalizować, zaś reguły wiążące ilość parametrów (wag) sieci z ilością przypadków nie są do końca pewne, gdyż optymalna ilość tych parametrów może zależeć od innych czynników (Lawrence, Giles i Tsoi, 1997). Autorzy, w sformułowanych obserwacjach zaznaczają jednak, iż nadal preferowane jest poszukiwanie rozwiązań zakładających najmniejszą liczbę parametrów.

¹⁵ Udowodniono między innymi, iż dla sieci z jedną warstwą ukrytą i dowolnej funkcji aktywacji, która jest ograniczona oraz posiada granicę w plus bądź minus nieskończoności wystarczy N neuronów aby odtworzyć z zerowym błędem zbiór danych obejmujący N przypadków (Guang-Bin Huang i Babri, 1998). Dotyczy to jednak samego odtworzenia zbioru danych, co niekoniecznie oznaczać musi wyodrębnienie obecnych w nim prawidłowości i zachowanie zdolności predykcyjnych sieci.

2.5. Szacowanie i interpretacja znaczenia zmiennych wejściowych

Ocena wpływu poszczególnych zmiennych objaśniających na wynik generowany przez sztuczną sieć neuronową stanowił do niedawna niezwykle istotny problem, który wyraźnie ograniczał możliwość interpretacji działania sieci, tym samym zaś utrudniał proces wnioskowania na temat zjawisk, które sieć ma za zadanie modelować. Doprowadziło to do zaistnienia, zarówno w literaturze naukowej, jak i branżowej terminu „czarnej skrzynki”, w myśl którego użytkownik sztucznej sieci neuronowej jest świadomy tylko wartości zmiennych stanowiących wejście sieci oraz wynikającej z nich wartości zmiennej bądź zmiennych wyjściowych, bez znajomości charakteru łączącej je relacji, tym bardziej zaś bez możliwości zaproponowania jej interpretacji lub wyjaśnienia [zob. np. (Olden i Jackson, 2002)].

Należy przy tym podkreślić, iż formalny opis relacji łączącej wejścia i wyjścia sieci jest znany – wyraża go struktura sieci, wagi połączeń oraz stosowane funkcje aktywacji. Brak znajomości wspomnianego związku wiąże się raczej ze złożonością i nieliniowym charakterem sieci, które skutecznie utrudniają człowiekowi – badaczowi interpretację istoty jej działania oraz tego, w jaki sposób określone wartości zmiennych wejściowych przekładają się na wynik. Trudność w interpretacji wpływu tych zmiennych wynika między innymi z następujących przesłanek:

1. wynik działania sieci nie jest zależny w sposób liniowy od zmiennych wejściowych – wzrostowi danej zmiennej wejściowej nie towarzyszy proporcjonalna reakcja zmiennej wyjściowej – między innymi z uwagi na istnienie, a także różnorodność możliwych funkcji aktywacji;
2. wpływ każdej zmiennej wejściowej na wynik działania sieci jest wielotorowy – każda zmienna wejściowa połączona jest z warstwą ukrytą wieloma połączeniami, które charakteryzują różne wagi; przekłada się to dodatkowo na możliwość licznych interakcji między zmiennymi;
3. w sieci, jeśli dopuszcza to jej architektura, możliwe są sprzężenia zwrotne.

Ponadto należy zwrócić uwagę, iż samo znaczenie zmiennej wejściowej może być analizowane na dwóch poziomach (Howes i Crook, 1999; Zobel i Cook, 2011). Pierwszy z nich, określany mianem „wpływu ogólnego” (*general influence*, zaś w innych źródłach *global influence*) wyraża siłę relacji między zmienną wyjściową a rozważaną zmienną wejściową, innymi słowy dąży do wskazania jaki jest jej wpływ na zachowanie sieci. Drugi, nazwany w literaturze „wpływem specyficznym” (*specific influence* lub *local influence*), zakłada koncentrację na konkretnym, pojedynczym przypadku, czyli znalezienie odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu kolejne wartości zmiennych wejściowych przełożyły się na dany wynik działania sieci.

W dalszej części pracy omówione zostaną metody oceny znaczenia zmiennych wejściowych możliwe do zastosowania w analizie jednokierunkowego perceptronu wielowarstwowego prognozującego wartość zmiennej wyjściowej. Szeroką

dyskusję założeń metod możliwych do zastosowania w sieciach realizujących bardziej złożone zdania, takie jak na przykład rozpoznawanie obrazów, czy analizę mowy przedstawił między innymi Montavon (Montavon, Samek i Müller, 2018).

Pomimo wspomnianych trudności, literatura wskazuje wiele możliwych metod wyjaśnienia, bądź przynajmniej oszacowania zależności łączącej zmienne wejściowe i zmienną wyjściową na poziomie ogólnym, to jest właściwym dla całej sieci, nie zaś dla konkretnego przypadku. Metody te, biorąc pod uwagę istotę ich działania, mogą mieć charakter analityczny – znaczenie zmiennych szacowane jest wyłącznie w oparciu o analizę struktury sieci, wag połączeń oraz zastosowanych funkcji aktywacji, oraz charakter numeryczny – mogą bazować na symulacji różnych stanów wejściowych sieci i ocenie zakresu i charakteru zmian zmiennej lub zmiennych wyjściowych.

Bardziej rozbudowaną klasyfikację zaproponowali Gevrey i in. (Gevrey, Dimopoulos i Lek, 2003), wyróżniając siedem grup metod oceny związku pomiędzy zmiennymi. Zaliczyć do nich można:

1. metody bazujące na wagach połączeń,
2. metody profili, polegające na modyfikacji wartości jednej zmiennej, podczas gdy inne utrzymywane są na stałym poziomie,
3. metody bazujące na pochodnych cząstkowych (*partial derivatives*, stąd często występujący w literaturze skrót *PaD*),
4. metody perturbacyjne, polegające na zakłócaniu zmiennych wejściowych,
5. klasyczne metody krokowe, polegające na obserwacji wartości błędu, przy dodawaniu lub odejmowaniu zmiennych,
6. ulepszone metody krokowe ‘A’ – zbliżone do metod klasycznych, ale polegające na usuwaniu zmiennych po wyuczeniu sieci,
7. ulepszone metody krokowe ‘B’ – prowadzone w oparciu o ocenę wartości błędu przy ustalaniu kolejnych zmiennych na stałym poziomie (np. wartości średniej).

Jedną z pierwszych, najprostszych, a równocześnie najchętniej stosowanych metod jest *Algorytm Garsona* (Garson, 1991), będący przykładem metody opierającej się wyłącznie na ocenie połączeń występujących w badanej sieci. Polega on bowiem na ocenie znaczenia kolejnych zmiennych wejściowych poprzez rozdzielenie wag połączeń wyjściowych każdego z neuronów warstwy ukrytej na komponenty przypadające na każdą zmienną wejściową proporcjonalnie do wagi łączącej tą zmienną z danym neuronem. Dokładny opis procedury przedstawiony został przez Goh (Goh, 1995).

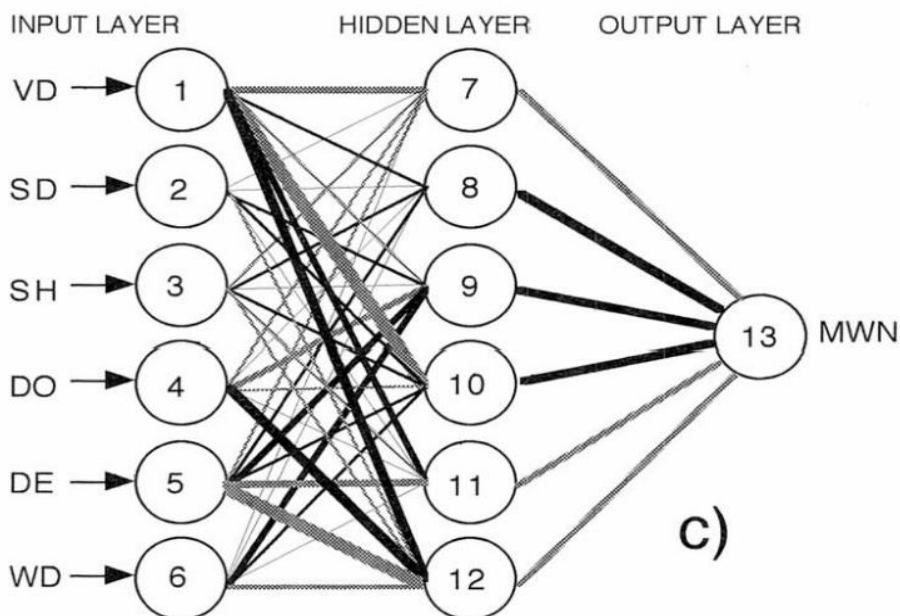
Należy przy tym zaznaczyć, iż, po pierwsze, tak obliczone relatywne znaczenie zmiennej nie reprezentuje relacji łączącej zmienną wejściową i wyjście sieci, ale wielkość tego związku względem innych zmiennych. Po drugie, zastosowanie wartości bezwzględnych uniemożliwia wnioskowanie o kierunku zależności, a także może sztucznie zwiększać rolę przypisywaną zmiennej – na przykład w sytuacji, gdy połączenia danej zmiennej wejściowej mają kilka wag dodatnich

i kilka ujemnych metoda Garsona przyzna jej duże znaczenie, podczas gdy w rzeczywistości przeciwne znaki mogą doprowadzić do minimalizacji realnego wpływu. Właściwiej zatem byłoby mówić, iż metoda ta nie mówi o znaczeniu zmiennej w kształtowaniu wyniku działania sieci, ale o jej znaczeniu w samej strukturze sieci.

Na koniec warto zaznaczyć, iż metoda ta jest nadal chętnie stosowana, istnieją także badania dowodzące, iż może być ona lepsza od innych, funkcjonujących w literaturze podejść (Fischer, 2015). Zbliżoną metodę (*General Influence Measure*¹⁶), uwzględniającą dodatkowo ewentualny próg (składnik stały – *bias*), oraz uogólniającą miarę na dowolną ilość neuronów i warstw przedstawili Howes i Crook (Howes i Crook, 1999). Podobnie, ale bardziej uproszczone podejście zaprezentował Yoon (Yoon, Guimaraes i Swales, 1994) według którego relatywne znaczenie zmiennej wejściowej wyraża się relacją siły połączenia danej zmiennej wejściowej ze zmienną wyjściową do sumarycznej siły połączeń wszystkich zmiennych w sieci. Siła połączenia rozumiana jest tutaj jako suma iloczynów wag połączeń danej zmiennej wejściowej z kolejnymi neuronami warstwy ukrytej i wag połączeń tych neuronów ze zmienną wyjściową. Na koniec należy także zaznaczyć, iż metody bazujące na wagach mają sens w przypadku monotonicznych funkcji aktywacji – bo tylko w tym przypadku istnieje zależność między wzrostem wagi połączenia a wzrostem wpływu danej zmiennej na zmienną wyjściową.

Neural Interpretation Diagram (NID) jest bazującą na wagach połączeń, graficzną metodą interpretacji sieci neuronowej zaproponowaną przez Ōzesmi i Ōzesmi (Ōzesmi i Ōzesmi, 1999), polegającą na zwizualizowaniu wag połączeń poprzez proporcjonalną grubość linii łączącej odpowiednie neurony z kolejnych, uwzględnionych w sieci warstw (rysunek 2.5.).

¹⁶ Autorzy proponują także miarę *Specific Influence*, wskazującą wpływ danej zmiennej wejściowej na uzyskanie wartości zmiennej wyjściowej dla konkretnego przypadku oraz *Potential Influence*, wyrażającą różnicę między maksimum a minimum zmiennej wyjściowej osiągnięte przy danej zmiennej wejściowej przyjmującej wszystkie możliwe wartości. Co istotne, miary o budowie zbliżonej do miary *Potential Influence* znalazły swoje zastosowanie także w innych metodach oceny znaczenia wpływu kolejnych zmiennych na wynik działania sieci – chociażby w konstrukcji i analizie wykresów PDP (*Partial Dependence Plot*) – które zostaną omówione w dalszej części pracy.



Rysunek 2.5. Przykład diagramu interpretacji sieci neuronowych (NID)
Źródło: (Ózesmi i Ózesmi, 1999).

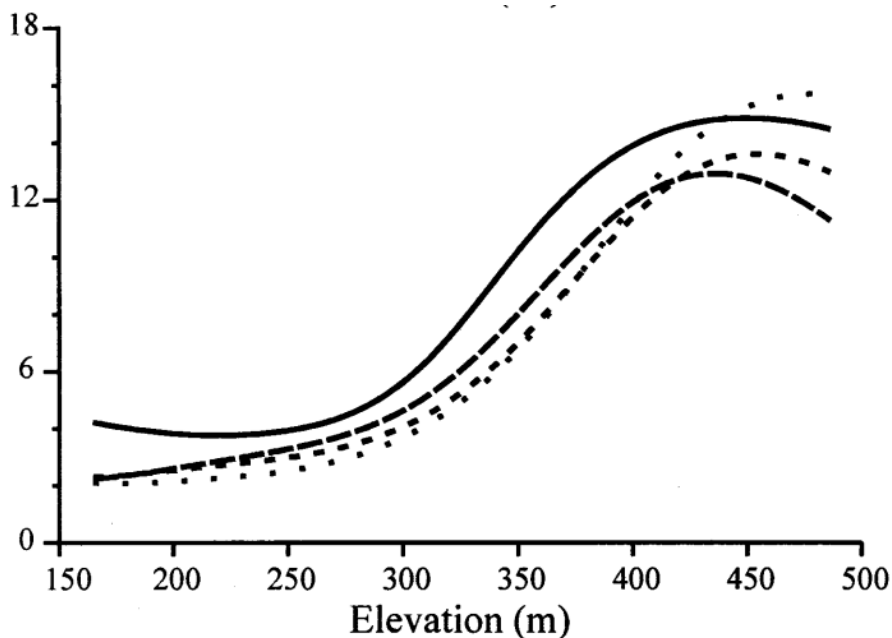
Metoda ta, o ile jest dość intuicyjna i prosta w przygotowaniu, nie rozwiązuje większości problemów wiążących się z interpretacją sieci neuronowych – nie uwidacznia braku liniowej zależności między wejściem a wyjściem neuronu, nie uwzględnia także wielu połączeń jednej zmiennej wejściowej z wyjściem sieci. Ponadto, tego rodzaju analiza możliwa jest wyłącznie dla niewielkich sieci, w zasadzie tylko z jedną warstwą ukrytą – większa sieć byłaby trudna do zwizualizowania, tym bardziej zaś do oceny (rozważania prowadzone przez autorów metody bazują na sieci mającej sześć neuronów wejściowych oraz sześć w warstwie ukrytej). Należy na koniec podkreślić, iż graficzne interpretacje relacji łączących zmienne stosowane są w różnych metodach modelowania zjawisk, takich jak chociażby modelowanie ścieżkowe metodą najmniejszych kwadratów.

Analiza wrażliwości to w tradycyjnym ujęciu¹⁷ zbiór metod polegających na modyfikacji jednej zmiennej wejściowej, tak aby przyjmowała wartości z całego swojego zakresu, podczas gdy inne zmienne pozostają na stałym poziomie (Olden i Jackson, 2002). W ten sposób można ocenić zarówno samą siłę wpływu danej

¹⁷ Należy przy tym zaznaczyć, iż w części źródeł mianem analizy wrażliwości bywa określana każda forma analizy sztucznej sieci neuronowej dążąca do ustalenia zakresu reakcji zmiennej wyjściowej na zmianę zmiennej bądź zmiennych wejściowych.

zmiennej na wynik, jak również to, czy siła ta pozostaje zbliżona, czy ma różny charakter przy różnych wartościach badanej zmiennej wejściowej.

Istnieje wiele odmian analizy wrażliwości. Jedną z pierwszych i nadal często przywoływanych w literaturze oraz stosowanych w praktyce badań jest metoda polegająca na ocenie zmiany wartości zmiennej wyjściowej w zależności od stanu badanej zmiennej wejściowej przy założeniu, iż pozostałe zmienne wejściowe przyjmują jeden lub kilka różnych, wcześniej zdefiniowanych poziomów. Za założeniem takim stoi fakt, iż badana zależność może mieć różny charakter w zależności od wartości innych zmiennych w sieci, między innymi na skutek zachodzących między zmiennymi interakcji.



Rysunek 2.6. Przykład krzywych odpowiedzi sieci

Źródło: (Olden i Jackson, 2002); wartości zmiennej wyjściowej dla różnych stanów zmiennej wyrażającej wysokość; kolejne krzywe reprezentują wartości przy pozostałych zmiennych wejściowych na poziomie 20, 40, 60 i 80-go percentyla (źródło nie wskazuje, która linia odpowiada danemu percentylowi).

Efektem zastosowania metody jest wykreślenie krzywej odpowiedzi, przedstawiającej średnią wartość zmiennej wyjściowej dla danego poziomu zmiennej wejściowej i wszystkich badanych stanów pozostałych zmiennych, bądź kilka krzywych odpowiedzi, przedstawiających wartości zmiennej wyjściowej dla kolejnych poziomów zmiennej wejściowej, przy czym każda krzywa reprezentuje wartości dla kolejnego, badanego poziomu pozostałych zmiennych wejściowych –

możliwy przykład takiego rozwiązania przedstawiony został na poprzednim rysunku (rysunek 2.6.).

Równocześnie, Olden i Jackson (Olden i Jackson, 2002) wskazują na różne, obserwowane kształty krzywych odpowiedzi. W prowadzonych przez nich analizach przyjmowały one kształty zbliżone do rozkładu Gaussa – gdzie badana zmienna największy wpływ wykazywała w jej środkowych przedziałach oraz rozkładu dwumodalnego – gdzie największy wpływ obserwowany był przy minimalnych i maksymalnych wartościach. Obserwowane były także przebiegi skośne, gdzie zmienna miała wpływ przy części swoich wartości, a także krzywe płaskie, sugerujące brak większego znaczenia rozważanej zmiennej.

Istnieją także inne odmiany analizy wrażliwości. Może ona bazować na przykład na wartościach zmiennych wygenerowanych z ich rozkładów bądź pobranych ze zbiorów danych (Cortez i Embrechts, 2013). Za tym ostatnim rozwiązaniem stoi założenie, iż nie wszystkie potencjalne wartości lub kombinacje wartości zmiennych są możliwe lub realne¹⁸, stąd też testowanie reakcji sieci w ich przypadku jest bezzasadne, może mieć niską użyteczność, bądź prowadzić wręcz do błędnych wniosków. Przykład takiego podejścia przedstawił Friedman (Friedman, 2001) proponując metodę PDP (*Partial Dependence Plot*), polegającą w swojej istocie (Molnar, 2018) na:

1. wybraniu zmiennej wejściowej, która będzie badana, oraz wybraniu, z rozkładu tej zmiennej pewnej wartości x_c ;
2. zastąpieniu w każdym przypadku z analizowanego zbioru danych wartości badanej zmiennej wartością x_c ;
3. obliczeniu wartości zmiennej wyjściowej dla każdego przypadku ze zbioru, przy założeniu, że w każdym z tych przypadków wartość badanej zmiennej wejściowej została zastąpiona zgodnie z punktem 2;
4. obliczeniu średniej uzyskanych wartości zmiennych wyjściowych, średnia ta jest wartością funkcji PDP w punkcie x_c ;
5. powtórzeniu procedury przyjmując kolejną wartość x_c , następnie zaś sporządzeniu wykresu obliczonych wartości średnich w kolejnych przyjętych punktach.

Metoda ta jest często stosowana w praktyce badawczej, jest także intuicyjna i prosta w interpretacji, z drugiej jednak strony fakt obliczania wartości średniej reakcji może doprowadzić do ukrycia ewentualnych heterogeniczności w reakcjach kolejnych przypadków. Problem ten został zaadresowany przez Goldsteina, który zaproponował metodę ICE (*Individual Conditional Expectations*), stanowiącą rozwinięcie prezentowanego podejścia PDP (Goldstein, Kapelner, Bleich i Pitkin, 2015). Metoda ta polega na analizie każdego przypadku ze zbioru

¹⁸ Sytuacja taka może mieć miejsce na przykład wtedy, gdy dwie zmienne pozostają w określonej, mniej lub bardziej wymiernej zależności od siebie – wtedy zasadne jest niewłączanie do analizy par wartości sprzecznych z tą zależnością.

z osobna – przebiega analogicznie jak procedura PDP, z tym, że wartości nie są uśredniane, każdy przypadek nanoszony jest na wykres jako odrębna krzywa.

W szczególności, analiza wrażliwości, w tym także metoda PDP może zostać rozwinięta na dwie zmienne wejściowe – obliczana jest wtedy wartość zmiennej wyjściowej dla różnych kombinacji wartości rozważanych zmiennych, podczas gdy pozostałe wartości wejść ustalane są na stałym poziomie (zob. np. (Embrechts, Arciniegas, Ozdemir i Kewley, 2003) albo (Zhang i in., 2018) – takie podejście umożliwia między innymi wykrywanie interakcji czy zjawisk synergetycznych między badanymi zjawiskami. Cortez i Embrechts (P. Cortez i Embrechts, 2011) zaproponowali dodatkowo uogólnienie tej metody (GSA – *General Sensitivity Analysis*), umożliwiające badanie większej liczby zmiennych, także dyskretnych, jak również ewaluację sieci realizujących zadania klasyfikacyjne – posiadających więcej, niż jedno wyjście.

Cytowani wcześniej Olden i Jackson (Olden i Jackson, 2002) zaproponowali także własne rozwinięcie wybranych metod oceny znaczenia zmiennych wejściowych w sieci neuronowej, umożliwiające równocześnie ich selekcję, określane mianem *podejścia randomizacyjnego* (*Randomization Approach*). Uwzględnia ono w pierwszej kolejności skonstruowanie sieci neuronowej, z zachowaniem początkowych wag połączeń oraz obliczenie, po cyklu uczenia, finalnych wag połączeń, sum wag połączeń każdej zmiennej wejściowej ze zmienną wyjściową, oraz relatywnego znaczenia kolejnych zmiennych, zgodnie z algorytmem Garsona.

Następnie, wektor wartości zmiennej wyjściowej jest permutowany, w celu usunięcia możliwych związków między zmiennymi wejściowymi a zmienną wyjściową. Sieć wyuczona na tak przygotowanym zbiorze danych nie reprezentuje zatem rzeczywistych zależności, a jedynie przypadkowe korelacje (Kingston, Maier i Lambert, 2003). Permutacja ta powtarzana jest większą ilość razy, aby oszacować rozkład i zakres zmienności każdej z wag połączeń w sieci, jak również każdego z parametrów obliczonych wcześniej.

Ideą podejścia randomizacyjnego jest ocena statystycznej istotności kolejnych wag połączeń poprzez porównanie wartości uzyskanych przy poprawnym przyporządkowaniu zmiennych wyjściowych z rozkładem wag uzyskanych po permutacjach. Za wagi statystycznie istotne przyjmowane są, w myśl omawianej metody wagi które różnią się (są większe lub mniejsze) od 95 bądź 98% wag uzyskanych po losowej zamianie wartości zmiennej wyjściowej – tym samym prawdopodobieństwo ich uzyskania w drodze przypadku wynosi odpowiednio 5 lub 2%. Ostatnim krokiem jest usunięcie z sieci połączeń, których wagi nie różnią się istotnie od wag uzyskiwanych w sposób przypadkowy, jak również tych zmiennych wejściowych, których wszystkie połączenia spełniają to kryterium. Tak uproszczona konstrukcja sieci może stać się podstawą do dalszej oceny znaczenia zmiennych, na przykład przy wykorzystaniu metod wizualnych.

Wśród innych, funkcjonujących w literaturze koncepcji wskazać można między innymi:

1. możliwość zastosowania wariancji wag połączeń otrzymywanych w kolejnych iteracjach uczenia sieci, bądź ogólnie, przy różnych zbiorach uczących i testowych sieci jako wskaźnika istotności znaczenia danej zmiennej (Gaudart, Giusiano i Huiart, 2004);
2. zakłócanie kolejnych zmiennych poprzez dodanie szumu – zmianę wartości badanej zmiennej w kolejnych przypadkach o pewien stały czynnik przy utrzymaniu niezmiennych wartości pozostałych zmiennych i ocenę wzrostu średniego błędu kwadratowego (MSE); podstawą analizy jest założenie, iż błąd będzie rósł proporcjonalnie do skali zakłóceń oraz znaczenia zmiennej, w związku z tym przy takiej samej ilości zakłóceń różnice w błędzie wyrażać będą zakres wpływu rozważanej zmiennej wejściowej na wynik działania sieci (Scardi i Harding, 1999);
3. zakłócanie kolejnych zmiennych poprzez permutowanie ich wartości – zamianę wartości danej zmiennej wejściowej na inne, występujące w zbiorze danych, w celu zaburzenia związku między daną zmienną a zmienną wyjściową sieci; o sile tej zależności świadczy w tym podejściu różnica w wariancji (wyrażonej miarą R^2) wyjaśnianej przez sieć przed i po dokonaniu permutacji, przy czym warto podkreślić, iż autorzy dopuszczają także ocenę różnic innych parametrów mówiących o jakości sieci, jak na przykład (R)MSE bądź trafności predykcji (Giam i Olden, 2015);
4. wyłączanie z analizy kolejnych zmiennych wejściowych (*Sequential Zeroing of Weights* – SZWs), poprzez wyzerowanie wag połączeń danej zmiennej ze wszystkimi neuronami warstwy ukrytej oraz ocena różnicy pomiędzy pierwiastkiem średniego błędu kwadratowego (RMSE) estymacji w zbiorze testowym dla sieci ze wszystkimi zmiennymi oraz z wyłączoną badaną zmienną; w myśl tej procedury znaczący wzrost błędu po wyłączeniu zmiennej świadczy o jej dużym wpływie na wynik (Nord i Jacobsson, 1998);
5. koncepcje uwzględniające funkcje aktywacji, bazujące na cząstkowych pochodnych funkcji wyrażającej zależność zmiennej wyjściowej od wszystkich zmiennych wejściowych sieci bądź na cząstkowych pochodnych funkcji aktywacji kolejnych neuronów sieci; do grupy tej zaliczyć można między innymi miarę GSI [*General Sensitivity Index* (Dimopoulos, Bourret i Lek, 1995)], RSE [*Relative Strength of Effect*, (Yang i Zhang, 1997)], INC [*Input Contribution*, (Mak i Blanning, 1998)] czy SF [*Sensitivity Factor*, (Lee i Hsiung, 2009)].

Na koniec należy podkreślić, iż nie można mówić o metodzie dającej rezultaty wyraźnie lepsze od innych – ciężko zresztą dążyć do wskazania metody gorszej lub lepszej w sytuacji w której realne znaczenie zmiennych nie jest do końca znane, co ma miejsce zwłaszcza w przypadku zbiorów danych z rzeczywistych badań.

Porównania możliwych metod oceny znaczenia zmiennych wejściowych opracowało wielu autorów, dochodząc do różnych, często sprzecznych wniosków:

1. Gevrey (Gevrey i in., 2003) wykazał, że efekty „najbardziej użyteczne” dają metody pochodnych cząstkowych oraz bazujące na profilach, podczas gdy metody perturbacyjne i bazujące na wagach są gorsze, a równocześnie mniej powtarzalne; najniżej oceniono w prowadzonych rozważaniach metody krokowe;
2. Olden (Olden, Joy i Death, 2004) prowadząc kolejne analizy na syntetycznym zbiorze danych, w obrębie którego znana była relacja między zmiennymi niezależnymi a zmienną zależną, tym samym zaś znane było realne znaczenie kolejnych zmiennych, zaobserwował, że najgorsze rezultaty dawała metoda Garsona, najlepsze – metoda bazująca na sumowanych wagach, przedstawiona przez Oldena przy omawianym wcześniej podejściu randomizacyjnym (Olden i Jackson, 2002); należy przy tym podkreślić, iż wniosek ten został później zakwestionowany (Fischer, 2015).
3. Pentoś (Pentoś, 2016) porównała analizę wrażliwości (prowadzoną metodą krokową ‘B’ według klasyfikacji Gevrey’a) z wynikami analizy bazującej na pochodnych cząstkowych oraz analizy bazującej na wagach połączeń sieci, prowadzonej metodą zaproponowaną przez Garsona – w celu oszacowania powtarzalności wyników dostarczanych przez rozważane metody, przeanalizowano dwadzieścia sieci o różnych strukturach; sama ocena wskazała na duże zróżnicowanie wyników badanych metod w kolejnych sieciach;

Porównania możliwych metod oceny znaczenia zmiennych przedstawiają także Papadokonstantakis (Papadokonstantakis, Lygeros i Jacobsson, 2006), Olden i Jackson (Olden i Jackson, 2002), Sung (Sung, 1998) i inni.

Na koniec prowadzonego przeglądu metod oceny wpływu zmiennej wejściowej zwrócić należy uwagę na dość istotną nieścisłość obserwowaną w niektórych źródłach poświęconych omawianemu zagadnieniu. Problem dotyczy różnego postrzegania przez autorów znaczenia zwrotu „wpływ zmiennej”, który jest rozumiany jako:

1. związek między wartością rozważanej zmiennej wejściowej, a wynikiem działania sieci; w tym przypadku zmienna wejściowa o dużym wpływie to zmienna, której zmiana powoduje reakcję zmiennej wyjściowej proporcjonalnie większą w porównaniu do reakcji na inne zmienne wejściowe,
2. związek między faktem uwzględnienia danej zmiennej wejściowej w modelu, a jakością uzyskanej sieci, wyrażoną określonym parametrem, takim jak chociażby błąd osiągnięty w zbiorze testowym czy poziom dopasowania do danych – wyjaśnianej wariancji; w takim kontekście zmienna o dużym wpływie to zmienna, której wyłączenie powoduje istotne pogorszenie jakości sieci.

Analiza literatury prowadzi także do wniosku, iż część autorów wydaje się utożsamiać oba zjawiska, zakładając, że zmienne wejściowe silnie wpływające na jakość sieci łączy także wyraźna relacja ze zmienną wyjściową – co jest intuicyjne

i logiczne, nie zostało jednak jak na razie jednoznacznie zbadane. W części literatury następuje natomiast rozróżnienie na „wpływ zmiennej” (*variable effect*) – odpowiadające pierwszemu rozumieniu oraz na „znaczenie zmiennej” (*variable importance*) – odpowiadające drugiemu ujęciu. Na potrzeby prowadzonych dalej rozważań przyjęte zostanie pierwsze ujęcie terminu „wpływ zmiennej wejściowej” – rozumiany będzie on jako poziom wpływu jej zmian na wartość wyjściową sieci.

Na koniec warto także wspomnieć o istnieniu procedur umożliwiających analizę wpływu lokalnego – to jest znalezienie odpowiedzi na pytanie w jakim stopniu uwzględnione w modelu czynniki przełożyły się na wartość przewidywaną przez sieć w danym, konkretnym przypadku ze zbioru. Do tego rodzaju metod zaliczyć można między innymi chętnie wykorzystywane w zastosowaniach praktycznych podejście LIME [*Local interpretable model-agnostic explanations*, (Ribeiro, Singh i Guestrin, 2016b)] czy metody kontrfaktualne (Wachter, Mittelstadt i Russell, 2017).

2.6. Sztuczne sieci neuronowe w badaniach konsumenckich

Sztuczne sieci neuronowe znalazły szerokie zastosowanie w modelowaniu oraz prognozowaniu zjawisk ekonomicznych, a także konsumenckich, zwłaszcza tam, gdzie przetwarzane są i analizowane duże zbiory danych, dotyczących na przykład aktywności klientów w sklepach, podejmowanych wyborów, czy dokonywanych transakcji. Sztuczne sieci neuronowe z powodzeniem mogą być wykorzystywane we wspomaganiu różnego rodzaju decyzji menedżerskich [zob. (Baliński, Przybyłek, Zadroga i Zakidalski, 2013; Topolski i Topolska, 2014)], do diagnozy potrzeb i preferencji konsumenckich [zob. np. (Migdał-Najman, 2010; West, Brockett i Golden, 1997)], rekomendowania produktów [zob. np. (Hanafizadeh, Ravasan i Khaki, 2010)], jak również do weryfikacji i klasyfikacji klienta – zwykle na potrzeby oceny jego ryzyka kredytowego [zob. np. (Baster i Poczłowska, 2011; Malhotra i Malhotra, 2003; Staniec i Szmit, 2004; Witkowska i Chrzanowska, 2004; Żąbkowski, 2008)].

Rzadsze są natomiast przypadki wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do przewidywania poziomu satysfakcji i lojalności klienta, prowadzone z perspektywy naukowej. Jako przykład tego rodzaju użycia sieci przytoczyć można zastosowanie sztucznej sieci neuronowej do przewidywania lojalności nabywców usług turystycznych (Michalska-Dudek, 2015). Wygenerowana sztuczna sieć neuronowa, bazująca na czternastu zmiennych wejściowych, była w stanie poprawnie zaklasyfikować badanych ze zbioru testowego do kategorii klientów lojalnych lub nielojalnych w 92,2% przypadków, dowodząc tym samym możliwości trafnego przewidywania zachowań klientów w przyszłości. Badania te, przeprowadzone na szerszej próbie, umożliwiły także, w oparciu o wagi połączeń w sieci, zdiagnozowanie czynników decydujących o lojalności potencjalnego nabywcy (Michalska-Dudek, 2018).

Ocenę, w oparciu o sztuczną sieć neuronową, mechanizmów powstawania lojalności, tym razem studenta wyższej uczelni, rozumianej jako jego skłonność do kontynuowania w jednostce nauki na drugim stopniu studiów przedstawiła Bartos (Bartos, 2013). Przygotowana sieć o charakterze MLP, cechowała się dobrą trafnością przewidywania, została także w dalszej kolejności wykorzystana do oceny znaczenia wpływu kolejnych, uwzględnionych w modelu zmiennych, jak również do zaproponowania prognozy dla zbioru przypadków nieuczestniczącego w treningu – studentów obecnie kończących tok studiów.

Równocześnie, przesłanką do zastosowania sztucznej sieci neuronowej wydaje się być posiadanie względnie dużego zbioru danych, często pochodzącego z automatycznego systemu ich gromadzenia. Stąd też znacznie mniej liczne są przykłady zastosowań tego rodzaju metod w analizie i modelowaniu procesów konsumenckich opartym na danych pozyskanych przy użyciu metod deklaracyjnych – w badaniach ankietowych czy wywiadach.

Jako przykłady tego rodzaju zastosowań wskazać można:

1. Badanie mechanizmów powstawania satysfakcji klienta supermarketu (Moutinho, Davies, Goode i Ogbonna, 2001) przeprowadzone przy wykorzystaniu danych pozyskanych w drodze badania ankietowego przeprowadzonego na 353 respondentach, w którym ocenili oni szereg zmiennych charakteryzujących badanego, wyrażających jego ocenę sklepu oraz poziom satysfakcji, w tym częstotliwość odwiedzin oraz wydawaną kwotę. Opracowana sieć neuronowa charakteryzowała się dość niewielkim poziomem dopasowania i niewielkimi zdolnościami do poprawnego przyporządkowywania przypadku do określonego poziomu zadowolenia, chociaż, jak wspominają autorzy, wartości te były wyższe, niż miało to miejsce w przypadku innych ewaluowanych metod. Dzięki zastosowaniu prostej budowy (jedna warstwa ukryta z trzema neuronami), możliwe stało się zinterpretowanie kolejnych neuronów ukrytych w kategorii zjawisk mediujących oraz moderujących wypadkowy poziom satysfakcji.
2. Ewaluację modelu powstawania satysfakcji klienta (Lin, 2007), prowadzoną przy wykorzystaniu nieliniowej sieci neuronowej bazującej na logice rozmytej. Do tego celu pozyskany został zbiór danych liczący 207 przypadków, zaś kwestionariusze obejmowały ponad 40 zmiennych mierzonych przy wykorzystaniu skal Likerta. Próba obejmowana klientów przedsiębiorstw z branży IT oraz usług turystycznych. W badaniu autorzy posłużyli się analizą wrażliwości polegającą na ocenie zmiany poziomu satysfakcji przy modyfikacji analizowanej zmiennej, zaś jego wyniki wskazały między innymi na wyższe znaczenie jakości przebiegu procesu świadczenia usługi, niż jego wyniku, jak również potwierdziły znaczenie procesów budowania relacji z klientami. Co istotne, w badaniu tym autorzy uwidocznili brak liniowej zależności między potencjalnymi przyczynami a wynikowym poziomem satysfakcji, chociaż wątek ten nie jest głębiej wyjaśniany.

3. Badanie mechanizmów akceptacji handlu mobilnego (Chong, 2013), w którym oszacowywano znaczenie czynników zachęcających do tego rodzaju transakcji wraz z rolą dodatkowych konstruktów takich jak postrzegana wartość czy zaufanie, przy założeniu modelu o charakterze niekompensatoryjnym. Wygenerowana sztuczna sieć neuronowa charakteryzowała się lepszymi zdolnościami predykcyjnymi niż inne metody, przyjęte do celów porównawczych, równocześnie umożliwiła wskazanie nieliniowych zależności między zmiennymi wejściowymi.
4. Badanie poziomu satysfakcji pacjentów korzystających z usług przychodni przyszpitalnych (Carlucci, Renna i Schiuma, 2013), bazujące na kwestionariuszu uwzględniającym dziewięć potencjalnych przyczyn satysfakcji oraz zmienną wyrażającą poziom ogólnego zadowolenia. W badaniu wykorzystano zbiór danych liczących 547 przypadków, oraz sieć typu MLP liczącą jedną warstwę ukrytą z dziesięcioma neuronami. Sieć ta uzyskała wysoką trafność w przewidywaniu poziomu satysfakcji, zaś jej analiza umożliwiła diagnozę wpływu badanych czynników, zarówno w perspektywie wpływu całkowitego, jak i jego efektu, przy jednostkowym wzroście czynnika. Niestety, z racji wykorzystania bardzo krótkich skal (zastosowano skale trzypozycyjne), trudno było wnioskować o proporcjonalności bądź zmienności wpływu danej zmiennej na finalny poziom satysfakcji.
5. Porównanie możliwości sztucznych sieci neuronowych oraz regresji liniowej w modelowaniu procesów powstawania satysfakcji i lojalności klienta (Ansari i Riasi, 2016). Ocena ta przeprowadzona została na zbiorze 389 przypadków, zaś dane pozyskane zostały przy użyciu kwestionariusza ankiety zawierającego pytania bazujące na siedmiopunktowych skalach Likerta. Badanie dowiodło przewagi sieci neuronowej, wyrażającej się niższą wartością błędów predykcji. Niestety, autorzy nie podjęli próby oszacowania roli czynników obecnych w założonym modelu.
6. Wykorzystanie sztucznej sieci neuronowej do identyfikacji wzorców zachowań zakupowych wśród konsumentów w wieku 60 lat (Migdał-Najman i Badowska, 2017), bazujące na kwestionariuszu uwzględniającym 16 zmiennych, które umożliwiło wyodrębnienie trzech specyficznych wzorców zachowań nabywczych, dowodząc z jednej strony zróżnicowania nabywców z punktu widzenia stosunku do przebiegu nabywczego, z drugiej dowiodło efektywności, a tym samym zasadności wykorzystania przyjętej metody.

Podsumowując przegląd funkcjonujących w literaturze badań wykorzystujących sztuczne sieci neuronowe do oceny mechanizmów powstawania satysfakcji klienta, należy zauważyć, iż o ile metody te rzeczywiście są stosowane i prowadzą do dobrych rezultatów, raczej nie można ich zaliczyć do metod głównego nurtu. W szczególności jest to widoczne w sytuacji, w której istnieje ograniczony zbiór przypadków, zaś same dane gromadzone są w drodze badań ankietowych lub wywiadów. Trudno jest jednoznacznie wskazać przyczyny takiego stanu rzeczy, być może wiąże się on z jednej strony z panującym stereotypem mówiącym, iż

sztuczne sieci neuronowe znajdują swoje zastosowanie wyłącznie w dużych zbiorach danych, z drugiej zaś domniemaną złożonością metody oraz trudnością w jej implementacji. Na koniec warto także zauważyć, iż w badaniach konsumenckich wykorzystujących sztuczne sieci neuronowe bardzo rzadko podejmowana jest tematyka charakteru związku między satysfakcją, a jej przyczynami, postrzeganego w perspektywę możliwej nieliniowości łączącej je zależności.

Rozdział 3

Model neuronowy zjawiska satysfakcji klienta podmiotu handlowego

Unikalne właściwości sztucznych sieci neuronowych jako narzędzia służącego do tworzenia modeli umożliwiających nie tylko ocenę struktury zbioru danych oraz zależności łączących zmienne, ale przede wszystkim trafne przewidywanie wartości wyjściowych stały się powodem podjęcia próby oceny możliwości ich zastosowania w modelowaniu procesów powstawania satysfakcji klienta. Fundamentalną przesłanką, jak również założeniem podjętej analizy stał się fakt, iż sieć neuronowa posiada zdolność do generalizacji, to jest uogólniania czy też przeniesienia posiadanej wiedzy na nowe przypadki (Tadeusiewicz i Szaleniec, 2015), która tutaj wyrażać się będzie umiejętnością przewidywania poziomu zadowolenia konkretnego konsumenta w oparciu o wektor wartości zmiennych wejściowych reprezentujących różne czynniki potencjalnie poziom ten kształtujące. Zdolność ta została zweryfikowana oraz dowiedziona:

1. na etapie uczenia sieci – dzięki wykorzystaniu zbioru testowego, który nie był używany w procesie uczenia, a służył do ewaluacji pozyskanej sieci; jakość sieci i jej możliwości oceniane były w oparciu o umiejętność przewidywania poziomu zadowolenia kolejnych przypadków w zbiorze, którego sieć wcześniej nie знаła;
2. w procesie doboru najlepiej rokującej funkcji aktywacji oraz rozmiaru sieci – wielokrotne testowanie różnych kombinacji parametrów oraz różnych podziałów próby między zbiór uczący, walidacyjny i testowy wskazało, że zdolność ta jest nie przypadkowa – nie jest pochodną korzystnego podziału danych, ani odpowiedniego doboru do nich sieci.

Dzięki istnieniu tak zdefiniowanych zdolności predykcyjnych sieci neuronowych możliwe stało się wiarygodne testowanie możliwych reakcji konsumentów na różne kombinacje zmiennych potencjalnie kształtujących zadowolenie, tym samym zaś przeprowadzenie wnioskowania odnośnie zakresu ich wpływu i znaczenia. Celem prowadzonych analiz stała się zatem:

1. ocena procesów powstawania zjawiska satysfakcji klienta przy wykorzystaniu sieci neuronowych – modeli zakładających, iż:
 - a. wynik procesu – satysfakcja klienta, nie jest liniową kombinacją rozważanych przyczyn,
 - b. wpływ danego czynnika na poziom satysfakcji nie musi mieć charakteru liniowego – to jest nie musi rosnąć bądź maleć proporcjonalnie do osiągniętej przez czynnik wartości,
2. weryfikacja zakresu wpływu czynników kształtujących satysfakcję klienta, jak również diagnoza potencjalnych zjawisk synergetycznych – możliwych pozytywnych oraz negatywnych sprzężeń między czynnikami,

3. ocena potencjalnych różnic w zakresie wpływu poszczególnych zmiennych wśród różnych konsumentów, jak również możliwych kierunków ewolucji tego wpływu w czasie,
4. ocenę perspektyw wykorzystania najważniejszej zalety sztucznych sieci neuronowych – ich zdolności predykcyjnych do szacowania reakcji konsumenta na możliwe oddziaływania natury marketingowej oraz różnicowania tej reakcji w zależności od wybranych cech klienta.

3.1. Narzędzie, próba oraz procedura badania

Dane wykorzystane w przedstawianych analizach zgromadzone zostały w latach 2013–2016 w ramach dużego projektu badawczego poświęconego zjawiskom satysfakcji i lojalności klientów oraz związkowi łączącemu je z poziomem motywacji i satysfakcji pracowników¹⁹. Uwzględniał on powtarzane co roku, przy wykorzystaniu stałego narzędzia badania klientów i pracowników wybranych podmiotów dwóch kategorii: banków oraz wielkopowierzchniowych centrów handlowych działających na terenie miasta Lublina. Do dalszych rozważań wykorzystane zostały wyniki badań prowadzonych w grupie klientów drugiego z wyszczególnionych rodzajów jednostek – między innymi z uwagi na następujące uwarunkowania, decydujące także o włączeniu tej grupy podmiotów do samego projektu badawczego:

1. proces powstawania satysfakcji ich klientów jest złożony i wielowymiarowy, między innymi z uwagi na rozległy asortyment, obecność usług dodatkowych, czy złożone struktury celów realizowanych w trakcie zakupu,
2. z uwagi na ich niewielką liczebność centrów handlowych możliwe było objęcie pomiarem wszystkich podmiotów tego rodzaju funkcjonujących w kolejnych badanych okresach na terenie Lublina,
3. podmioty te są bardzo często odwiedzane, w związku z tym nie było problemów z rekrutacją próby, nie stanowiło także problemu zapewnienie takiej struktury próby, w której reprezentowane było każde funkcjonujące na danym terenie centrum handlowe.

Jako narzędzie badawcze wykorzystany został kwestionariusz ankiety, powstały w oparciu o założenia modelu ECSI [zob. (Cassel i Eklöf, 2001)], który został następnie uszczegółowiony oraz uzupełniony o zmienne i obszary charakterystyczne dla omawianego sektora. W drodze studiów literaturowych, a następnie badania pilotażowego zidentyfikowano 95 zmiennych wyrażających ocenę

¹⁹ Szerzej wyniki projektu przedstawione są w monografii (Skowron i Gąsior, 2017) oraz zbiorze artykułów [zob. np. (Gąsior, 2017), (Skowron, 2014)] poświęconych zagadnieniom motywacji pracowników i jej wpływowi na klienta. Pozyskane wyniki umożliwiły dodatkowo sformułowanie szeregu wniosków odnośnie procesów uczenia się przez klienta oferty rynkowej (Skowron, 2017), celów realizowanych w trakcie zakupów (Gąsior, 2015a, 2015b) czy wybranych aspektów pomiaru omawianych zjawisk (Skowron i Gąsior, 2016; M. L. Skowron, 2015).

jednostki, zgrupowanych w dziesięć kategorii [zob. także (Skowron i Gąsior, 2017)]. Obejmowały one:

1. wybór i wskazanie przez respondenta najczęściej odwiedzanego centrum handlowego, które było przedmiotem dalszej oceny, jak również zdefiniowanie wybranych aspektów procesu zakupowego, takich jak między innymi czas poświęcany na zakupy czy średnia wydawana kwota (7 zmiennych),
2. ocenę asortymentu jednostki (9 zmiennych),
3. ocenę poziomu cen dostępnych w obrębie centrum produktów i usług (9 zmiennych),
4. ocenę wybranych aspektów organizacji pracy i funkcjonowania jednostki (14 zmiennych),
5. ocenę witryny web centrum (9 zmiennych),
6. opinię na temat lokalizacji i możliwości dojazdu do jednostki (6 zmiennych),
7. ocenę jakości pracy obsługi centrum (7 zmiennych),
8. ocenę działań promocyjnych prowadzonych przez podmiot (6 zmiennych),
9. częstotliwość odwiedzin różnych działających na terenie miasta podmiotów oraz ocenę wybranego podmiotu na tle jego największego konkurenta (18 zmiennych),
10. wymiary satysfakcji i lojalności klienta (6 zmiennych).

Równocześnie, respondenci poproszeni zostali o zdefiniowanie istotności różnych, potencjalnych celów odwiedzin centrum handlowego [12 zmiennych, szerzej patrz (Gąsior, 2015a)], oceniono również pięć postaw wyrażających stosunek do dokonywania zakupów, uwzględniających:

1. skłonność do odwiedzania wyłącznie wybranych wcześniej sklepów, bądź wszystkich sklepów zawierających potencjalnie interesujące konsumenta produkty,
2. skłonność do dokonywania zakupów wyłącznie zaplanowanych uprzednio produktów lub akceptowania produktów nieplanowanych,
3. nabywanie wyłącznie wybranych wcześniej marek lub akceptowanie produktów różnych marek,
4. zorientowanie wizyty w centrum handlowym na zakup bądź postrzeganie tej wizyty także w kategoriach spędzania wolnego czasu,
5. skłonność do odwiedzania centrum handlowego samotnie bądź w grupie – z rodziną czy przyjaciółmi.

Do pomiaru wszystkich zmiennych dotyczących oceny konkretnych zjawisk, czynników kształtujących satysfakcję, oraz poziomu samego zadowolenia zastosowane zostały skale numeryczne dziesięciostopniowe, w których wartości niskie reprezentowały ocenę negatywną bądź brak danego zjawiska, zaś oceny wysokie – stosunek pozytywny bądź jego istnienie. Zastosowanie dość długiej skali poddyktowane było rekomendacjami płynącymi z istniejących badań (Cox, 1980; Green i Rao, 1970; Weng, 2004), za skalą dziesięciopozycyjną przemawia natomiast fakt, iż taka ilość pozycji jest dobrze odbierana przez respondentów (Preston

i Colman, 2000), zaś wyniki pozyskane przy ich wykorzystaniu są intuicyjne w interpretacji. Należy przy tym zaznaczyć, iż korzyści z zastosowania skali dziesięciopozycyjnej nie są wiele większe, niż ma to miejsce w skalach nieznacznie krótszych (Lozano, García-Cueto, i Muñiz, 2008). Wybrane postawy wobec zakupów w centrach handlowych ocenione zostały natomiast przy wykorzystaniu sześciopunktowych skal o charakterze semantycznym, opisanych przeciwstawnymi parami stwierdzeń podsumowanych powyżej, zaś prestiż podmiotu – w sposób komparatywny, to jest poprzez poproszenie respondenta wprost o odniesienie własnej oceny do standardu rynkowego.

We wszystkich pytaniach dotyczących oceny podmiotu respondenci mieli także możliwość wybrania odpowiedzi reprezentującej brak wiedzy lub brak zdania na dany temat. Kwestionariusz po opracowaniu poddany został ocenie z punktu widzenia trafności fasadowej, kompletności oraz poprawności i jakości redakcyjnej i językowej. Wzór kwestionariusza został zamieszczony w załączniku.

W czterech badanych okresach, przy wykorzystaniu doboru kwotowego pozyskane zostało odpowiednio 1375, 1000, 798 oraz 738 poprawnie wypełnionych kwestionariuszy. Przyjęte kwoty odzwierciedlały strukturę populacji generalnej jaką stanowili wszyscy mieszkańcy Polski, z punktu widzenia kryterium płci oraz przedziału wiekowego. Ilości przypadków włączonych do analizy, po usunięciu kwestionariuszy zawierających znaczne braki danych oraz naruszających przyjęte proporcje kwot przedstawione zostały w tabeli (tabela 1).

Tabela 1. Liczebności próby badawczej

Etap badania	Liczba kwestionariuszy ważnych	Liczba przypadków włączonych do analizy²⁰
2013	1375	1215
2014	1000	942
2015	798	739
2016	738	712
Łącznie	3911	3608

Źródło: opracowanie własne.

Omawiając dobór próby należy także podkreślić, iż brak doboru losowego bądź typowego panelu – stałych w każdym okresie uczestników badania, stanowi pewną przeszkodę w prowadzeniu porównań między kolejnymi latami, zwłaszcza

²⁰ Liczby przypadków przyjętych do analizy są większe, niż ma to miejsce w (Skowron, 2017; Skowron i Gąsior, 2017) ponieważ w przytaczanych badaniach porównywane były konkretne jednostki – centra handlowe, stąd z analizy wyłączone były przypadki reprezentujące podmioty, które oceniło niewielu respondentów; prowadzona w niniejszej pracy analiza dotyczy natomiast rynku jako całości – ujmuje zatem przypadki z wszystkich badanych jednostek.

w zakresie dynamiki obserwowanych zjawisk czy ich zmian – wnioski z takich porównań traktować należy bardziej w kategorii hipotez niż istniejących prawidłowości. Z drugiej strony powtarzalność zjawiska w kolejnych okresach może być dowodem replikowalności badań, a także stanowić przesłankę dowodzącą jego faktycznego istnienia oraz umożliwiającą odpowiedź na pytanie o jego stabilność.

Do omawianej analizy wykorzystany został zestaw 75 zmiennych (tabela 2) – o włączeniu do tego zbioru decydowała między innymi częstotliwość wykorzystywania danej zmiennej w funkcjonujących w literaturze badaniach, jak również efekty jej stosowania w poprzednich analizach. Pominięte zostały natomiast zmienne bardzo silnie korelujące z innymi oraz zmienne o niskiej wariancji.

Tabela 2. Zmienne wykorzystane w prowadzonej analizie

Obszar	Zmienne	Źródło
Satysfakcja klienta	Skłonność do rekomendacji danego centrum handlowego; Dystans dzielący dane centrum handlowe od „ideału”; Ogólna ocena zadowolenia z wyboru danego podmiotu; Opinia klientów o tym czy dany podmiot jest ogólnie lepszy od innych działających na terenie Lublina.	(Johnson i in., 2001) (Anselmsson, 2006) (Fornell i in., 1996) (Wakefield i Baker, 1998) (Parsons i Ballantine, 2004)
Postrzeganie cen	Opinia klientów o przeciętnym poziomie cen: produktów odzieżowych/obuwniczych; produktów kosmetycznych; produktów AGD/RTV; produktów jubilerskich; prasy/książek; artykułów spożywczych/żywności; artykułów do domu/wyposażenia wnętrz; usług rozrywkowych (kino, bilard, kręgle itd.); usług gastronomicznych (bary, restauracje, puby).	(Johnson i in., 2001) (Stoel, Wickliffe i Lee, 2004) (Parsons, 2003) (Parsons i Ballantine, 2004)
Asortyment	Ogólna ilość sklepów; Dostępność interesujących klienta marek; Szerokość asortymentu dostępnego w sklepach; Jakość dostępnych produktów; Jakość punktów gastronomicznych; Różnorodność/zakres oferowanych rozrywek; Poziom (jakość) oferowanej rozrywki; Dostępność usług dodatkowych (np. banki, poczta); Dostępność bankomatów.	(Stoel i in., 2004) (Bloch, Ridgway i Dawson, 1994) (Finn i Louviere, 1996) (Jackson, Stoel i Brantley, 2011) (Parsons, 2003) (Parsons i Ballantine, 2004)
Działania promocyjne	Różnorodność stosowanych form komunikacji; Atrakcyjność przekazów reklamowych Atrakcyjność finansowa organizowanych promocji Częstotliwość występowania akcji promocyjnych; Dokładność/rzetelność/prawdziwość informacji przekazywanych w reklamach;	(Parsons, 2003) (Parsons i Ballantine, 2004) (Wakefield i Baker, 1998)
Aspekty organizacyjne	Ocena czystości na parkingu, w holu, w toaletach oraz w sklepach zlokalizowanych w danym centrum handlowym (4 zmienne);	(Stoel i in., 2004) (Wakefield i Baker, 1998)

	Wygląd zewnętrzny samego centrum handlowego; Aranżacja wnętrza centrum handlowego oraz sklepów; Wygląd wewnętrzny sklepów; Jasność/klarowność stosowanych oznaczeń; Dostępność ułatwień dla niepełnosprawnych; Łatwość poruszania się po centrum handlowym; Dostępność wind, ruchomych schodów; Bezpieczeństwo na terenie centrum handlowego; Możliwość odpoczynku/relaksu między zakupami;	(Hui i in., 2013) (Parsons i Ballantine, 2004) (Baker, Grewal i Parasuraman, 1994) (A. Parasuraman, Zeithaml, i Berry, 1988)
Obsługa klienta	Kompetencje i uprzejmość pracowników sklepów (2 zmienne); Dostępność pracowników obsługi CH; Możliwość uzyskania pomocy ze strony pracowników CH; Ilość i uprzejmość pracowników ochrony (2 zmienne); Wygląd personelu.	(Stoel i in., 2004) (Hui i in., 2013) (Jackson i in., 2011) (Baker i in., 1994) (A. Parasuraman i in., 1988)
Lokalizacja	Łatwość dotarcia samochodem; Łatwość dotarcia komunikacją miejską; Koszt parkingu; Godziny otwarcia; Bezpieczeństwo okolicy; Dostępność i ilość miejsc parkingowych;	(Stoel i in., 2004) (Finn i Louviere, 1996) (Jackson i in., 2011)
Postrzeganie marki jednostki	Jednostka jest bardziej elegancka od innych; Jednostka jest bardziej prestiżowa od innych;	(Oliver i Swan, 1989b) (Vigneron i Johnson, 1999)
Cele odwiedzania jednostki	Zakupy: odzieży, kosmetyków, sprzętu RTV/AGD, produktów jubilerskich, książki, żywność, wyposażenia wnętrz (7 zmiennych); Korzystanie z usług rozrywkowych (kina itd.); Korzystanie z punktów gastronomicznych; Korzystanie z punktów obsługi operatorów telekomunikacyjnych; Odwiedzanie punktów usługowych;	(Bloch i in., 1994) (Michon i Chebat, 2004) (Swinyard, 1998) (Wesley, LeHew i Woodside, 2006)
Wybrane postawy wobec odwiedzin w CH	Skłonność do odwiedzania wszystkich bądź tylko wybranych sklepów; Skłonność do dokonywania zakupów zróżnicowanych bądź wyłącznie zaplanowanych wcześniej; Akceptowanie różnych bądź wyłącznie ustalonych z góry marek; Zorientowanie wizyty wyłącznie na zakup, czy postrzeganie jej w kategorii formy spędzania czasu; Skłonność do odwiedzin samodzielnych czy z rodziną lub znajomymi;	(Bloch i in., 1994) (Michon i Chebat, 2004) (Swinyard, 1998) (Wesley i in., 2006)
Pozostałe zmienne	Płeć respondenta; Przeciętny czas spędzany w centrum;	(Stoel i in., 2004) (Swinyard, 1998)

Źródło: opracowanie własne. Zmienne wyrażające poziom satysfakcji oraz ocenę czynników go kształtujących zostały poddane pomiarowi przy wykorzystaniu dziesięciostopniowych skal numerycznych (skalowanych od 1 do 10), w których wartości niskie reprezentowały ocenę negatywną bądź brak danego zjawiska, zaś oceny wysokie – stosunek pozytywny bądź jego istnienie. Wybrane postawy wobec zakupów ocenione zostały za pomocą sześciopunktowych (skalowanych od 1 do 6) skal o charakterze semantycznym.

Na koniec należy zauważyć, iż nie przeprowadzona została żadna formalna procedura selekcji zmiennych, zaś same zmienne wskazane w tabeli (tabela 2) dobrane zostały w sposób bardzo liberalny. Wiąże się to z faktem, iż sieć neuronowa w procesie uczenia sama dokonuje wyboru zmiennych istotnych z punktu widzenia modelu, wyłączając zmienne nie wnoszące poprzez przyznanie niewielkich wag połączeniom neuronów wejściowych reprezentujących te zmienne z resztą sieci. Równocześnie, aby zminimalizować problemy związane ze zbyt dużą wymiarowością danych [*curse of dimensionality*, zob. np. (Verleysen i François, 2005)] przeprowadzona została jej redukcja przy wykorzystaniu analizy czynnikowej oraz analizy składowych głównych – analizy te omówione zostały w dalszej części pracy.

3.2. Przygotowanie zmiennych

Dane pozyskane w przedstawionym wcześniej procesie badawczym po zakodowaniu zostały poddane szeregowi przekształceń wymaganych z punktu widzenia zarówno możliwości zastosowania sieci neuronowych, jak również samej jakości i rzetelności prowadzonego badania. Uwzględniły one w pierwszej kolejności uzupełnienie braków danych, następnie zaś redukcję wymiarowości oraz przekształcenie zmiennych o charakterze nominalnym²¹.

3.2.1. Braki danych

Pierwszym etapem przygotowania zbiorów danych stało się przeprowadzenie imputacji. Z uwagi na obszerność narzędzia kwestionariusze zawierające braki danych były dość częste, co wynikać mogło zarówno ze zniechęcenia respondentów, jak i z ich nieuwagi, natomiast w kwestionariuszu nie znajdowały się pytania trudne, bądź drażliwe, na które respondent nie chciałby odpowiadać. W obrębie jednej zmiennej braki nie przekraczały 0,5%, zaś kwestionariusze zawierające ponad 15% braków danych zostały odrzucone.

Niestety, z uwagi na brak znajomości potencjalnych rozkładów badanych zmiennych niemożliwe stało się ocenienie charakteru braków danych – należy zatem przyjąć, iż miały one charakter nielosowy (MNAR – *missing not at random*), to jest fakt zaistnienia braku mógł zależeć od zmiennych, które są poza modelem pomiarowym, a tym samym nie są obserwowane, bądź od samej wartości obserwacji. Cytując za Shaferem i Grahamem (Shafer i Graham, 2002), jednoznaczne określenie charakteru braków jest trudne do przeprowadzenia, jeśli nie niemożliwe bez dotarcia do jednostek, które nie udzieliły odpowiedzi i powtórzenia pomiaru. Równocześnie należy także stwierdzić, iż większość metod, zwłaszcza bazujących na wielokrotnych imputacjach dają w praktyce dobre wyniki, nawet

²¹ Wszystkie wykorzystane procedury oraz narzędzia informatyczne służące ich realizacji zestawione zostały w załączniku (Tabela 11).

wtedy, gdy zwykle wymagane założenie o losowości braków w próbie jest wątpliwe (Schafer, 1997).

W prezentowanej analizie zastosowana została imputacja bazująca na metodzie k najbliższych sąsiadów [zob. np. (Jonsson i Wohlin, 2004), (Misztal, 2012)], w której brakująca wartość zastępowana była wartością średnią danej zmiennej obserwowaną w k ($k=10$) najbliższych, według odległości euklidesowej, przypadków, ważoną odległością danego przypadku od przypadku którego dotyczyła procedura. Równocześnie sprawdzone zostały także inne metody zastępowania braków danych – bazujące na drzewach klasyfikacyjnych i regresyjnych (CART) oraz deterministyczną²² imputację typu hot-deck [zob.: (Andridge i Little, 2010)], która w tym przypadku odpowiada metodzie k najbliższych sąsiadów przy założeniu $k=1$ – ponieważ w miejsce braku odpowiedzi wstawia wartość zmiennej występującej w jednym, najbliższym, to jest najbardziej podobnym przypadku.

Dla wszystkich trzech alternatyw (k -NN, CART, Hot-Deck) w celu oceny najbardziej korzystnej metody wygenerowano zbiór testowych sieci neuronowych. Ich analiza, prowadzona z punktu widzenia wartości pierwiastka średniego błędu kwadratowego (RMSEA) oraz wartości średniego błędu bezwzględnego (MAE), wskazała, iż metoda k najbliższych sąsiadów prowadzi do uzyskania sieci o najlepszych parametrach. Warto przy tym zauważyć, iż różnice w obu błędach były dość niewielkie – sięgały maksymalnie 10%, przy czym metoda Hot-Deck wydaje się być nieznacznie gorsza od CART.

3.2.2. Redukcja wymiarowości

Z uwagi na wykorzystanie niezmiernie obszernego narzędzia badawczego, uwzględniającego ponad 90 zmiennych, jak również perspektywę zastosowania większości z nich, konieczne stało się dokonanie redukcji wymiarowości danych, jak również usunięcie współliniowości między zmiennymi, które wykorzystane będą w dalszych analizach. W tym celu posłużono się klasyczną analizą czynnikową, w obrębie której czynniki wyodrębnione były metodą osi głównych (*principal axis factoring*).

Za wyborem analizy czynnikowej zamiast analizy składowych głównych [zob. szerzej (Górnjak, 1998)] przemawiało w pierwszej kolejności dążenie do wyjaśnienia obserwowanej korelacji przy pomocy ukrytych zmiennych, które będą możliwe do interpretacji w kategoriach modelu przyczynowo-skutkowego. Przyjęto równocześnie, iż relacja ta ma charakter refleksywny, to jest mierzone zmienne są odzwierciedleniem głębszych i bardziej ogólnych, ukrytych postaw.

Po drugie, biorąc pod uwagę deklaracyjny charakter pomiaru, kolejne zmienne były najprawdopodobniej obciążone błędem, którego wyłączenie analiza

²² Metody typu hot-deck podzielić można na *deterministyczne*, gdzie imputowana jest wartość pochodząca od jednego donora, najbliższego biorcy według przyjętej metryki, oraz na *losowe*, w których dawca wybierany jest w sposób losowy spośród określonej wcześniej puli (Andridge i Little, 2010).

czynnikowa może umożliwić. Metoda osi głównych wybrana natomiast została z uwagi na fakt jej odporności na odchylenia zmiennych od wielowymiarowego rozkładu normalnego [zob. (Costello i Osborne, 2005), (Beavers i in., 2013)].

Wyjątkiem były natomiast grupy zmiennych wyrażających poziom zadowolenia, ocenę aspektów lokalizacji, jak również cele odwiedzin podmiotu. W tych przypadkach zastosowanie analizy składowych głównych dało lepsze efekty – umożliwiło wyodrębnienie łatwiejszej do interpretacji struktury zmiennych, jak również poprawiło wskaźniki jakości generowanych sieci.

Omawiana redukcja prowadzona była na całej pozyskanej próbie łącznie, to jest na 3913 przypadkach, w związku z tym kryterium rozmiaru próby (w najbardziej rygorystycznym ujęciu nie mniej niż 300 przypadków) oraz relacji ilości badanych zmiennych do ilości posiadanych przypadków (1 do 10 bądź nawet 1 do 20) było spełnione. Należy przy tym zaznaczyć, iż to ostatnie jest coraz częściej krytykowane w literaturze (Beavers i in., 2013), zamiast tego proponuje się natomiast uzależniać liczbę niezbędnych przypadków od ilości pozycji skali przypadających na czynnik oraz wielkości wnoszonych ładunków (Guadagnoli i Velicer, 1988). Ten wymóg także został spełniony.

Tabela 3. Wyniki testów K-M-O oraz Bartletta dla kolejnych grup zmiennych

Obszar modelu	K-M-O	Bartlett
Satysfakcja klienta	MSA = 0.77	P<0,001
Postrzeganie cen	MSA = 0.93	P<0,001
Asortyment	MSA = 0.89	P<0,001
Działania promocyjne	MSA = 0.87	P<0,001
Aspekty organizacyjne	MSA = 0.93	P<0,001
Obsługa klienta	MSA = 0.90	P<0,001
Lokalizacja	MSA = 0,82	P<0,001
Cele odwiedzania jednostki	MSA = 0.87	P<0,001
Wybrane postawy wobec odwiedzin w CH	MSA = 0.66	P<0,001

Źródło: opracowanie własne.

Analizie poddane zostały zmienne zgrupowane w kolejnych, omówionych wcześniej obszarach. Zasadność wyodrębnienia czynników lub składowych w każdej z nich została zweryfikowana przy wykorzystaniu testu sferyczności

Bartletta²³ oraz indeksu Kaisera-Meyera-Olkina [MSA, *Measure Sampling Adequacy* (Kaiser, 1970)] dla całej grupy zmiennych oraz dla pojedynczych pozycji w jej obrębie²⁴. Wyniki testów przedstawione zostały w tabeli (tabela 3).

Liczba czynników możliwych do wyodrębnienia w każdej grupie zmiennych oszacowana była przy wykorzystaniu kryterium wartości własnej Kaisera, kryterium wystarczającej proporcji wyjaśnianej wariancji (założono nie mniej niż 70%), metody VSS [*Very Simple Structure*, (Revelle i Rocklin, 1979)] oraz analizy równoległej [*parallel analysis*, (Horn, 1965)]. Równocześnie, każda rozważana ilość czynników badana była pod kątem możliwości racjonalnej interpretacji pozyskanego rozwiązania oraz wpływu na jakość otrzymywanych sieci neuronowych, która była kryterium decydującym przy wyborze ich ilości. Wyniki analiz optymalnych ilości czynników przedstawione zostały w tabeli 4 zaś wartości indeksów wyrażających jakość dopasowania w tabeli 5.

Tabela 4. Oszacowanie optymalnych ilości wyodrębnianych czynników

Grupa zmiennych	Ilość pozycji	Kryt. Kaisera	Kryt. 70% wariancji	VSS	Analiza równoległa	Przyjęta ilość czynników
Postrzeganie cen	9	5	5	4-7	4	6**
Asortyment	9	3	4	4-5	3	4
Działania promocyjne	5	3	3	2	2	2
Aspekty organizacyjne	13	3	6	6-7	3	6
Obsługa klienta	7	4	3	4	3	3
Lokalizacja	6	3	4	3-4	4	4
Cele odwiedzania jednostki	11	5	8	4-5	3	5*
Wybrane postawy wobec odwiedzin w CH	5	1	4	5	2	5***

Źródło: opracowanie własne.

* liczba czynników lub składowych przyjęta z uwagi na najlepszą interpretowalność

** liczba czynników przyjęta z uwagi na najlepsze właściwości wygenerowanych SSN

*** z uwagi na brak możliwości interpretacji uzyskanych rozwiązań nie zdecydowano się na zastosowanie analizy czynnikowej

²³ Przywołując test sferyczności Bartletta należy zwrócić uwagę, iż jego zastosowanie nie jest do końca poprawne, ponieważ, po pierwsze, jest on wrażliwy na odchylenia od rozkładu normalnego, po drugie – jest najczęściej istotny dla dużych prób. Niemniej jednak w praktyce jest on zwykle raportowany, w związku z czym także w prezentowanym badaniu został on zastosowany.

²⁴ Progi [cyt. za (Górnjak, 1998)]: od 0,9 – wspaniały, od 0,8 – godny pochwały, od 0,7 – niezły, od 0,6 – przeciętny, od 0,5 – nędzny, poniżej 0,5 – nie do przyjęcia. Literatura najczęściej wskazuje, iż zasadność wyodrębniania czynników pojawia się, gdy współczynnik przekracza wartość 0,6.

Tabela 5. Wyniki analizy czynnikowej

Grupa zmiennych	Wyj. wariancja	Fit	Fit off	RMSR [*]	RMSEA [**]	TLI [***]
Satysfakcja klienta	0,64	0,8986	0,9425	0,1255		
Cele odw. jednostki	0,75	0,9478	0,9611	0,0695		
Postrzeganie cen	0,80	0,9808	1,0000	0,0015		1,0000
Asortyment	0,71	0,9720	0,9999	0,0045	0,0315	0,9940
Asp. organizacyjne	0,72	0,9728	0,9998	0,0074	0,0530	0,9720
Obsługa klienta	0,73	0,9750	1,0000	0,0031	0,0271	0,9970
Lokalizacja	0,86	0,9698	0,9596	0,0866		
Działania promocyjne	0,70	0,9653	1,0000	0,0028	0,0240	0,9980

Źródło: opracowanie własne.

* root mean square of the residuals

** root mean square error of approximation

*** indeks Tuckera-Levisa

Pierwszą grupą zmiennych, która poddana została redukcji były zmienne reprezentujące satysfakcję klienta (4 pozycje, patrz tabela 2). Z uwagi na fakt, iż był to wymiar wyjściowy sieci, zdecydowano się na wyodrębnienie jednej składowej, która wyjaśniała 64% wariancji – była ona ładowana w porównywalnym stopniu (0,70–0,84) przez wszystkie uwzględnione zmienne²⁵. W dalszej części badań zmienna ta będzie określana mianem *indeksu satysfakcji klienta*.

Bardziej złożone struktury zmiennych wyodrębnione zostały w kolejnych obszarach dotyczących oceny różnych aspektów funkcjonowania jednostki oraz jej postrzegania przez klienta. W zbiorze zmiennych wyrażających postrzeganie cen wyodrębniono sześć czynników, wśród których wyróżniono po pierwsze *cenę produktów osobistych* – w przypadku których największe ładunki zaobserwowano przy takich zmiennych jak ocena poziomu cen odzieży (ładunek 0,77), ocena poziomu cen kosmetyków (0,67) oraz produktów jubilerskich (0,43) oraz *cenę usług rozrywkowych* – przy której największe ładunki występowały przy ocenie poziomu cen usług rozrywkowych (0,69) oraz usług gastronomicznych (0,68). Kolejne cztery czynniki odpowiadały co do zasady pojedynczym pozycjom skali, w przypadku których miały największy ładunek. Były to *cenę elektroniki i AGD* (0,72), *cenę prasy i książek* (0,85), *cenę artykułów wyposażenia wnętrza* (0,79) oraz *cenę żywności* (0,86).

W obrębie ocen asortymentu wyodrębnione zostały cztery czynniki. Pierwszy z nich można zinterpretować jako *ocenę oferty podstawowej* – największe ładunki

²⁵ Tabele zawierające szczegółowe wartości ładunków przedstawione zostały w załączniku – tabele od 26 do 32.

w jego przypadku zaobserwować można przy zmiennych wyrażających ilość dostępnych produktów, takich jak dostępność interesujących klienta marek (0,83), ilość dostępnych w centrum sklepów (0,77) i szerokość asortymentu dostępnego w sklepach (0,74) oraz przy zmiennej reprezentującej ocenę jakości dostępnych produktów (0,58). Drugim wyodrębnionym czynnikiem stała się *ocena oferty rozrywkowej*, uwzględniająca różnorodność i zakres oferty rozrywkowej (0,81), jakość oferty rozrywkowej (0,76) oraz jakość oferty gastronomicznej (0,60). Trzeci czynnik wyraźnie zogniskowany jest wokół usług – najsilniejsze ładunki w jego przypadku miała dostępność usług dodatkowych (0,74) oraz dostęp do bankomatów (0,71), zaś sam czynnik określony został mianem *oceny usług dodatkowych*. Nieco bardziej kłopotliwy stał się ostatni czynnik, w przypadku którego, pomimo rotacji nie można było zidentyfikować zmiennych o silnych ładunkach. Najwyższy zaobserwowano przy jakości dostępnych produktów (0,53) i takim mianem czynnik ten został określony.

W obszarze zmiennych reprezentujących ocenę podejmowanych przez podmiot działań promocyjnych wyodrębniono dwa czynniki. W przypadku pierwszego z nich największe ładunki zaobserwowano przy takich zmiennych, jak różnorodność stosowanych form komunikacji (0,75) oraz atrakcyjność przekazów reklamowych (0,70), w nieco mniejszym stopniu także przy atrakcyjności finansowej organizowanych promocji (0,64) – ten czynnik można zatem zinterpretować jako *ocenę atrakcyjności komunikacji*. W obrębie drugiego czynnika największe ładunki zaobserwowano przy rzetelności i prawdziwości informacji przekazywanych w komunikacji (0,72) i częstotliwości występowania akcji promocyjnych (0,72) – czynnik ten zdefiniowany został jako *ocena racjonalnych aspektów komunikacji*.

W obszarze zmiennych wyrażających ocenę aspektów organizacyjnych funkcjonowania jednostki wyodrębniono sześć czynników. Pierwsze trzy z nich grupują większe ilości zmiennych, można zaś je zinterpretować jako *czystość wewnątrz* – dla której największe ładunki pojawiły się przy ocenie czystości holu (0,86), parkingu (0,72) oraz wewnątrz sklepowych (0,71), w nieco mniejszym zakresie natomiast przy czystości toalet (0,43), *przyjazność wnętrza* – z największymi ładunkami przy dostępności wind i ruchomych schodów (0,73), łatwości poruszania się po centrum (0,68), bezpieczeństwa na jego terenie (0,54) oraz dostępie do ułatwień dla niepełnosprawnych (0,54) oraz *estetykę centrum* – uwzględniającą, z ładunkiem 0,77, ocenę aranżacji wnętrza centrum, wygląd zewnętrzny centrum (0,65) oraz wygląd wewnętrzny sklepów (0,62). Kolejne trzy czynniki odpowiadały pojedynczym zmiennym – były to odpowiednio: *możliwość odpoczynku* (0,85), *czystość toalet* (0,77) oraz *jakość oznaczeń* (0,59).

Analiza zmiennych reprezentujących ocenę personelu sklepów, jak i samego centrum wskazała na zasadność wyodrębnienia trzech czynników. Pierwszy z nich określony został jako *ocena poziomu obsługi* – w jego przypadku największe ładunki zaobserwowano przy ocenie kompetencji pracowników sklepów (0,79), ich uprzejmości (0,79), jak również dostępności pracowników obsługi

(0,56). Drugi czynnik dotyczył natomiast pracowników ochrony – w największym stopniu pozostawał w związku z ich ilością (0,80), jak również uprzejmością (0,68). Warto zauważyć, iż w tym czynniku wyraźny ładunek pojawił się także przy zmiennej wyrażającej ocenę wyglądu pracowników, co jest dość trudne do zinterpretowania. Czynnik ten określony został jako *ocena personelu ochrony*. Największy ładunek w ostatnim wyodrębnionym czynniku zaobserwowano natomiast przy możliwości uzyskania pomocy ze strony pracowników centrum innych niż pracownicy sklepów (0,73) – czynnik ten został zinterpretowany jako *dostępność pomocy informacyjnej*²⁶.

Ostatnią grupą zmiennych potencjalnie kształtujących poziom zadowolenia klienta były zmienne wyrażające ocenę lokalizacji i możliwości dotarcia do badanego centrum – w jej obrębie wyodrębnione zostały cztery składowe. Pierwsza z nich w wyraźny sposób grupowała oceny możliwości dotarcia do badanego centrum – komunikacją miejską (0,90) oraz samochodem (0,68) – została ona określona mianem *możliwości dotarcia*. Kolejne składowe co do zasady względnie pokrywały się ze zmiennymi zawartymi w kwestionariuszu – druga dotyczyła kosztu parkingu (0,88) ale również oceny bezpieczeństwa okolicy (0,63) i została zinterpretowana jako *obciążenia związane z pobytem*, trzecia uwzględniała niemal wyłącznie ocenę dostępności parkingu (0,87) i została określona jako *ocena parkingu*, zaś ostatnia wiązała się z godzinami otwarcia (0,84), ale także, w pewnym zakresie, z bezpieczeństwem okolicy (0,60) i została oznaczona nazwą pierwszej z tych zmiennych.

Czytelna struktura wyodrębniona została także w obrębie deklaracji odnośnie znaczenia poszczególnych możliwych celów odwiedzin centrum handlowego. W tej grupie zmiennych wyodrębniono pięć składowych:

1. *spędzanie wolnego czasu* – dla której największe ładunki wystąpiły przy dwóch zmiennych: korzystaniu z usług rozrywkowych (0,84) oraz korzystaniu z usług gastronomicznych (0,80),
2. *dom i styl życia* – największe ładunki wystąpiły przy odwiedzinach punktów usługowych (0,80), punktów obsługi operatorów telekomunikacyjnych (0,79), zakupie sprzętu RTV i AGD (0,66) oraz zakupie artykułów wyposażenia wnętrza (0,59),
3. *wygląd* – uwzględniającą zakupy odzieży (0,89) oraz kosmetyków (0,71), a także, w mniejszym zakresie, zakupy biżuterii (0,37),
4. *żywność* – uwzględniającą głównie zakupy żywności (0,90), a także, chociaż w mniejszym zakresie, zakupy artykułów wyposażenia wnętrza (0,46),
5. *artykuły luksusowe* – w obrębie której największe ładunki zidentyfikować można w przypadku książek (0,84), artykułów jubilerskich (0,63), nieco mniejsze, ale także wyraźne natomiast przy produktach RTV i AGD (0,37) oraz kosmetykach (0,30).

²⁶ Respondenci w kwestionariuszu przy pytaniu dotyczącym pomocy ze strony pracowników centrum handlowego jako przykład wskazane mieli właśnie punkty informacyjne.

Finalny model zmiennych przedstawiony został w poniższej tabeli (tabela 6).

Tabela 6. Finalny wykaz zmiennych

Obszar modelu	Zmienne
Satysfakcja klienta	indeks satysfakcji klienta;
Postrzeganie cen	ceny produktów osobistych; ceny usług rozrywkowych; ceny elektroniki i AGD; ceny prasy i książek; ceny artykułów wyposażenia wnętrz; ceny żywności;
Asortyment	ocena oferty podstawowej; ocena oferty rozrywkowej; ocena usług dodatkowych; jakość dostępnych produktów;
Działania promocyjne	ocena atrakcyjności komunikacji; ocena racjonalnych aspektów komunikacji;
Aspekty organizacyjne	czystość wnętrz; przyjazność wnętrza; estetyka centrum; możliwość odpoczynku; czystość toalet; jakość oznaczeń;
Obsługa klienta	ocena poziomu obsługi; ocena personelu ochrony; dostępność pomocy informacyjnej;
Wymiary lokalizacji	możliwość dotarcia; godziny otwarcia; ocena parkingu;
Postrzeganie marki jednostki	postrzeganie jednostki jako eleganckiej; postrzeganie jednostki jako prestiżowej;
Cele odwiedzania jednostki	spędzanie wolnego czasu; dom i styl życia; wygląd; żywność; artykuły luksusowe;
Wybrane postawy wobec odwiedzin w CH	skłonność do odwiedzania wszystkich bądź tylko wybranych sklepów; skłonność do dokonywania zakupów zróżnicowanych bądź wyłącznie zaplanowanych wcześniej; akceptowanie różnych bądź wyłącznie ustalonych z góry marek; zorientowanie wizyty wyłącznie na zakup, czy postrzeganie jej w kategorii formy spędzania wolnego czasu; skłonność do odwiedzin samodzielnych czy z rodziną lub znajomymi;
Pozostałe uwzględnione zmienne	pleć respondenta; przeciętny czas spędzany w centrum;

Źródło: opracowanie własne.

Równocześnie należy podkreślić, iż ponieważ wartości czynników otrzymanych przy wykorzystaniu klasycznej analizy czynnikowej, w przeciwieństwie do

wartości składowych w analizie składowych głównych, są wyłącznie oszacowaniem, przetestowany został także zbiór danych w którym redukcja wymiarowości wykonana została przy wykorzystaniu wyłącznie analizy składowych głównych (PCA). Test polegał na porównaniu właściwości sieci uczonych na zestawach danych przygotowanych przy wykorzystaniu obu metod, z założeniem, iż każda kolejna testowana sieć miała dla obu zbiorów danych tę samą budowę (liczba neuronów, funkcje aktywacji) oraz te same początkowe wagi połączeń oraz ten sam podział zbioru na przypadki uczące i testowe. Porównanie doprowadziło do wniosku, iż sieci generowane na zbiorze danych przygotowanym przy wykorzystaniu analizy składowych głównych charakteryzują się porównywalną, chociaż nieznacznie gorszą jakością – wartości pierwiastka średniego błędu kwadratowego (RMSE) oraz R^2 były w ich przypadku porównywalne lub niższe, zwykle nie więcej niż o 5–6%.

Wstępnej analizie poddane zostały także wyniki uzyskane przy wykorzystaniu rotacji skośnej – *oblimin*. Niektórzy autorzy [zob. np. (Fabrigar, Wegener, MacCallum i Strahan, 1999)] sugerują jej stosowanie, zwłaszcza w sytuacji gdy relacja między czynnikami nie jest znana, niemniej jednak w tym przypadku tego typu rotacja nie prowadziła do wyraźnie lepszych rezultatów, utrudniała natomiast jednoznaczna interpretację czynników.

Zmienne po przeprowadzeniu przedstawionej procedury nie pozostawały ze sobą w większej korelacji. Ostatnim krokiem przygotowania zbioru danych stało się przekształcenie zmiennych o charakterze nominalnym – w tym przypadku była to płeć badanego, która została zakodowana dwoma wartościami, oraz zmiennej porządkowej wyrażającej przeciętny czas spędzany w centrum, która, ponieważ liczyła cztery pozycje, została zakodowana trzema odrębnymi zmiennymi o wartościach „0” lub „1”.

3.3. Założenia projektowe

Przygotowanie modelu zjawiska satysfakcji klienta, bazującego na sztucznej sieci neuronowej wymagało wyboru rodzaju sieci, jej konstrukcji, to jest rozmiarów, ilości warstw oraz funkcji aktywacji, jak również metod służących do analizy znaczenia poszczególnych zmiennych wejściowych w kształtowaniu wyniku oraz oceny ich wzajemnych interakcji. W badaniu zostało uwzględnione – opracowane i przeanalizowane pięć zbiorów danych – powstały zatem cztery odrębne modele dla kolejnych badanych okresów (lata 2013–2016) oraz model zbiorczy, agregujący wszystkie przypadki, który zostanie wykorzystany do oceny możliwości budowy modelu ujmującego różne perspektywy czasowe oraz jako punkt odniesienia do porównań parametrów modeli szczegółowych.

3.3.1. Założenia obliczeniowe

Poszukiwanie najbardziej korzystnej architektury sieci poprzedzone zostało przyjęciem szeregu podstawowych założeń. Dotyczyły one po pierwszej ujęcia

zmiennej wyjściowej – zależnej, która może być traktowana jako zmienna jakościowa, to jest zmierzona na poziomie nominalnym lub porządkowym, bądź ilościowa, poddana pomiarowi na poziomie przedziałowym, ilorazowym lub ewentualnie, także na porządkowym. Decyzja o charakterze zmiennej skutkuje wyborem celu realizowanego przez sieć – dla zmiennych jakościowych będzie to klasyfikacja, czyli przyporządkowanie przypadku na podstawie zmiennych wejściowych do określonej kategorii, tutaj wartości zmiennej wyjściowej, zaś dla zmiennych ilościowych – regresja, polegająca na ustalaniu wartości zmiennej wyjściowej na podstawie zmiennych wejściowych²⁷.

Biorąc pod uwagę fakt, iż zmienna zależna w przyjętym modelu, indeks satysfakcji klienta, po przeprowadzeniu analizy PCA może być traktowana jako zmienna ciągła, przyjęto założenie, iż sieć realizować będzie regresję – to jest będzie szacować wartość indeksu satysfakcji w oparciu o wektor zmiennych wejściowych reprezentujących ocenę poszczególnych aspektów funkcjonowania podmiotu. Skutkuje to możliwością wyboru jednego z trzech możliwych rodzajów sieci neuronowych:

1. klasycznego perceptronu jednowarstwowego lub wielowarstwowego (MLP),
2. sieci bazującej na funkcjach radialnych (RBF),
3. sieci uogólnionej regresji (GRNN).

Przeprowadzone analizy wykluczyły zastosowanie sieci radialnych, które osiągały wyniki wyraźnie gorsze od innych ocenianych kategorii. Pozostałe dwa rodzaje sieci prowadziły do porównywalnych rezultatów, przy czym sieć GRNN wykazywała nieznacznie lepsze właściwości. Niestety, z racji problemów z integracją narzędzi służących do uczenia sieci GRNN z narzędziami generującymi profile ICE, zdecydowano o zastosowaniu sieci typu MLP. W sieci tej testowana była jedna oraz dwie warstwy ukryte – ich większa ilość nie wydaje się zasadna z racji charakteru realizowanego zadania, którym jest regresja.

Jako funkcja kosztu zastosowana została funkcja błędu średniokwadratowego (*mean squared error*), która jest zwykle rekomendowana przez literaturę w przypadku sieci realizującej regresję. Oprócz niej testowano także średni błąd bezwzględny (*mean absolute error*) oraz logarytm cosinusa hiperbolicznego błędu, jednakże funkcje te nie poprawiały w żadnym stopniu jakości otrzymywanej sieci, niemniej jednak warto zauważyć, iż ta ostatnia znacząco przyspieszała proces uczenia. Jako algorytm wykorzystywany w procesie uczenia sieci wykorzystany był w każdym przypadku algorytm *adam* [*adaptive moment estimation*, zob.: (Kingma i Ba, 2014)].

²⁷ Zmienne o charakterze porządkowym, w zależności od kontekstu mogą być wykorzystywane w sieciach realizujących klasyfikację, jak również regresję, z zastrzeżeniem, iż sieci realizujące regresję nie będą zwykle zwracać wartości spośród pozycji skali – rozkład zmiennej wyjściowej będzie ciągły.

3.3.2. Architektura sieci

Z uwagi na poddany wcześniej dyskusji brak istnienia jednoznacznych metod ustalania ilości oraz rozmiarów warstw ukrytych parametry te oszacowane zostały w drodze badania z wielokrotnym próbkowaniem kolejnych możliwych konfiguracji – za wyborem tym przemawiała prostota implementacji, jak również akceptowalna szybkość realizacji, możliwa dzięki przetwarzaniu równoległemu. Analiza prowadzona była oddzielnie dla każdego rozważanego zbioru danych, to jest dla zbiorów z kolejnych lat oraz zbioru łącznego i uwzględniała ona następujące kroki:

1. Analizowany zbiór danych dzielony był losowo na zbiór uczący (60% przypadków), zbiór walidacyjny (15%) oraz zbiór testowy (25%);
2. Zbiór uczący służył do wyuczenia sieci zawierającej n neuronów w warstwie ukrytej, podczas gdy zbiór walidacyjny służył bieżącej ocenie, czy sieć nie wykazuje przeuczenia w kolejnych epokach, a także umożliwiał zastosowanie kryterium wczesnego stopu (*early-stop*) – zakończenia uczenia w momencie w którym funkcja kosztu w zbiorze walidacyjnym przez określoną liczbę epok²⁸ nie wykazuje spadku większego niż ustalona wartość; w oparciu o zbiór testowy, który nie był wcześniej wykorzystywany przez sieć, obliczana była następnie wartość pierwiastka średniego błędu kwadratowego (RMSE) i wartość średniego błędu bezwzględnego (MAE) przewidywania; dla porównania, wartości te obliczane były też w zbiorze wszystkich przypadków łącznie (dane przedstawione zostały w załączniku), przy czym o wyborze sieci decydowała zawsze wartość w zbiorze testowym; graniczna liczba epok uczenia ustalona została na 400;
3. Krok drugi powtarzany był przy zastosowaniu czterech różnych funkcji aktywacji: funkcji sigmoidalnej unipolarnej, tangensa hiperbolicznego, funkcji ReLU (*rectified linear unit*) oraz funkcji ELU (*exponential linear unit*); neuron warstwy wyjściowej zawsze bazował na funkcji liniowej; dla zachowania porównywalności dla kolejnych funkcji sieci generowane były przy tym samym podziale przypadków między zbiory oraz takiej samej początkowej kombinacji wag połączeń, bez jakiegokolwiek regularyzacji.
4. W celu uniknięcia wpływu podziału przypadków między kolejne zbiory oraz początkowych wag na proces uczenia i jego wyniki, kroki 1–3 powtarzane były 15 razy, następnie zaś obliczana była odrębnie dla każdej funkcji aktywacji wartość średnia oraz odchylenie standardowe RMSE i MAE z kolejnych iteracji;
5. Kroki 1–4 powtarzane były dla wartości n zwiększanej o 5 – począwszy od 10, do 150 neuronów w warstwie ukrytej;

²⁸ We wszystkich omawianych analizach ilość epok bez spadku funkcji kosztu przyjmowana na potrzeby kryterium wczesnego stopu wynosiła 15.

Kolejnym krokiem oceny stało się powtórzenie powyższej procedury dla sieci o dwóch warstwach ukrytych. Niestety, z uwagi na fakt, iż testowanie wszystkich możliwych kombinacji ilości neuronów w obu warstwach byłoby niezmiernie czasochłonne, znaczenie drugiej warstwy sprawdzane było wyłącznie dla czterech rozmiarów pierwszej warstwy w których wartość funkcji kosztu była najniższa, zaś sam rozmiar drugiej warstwy ustalany był na pięciu poziomach – stanowił 50%, 75%, 100%, 125% oraz 150% rozmiaru warstwy pierwszej. Szczegółowe wyniki oceny liczebności jednej oraz dwu warstw wraz z odchyleniami standardowymi zestawione zostały w załączniku (tabele od 12 do 16). Z uwagi na ich ilość i rozmiar, wykresy prezentujące wyniki osiągnięte w sieci z dwiema warstwami ukrytymi zostały pominięte.

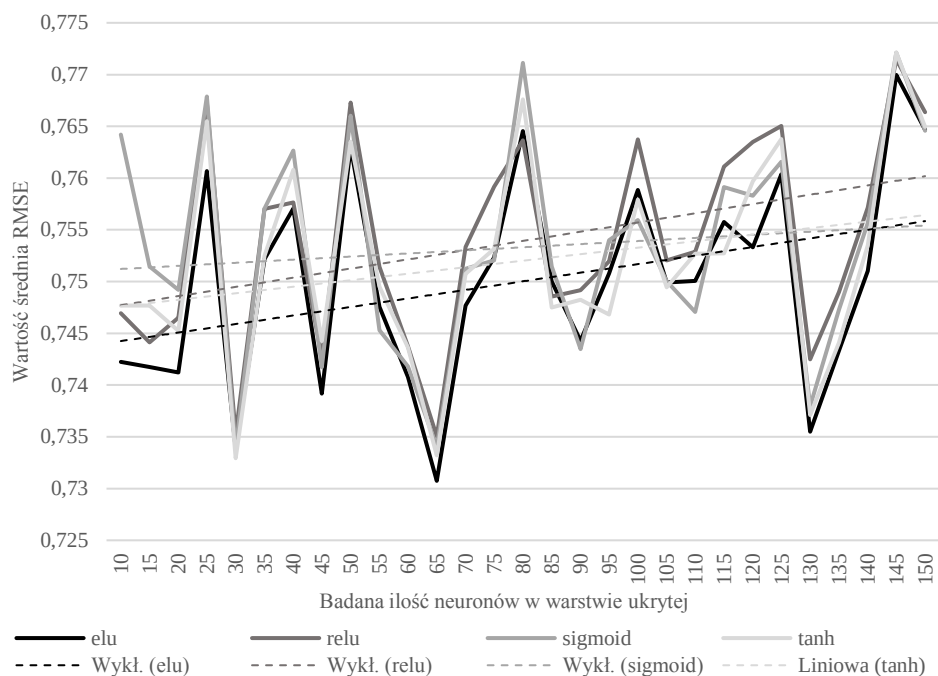
W prowadzonej ocenie uwzględniane były dwa zbiory danych, zbiór testowy, to jest zbiór przypadków, które nie brały udziału w uczeniu sieci, oraz zbiór wszystkich przypadków z danego roku. Rozmiary sieci oceniane były natomiast według zbioru testowego – ponieważ z punktu widzenia dalszej analizy istotne były zdolności sieci do predykcji wartości, w tym przypadku przewidywania poziomu zadowolenia na podstawie różnych wektorów wartości zmiennych wejściowych, a nie odtwarzanie ewentualnie istniejącej w zbiorze struktury danych. Wykresy prezentujące wartości błędu obliczonego dla całego zbioru przypadków także, z uwagi na obszerność, zostały pominięte²⁹.

W przypadku zbioru danych z roku 2013 analiza możliwych konfiguracji sieci neuronowych z jedną warstwą ukrytą prowadzona na zbiorze testowym (wykres 3.1.) w pierwszej kolejności wykazała na niezmiernie zbliżoną efektywność kolejnych, badanych funkcji aktywacji. Wartości średnie RMSE dla kolejnych ilości neuronów nie różniły się zwykle o więcej niż 0,015, zaś wyjątkiem od tej reguły wydaje się być najmniejsza przeanalizowana sieć, licząca 10 neuronów w warstwie ukrytej. Biorąc pod uwagę kolejne badane funkcje, można przyjąć, iż najlepsze rezultaty zapewniała funkcja ELU.

Ponadto, analizując pozyskane wyniki zauważyć można, iż rzeczywiście niektóre konfiguracje są wyraźnie lepsze od innych, chociaż sama różnica w wartościach błędu (0,04) nie wydaje się być znacząca. Rozmiary dla których wartość średnia błędu była zauważalnie niższa to konfiguracje uwzględniające 30, 45, 65 oraz 130 neuronów w warstwie ukrytej. Równocześnie należy także zauważyć, iż wraz ze wzrostem rozmiarów sieci średnia wartość błędu nieznacznie rosła, w większości przypadków w sposób wykładniczy, czego nie należy raczej interpretować w kategorii przeuczenia, z uwagi na zastosowanie funkcji wczesnego stopu. Warto przy tym podkreślić, iż wzrost rozmiarów sieci powodował także

²⁹ Wartości uzyskane w całym zbiorze danych przedstawione zostały we wspomnianym załączniku (tabele od 12 do 16).

wzrost stabilności wyników, wyrażający się spadającą wartością odchylenia standardowego³⁰.



Wykres 3.1. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2013

Źródło: opracowanie własne. Linia przerywaną zaznaczono przebieg funkcji najlepiej dopasowanej do danego zbioru wartości średnich.

Do odrębnych wniosków prowadzi natomiast ocena wartości średniej RMSE obliczonych dla całego zbioru danych łącznie. W tym przypadku zauważyć można, iż dla wszystkich funkcji z wyjątkiem RELU, wzrost ilości neuronów nie powodował dalszej poprawy jakości działania sieci – od liczności zbliżonej do 50–60 neuronów wartość średnia błędu utrzymywała się na podobnym poziomie pomimo powiększania ilości neuronów w warstwie ukrytej. W przypadku funkcji RELU wraz ze wzrostem rozmiarów sieci następował konsekwentny spadek średniej wartości błędu, czego także nie należy interpretować w kategoriach przecuczenia, zważywszy na brak większego wzrostu średniej błędu w zbiorze testowym. Biorąc pod uwagę fakt, iż w zbiorze testowym nie obserwowano także spadku tej wartości, większe rozmiary sieci nie były testowane.

³⁰ Wartości odchylen standardowych dla kolejnych liczebności neuronów przedstawione zostały w załączniku.

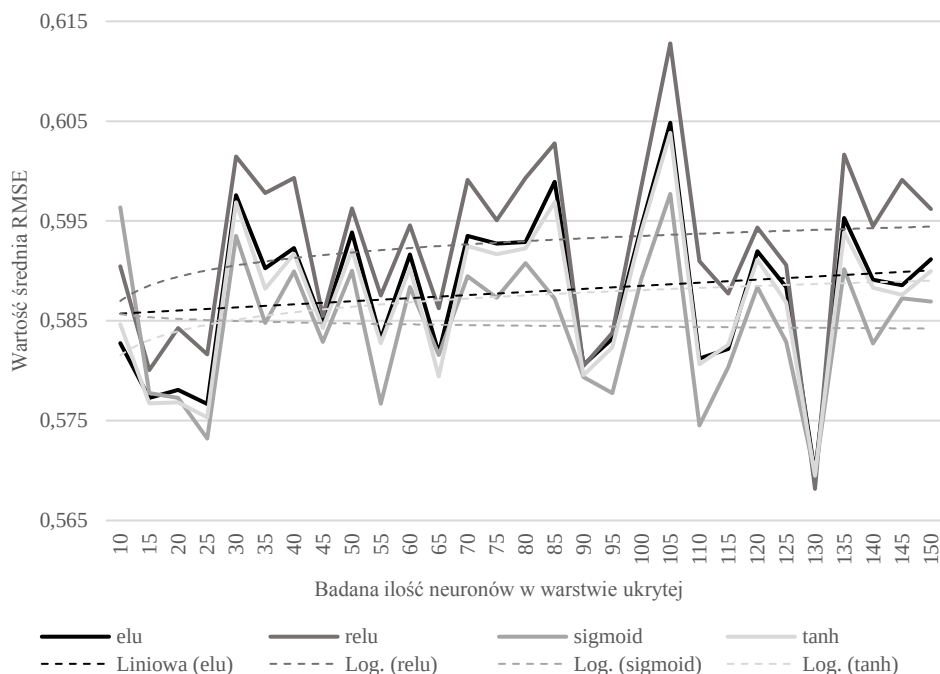
W drugim kroku analizy dla rozważnego roku sprawdzone zostały możliwości zastosowania sieci liczącej dwie warstwy ukryte. Zgodnie z przyjętą procedurą, rozmiary pierwszej warstwy ustalone zostały w oparciu o poprzedni krok analizy – wykorzystano te liczebności w których sieć jednowarstwowa osiągała najlepsze rezultaty. Rozmiary drugiej warstwy przyjmowane były na poziomie 50, 75, 100, 125 oraz 150% rozmiaru warstwy pierwszej, zaś funkcje aktywacji były w obu warstwach takie same. Jak dowodzą pozyskane wyniki, dodanie drugiej warstwy ukrytej nie prowadzi do poprawy jakości sieci wyrażającej się spadkiem błędu. Można przy tym ponownie zauważyć, iż w zbiorze testowym większość funkcji aktywacji osiągała podobne rezultaty, podczas gdy w próbie łącznie wyraźnie lepsza była funkcja ReLU. Pewien wyjątek od tej reguły stanowiły natomiast sieci z sigmoidalną funkcją aktywacji – te o mniejszej liczebności obu warstw nie kończyły procesu uczenia, to jest w ich przypadku kryterium stopu w większości przypadków nie zadziało przed upływem przewidzianego maksimum 400 epok – stąd wysokie wartości błędu. Sytuacja taka nie miała miejsca przy sieciach rozleglejszych (130 neuronów w warstwie ukrytej). Równocześnie można zauważyć, iż najniższe wartości błędu osiągane były przy największych rozmiarach drugiej warstwy ukrytej.

W związku z brakiem widocznej przewagi sieci o dwóch warstwach ukrytych, do wykorzystania w dalszych analizach danych z roku 2013 przyjęto sieć jednowarstwową o liczebności 65 neuronów. Jako funkcję aktywacji wykorzystano funkcję ReLU, z uwagi na fakt, iż w zbiorze testowym jej efektywność nie odbiegała znacząco od funkcji ELU, która osiągnęła najmniejszą wartość błędu, zaś w zbiorze wszystkich przypadków łącznie funkcja ta wykazywała niższy poziom średniej błędów.

Zbliżona, chociaż nieznacznie inna sytuacja zaobserwowana była w zbiorze danych z roku 2014 (wykres 3.2.). Także tutaj wzrost liczebności warstwy ukrytej nie przekładał się na poprawę jakości generowanych sieci – wraz ze wzrostem rozmiarów warstwy ukrytej wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego pozostawały na porównywalnym poziomie, chociaż najlepiej dopasowane funkcje sugerują ich nieznaczny wzrost. Podobnie jak w roku 2013, różnice między najlepszą a najgorszą wartością średnią są niewielkie i nie przekraczają 0,05, natomiast warto zwrócić uwagę na fakt, iż w przeciwieństwie do poprzedniego roku, w tym przypadku wartości błędów są wyraźnie niższe (różnica najlepszych sieci z obu okresów sięga 0,17, czyli około 25%). Zauważalne są także różnice w wynikach osiąganych przez różne funkcje aktywacji – najlepsza zwykle była funkcja sigmoidalna, najgorsza – ReLU.

Rozpatrując zbiór danych łącznie zauważyć można prawidłowości zbliżone do tych obserwowanych w roku poprzednim. Także tutaj wraz ze wzrostem rozmiarów sieci testowane funkcje, z wyjątkiem funkcji ReLU nie wykazują ani większych różnic, ani poprawy czy pogorszenia dopasowania. Ta ostatnia natomiast, podobnie jak wcześniej, wykazuje postępujący i wyraźny spadek błędów wraz ze

wzrostem rozmiarów sieci. Obserwowane zjawisko jest dość trudne do wytłumaczenia, zwłaszcza zważywszy na wyniki osiągnięte w zbiorze testowym – w którym funkcja ta nie odbiegała w szerszym zakresie od pozostałych, oraz na fakt stosowania kryterium wczesnego stopu, które gwarantuje, iż obserwowana poprawa wartości błędu nie jest efektem głębszego przeuczenia sieci.



Wykres 3.2. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2014

Źródło: opracowanie własne.

Być może, jeśli funkcja ReLU zapewnia szybsze uczenie się niż pozostałe, za obserwowaną prawidłowość odpowiada fakt, iż sieci wykorzystujące tę aktywację były w stanie bardziej dopasować się do danych przed zadziałaniem kryterium, które, jak było to wspomniane wcześniej, wymagało 15 epok bez większego spadku funkcji kosztu. Jeśli w ciągu tych 15 epok sieć bazująca na ReLU była w stanie nauczyć się więcej, niż inne funkcje (być może doprowadzając do większego przeuczenia sieci), rzeczywiście osiągałaby lepsze wyniki w całym zbiorze i gorsze w testowym. O ile hipoteza taka jest w stanie wyjaśnić obserwowane zjawisko w danych z roku 2014, gorzej wpisuje się w zbiór z 2013, w którym sieci z funkcją ReLU w zbiorze testowym nie sprawowały się gorzej od innych – a więc nie były bardziej od innych przeuczone.

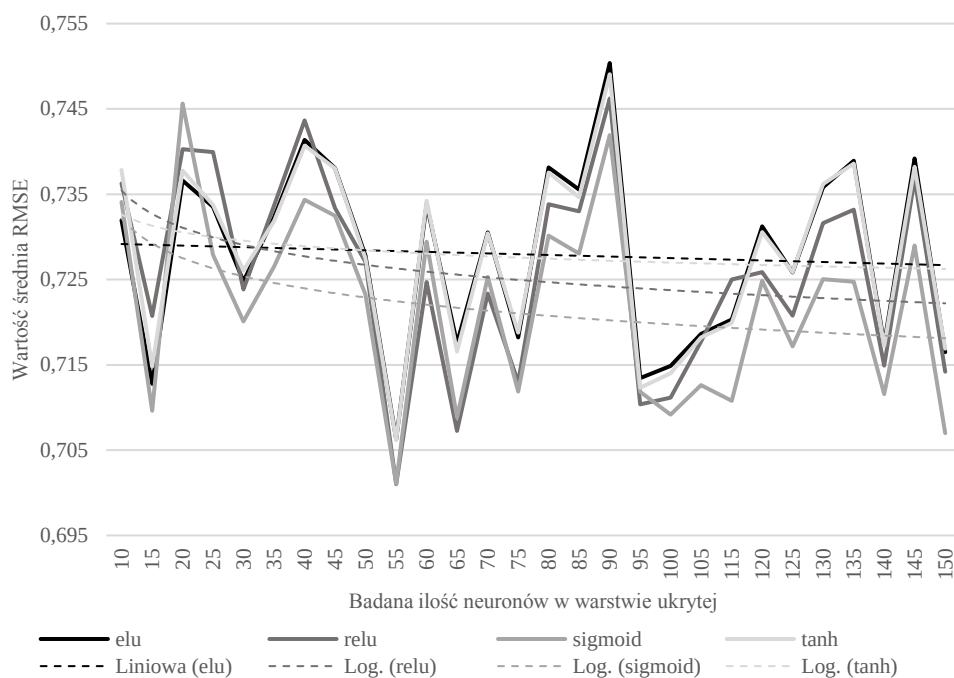
W myśl przyjętych założeń w następnej kolejności przetestowano cztery sieci dwuwarstwowe, liczące odpowiednio 25, 65, 110 i 130 neuronów w warstwie

ukrytej. W tym przypadku w pierwszej kolejności należy zauważyć, iż wzrost ilości warstw nie przekładał się na mniejszy błąd sieci – wartość ta była porównywalna do wartości sieci jednowarstwowych. Zwiększanie rozmiaru drugiej warstwy początkowo prowadziło do nieznacznej poprawy jakości sieci, natomiast gdy warstwa ta osiągała największy badany rozmiar, błąd sieci wykazywał wzrost. Rozpatrując badane funkcje aktywacji można zauważyć prawidłowość podobną jak w przypadku sieci jednowarstwowych – w zbiorze testowym najlepsze efekty wykazywały funkcje ELU oraz tangens hiperboliczny, zaś gorsze – ReLU, podczas gdy w całym zbiorze przypadków dwie pierwsze funkcje wypadały gorzej – ostatnia lepiej. Nie można natomiast mówić o poprawie działania sieci bazujących na funkcji ReLU postępującej wraz ze wzrostem rozmiarów sieci. W kompletnym zbiorze przypadków kolejne badane funkcje osiągały zbliżone efekty niezależnie od rozmiaru sieci.

Odrębnego komentarza wymagają natomiast efekty zastosowania funkcji sigmoidalnej. W jej przypadku niemal wszystkie sieci nie kończyły procesu nauki po przewidzianych czterystu epokach, stąd też obserwowana wysoka wartość błędu. Przeprowadzona próba z dłuższym czasem nauki wykazała, iż sieci z tą funkcją po zakończeniu uczenia się charakteryzowała średnia wartość błędu porównywalna do funkcji ELU i tangensa hiperbolicznego. Ocena podsumowująca obu rodzajów sieci wykazała, iż najniższa wartość błędu w zbiorze testowym zaobserwowana została w przypadku sieci jednowarstwowej o 130 neuronach w warstwie ukrytej i funkcji aktywacji ReLU. Ta sieć przyjęta została do dalszej analizy.

W zbiorze testowym z roku 2015 (wykres 3.3.) dla sieci jednowarstwowej zauważyć można nieobserwowany wcześniej, niewielki spadek wartości średniego błędu wraz ze wzrostem ilości neuronów w warstwie ukrytej, chociaż sama wartość ta była co do zasady wyższa, niż w przypadku roku 2014, natomiast nieznacznie niższa niż w 2013. Biorąc pod uwagę funkcje aktywacji, podobnie jak w poprzednim zbiorze danych, także tutaj najlepsze efekty wykazywała funkcja sigmoidalna, najgorsze – ReLU, chociaż same różnice były nadal dość niewielkie i nie przekraczały wartości 0,015. Co ciekawe, profile kolejnych funkcji są niemalże identyczne. Nadal niewielka, ale większa niż w poprzednich przypadkach jest także różnica między najlepszą a najgorszą siecią (0,055).

Analiza wartości średnich pierwiastka średniego błędu kwadratowego obliczonego dla całego zbioru danych prowadzi do spostrzeżeń zbliżonych, jak w przypadku poprzednich ocenianych okresów. Także tutaj w przypadku większości sieci (za wyjątkiem tych mniejszych niż 35 neuronów warstwie ukrytej) wartość błędu dla wszystkich funkcji aktywacji z wyjątkiem ReLU była niemal identyczna oraz utrzymywała się na porównywalnym poziomie. Wartość błędu dla funkcji ReLU wykazywała natomiast ciągły i postępujący spadek wraz ze wzrostem rozmiaru sieci.



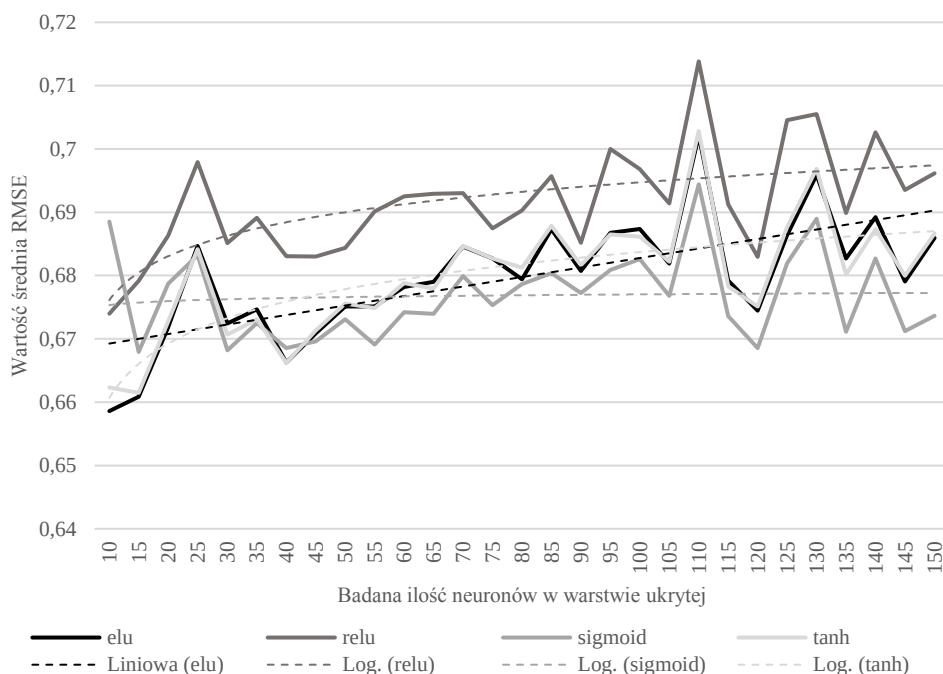
Wykres 3.3. Wartości średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2015

Źródło: opracowanie własne.

Sieci dwuwarstwowe w tym zbiorze danych osiągały wartość błędu zbliżoną do sieci jednowarstwowych, przy czym najefektywniejsze z punktu widzenia tego kryterium wydają się być sieci o drugiej warstwie mającej rozmiar 75% warstwy pierwszej, można także przyjąć, iż wraz ze wzrostem rozmiaru sieci zarówno w kontekście pierwszej, jak i drugiej warstwy nieznacznie rósł także poziom uzyskiwanego błędu. Efekty stosowania różnych funkcji aktywacji były zbliżone do tych obserwowanych przy sieciach jednowarstwowych, zaś zachowanie sieci dwuwarstwowych rozpatrywane z punktu widzenia całego zbioru danych jest identyczne jak w roku 2014 – nie obserwuje się znaczącej poprawy wraz ze wzrostem rozmiaru sieci, być może z wyjątkiem funkcji ReLU, w przypadku której błąd wykazuje niewielki spadek. Po ocenie obu rodzajów sieci uznano, iż najlepszą alternatywą dla danych z roku 2015 jest sieć jednowarstwowa, licząca 55 neuronów w warstwie ukrytej, ponownie bazująca na funkcji ReLU.

W próbie przypadków pozyskanych w roku 2016, analizując wyłącznie zbiór testowy ponownie zaobserwować można stopniowe pogarszanie się wartości błędu sieci o jednej warstwie ukrytej wraz ze wzrostem jej wielkości, w tym przypadku jednak zjawisko to wydają się występować do rozmiaru około 110 neuro-

nów, potem błąd przyjmuje wartości na zbliżonym poziomie, bez systematycznego wzrostu czy spadku (wykres 3.4.). Biorąc pod uwagę funkcje aktywacji, podobnie jak w zbiorze danych z roku 2015, także tutaj najlepsze efekty wykazywała funkcja sigmoidalna, najgorsze – ReLU, podczas gdy funkcja ELU oraz tangens hiperboliczny prowadziły do efektów bardzo zbliżonych, porównywalnych do funkcji sigmoidalnej przy małych rozmiarach sieci, bądź nieznacznie od niej gorszych dla sieci większych. Należy przy tym podkreślić, iż same różnice między funkcjami, mimo, iż widoczne, są nadal bardzo niewielkie.

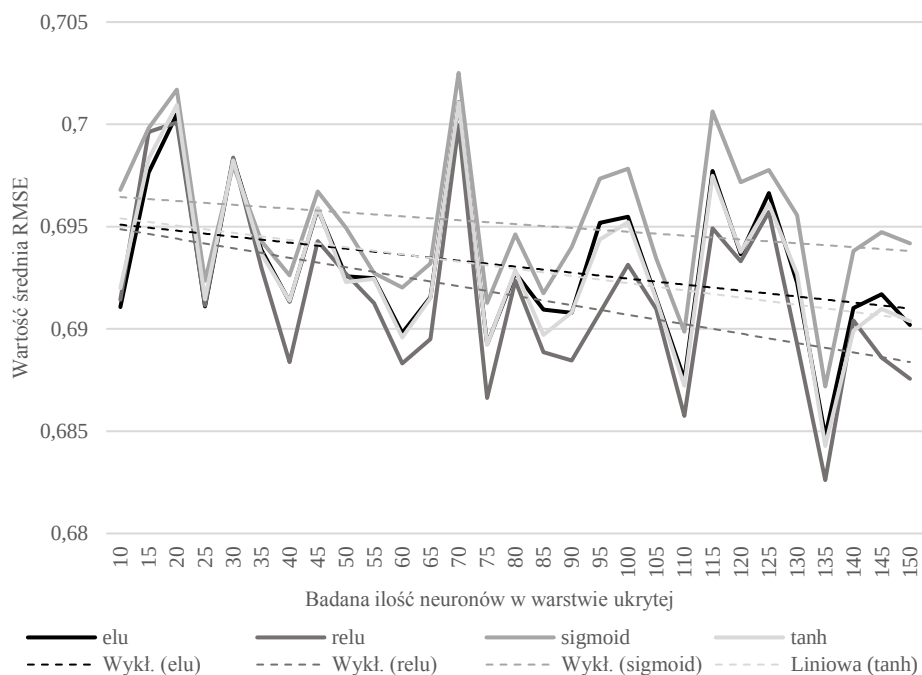


Wykres 3.4. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2016

Źródło: opracowanie własne.

Analizując zastosowanie stworzonych sieci o jednej warstwie ukrytej na całym zbiorze przypadków zauważyć można natomiast prawidłowości identyczne, jak w poprzednich rozpatrywanych okresach. Także tutaj różnice między funkcjami aktywacji obserwowane są wyłącznie przy mniejszych sieciach, natomiast wraz z wzrostem rozmiaru sieci są one praktycznie nieistniejące, z wyjątkiem sieci z aktywacją ReLU, w przypadku której obserwowany jest postępujący spadek wartości błędów. W pozostałych przypadkach wartość ta utrzymuje się na porównywalnym poziomie.

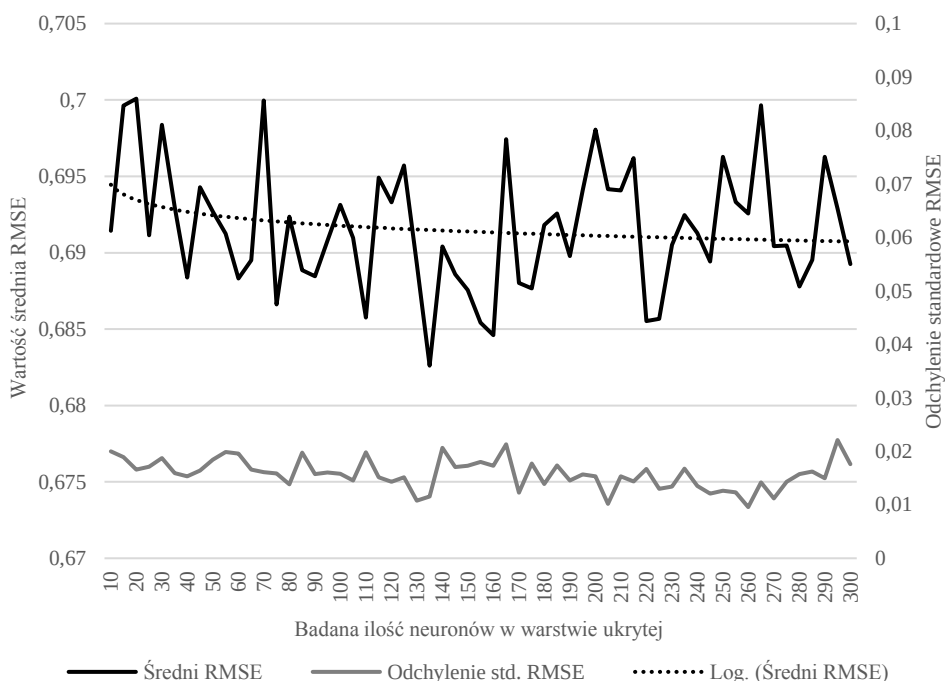
Do interesujących spostrzeżeń prowadzi natomiast ocena sieci zawierających dwie warstwy ukryte. W pierwszej kolejności należy zauważyć, iż w tym zbiorze danych, z wyjątkiem sieci najmniejszej (15 neuronów w pierwszej warstwie ukrytej) funkcje sigmoidalne wykazują zarówno w zbiorze testowym, jak i w całej próbie poziom błędu zbliżony, bądź nawet lepszy od innych funkcji aktywacji. Po drugie – w przypadku tego zbioru danych po raz pierwszy zaobserwować można przewagę sieci o dwóch warstwach ukrytych nad siecią jednowarstwową. Dotyczy to sieci o sigmoidalnej funkcji aktywacji oraz odpowiednio 40 i 60 neuronach w tych warstwach – ta sieć wykorzystana zostanie do dalszych analiz.



Wykres 3.5. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór wszystkich przypadków
Źródło: opracowanie własne.

Na koniec analizie poddano możliwe sieci neuronowe uczone na zbiorze wszystkich przypadków – z wszystkich badanych okresów łącznie. Biorąc pod uwagę sieci z jedną warstwą ukrytą zauważyć można, iż w zbiorze testowym (wykres 3.5.) wartość średnia błędu nieznacznie spadała wraz ze wzrostem rozmiaru sieci, spadek w większości przypadków miał charakter wykładniczy, zaś najniższą wartość błędu wykazywała tym razem funkcja ReLU, podczas gdy sieci oparte o sigmoidalne funkcje aktywacji wypadały nieznacznie gorzej od pozostałych. Równocześnie różnice między badanymi funkcjami są bardzo niewielkie.

Oceniając kolejne badane rozmiary warstwy ukrytej ponownie można zauważyć istnienie różnic między kolejnymi sieciami – różnica w średniej wartości błędu między siecią najlepszą, za którą można uznać sieć o rozmiarze 135 neuronów, a najgorszą (70 neuronów) wyniosła 0,019. Do nowych wniosków nie prowadzi także ocena wartości błędu obliczonego dla zbioru wszystkich przypadków łącznie. Także tutaj wraz ze wzrostem rozmiarów sieci obserwowano brak spadku wartości błędu dla kolejnych, badanych funkcji aktywacji, z wyjątkiem funkcji ReLU. W przeciwieństwie natomiast do poprzednich okresów, funkcja sigmoidalna charakteryzowała się nieznacznie większą wartością błędu, która wykazywała ponadto niewielki wzrost wraz ze wzrostem rozmiaru warstwy ukrytej.



Wykres 3.6. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór wszystkich przypadków, sieci o rozmiarach do 300 neuronów w warstwie ukrytej
Źródło: opracowanie własne.

Z uwagi na obserwowany w zbiorze wszystkich przypadków łącznie postępujący i względnie wyraźny spadek średniej wartości błędu, postanowiono sprawdzić tę wartość w sieciach posiadających ponad 150 neuronów w warstwie ukrytej oraz funkcję aktywacji ReLU (wykres 3.6.), przedstawiono wartości średnie RMSE w zbiorze testowym), która osiągała najlepsze rezultaty przy mniejszych

rozmiarach warstwy. Jak można zauważyć, wartość średnia błędu w sieciach powyżej 160–170 neuronów przestaje wykazywać spadek, zaobserwować można nawet jej niewielki wzrost.

Na koniec oceniono także zasadność stosowania sieci o dwóch warstwach ukrytych. Przeprowadzona analiza wskazuje w pierwszej kolejności na wyraźnie gorsze efekty zastosowania funkcji ReLU, która w we wszystkich przypadkach w zbiorze testowym prowadziła do istotnie większej średniej wartości błędu. Natomiast w całym zbiorze danych, podobnie jak poprzednio, prowadziła do efektów lepszych niż pozostałe analizowane funkcje. Ponadto w grupie funkcji o dwóch warstwach ukrytych zauważono, iż najlepsze efekty zapewniają funkcje o drugiej warstwie posiadającej rozmiar 125% pierwszej, dodatkowo, niższą wartość błędu wykazują funkcje ELU i tangens hiperboliczny. Niemniej jednak, sieci dwuwarstwowe charakteryzowały się gorszą od sieci jednowarstwowych wartością błędu, w związku z tym do dalszej analizy wykorzystano sieć jednowarstwową, o 135 neuronach i funkcji aktywacji ReLU.

Przeprowadzone analizy różnych rozmiarów warstwy ukrytej sieci neuronowej oprócz wskazania rozwiązania o najniższej wartości błędu umożliwiają także sformułowanie kilku interesujących i wartościowych wniosków dotyczących zarówno samego procesu, jak i badanych funkcji aktywacji. Po pierwsze, w obrębie rozpatrywanych zbiorów danych nie można zdefiniować jakiegokolwiek formuły umożliwiającej wskazanie optymalnej budowy sieci, nawet na potrzeby wyłącznie podzbiorów przypadków – prowadzone symulacje wskazywały jako optymalne (przynajmniej w badanym zbiorze) sieci o bardzo zróżnicowanych rozmiarach i różnych funkcjach aktywacji.

Po drugie, zarówno wzrost rozmiaru sieci, jak również dodanie drugiej warstwy ukrytej nie jest uniwersalnym rozwiązaniem – zwykle (dotyczy to w szczególności drugiej warstwy) nie powoduje większego spadku funkcji błędu. Równocześnie natomiast testowanie różnych konfiguracji jest zasadne – zaobserwować można, iż sieci o różnych rozmiarach charakteryzuje różna wartość średnia RMSE, zaś różnica wartości błędu uzyskiwanego w kolejnych iteracjach w sieciach najgorszych i sieciach najlepszych jest w każdym zbiorze danych istotna statystycznie³¹. Zestawienie przyjętych do dalszych analiz rozmiarów sieci oraz zastosowanych funkcji aktywacji zestawiono w tabeli (tabela 7)³².

³¹ Dla przykładu, w zbiorze wszystkich przypadków testowanych łącznie różnica średnich RMSE (testowano zawsze 15 sieci danego rozmiaru i funkcji aktywacji – różny był podział przypadków między zbiory, oraz startowe wagi połączeń w sieci) sieci o 70 neuronach w warstwie ukrytej i sigmoidalnej funkcji aktywacji (sieć najgorsza) oraz sieci o 135 neuronach i funkcji ReLU (sieć najlepsza) była istotna z $p=0,0036$. Z uwagi na niewielki rozmiar próby (2 razy po 15 wartości) i brak wiedzy o charakterze rozkładu zastosowano test U Manna-Whitneya.

³² W tabeli przedstawione zostały także wartości współczynnika determinacji R^2 – uwagi na fakt, iż były one raportowane przez zastosowane moduły analityczne. Należy jednak zaznaczyć, iż współczynnik ten nie powinien być stosowany przy modelach nieliniowych [zob. np. (Spiess i Neumeyer, 2010)]

Tabela 7. Podsumowanie parametrów sieci przyjętych do dalszej analizy

Zbiór danych	Ilość warstw ukrytych	Rozmiar warstw(y)	Funkcja aktywacji	Średnie RMSE	Średnie MAE	Średnie R ²
Rok 2013	Jedna	65	ReLU	0,735	0,570	0,564
Rok 2014	Jedna	130	ReLU	0,568	0,411	0,655
Rok 2015	Jedna	55	ReLU	0,701	0,543	0,655
Rok 2016	Dwie	40 – 60	Sigmoid	0,650	0,508	0,706
Przypadki łącznie	Jedna	135	ReLU	0,682	0,527	0,632

Źródło: opracowanie własne. Wartości błędu dotyczą danych przeskalowanych, obliczone zostały przy wykorzystaniu zbioru testowego.

Podsumowując analizę zasadności stosowania różnych rozmiarów warstw oraz różnych funkcji aktywacji w budowie sieci służącej modelowaniu procesów zadowolenia klienta sformułować można następujące wnioski:

1. wzrost rozmiaru sieci nie prowadzi zwykle do dużej poprawy jej właściwości; biorąc pod uwagę przebieg funkcji dopasowanych do pozyskanych wartości średnich błędu, badanie sieci większych niż 100–150 neuronów nie wydaje się zasadne, czego po części dowodzą wyniki przedstawione przy sieci bazującej na wszystkich przypadkach łącznie (wykres 3.6.);
2. w większości przypadków (z wyjątkiem próby z roku 2013 i 2016) wraz ze wzrostem rozmiaru sieci następował bardzo niewielki spadek średniej wartości RMSE, podczas gdy w wymienionych dwóch okresach – wzrastała ilość neuronów w warstwie ukrytej towarzyszył nieznaczny wzrost tej wartości. Biorąc pod uwagę wyniki zwizualizowane na przedstawionych wykresach nie można także uznać aby sieci o niewielkich warstwach ukrytych osiągały wyniki wyraźnie lepsze od sieci większych;
3. w grupie badanych przypadków obserwowane są bardzo niewielkie różnice w efektach stosowania różnych funkcji aktywacji, zwykle nie można także wskazać funkcji jednoznacznie lepszej bądź gorszej od innych; w przeciwieństwie do informacji dostępnych w literaturze, sieci bazujące na funkcji ReLU nie były wyraźnie lepsze, a sieci bazujące na funkcji sigmoidalnej – wyraźnie gorsze od innych;
4. testowane funkcje aktywacji bardzo podobnie reagują na kolejne badane rozmiary sieci – wartość błędu wydaje się być w większym stopniu konsekwencją rozmiaru, w mniejszym – przyjętej funkcji aktywacji;
5. zaobserwowano natomiast różnice w czasie w którym sieci o takim samym układzie początkowym wag, ale o różnych funkcjach aktywacji osiągały kryterium stopu; najszybciej kryterium stopu osiągały sieci bazujące na funkcji

ReLU, najwolniej – na sigmoidalnej; sieci o dwóch warstwach ukrytych, bazujące na funkcji sigmoidalnej przy mniejszych rozmiarach zwykle nie kończyły nauki w maksymalnym założonym czasie (300 epok);

6. sieci o dwóch warstwach ukrytych nie skutkowały wyraźnie lepszymi efektami od sieci z jedną warstwą ukrytą.

Na koniec prezentowanych rozważań należy ponownie zauważyć, iż prezentowane prawidłowości są charakterystyczne wyłącznie dla analizowanego zbioru danych, być może nawet przy zbadaniu większej ilości sieci inna kombinacja rozmiarów sieci i funkcji aktywacji mogłaby okazać się bardziej uzasadniona. Stąd też wykorzystanie na potrzeby innych badań przedstawionych wniosków i założeń powinno być podejmowane z dużą dozą ostrożności.

3.3.3. Wtórna selekcja przypadków

Już na etapie oszacowania potencjalnych rozmiarów sieci zauważono, iż wyłączenie z analizy części przypadków – tych, w przypadku których wygenerowana sieć wykazywała największy błąd przewidywania, powodowało istotną poprawę właściwości sieci generowanych przy wykorzystaniu tak zredukowanego zbioru danych, przy czym poprawa ta była proporcjonalnie większa względem odsetka usuniętych przypadków (zob. tabela 8). Zjawisko to po części wytłumaczyć można nierzetelnym wypełnianiem kwestionariusza przez badanego – w niektórych spośród wyłączonych przypadków zauważono konsekwentne zaznaczanie samych odpowiedzi skrajnych, to jest albo wszystkich odpowiedzi ‘10’ albo ‘1’, w innych obserwowano brak spójności między zmiennymi niezależnymi, a zależnymi – na przykład badany oceniał większość obszarów składowych bardzo nisko, a swoje zadowolenie – bardzo wysoko.

W związku z zaobserwowaną poprawą, która może znacząco przyczynić się do jakości i rzetelności prowadzonego wnioskowania postanowiono przyjąć następującą procedurę:

1. z każdego badanego zbioru danych (odpowiadającego analizowanemu okresom) wyłączana była grupa przypadków dla których sieć wygenerowana na całym zbiorze, zgodnie z przyjętymi uprzednio założeniami odnośnie rozmiaru, osiągała największą wartość błędu predykcji mierzoną wartością bezwzględną różnicy między przewidywaniem a wartością rzeczywistą; jako kryterium przyjęto pomyłkę większą, niż 1,15;
2. dla każdego z tak zredukowanych zbiorów danych obliczony został, z uwzględnieniem omówionej wcześniej proporcji podziału przypadków między zbiór uczący, walidacyjny i testowy, zbiór 15 sieci w oparciu o które szacowano (w zbiorze testowym) wartości średnie RMSE, MAE oraz R^2 ; liczba neuronów w warstwie ukrytej i sama liczba warstw ukrytych zgodna była z parametrami przedstawionymi wcześniej (tabela 7);

3. krok drugi powtarzany był dla różnych kombinacji współczynnika regularyzacji L2 oraz wartości dropout dla pierwszej warstwy ukrytej³³;
4. do dalszej analizy przyjmowano, dla każdego zbioru danych odrębnie, sieć najlepiej rokującą w krokach 2 i 3. Parametry tych sieci (osiągnięte w zbiorze testowym) przedstawione zostały poniżej (tabela 8), równocześnie na wykresie zwizualizowane zostały rzeczywiste i przewidywane przez model wartości satysfakcji (rysunek 3.1.) oraz histogramy reszt (rysunek 3.2.).

Tabela 8. Podsumowanie parametrów sieci po redukcji przypadków

Zbiór	Próba początkowa	Usunięte przypadki	Regularyzacja	Średni RMSE*	Średni MAE*	Średnie R2*
Rok 2013	1215	75 (6,1%)	L2=0,01 Dropout=0,05	0,569 (23%)	0,472 (17%)	0,732 (29,8%)
Rok 2014	942	28 (2,9%)	L2=0,025 Dropout=0,03	0,513 (9,6%)	0,410 (bez zm.)	0,690 (5,3%)
Rok 2015	739	42 (5,7%)	L2=0,01 Dropout=0,03	0,594 (15,2%)	0,477 (12,2%)	0,736 (12,4%)
Rok 2016	712	46 (6,5%)	L2=0,01 Dropout=0,01	0,577 (11,2%)	0,466 (8,2%)	0,742 (5,1%)
Przypadki łącznie	3608	223 (6,2%)	L2=0,01 Dropout=0,02	0,558 (18,2%)	0,447 (12%)	0,755 (19,5%)

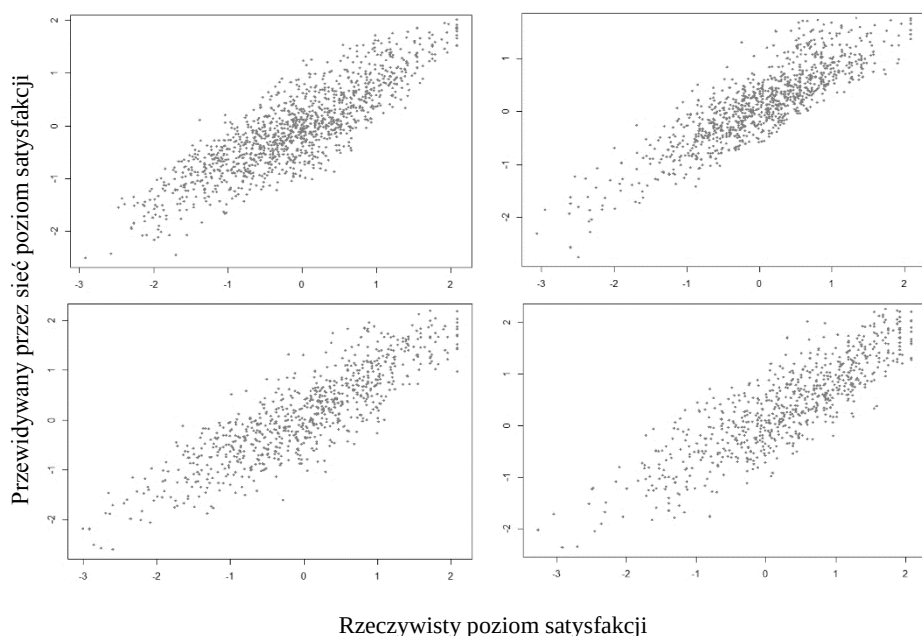
Źródło: opracowanie własne. Wartości błędu dotyczą danych przeskalowanych, obliczone zostały przy wykorzystaniu zbioru testowego.

* w nawiasie podano poprawę miary po dokonaniu redukcji przypadków.

Równocześnie, zbiory przypadków wyłączonych z modelowania poddane zostały dodatkowej analizie, w celu ustalenia przyczyn, dla których nie wpisują się on w obecne w badanych próbach prawidłowości. Ukazała ona w obrębie wyłączonych przypadków dwa zjawiska mogące uniemożliwiać skuteczne opracowanie dobrze dopasowanego modelu. Były to:

1. wspomniany wcześniej brak spójności ocen wymiarów satysfakcji (a tym samym – wartości samego indeksu satysfakcji) z wartościami zmiennych dotyczących ocen kolejnych, badanych obszarów; przytaczana niespójność polegała na przyznaniu maksymalnych lub minimalnych ocen zmiennym wyrażającym zadowolenie, oraz, odpowiednio niskich, lub wysokich ocenach kolejnych badanych składowych modelu;
2. brak spójności między ocenami kolejnych, badanych aspektów funkcjonowania podmiotu, polegających na pozytywnej ocenie części obszarów, przy skrajnie negatywnej ocenie pozostałych, oraz ogólnej, bardzo pozytywnej ocenie własnego zadowolenia.

³³ Badane były wartości 0,01, 0,025, 0,1 oraz 1 dla regularyzacji L2, oraz wartości dropout od 0 do 0,1 z krokiem 0,1.

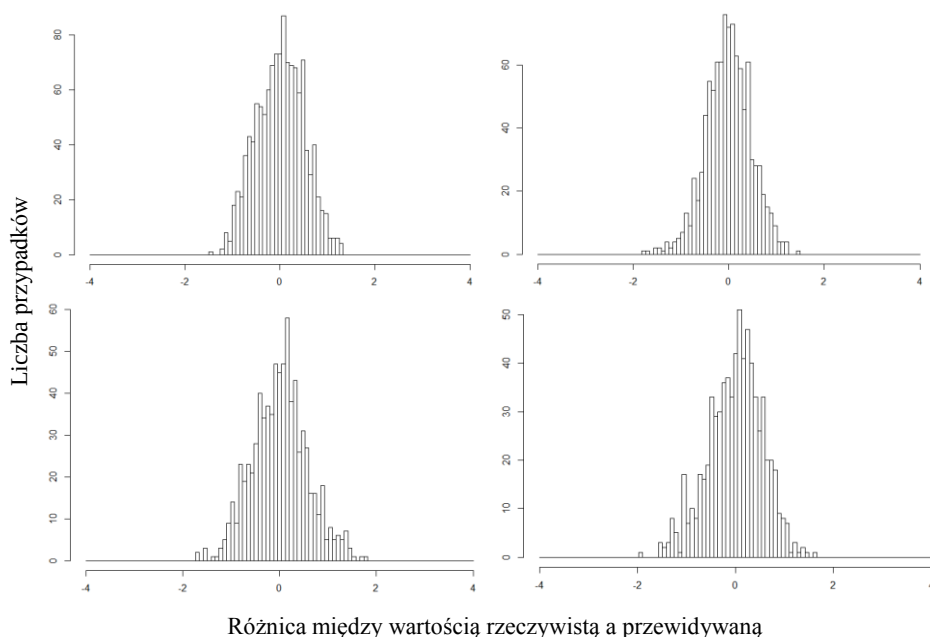


Rysunek 3.1. Przewidywane przez sieć i rzeczywiste wartości satysfakcji klienta
 Źródło: opracowanie własne. Kolejne wykresy przedstawiają odpowiednio zbiory danych z roku 2013, 2014 (górny wiersz), 2015 i 2016 (dolny wiersz).

W przeważającej większości przypadki wyłączone z modeli dla kolejnych badanych okresów pokrywały się z przypadkami wyłączonymi z próby ogółem.

Oceniając parametry sieci przyjętych do dalszej analizy należy uznać, iż stanowią one dobre modele reprezentujące analizowane zjawiska – świadczy o tym w szczególności rozkład punktów na wykresach obrazujących wartości przewidywane oraz rzeczywiste, ale także poziomy średnich wartości bezwzględnych błędu (MAE), które kształtowały się na poziomie 0,410–0,477 należy uznać za satysfakcjonujące. O ile same wartości nie są do końca łatwe w interpretacji, do-

konanie ich normalizacji poprzez podzielenie przez rozstęp zbioru wartości przewidywanych³⁴ wskazuje, iż sieć estymuje wartości ze średnim błędem w granicach 9%³⁵, co można dodatkowo zinterpretować jako dokładność w granicach jednego punktu skali pomiarowej. Równocześnie zakładając równy podział błędu między zmienne (z wyłączeniem zmiennych kategoryalnych) można przyjąć, iż średni błąd przypadający na zmienną wynosi około 0,015.



Rysunek 3.2. Histogramy reszt

Źródło: opracowanie własne. Kolejne wykresy przedstawiają odpowiednio reszty dla zbiorów danych z roku 2013, 2014 (górny wiersz), 2015 i 2016 (dolny wiersz).

Na koniec warto także zwrócić uwagę na parametry sieci wygenerowanej na zbiorze przypadków łącznie, które to parametry nie odstają znacząco, a często są lepsze, od parametrów sieci dla kolejnych okresów. Tworzy to perspektywę poszukiwania prawidłowości na szerszym poziomie, wspólnych dla kolejnych okresów czasu.

³⁴ NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) = $MAE / (\max(y) - \min(y))$; literatura wskazuje także na możliwość normalizacji poprzez wyrażenie MAE w jednostkach średniej lub odchylenia standardowego, natomiast w tym przypadku wyrażenie średniej wartości bezwzględnej błędu w porównaniu do rozpiętości zbioru przewidywanych wartości wydaje się być dogodniejsze w interpretacji – wyjaśnia jaka jest proporcja błędu do zmiennej, której ten błąd dotyczy.

³⁵ Wartości wynosiły odpowiednio: zbiór 2013 – 9,44%, zbiór 2014 – 8,06%, zbiór 2015 – 9,37%, zbiór 2016 – 9,34%, zbiór przypadków łącznie – 8,02%.

3.4. Przyjęta procedura analizy danych i wnioskowania

Podstawione przed prezentowanym badaniem cele oraz pytania przełożyły się na konieczność przyjęcia trzech płaszczyzn prowadzonej analizy. W pierwszej kolejności będzie ona dotyczyć oceny konkretnych zmiennych uwzględnionych w modelu, prowadzonej z punktu widzenia ich wpływu na wynikowy poziom satysfakcji, rozumianego zarówno w sensie ilościowym – w jakim stopniu poprawa zmiennej przekłada się na wzrost lub spadek satysfakcji, jak i w sensie jakościowym – jaki jest charakter tej relacji i czy zmiana ta jest stała w całym zakresie wartości badanej zmiennej. Po drugie, przeprowadzona zostanie próba wyodrębnienia grup przypadków o podobnej reakcji na zmianę wartości ujętych w modelu zmiennych, jak również zdiagnozowania ich cech charakterystycznych. Po trzecie, przeprowadzone zostanie badanie ewentualnych efektów synergetycznych między zmiennymi, polegających na wzroście lub spadku zadowolenia klienta o skali większej, niż suma wzrostów lub spadków wynikająca z działania określonych zmiennych ocenianych oddzielnie.

3.4.1. Metody oceny znaczenia zmiennych

Do oceny kolejnych badanych zmiennych wejściowych z punktu widzenia ich roli w kształtowaniu wartości zmiennej wyjściowej wykorzystane zostały dwie metody:

1. profile PDP (*partial dependence plot*),
2. wykresy ICE (*individual conditional expectation*)/c-ICE (*centered individual conditional expectation*).

Za ich wyborem przemawiał fakt, iż metody te bazują na istniejących przypadkach – modyfikują wartość pojedynczych zmiennych, podczas gdy pozostałe zmienne posiadają wartości pozyskane w trakcie badań. Jest to niewątpliwa przewaga nad metodami bazującymi na wartościach sztucznych, takimi jak przedstawiane wcześniej krzywe odpowiedzi, w których wszystkie zmienne zastępowane są ustalonymi a priori wartościami (średnia, percentyle), które nie koniecznie muszą występować w rzeczywistych zbiorach danych, rzadko także występują łącznie. Skutkować to może dość nierealnymi wektorami wartości zmiennych wejściowych – trudno bowiem wyobrazić sobie konsumenta, który w kwestionariuszu ocenia wszystkie badane zjawiska na przykład w połowie skali. Warto także zaznaczyć, iż obie metody są niezależne od przyjętego modelu [*model-agnostic*, zob. także (Ribeiro, Singh i Guestrin, 2016a)], co oznacza, iż mogą być stosowane zarówno do oceny zmiennych w sieciach neuronowych, jak również w modelach ścieżkowych, drzewach klasyfikacyjnych i regresyjnych, czy maszynach wektorów nośnych (SVM).

Profil PDP (Friedman, 2001) to niezwykle intuicyjne narzędzie służące do analizy zakresu wpływu określonej zmiennej wejściowej zarówno z punktu widzenia jego siły, jak również charakteru.

Procedura tworzenia profilu dla zmiennej wejściowej x_n przebiega następująco:

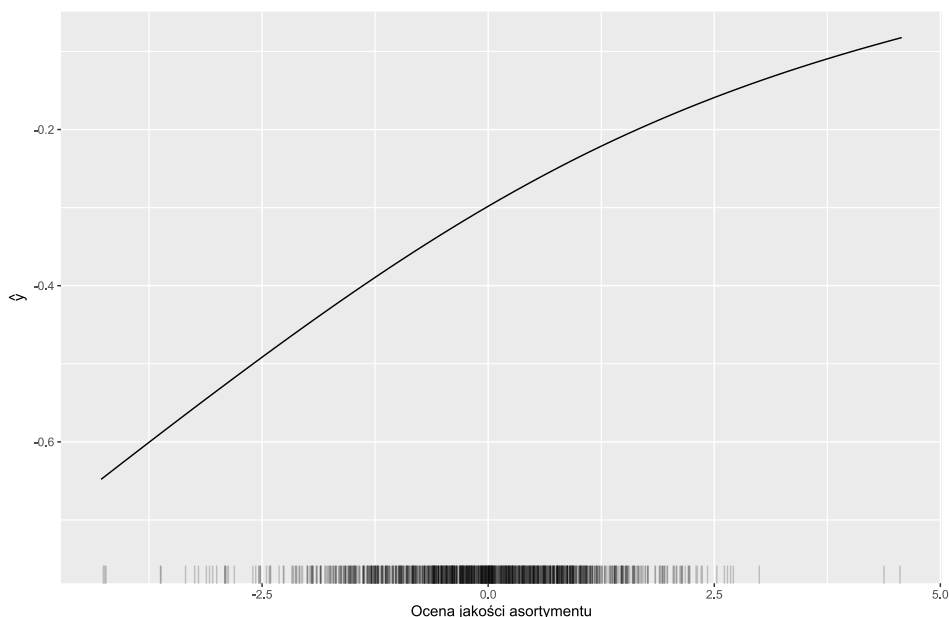
1. wyznaczona zostaje wartość minimalna zmiennej x_n , następnie zaś dla wszystkich przypadków w zbiorze danych rzeczywista wartość zmiennej x_n zastąpiona zostaje tą wartością minimalną, podczas gdy wartości innych zmiennych wejściowych pozostają bez zmian;
2. dla tak zmodyfikowanych danych, dla każdego przypadku zbioru obliczona zostaje wartość wyjściowa sieci; średnia wartości wyjściowych wszystkich przypadków przy danej wartości badanej zmiennej wejściowej x_n umieszczana jest na wykresie;
3. wybierana jest kolejna wartość zmiennej x_n , którą ponownie zastępowane są rzeczywiste wartości tej zmiennej we wszystkich przypadkach w zbiorze i powtarzany jest krok 2;
4. kroki 2 i 3 powtarzane są aż do wykorzystania wszystkich możliwych wartości zmiennej x_n obecnych w zbiorze danych, bądź określonej ilości wartości z przedziału między minimum a maksimum x_n .

Innymi słowy, wykres PDP ukazuje, jakie byłyby średnia wartość zmiennej wyjściowej sieci, jeśli w każdym przypadku ze zbioru danych wartość badanej zmiennej wejściowej byłaby na określonym poziomie – jaki byłby średni poziom satysfakcji klientów uwzględnionych w próbie, jeśli każdy z nich oceniałby daną zmienną na stałym, określonym poziomie. Równocześnie pokazuje także, jaka byłyby średnia zmiana wartości wyjściowej, przy określonej zmianie wartości badanej zmiennej. Przykład wykresu tego rodzaju, bazujący na rzeczywistych danych wykorzystywanych w omawianym badaniu umieszczony został poniżej (wykres 3.7.).

Na przedstawionym wykresie uwidoczniona została średnia zależność pomiędzy oceną poziomu jakości asortymentu dostępnego w centrum (oś odciętych), a poziomem zadowolenia klienta (oś rzędnych) – wartości tworzącej wykres funkcji to wartości średnie przewidywanego poziomu zadowolenia wśród wszystkich przypadków w badanym zbiorze, przy założeniu, że ocena jakości asortymentu równa jest odpowiedniej wartości z osi odciętych. Sam wykres obrazuje natomiast, w jaki sposób zmieniać się będzie średnia zadowolenia przy zmianie ocen jakości asortymentu od najniższej do najwyższej w zbiorze.

Kwestią wymagającą wyjaśnienia jest także sposób interpretacji wartości poprawy poziomu zadowolenia – sama zmiana z -0,63 do -0,07 niesie za sobą dość mało informacji, stąd też w dalszych analizach wartości te odnoszone będą do rozstępu zbioru wartości indeksu zadowolenia klienta, to jest różnicy między wartością maksymalną a minimalną tego zbioru, w prezentowanym przykładzie wynoszącą 5,00 – dzięki czemu możliwe stanie się stwierdzenie relacji między maksymalną poprawą wynikającą z danej zmiennej, a maksymalną możliwą poprawą

zadowolenia obserwowaną w próbie³⁶. W prezentowanym przykładzie relacja ta wynosi 0,112, co oznacza, iż rezultat poprawy oceny jakości asortymentu od wartości potencjalnie najgorszej, do wartości potencjalnie najlepszej odpowiada 11,2% maksymalnego wzrostu ogólnego poziomu zadowolenia, albo: może przełożyć się na poprawę ogólnego poziomu zadowolenia średnio o 11,2 punktu procentowego, gdzie minimalny poziom zadowolenia obserwowany w zbiorze danych to 0%, zaś maksymalny obserwowany w zbiorze – 100%.



Wykres 3.7. Przykład profilu PDP

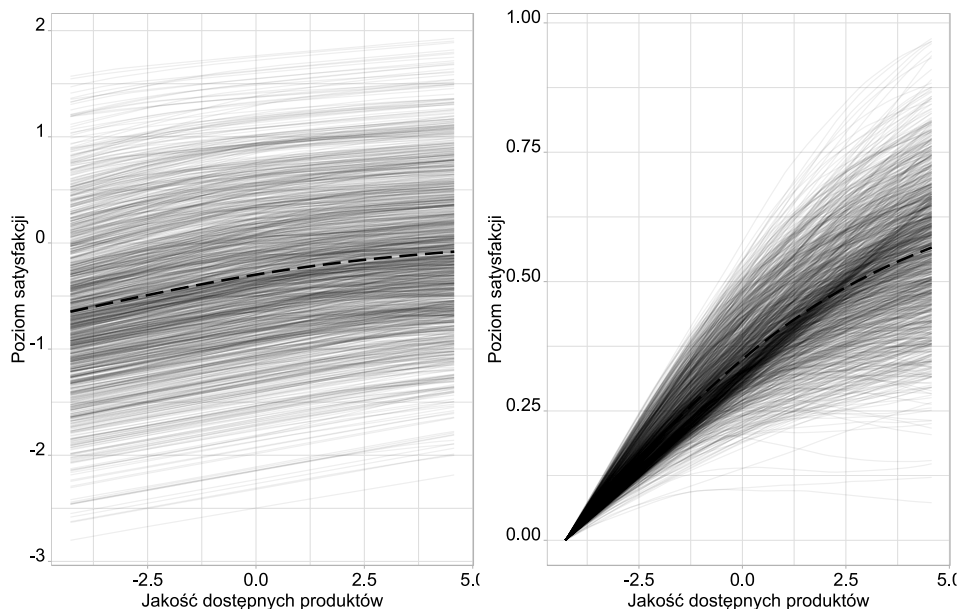
Źródło: opracowanie własne.

Profile PDP pomimo wielu zalet mają także szereg wad, do najważniejszych zaliczyć można (Molnar, 2018):

1. założenie o braku korelacji między zmiennymi – w procedurze tworzenia krzywych zmieniana jest tylko wartość badanej zmiennej, podczas gdy inne zmienne pozostają na pierwotnych poziomach, co w przypadku istnienia silnych korelacji może prowadzić do błędów, bądź nielogicznych wyników;
2. ukrycie heterogeniczności w reakcjach – wykresy PDP przedstawiają średnią wartość zmiennej wyjściowej sieci, co uniemożliwia odpowiedź na pytanie o to, czy istnieją w zbiorze danych grupy przypadków charakteryzujących się zbliżoną reakcją, oraz, jaka jest skala różnic w reakcji.

³⁶ Kryterium takie jest zasadne, gdy w próbie obserwowane są zarówno bardzo niskie, jak i bardzo wysokie poziomy zadowolenia, co w omawianym badaniu miało miejsce.

Sposobem na uniknięcie tego ostatniego problemu są wykresy ICE oraz c-ICE. Założenia ich przygotowania zbliżone są do procedury profili PDP, z zastrzeżeniem, iż nie jest obliczana wartość średnia zmiennej zależnej dla danej wartości zmiennej badanej, ale wykreślane są profile prognozowanej reakcji wszystkich badanych przypadków ze zbioru z osobna. Pełna procedura przedstawiona została przez Goldsteina (Goldstein i in., 2015), zaś przykładowe krzywe obliczone dla tej samej zmiennej i tego samego zbioru przypadków co prezentowana powyżej krzywa PDP przedstawione zostały na wykresie poniżej (wykres 3.8.).



Wykres 3.8. Wykres ICE (po lewej) i c-ICE (po prawej) – ocena jakości dostępnych produktów
Źródło. Opracowanie własne. Profil PDP wykreślony został linią przerywaną.

Na przedstawionym wykresie ICE każda linia reprezentuje zmianę prognozowanego przez sieć poziomu satysfakcji pojedynczego, konkretnego przypadku z próby wraz ze zmianą wartości badanej zmiennej (tutaj oceny jakości produktów), podczas gdy inne zmienne mają cały czas oryginalne wartości – innymi słowy ukazują, jak zmieniałby się poziom zadowolenia konkretnego respondenta z próby wraz ze wzrostem oceny danego czynnika. Odległość wykresu danego przypadku od osi odciętych zależy natomiast od poziomu satysfakcji warunkowanego innymi czynnikami³⁷. Takie ujęcie umożliwia ocenę ewentualnych grup

³⁷ Należy zauważyć, iż w momencie, gdy badana zmienna (w przykładzie – jakość dostępnych produktów) osiąga wartość minimalną, obserwowany poziom satysfakcji, czyli początek krzywej na wykresie ICE to poziom wynikający z działania innych zmiennych ujętych w modelu pomniejszony o ewentualny negatywny wpływ niskiego stanu badanej zmiennej.

o podobnej reakcji, tym samym zaś również oszacowanie tego, czy krzywa PDP obrazuje rzeczywisty trend, wspólny dla wszystkich przypadków, czy jest raczej wypadkową grup o różnym zachowaniu. Jak nietrudno zauważyć, krzywa PDP jest uśrednieniem wszystkich krzywych z wykresu ICE.

Ponieważ jednak klasyczny wykres ICE może być nieczytelny, zwłaszcza wraz ze wzrostem ilości przypadków, bądź niewielkimi między nimi różnicami, konieczne staje się poddanie analizie także wykresu c-ICE (*centered ICE*). Celem tego podejścia jest ułatwienie porównania kolejnych przypadków obrazowanych na wykresie, zaś polega ono na wycentrowaniu kolejnych krzywych poprzez odjęcie od wartości szacowanej przez sieć w kolejnych badanych punktach wartości osiągniętej przy najniższej wartości badanej zmiennej wejściowej – innymi słowy usunięcie z każdego wykresu części wartości przewidywanej pochodzącej od innych zmiennych. Dzięki temu wykres każdego przypadku zaczyna się w punkcie „0”, zaś przebieg krzywej obrazuje zmianę satysfakcji wraz ze wzrostem wartości badanej zmiennej względem poziomu początkowego, wspólnego teraz dla wszystkich przypadków. Wykres c-ICE jest bardzo wygodnym narzędziem umożliwiającym wykrywanie przypadków o zbliżonej reakcji na zmianę badanej zmiennej – będą one miały zbliżony przebieg krzywej, więc utworzą widoczne obszary zawierające wiele przebiegających obok siebie krzywych. Wykres c-ICE umożliwia więc szacowanie poziomu spójności reakcji na poprawę bądź pogorszenie oceny badanego czynnika.

Równocześnie, wykresy c-ICE sugerują istnienie interakcji badanej zmiennej wejściowej z innymi zmiennymi obecnymi w modelu (Goldstein i in., 2015; Molnar, 2018). W sytuacji w której badana zmienna nie wchodzi w takie interakcje, wszystkie krzywe na wykresie ICE miałyby identyczny kształt – ponieważ każdy przypadek reagowałby tak samo na jej poprawę, zaś krzywe te różniłyby się tylko położeniem na wykresie, to jest początkowym i końcowym poziomem zadowolenia, wynikającym z wartości innych zmiennych. Skutkowałoby to obserwowaniem na wykresie c-ICE wyłącznie jednej prostej lub krzywej. Niestety, ten rodzaj analizy nie jest w stanie wskazać, z którymi zmiennymi te interakcje zachodzą³⁸.

³⁸ Narzędziem umożliwiającym pogłębioną analizę obszarów interakcji zmiennych są krzywe d-ICE (*Derivative ICE*) obrazujące wartość pochodnej cząstkowej funkcji zmiennej wyjściowej względem badanej zmiennej wejściowej. Wykres przedstawiający te wartości, obliczone oddzielnie dla każdego przypadku ukazuje czy, a jeśli tak, to w przypadku których przedziałów wartości zmiennej wejściowej przypadki reagują zbliżonymi, a w przypadku których – różnymi zmianami wartości zmiennej wyjściowej, przy założeniu, iż różne reakcje przypadków na stałą zmianę badanej zmiennej wejściowej oznaczają, iż wchodzi ona w interakcje z innymi, obecnymi w modelu zmiennymi wejściowymi. Idea stosowania oraz procedura tworzenia krzywych d-ICE przedstawiona została przez Goldsteina (Goldstein, Kapelner, Bleich i Pitkin, 2015), autorzy opracowali także jej praktyczną implementację w środowisku R (Goldstein, Kapelner i Bleich, 2017).

Także w przypadku wykresów ICE i c-ICE pojawia się kwestia interpretacji obserwowanych wartości. Wykres ICE wskazuje, w oparciu o przewidywania sieci neuronowej:

1. poziomy zadowolenia wszystkich przypadków przy minimalnym poziomie badanej zmiennej wejściowej,
2. poziomy zadowolenia wszystkich przypadków przy maksymalnym poziomie zmiennej wejściowej.

W związku z tym konieczne staje się obliczenie dla obu stanów zmiennej minimalnego, średniego i maksymalnego poziomu zadowolenia, jak również, w celu zapewnienia interpretowalności, odniesienie ich do obserwowanego w próbie zbioru wartości satysfakcji. Wartości te, obliczone dla danych z prezentowanego przykładu, przedstawione zostały w tabeli (tabela 9).

Tabela 9. Wartości analizy ICE/c-ICE dla zmiennej wyrażającej ocenę jakości asortymentu

Minimalna ocena jakości produktów – poziomy zadowolenia:			Maksymalna ocena jakości produktów – poziomy zadowolenia:			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny jakości od minimalnej do maksymalnej:		
min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
-2,80	-0,65	1,57	-2,19	-0,08	1,93	0,07	0,57	0,97
2,4%	45,40%	89,72%	14,67%	56,70%	96,85%	1,45%	11,31%	19,39%

Źródło: opracowanie własne.

W omawianym przypadku poziom zadowolenia przy minimalnej ocenie badanej zmiennej – jakości asortymentu, wahał się od -2,80 do 1,57, z wartością średnią -0,65. Biorąc pod uwagę, iż minimalne zadowolenie w tym zbiorze danych wynosiło -2,92, zaś dystans między wartością minimalną a maksymalną zadowolenia wyniósł 5,0, można zauważyć, iż -2,80 to 2,4%³⁹ maksymalnego, obserwowanego w zbiorze poziomu zadowolenia. Analogicznie ocenić można wartości poziomu zadowolenia przy maksymalnej ocenie jakości asortymentu.

Rozpatrując wykres centrowany, który pokazuje wyłącznie poprawę (albo pogorszenie) wartości zmiennej przewidywanej przez sieć przy zmianie badanej zmiennej wejściowej od jej minimum, do maksimum, ocenie poddać można trzy parametry: najmniej korzystną reakcję, najbardziej korzystną reakcję oraz spójność reakcji⁴⁰, to jest różnicę między dwiema powyższymi. Podobnie, jak uprzednio, także w tym przypadku wartości te, w celu lepszej interpretowalności mogą zostać odniesione do rozstępu zbioru obserwowanych wartości poziomu satysfakcji klienta. W omawianym przykładzie średnia poprawa poziomu zadowolenia

³⁹ Różnica między badaną wartością (-2,80) a wartością minimalną (-2,92) wynosi 0,12, co stanowi 2,4% rozstępu zbioru obserwowanych w próbie poziomów zadowolenia.

⁴⁰ Odpowiada ona wskaźnikowi PI (*Potential Influence*) proponowanemu Fishera (Fischer, 2015).

przy wzroście oceny jakości asortymentu od wartości minimalnej do maksymalnej wynosi 0,57 – jest to 11,31% dystansu między minimalnym a maksymalnym poziomem zadowolenia obserwowanym w zbiorze danych.

Na koniec warto zaznaczyć, iż minimalne i maksymalne poziomy zadowolenia w zbiorze przypadków nie są maksymalnymi i minimalnymi poziomami możliwymi do osiągnięcia w kwestionariuszu. Wynika to z faktu, iż wartości te są efektami zastosowania analizy składowych głównych na wartościach kilku zmiennych poddawanych pomiarowi.

3.4.2. Klasyfikacja przypadków według reakcji na zmienne wejściowe

Model bazujący na sztucznej sieci neuronowej umożliwia szacowanie odpowiedzi sieci, w tym przypadku poziomu zadowolenia, dla pojedynczych przypadków, a tym samym identyfikację przypadków o zbliżonych bądź zróżnicowanych reakcjach zmiennej wyjściowej na zmianę zmiennych wejściowych modelu. Przekłada się to na pytanie o możliwość zidentyfikowania grup respondentów o spójnej i innej niż w innych grupach reakcji na kolejne, oceniane zmienne – tym samym zaś o spójnej i unikalnej reakcji na działania z obszaru marketingu podejmowane przez przedsiębiorstwo.

W celu weryfikacji istnienia takich grup oraz ich ewentualnego wyodrębnienia zastosowano analizę skupień, przeprowadzoną oddzielnie w trzech grupach zmiennych, które dotyczyły:

1. reakcji przypadków na zmianę postrzegania oferty – uwzględnione zmienne to: ocena oferty podstawowej, ocena oferty rozrywkowej, ocena jakości asortymentu oraz ocena usług dodatkowych;
2. reakcji przypadków na zmianę postrzeganego poziomu atrakcyjności cen – w tym przypadku uwzględniono atrakcyjność cen produktów osobistych, cen prasy i książek, artykułów elektronicznych i AGD, wyposażenia wnętrz oraz usług rozrywkowych;
3. reakcji przypadków na komunikację marketingową oraz zmiany wizerunku – w obrębie których uwzględniona została ocena atrakcyjności podmiotu, jego prestiżu, atrakcyjności komunikacji marketingowej oraz jej racjonalnych aspektów.

Sama procedura klasyfikacji przebiegała następująco (przykładowe wartości otrzymywane w kolejnych krokach dla zmiennej wyrażającej ocenę asortymentu podstawowego przedstawione zostały w tabeli poniżej [tabela 10]):

1. dla każdej zmiennej w grupie wyznaczono jej minimum oraz maksimum, zaś odległość między tymi wartościami podzielono na sześć równych odcinków (pozycje [1] i [2]);
2. dla każdego przypadku w próbie, przy wykorzystaniu sieci neuronowej zdiagnozowano poziomy zadowolenia w sytuacji w której zmienne z badanej grupy przyjmują wartości zdefiniowane w punkcie 1, zaś pozostałe zmienne przyjmują wartości oryginalne, to jest pozyskane w badaniu; dzięki temu

otrzymano dla każdej zmiennej siedem wartości poziomu zadowolenia – pierwszą, gdy zmienna ta przyjmuje minimum, a pozostałe są na oryginalnych poziomach, drugą, gdy zmienna ta przyjmuje wartość minimum powiększoną o $1/6$ dystansu między minimum a maksimum, trzecią – gdy przyjmuje wartość równą minimum powiększone o $2/6$ tego dystansu i tak dalej (pozycja [3] w tabeli);

3. dla każdego przypadku i osobno dla każdej zmiennej obliczono zmianę zadowolenia przy wzroście zmiennej do kolejnej wartości – w ten sposób dla każdej zmiennej z grupy otrzymano wektor sześciu wartości – pierwsza reprezentowała zmianę zadowolenia przy wzroście wartości zmiennej od minimum do minimum plus $1/6$ dystansu między minimum a maksimum, drugą, przy wzroście wartości danej zmiennej od minimum plus $1/6$ wspomnianego dystansu do minimum plus jego $2/6$ itd. (pozycja [4] w tabeli);
4. w ten sposób dla każdego przypadku otrzymano ciąg wartości obrazujący zmianę zadowolenia przy wzroście każdej zmiennej z grupy, rozpatrywanej osobno. Wartości te mogły być dodatnie – co reprezentowało poprawę zadowolenia, lub ujemne – co reprezentowało jego spadek; wartość równa wartości poprzedniej sygnalizowała wzrost o tę samą wartość, to jest liniowy, wartość mniejsza – spadek jego dynamiki, a zatem wzrost logarytmiczny, większa – wzrost dynamiki, a zatem wzrost wykładniczy lub potęgowy; analiza skupień przeprowadzona została na wartościach zmiany zadowolenia przy poprawie ujętych w grupie zmiennych – dzięki czemu wyodrębniono przypadki o podobnych reakcjach;

Po uzyskaniu wartości zmian poziomu satysfakcji przetestowane zostały różne możliwe metody analizy skupień: metoda k-średnich bazująca na odległości euklidesowej, metoda bazująca na algorytmie EM, oraz metody bazująca na gęstości punktów: DBSCAN (Ester, Kriegel, Sander, i Xu, 1996) oraz OPTICS (Ankerst, Breunig, Kriegel i Sander, 1999). Docelowo wybrana została metoda najbardziej podstawowa, to jest metoda k-średnich, ponieważ jej zastosowanie skutkowało uzyskaniem skupień czytelnych oraz bardzo łatwych w interpretacji.

5. ustalona została ilość skupień – przy wykorzystaniu analizy dendrogramów (metoda Warda, odległość euklidesowa) oraz pakietu NbClust (Charrad, Ghazzali, Boiteau, Niknafs i Charrad, 2014) wskazującego optymalną liczbę grup w oparciu o 30 różnych wskaźników i metod, w tym indeksu *silhouette*, indeksu C Huberta-Levina, indeksu Krzanowski-Lai, czy Calińskiego-Harabasa [zob. także (Charrad, Lechevallier, Ahmed i Saporta, 2010)].
6. każde wyodrębnione skupienie poddane zostało profilowaniu – dla każdego z nich obliczone zostały wartości średnie zmiennych charakteryzujących jednostki w nim zgromadzone z punktu widzenia wybranych cech demograficznych, początkowego poziomu zadowolenia – to jest poziomu zadowolenia wynikającego z innych, obecnych w modelu czynników oraz wybranych postaw i celów realizowanych w trakcie odwiedzin w centrum.

Tabela 10. Przykładowe wartości reakcji zadowolenia pozyskane na potrzeby analizy skupień

[1]		Min.*	Min + d/6**	Min + 2d/6	Min + 3d/6	Min + 4d/6	Min + 5d/6	Maks. ***
Wartość badanej zm. [2]		-3,76	-2,70	-1,64	-0,58	0,48	1,54	2,60
Poziom satysfakcji [3]	Przypadek 1	0,159	0,303	0,406	0,518	0,636	0,766	0,751
	Przypadek 2	-1,055	-0,946	-0,835	-0,714	-0,584	-0,442	-0,280
	Przypadek 3	-0,796	-0,662	-0,525	-0,388	-0,251	-0,131	-0,015
.....								
Zmiana poziomu satysfakcji [4]	Przypadek 1		0,143	0,103	0,111	0,118	0,129	-0,014
	Przypadek 2		0,108	0,111	0,120	0,129	0,142	0,161
	Przypadek 3		0,134	0,136	0,137	0,137	0,119	0,115
.....								

Źródło: opracowanie własne.

* wartość minimalna zmiennej

** d oznacza różnicę między maksymalną a minimalną

*** wartość maksymalna zmiennej

Ilość poziomów wartości każdej zmiennej w danej grupie ustalona została na 7 subiektywnie – wartość ta wydaje się być akceptowalnym kompromisem między rozdzielczością pomiaru a nadmierną wymiarowością danych. Nie ulega wątpliwości, iż zastosowanie większej ilości wartości badanej zmiennej, a tym samym większej ilości przedziałów w których obserwowana jest zmienność mogłoby przełożyć się na dokładniejsze oszacowanie mechanizmu i zakresu zmian badanej zmiennej wyjściowej. Z drugiej strony przyjęcie większej ilości przedziałów przekłada się na wzrost ilości zmiennych wykorzystywanych w analizie skupień, co prowadzić może do dyskutowanych wcześniej problemów wynikających z nadmiernej wymiarowości danych. Z tych samych przyczyn w klasyfikacji uwzględniano tylko wybrane zmienne z danego obszaru, nie przygotowano także klasyfikacji uwzględniającej reakcje na wszystkie zmienne ze zdefiniowanych uprzednio obszarów rozpatrywane łącznie.

Z uwagi na obszerność materiału badawczego pozyskiwanego przy wykorzystaniu powyższej procedury, analiza skupień przeprowadzona została dla najbardziej aktualnego zbioru danych – próby z roku 2016.

3.4.3. Efekty synergetyczne między zmiennymi

Ostatnią płaszczyzną analizy opracowanych modeli procesu powstawania satysfakcji klienta stała się ocena istnienia ewentualnych efektów synergetycznych między zmiennymi. Efekt taki na potrzeby prowadzonej analizy można zdefinio-

wać jako zjawisko, w których przewidywana przez model zmiana poziomu zadowolenia wynikająca z zachodzącej łącznie zmiany ocen dwóch czynników jest większa, niż suma zmian zachodzących przy modyfikacji każdego czynnika z osobna. Efekty tego rodzaju mają miejsce, gdy wpływ jednej zmiennej zależy także od wartości innej bądź innych zmiennych (Molnar, 2018).

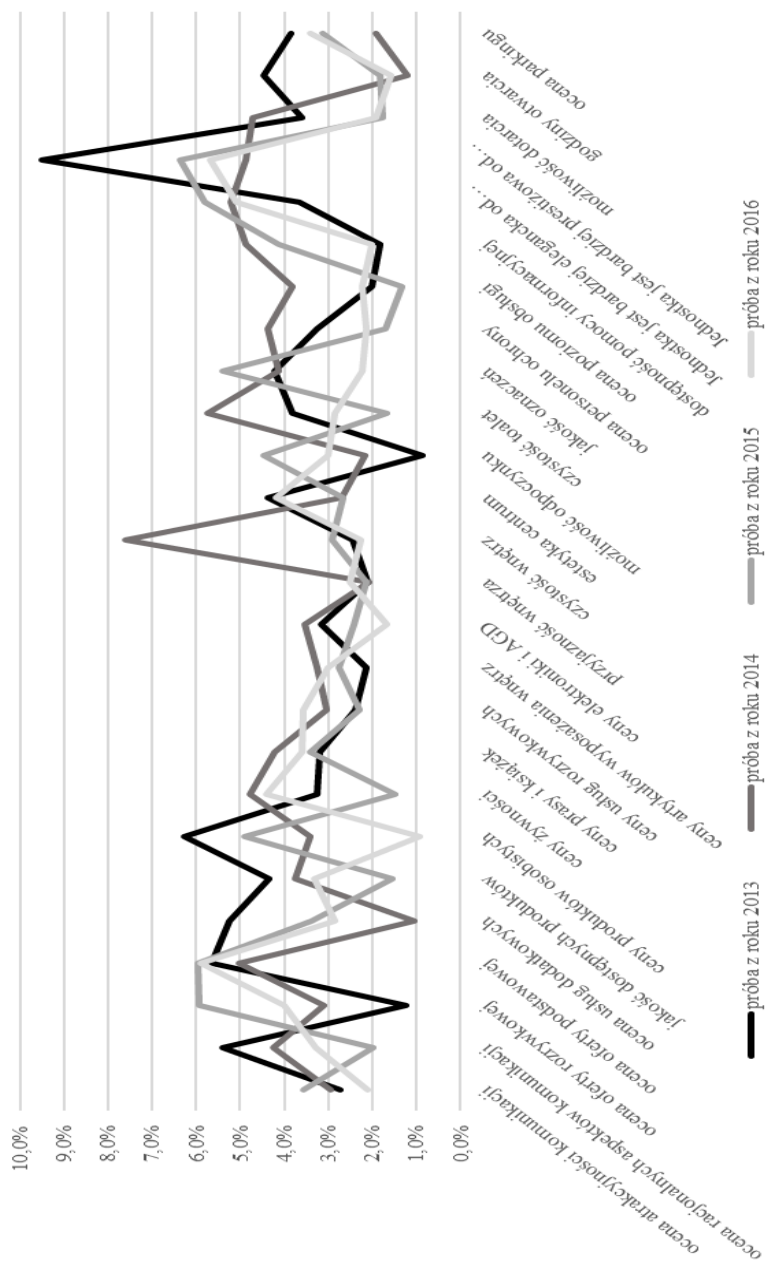
Do oceny istnienia tego rodzaju efektów wykorzystany został indeks H (Friedman i Popescu, 2008). Indeks ten wyraża odsetek wariancji zmiennej wyjściowej wyjaśnianej przez interakcje badanej zmiennej wejściowej z innymi zmiennymi wejściowymi, przyjmując wartości od „0” (brak interakcji) do „1” (cała zmienność wyjaśniana jest przez interakcję między zmiennymi). Może być on zastosowany do:

1. łącznej oceny interakcji między daną zmienną i wszystkimi pozostałymi zmiennymi,
2. oceny skali interakcji między parami zmiennych (formalnie możliwa jest ocena także większej ilości zmiennych równocześnie).

Niestety, wstępna ocena wartości tego indeksu, obliczonych dla kolejnych, uwzględnionych zmiennych ukazała, iż interakcje te są na bardzo niskim poziomie, do tego obserwowane są w podobnej skali przy wszystkich badanych czynnikach, co być może wiąże się z samą konstrukcją sieci, w której wszystkie zmienne wejściowe połączone są z każdym z neuronów pierwszej warstwy ukrytej. Wartości indeksu dla modelu w próbie z roku 2016 zostały zwizualizowane na wykresie (wykres 3.9.), zaś szczegółowe wyniki, uwzględniające wszystkie badane okresy, przedstawione zostały w załączniku (tabela 25).

Oceniając uzyskane wartości, po pierwsze należy zauważyć, iż najsilniejszy zakres efektów synergetycznych zauważyć można w zasadzie w każdym z badanych okresów w obu zmiennych dotyczących oceny wizerunku podmiotu, w szczególności jego prestiżu – wartość indeksu zawiera się w jej przypadku w przedziale między 4,9% a 9,5%, zaś średnio we wszystkich badanych okresach interakcje między tą zmienną a pozostałymi zmiennymi w modelu wyjaśniają 6,6% wariancji zmiennej wyjściowej, to jest poziomu satysfakcji klienta. Drugą zmienną w przypadku której zaobserwowano względnie wysoki i powtarzalny w kolejnych badanych okresach zakres interakcji jest ocena oferty podstawowej. W jej przypadku wartość indeksu H wynosi między 5% a 6%, zaś wartość średnia dla wszystkich okresów sięga 5,6%. W przypadku pozostałych zmiennych wartości indeksu są niższe, ponadto dość mocno zróżnicowane między kolejnymi badanymi okresami. Wyjątkiem wydają się być niektóre zmienne dotyczące oceny poziomu cen, oraz ocena przyjazności wnętrza, w przypadku których skala interakcji jest bardzo zbliżona w kolejnych analizowanych okresach.

Średnia wartość wariancji zmiennej wyjściowej, wyjaśnianej przez interakcje zmiennych wejściowych wyniosła w próbie z roku 2013 3,65%, w próbie z roku 2014 – 3,76%, w próbie z roku 2015 – 3,26%, zaś w próbie z roku 2016 – 3,07%. W uwagi na bardzo niski zakres obserwowanych efektów synergetycznych ich dalsza analiza została pominięta.



Wykres 3.9. Wartość indeksu H kolejnych zmiennych uwzględnionych w modelu
Źródło: opracowanie własne.

Rozdział 4

Czynniki warunkujące poziom satysfakcji klienta w perspektywie nieliniowej

Uzyskane w drodze przedstawionej wcześniej procedury sztuczne sieci neuronowe stały się narzędziem umożliwiającym przeprowadzenie analizy mechanizmów powstawania satysfakcji klienta podmiotu handlowego z punktu widzenia możliwego wpływu i znaczenia poszczególnych czynników, jak również umożliwiły wnioskowanie odnośnie możliwych reakcji klientów na działania marketingowe i organizacyjne przedsiębiorstwa. Niestety, z racji niezwyklej obszerności pozyskanego materiału badawczego, poddane dyskusji zostaną tylko te zmienne i obszary, które wykazały większy, bądź mniej spodziewany charakter wpływu na wynikowy poziom satysfakcji klienta.

W myśl przyjętych uprzednio założeń, analiza znaczenia kolejnych zmiennych wejściowych w kształtowaniu poziomu satysfakcji przeprowadzona została przy wykorzystaniu profili ICE oraz c-ICE oraz reprezentującej wartość średnią poziomu zadowolenia krzywej PDP. Dodatkowo, dla każdej zmiennej i każdego zbioru danych obliczone zostały:

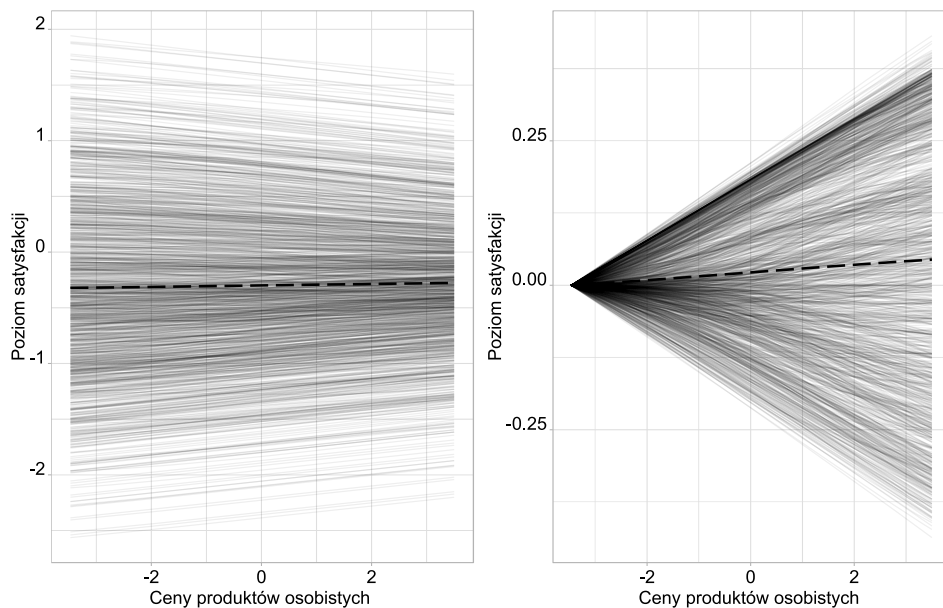
1. minimalnie, średnie i maksymalne wartości poziomu zadowolenia obserwowane w zbiorze danych w przypadku gdy badana zmienna przyjmuje wartość minimalną oraz wartość maksymalną,
2. minimalną, średnią i maksymalną różnicę między poziomem zadowolenia obserwowanym dla danego przypadku w sytuacji kiedy badana zmienna ma wartość najniższą oraz najwyższą.

Oba zestawy danych, wyrażone w wartościach obliczonych przez sieć, oraz w wartościach względnych, wyrażonych stosunkiem do rozpiętości całego zbioru obserwowanych w próbie poziomów satysfakcji zestawione zostały w załączniku (tabela 17, tabela 18).

4.1. Postrzeganie cen

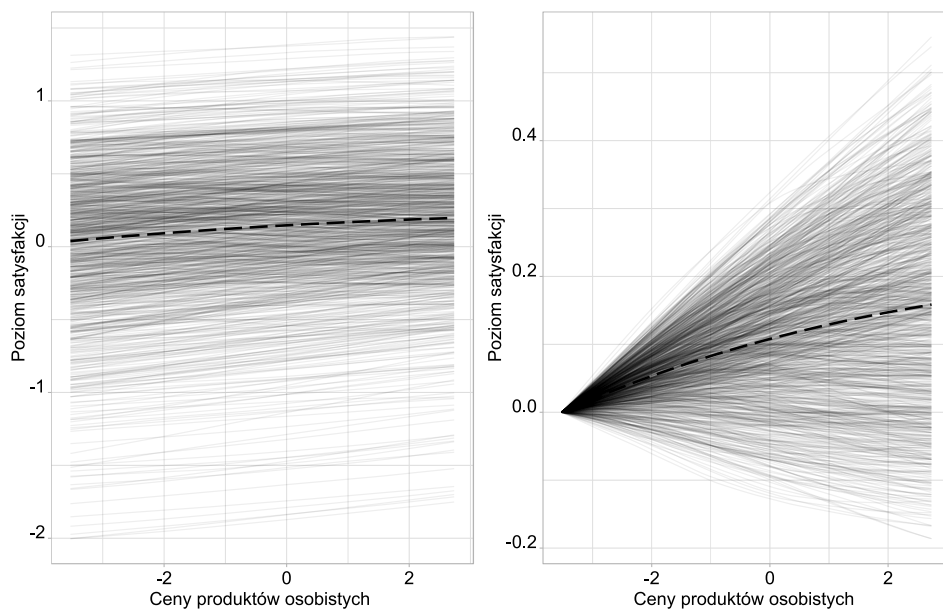
Pierwszym obszarem analizy czynników potencjalnie kształtujących satysfakcję klienta podmiotu handlowego stało się postrzeganie przez klienta poziomu cen kolejnych elementów oferty centrum handlowego, w tym cen produktów osobistych, usług rozrywkowych, elektroniki i AGD, prasy i książek, artykułów wyposażenia wnętrz oraz cen żywności.

Produkty osobiste są bez wątpienia podstawowym aspektem oferty każdego centrum handlowego, w tym również badanych podmiotów, stąd też od nich należy rozpocząć omawianie reakcji klientów na ceny – profile ICE i c-ICE wygenerowane dla tego obszaru, dla każdego z badanych okresów przedstawione zostały na kolejnych wykresach (wykres 4.1., wykres 4.2., wykres 4.3., wykres 4.4.).



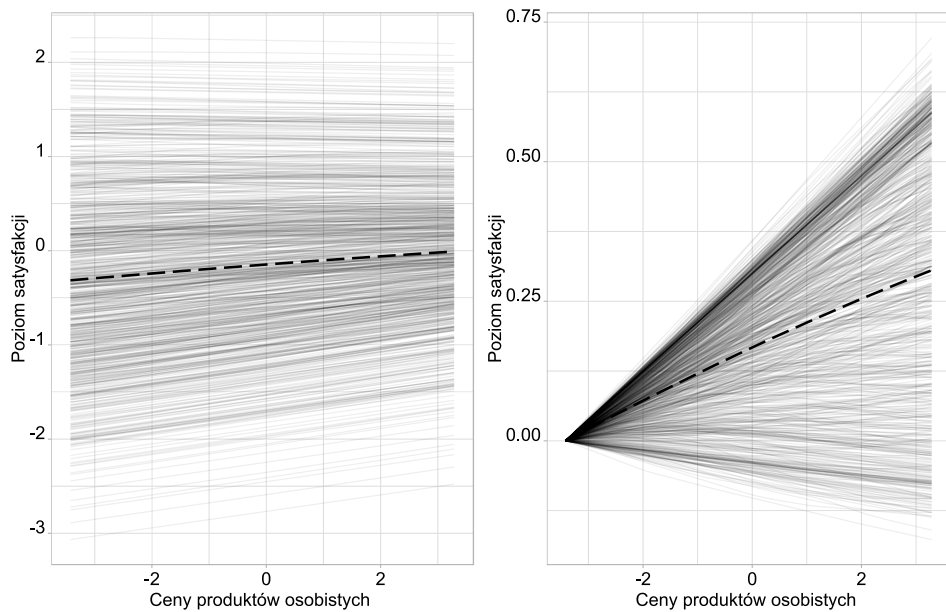
Wykres 4.1. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2013

Źródło: opracowanie własne. Linia przerywaną wykreślona została krzywa PDP wyrażająca średnią reakcję wszystkich przypadków.

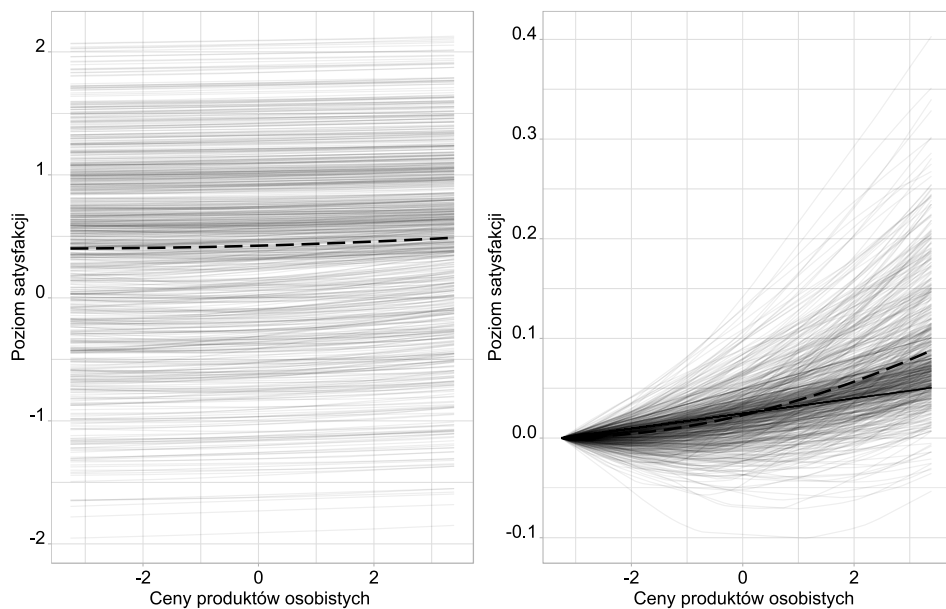


Wykres 4.2. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.3. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2015
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.4. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2016
Źródło: opracowanie własne.

Analiza pozyskanych wyników wskazuje na dość interesujące działanie cen produktów osobistych, które wychodzi poza ujęcia typowe dla klasycznych modeli satysfakcji. Można bowiem zauważyć po pierwsze, iż działanie tego czynnika jest dość zróżnicowane wśród kolejnych przypadków w próbie, co wyraża się przede wszystkim szerokim rozproszeniem profili na wykresach c-ICE, po drugie zaś – iż część reakcji ma charakter negatywny, wzrost oceny atrakcyjności cen prowadzi do pogorszenia poziomu zadowolenia. Wysoka różnica między najkorzystniejszą, a najgorszą reakcją na poprawę oceny atrakcyjności badanych cen od wartości najniższej do najwyższej ma miejsce w przypadku lat 2015 i 2013 (0,90 i 0,87), jest nieco mniejsza w próbie z roku 2014 (0,74), najmniejsza w próbie z roku 2016 (0,46) – odpowiada to odpowiednio 17,4%, 14,3%, 17,7% oraz 9,13% rozpiętości zbioru obserwowanych w próbie poziomów zadowolenia. Prowadzi to do postawienia hipotezy o braku jednoznacznego postrzegania poziomu cen produktów osobistych w perspektywie tworzenia zadowolenia klienta.

Konsekwencją zarówno dużego zróżnicowania reakcji, jak również istnienia reakcji pozytywnych i negatywnych jest przebieg uśredniającej reakcje przypadków krzywej PDP, która sugeruje niewielką, ale pozytywną reakcję konsumentów na poprawę oceny cen produktów osobistych. Reakcja ta jest niemal zerowa w roku 2013 (zmiana postrzegania cen produktów osobistych od najgorszego do najlepszego powoduje średni wzrost zadowolenia o 0,04, czyli o niecały 1%), w kolejnych latach rośnie do 0,16 i 0,31 (3,08% i 6,01%), aby w roku 2016 spaść do wartości 0,09 (1,8%). Można zatem wysnuć wniosek, iż ceny produktów osobistych w perspektywie ogólnej w niewielki stopniu przekładają się na zadowolenie bądź niezadowolenie klienta odwiedzającego centrum – wiąże się to być może z faktem, iż klient wybierając konkretne centrum ma świadomość jakie sklepy się w nim znajdują i jakiego poziomu cen należy w nich oczekiwać, zaś samą ocenę cen wiąże raczej z zadowoleniem z konkretnych, nabywanych marek, a nie z centrum jako takim. Krzywa PDP w trzech z czterech przypadków nie ma przebiegu liniowego.

Równocześnie warto zauważyć niezwykle interesujące zjawisko polegające na różnym charakterze reakcji w zależności od ogólnego poziomu zadowolenia, można bowiem wskazać, iż:

1. przypadki w których poziom zadowolenia jest powyżej średniej (w tym przypadku powyżej wartości „o”), z wyjątkiem modelu dla próby z roku 2014, nie reagują na poprawę oceny zmiennej, bądź reagują na tą poprawę spadkiem zadowolenia – co może prowadzić do wniosku, iż dostępność tańszych marek powoduje ogólne pogorszenie oceny podmiotu wśród osób które już doceniają go także za inne aspekty funkcjonowania;
2. przypadki, w których poziom zadowolenia był poniżej wartości średniej reagują poprawą zadowolenia na poprawę oceny danego obszaru cen.

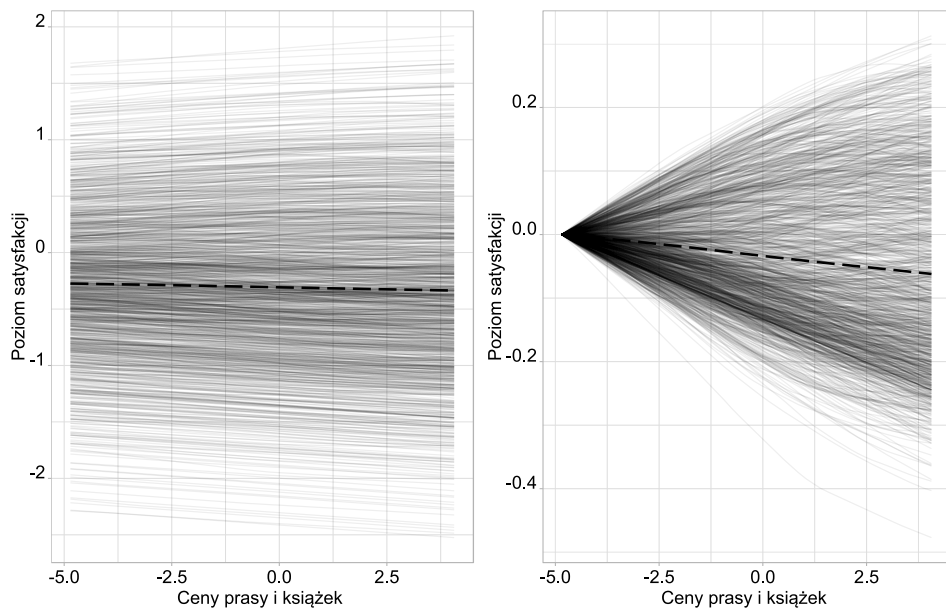
Na przedstawionych wykresach zaobserwować można także pewne grupy przypadków o spójnej reakcji na zmianę rozważanej zmiennej. W próbach z lat 2013 i 2015 występują grupy konsumentów spójnie i silnie reagujące wzrostem

zadowolenia w przypadku poprawy postrzegania badanego obszaru. W próbie z roku 2016 wyróżnić można natomiast spójną grupę o niewielkiej, pozytywnej reakcji na tą poprawę. Ocena przypadków we wszystkich czterech analizowanych okresach wskazuje natomiast, iż istnieją co najmniej cztery formy reakcji na poprawę oceny atrakcyjności cen produktów osobistych:

1. liniowy wzrost zadowolenia wraz z poprawą tej oceny, co reprezentuje postrzeganie jej jako czynnika podnoszącego atrakcyjność podmiotu;
2. liniowy spadek zadowolenia wraz z poprawą oceny atrakcyjności cen tej grupy asortymentu, przy czym w kolejnych badanych latach zakres negatywnych reakcji jest coraz mniejszy – od maksymalnie -0,44 w roku 2013 do -0,08 w roku 2016; reakcja taka najprawdopodobniej wyraża postrzeganie niskich cen jako dowodu niskiej jakości produktów;
3. wzrost zadowolenia do momentu uzyskania przez badaną zmienną oceny przeciętnej (wartość „0”), potem stabilizacja tego poziomu bądź jego nieznaczny spadek; reakcja taka wyraża oczekiwanie, iż atrakcyjność cen ma wpisywać się w pewien rynkowy standard, zaś jego przekroczenie nie jest preferowane, bo ponownie może oznaczać pogorszenie jakości;
4. potęgowy lub wykładniczy wzrost zadowolenia wraz z poprawą oceny atrakcyjności cen produktów osobistych (obserwowany głównie w zbiorze z roku 2016), co ponownie reprezentuje postrzeganie atrakcyjności cen jako czynnika atrakcyjności podmiotu, ale, w przeciwieństwie do wzrostu liniowego, może dotyczyć grup klientów bardziej zorientowanych na cenę.

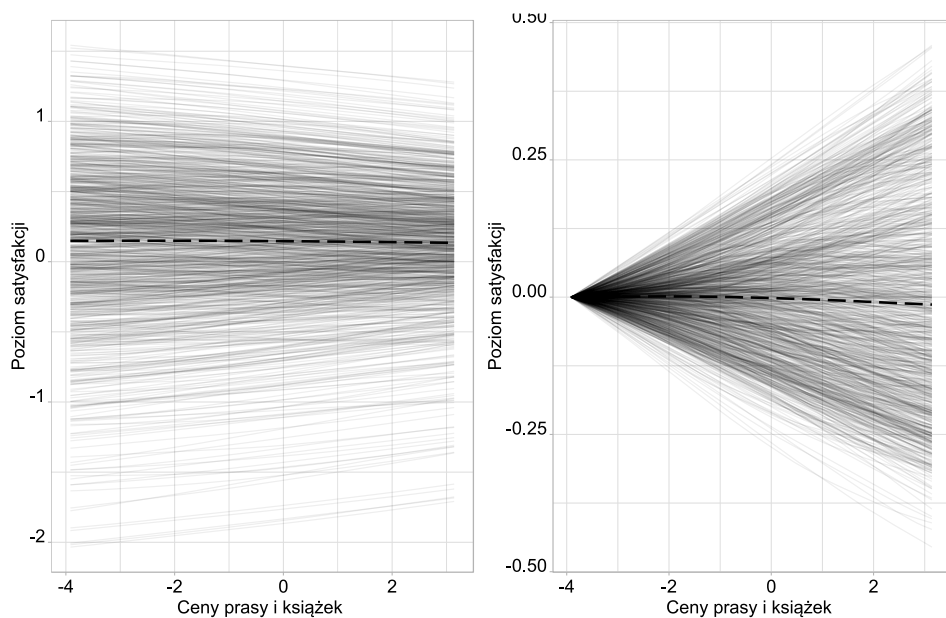
Kolejnym analizowanym obszarem postrzegania atrakcyjności cen stały się ceny prasy oraz książek (wykres 4.5. – wykres 4.8.). Co do zasady wydają się one mieć efekt zbliżony do efektu obserwowanego przy cenach produktów osobistych, przy czym w przeciwieństwie do poprzednio omówionego obszaru, zakres wpływu pozostaje stabilny w kolejnych analizowanych próbach. Podobnie jak miało to miejsce w poprzednim przypadku, również ta zmienna ma nie do końca silny, ale niezwykle zróżnicowany wpływ na finalny poziom zadowolenia klienta. Także tutaj mówić można zarówno o wzroście, jak i o spadku zadowolenia wraz ze wzrostem oceny badanej zmiennej, zaś różnica między najlepszą, a najbardziej negatywną reakcją na jej poprawę jest porównywalna w badanych okresach i zawiera się w przedziale od 0,68 do 0,91, co odpowiada wartościom od 13,5 do 18% rozstępu zbioru obserwowanych wartości zadowolenia.

Krzywe PDP, wyrażająca średnią reakcję na wzrost atrakcyjności cen prasy i książek wskazują, iż o ile reakcja ta jest bardzo niewielka (od -0,06 do 0,08, co reprezentuje zmianę od -1,2% do 1,7%), ma ona w tym przypadku zwykle, bo z wyjątkiem 2016 roku, negatywny charakter – to jest wraz z poprawą oceny zmiennej nieznacznie spada satysfakcja. Być może sytuację tą ponownie uzasadnia fakt, iż atrakcyjne ceny sugerują konsumentom produkty gorszej klasy. Równocześnie, brak większego wpływu danej zmiennej może wiązać się z faktem, iż produkty te nie stanowią podstawowego elementu oferty, są względnie tanie oraz dość rzadko nabywane.



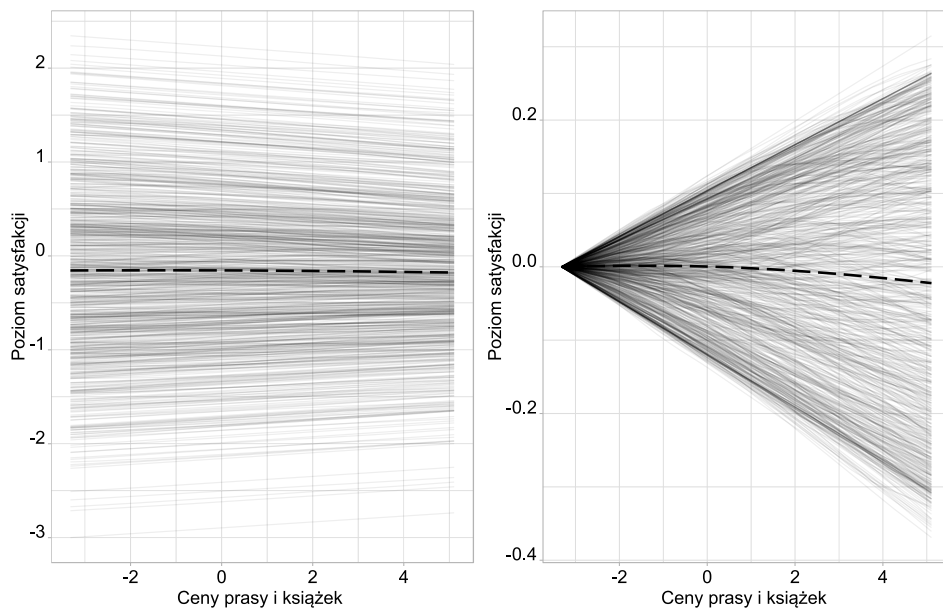
Wykres 4.5. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2013

Źródło: opracowanie własne.

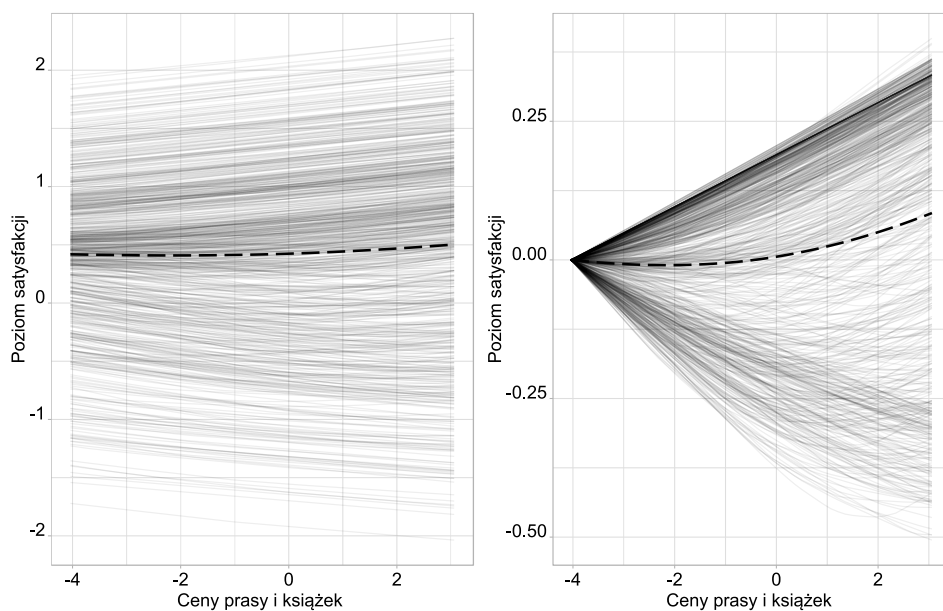


Wykres 4.6. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.7. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2015
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.8. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2016
Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak uprzednio, także w przypadku oceny atrakcyjności cen prasy i książek można zauważyć, iż ogólny poziom satysfakcji wydaje się dzielić przypadki na dwie kategorie reakcji: przypadki o ponadprzeciętnym (to jest większym niż „0”) poziomie satysfakcji reagują na wzrost oceny zmiennej w sposób spójny i przeciwny do reakcji przypadków o poziomie mniejszym niż średnia. Niestety, kierunki tej reakcji są w kolejnych latach różne, w związku z tym trudno jest je jednoznacznie zinterpretować. Można jednak zauważyć, iż w próbie z roku 2013 konsumenci o ponadprzeciętnym poziomie zadowolenia reagowali na poprawę oceny postrzeganej atrakcyjności tego obszaru poprawą satysfakcji, podczas gdy klienci o zadowoleniu niższym od przeciętnego – jej spadkiem. Zjawisko to zmienia kierunek w latach 2014 i 2015, zaś powraca do stanu wyjściowego w badaniu z roku 2016.

Analiza opracowanych wykresów prowadzi także do wskazania dwóch obszarów homogeniczności reakcji: w próbie z roku 2013 istnieje spora grupa przypadków o zbliżonej, negatywnej reakcji, podczas gdy w próbie z roku 2016 istnieje dość wyraźna polaryzacja przypadków na obszerną grupę reagującą pozytywnie oraz niewielką grupę reagującą negatywnie, z małą ilością przypadków o reakcji pośredniej. Można zatem doszukać się tutaj pewnej ewolucji stosunku do postrzegania cen produktów z rozważanego obszaru – wraz z upływem czasu rośnie ilość jednostek reagujących pozytywnie, maleje także ilość przypadków zróżnicowanych reakcji. Prawdopodobnie może wiązać się to z mającym miejsce w rzeczywistości pojawianiem się na rynku nowych podmiotów, tym samym z wzrastającą możliwością wyboru podmiotu o preferowanym stosunku poziomu cen do jakości oferty, a równocześnie z uczeniem się klienta, który z czasem zaczyna coraz lepiej dostrzegać stopień zależności między ceną, a jakością, tym samym uwzględniając go w swojej finalnej ocenie podmiotu.

Na koniec należy zauważyć, iż podobnie jak miało to miejsce przy poprzedniej omawianej zmiennej, także tutaj wyodrębnić można przypadki o reakcji liniowej (pozytywnej lub negatywnej), przypadki wykazujące spadek po początkowym wzroście (obserwowany zwykle po przekroczeniu średniej oceny badanej zmiennej) oraz, głównie w zbiorze danych z roku 2016, przypadki o reakcji początkowo negatywnej, później zaś charakteryzujące się wzrostem zadowolenia wraz ze wzrostem oceny atrakcyjności cen badanego asortymentu.

Następnym poddanym ocenie obszarem postrzegania cen stała się atrakcyjność cen artykułów wyposażenia wnętrz (wykres 4.9. – wykres 4.12.).

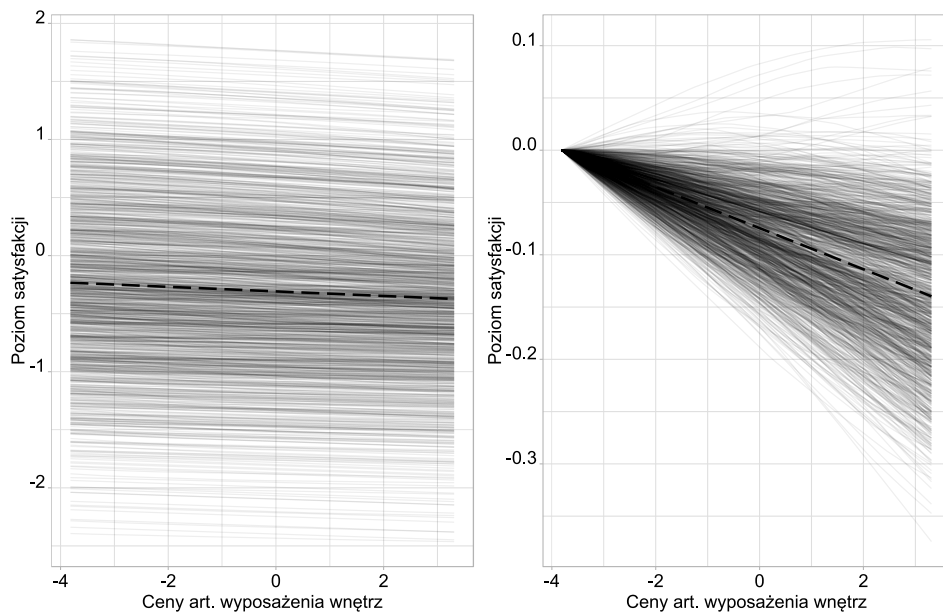
Reakcja przypadków na poprawę oceny atrakcyjności cen artykułów wyposażenia wnętrz także wykazuje się pewnym, dość widocznym zróżnicowaniem we wszystkich badanych okresach, należy przy tym podkreślić, iż w obrębie tej zmiennej jest to zwykle reakcja negatywna – z wyjątkiem niewielkiej ilości przypadków wraz z poprawą ocen tego obszaru cen satysfakcja klienta maleje. Rozpatrując zakres zmienności reakcji można zauważyć, iż najmniejsza różnica między najkorzystniejszą a najmniej korzystną reakcją obserwowana jest w roku 2013 (0,48), w kolejnych latach różnica ta wzrasta osiągając wartości odpowiednio 0,65

i 0,82, aby osiągnąć wartość największą w roku 2016 (0,88). Spostrzeżenie to nie-
sie bardzo wyraźną implikację zarządczą – ten obszar asortymentu postrzegany
w perspektywie jego cen ma wyraźny i negatywny wpływ na zadowolenie klienta,
co najprawdopodobniej wynika z silnego kojarzenia ceny produktu tego rodzaju
z jego jakością. Lokowanie w obrębie jednostki sklepów z tanimi produktami z tej
kategorii przekłada się zatem w sposób stały i powtarzalny na pogorszenie opinii
klienta o jednostce. Być może także reakcja taka wynika z faktu, iż artykuły tego
rodzaju silnie wyrażają styl życia konsumenta, stąd niezgodność wizerunku marek
z oczekiwaniami konsumenta znacząco obniża poziom jego zadowolenia.

Równocześnie w pierwszych trzech badanych okresach zaobserwować można
grupy przypadków o względnie spójnych reakcjach na zmianę. W próbie z roku
2013 zaobserwować można dwie kategorie reakcji negatywnych, położone nad
i pod krzywą PDP, w danych z roku z roku 2015 względnie wyraźne grupy o re-
akcji neutralnej oraz mocno negatywnej, zaś w próbie z roku 2016 dostrzegalna
jest liczna grupa przypadków o podobnej, negatywnej reakcji, charakteryzującej
się natomiast mniejszym natężeniem niż reakcja pozostałych przypadków tworzą-
cych próbę.

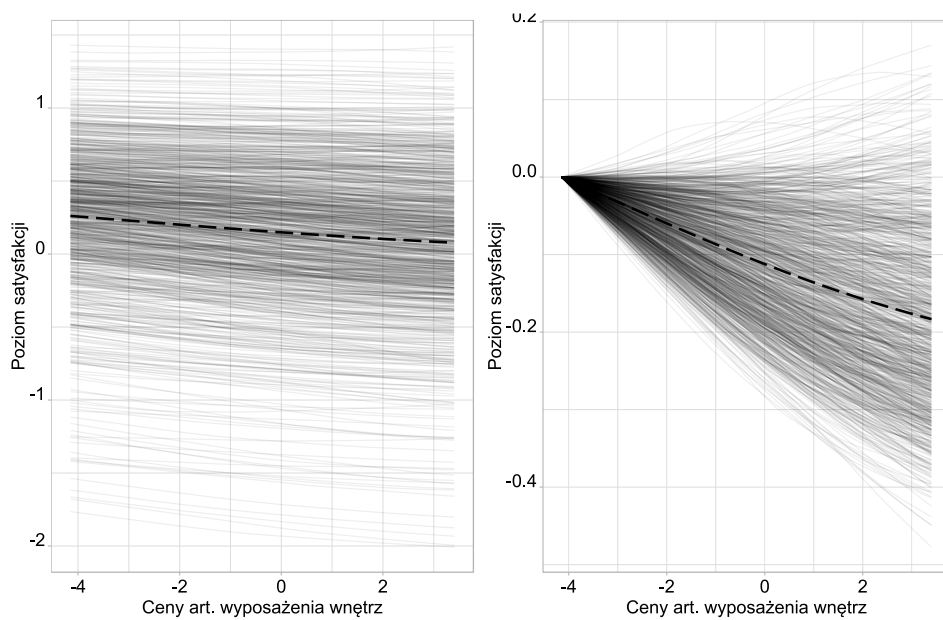
Negatywny charakter odpowiedzi na wzrost atrakcyjności cen omawianej ka-
tegorii produktów znajduje swoje odzwierciedlenie także w przebiegu krzywej
PDP, który jest w każdym przypadku malejący, przy czym we wszystkich okre-
sach z wyjątkiem roku 2015 tempo spadku w mniejszym lub większym stopniu
malało wraz ze wzrostem oceny badanej zmiennej, co może oznaczać, iż od pew-
nego momentu poprawa atrakcyjności ceny kompensuje negatywne postrzeganie
potencjalnie wynikającego z niej spadku jakości. Podobnie jak miało to miejsce
w przypadku stopnia zróżnicowania reakcji, także sama jej siła wzrastała w kolej-
nych badanych okresach – w próbie z roku 2013 poprawa oceny badanej zmiennej
od jej wartości minimalnej do maksymalnej skutkowałą spadkiem zadowolenia
o 0,14 czyli o niecałe 3%. W kolejnych latach wartość ta wyniosła 0,18, 0,31 oraz,
w ostatnim analizowanym okresie 0,31, co odpowiadało spadkowi o 3,6%, 6%
oraz 7,7%.

Na wzrost wartości omawianej zmiennej przypadki reagują zwykle liniowym
spadkiem poziomu zadowolenia, niemniej jednak zaobserwować można także
spadki w których spadek zadowolenia przyspiesza bądź zwalnia po przekroczeniu
przez ocenę atrakcyjności cen artykułów wyposażenia wnętrza pewnego progu –
reakcję taką przedstawiają także krzywe PDP w okresach 2014–2016. We wszyst-
kich próbach zaobserwowano także niewielką ilość reakcji neutralnych, to jest
braku zmiany poziomu zadowolenia wraz z poprawą postrzeganej tej atrakcyjno-
ści, jak również epizodyczne reakcje pozytywne – zwłaszcza w próbach z roku
2014 i 2015.



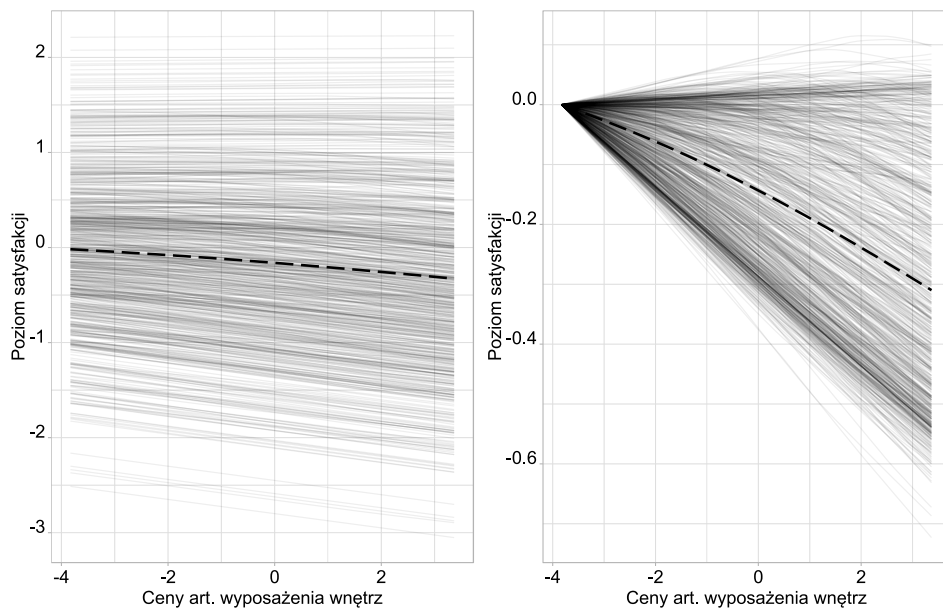
Wykres 4.9. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2013

Źródło: opracowanie własne.



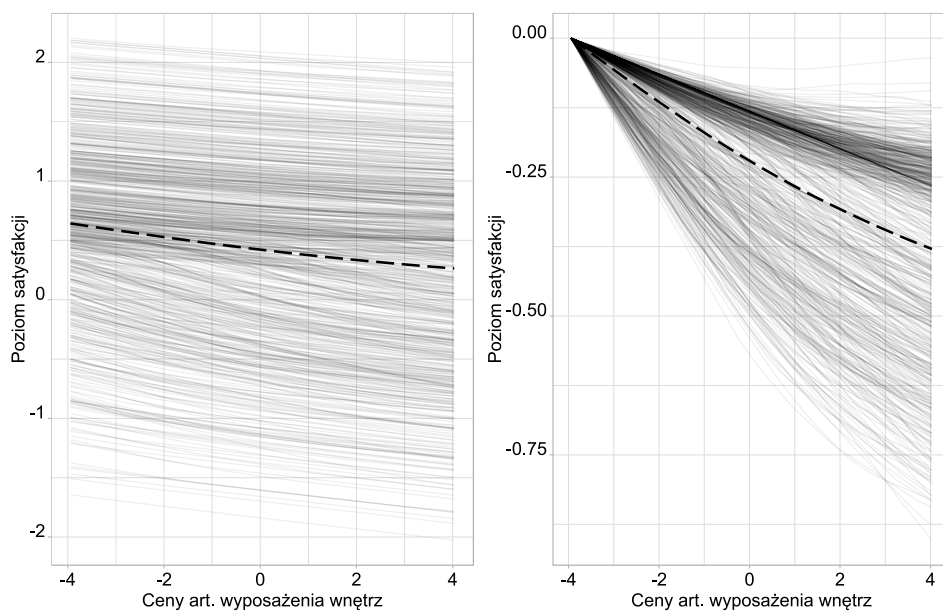
Wykres 4.10. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2014

Źródło: opracowanie własne.



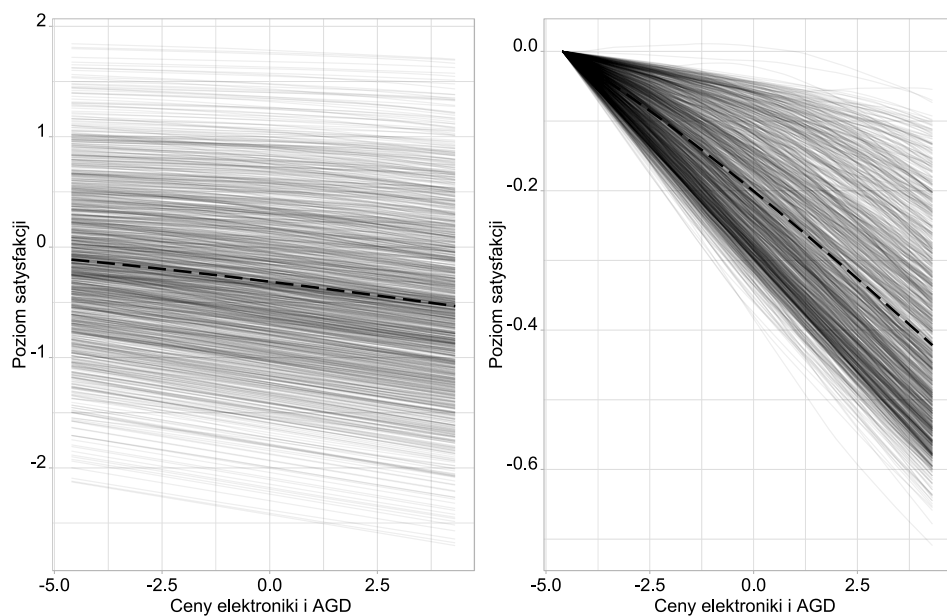
Wykres 4.11. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2015

Źródło: opracowanie własne.



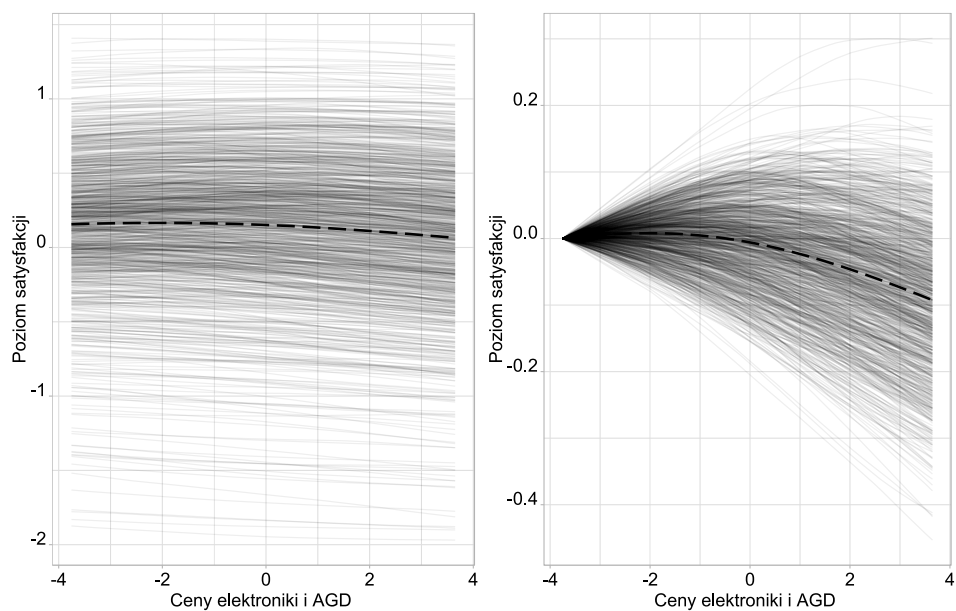
Wykres 4.12. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2016

Źródło: opracowanie własne.



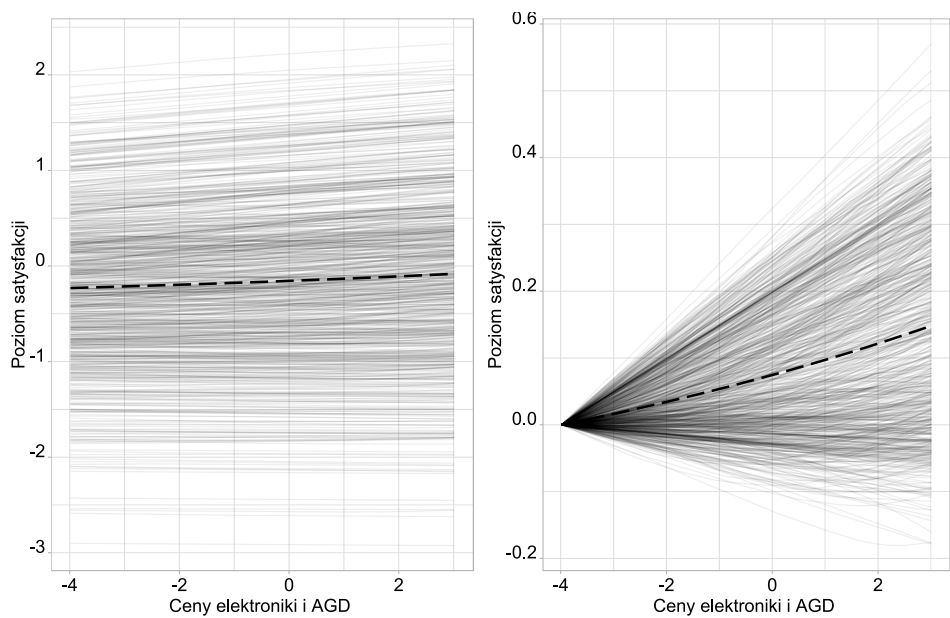
Wykres 4.13. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2013

Źródło: opracowanie własne.



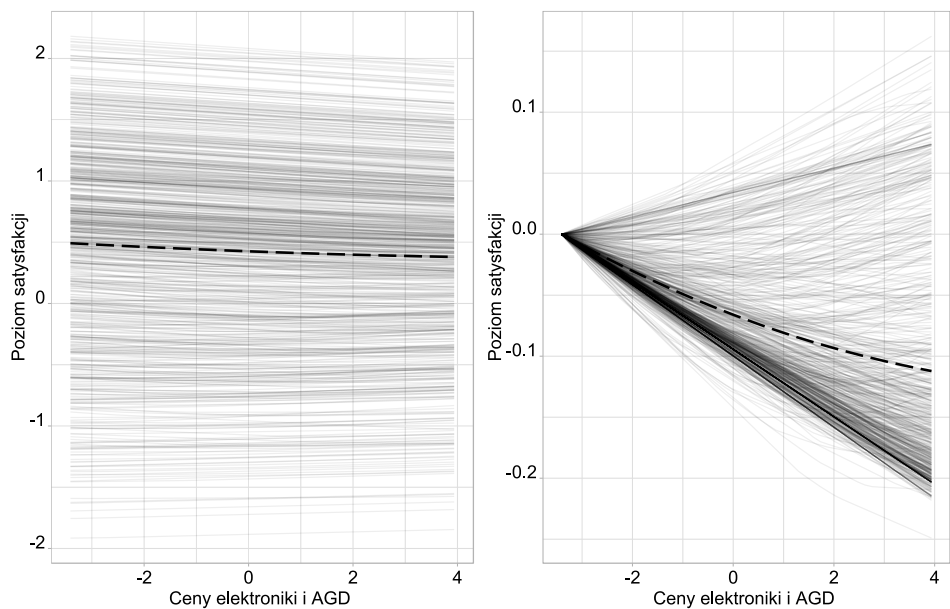
Wykres 4.14. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.15. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.16. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim analizowanym obszarem postrzegania poziomu cen stały się ceny elektroniki oraz artykułów gospodarstwa domowego (wykres 4.13., wykres 4.14., wykres 4.15., wykres 4.16.). W przypadku tej kategorii produktów także można mówić o różnych reakcjach przypadków na zmianę poziomu badanej zmiennej, niemniej jednak zróżnicowanie w reakcjach jest względnie niewielkie – wyraźnie mniejsze, niż było to obserwowane w poprzednich badanych aspektach cen. Różnica między reakcją najkorzystniejszą a najmniej korzystną osiągnęła wartość 0,65 w próbie z roku 2013, 0,75 w próbach z lat 2014 i 2015 oraz 0,41 w próbie z roku 2016. Różnice te odpowiadają odpowiednio 13, 14,5 oraz 8% rozpiętości zbioru obserwowanych poziomów zadowolenia.

Sam kierunek reakcji jest mniej spójny, niż miało to miejsce w przypadku cen artykułów wyposażenia wnętrz, ale z drugiej strony zauważyć można jej pewną ewolucję powodującą odejście od reakcji czysto negatywnych na rzecz niewielkiego, ale rosnącego odsetka reakcji pozytywnych. O ile bowiem w roku 2013 można mówić wyłącznie o reakcjach negatywnych, w kolejnych okresach zauważyć można także reakcje neutralne oraz w mniejszym lub większym zakresie, pozytywne. Biorąc natomiast pod uwagę spójność odpowiedzi przypadków na zmianę poziomu oceny atrakcyjności badanej zmiennej zauważyć można w zasadzie wyłącznie dwa przypadki większych podobieństw – zarówno roku 2013, jak i 2016 uwidoczniła jest duża grupa podobnych, negatywnych reakcji o charakterze liniowym.

Ocena średniej reakcji, bazująca na krzywych PDP w pierwszej kolejności prowadzi do wniosku, iż reakcja ta nie ma stałego charakteru, w roku 2015 jest pozytywna, zaś w pozostałych latach – negatywna. Należy przy tym zaznaczyć, iż siła wpływu badanej zmiennej na finalny poziom zadowolenia wydaje się ponownie być bardzo niewielka. O ile w roku 2013 wzrost oceny atrakcyjności poziomu cen elektroniki i produktów AGD od minimalnego do maksymalnego powodował średni spadek poziomu zadowolenia o 0,42, to jest o około 8,5%, w kolejnych latach wartość ta była wyraźnie niższa, sięgając poziomu odpowiednio -0,09, 0,15 oraz -0,11, co przełożyć można na zmianę w granicach 2–3%.

Kształt krzywej PDP w roku 2013 sugeruje liniową zależność między oceną badanej zmiennej a poziomem zadowolenia, zaś w kolejnych latach sugeruje, wraz z postępującą poprawą oceny atrakcyjności cen wzrost (próba 2014 i 2015) bądź spadek (próba 2016) dynamiki zmiany poziomu zadowolenia. Ponownie zaznaczyć jednak trzeba, iż są to efekty niezmiernie małe.

Odpowiedzi pojedynczych przypadków w większości mają charakter liniowy, zauważyć można natomiast także pewną grupę reakcji nieliniowych. Najczęściej wyrażają one niewielką reakcję na poprawę oceny cen od minimum do wartości średniej („0”), następnie zaś przyspieszający spadek (próba 2014) lub wzrost (próba 2016) poziomu satysfakcji.

Podsumowując analizę znaczenia oceny atrakcyjności poziomów cen wszystkich badanych obszarów oferty w kształtowaniu wynikowego poziomu satysfakcji w pierwszej kolejności zwrócić należy uwagę na różnorodność możliwych reakcji, wyrażającą się:

1. samą skalą efektu – zmiana zadowolenia wskutek poprawy danej zmiennej od wartości minimalnej do maksymalnej jest różna w różnych przypadkach, w szczególności może być przeciwna, nawet w obrębie jednej zmiennej – to jest w części przypadków mieć charakter pozytywny (wzrost zadowolenia), w części – negatywny (spadek zadowolenia), niemniej jednak w większości badanych okresów można zaobserwować mniej lub bardziej widoczne obszary spójności reakcji;
2. charakterem relacji łączącej zmienną i poziom zadowolenia – relacja ta może mieć charakter liniowy, ale również zmiana poziomu zadowolenia może przyspieszać bądź spowalniać po przekroczeniu przez ocenę atrakcyjności cen produktów danego obszaru pewnego poziomu;

Prawidłowości te niosą dość istotne implikacje zarządcze – biorąc pod uwagę zróżnicowanie reakcji konsumentów, podejmując jakiegokolwiek decyzje odnośnie poziomu cen (w przypadku centrów handlowych właściwiej byłoby mówić o uwzględnianiu lub nieuwzględnianiu podmiotów i marek o danym poziomie cen), należy mieć świadomość, iż o ile sama decyzja może być neutralna z punktu widzenia reakcji średniej, średnia ta jest wypadkową często bardzo zróżnicowanych reakcji różnych grup konsumentów. Stąd też kształtowanie portfela obecnych w jednostce marek, a tym samym poziomu cen będzie prowadziło do postępującej polaryzacji klientów – u części z nich w skutek takiego działania poziom zadowolenia będzie rósł, u innych – być może atrakcyjnych z punktu widzenia innych kryteriów, pogarszał.

Równocześnie należy podkreślić, iż zróżnicowanie w reakcjach, chociaż widoczne, nie było bardzo silne. Różnica średnia między reakcją najlepszą i najgorszą dla wszystkich obszarów cen wynosi 0,71, zaś średnia różnica dla wszystkich badanych zmiennych wynosi 0,77.

Analiza postrzegania różnych obszarów cen prowadzona przy wykorzystaniu modeli bazujących na sztucznych sieciach neuronowych prowadzi także do kolejnego, ważnego i interesującego wniosku: reakcja konsumentów na poprawę atrakcyjności cen bardzo często nie jest pozytywna. Istnieją naturalnie kategorie oferty w przypadku których respondenci reagują w większości pozytywnie – jak ma to miejsce w przypadku produktów osobistych, kategorie w których reakcje są zarówno pozytywne, jak i negatywne (na przykład ceny prasy i książek), jak również kategorie w których odpowiedź na poprawę atrakcyjności cen jest niemal wyłącznie negatywna – jak obserwujemy to w przypadku artykułów wyposażenia wnętrz.

Jako potencjalne wyjaśnienie tego zjawiska wskazać można fakt łączenia niskich cen z niższą jakością, bądź mniej prestiżowymi markami, które dostępne są w mniej popularnych bądź gorzej ocenianych sklepach, albo posiadanie własnych,

negatywnych doświadczeń z tańszymi markami i nieświadome przenoszenie ich przez konsumentów na ocenę całego podmiotu. Obecność takich sklepów w centrum może powodować w konsekwencji ogólne pogorszenie wizerunku jednostki, jak również przekładać się na jej gorszą ocenę. Zjawisko to wydaje się być mniej widoczne, chociaż nadal jest obecne przy produktach osobistych – być może dlatego, iż konsument odwiedzając centrum handlowe po pierwsze, wie jakich marek, a tym samym jakiego poziomu cen się spodziewać, po drugie, ma do wyboru wiele sklepów oferujących tą kategorię produktów, stąd też może wybrać poziom akceptowany.

Zauważalny jest natomiast wyraźny spadek poziomu zadowolenia przy poprawie atrakcyjności cen produktów elektronicznych oraz wyposażenia wnętrz – może on wiązać się z faktem, iż sklepy tego typu są pojedyncze w skali całego centrum, stąd brak możliwości wyboru przez konsumenta sklepu z dobrze ocenianymi markami waży na ocenie całego centrum. Należy również postawić pytanie o to, czy cena ma zbliżony wpływ na postrzeganie jakości produktu z różnych kategorii.

Na koniec warto także zauważyć, iż przeciętny poziom satysfakcji (to jest wartość „0” na wykresie ICE), wynikający z innych, ujętych w modelu zmiennych, wydaje się często dzielić konsumentów na dwie grupy o różnych, zwykle przeciwnych, ale wewnętrznie spójnych reakcjach na cenę. Natura tego zjawiska jest trudna do wyjaśnienia i nie jest opisana w literaturze, jednakże sam efekt wydaje się mieć spore znaczenie, ponieważ uwidacznia się w różnych próbach i przy różnych zmiennych wyrażających różne, analizowane obszary cen. Jego konsekwencją praktyczną jest konieczność każdorazowego stawiania pytania o zasadność alokacji środków w perspektywie obecnych opinii konsumentów – jeśli bowiem, z punktu widzenia modelu, klienci zadowoleni są mniej wrażliwi na poprawę atrakcyjności poziomu cen, bądź nawet reagują w sposób przeciwny do klientów niezadowolonych, zaś badania rzeczywistych klientów jednostki wskazują na ich wysoki poziom zadowolenia, zasadne może być korzystanie z innych, niż cenowe, instrumentów budowy satysfakcji klienta. W przypadku zastosowania instrumentów cenowych skala reakcji może bowiem być nieproporcjonalna do poniesionego nakładu..

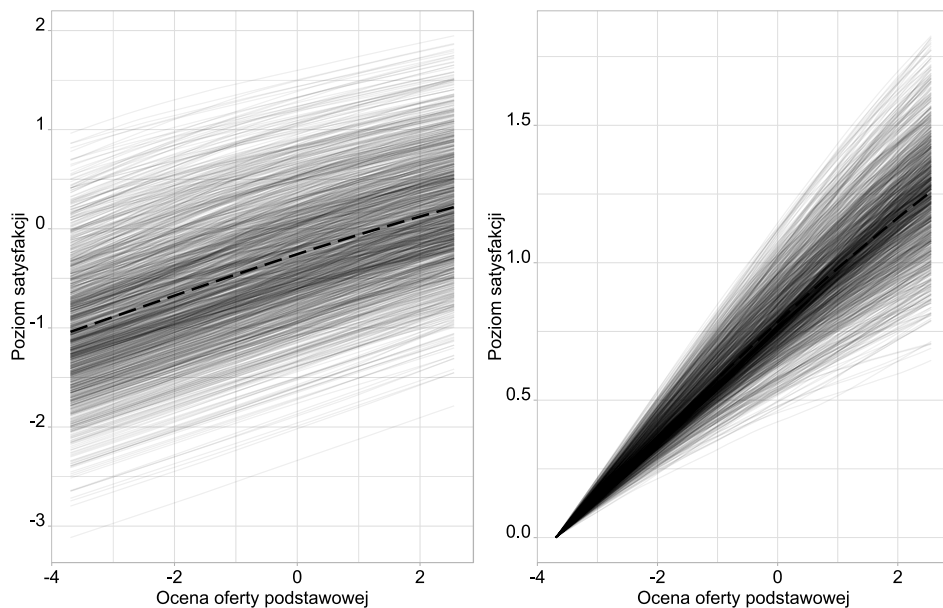
4.2. Ocena asortymentu

Kolejnym badanym obszarem zmiennych potencjalnie kształtujących satysfakcję klienta stała się ocena asortymentu centrum handlowego. Jej pierwszym i najważniejszym obszarem jest w tym przypadku opinia odnośnie oferty podstawowej, agregująca, jak było to wyjaśnione wcześniej, ocenę ilości sklepów, dostępności preferowanych marek, szerokość dostępnego w sklepach asortymentu i, w pewnym zakresie, jego jakość (wykres 4.17., wykres 4.18., wykres 4.19., wykres 4.20.).

Analizując tą zmienną zwrócić należy w pierwszej kolejności uwagę na bardzo duży – praktycznie największy wśród wszystkich badanych zmiennych, zakres zmienności w reakcjach przypadków na poprawę jej wartości. Wyniósł on w kolejnych badanych próbach odpowiednio 1,18, 0,85, 1,41 oraz 1,32, co przekłada się na różnicę między odpowiedzią najbardziej i najmniej korzystną stanowiącą 23,6%, 16,47%, 27,7% oraz 26,4% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia obserwowanym w próbie – oznacza to, iż podejmując działania zmieniające postrzeganie oferty podstawowej należy liczyć się z wyraźnie zróżnicowaną reakcją konsumentów. Równocześnie, w każdej z badanych prób zaobserwować można obszar w którym skupia się względnie duża ilość przypadków – zbiorach z lat 2013 i 2014 obszar ten układa się wokół krzywej PDP, w kolejnych dwóch – nieznacznie poniżej. Co istotne, reakcja na poprawę oceny atrakcyjności oferty podstawowej jest zawsze pozytywna.

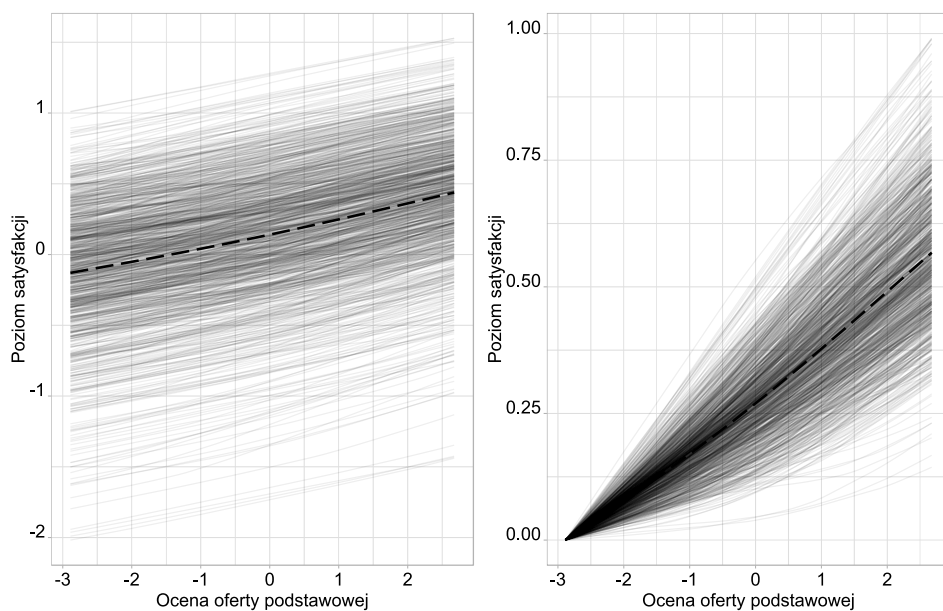
Sam przebieg krzywej PDP jest rosnący, odzwierciedlając tym samym pozytywną reakcję przypadków na poprawę oceny zmiennej, zaś wzrost ma charakter liniowy bądź zbliżony do liniowego. Ogólna reakcja przypadków, wyrażająca średnią wartość poprawy zadowolenia jest bardzo silna – zmiana oceny oferty podstawowej od wartości minimalnej do wartości maksymalnej przekłada się na wzrost zadowolenia o 1,26 w próbie z roku 2013, 0,57 w roku 2014, 1,36 w roku 2015 oraz 1,05 w roku 2016. Wyraża to odpowiednio poprawę 25,1%, 11%, 26,7% oraz 21% różnicy między zadowoleniem minimalnym a maksymalnym i jasno wskazuje, iż oferta podstawowa jest najważniejszą perspektywą w której klient ocenia centrum handlowe.

Rozpatrując możliwe odpowiedzi poszczególnych przypadków zauważyć można, iż mają one zwykle liniowy charakter – wzrost oceny oferty powoduje proporcjonalny wzrost poziomu zadowolenia. W próbie z roku 2013 znajdują się ponadto przypadki reagujące nieznacznym spowolnieniem poprawy zadowolenia wraz z coraz lepszym postrzeganiem oferty, zaś w próbie z roku 2016 zauważyć można zjawisko polegające na tym, iż wzrost satysfakcji wynikający z poprawy oceny oferty lekko przyspiesza po to, aby po osiągnięciu poziomu nieznacznie przekraczającego wartość średnią przejść do wzrostu o charakterze liniowym – tworzy to widoczną na wykresie fałdę. Zjawisko to obserwowane jest w próbie z roku 2016 także przy innych zmiennych z kategorii asortymentu. Na koniec należy także zaznaczyć, iż w przeciwieństwie do zmiennych wyrażających ocenę atrakcyjności cen, przy ocenie oferty podstawowej nie można wskazać różnicy w reakcji przypadków o ponadprzeciętnej i gorszej od przeciętnej ocenie poziomu satysfakcji, jedna i druga grupa reaguje na poprawę oceny asortymentu podstawowego zbliżonym wzrostem satysfakcji.



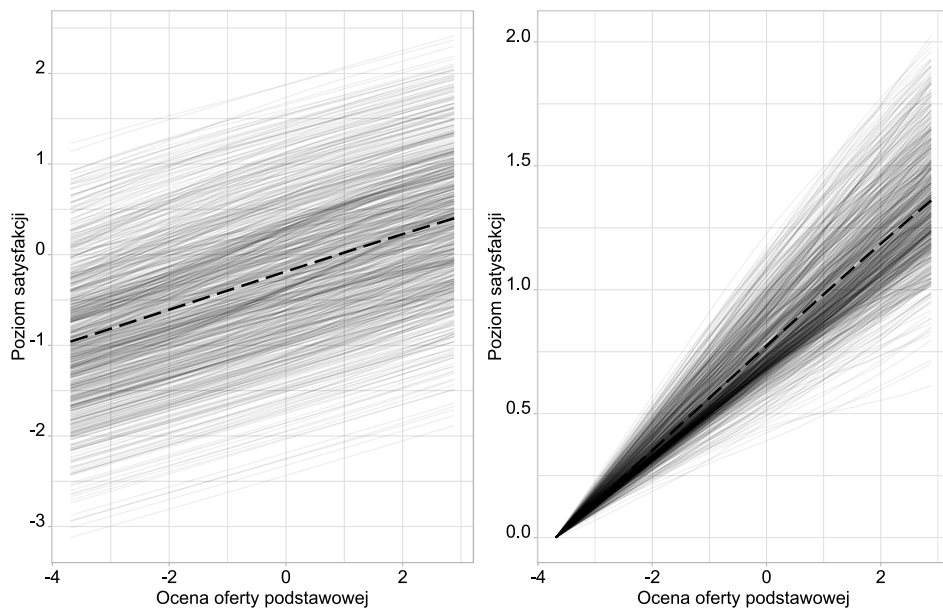
Wykres 4.17. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2013

Źródło: opracowanie własne.



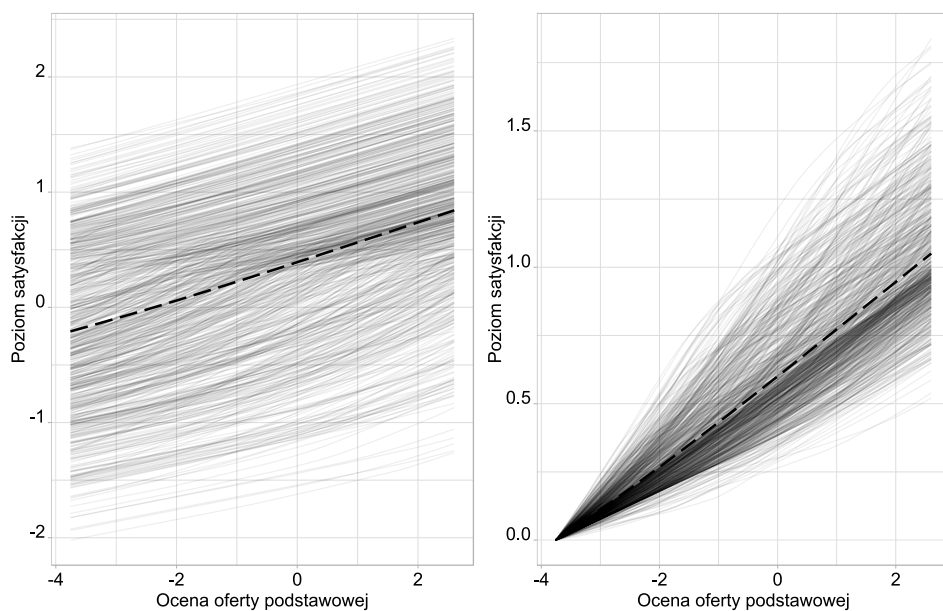
Wykres 4.18. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2014

Źródło: opracowanie własne.



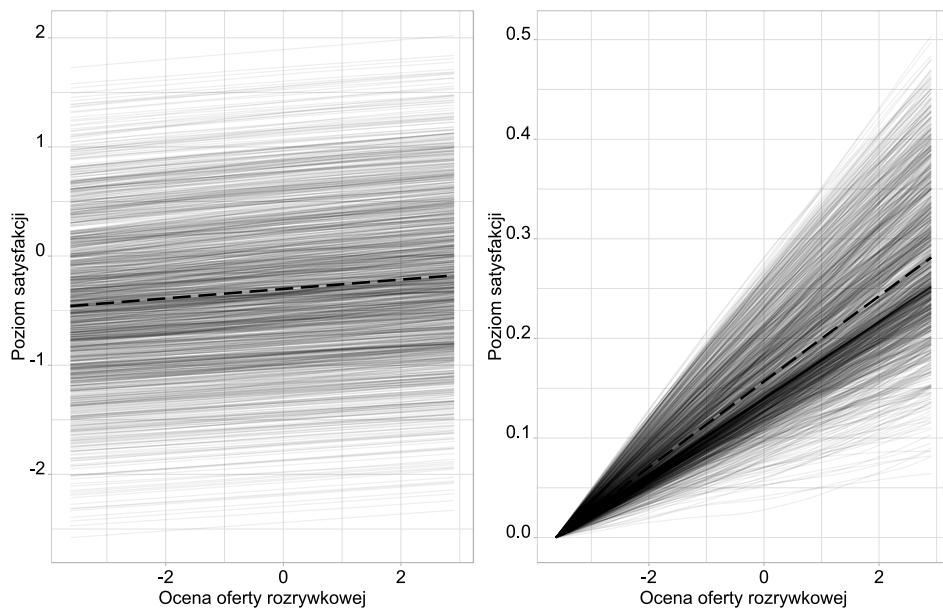
Wykres 4.19. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2015

Źródło: opracowanie własne.



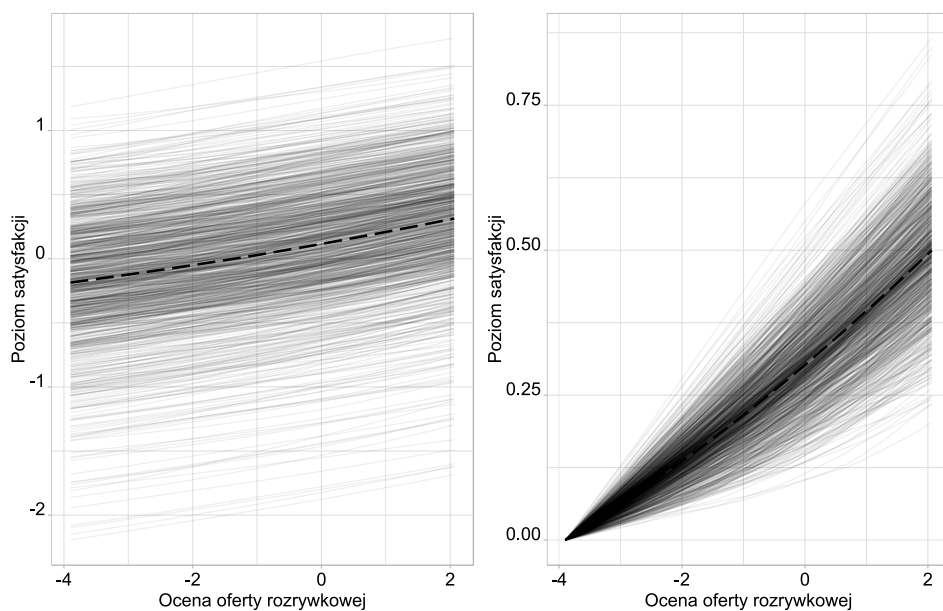
Wykres 4.20. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2016

Źródło: opracowanie własne.



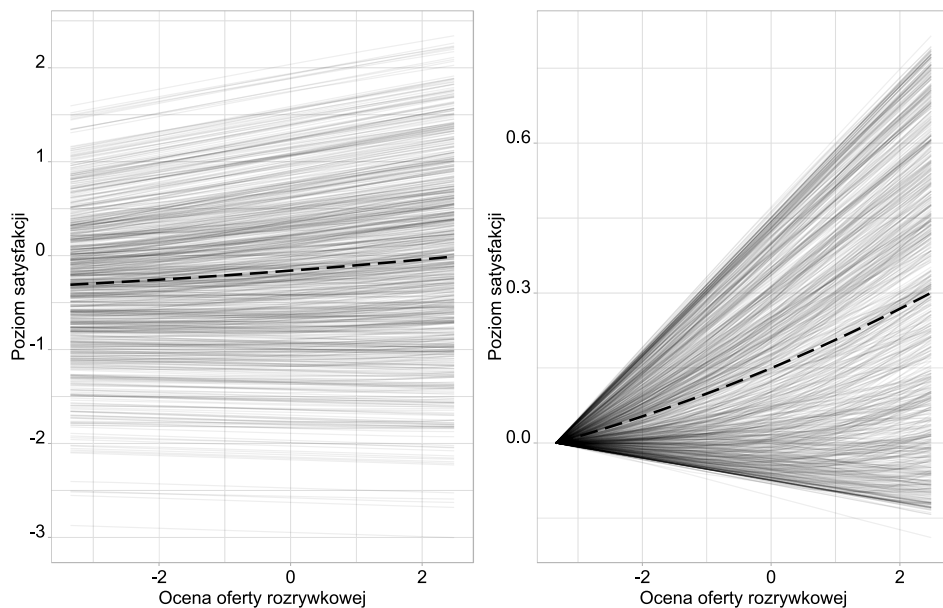
Wykres 4.21. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2013

Źródło: opracowanie własne.



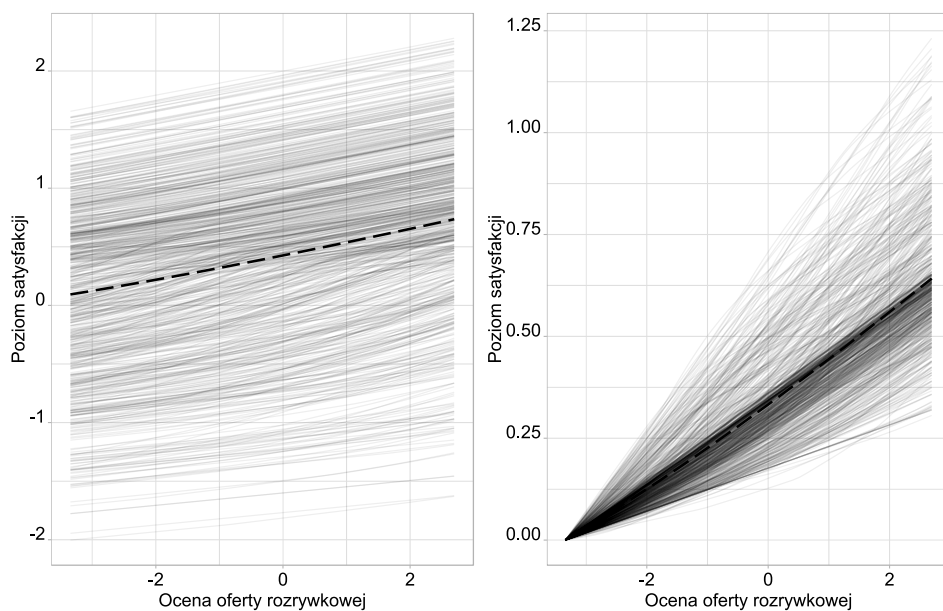
Wykres 4.22. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.23. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.24. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym uwzględnionym w modelu obszarem oceny atrakcyjności oferty stała się ocena oferty rozrywkowej (wykres 4.21., wykres 4.22., wykres 4.23., wykres 4.24.).

Ocena oferty rozrywkowej jest obszarem także charakteryzującym się wyraźnym zróżnicowaniem reakcji, niemniej jednak zróżnicowanie to jest mniejsze, niż miało to miejsce w przypadku oceny oferty podstawowej. Różnica między najkorzystniejszą a najmniej korzystną reakcją na zmianę wartości badanej zmiennej od minimum do maksimum wynosi 0,44 w próbie z roku 2013, 0,66 w roku 2014, 1,00 w roku 2016 oraz 0,93 w roku 2016 – stanowi to różnicę sięgającą od 8,8 do 19% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia. Co ważne, zróżnicowanie to wzrasta przez pierwsze trzy z badanych okresów, zaś w czwartym utrzymuje się na poziomie zbliżonym do okresu trzeciego, co może być pochodną pojawiania się na rynku kolejnych podmiotów, tym samym zaś wzrost zróżnicowania tego rodzaju oferty – zwłaszcza z uwagi na fakt, iż zwykle kolejne podmioty zapewniają klientom dostęp do innych marek gastronomicznych i rozrywkowych.

Podobnie, jak miało to miejsce poprzednio, odpowiedzi przypadków są, z wyjątkiem niewielkiej grupy w roku 2015, pozytywne, to jest wraz ze wzrostem postrzeganej atrakcyjności rośnie poziom zadowolenia. Ponadto, z wyjątkiem próby z roku 2015, obserwowane są obszary spójnych reakcji, znajdujące się na lub poniżej krzywej PDP, wyrażających zatem widoczną, ale umiarkowaną poprawę zadowolenia wraz ze wzrostem oceny atrakcyjności oferty rozrywkowej.

Krzywa PDP, wyrażająca uśrednioną odpowiedź przypadków na poprawę oceny badanej zmiennej ma w próbach z lat 2013 i 2016 przebieg liniowy, zaś w próbach z lat 2014 oraz 2015 przebieg potęgowy – wzrostowi oceny atrakcyjności oferty rozrywkowej towarzyszy coraz szybszy wzrost poziomu zadowolenia, można zatem postawić hipotezę, iż klienci dobrze reagują na poprawę i wzrost różnorodności zapewnianej w centrum rozrywki. Sama siła wpływu zmiennej na ten poziom jest przeciętna, wyraźnie mniejsza, niż było to obserwowane w poprzednim przypadku – poprawa oceny oferty rozrywkowej od wartości minimalnej do maksymalnej skutkuje wzrostem poziomu zadowolenia o 0,28, 0,50, 0,30 oraz 0,64, co stanowi odpowiednio 5,6%, 9,7%, 5,9% oraz 12,8% różnicy między maksymalnym, a minimalnym obserwowanym w próbie z danego okresu poziomem satysfakcji klienta.

Na koniec należy zauważyć, iż, podobnie jak uprzednio, reakcje kolejnych przypadków mają zwykle liniowy charakter, zaobserwować można także reakcje o charakterze potęgowym (próba 2014), jak również omówione wcześniej zjawisko zmiany dynamiki wzrostu po przekroczeniu średniego poziomu satysfakcji.

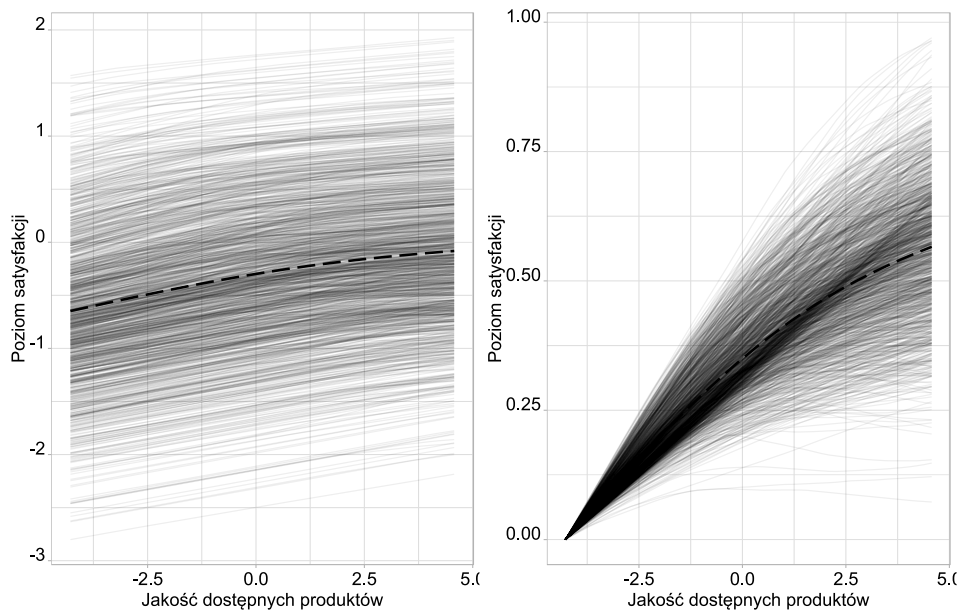
Ostatnim poddanym analizie obszarem oferty stała się jakość dostępnych produktów (wykres 4.25., wykres 4.26., wykres 4.27., wykres 4.28.).

Ocena znaczenia jakości dostępnego asortymentu we wszystkich badanych okresach jest jednoznacznie pozytywna – zarówno w skali całych zbiorów, jak i pojedynczych przypadków jej poprawa skutkuje wzrostem poziomu satysfakcji. Z drugiej jednak strony reakcje na tą zmienną cechują się silnym lub bardzo silnym zróżnicowaniem, które, biorąc pod uwagę różnicę między reakcją najbardziej i najmniej pozytywną w kolejnych rozpatrywanych okresach wyniosło odpowiednio 0,90, 0,90, 0,58 oraz 1,30, co odpowiada 18%, 18%, 11,5% oraz 26% rozstępu zbioru obserwowanych w próbie wartości indeksu poziomu satysfakcji. Pomimo zróżnicowania, na wykresach zaobserwować można także obszary występowania licznych przypadków o dość zbliżonych reakcjach – zwykle występujące na (próba 2013), nieznacznie pod (2015) lub nieznacznie nad (2016) krzywą PDP, reprezentującą reakcję średnią. Oznacza to, iż w przypadku poprawy jakości produktów większość klientów zareaguje względnie spójnie i zgodnie z oczekiwaną reakcją średnią.

Średnia reakcja przypadków na poprawę oceny jakości dostępnych produktów, obrazowana przez krzywą PDP, jest, z punktu widzenia swojej siły dość przeciętna, ponadto znacznie słabsza niż miało to miejsce w ocenie oferty podstawowej. Poprawa oceny tego obszaru od wartości minimalnej do wartości maksymalnej przekłada się w kolejnych rozpatrywanych próbach na wzrost zadowolenia odpowiednio o 0,57, 0,43, 0,43 oraz 0,79, co odpowiada poprawie o 11,3%, 8,3%, 8,4% oraz 15,1% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia.

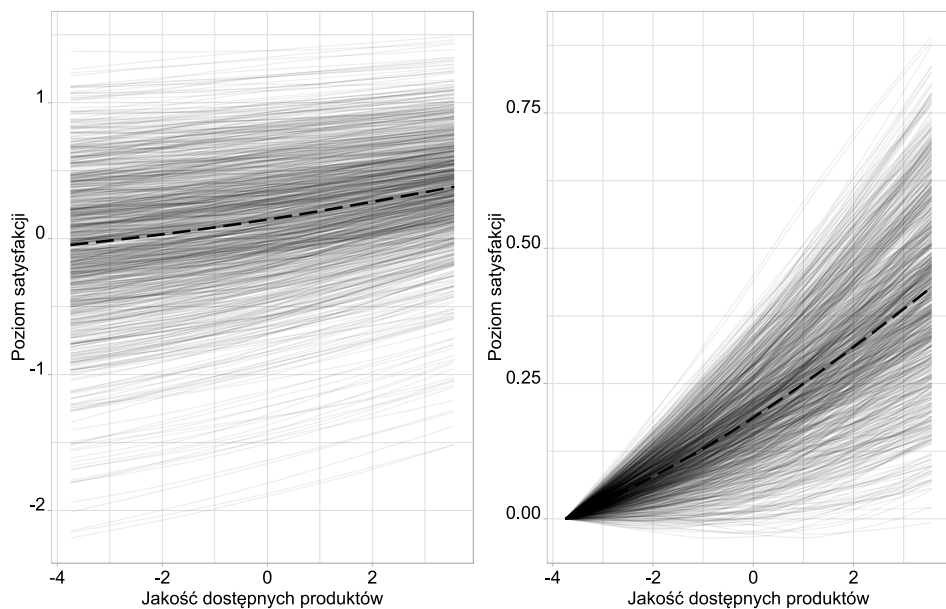
Sama omawiana krzywa przyjmuje różne kształty, wyrażając różny charakter reakcji średniej. W próbie z roku 2014 mówić można o zależności potęgowej, to jest o przyspieszaniu dynamiki wzrostu zadowolenia wraz z poprawą oceny jakości dostępnych produktów. W próbie z roku 2014 także występuje relacja wzrostowa, ale ma ona charakter przeciwny – wraz z poprawą oceny analizowanego obszaru następuje spadek dynamiki wzrostu zadowolenia. W zbiorach przypadków z roku 2015 oraz 2016 badana relacja ma charakter liniowy bądź zbliżony do liniowego.

Podobny przebieg zmian w poziomie zadowolenia zaobserwować można analizując kolejne, występujące w zbiorach przypadki. Przebieg ten najczęściej ma charakter liniowy bądź zbliżony do liniowego, wyodrębnić można także przypadki reagujące zarówno przyspieszeniem, jak i spowolnieniem wzrostu zadowolenia wraz z poprawą oceny jakości dostępnych produktów. Co ważne, w obrębie tej zmiennej obserwowane były zaledwie pojedyncze przykłady reakcji polegającej na spadku zadowolenia wraz z poprawą oceny jakości dostępnych produktów. Można je zaobserwować w zasadzie wyłącznie w zbiorze danych z roku 2013.



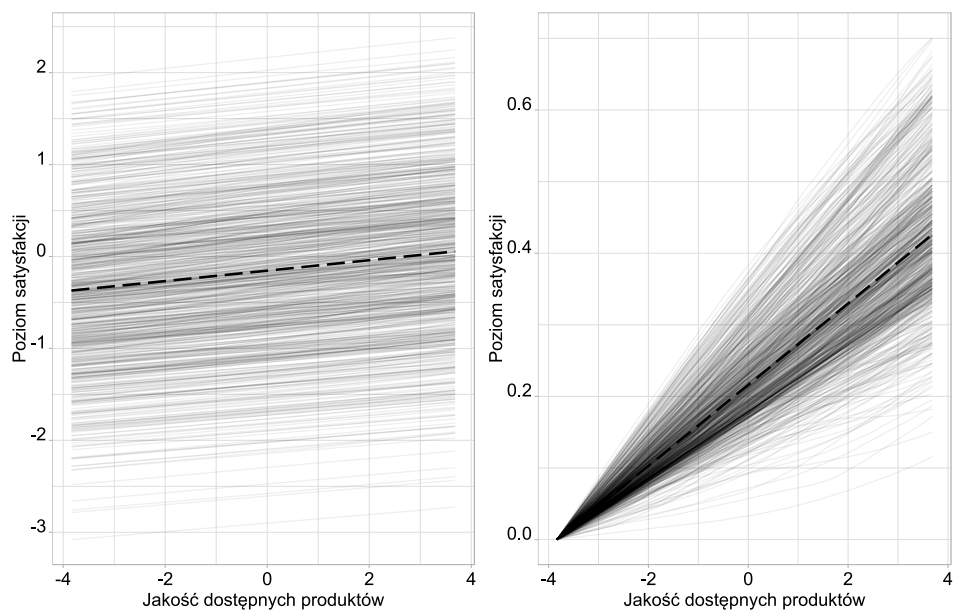
Wykres 4.25. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2013

Źródło: opracowanie własne.



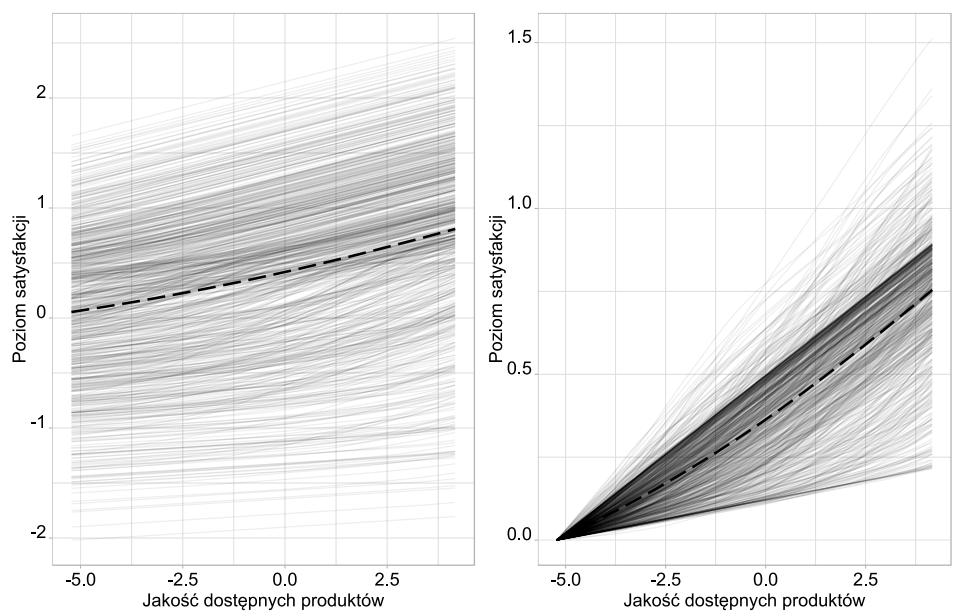
Wykres 4.26. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.27. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.28. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując ocenę możliwych reakcji na kolejne badane aspekty asortymentu jednostki, podobnie jak miało to miejsce w przypadku zmiennych wyrażających postrzeganie poziomów cen, wskazać należy na dość duże zróżnicowanie w reakcjach kolejnych przypadków. Niemniej jednak ich przeważająca część wykazuje silniejszą lub słabszą reakcję pozytywną – reakcje negatywne, z wyjątkiem oceny oferty rozrywkowej w próbie z roku 2015 są sporadyczne. Warto także zauważyć, iż reakcje na poprawę ocen różnych aspektów asortymentu wydają się być spójne i niezależne od wyjściowego poziomu satysfakcji. W konsekwencji można stwierdzić, iż z punktu widzenia podmiotu lokowanie zasobów w działania zmierzające do poprawy oceny różnych aspektów asortymentu jest zawsze działaniem zasadnym, zwłaszcza zważywszy na fakt braku zależności oceny tych zmiennych od wyjściowego poziomu satysfakcji klienta, jak również dominujące reakcje o charakterze liniowym bądź wykładniczym – poprawa zadowolenia będzie zatem co najmniej proporcjonalna do poniesionego nakładu, nie będzie także wykazywać zjawiska nasycenia wraz z kolejnymi podejmowanymi działaniami.

Ewaluacja badanych reakcji ukazuje także wyraźny rozdzielenie oceny asortymentu podstawowego od pozostałych zmiennych charakteryzujących asortyment. Ocena ta, agregująca dostępność preferowanych marek, ilość sklepów oraz szerokość asortymentu ma wyraźnie, bo ponad dwukrotnie większy wpływ na finalny poziom zadowolenia niż pozostałe badane zmienne z tego obszaru. Co ciekawe, wpływ ten charakteryzuje się ponadto wiele większym zróżnicowaniem, zarówno z punktu widzenia różnicy między oceną najbardziej a najmniej korzystną, ale także rozłożenia ocen wokół średniej, wyrażonej wartością odchylenia standardowego.

Spostrzeżenie to jest w pewnym stopniu intuicyjne – istotą funkcjonowania badanych podmiotów jest zapewnianie klientom właśnie tego rodzaju oferty. Z drugiej jednak strony prowadzi do pytania o charakter postaw łączących obecność w centrum z aktywnością interpersonalną oraz formą spędzania wolnego czasu: czy obie te postawy realizowane są w obszarze usług towarzyszących, takich jak gastronomia, kina i inne, czy postawy te raczej dotyczą różnego stosunku do samego dokonywania zakupów. Warto bowiem zauważyć, iż niska, bądź minimalna ocena oferty rozrywkowej nie przekłada się na większy spadek zadowolenia – być może zatem usługi te nie są z punktu widzenia klienta aż tak niezbędne, jak mogłoby to się wydawać. Związki między reakcją na ocenę tego obszaru asortymentu a wybranymi postawami konsumentów poddane zostaną analizie w dalszej części pracy.

W prezentowanej dyskusji pominięta została natomiast ostatnia zmienna z obszaru asortymentu – ocena dostępności usług dodatkowych. Reakcje na jej zmiany były dość niewielkie, wartości je charakteryzujące ujęte zostały w tabeli zbiorczej (tabela 17, w załączniku), zmienna będzie natomiast uwzględniona w analizie porównawczej.

4.3. Działania promocyjne

Działania promocyjne uwzględnione zostały w prezentowanym modelu przy wykorzystaniu dwóch zmiennych, wyrażających ocenę:

1. ogólnej atrakcyjności promocji, agregującą postrzeganie różnorodności stosowanych form, jak również atrakcyjność finansową działań oraz samego przypadku,
2. aspektów racjonalnych promocji, uwzględniających wiarygodność, prawdziwość oraz częstotliwość stosowanych działań.

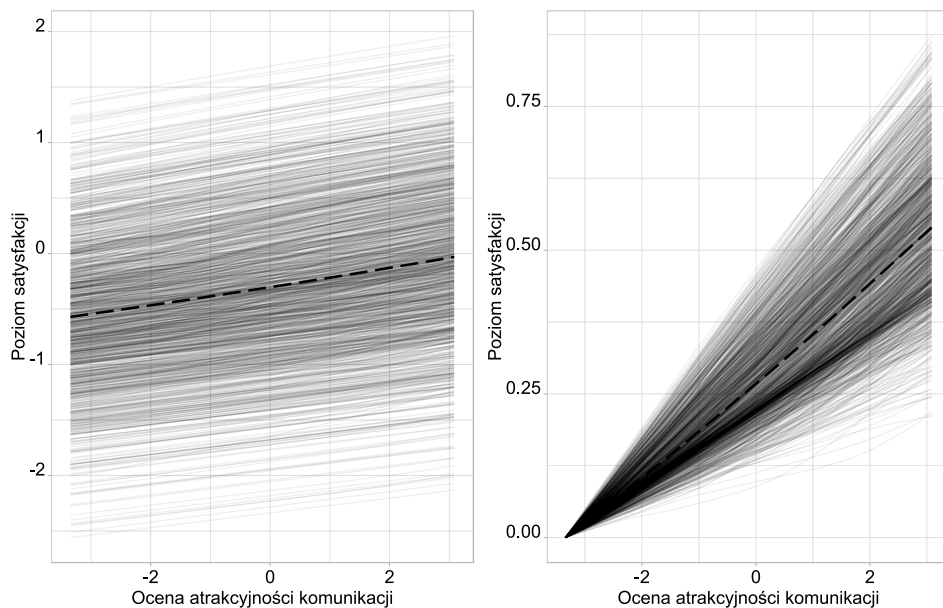
Wpływ pierwszej z nich – oceny atrakcyjności prowadzonych działań promocyjnych na wynikowy poziom satysfakcji zilustrowany został na kolejnych wykresach (wykres 4.29., wykres 4.30., wykres 4.31., wykres 4.32.).

Podobnie, jak miało to miejsce w przypadku ocen aspektów asortymentu, także przy ocenie atrakcyjności tych działań w przeważającej mierze mówić można o pozytywnych reakcjach – z wyjątkiem niewielkiej frakcji w próbie z roku 2014, nie obserwowano przypadków o reakcjach negatywnych czy nawet neutralnych.

W obrębie tej zmiennej ponownie zaobserwować można istotne zróżnicowanie w reakcjach respondentów na poprawę oceny badanego obszaru, przy czym zróżnicowanie to wydaje się być mniejsze w pierwszych dwóch okresach (próby 2013 i 2014), gdzie różnica między reakcją najkorzystniejszą a najmniej korzystną wyniosła 0,66 oraz 0,70, co odpowiada 13,2% oraz 13,5% rozstępu zbioru obserwowanych w próbie wartości satysfakcji, zaś wyraźnie większe w dwóch kolejnych badanych latach, gdzie różnica ta wyniosła odpowiednio 1,07 (21,1%) oraz 0,99 (19,8%).

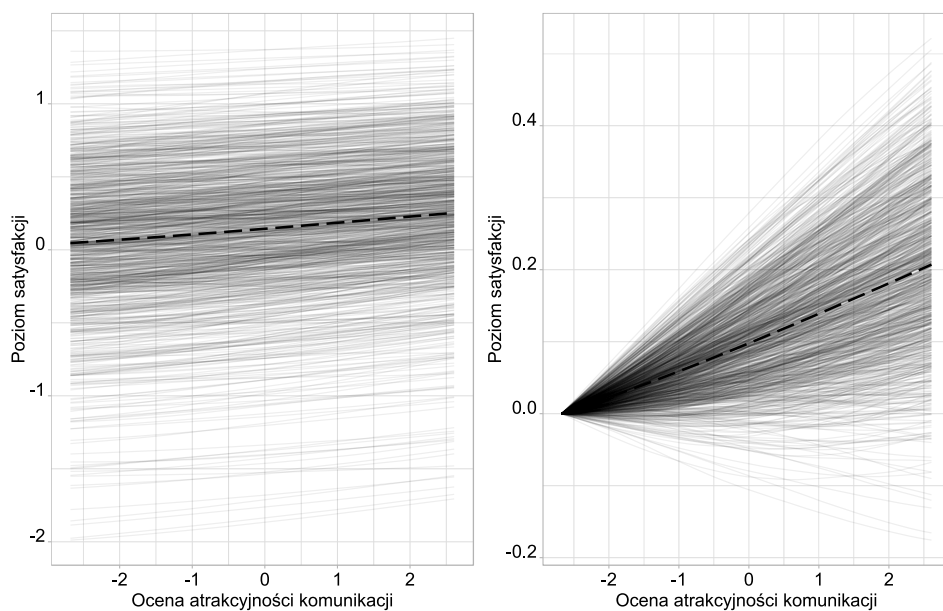
Analizując wykresy c-ICE zauważyć można w zasadzie tylko dwa obszary łączące większe ilości przypadków o spójnych reakcjach. Pierwszy z nich obserwowany jest w zbiorze danych z roku 2013 i łączy grupę przypadków o reakcji nieznacznie słabszej niż przeciętna, drugi – w zbiorze z 2016, w którym obserwowane są przypadki o reakcji zbliżonej do reakcji średniej dla całego zbioru.

Oceniając średnią zmianę poziomu zadowolenia przy poprawie oceny atrakcyjności komunikacji od wartości minimalnej do wartości maksymalnej, wyrażoną przebiegiem krzywej PDP można zauważyć, iż badana zmienna posiada niezbyt silny, ale wyraźny wpływ na wynikowy poziom satysfakcji klienta. W kolejnych badanych okresach, z wyjątkiem roku 2014, wpływ ten kształtował się na porównywalnym poziomie, zawierając się w przedziale od 0,54 do 0,69, co odpowiada wartościom od 10,8% do 13,6% rozstępu zbioru wartości poziomu zadowolenia, obserwowanych w próbie. W modelu dla danych z roku 2014 wpływ ten był wyraźnie niższy, jego wartość wynosiła bowiem zaledwie 0,21, co odpowiada 4% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia w próbie.



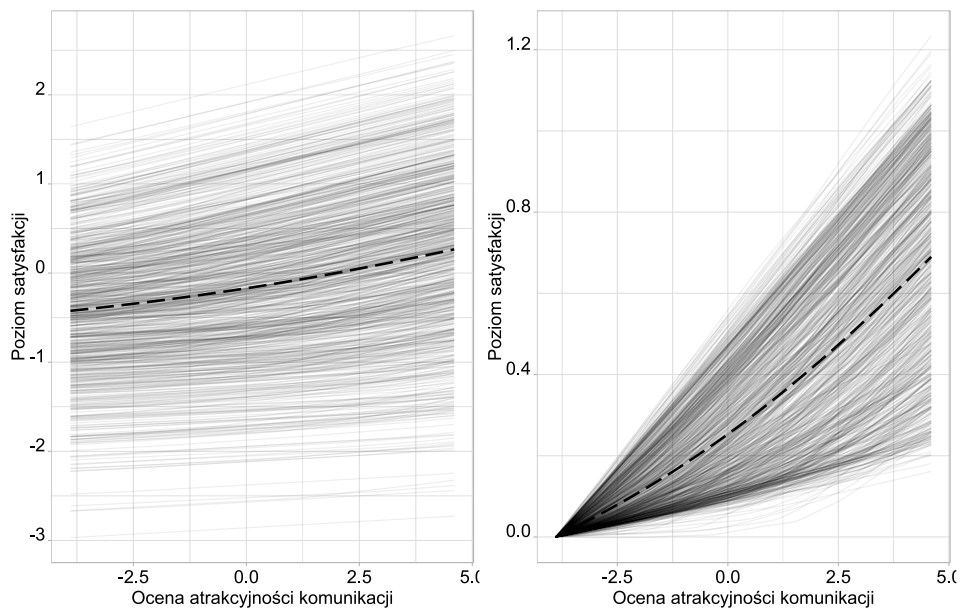
Wykres 4.29. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2013

Źródło: opracowanie własne.



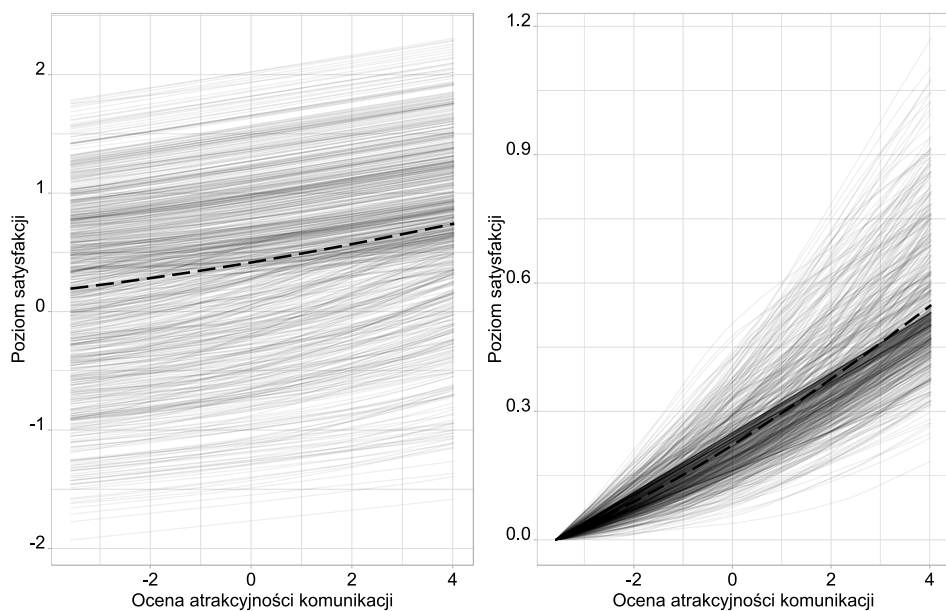
Wykres 4.30. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.31. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.32. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Krzywa PDP w pierwszych dwóch okresach ma przebieg liniowy, co oznacza, iż średni wzrost zadowolenia jest proporcjonalny do wzrostu oceny atrakcyjności komunikacji. W kolejnych okresach przebieg ten ma charakter wykładniczy – postępująca poprawa oceny badanego obszaru skutkuje coraz szybszym wzrostem średniego poziomu satysfakcji. Jako wyjaśnienie tego zjawiska postawić można hipotezę mówiącą, iż konsumenci przyzwyczajają się do wysokiego poziomu atrakcyjności komunikacji, który wiązał się między innymi z obserwowanymi w badanym okresie wejściami kolejnych podmiotów na rynek, stąd też mogą silniej zareagować na jej poprawę poza właściwy dla rynku standard – przyspieszenie wzrostu poziomu satysfakcji obserwowane jest po przekroczeniu przez ocenę atrakcyjności wartości „0”.

Omawiając możliwe reakcję przypadków na poprawę badanej zmiennej należy zauważyć, iż we wszystkich próbach dominują dwa typy zależności: typowa zależność liniowa oraz zależność o charakterze wykładniczym, co może wiązać się z istnieniem dwóch typów konsumentów – reagujących na promocję w sposób typowy (reakcje liniowe) oraz poszukujących promocji, a więc bardziej wrażliwych na ich wysoki poziom (reakcje wykładnicze). W próbie z roku 2016 reakcje te stają się bardziej złożone – na wykresie ICE zaobserwować można widoczną także w części poprzednio omawianych zmiennych strefę zmiany charakteru wzrostu z wykładniczego na liniowy, występującą po osiągnięciu przez dany przypadek poziomu zadowolenia nieznacznie wyższego od przeciętnego (to jest po przekroczeniu wartości „0”). Zjawisko to jest niezmiernie intrygujące z poznawczego punktu widzenia, zwłaszcza zważywszy na fakt, iż przeciętny poziom zadowolenia w części zmiennych wydaje się rozdzielać różne rodzaje reakcji przypadków.

Na koniec warto także zaznaczyć, iż w obrębie omawianej zmiennej, w dwóch spośród badanych okresów (próby 2013 i 2015) przeciętny poziom zadowolenia także wydaje się dzielić przypadki – te z nich o wyższym poziomie zadowolenia reagują silniej na poprawę ocenianej zmiennej, te o niższym – wolniej. W próbie z roku 2014 obserwowane są epizodyczne przypadki spadku zadowolenia w sytuacji poprawy oceny atrakcyjności omawianej zmiennej wejściowej.

Drugim badanym aspektem działań promocyjnych stała się ocena racjonalnych aspektów komunikacji. Jej wpływ na wynikowy poziom zadowolenia przedstawiony został na kolejnych wykresach (wykres 4.33., wykres 4.34., wykres 4.35., wykres 4.36.).

Postrzeganie racjonalnych aspektów komunikacji jest zmienną o dość złożonym wpływie na finalny poziom satysfakcji, ponadto wpływ ten wydaje się być bardzo niespójny w kolejnych analizowanych okresach. Biorąc pod uwagę samo zróżnicowane w reakcjach przypadków na poprawę oceny tej zmiennej jest ono na względnie porównywalnym, dość wysokim poziomie, który jednakże maleje w kolejnych badanych okresach. W próbie z roku 2013 różnica między reakcją najbardziej korzystną a najgorszą reakcją sięgnęła wartości 0,95, co odpowiada 19,1% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia

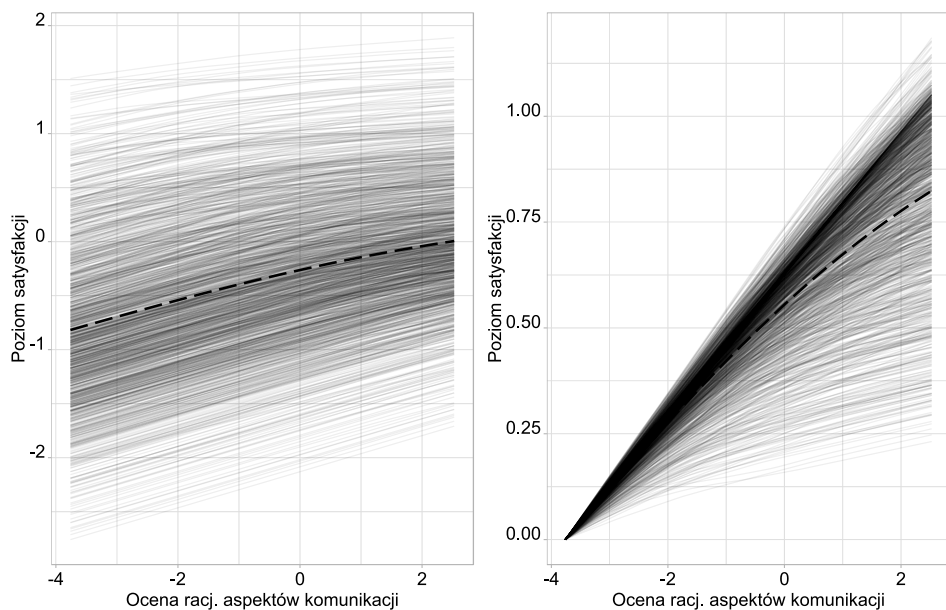
w próbie. W kolejnych latach wyniosła ona 0,72 oraz dwukrotnie 0,69, co odpowiada 14%, 13,6% oraz 13,8% rozstępu zbioru wartości zadowolenia obserwowanych w całej próbie.

W kolejnych badanych okresach zauważyć można także niezwykle wyraźne przypadki spójnych reakcji na poprawę oceny badanego obszaru. W próbach z roku 2013 oraz 2015 obserwowana jest liczna grupa zbliżonych, liniowych reakcji, silniejszych od średniej dla całego zbioru. W próbie z roku 2016 zauważyć można natomiast istnienie dwóch odrębnych grup – licznej i spójnej grupy przypadków o reakcji neutralnej, oraz mniej spójnej, ale nadal wyraźnej grupy o dodatniej, silnej reakcji o względnie liniowym charakterze.

Średnia reakcja przypadków na poprawę oceny racjonalnych aspektów komunikacji także wykazuje niezwykle zróżnicowany, z punktu widzenia siły, charakter w kolejnych badanych okresach. W pierwszym z nich jest ona bardzo wyraźna – poprawa oceny od wartości najgorszej do najlepszej przekłada się na wzrost zadowolenia o 0,82, co przekłada się na 16,5% odległości między najmniejszym a największym obserwowanym w próbie poziomem zadowolenia. W kolejnych latach reakcja ta jest mniej wyraźna – w roku 2015 jest niewielka – wyniosła 0,41 (8% rozstępu), zaś w latach 2014 oraz 2016 można wręcz powiedzieć, iż jest marginalna, bowiem zmiana zadowolenia wyniosła zaledwie 0,10 oraz 0,15, co przekłada się odpowiednio na 2% i 3% rozstępu zbioru wartości zadowolenia obserwowanych w próbie.

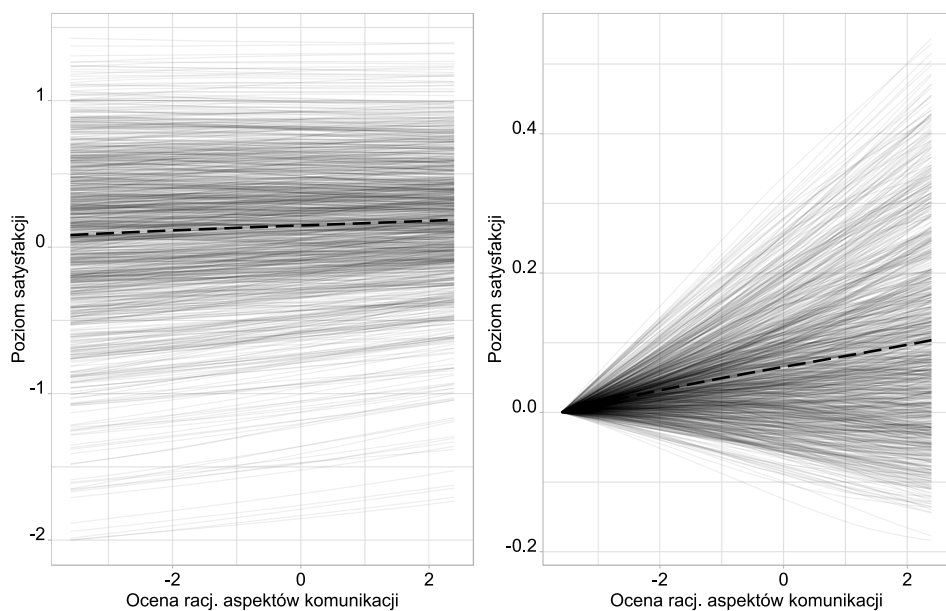
Kształt funkcji PDP także nie jest stały w każdym z badanych okresów. W próbie z roku 2013 wydaje się ona dowodzić spadku dynamiki poprawy poziomu zadowolenia wraz z poprawą oceny racjonalnych aspektów komunikacji, w próbach z lat 2014 oraz 2015 zależność jest liniowa, zaś w próbie z roku 2016 zaobserwować można nieznaczny wzrost dynamiki wraz ze wzrostem wartości badanej zmiennej, chociaż sama skala reakcji jest niezwykle niewielka.

Reakcje pojedynczych przypadków na wzrost omawianej zmiennej są bardzo zróżnicowane. W pierwszej kolejności w każdym z badanych okresów zaobserwować można szereg reakcji o charakterze liniowym, w większości przypadków relacja ma charakter dodatni, chociaż w próbach z lat 2014 oraz 2016 zaobserwować można także pewien zbiór reakcji o charakterze ujemnym – spadków poziomu zadowolenia. W pierwszym z badanych okresów obserwowane są także bardzo liczne przypadki wyhamowania dynamiki wzrostu zadowolenia, które skutkują kształtem krzywej PDP. W próbie z roku 2016 obserwowane są natomiast przypadki przyspieszenia wzrostu poziomu zadowolenia wraz z poprawą oceny badanego obszaru.



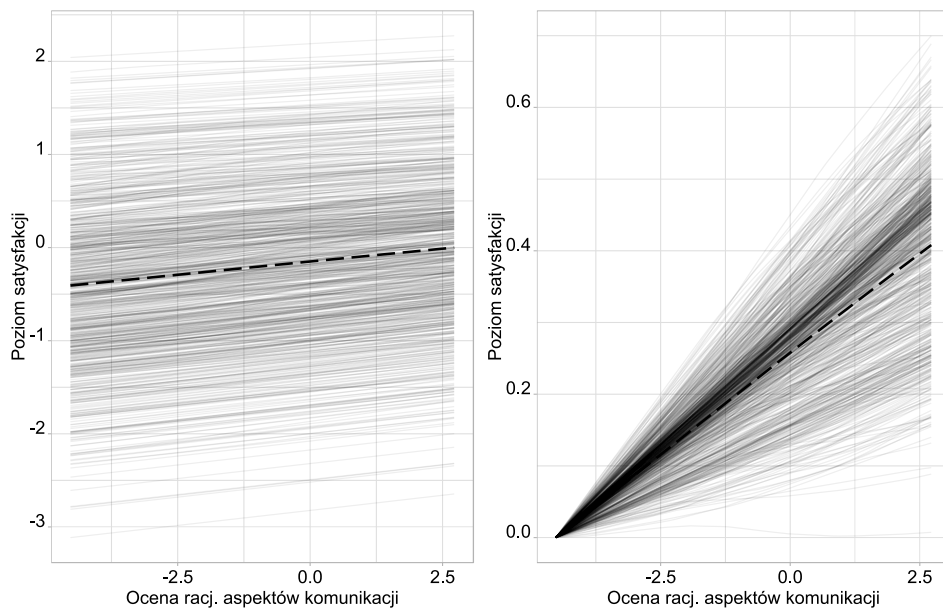
Wykres 4.33. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2013

Źródło: opracowanie własne.



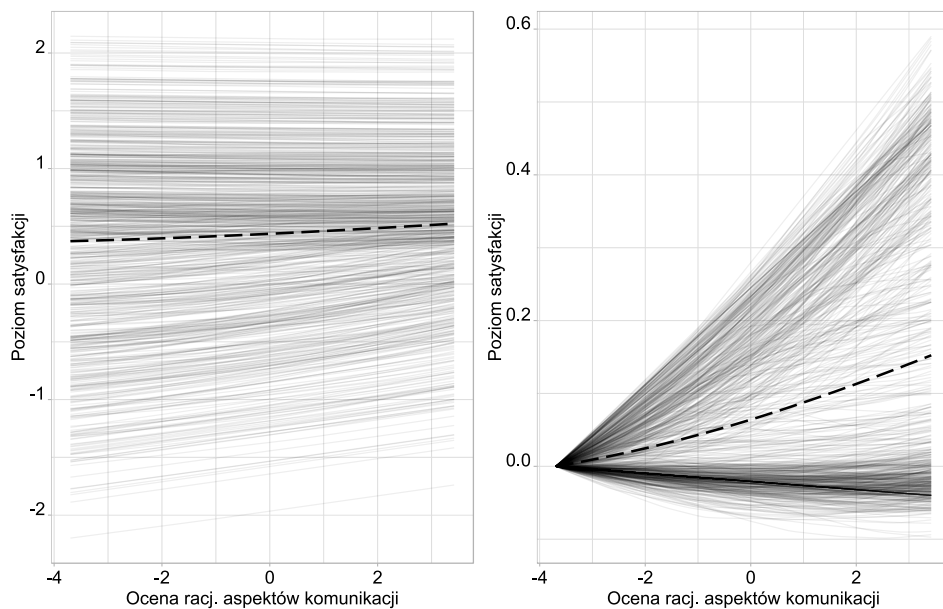
Wykres 4.34. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.35. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.36. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Omawiając sam charakter reakcji poszczególnych przypadków należy także zauważyć, iż w przypadku rozważanej zmiennej ponownie poziom zadowolenia wynikający z innych czynników – odpowiadający tym samym za początek każdej prostej lub krzywej na wykresie ICE, wydaje się dzielić przypadki na dwie grupy. Przypadki o poziomie zadowolenia poniżej średniej reagują na poprawę badanej zmiennej silniejszym wzrostem reakcji, podczas gdy przypadki o poziomie zadowolenia powyżej średniej reagują słabiej, neutralnie, bądź nawet pogorszeniem tego poziomu. Zjawisko to obserwowane jest we wszystkich okresach z wyjątkiem roku 2015.

Podsumowując działanie czynników związanych z promocją podmiotu należy zwrócić uwagę, iż obszar ten wywiera widoczny, ale dość przeciętny wpływ na poziom wynikowej satysfakcji klienta. Wiąże się to najprawdopodobniej z faktem, iż konsumenci bardziej postrzegają działania konkretnych marek i jednostek obecnych w centrum, a nie samego centrum jako podmiotu. Równocześnie, większy wpływ charakteryzuje ocenę atrakcyjności, niższy – ocenę racjonalnych aspektów komunikacji, co uzasadnić można kompozycją zmiennych składających się na te dwie oceny. Ocena aspektów racjonalnych bazuje na ocenie rzetelności informacji o promocjach oraz ich częstotliwości, czyli dwóch czynników, które co do zasady nie oferują wprost korzyści konsumentowi, podczas gdy atrakcyjność wyraża w części czynniki przekładające się na dodatkową wartość dla klienta.

Interesujący jest też fakt pojawienia się w próbie z roku 2014 szeregu reakcji negatywnych, obserwowanych w obu badanych zmiennych. Wyjaśnienie tego zjawiska wymagałoby najprawdopodobniej analizy sytuacji panującej na rynku oraz mechanizmów konkurowania między podmiotami, co niestety wykracza poza obszar tematyczny opracowania.

4.4. Aspekty organizacyjne

Aspekty organizacyjne funkcjonowania centrum handlowego to jeden z istotniejszych obszarów powstawania satysfakcji klienta, między innymi z uwagi na fakt, iż zgromadzone w jego obrębie czynniki pozostają pod bezpośrednim wpływem jednostki – w przeciwieństwie do czynników względnie stałych – na przykład dotyczących lokalizacji, lub zależnych od funkcjonujących w obrębie centrum podmiotów – jak poziom cen. W prezentowanym badaniu wykorzystane zostały trzy zmienne obrazujące wybrane aspekty organizacyjne funkcjonowania jednostki: jej estetyka, czystość wewnątrz oraz przyjazność wewnątrz.

Znaczenie pierwszej z nich, estetyki centrum, agregującej aranżację wnętrza, wygląd zewnętrzny oraz estetykę wewnątrz poszczególnych punktów handlowych przedstawione zostało poniżej (wykres 4.37., wykres 4.28., wykres 4.39., wykres 4.40.).

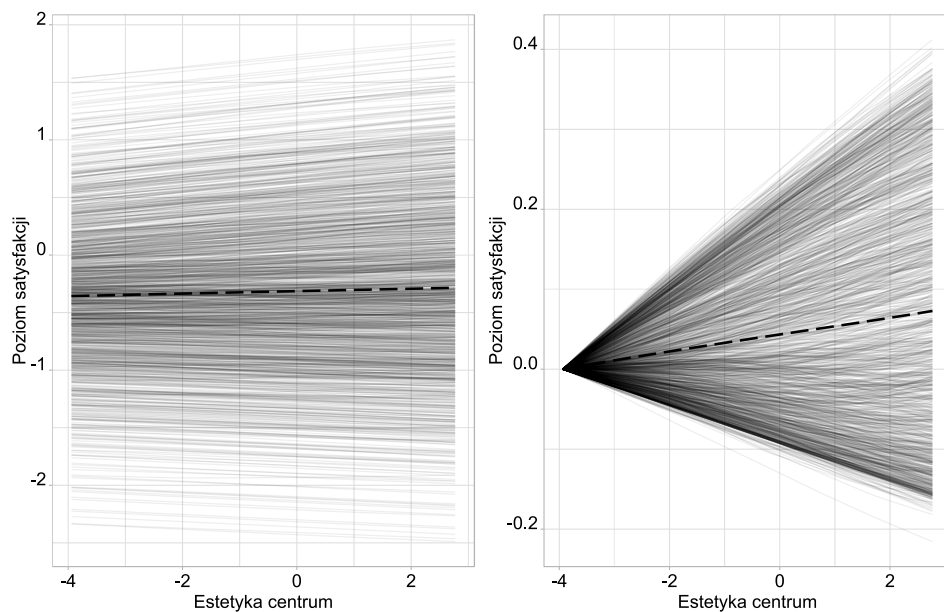
Ocena estetyki centrum jest czynnikiem o dość interesującym charakterze oddziaływania – analizując wszystkie cztery badane okresy zauważyć można dwa

kompletnie różne zakresy wpływu na finalny poziom zadowolenia. W pierwszych dwóch okresach estetyka wydaje się mieć wpływ niemalże marginalny, reakcje przypadków na jej poprawę są zróżnicowane w stopniu dość przeciętnym, mają do tego zarówno pozytywny, jak i negatywny charakter. Ponadto, w tych dwóch okresach przeciętny poziom zadowolenia wynikający z innych czynników, to jest obserwowany przy minimalnej ocenie badanej zmiennej wydaje się rozdzielać reakcje – przypadki o wyższym początkowym poziomie zadowolenia silniej reagują na poprawę ocenianej zmiennej, niż przypadki o poziomie niższym. W kolejnych dwóch okresach następuje natomiast zmiana – wpływ staje się widoczny, wyraźnie rośnie także zróżnicowanie w reakcjach respondentów, przy czym stają się one wyłącznie pozytywne.

Sytuację taką wyjaśnia fakt, iż badany sektor podlegał w prezentowanych okresach ciągłemu rozwojowi – w każdym z nich dochodził jeden nowy, duży podmiot, co powodowało z jednej strony intensyfikację walki konkurencyjnej, z drugiej zaś wzrost możliwości wyboru preferowanego podmiotu. Z tego powodu w początkowych okresach estetyka nie była istotnym czynnikiem wyboru, ponieważ, z racji mniejszej ilości podmiotów, wybór, jak i doświadczane zadowolenie wiązały się zapewne z innymi uwarunkowaniami – stąd zróżnicowane reakcje na poprawę estetyki i niewielka reakcja średnia. W momencie wzrostu ilości jednostek, tym samym zaś wraz z większą perspektywą wyboru, lepszym dopasowaniem podmiotów do rynku oraz ogólną poprawą standardu oferty klienci w większym stopniu zaczęli zwracać uwagę na jej poza-asortymentowe elementy, zaś sama estetyka wydaje się tu odgrywać wyraźną rolę – jest łatwo zauważalna i dotyczy każdego odwiedzającego.

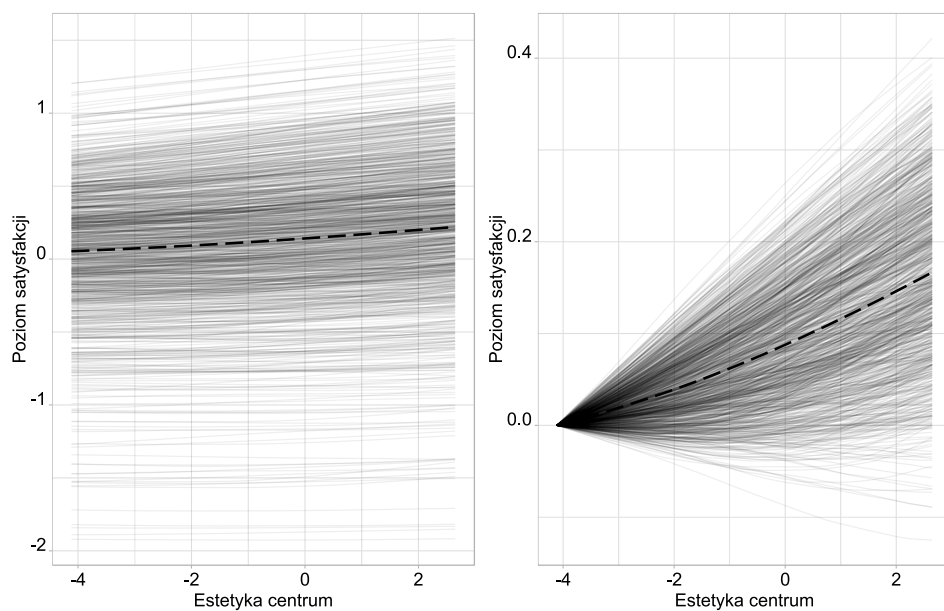
Różnica między najbardziej i najmniej korzystną reakcją na poprawę oceny estetyki centrum do wartości maksymalnej w pierwszych dwóch badanych okresach jest przeciętna, i wynosi odpowiednio 0,63 oraz 0,55, co odpowiada 12,5% oraz 10,6% rozstępu zbioru wartości poziomu satysfakcji obserwowanych w próbie. W kolejnych dwóch okresach zróżnicowanie reakcji wyraźnie wzrasta, osiągając wartość 0,8 w próbie z roku 2015 oraz 0,92 w próbie z roku 2016, co przekłada się na 15,7% oraz 18,4% różnicy między minimalnym a maksymalnym obserwowanym poziomem zadowolenia.

W przypadku badanej zmiennej zaobserwować można także dwa obszary spójnych reakcji – co ciekawe, pojawiają się one w dwóch ostatnich okresach, co wydaje się wpisywać w przedstawiony uprzednio podział badanych okresów według kryterium różnic w charakterze oddziaływania badanej zmiennej. Obszary te łączą przypadki o liniowej, słabszej niż przeciętna poprawie poziomu satysfakcji wraz ze wzrostem oceny poziomu estetyki centrum, można zatem przyjąć, iż reakcja na poprawę estetyki uległa stabilizacji.



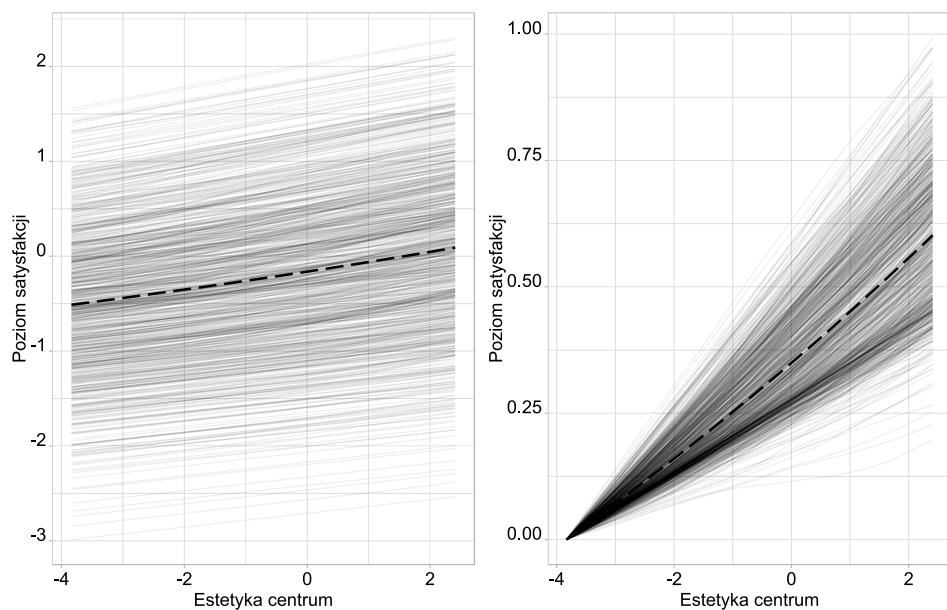
Wykres 4.37. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2013

Źródło: opracowanie własne.

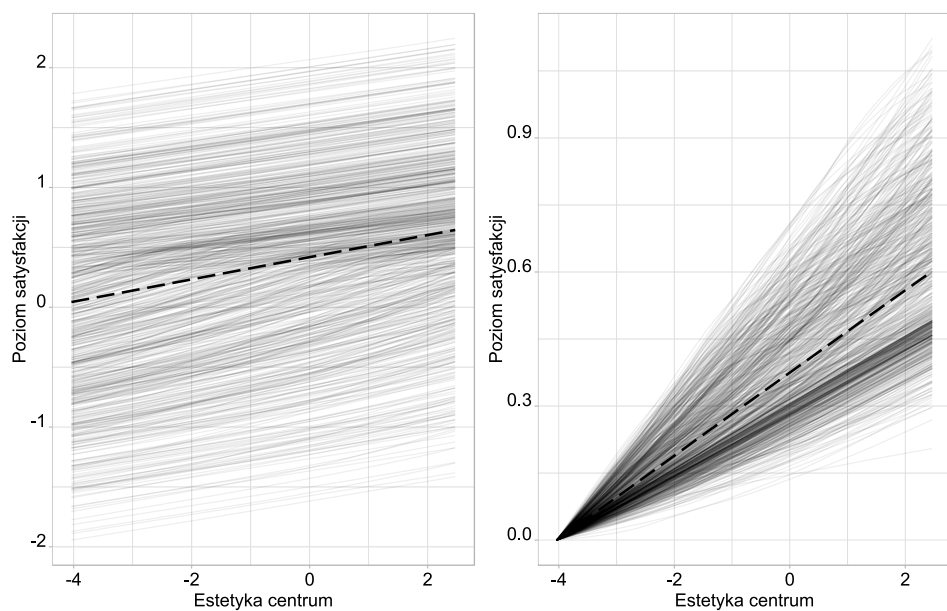


Wykres 4.38. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2014

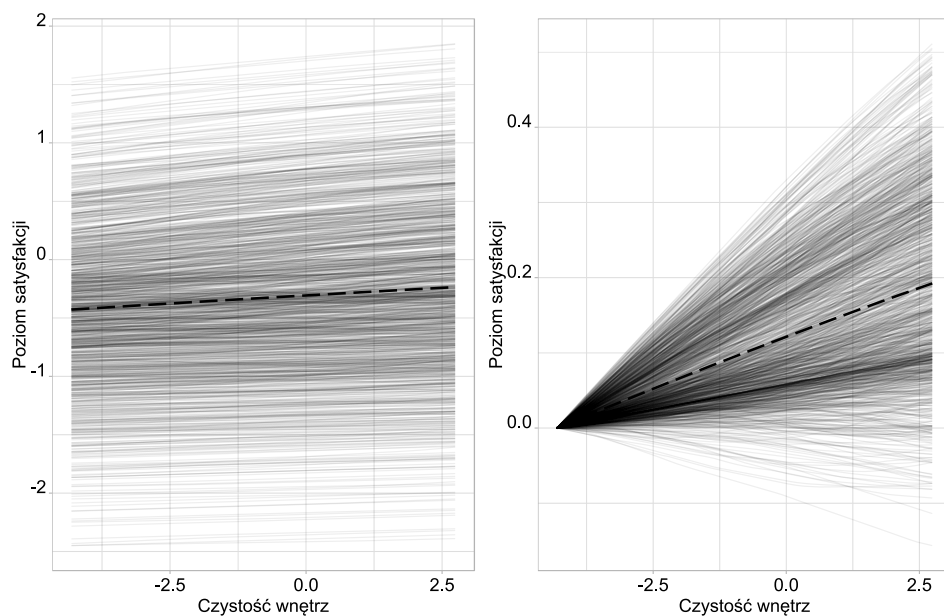
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.39. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2015
Źródło: opracowanie własne.

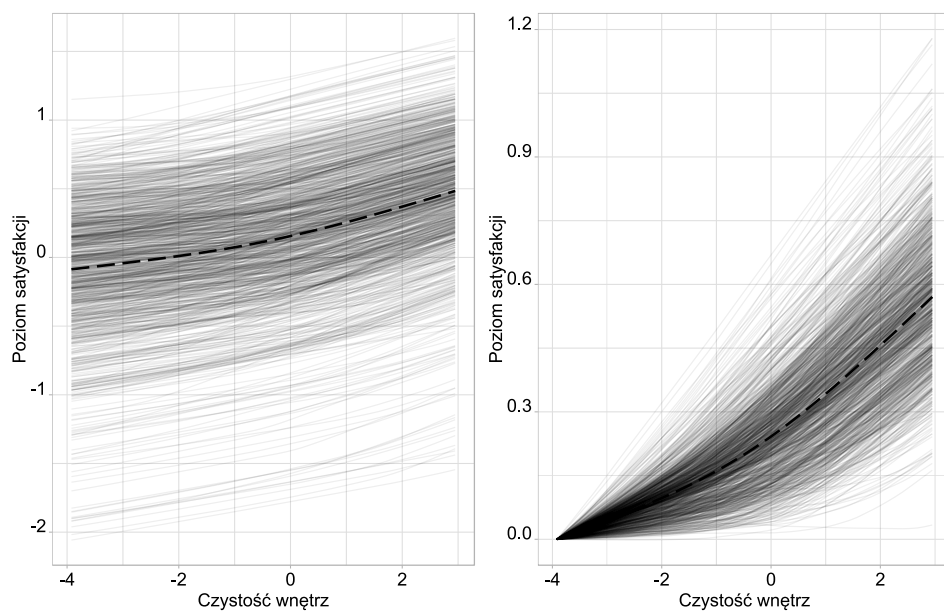


Wykres 4.40. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2016
Źródło: opracowanie własne.



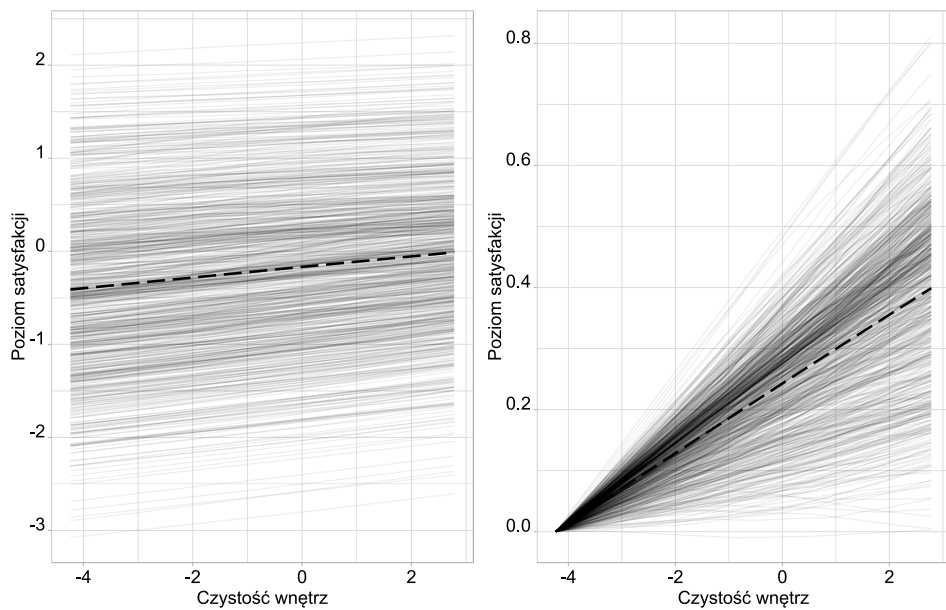
Wykres 4.41. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrza – 2013

Źródło: opracowanie własne.

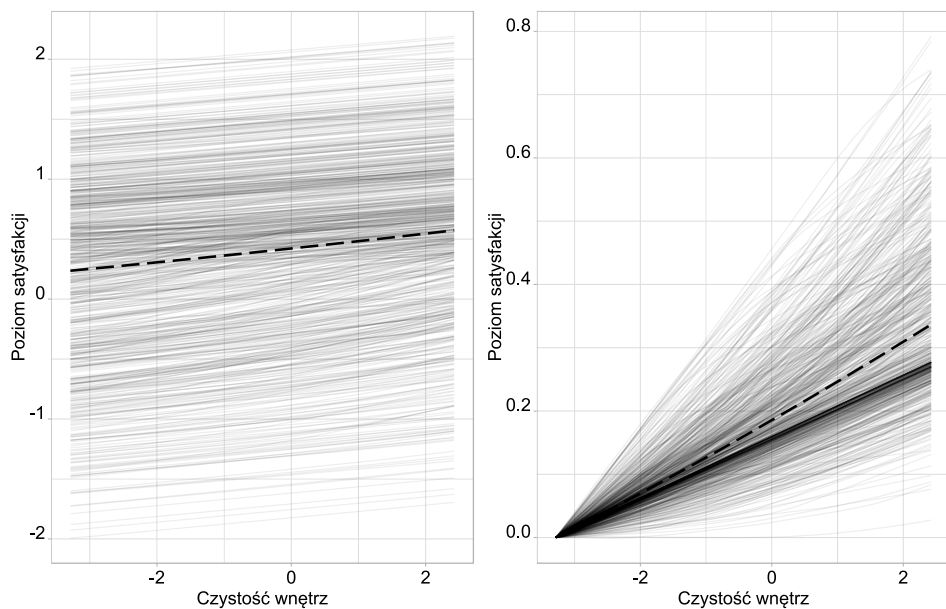


Wykres 4.42. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrza – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.43. ICE oraz c-ICE – czystość wewnątrz – 2015
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.44. ICE oraz c-ICE – czystość wewnątrz – 2016
Źródło: opracowanie własne.

Średnia reakcja na poprawę oceny badanej zmiennej od wartości minimalnej do wartości maksymalnej, wyrażona przebiegiem krzywej PDP w pierwszych dwóch okresach jest niewielka – wynosi w próbie z roku 2013 zaledwie 0,07, zaś w próbie z roku 2014 – 0,17, co reprezentuje 1,5% oraz 3,2% dystansu między minimalnym a maksymalnym obserwowanym poziomem satysfakcji. Reakcja ta rośnie natomiast bardzo istotnie w kolejnych dwóch okresach, osiągając w obu wartość 0,6, wyrażającą 11,8% oraz 12% wspomnianego dystansu. Sam przebieg funkcji PDP jest w większości przypadków liniowy, sugerując proporcjonalną zależność między zmienną a poziomem zadowolenia, w roku 2014 przebieg ten ma charakter wykładniczy, wskazując na nieznaczne przyspieszenie dynamiki wzrostu zadowolenia wraz z poprawą ocen poziomu estetyki centrum.

Reakcje pojedynczych przypadków są w większości przypadków liniowe, zaobserwować można także przypadki reakcji wykładniczych, jak również, w próbie z roku 2016, zjawisko spadku dynamiki wzrostu po przekroczeniu średniego poziomu zadowolenia. W pierwszych dwóch badanych okresach potencjalne reakcje na poprawę oceny estetyki centrum mają zarówno charakter pozytywny, jak i negatywny, przy czym w próbie z roku 2014 skala reakcji negatywnych jest bardzo niewielka. W kolejnych dwóch okresach obserwować można wyłącznie reakcje pozytywne.

Drugą zmienną uwzględnioną w obszarze organizacyjnym była ocena czystości wewnątrz w centrum handlowym (wykres 4.41., wykres 4.42., wykres 4.43., wykres 4.44.), agregująca ocenę czystości zarówno wewnątrz sklepowych, jak również holu oraz parkingu. W jej przypadku nie można wyodrębnić okresów o przeciwnym charakterze reakcji na poprawę badanej zmiennej – w każdej z badanych prób reakcje przypadków są podobne, zwykle pozytywne, różni je tylko sama skala i zakres odpowiedzi na poprawę omawianej oceny.

Ocena czystości wewnątrz jest zmienną, którą charakteryzuje silnie zróżnicowanie w reakcjach przypadków. Po osiągnięciu przez nią wartości maksymalnej, różnica między reakcją najbardziej i najmniej korzystną wyniosła 0,67 w próbie z roku 2013, 1,15 w próbie z 2014, 0,81 w próbie z 2015 oraz 0,76 w próbie z roku 2016. Odpowiada to odpowiednio 13,3%, 22,3%, 15,9% oraz 15,3% rozpiętości zbioru obserwowanych w próbie poziomów satysfakcji. Należy przy tym zauważyć, iż za wyjątkiem próby z pierwszego badanego okresu, wszystkie reakcje mają charakter pozytywny, obecne są także pojedyncze reakcje neutralne. W próbie z roku 2013 obserwowany jest pewien zbiór reakcji negatywnych, chociaż nadal w większości przypadków poprawie oceny zmiennej towarzyszy wzrost zadowolenia.

Analiza wykresów c-ICE uwidacznia ponadto dość wyraźne obszary łączące przypadki o podobnej reakcji na poprawę oceny badanej zmiennej – we wszystkich próbach oprócz tej z roku 2014 zaobserwować można wyraźną grupę przypadków o spójnej, liniowej reakcji nieznacznie słabszej (2013, 2016), bądź sil-

niejszej (2015) od średniej dla całego zbioru. W próbie z roku 2014 brakuje wyraźnych obszarów homogeniczności, niemniej jednak większość reakcji wydaje się układać wokół wartości średniej, wyrażonej krzywą PDP.

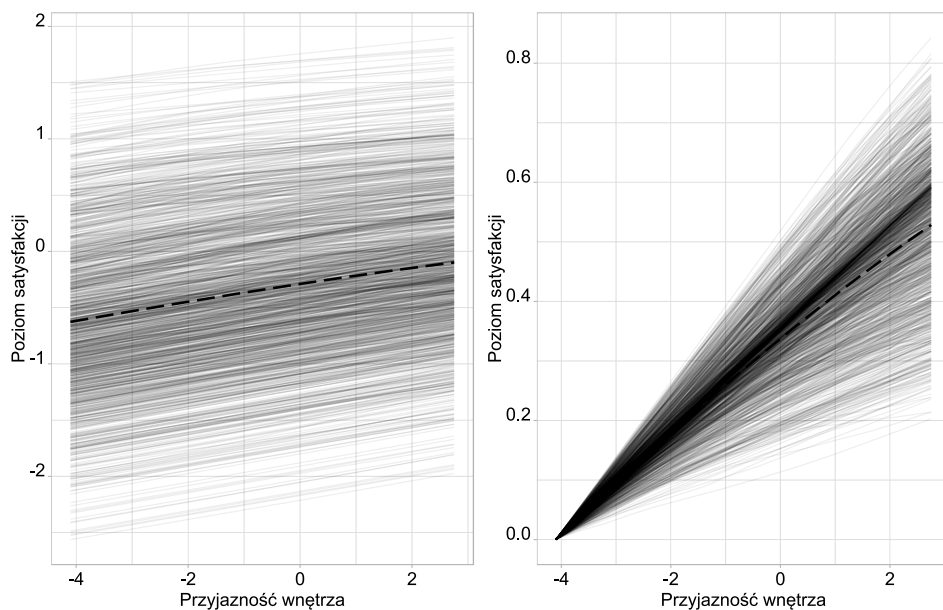
Sam zakres wpływu oceny poziomu czystości wnętrza na końcowy poziom satysfakcji należy ocenić jako niewielki. Poprawa tej oceny od wartości minimalnej do maksymalnej przekłada się w kolejnych badanych okresach na wzrost zadowolenia o 0,19, 0,57, 0,40 oraz 0,34 – 3,8%, 11,1%, 7,8% oraz 6,7% różnicy między minimalnym a maksymalnym obserwowanym poziomem satysfakcji. Funkcja PDP we wszystkich zbiorach danych z wyjątkiem zbioru z roku 2014 ma charakter liniowy, w próbie z roku 2014 – wykładniczy.

Podobnie, jak miało to miejsce przy ocenie estetyki centrum, także przy omawianej zmiennej zaobserwować można, z wyjątkiem zbioru danych z roku 2014, różnice w reakcjach przypadków o wysokim i niskim poziomie zadowolenia, przy czym wartością rozdzielającą jest tutaj ponownie średni poziom satysfakcji (wartość „0”). Same reakcje przypadków są w większości liniowe, przy czym w próbie z roku 2016 zaobserwować można spadek dynamiki wzrostu po przekroczeniu średniego poziomu satysfakcji, zaś w próbie z roku 2014 niemalże wszystkie przypadki reagują na poprawę oceny czystości wykładniczym wzrostem zadowolenia.

Ostatnim analizowanym obszarem organizacyjnym funkcjonowania centrum stała się przyjazność jego wnętrza (wykres 4.45., wykres 4.46., wykres 4.47., wykres 4.48.), w obrębie której znalazły się takie wymiary jak dostępności wind i ruchomych schodów, łatwości poruszania się po centrum i bezpieczeństwo na jego terenie oraz dostęp do ułatwień dla niepełnosprawnych.

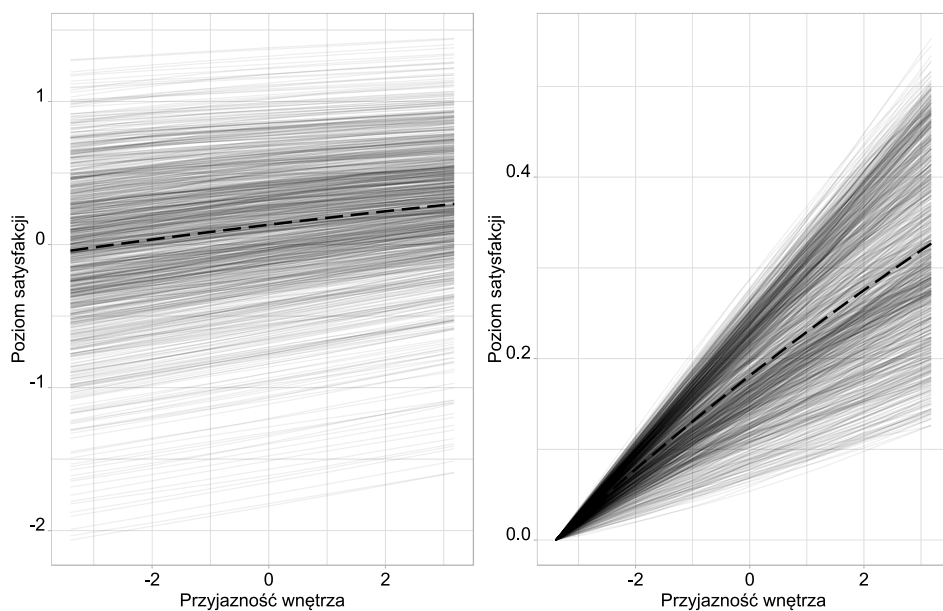
W obrębie tej zmiennej w pierwszej kolejności zaobserwować można dość umiarkowane zróżnicowanie między najbardziej a najmniej korzystną reakcją na poprawę oceny tego wymiaru od wartości minimalnej do maksymalnej. Jest ono nieznacznie większe w próbie z roku 2013 – osiągając wartość 0,64, natomiast wyraźnie mniejsze w pozostałych okresach, w których wyniosło odpowiednio 0,43, 0,53 oraz 0,49. Odpowiada to 12,7% a następnie 8,3%, 10,3% oraz 9,9% rozstępu zbioru wartości satysfakcji obserwowanych w próbach w kolejnych latach.

Na przedstawionych wykresach zauważyć można ponadto wyraźne obszary spójności reakcji. W pierwszym z badanych okresów zauważalna jest liczna grupa przypadków o podobnej, liniowej reakcji, zbliżonej do reakcji średniej dla całego zbioru. W pozostałych próbach zidentyfikować można dwa, mniej lub bardziej widoczne, obszary podobnych reakcji – jeden położony poniżej średniej reprezentowanej przez krzywą PDP, widoczny zwłaszcza w próbie z 2016 oraz drugi, mniej wyraźny, położony powyżej tej krzywej.



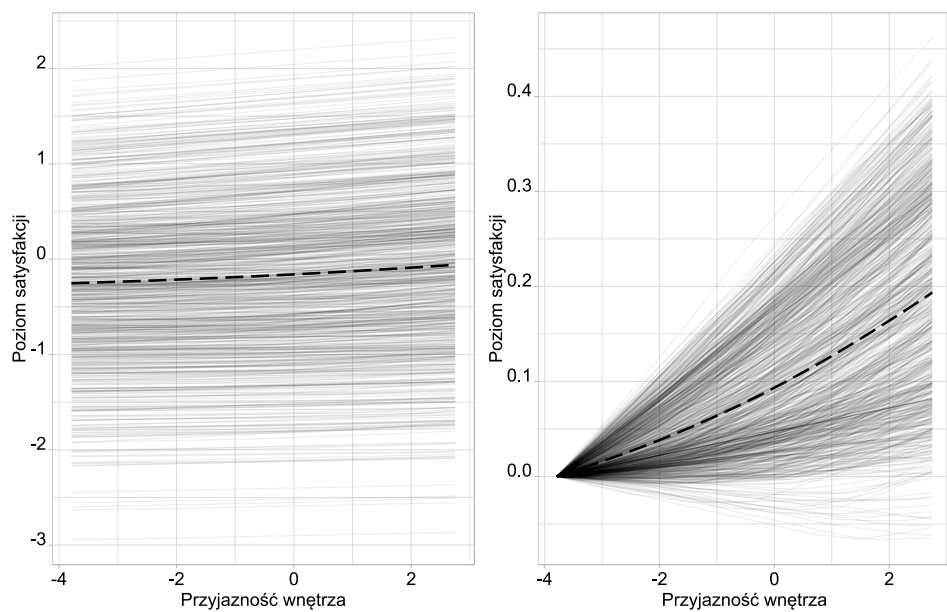
Wykres 4.45. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2013

Źródło: opracowanie własne.

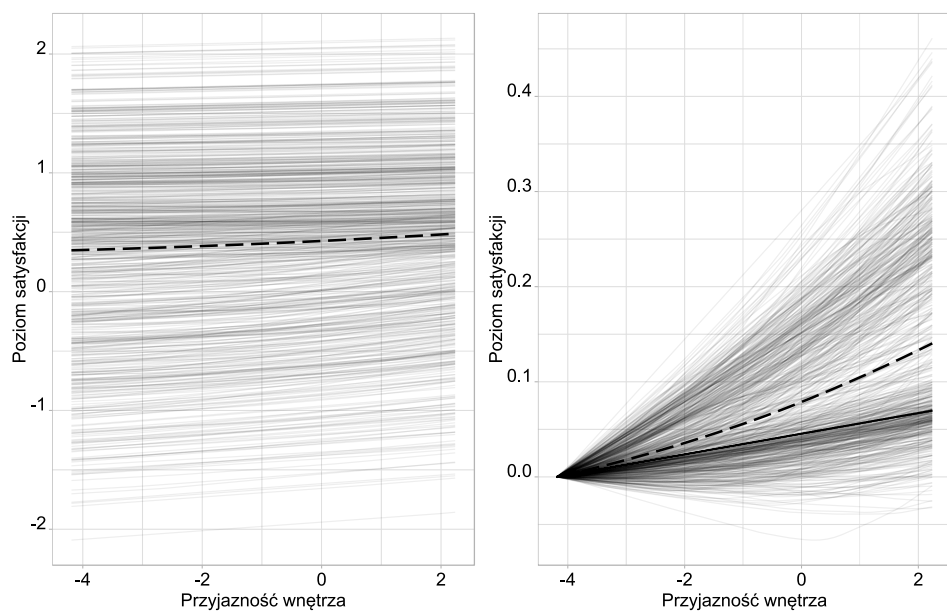


Wykres 4.46. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.47. ICE oraz c-ICE – przyjaźność wnętrza – 2015
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.48. ICE oraz c-ICE – przyjaźność wnętrza – 2016
Źródło: opracowanie własne.

Średnia reakcja na poprawę oceny przyjazności wnętrza jest bardzo mała, ponadto systematycznie maleje w kolejnych badanych okresach. W próbie z roku 2013 wzrost oceny tej zmiennej od wartości minimalnej do maksymalnej przekładał się na poprawę poziomu zadowolenia średnio o 0,53, co stanowi 10,6% różnicy między minimalnym a maksymalnym, obserwowanym zadowoleniem. W kolejnych badanych okresach efekt ten był coraz mniejszy – w próbie z roku 2014 wyniósł 0,33 (co stanowi 6,4% wymienionej różnicy), w próbie z roku 2015 – 0,19 (3,8%), zaś w próbie z roku 2016 – 0,14 (2,8%).

Sam charakter reakcji, wyrażony przebiegiem prostej bądź krzywej PDP w pierwszych dwóch wykresach ma charakter logarytmiczny – dynamika poprawy poziomu zadowolenia maleje wraz z postępującą poprawą poziomu przyjazności wnętrza. Można to zinterpretować hipotezą, iż poziom przyjazności poniżej określonego standardu powoduje negatywną ocenę, natomiast osiągnięcie standardu lub jego przekroczenie nie przekłada się na ocenę pozytywną. W kolejnych dwóch okresach ma natomiast miejsce sytuacja odwrotna, wzrost jest wykładniczy, czyli przyspiesza wraz z poprawą ocen przyjazności wnętrza.

W obrębie badanej zmiennej zaobserwować można bardzo różne reakcje przypadków na wzrost jej wartości, począwszy od reakcji liniowych – to jest stałą odpowiedź na poprawę wartości ocen przyjazności wnętrza, po reakcje wykładnicze i logarytmiczne – oznaczające wzrost lub spadek dynamiki zmiany poziomu zadowolenia wraz z postępującą poprawą oceny badanego obszaru. Równocześnie warto wskazać, iż w pierwszych dwóch okresach reakcje były wyłącznie pozytywne, w kolejnych dwóch zaobserwować można szereg reakcji neutralnych oraz pojedyncze reakcje negatywne.

W dwóch ostatnich okresach na wykresach ICE zauważyć można także różne reakcje przypadków w zależności od wartości początkowej poziomu zadowolenia. Obserwowana reakcja jest niestety niespójna, a tym samym trudna do zinterpretowania – w próbie z roku 2016 przypadki o wysokim poziomie zadowolenia reagują neutralnie, te o niskim – pozytywnie, podczas gdy w próbie z roku 2015 ma miejsce sytuacja odwrotna.

Podsumowując omówienie reakcji przypadków na poprawę zmiennych wyrażających aspekty organizacyjne funkcjonowania podmiotu nie sposób nie zauważyć bardzo niewielkiego znaczenia badanych zmiennych w budowaniu wyjściowego poziomu satysfakcji klienta. Wartość średnia poprawy wartości zadowolenia przy wzroście danego czynnika od minimum do maksimum w żadnym z okresów nie przekracza 0,60, co przekłada się na około 11% maksymalnego poziomu zadowolenia, ale z drugiej strony wpływ ten nigdy nie jest ujemny – poprawa aspektów organizacyjnych w ostatecznym rozrachunku zwykle skutkuje poprawą satysfakcji klienta.

Sytuację taką wydaje się tłumaczyć w pierwszej kolejności fakt, iż zmienne te nie dotyczą bezpośrednich korzyści oferowanych klientowi, nie dotyczą także dostępności i szerokości oferty, a raczej warunków w jakich oferta ta jest udostęp-

niana i prezentowana. Można też przypuszczać, iż ewentualna niska ocena aspektów organizacyjnych może być skutecznie kompensowana przez pozytywną ocenę produktowych aspektów oferty, które, jak można przypuszczać, są podstawowym celem odwiedzin centrum przez klienta – będzie to poddane ocenie w dalszej części pracy.

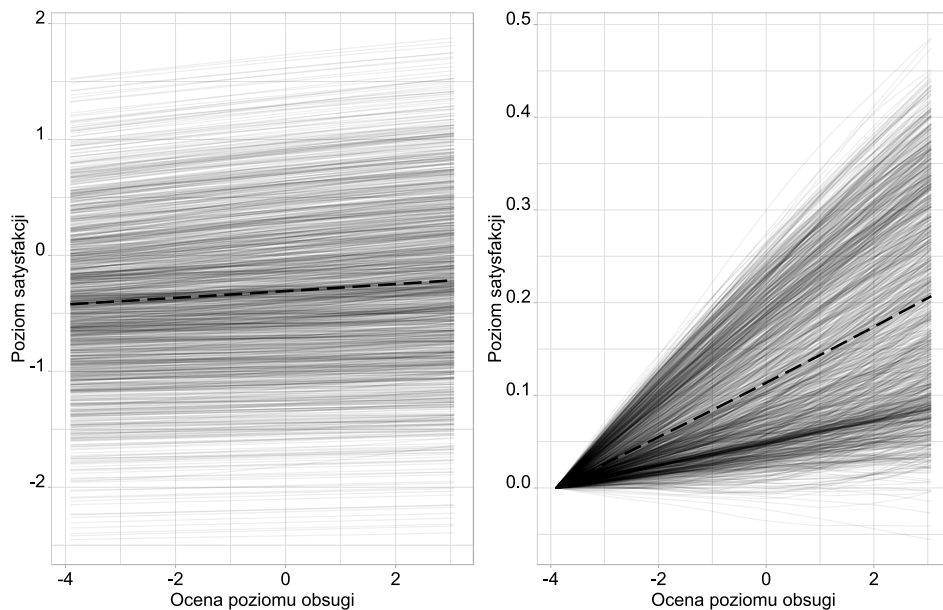
Na koniec, warto też postawić pytanie, czy ujęte w badaniu aspekty organizacyjne, takie jak wygląd zewnętrzny, czy dostępność wind są w ogóle dostrzegane i oceniane, w perspektywie powstawania satysfakcji, przez badanego. Spora ilość reakcji neutralnych przy każdej z badanych zmiennych wydaje się dowodzić, iż część respondentów w większym stopniu nie zwraca uwagi na ten obszar funkcjonowania podmiotu, być może także rozwiązania w tym obszarze są bardzo zbliżone w różnych, funkcjonujących na rynku jednostkach, tym samym zaś nie stanowią czynnika je różnicującego.

4.5. Obsługa klienta

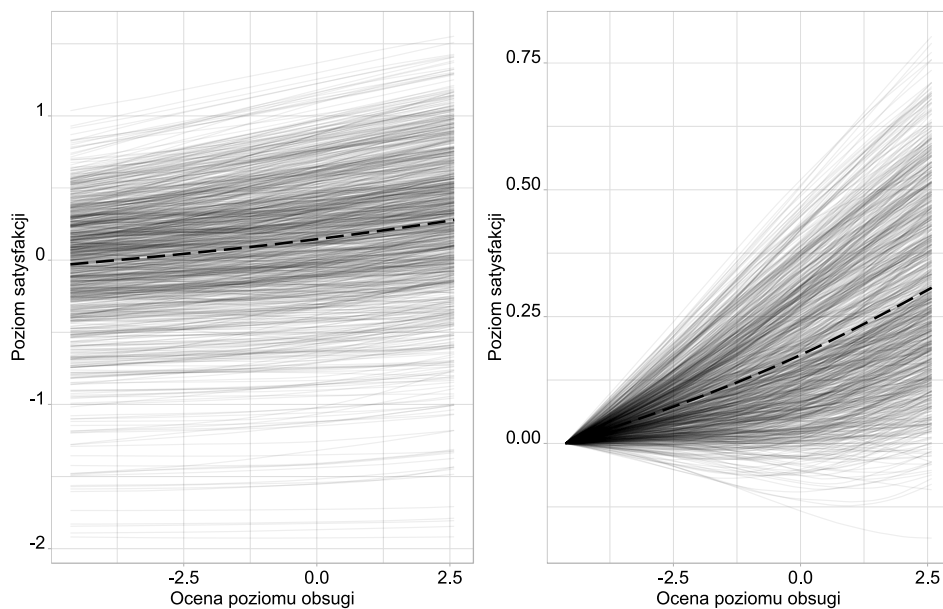
Kolejnym analizowanym obszarem uwarunkowań potencjalnie kształtujących satysfakcję klienta centrum handlowego stała się ocena pracowników – zarówno samego centrum, jak i funkcjonujących w jego obrębie jednostek. W obszarze tym wyodrębnione zostały trzy zmienne: ocena poziomu obsługi, agregująca ocenę kompetencji oraz uprzejmości pracowników sklepów oraz dostępność pracowników obsługi, dostępność pomocy informacyjnej – wiążącej się z możliwością uzyskania pomocy ze strony pracowników centrum oraz ocena personelu ochrony, pozostająca w związku z jego ilością, uprzejmością oraz ogólnym wyglądem pracowników. Ostatnia z badanych zmiennych została pominięta w prowadzonej poniżej dyskusji z uwagi na jej marginalny wpływ na poziom satysfakcji klienta w większości z badanych okresów.

Pierwszą z omawianych zmiennych stała się ocena poziomu obsługi (wykres 4.49., wykres 4.50., wykres 4.51., wykres 4.52.). W jej obrębie, podobnie jak uprzednio miało to miejsce w przypadku estetyki centrum, wyodrębnić można dwa różne charaktery oddziaływania. W pierwszych dwóch okresach mamy do czynienia z szeregiem zróżnicowanych reakcji, począwszy od silnie pozytywnych do neutralnych, w kolejnych dwóch – z względnie spójnymi, wyraźnie pozytywnymi reakcjami, bez reakcji negatywnych i neutralnych.

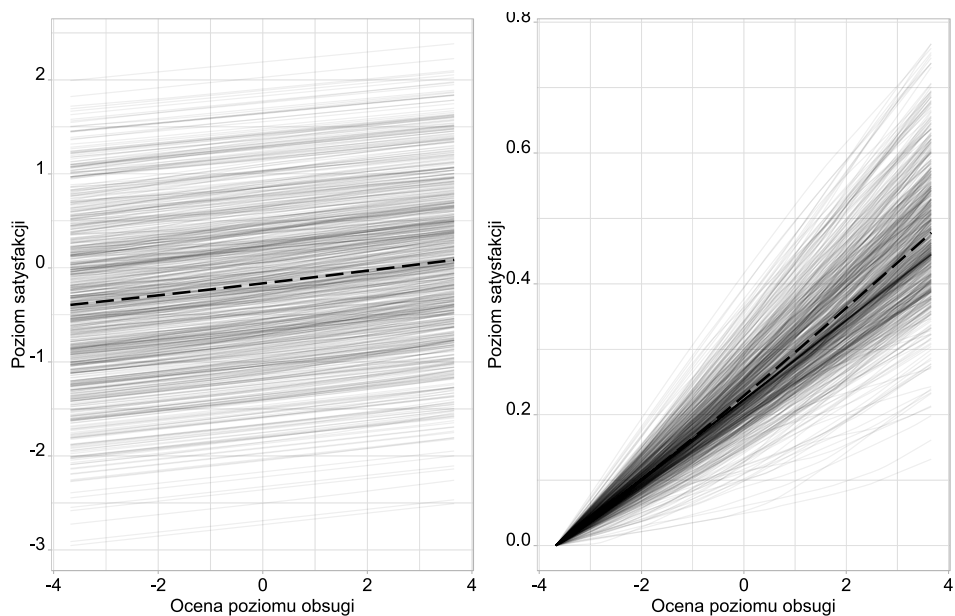
Poziom zróżnicowania reakcji przypadków na poprawę oceny poziomu obsługi jest dość wysoki, w szczególności w próbie z roku 2014. Różnica między najmniej a najbardziej korzystną reakcją wyniosła w pierwszym z badanych okresów 0,54, w drugim – 0,99, w trzecim 0,63, zaś w czwartym – 0,61. Odpowiada to odpowiednio 10,8%, 19,2%, 12,5% oraz 12,2% odległości między minimalnym a maksymalnym poziomem zadowolenia, obserwowanym w kolejnych analizowanych próbach.



Wykres 4.49. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2013
Źródło: opracowanie własne.

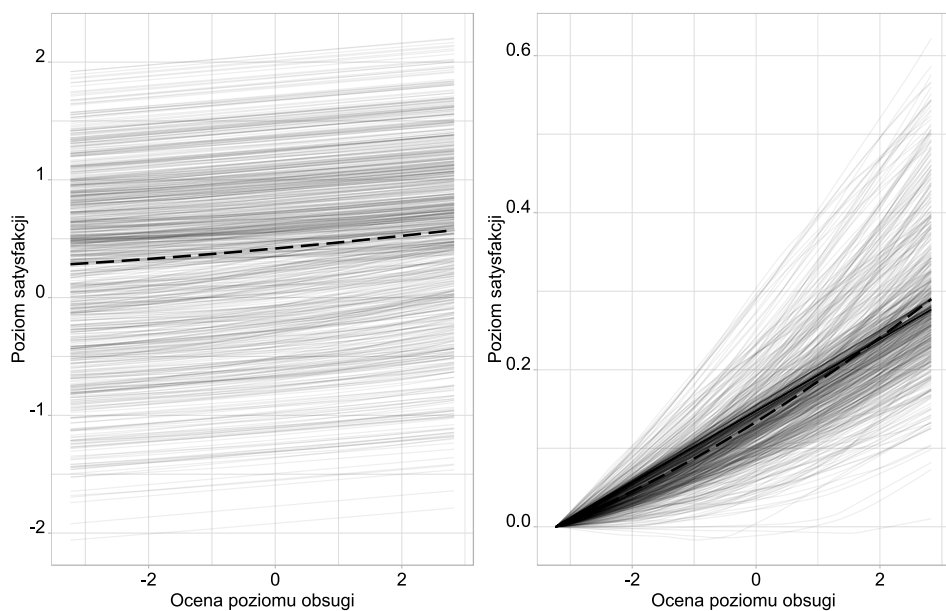


Wykres 4.50. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2014
Źródło: opracowanie własne.



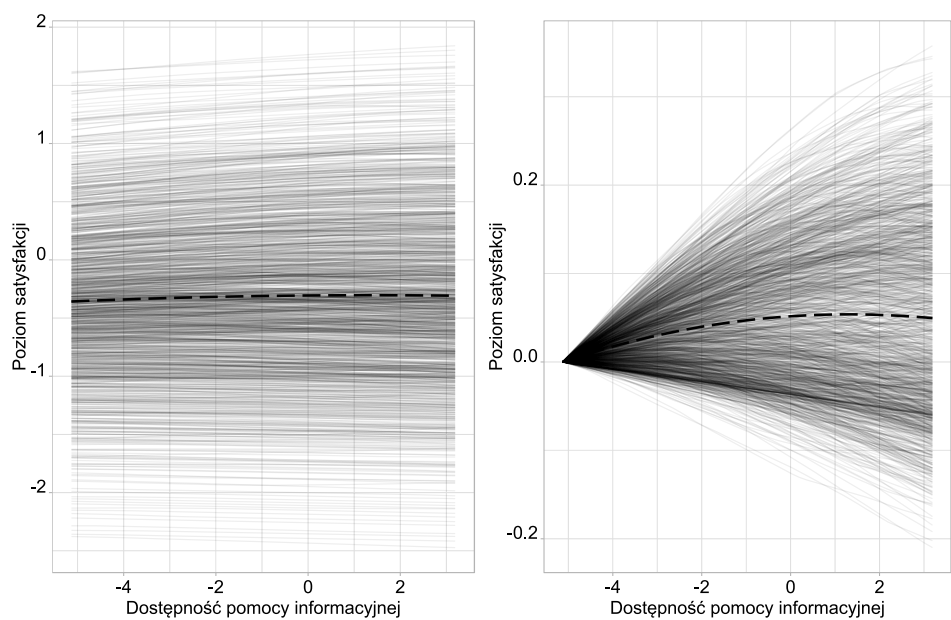
Wykres 4.51. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2015

Źródło: opracowanie własne.



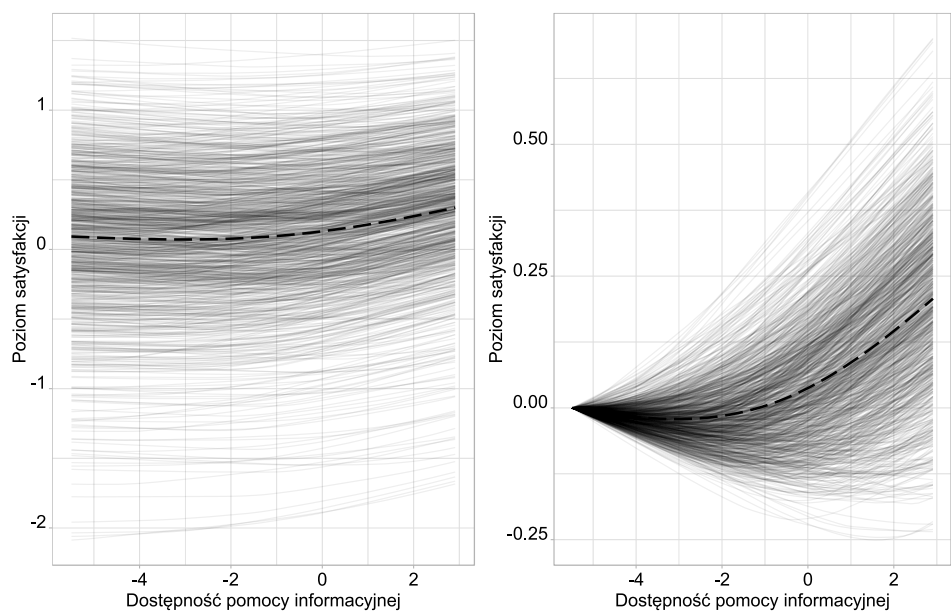
Wykres 4.52. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2016

Źródło: opracowanie własne.



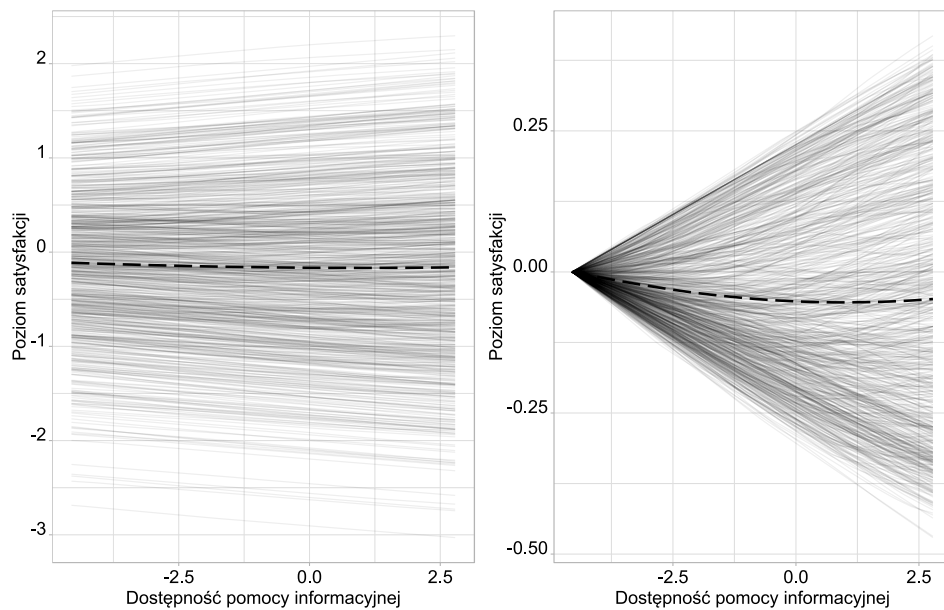
Wykres 4.53. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2013

Źródło: opracowanie własne.



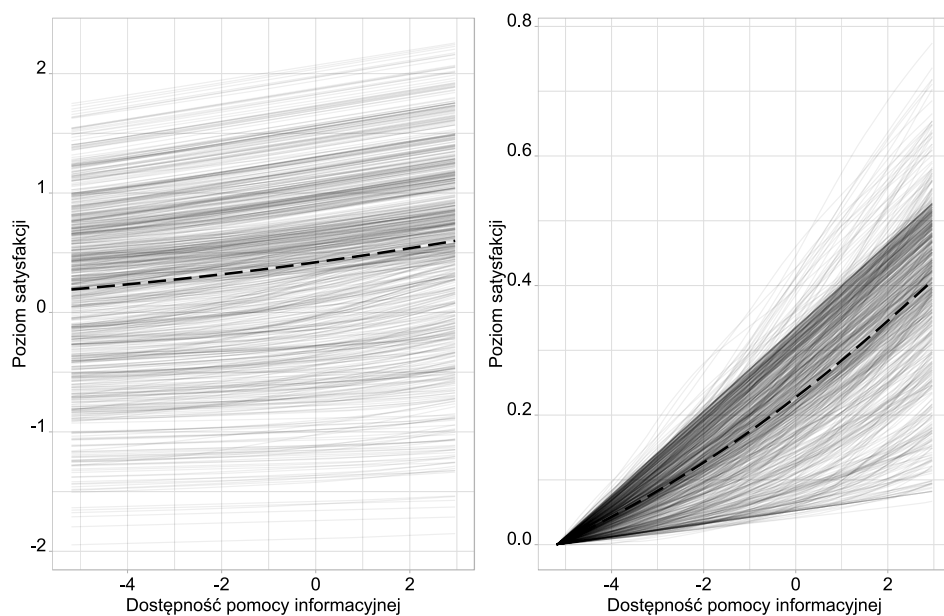
Wykres 4.54. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.55. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.56. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2016

Źródło: opracowanie własne.

W pierwszym z badanych okresów zauważyć można także dwa obszary występowania przypadków o spójnej reakcji na poprawę oceny zmiennej. Jeden, bardziej wyraźny, reprezentuje reakcje nieznacznie pozytywne, drugi, mniej wyraźny, reakcje pozytywne. Widoczne obszary jednorodnych reakcji zaobserwować można także w próbach z roku 2015 oraz 2016 – łączą one przypadki o liniowej, pozytywnej reakcji zbliżonej do reakcji średniej dla całej próby.

Analiza krzywych PDP, reprezentujących średnią reakcję przypadków na poprawę badanej zmiennej od wartości minimalnej do maksymalnej wskazuje na bardzo niewielkie znaczenie oceny poziomu obsługi w budowaniu wyjściowego poziomu satysfakcji klienta centrum handlowego, zwłaszcza biorąc pod uwagę brak reakcji negatywnych, tym samym brak polaryzacji wśród respondentów. W kolejnych badanych okresach reakcja ta była dość zbliżona i wyniosła 0,21 w próbie z roku 2013, 0,32 (2014), 0,48 (2015) oraz 0,29 (2016), co odpowiada odpowiednio 4,1%, 6%, 9,4% oraz 5,8% rozstępu zbioru obserwowanych w próbie wartości satysfakcji klienta.

Przeciętna zależność poziomu zadowolenia od badanej zmiennej ma charakter liniowy (próby 2013 i 2015) lub wykładniczy, chociaż bardzo zbliżony do liniowego (próby 2014 oraz 2016). Same reakcje przypadków, jak wspomniano wcześniej, są zwykle pozytywne lub neutralne i, podobnie jak krzywe PDP, w przeważającej mierze mają charakter liniowy lub wykładniczy. Analizując wykresy ICE można ponadto zauważyć, iż w dwóch pierwszych badanych okresach przypadki posiadające wyższy początkowy poziom zadowolenia reagują na poprawę badanej zmiennej silniej, zaś przypadki o niższym początkowym poziomie zadowolenia – charakteryzuje reakcja słabsza, bądź wręcz neutralna.

Drugą zmienną z obszaru obsługi klienta była dostępność pomocy informacyjnej ze strony pracowników centrum (wykres 4.53., wykres 4.54., wykres 4.55., wykres 4.56.). Zmienna ta zbliżona jest swoim charakterem do oceny poziomu obsługi – cechuje ją wysoki poziom różnicowania reakcji, a także niewielki średni wpływ na wynikowy poziom zadowolenia.

Biorąc pod uwagę sam poziom zróżnicowania, wyrażający różnicę między najmniej a najbardziej korzystną reakcją zauważyć można dość wysoką niespójność w odpowiedzi na poprawę oceny rozważanej zmiennej, co wiązać się może z bardzo zróżnicowanymi oczekiwaniami w tym zakresie. Różnica ta w próbie z roku 2013 wyniosła 0,57, co przekłada się na 11,3% dystansu między minimalnym a maksymalnym poziomem zadowolenia w próbie, podczas gdy w kolejnych latach znacząco wzrasta, osiągając wartości 0,94 dla roku 2014, 0,89 – dla 2015 oraz 0,71 dla 2016. Odpowiada to odpowiednio 18,2%, 17,5% oraz 14,2% przytaczanej odległości.

W żadnym z analizowanych zbiorów nie występują bardziej wyraźne obszary homogeniczności reakcji. W próbie z roku 2013 oraz, w mniejszym stopniu, z roku 2015, można zauważyć zgrupowanie przypadków o reakcji zbliżonej, neu-

tralnej bądź względnie negatywnej. W próbie z roku 2016 można natomiast wskazać przypadki o podobnej, liniowej, silnie pozytywnej reakcji na poprawę oceny analizowanej zmiennej.

Przeciętna siła wpływu dostępności pomocy informacyjnej na finalny poziom satysfakcji jest dość niewielka, należy jednak zauważyć, iż w próbach z roku 2014 i 2015 jest to wypadkowa dużego zróżnicowania, któremu towarzyszy względnie symetryczne rozłożenie reakcji. W próbie z roku 2013 poprawa oceny dostępności pomocy informacyjnej od wartości minimalnej do wartości maksymalnej przekłada się na wzrost poziomu zadowolenia o 0,05, w próbie z roku 2014 – o 0,21, z 2015 – spadek o 0,05, zaś w próbie z roku 2016 – ponownie wzrost, tym razem o wartość równą 0,41. Przekłada się to na zmianę o wartość 1%, 4%, 1% oraz 8,2% maksymalnej wartości zadowolenia.

Charakter reakcji średniej, wyrażony kształtem krzywej PDP jest bardzo różnorodny – może mieć ona charakter liniowy, wykładniczy, jak i logarytmiczny. Jest to w dużej mierze pochodną możliwych reakcji pojedynczych przypadków, które także są niezmiernie zróżnicowane. Można bowiem mówić o reakcjach liniowych, obecnych w każdym zbiorze danych, a dominujących w latach 2015 i 2016, reakcjach wykładniczych, silnie reprezentowanych w próbie z roku 2014, jak również reakcjach logarytmicznych, wyrażających stabilizację poziomu zadowolenia po początkowym wzroście – widocznych w próbie pozyskanej w roku 2013. Należy równocześnie podkreślić, iż w trzech spośród czterech badanych okresów (z wyłączeniem roku 2016) obserwować można reakcje o charakterze pozytywnym, negatywnym i neutralnym.

Na koniec warto także zauważyć, iż we wszystkich próbach, z wyjątkiem próby z roku 2014 początkowy poziom zadowolenia wydaje się ponownie dzielić reakcje na dwie kategorie. Analogicznie do ocen poziomu obsługi, także w przypadku dostępności pomocy informacyjnej przypadki o wysokim początkowym poziomie zadowolenia wynikającym z innych zmiennych reagują silniej na poprawę oceny tej zmiennej, niż przypadki o niższym poziomie początkowym, które często reagują na tą poprawę negatywnie.

Podsumowując dyskusję działania czynników wiążących się z oceną poziomu obsługi klienta należy zwrócić uwagę na dwa uwarunkowania wpływu tych zmiennych na finalny poziom satysfakcji klienta. Po pierwsze, w każdej z nich (także w nie przedstawionej tutaj ocenie poziomu personelu ochrony – patrz tabela 17, załącznik) występuje bardzo wysokie zróżnicowanie reakcji, przejawiające się dużą różnicą między najbardziej, a najmniej korzystną reakcją. Może się to wiązać z dwoma zjawiskami:

1. bardzo zróżnicowanymi oczekiwaniami w zakresie pracy personelu sklepu oraz całego podmiotu, jak również postrzeganiem roli i preferowanym zachowania pracowników,
2. różnym znaczeniem postrzegania asortymentu i oceny przebiegu procesu zakupowego w powstawaniu satysfakcji klienta – konsumenci zorientowani

stricte na zakup będą w mniejszym stopniu reagowali na ocenę personelu, niż klienci zwracający także uwagę na sam przebieg procesu nabywczego.

Po drugie, w każdej z badanych zmiennych, w niemalże każdym z badanych okresów obserwować można szereg negatywnych reakcji na pracę personelu. Jako uzasadnienie wskazać można fakt, iż kompetentny i pomocny personel może być odbierany przez klienta negatywnie – z racji nadmiernej chęci pomocy, czy rzeczywistej, lub domniemanej orientacji na sprzedaż. Warto podkreślić, iż zjawisko takie obserwowane było w podobnym badaniu wśród klientów banków – w jego obrębie udało się zdiagnozować zależność pomiędzy wzrostem motywacji pracownika, a spadkiem oceny poziomu obsługi klienta (Skowron i Gąsior, 2017). Istnienie reakcji negatywnych i pozytywnych przekłada się na niewielką wartość reakcji średniej, co nie oznacza, iż reakcja ta nie istnieje, oznacza natomiast, iż istnieje szerokie spektrum zróżnicowanych odpowiedzi na wysoką ocenę poziomu obsługi klienta.

4.6. Wymiary lokalizacji

Ostatnią grupą wymiennych aspektów oceny centrum handlowego stały się zmienne wyrażające ocenę jego lokalizacji: możliwość dotarcia, uwzględniająca łatwość dotarcia komunikacją miejską oraz samochodem, jak również dostępność parkingu, odpowiadająca zmiennej obecnej w kwestionariuszu. Pominęto natomiast godziny otwarcia, która to zmienna o ile charakteryzowała się wyraźnym zróżnicowaniem reakcji, nie przekładała się w większym stopniu na wynikowy poziom satysfakcji. Być może wiąże się to z faktem, iż większość centrów handlowych otwarta jest od godzin wczesnych do bardzo późnych, przez co dogodnych dla każdego klienta.

Zakres oddziaływania pierwszej z przedstawionych zmiennych, możliwości dotarcia do centrum, przedstawiony został na poniższych wykresach (wykres 4.57., wykres 4.58., wykres 4.59., wykres 4.60.).

W przypadku tej zmiennej zaobserwować można wysoki poziom zróżnicowania reakcji na poprawę jej oceny, przy czym jest on wyraźnie wyższy w dwóch pierwszych badanych okresach, niższy – w dwóch ostatnich. Różnica między najbardziej a najmniej korzystną reakcją w pierwszym przypadku wyniosła 0,85 oraz 0,87, co odpowiada 17% rozpiętości zbioru obserwowanych w danym okresie poziomów satysfakcji, zaś w drugim 0,46 i 0,64, co przekłada się odpowiednio na 9% oraz 12,7% tej różnicy.

Opracowane wykresy c-ICE uwiadcniają ponadto istnienie dwóch wyraźnych obszarów spójnych odpowiedzi na wzrost oceny możliwości dotarcia do centrum handlowego. Pierwszy z nich zaobserwować można w próbie z roku 2013, łączy on przypadki o podobnej, liniowej reakcji, nieznacznie słabszej niż reszta przypadków ze zbioru. Drugi zauważalny jest w próbie z roku 2016 – obejmuje przypadki o reakcji ponownie liniowej, tym razem nieznacznie lepszej niż średnia dla całego zbioru.

Wartość reakcji średniej dla wszystkich przypadków ze zbioru, wyrażana przebiegiem krzywej PDP jest bardzo niespójna w kolejnych badanych okresach. W próbie z roku 2013 mówić można o silnej reakcji poziomu zadowolenia na omawianą zmienną – jej poprawa od minimum do maksimum przekładała się średnio na wzrost zadowolenia o 0,72, co przekłada się na 14,3% odległości między minimalnym a maksymalnym poziomem zadowolenia w tym zbiorze danych. W kolejnych próbach reakcja ta jest wyraźnie słabsza, chociaż nadal widoczna – w próbie z roku 2014 wyniosła 0,36, zaś w próbie z roku 2016 – 0,37, co odpowiada 6,9% oraz 7,5% wspomnianej odległości. W próbie z roku 2015 wpływ zmiennej jest znikomy – sięga zaledwie 0,04 (0,8%). Kształt krzywej PDP, obrazujący średni charakter relacji między badaną zmienną a poziomem satysfakcji jest w pierwszym zbiorze danych liniowy, w drugim logarytmiczny, w dwóch ostatnich – wykładniczy.

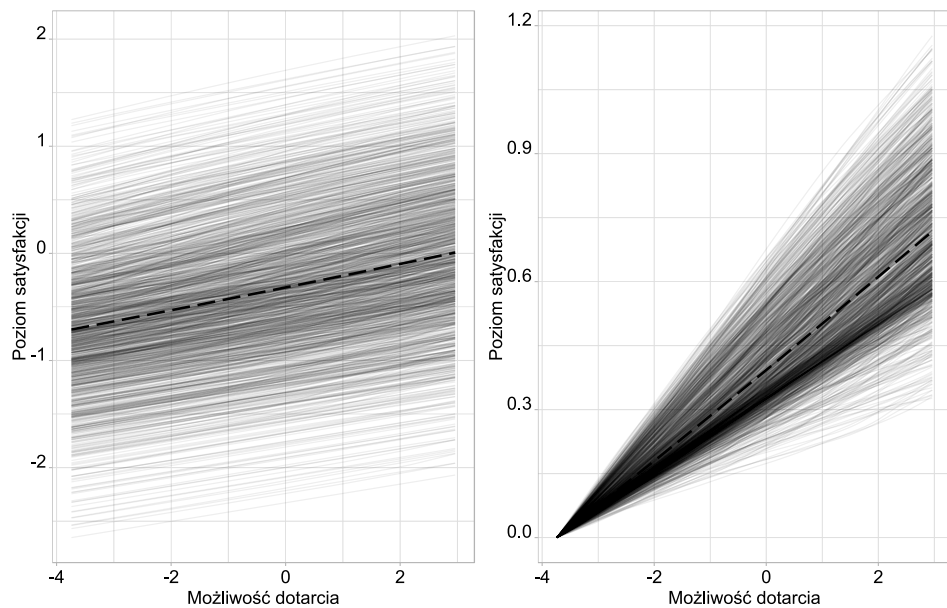
W przypadku oceny możliwości dotarcia obserwowane jest szerokie spektrum możliwych form reakcji przypadków na poprawę ocenianej zmiennej, przy czym w większości przypadków, z wyjątkiem próby z roku 2015 są to reakcje pozytywne. Dominują reakcje o charakterze liniowym, jednakże zaobserwować można także:

1. reakcje o charakterze logarytmicznym, oznaczające spadek dynamiki wzrostu zadowolenia wraz z postępującą poprawą oceny badanej zmiennej,
2. reakcje o charakterze potęgowym, cechujące się początkowym spadkiem, następnie zaś wzrostem poziomu zadowolenia wraz z poprawą ocenianej zmiennej.

Drugą i ostatnią omawianą zmienną z obszaru lokalizacji jest ocena dostępności parkingu podmiotu (wykres 4.61., wykres 4.62., wykres 4.63., wykres 4.64.).

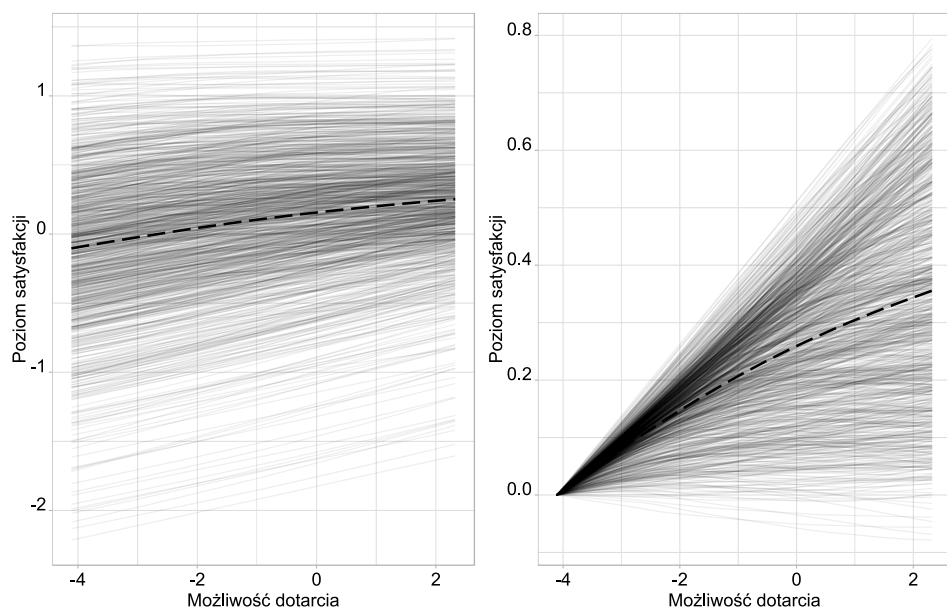
Czynnik ten charakteryzuje się dość przeciętnym, zwykle pozytywnym wpływem na wynikowy poziom satysfakcji, z wyjątkiem próby z roku 2014, w której przypadku nastąpiła dość trudna do wyjaśnienia zamiana niemal wszystkich reakcji na negatywne. Samo zróżnicowanie reakcji wyrażające różnicę między najkorzystniejszą a najmniej korzystną reakcją na poprawę oceny badanej zmiennej do maksimum jest wyraźne – wynosi w pierwszym badanym okresie 0,69, w kolejnych zaś 0,56, 0,67 oraz 0,97, co przekłada się odpowiednio na 13,7%, 10,9%, 13,2% oraz 19,3% rozstępu zbiorów poziomów satysfakcji obserwowanych w kolejnych badanych okresach.

W kolejnych badanych okresach zauważyć można także istnienie grup zbliżonych do siebie reakcji. W próbach z lat 2013 oraz 2015 są to przypadki o liniowej reakcji, lepszej lub gorszej od pozostałych przypadków w próbie. W zbiorze danych z roku 2016 obserwowana jest natomiast wyraźna grupa przypadków o liniowej reakcji, zbliżonej do reakcji średniej dla całego zbioru.



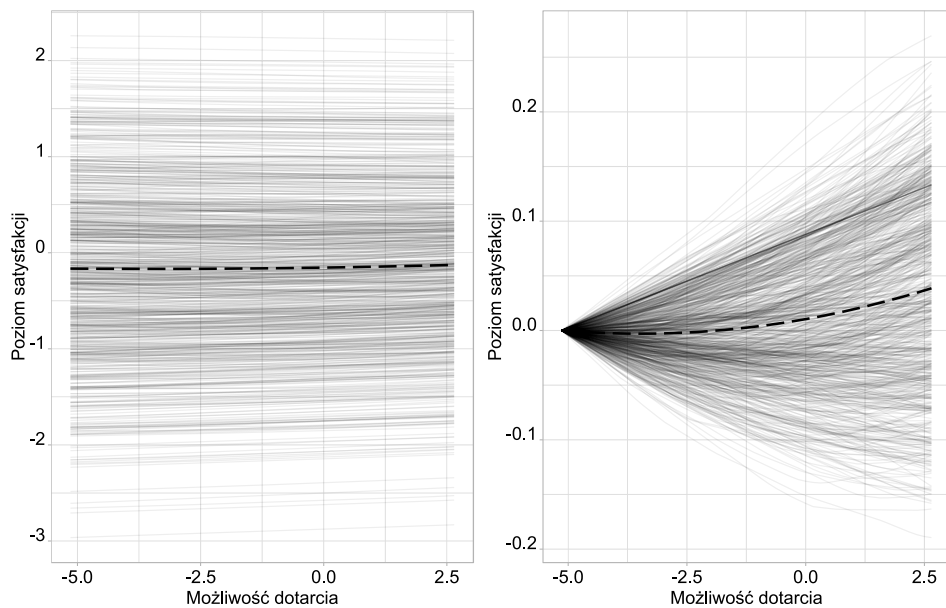
Wykres 4.57. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2013

Źródło: opracowanie własne.

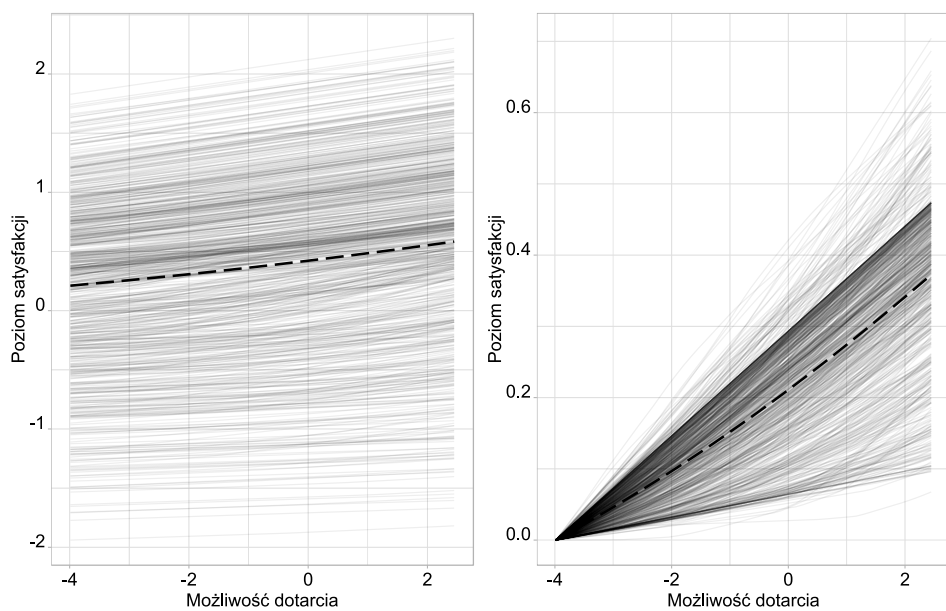


Wykres 4.58. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2014

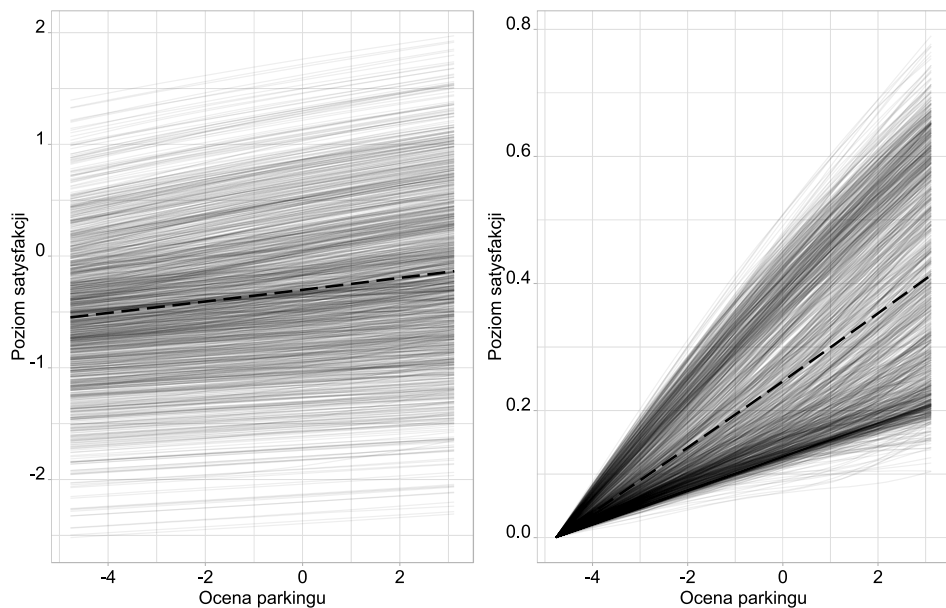
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.59. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2015
Źródło: opracowanie własne.

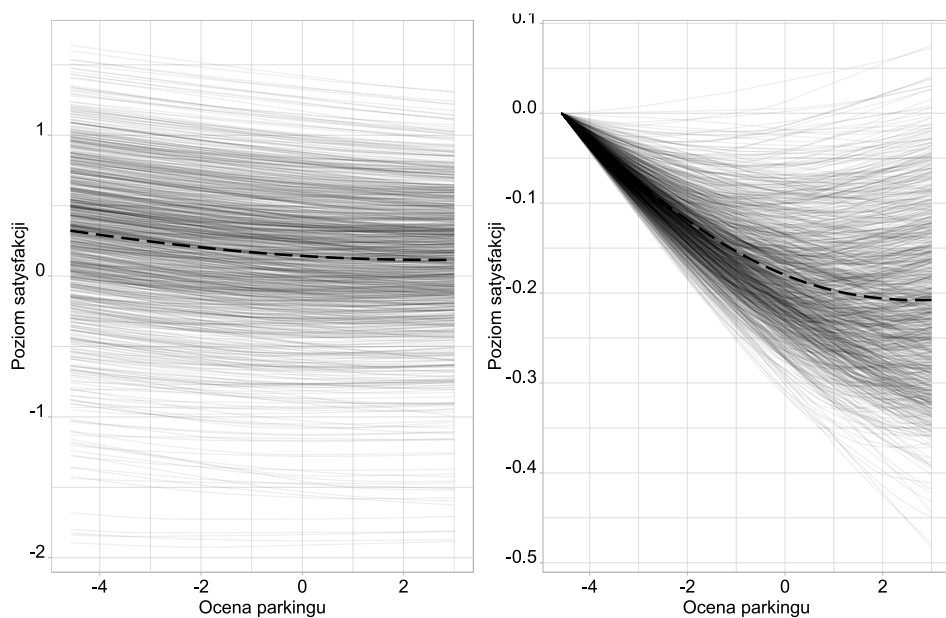


Wykres 4.60. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2016
Źródło: opracowanie własne.



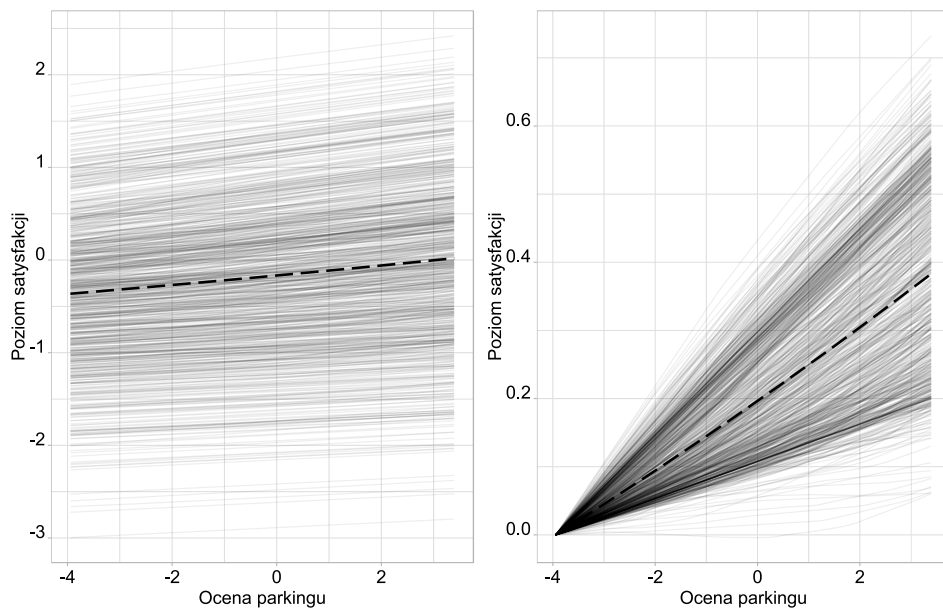
Wykres 4.61. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2013

Źródło: opracowanie własne.



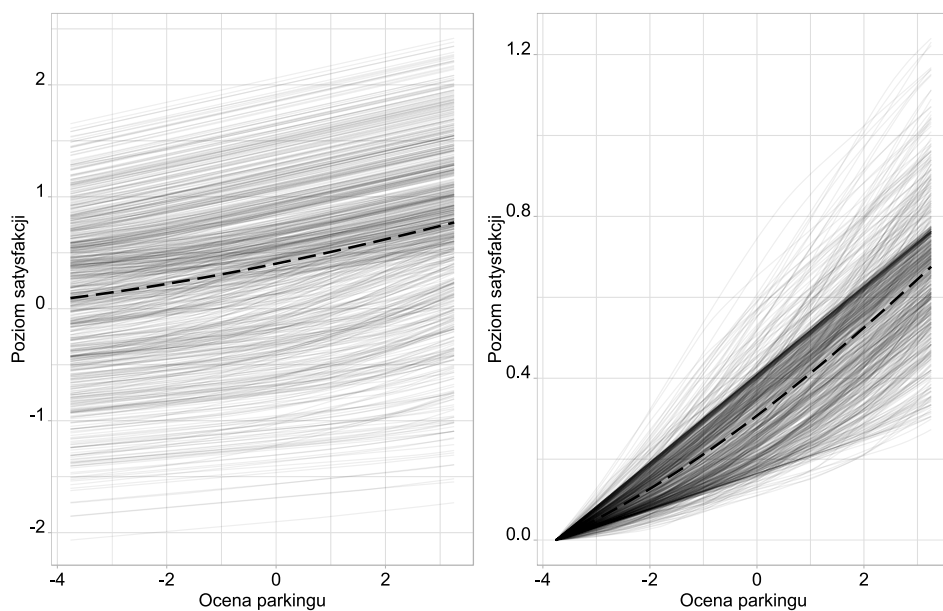
Wykres 4.62. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.63. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.64. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Omawiając samą średnią siłę wpływu danej zmiennej na wynikowy poziom zadowolenia należy zauważyć, iż jest on bardzo zróżnicowany. W pierwszych trzech okresach można przyjąć, iż jest wyraźny, ale relatywnie niewielki – w roku 2013 poprawa oceny dostępności parkingu od wartości minimalnej do maksymalnej przełożyła się na wzrost zadowolenia o 0,41, w próbie z roku 2014 – na spadek o 0,21, zaś w próbie z roku 2015 ponownie na wzrost, tym razem o 0,38, co przekłada się odpowiednio na 8,26%, 4% oraz 7,5% różnicy między maksymalnym a minimalnym poziomem zadowolenia obserwowanym w kolejnych zbiorach. W ostatnim badanym okresie poprawa satysfakcji była wyraźnie silniejsza, wyniosła bowiem 0,68, to jest 13,5% rozstępu zbioru wartości satysfakcji.

Funkcja PDP jest we wszystkich przypadkach, z wyjątkiem wspomnianego uprzednio roku 2014, liniowa, bądź zbliżona do liniowej (2016), zaś w próbie z roku 2014 – logarytmiczna. Reakcje przypadków są w dużej mierze liniowe, przy czym w próbie z drugiego okresu (2014) większość ma przebieg zbliżony do logarytmicznego, zaś w próbie z ostatniego okresu (2016) obserwowane są także odpowiedzi o charakterze wykładniczym, jak również przypadki wyhamowania dynamiki wzrostu zadowolenia po przekroczeniu pewnego poziomu oceny badanej zmiennej – bardzo dobrze zauważalne na klasycznym wykresie ICE. Równocześnie warto zauważyć, iż także w przypadku tej zmiennej we wszystkich okresach z wyjątkiem próby z roku 2014, początkowy poziom zadowolenia wydaje się dzielić reakcje na silniejsze oraz słabsze.

Biorąc pod uwagę obie omówione zmienne, jak również pominięte w dyskusji znaczenie godzin otwarcia należy zauważyć ich względnie zróżnicowany, ale w ogólnym rozrachunku dość niewielki wpływ na finalny poziom zadowolenia klienta – przy czym wartość średnia jest tutaj wypadkową różnych, słabszych bądź silniejszych reakcji, do tego wpływ ten wydaje się mieć różny charakter w kolejnych badanych okresach. Uwarunkowania te uzasadniać mogą dwie przesłanki:

1. właściwości centrum handlowego opisane omawianymi zmiennymi są względnie stałe i niezmiennie w czasie, stąd też klienci, po pierwsze, wybierając określone centrum akceptują uwarunkowania jego lokalizacji co może zmniejszać poziom ewentualnego niezadowolenia, po drugie zdają sobie sprawę, iż cechy te są trudno modyfikowalne, stąd być może w większym stopniu akceptują ewentualne problemy;
2. właściwości te są zbliżone u różnych, funkcjonujących na rynku podmiotów – każdy z nich posiada obszerny parking, dostęp do przystanków autobusowych oraz podobne godziny otwarcia – z tego powodu być może trudno jest klientom zidentyfikować oferty poniżej lub powyżej standardu rynkowego, a tym samym jednostki gorsze i lepsze.

Wysoki stopień zróżnicowania odpowiedzi może być ponadto pochodną różnej częstotliwości odwiedzin, różnych środków transportu wykorzystywanych przez klientów, jak również różnej ich lokalizacji, a tym samym różnego dystansu do pokonania w celu odwiedzenia centrum.

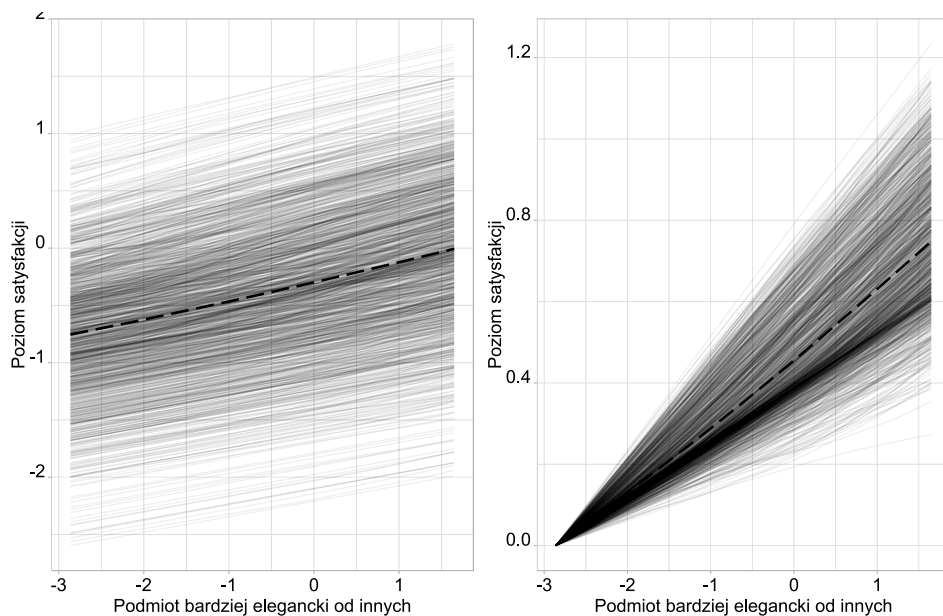
4.7. Wizerunek jednostki

Ostatnie dwa czynniki uwzględnione w analizie dotyczą postrzeganego przez klientów wizerunku jednostki i obejmują ocenę tego, czy w opinii badanych centrum to jest bardziej eleganckie (wykres 4.65. do wykresu 4.68.) oraz bardziej prestiżowe od innych (wykres 4.69. do wykresu 4.72.). Już na wstępie należy zauważyć, iż oba te czynniki mają bardzo zróżnicowany, ale, uwzględniając wartość średnią, niespodziewanie silny, pozytywny wpływ na poziom zadowolenia klienta.

Pierwszy spośród nich, ocena elegancji, cechuje się nieznacznie mniejszym, ale nadal bardzo wyraźnym poziomem zróżnicowania. Różnica między najmniej a najbardziej korzystną reakcją na poprawę tej oceny do wartości maksymalnej wyniosła w kolejnych badanych okresach 0,75, 0,87, 1,10 oraz 0,73, co odpowiada 19,2%, 17,3%, 24,8% oraz 19% rozstępu między minimalną a maksymalną wartością zadowolenia obserwowaną w zbiorach z kolejnych badanych okresów. Równocześnie, w każdej z rozpatrywanych prób zaobserwować można wyraźne obszary liniowych reakcji o zbliżonej dynamice – zgrupowane wokół lub nieznacznie poniżej reakcji średniej, wyznaczonej przez krzywą PDP.

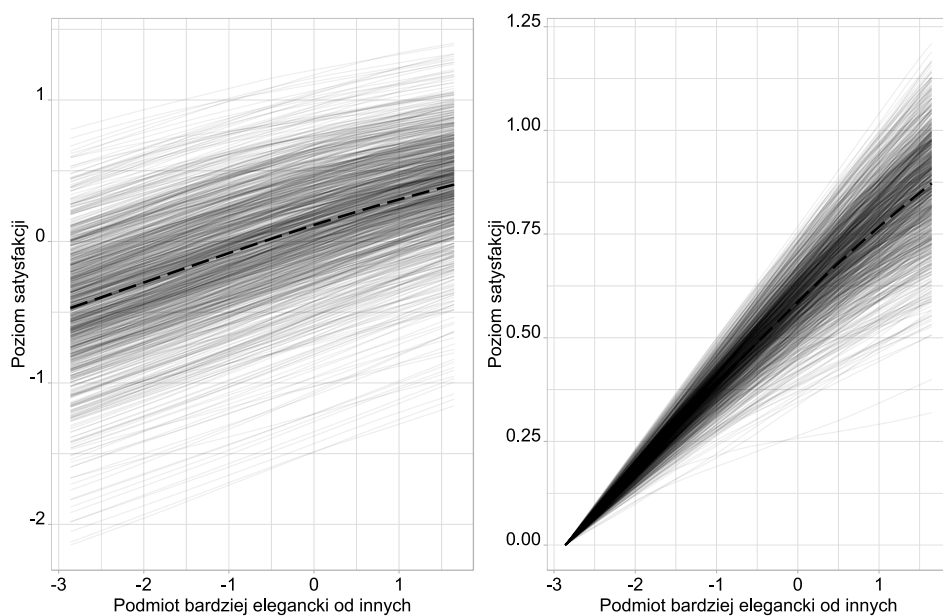
Sama średnia siła wpływu wzrostu oceny badanej zmiennej na poziom satysfakcji klienta, stanowiąca wypadkową reakcji wszystkich przypadków z danego zbioru danych jest wysoka. Poprawa oceny poziomu elegancji centrum od wartości minimalnej do wartości maksymalnej skutkowałą wzrostem poziomu zadowolenia o 0,75 (próba 2013), 0,87 (2014), 1,10 (2015) oraz 0,73 (2016) – odpowiadało to odpowiednio 15%, 17%, 21,6% oraz 14,7% dystansu dzielącego minimalny i maksymalny, obserwowany w próbie poziom zadowolenia.

Biorąc pod uwagę możliwe reakcje przypadków obserwowane w kolejnych badanych próbach można w pierwszej kolejności zauważyć, iż reakcje te są wyłącznie pozytywne, zaś przeważająca większość z nich ma charakter liniowy bądź zbliżony do liniowego. W próbie z roku 2014 obserwowana jest ponadto spora frakcja przypadków o reakcji logarytmicznej – sugerującej spadek tempa wzrostu poziomu zadowolenia wraz ze wzrostem wartości badanej zmiennej. Co interesujące, zjawisko to dotyczy przypadków o wysokim początkowym poziomie zadowolenia, przypadki o niskim poziomie początkowym reagują natomiast liniowo. W próbie z roku 2016 ponownie zauważyć można przejście od wzrostu o charakterze zbliżonym do wykładniczego do wzrostu liniowego po osiągnięciu średniego poziomu zadowolenia. W konsekwencji, w większości badanych prób – z wyjątkiem próby z roku 2014, przeciętna zależność łącząca zmienną z wynikowym poziomem satysfakcji ma charakter liniowy. W roku 2014 dynamika wzrostu satysfakcji nieznacznie maleje wraz ze wzrostem wartości badanej zmiennej.



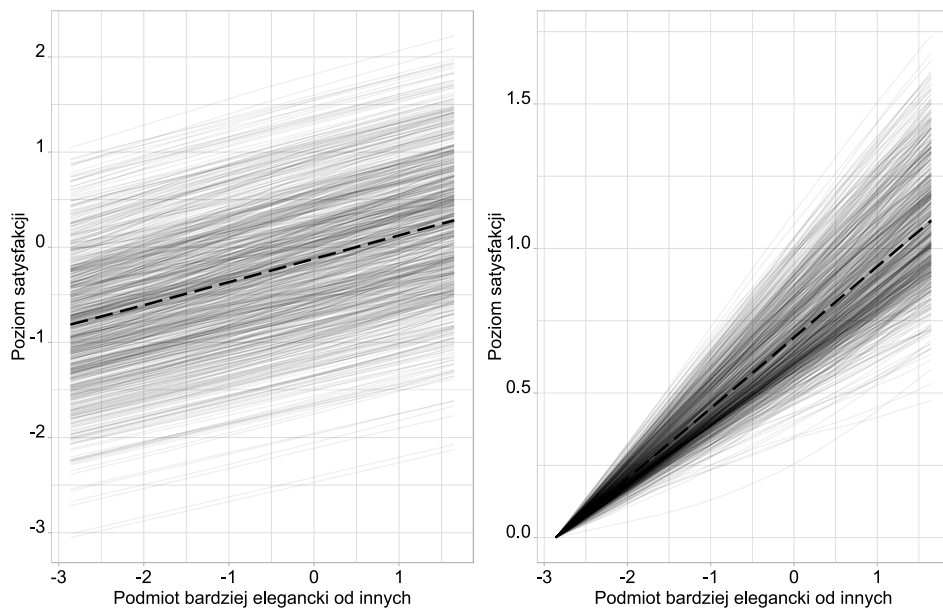
Wykres 4.65. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2013

Źródło: opracowanie własne.



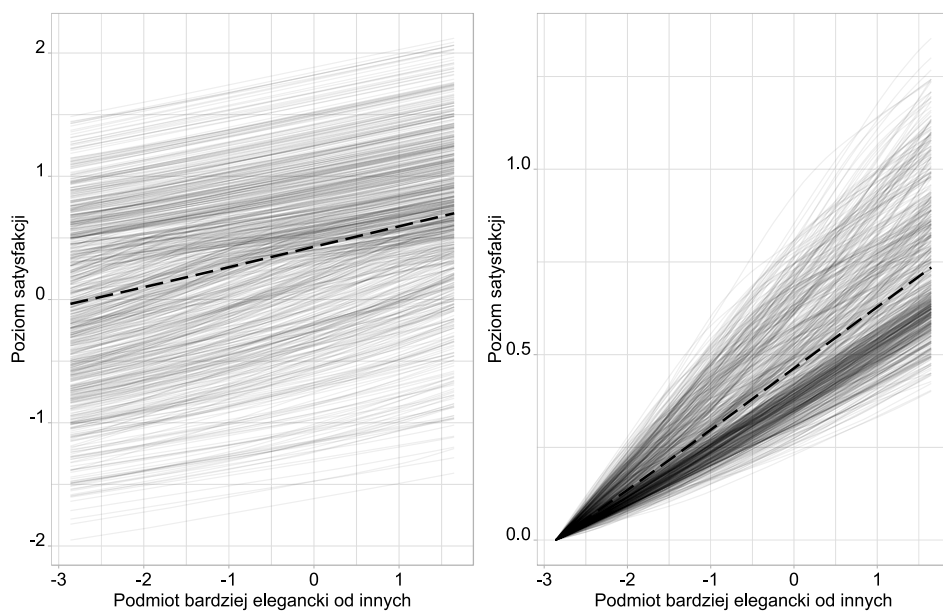
Wykres 4.66. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2014

Źródło: opracowanie własne.



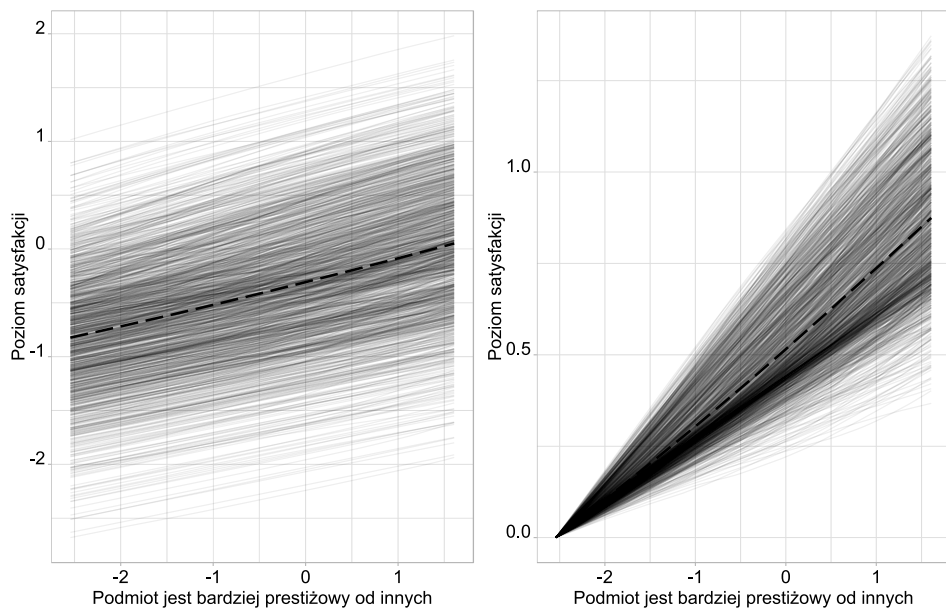
Wykres 4.67. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2015

Źródło: opracowanie własne.



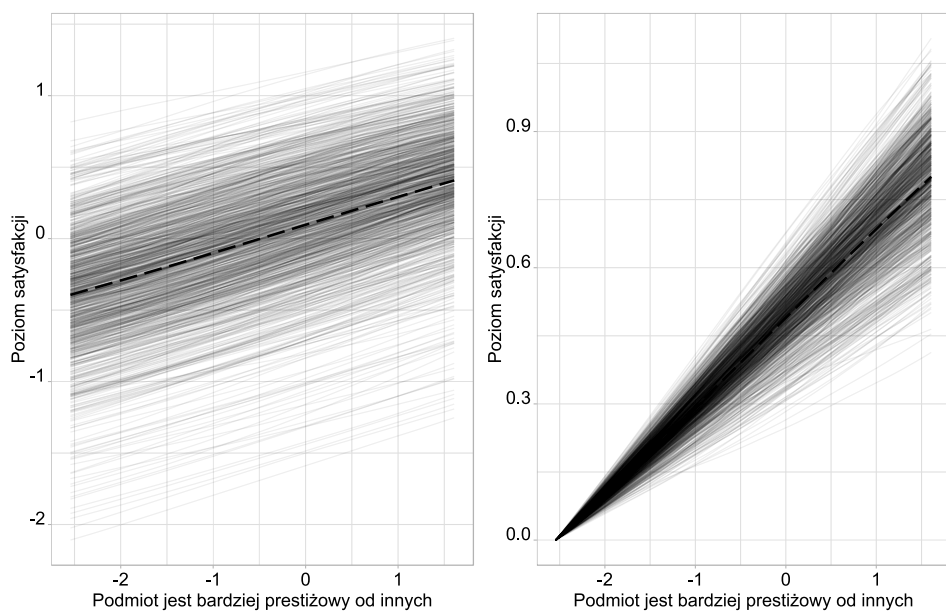
Wykres 4.68. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2016

Źródło: opracowanie własne.



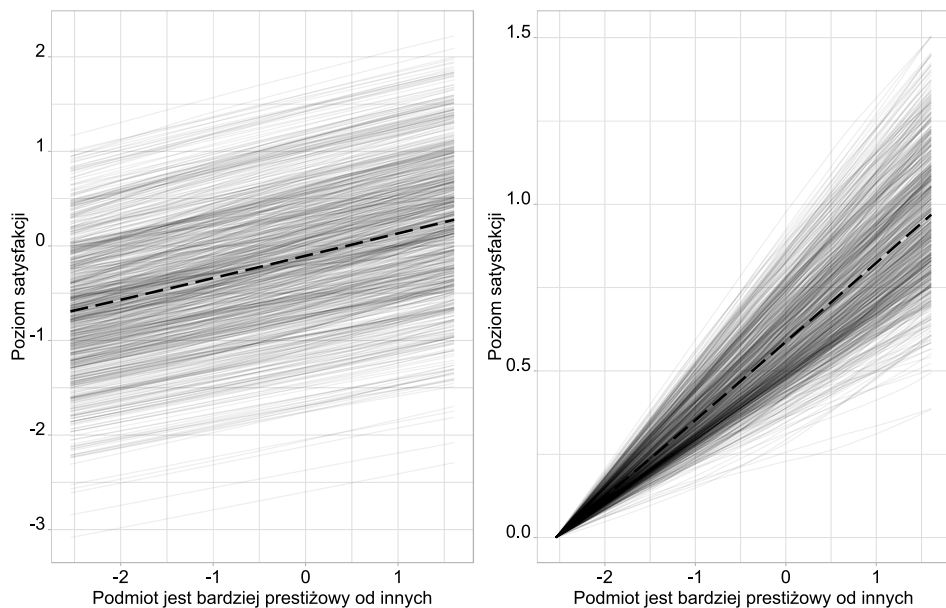
Wykres 4.69. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2013

Źródło: opracowanie własne.



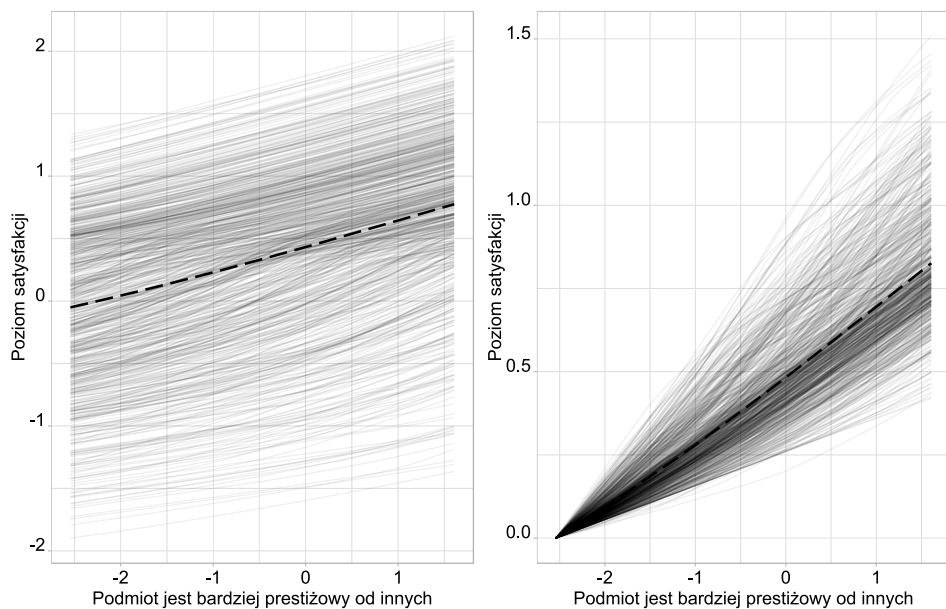
Wykres 4.70. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2014

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.71. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2015

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 4.72. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2016

Źródło: opracowanie własne.

Drugą zmienną z obszaru wizerunku podmiotu stała się ocena poziomu jego prestiżu. Zmienna ta, podobnie jak miało to miejsce przy ocenie elegancji jednostki, charakteryzuje się silnym zróżnicowaniem reakcji, jak również ich wysoką siłą. W przeciwieństwie jednak do omówionej wcześniej zmiennej, w tym przypadku reakcje te są relatywnie spójne w kolejnych badanych okresach.

Biorąc pod uwagę zakres zmienności odpowiedzi przypadków na poprawę oceny badanej zmiennej, różnica między reakcją najgorszą a najbardziej korzystną w trzech z czterech przypadków przekracza 1 – w próbie z roku 2013 jej wartość wyniosła 1,01, w próbie z roku 2015 – 1,12, zaś w próbie z roku 2016 – 1,09, co przekłada się odpowiednio na 20,1%, 22% oraz 21,8% rozstępu zbioru wartości poziomów satysfakcji obserwowanych w kolejnych próbach. W zbiorze danych z roku 2014 różnica ta jest niższa, chociaż nadal wysoka – wynosi 0,69, co odpowiada 13,5% wspomnianego rozstępu.

Analiza wykresów c-ICE wskazuje także istnienie w każdym z badanych zbiorów grup przypadków o bardzo zbliżonych reakcjach – co ciekawe, zdiagnozowane obszary spójności są bardzo zbliżone pod względem charakteru do obszarów obserwowanych przy ocenie elegancji jednostki. Lokują się one nieznacznie poniżej reakcji przeciętnej (próba 2013, 2015 i 2016), oraz bezpośrednio w jej obrębie (próba 2014).

Przebieg krzywej PDP, uśredniającej reakcje przypadków z danej próby wskazuje, iż przeciętna reakcja na wzrost oceny poziomu prestiżu jednostki od minimum do maksimum jest silna, co więcej bardzo zbliżona w kolejnych badanych okresach. W roku 2013 wyniosła ona 0,87, zaś w kolejnych próbach 0,80, 0,87 oraz 0,83, co odpowiada 17,5%, 15,6%, 19,1% oraz 16,5% różnicy między minimalnym a maksymalnym poziomem satysfakcji obserwowanym w odpowiedniej próbie.

Przebieg funkcji PDP w każdym z badanych okresów jest liniowy lub zbliżony do liniowego, podobnie jak przebieg niemalże wszystkich obrazowanych przypadków. Równocześnie, w próbie z roku 2016 zauważyć można wspomniane przy wielu wcześniejszych zmiennych zjawisko zmiany dynamiki wzrostu poziomu zadowolenia po przekroczeniu przez ten poziom wartości średniej. W próbie z roku 2013 zauważyć można natomiast, iż początkowy poziom zadowolenia dzieli przypadki na reagujące na wzrost omawianej zmiennej szybciej – są to przypadki o wysokim początkowym poziomie, oraz wolniej – przypadki o niskim początkowym poziomie satysfakcji.

Biorąc pod uwagę dwie omówione zmienne, można stwierdzić, iż wizerunek jednostki ma nieoczekiwanie silny, zwykle liniowy, ale z drugiej strony bardzo zróżnicowany pod względem skali wpływ na wyjściowy poziom satysfakcji. Fakt wyraźnego zróżnicowania reakcji przypadków na poprawę badanych zmiennych jest dość łatwy do wytłumaczenia – zmienne te dotyczą aspektów niezmiennie subiektywnych, które mogą być bardzo różnie oceniane przez klientów, równocze-

śnie, w zależności od stosunku do aktywności zakupowej, a także postaw wiązanych z zakupami mogą być w bardzo różnym stopniu oczekiwane i pożądane przez odwiedzających centrum handlowe.

Trudniejsza do wyjaśnienia jest siła wpływu omawianych zmiennych na wynikowy poziom satysfakcji, która jest wysoka – znacznie wyższa niż w przypadku większości pozostałych zmiennych. Co ciekawe, zjawisko polegające na tym, iż aspekty wizerunkowe mają większy wpływ na poziom satysfakcji klienta, niż inne, w tym materialne, elementy oferty nie jest odosobnione i jest notowane w literaturze, między innymi w obszarze szkolnictwa wyższego (Brown i Mazzarol, 2009) czy telekomunikacji (Lai, Griffin i Babin, 2009).

Pojawia się zatem pytanie o jego możliwą naturę – wskazać można co najmniej trzy hipotezy je tłumaczące.

1. Wizerunek podmiotu czy też marki, jako konstrukt agregujący przeszłe doświadczenia, jak również wiedzę przedzakupową pozyskaną z innych źródeł rzeczywiście ma najsilniejszy wpływ na doświadczaną satysfakcję, być może dlatego, iż zadowolenie z zakupów w dobrze ocenianym podmiocie jest potwierdzeniem posiadanej wiedzy i doświadczeń.
2. Wizerunek podmiotu bądź marki nie jest źródłem, ale efektem lub przejawem doświadczanego poziomu zadowolenia, bądź poziomu zadowolenia innych konsumentów lub to poziom satysfakcji kreuje wizerunek podmiotu. Stałoby w sprzeczności z modelem ECSI (Cassel i Eklöf, 2001), jak również z innymi, ugruntowanymi teoriami [zob. np. (Bloemer i De Ruyter, 1998)], niemniej jednak podejście takie proponowane było między innymi przez Johnsona (Johnson i in., 2001). Wyjaśnienie to nie jest do końca właściwe dla prezentowanego badania, z racji tego, iż wymiary definiujące wizerunek zostały zoperacjonalizowane i wyrażone w sposób nie nawiązujący do poziomu satysfakcji, ale do subiektywnej oceny podmiotu.
3. Idea wizerunku podmiotu jest w trakcie pomiaru słabo odróżniana od doświadczanego poziomu satysfakcji – ponieważ może być postrzegana w bliskich kategoriach przyczynowo-skutkowych, np.: „kupuję w dobrym sklepie, więc jestem zadowolony”. Może to skutkować korelacją między zmiennymi wyrażającymi wizerunek oraz poziom satysfakcji, tym samym zaś wysoką wagą połączenia między nimi w modelu. Niemniej jednak, korelacja taka może być równie dobrze pochodną zależności zdefiniowanej w punkcie 1.

4.8. Szacowanie potencjału biznesowego zmiennych w ujęciu nieliniowym

Różnorodność charakteru oddziaływania obecnych w modelu zmiennych, wyrażająca się zarówno zróżnicowaniem siły wpływu tych zmiennych na poziom satysfakcji klienta, jak również zróżnicowaniem rodzajów relacji łączących każdą z nich z wynikowym poziomem zadowolenia przekłada się na konieczność stworzenia metody klasyfikacji czynników satysfakcji, jak również oceny perspektyw

ich wykorzystania w optymalizacji procesów biznesowych. Narzędziem to umożliwiającym może być macierz grupująca zmienne z punktu widzenia dwóch cech charakterystycznych:

1. stopnia nieliniowości zależności łączącej wynikowy poziom satysfakcji z daną zmienną,
2. potencjalnej siły wpływu tej zmiennej na wynikowy poziom satysfakcji.

Jako wymiary tej macierzy (rysunek 4.1.) wykorzystano zatem dwie wartości. Liniowość bądź nieliniowość reakcji oszacowana została współczynnikiem określonym na potrzeby analizy mianem współczynnika nieliniowości, zdefiniowanym jako stosunek wzrostu poziomu satysfakcji przy poprawie zmiennej od mediany do maksimum do wzrostu poziomu satysfakcji przy poprawie zmiennej od minimum do mediany:

$$w_l = \frac{f_s(\max(x)) - f_s(\text{med}(x))}{f_s(\text{med}(x)) - f_s(\min(x))}$$

Gdzie:

f_s to wartość satysfakcji przy danej wartości badanej zmiennej

$\max(x)$ – maksymalna wartość badanej zmiennej

$\text{med}(x)$ – mediana badanej zmiennej

$\min(x)$ – wartość minimalna badanej zmiennej.

Przy takim wyrażeniu, współczynnik ten przyjmuje następujące wartości:

- (1) $w_l > 1$, gdy zmiana (może być to zarówno wzrost, jak i spadek) satysfakcji przyspiesza wraz ze wzrostem badanej zmiennej;
- (2) $w_l = 1$, gdy zmiana ma charakter liniowy, bądź zbliżony do liniowego;
- (3) $0 < w_l < 1$, gdy zmiana satysfakcji spowalnia wraz ze wzrostem badanej zmiennej.

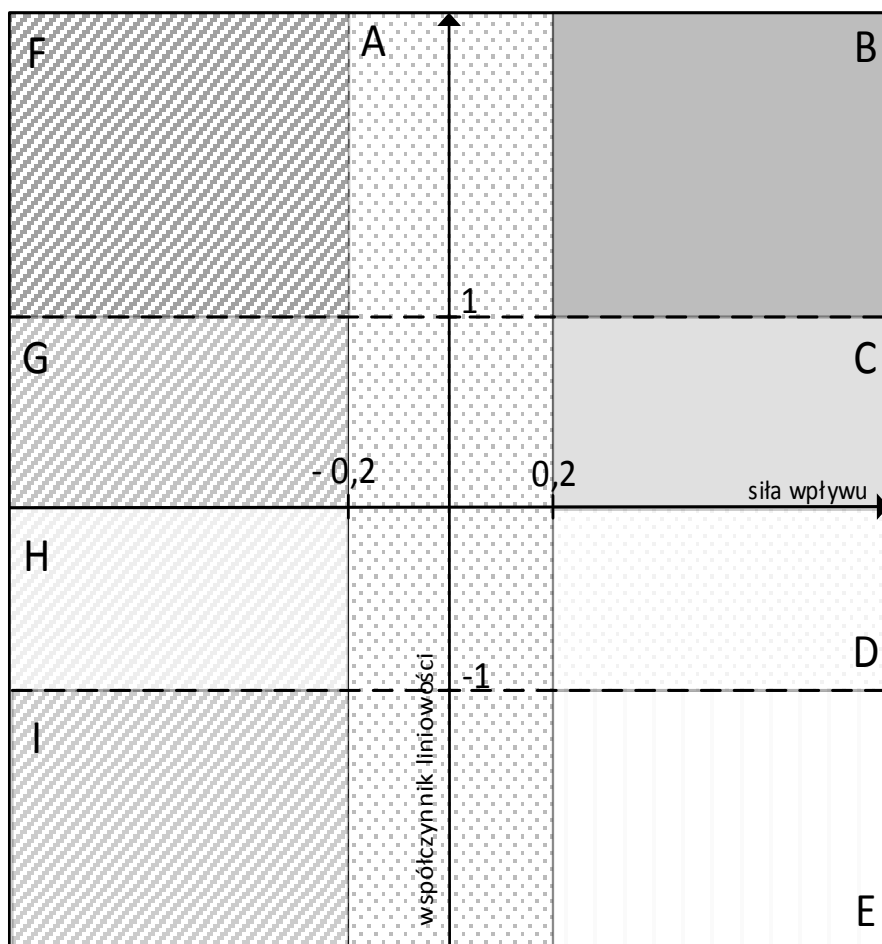
Wartości ujemne podlegają analogicznej interpretacji, natomiast wskazują, iż zmiany w pierwszej i drugiej połowie wartości zmiennej miały różny kierunek, czyli wraz ze wzrostem wartości badanej zmiennej następuje odwrócenie trendu w zmianie poziomu satysfakcji.

Jako potencjalną siłę wpływu zmiennej przyjęto natomiast średnią zmianę satysfakcji przy wzroście wartości tej zmiennej od minimum do maksimum, przedstawianą przy krzywych ICE/c-ICE oraz przy zestawieniach zmiennych w kolejnych badanych okresach.

Omawiając tak zdefiniowany współczynnik należy zauważyć, iż o ile jest on prosty i wygodny w stosowaniu, może w pewnych, specyficznych sytuacjach powodować problemy – stąd też powinien być traktowany jako metoda oceny szacunkowej i być wspomagany innymi narzędziami – chociażby oceną wizualną wykresów ICE lub PDP. W szczególności problemy w jego zastosowaniu powodować mogą funkcje o wykresie symetrycznym względem pionowej prostej przebiegającej przez medianę wartości badanej zmiennej – jak na przykład funkcja

kwadratowa, która uzyska w takich warunkach wartość współczynnika równą -1 bądź niektóre funkcje okresowe, których okres przypadnie na przedział między minimalną a maksymalną wartością badanej zmiennej. Współczynnik ten będzie także równy jeden, jeśli dwie badane różnice będą stałe – niezależnie od przebiegu funkcji satysfakcji między analizowanymi punktami.

Z drugiej strony problemy te występować mogą głównie w przypadku bardzo specyficznych wartości bądź kształtów funkcji, trudnych raczej do zaobserwowania w rzeczywistym pomiarze, co przemawia za zasadnością jego stosowania, nie zwalnia jednak z konieczności dodatkowej oceny badanej zależności.



Rysunek 4.1. Macierz klasyfikacji reakcji

Źródło: opracowanie własne.

Tak zdefiniowana macierz zawiera 9 pól reprezentujących różne możliwe charaktery związku łączącego badaną zmienną z wynikowym poziomem satysfakcji klienta, określanych przez trzy poziomy współczynnika liniowości (1, 0 i -1) oraz dwa poziomy siły wpływu (-0,2 oraz 0,2). Próg różnicy między wpływem znaczącym a nieznaczącym ustalony został w oparciu o analizę średniej oraz odchylenia standardowego wartości potencjalnej siły wpływu w grupie wszystkich zmiennych – jako poziom graniczny przyjęto wartość mniejszą od średniej o dwa odchylenia standardowe.

Pola uwzględnione w macierzy to:

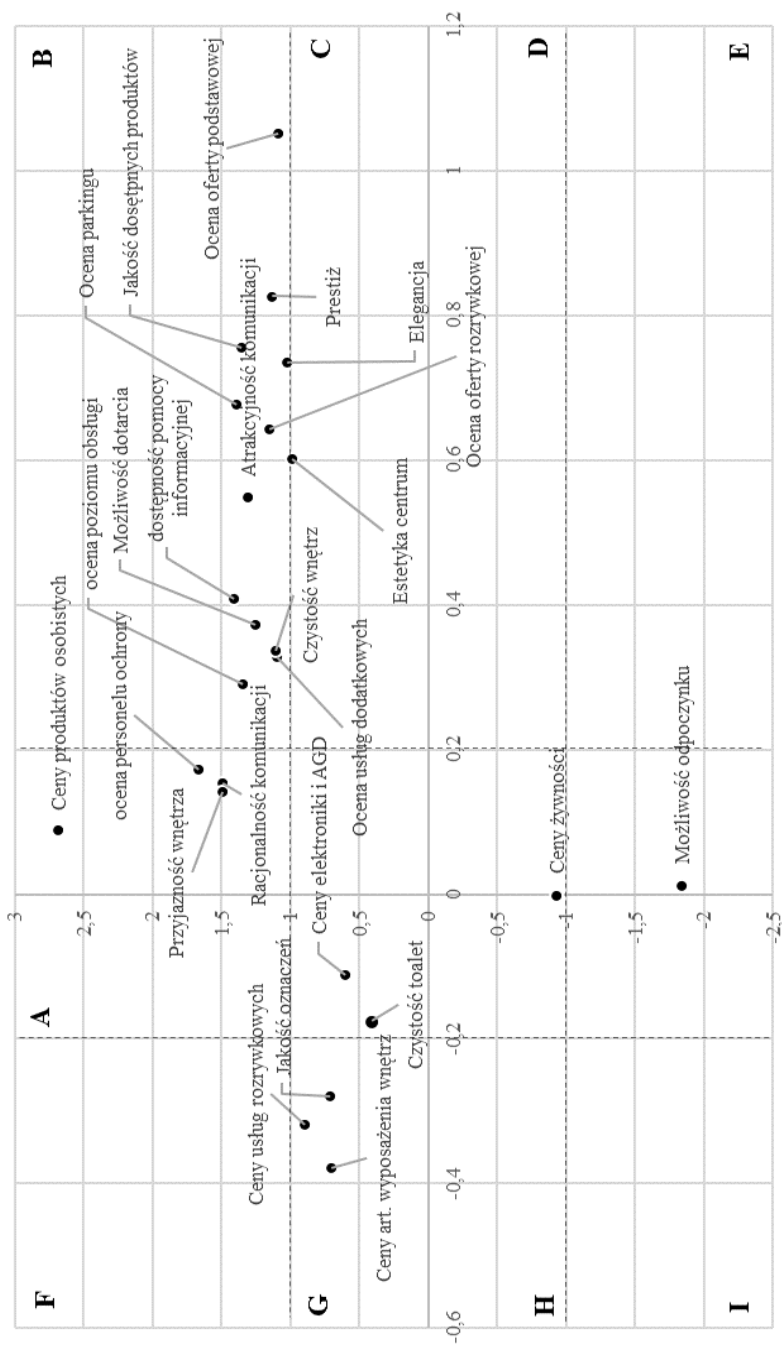
1. pole A, które agreguje zmienne o niewielkiej potencjalnej sile wpływu, niezależnie od stopnia liniowości bądź nieliniowości ich wpływu – zmienne te nie są potencjalnie interesujące z punktu widzenia podmiotu, ponieważ reakcja na nie jest niewielka, bądź silnie polaryzują one klientów; z racji niewielkiego znaczenia praktycznego rozdzielenie tego pola na mniejsze obszary nie wydaje się zasadne – przy niewielkim wpływie zmiennej charakter tego wpływu ma drugorzędne znaczenie;
2. pole B – to zmienne o dużej sile i przyspieszającym wzroście – są to zmienne o dużych perspektywach biznesowych, alokacja zasobów w ich obrębie przyniesie silny i nie podlegający zjawisku nasycenia, a wręcz przyspieszający wzrost satysfakcji; zmienne w tym polu stanowią dogodny płaszczyzny budowania przewagi konkurencyjnej;
3. pole C – to zmienne w których obserwowane jest zjawisko wysycania, bądź w których klienci oczekują osiągnięcia standardu – to jest wzrostowi oceny badanego czynnika towarzyszy początkowo silny, potem spowalniający wzrost zadowolenia;
4. pole D – to zmienne w których następuje zmiana trendu, reakcja jest najpierw (przed osiągnięciem przez badaną zmienną poziomu mediany) silna, potem słabsza, zaś potencjalna siła wpływu jest większa od zera – oznacza to, iż satysfakcja początkowo silnie rośnie, następnie zaś, po przekroczeniu przez ocenę badanej zmiennej wartości mediany, zaczyna nieznacznie spadać, przy czym w ogólnym rozrachunku oddziaływanie jest dodatnie – spadek nie przekracza osiągniętego wcześniej wzrostu; tego rodzaju zmienne mogą wyrażać znużenie klienta zbyt dużą wartością danego atrybutu, który początkowo jest pożądanym, zaś w większym zakresie – zaczyna przeszkadzać;
5. pole E – to zmienne w których nastąpiła zmiana trendu, reakcja jest najpierw słabsza, potem silniejsza, zaś potencjalna siła wpływu nadal jest dodatnia; oznacza to, że wraz z poprawą ocen takich zmiennych poziom satysfakcji najpierw spada, potem zaś rośnie, przy czym wzrost jest bardziej dynamiczny niż spadek; reakcja taka jest dość nietypowa i trudno wskazać jej realny przykład;

6. pole F – to zmienne o ujemnej sile, pogarszające poziom zadowolenia, oraz o stałej, rosnącej dynamice, co oznacza, że wraz ze wzrostem oceny czynnika obserwowany jest przyspieszający spadek satysfakcji – są to czynniki wysoce niepożądane w ofercie; jako przykład takiej zmiennej wskazać można hipotetyczny produkt w którym jakość jest bardzo silnie powiązana z ceną – wtedy wprowadzanie coraz bardziej atrakcyjnych cenowo produktów powoduje przyspieszający spadek satysfakcji;
7. pole G – to czynniki o ujemnej sile i słabnącej dynamice spadku zadowolenia – co oznacza, że w początkowych etapach poprawy jego oceny (czy też wzrostu nasilenia) zadowolenie spada silniej, zaś wraz ze wzrostem jego wartości spadek satysfakcji wyhamowuje; zjawisko takie zinterpretować można jako sytuację w której określony czynnik posiada aspekty silnie negatywne, oraz pewien zakres pozytywów – wraz z jego wzrostem aspekty pozytywne w coraz większym stopniu, ale nadal niecałkowicie, kompensują spadek zadowolenia;
8. pole H – to czynniki o ujemnej sile, słabnącej dynamice, którym także towarzyszy zmiana trendu – oznacza to, iż przy niskich ocenach badanej zmiennej następuje szybki spadek zadowolenia, który jest silnie kompensowany po przekroczeniu przez badaną zmienną wartości mediany – po jej przekroczeniu następuje niewielki wzrost zadowolenia;
9. pole I – to dość interesujące czynniki, w przypadku których początkowo następuje wzrost zadowolenia, natomiast po przekroczeniu badanej zmiennej wartości mediany – bardziej dynamiczny spadek – co oznacza, iż są one w pewnym, minimalnym zakresie oczekiwane przez klientów, natomiast ich zbyt duże nasilenie powoduje silne, nie kompensowane przez początkowy wzrost, pogorszenie poziomu satysfakcji.

Dzięki tego rodzaju macierzy możliwe stanie się szybkie oszacowanie struktury zmiennych budujących poziom satysfakcji, równocześnie zaś wskazanie obszarów korzystnych z punktu widzenia alokacji zasobów (pole A), oraz diagnoza czynników odpowiedzialnych za różnego rodzaju pogorszenie zadowolenia klienta. Równocześnie warto zauważyć, iż jej użyteczność wzrośnie w przypadku modelu pomiarowego w którym będą obecne także czynniki typowo negatywne – których wzrostowi jednoznacznie towarzyszy spadek zadowolenia.

Jako przykład zastosowania proponowanej macierzy przedstawiona zostanie analiza reakcji klientów na zmienne z najbardziej aktualnego zbioru danych – pozyskanego w roku 2016 (rysunek 4.2.).

W jego obrębie metoda w pierwszej kolejności wskazuje na szereg zmiennych obecnych w polu A, czyli względnie neutralnych, niezbyt wartościowych z praktycznego punktu widzenia, ponieważ nie prowadzących, w ujęciu średnim, do szerszej poprawy poziomu zadowolenia, mogą też polaryzować reakcje klientów – zaliczyć do nich można między innymi niektóre aspekty cen (produkty osobiste, elektronika i AGD, żywność), oraz wybrane aspekty organizacyjne (przyjazność wnętrza, możliwość odpoczynku).



Rysunek 4.2. Klasyfikacja zmiennych według reakcji – rok 2016
Źródło: opracowanie własne.

Macierz wskazuje także trzy zmienne skutkujące wyraźnym, ale zwalniającym spadkiem zadowolenia (pole G). Są to po pierwsze, wspomniane wcześniej ceny usług rozrywkowych i artykułów wyposażenia wnętrz – w obu przypadkach wzrost oceny atrakcyjności cen tych kategorii produktów prowadzi do spadku poziomu satysfakcji – początkowo silniejszego, potem tracącego dynamikę – prawdopodobnie w związku z kompensacją spadku jakości przez atrakcyjność ceny. Trzecim czynnikiem tego pola jest jakość oznaczeń, co jest dość trudne do wytłumaczenia, być może wiąże się z negatywnym stosunkiem konsumentów do nadmiernej ilości informacji, zwłaszcza w formie wizualnej.

Pozostałe zmienne znajdują się na polu B, co oznacza, iż alokacja zasobów w ich obrębie przyniesie pozytywne rezultaty, ponadto sam wzrost satysfakcji będzie nieznacznie, ale jednak szybszy niż wzrost oceny danego czynnika – można zatem domniemywać, iż korzyści będą większe od ponoszonych nakładów. Najsilniejsza reakcja w tym polu zaobserwowana została przy ocenie oferty podstawowej, prestiżu i elegancji jednostki oraz jakości dostępnych produktów.

Na koniec, analizując przedstawioną macierz klasyfikacji warto zauważyć dość interesujące zjawisko – do rozkładu zmiennych na płaszczyźnie dopasować można funkcję homograficzną, zaś sam rozkład wydaje się być symetryczny względem wykresu malejącej funkcji liniowej. Przekłada się to na dwie prawidłowości: po pierwsze, wraz ze wzrostem pozytywnej lub negatywnej siły oddziaływania zmiennej na poziom satysfakcji maleje zakres nieliniowości jej wpływu – silnie działające zmienne mają wpływ bardziej liniowy, niż zmienne słabsze. Po drugie – zmienne o wpływie negatywnym wydają się, wraz ze spadkiem siły wykazywać coraz niższy, ujemny współczynnik liniowości, co oznacza odwrócenie kierunku wpływu na satysfakcję. Można zatem przyjąć, iż w części zmiennych o wpływie negatywnym nastąpiła nieznaczna kompensacja.

Rozdział 5

Analiza struktury wpływu czynników budujących satysfakcję klienta

Przeprowadzona analiza zmiennych budujących poziom satysfakcji klienta centrum handlowego otwiera pole do podjęcia próby usystematyzowania zbioru relacji łączących kolejne wymiary funkcjonowania jednostki z jej ogólną oceną, dokonywaną przez obecnych na rynku klientów. Zbiór ten może zostać uporządkowany w perspektywie co najmniej kilku ujęć, z których dwa są wyjątkowo istotne, zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i praktyki prowadzenia działalności handlowej.

Pierwsze z nich dotyczy podobieństw i różnic we wpływie kolejnych, badanych zmiennych, które wyrażać się mogą chociażby siłą tego wpływu, jego charakterem, czy zmiennością jego zakresu wśród kolejnych klientów. Drugie – wiąże się z podobieństwami i różnicami w reakcjach konsumentów na poprawę lub pogorszenie określonego obszaru oceny funkcjonowania jednostki, rozpatrywanymi w szczególności w kontekście liniowości bądź nieliniowości reakcji.

5.1. Porównanie zakresu wpływu zmiennych budujących poziom satysfakcji z perspektywy kolejnych badanych okresów

Rozwinięciem przedstawionego w poprzednim rozdziale przeglądu charakteru wpływu z poprawy kolejnych badanych zmiennych na wynikowy poziom satysfakcji klienta stało się opracowanie zestawień porównujących zakres tego wpływu w perspektywie każdego z badanych okresów. Porównania te służyły dwóm celom:

1. umożliwiały wskazanie zmiennych silniej oraz słabiej kształtujących wynikowy poziom satysfakcji,
2. umożliwiały przekrojową ocenę charakteru oddziaływania kolejnych zmiennych w kolejnych analizowanych okresach, między innymi w perspektywie jego stabilności w czasie.

Zestawienia te przedstawione zostały na pięciu wykresach, opracowanych w oparciu o omówione wcześniej dane (tabela 17) – cztery z nich dotyczyły kolejnych badanych prób (wykres 5.2., wykres 5.4., wykres 5.6., wykres 5.8.), ostatni (wykres 5.10.) – modelu opracowanego dla wszystkich przypadków łącznie.

Na każdym wykresie zwizualizowana została po pierwsze średnia wartość zmiany satysfakcji obliczona na podstawie reakcji wszystkich przypadków z danego zbioru na poprawę wartości badanej zmiennej od minimum do jej maksimum – odpowiadająca ostatniej wartości krzywej PDP na wykresie c-ICE. Równocze-

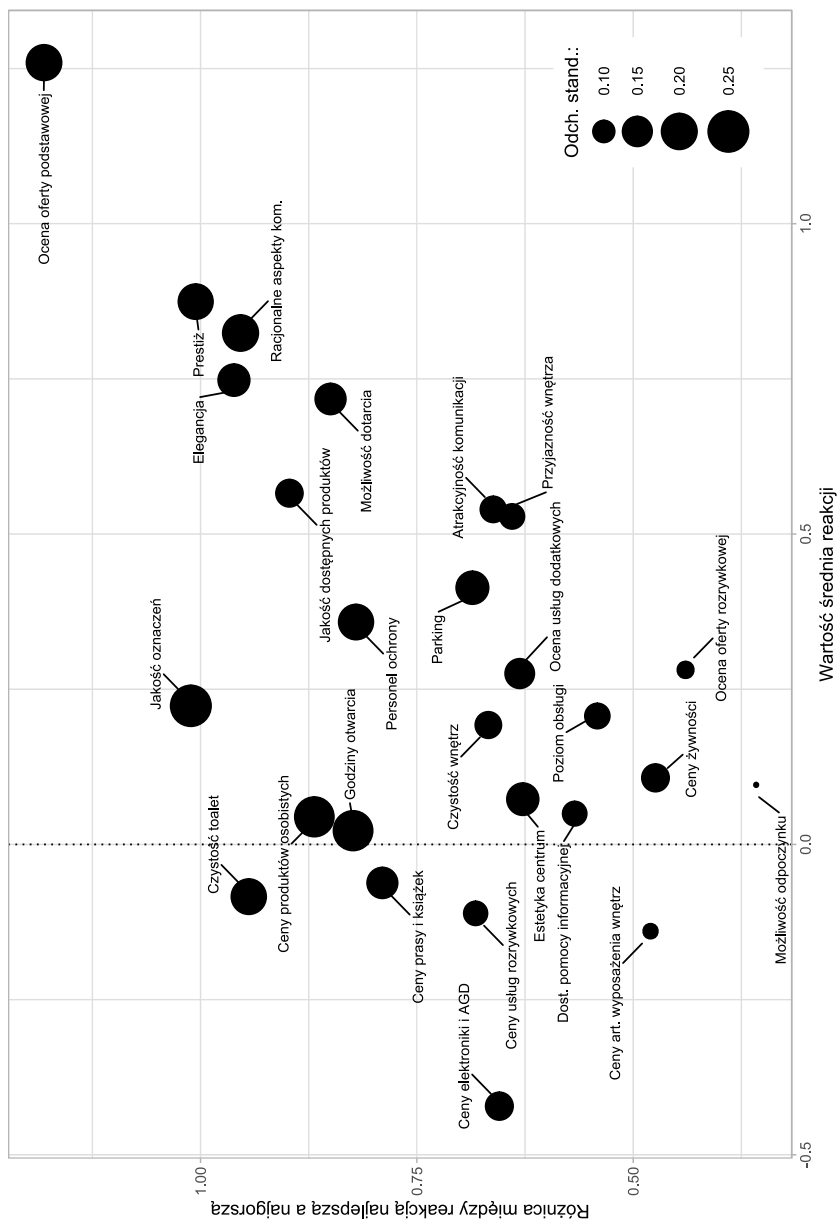
śnie obliczone zostało także odchylenie standardowe dla tych reakcji – ciemniejsze pole na wykresie wskazuje przestrzeń między wartością średnią powiększoną i pomniejszoną o wartość tego odchylenia. Na wykresie zaznaczono także najmniej i najbardziej korzystną reakcję na poprawę kolejnych, uwzględnionych w modelu zmiennych. Te dwie reakcje ograniczają drugi zacieniony obszar na wykresie.

Dodatkowo, opracowane zostały także wykresy obrazujące rozłożenie, w kolejnych badanych okresach, zmiennych w przestrzeni definiowanej przez dwa wymiary: wartość średnią reakcji wszystkich przypadków ze zbioru na poprawę danej zmiennej od minimum do maksimum oraz różnicę między reakcją najkorzystniejszą i najmniej korzystną – indeks *Potential Influence* (wykres 5.1., wykres 5.3., wykres 5.5., wykres 5.7.). W takim układzie możliwe stało się zdiagnozowanie grup zmiennych o podobnym charakterze oddziaływania, jak również dokonanie porównania między kolejnymi badanymi okresami.

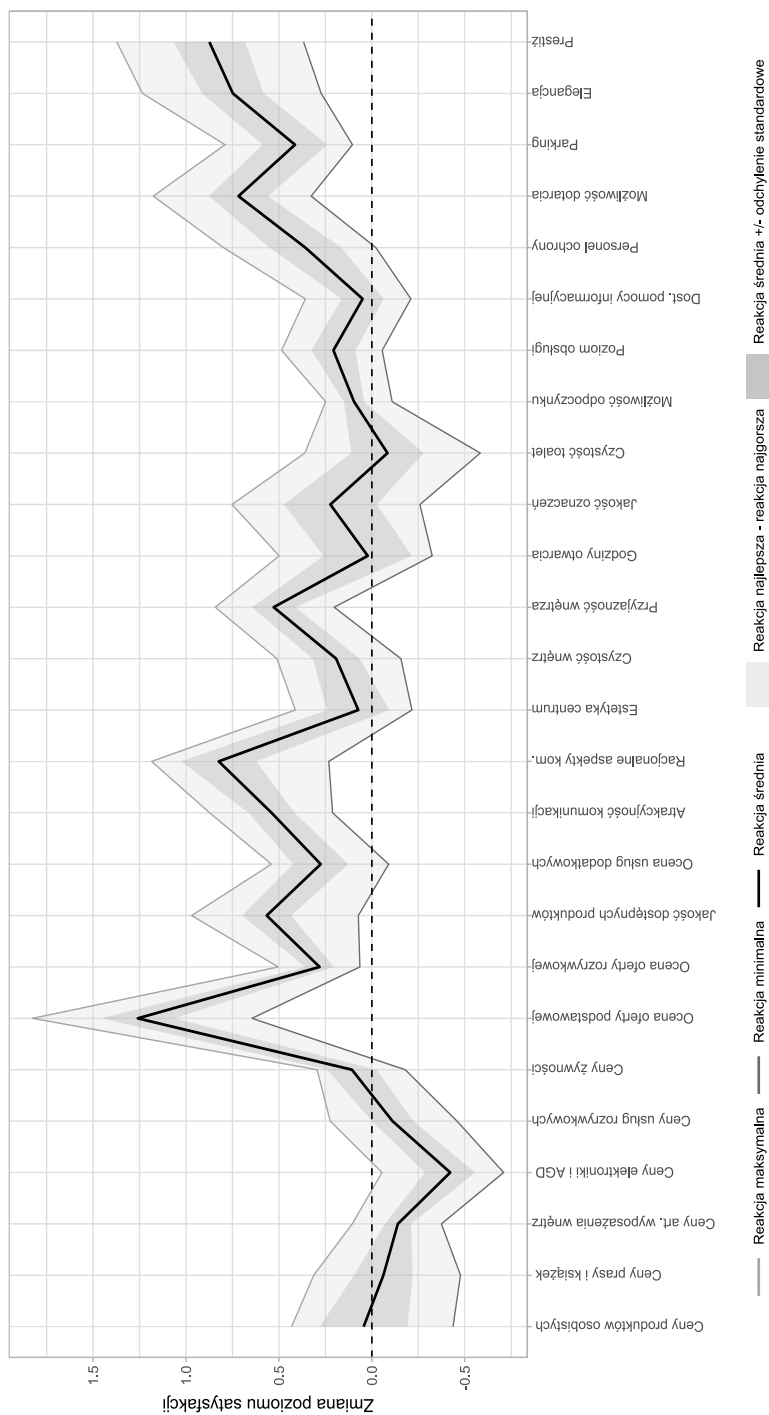
W pierwszym ujętym w badaniu okresie (wykres 5.1., wykres 5.2.) zmiennymi charakteryzującymi się największym średnim oddziaływaniem na wynikowy poziom satysfakcji były: ocena oferty podstawowej (1,26), ocena racjonalnych aspektów komunikacji (0,82), oba obszary postrzegania podmiotu, to jest jego poziom prestiżu (0,87) oraz elegancji (0,75), a także możliwość dotarcia do centrum (0,72). Równocześnie należy podkreślić, iż wszystkie te czynniki charakteryzowała także ponadprzeciętna zmienność, rozumiana tutaj jako różnica między najkorzystniejszą a najmniej korzystną reakcją na poprawę badanej zmiennej. Tworzą one na wykresie względnie wyraźną grupę, łączącą obszary, które są dla klienta istotne, a których efekty oddziaływania są mocno zróżnicowane, z punktu widzenia siły, chociaż zawsze pozytywne.

Drugą kategorią możliwych do wyodrębnienia zmiennych są zmienne w przypadku których średnia reakcja jest bliska zeru, natomiast względnie wysokie jest zróżnicowanie reakcji kolejnych przypadków – wśród tych zmiennych wyróżnić można chociażby jakość oznaczeń (średnia poprawa zadowolenia – 0,22), czystość toalet (-0,08), ceny produktów osobistych (0,04) czy godziny otwarcia (0,02). Grupa ta łączy zmienne, których poprawa postrzegana jest zarówno w kategoriach pozytywnych, jak i negatywnych.

W obrębie próby z roku 2013 należy także zauważyć, iż większość zmiennych dotyczących poprawy atrakcyjności poziomu cen charakteryzuje się negatywnym wpływem na wynikowy poziom satysfakcji – co może, jak było to wspomniane wcześniej, być przejawem niskiej oceny jakości tanich produktów. Efekt taki jest bardziej wyraźny w przypadku artykułów wyposażenia wnętrz oraz elektroniki i AGD, mniej wyraźny w przypadku cen produktów osobistych oraz prasy i książek, w przypadku których obserwowane są także reakcje pozytywne. Na koniec warto także zaznaczyć, iż wyłączając zmienne dotyczące poziomu ceny, można zauważyć zależność mówiącą, iż wraz ze wzrostem siły wpływu na wynikowy poziom satysfakcji, rośnie także zróżnicowanie reakcji przypadków na daną zmienną.



Wykres 5.1. Zakres wpływu zmiennych – próba 2013
Źródło: opracowanie własne.



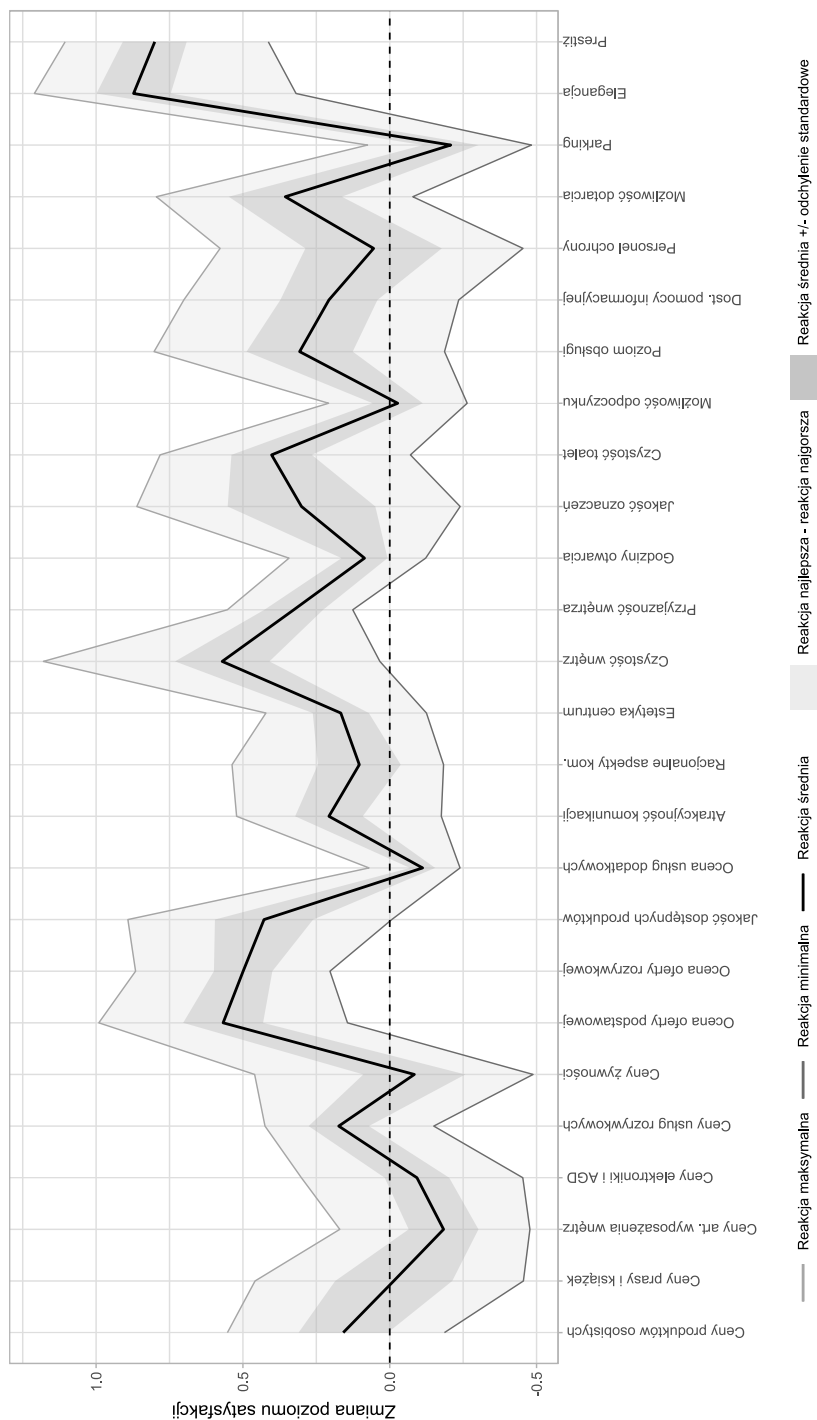
Wykres 5.2. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2013
 Źródło: opracowanie własne. Na wykresie zobrazowano średnią poprawę poziomu zadowolenia przy poprawie wartości kolejnych zmiennych od wartości minimalnej do maksymalnej (reakcja średnia) oraz poprawę minimalną i maksymalną (reakcja minimalna i reakcja maksymalna). Zacięzione pole oznacza wartość średniej poprawy zadowolenia +/- odchylenie standardowe obliczone spośród wszystkich wartości tej poprawy w badanej próbie.

Model opracowany dla próby z roku 2014 (wykres 5.3., wykres 5.4.) wydaje się wyłamywać z trendów i prawidłowości obserwowanych we względnie spójnym zakresie w trzech pozostałych okresach. Zmienne, których poprawa przekładała się na największy wzrost zadowolenia to w tym okresie obszary wizerunkowe – elegancja (0,87) oraz prestiż jednostki (0,80). Co ciekawe, obszary te nie charakteryzowały się ponadprzeciętnym zakresem zmienności reakcji – był on niższy, niż obserwowany przy wielu zmiennych o znacznie niższej sile oddziaływania. Wysokie średnie wartości reakcji zanotować można także w przypadku czystości wnętrza (0,57) oraz pojawiającej się wcześniej oceny oferty podstawowej (0,56).

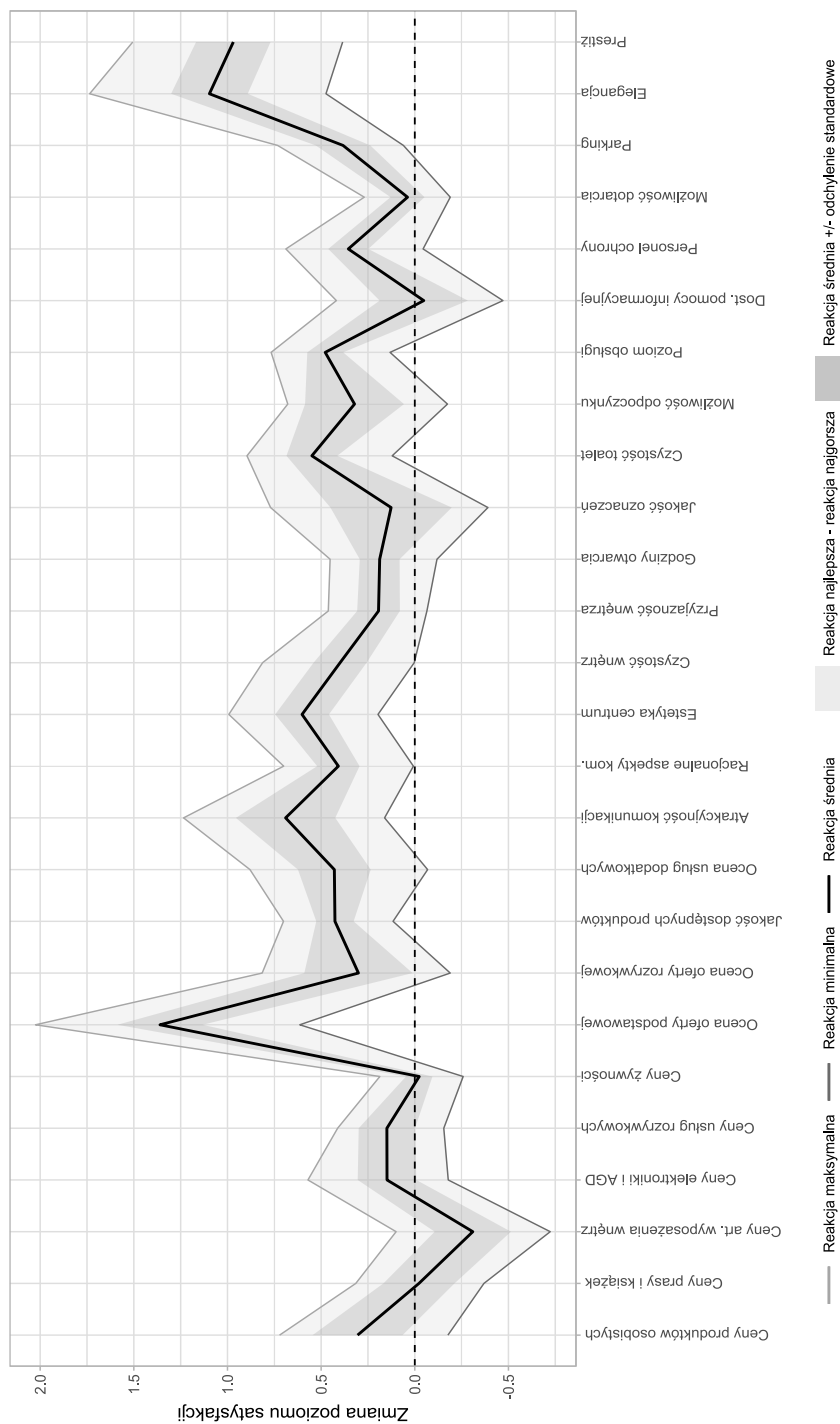
Biorąc pod uwagę zróżnicowanie reakcji, rozumiane jako różnicę między reakcją najbardziej i najmniej korzystną, największą zaobserwować można w przypadku czystości wnętrza (1,14), jakości oznaczeń (1,10) oraz ocenie personelu ochrony (1,03), nieznacznie mniejsze – w przypadku pozostałych aspektów funkcjonowania personelu. W rozważanym zbiorze danych zaskakuje natomiast niewielka reakcja na komunikację marketingową oraz mniejsze zróżnicowanie w postrzeganiu aspektów wizerunkowych podmiotu.

W próbie z tego okresu ponownie zauważyć można specyficzne działanie czynników związanych z ceną. Poprawa oceny części z nich, na przykład wyposażenia wnętrza (-0,18) oraz elektroniki i AGD (-0,09) ma w ujęciu średnim wpływ negatywny, tutaj jednak będący wypadkową reakcji negatywnych oraz pewnej ilości reakcji pozytywnych. W pozostałych przypadkach wpływ średni oscyluje w okolicach zera, stając się pochodną proporcjonalnej ilości reakcji o jednym i drugim charakterze. Równocześnie, w tej próbie nie można zaobserwować wspomnianego wcześniej trendu wskazującego na współzależność między średnim zakresem wpływu a zróżnicowaniem między najbardziej i najmniej korzystną reakcją.

Struktura reakcji przypadków na kolejne badane zmienne, zaobserwowana w próbie z roku 2015 (wykres 5.5., wykres 5.6.) nawiązuje po części do tej obserwowanej w pierwszym z badanych okresów. Trzy czynniki, których poprawa od minimum do maksimum przekłada się na największy średni wzrost satysfakcji to ocena oferty podstawowej (1,05) oraz ocena aspektów wizerunkowych – elegancji (1,09) oraz prestiżu jednostki (0,96) – czynnikom tym towarzyszy także największa skala zróżnicowania reakcji. Należy przy tym nadmienić, iż zachowana jest także prawidłowość, która została zidentyfikowana w pierwszym zbiorze danych – wraz ze wzrostem wartości średniego wpływu poprawy zmiennej na wynikowy poziom satysfakcji, rośnie także skala zmienności reakcji, wyrażona różnicą między reakcją najbardziej i najmniej korzystną.



Wykres 5.4. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2014
Źródło: opracowanie własne.

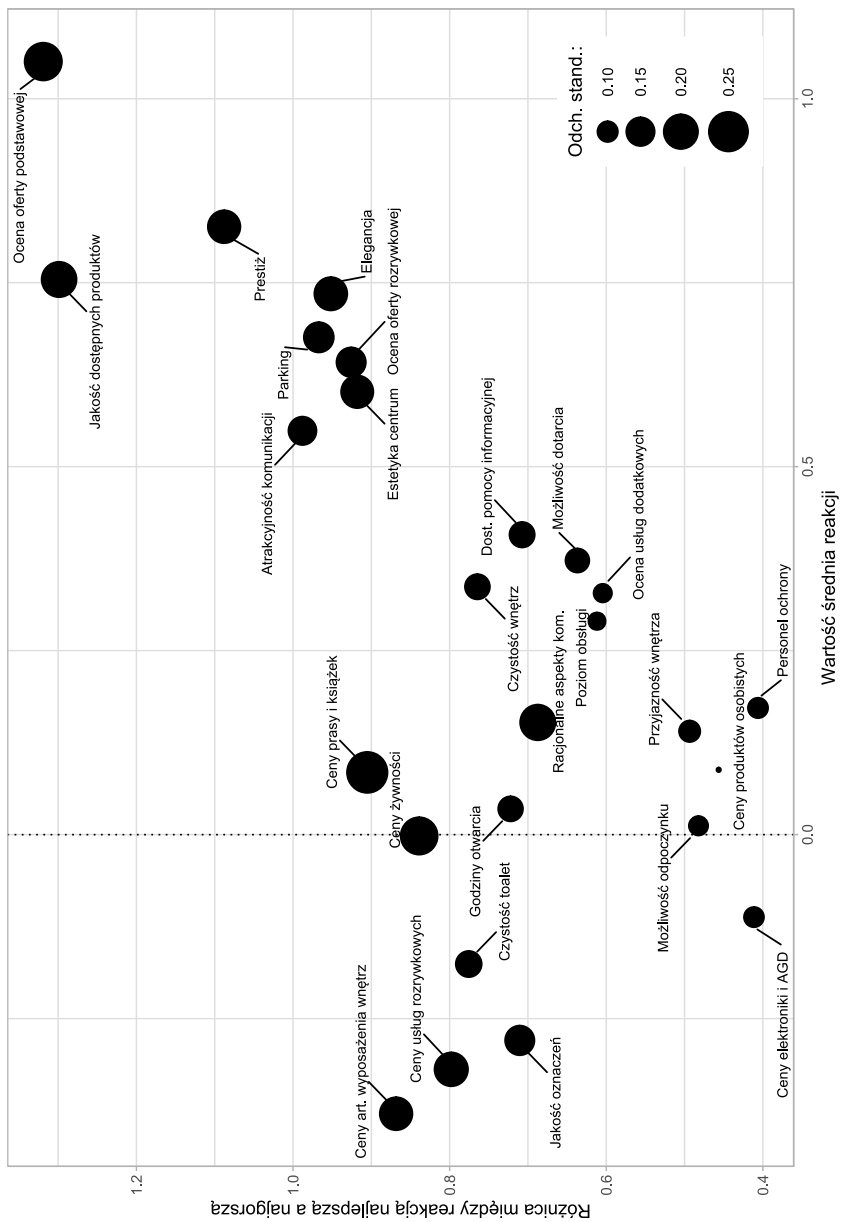


Wykres 5.6. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2015
Źródło: opracowanie własne.

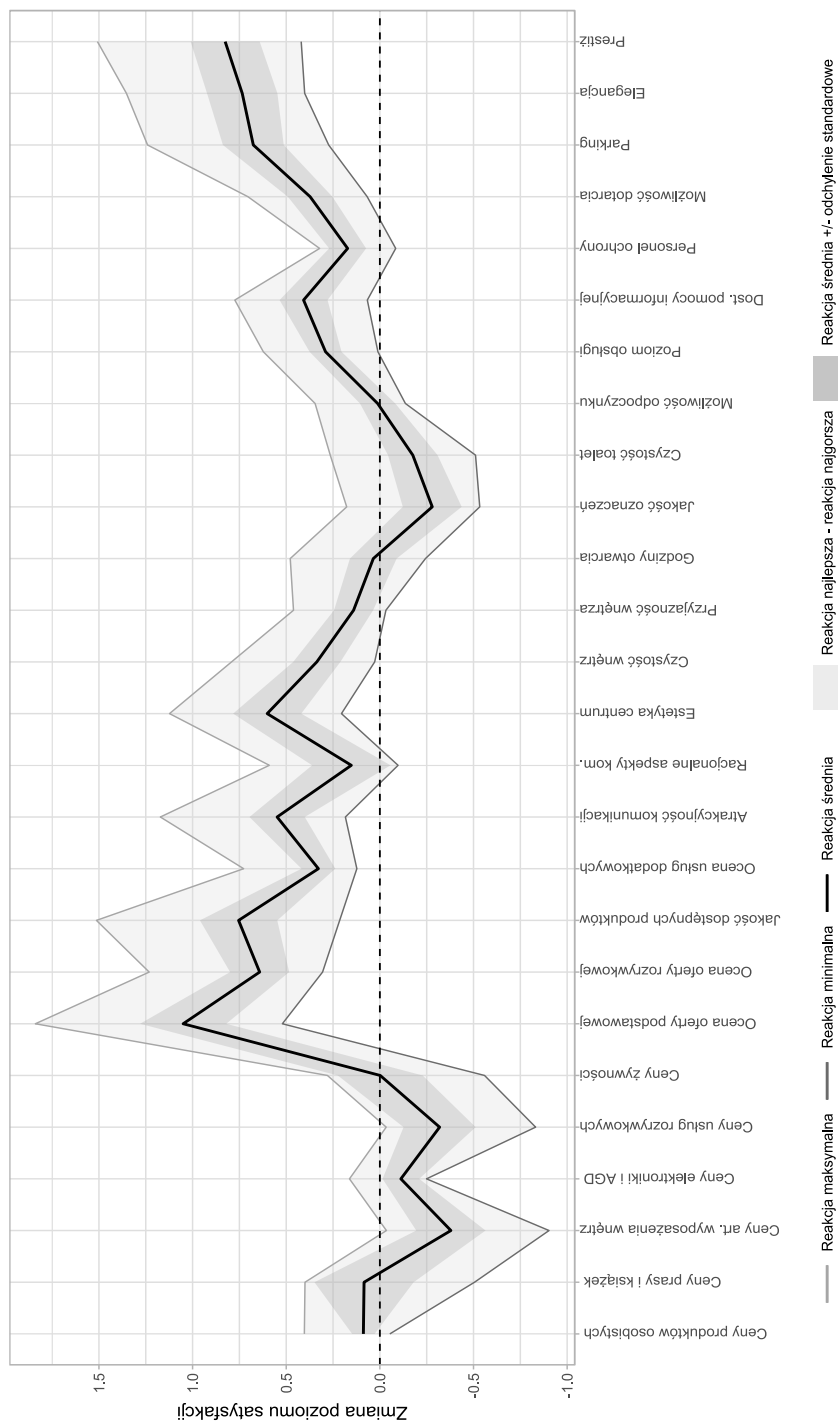
Dość zbliżone do obserwowanego w próbie z roku 2013 jest także ułożenie zmiennych z dwóch kategorii: dotyczących oceny ceny oraz aspektów organizacyjnych. Średnie reakcje na poprawę postrzegania cen kolejnych obszarów asortymentu zbliżone są do wartości zero: część z nich jest negatywna (wyposażenie wnętrz, prasa i książki, żywność), reszta nieznacznie pozytywna, przy zachowaniu pewnego poziomu zróżnicowania, sugerującego zarówno negatywne, jak i pozytywne reakcje. Aspekty organizacyjne, z wyjątkiem jakości oznaczeń, charakteryzują się niewielkim, pozytywnym wymiarem średniego wpływu i niewielkim poziomem zróżnicowania, sugerującym stabilność reakcji kolejnych przypadków. Biorąc pod uwagę wspomniane zróżnicowanie reakcji, wyłączając zmienne o najsilniejszym wpływie, wyróżnić można dwie grupy czynników. Pierwsza z nich łączy czynniki relatywnie dużym zróżnicowaniem możliwych reakcji i dość niewielkim, ale pozytywnym, średnim wpływem na poziom zadowolenia – są to czynniki o spolaryzowanych reakcjach (jakość oznaczeń, ocena oferty rozrywkowej, usług dodatkowych, ceny produktów osobistych oraz możliwości odpoczynku). Druga – czynniki o niewielkim stopniu średniej reakcji, jak również niewielkim poziomie zróżnicowania, a zatem czynniki o reakcjach spójnych.

W zbiorze danych z roku 2016 (wykres 5.7., wykres 5.8.) zaobserwować można prawidłowości zbliżone do tych mających miejsce w próbie z roku 2013 oraz z roku 2015. Po pierwsze, wyłączając zmienne dotyczące cen, ponownie zauważyć można zależność łączącą wpływ danej zmiennej oraz zróżnicowanie reakcji na jej poprawę, polegającą na proporcjonalnym wzroście obu wartości. Równocześnie, podobnie jak miało to miejsce we wspomnianych grupach, czynnikiem, którego poprawa przekłada się na największy wzrost zadowolenia jest ocena oferty podstawowej (1,05), zaś następnie w kolejności znalazły się aspekty wizerunkowe – ocena poziomu elegancji (0,73) oraz prestiżu jednostki (0,82), a także jakość dostępnych produktów (0,75). Równocześnie, te cztery zmienne charakteryzuje największe zróżnicowanie reakcji.

Analizując przedstawioną strukturę zmiennych ponownie należy wskazać negatywny efekt poprawy oceny poziomu cen, mający charakter niemalże identyczny jak było to obserwowane w roku 2013. Także w tym przypadku część zmiennych charakteryzuje się negatywną reakcją, część reakcją neutralną, przy widocznym zróżnicowaniu odpowiedzi. Bardzo podobny charakter oddziaływania mają także zmienne związane z aspektami organizacyjnymi, które mają w większości średnią wpływ zbliżoną do zera, przy poziomie zróżnicowania nieco niższym, niż miało to miejsce w przypadku cen.



Wykres 5.7. Zakres wpływu zmiennych – próba 2016
Źródło: opracowanie własne.



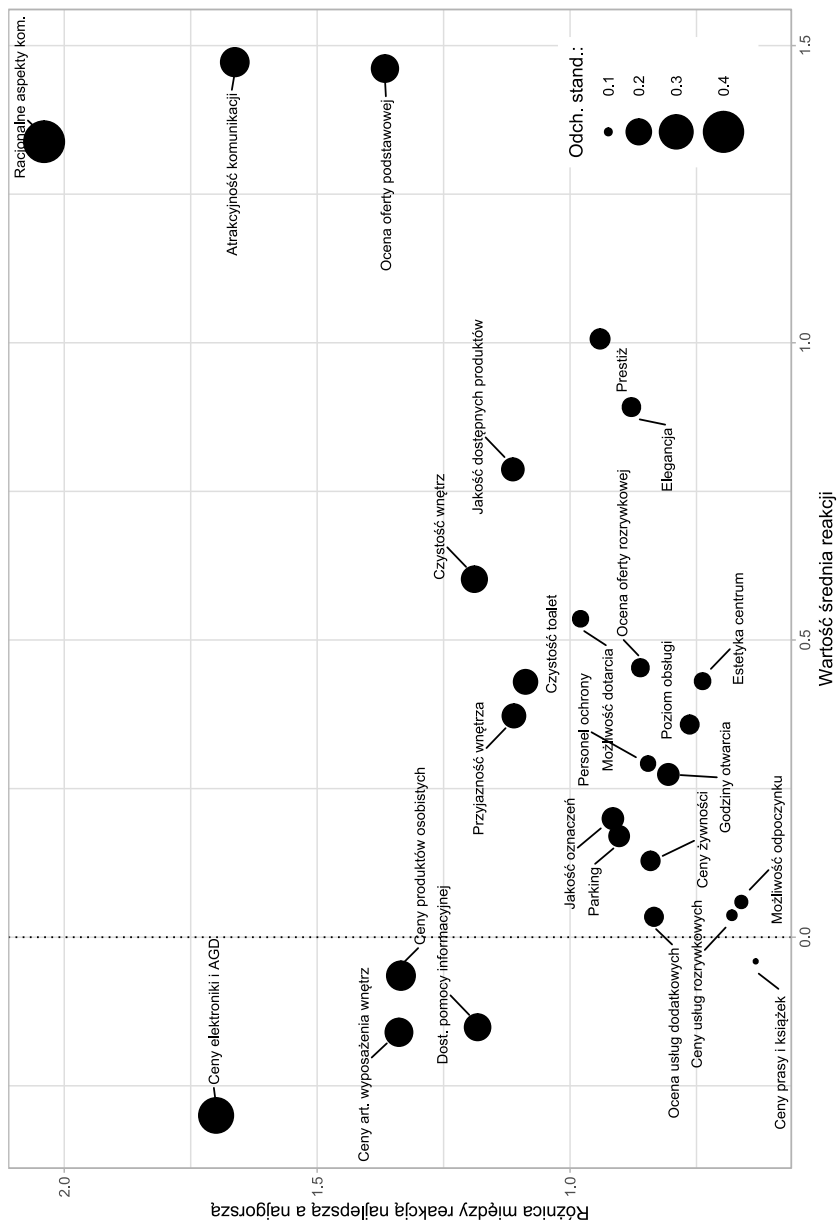
Wykres 5.8. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2016
Źródło: opracowanie własne.

W badanej próbie wyróżnić można ponadto grupę zmiennych o silnym wpływie i wysokim poziomie zróżnicowania reakcji, do której, oprócz oceny prestiżu i elegancji, zaliczyć można także atrakcyjność komunikacji, ocenę parkingu, oferty rozrywkowej i estetyki centrum. Możliwe do wskazania są także grupy zmiennych o względnie spójnym zróżnicowaniu reakcji i bliskim zeru (możliwość odpoczynku, ceny elektroniki i AGD, ceny produktów osobistych), bądź bardzo niewielkim (ocena usług dodatkowych, poziom obsługi, możliwość dotarcia) wpływie na finalny poziom satysfakcji.

Ostatnia perspektywa analizy, uwzględniona w celach porównawczych, obejmuje analizę reakcji przypadków na poprawę kolejnych badanych zmiennych w modelu opracowanym na całym zbiorze danych łącznie (wykres 5.9., wykres 5.10.). Ujęcie to wydaje się stać w pewnym stopniu w sprzeczności z wynikami pozyskanymi oddzielnie dla kolejnych badanych okresów, chociaż zauważyć można pewne obszary wspólne. Należy przy tym pamiętać, iż prezentowane zestawienia są uśrednieniem reakcji wszystkich przypadków na kolejne zmienne – zaś sama sieć neuronowa mogła w wagach połączeń uwzględnić zróżnicowanie wynikające z okresu. W takiej sytuacji różnice w reakcjach kolejnych przypadków z różnych okresów widoczne byłyby w formie obszarów homogeniczności na kolejnych wykresach c-ICE.

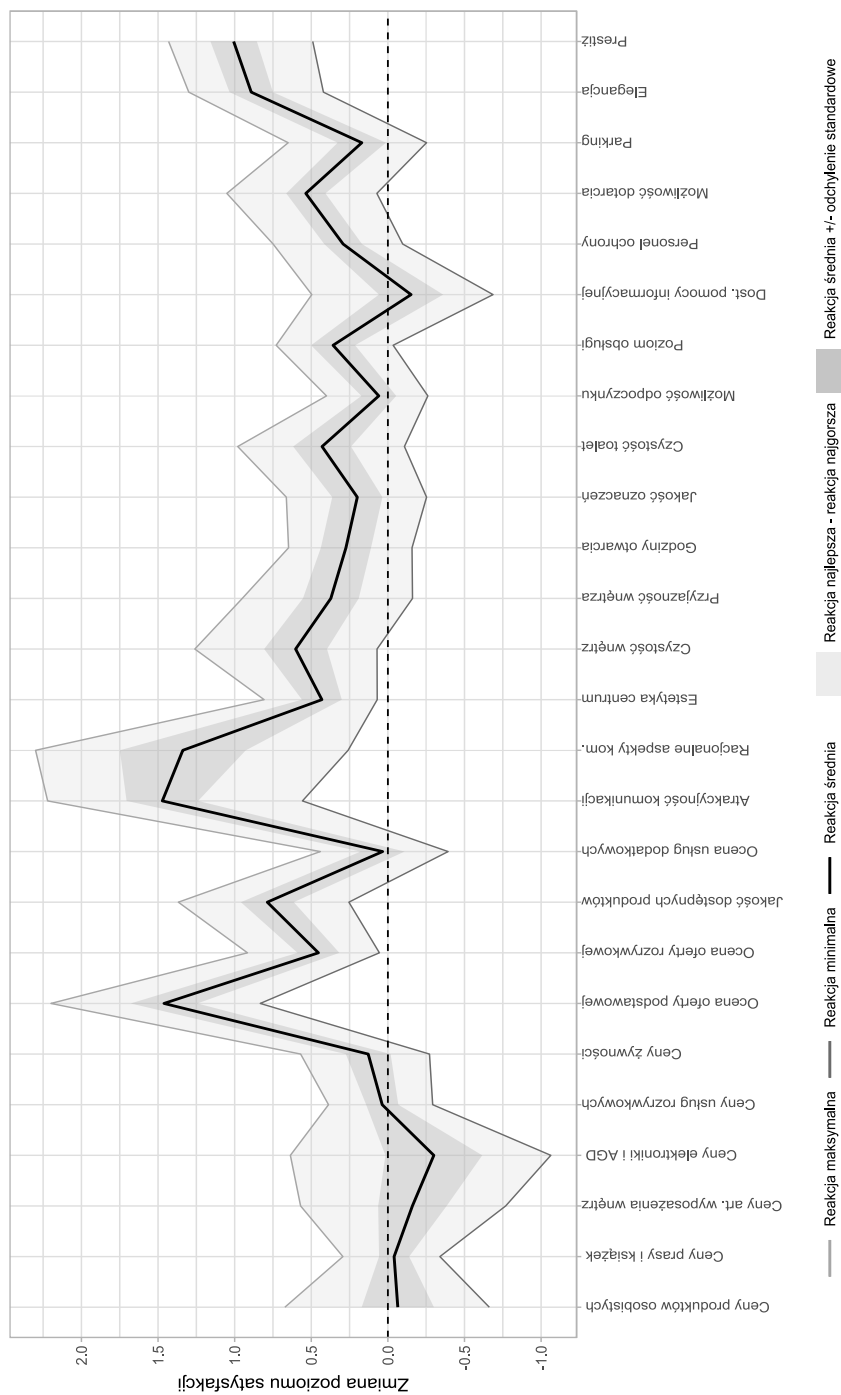
W zbiorze wszystkich przypadków rozpatrywanych łącznie w pierwszej kolejności zauważyć można, spójne z ujęciami częściowymi, silne znaczenie oceny oferty podstawowej, która ponadto charakteryzuje się względnie przeciętnym zróżnicowaniem reakcji (1,46). Czego nie można było zaobserwować w ujęciach częściowych, to bardzo silna średnia reakcja na poprawę obu aspektów komunikacji marketingowej – oceny jej atrakcyjności (1,47), oraz jej racjonalnych aspektów (1,33). Obie te zmienne cechuje bardzo wysoki poziom zróżnicowania reakcji kolejnych przypadków, co za pewne jest konsekwencją różnego znaczenia tej zmiennej w modelach dla pojedynczych okresów. Nieco niższe, chociaż nadal silne są także reakcje na poprawę aspektów wizerunkowych – oceny poziomu elegancji (0,89) oraz prestiżu jednostki (1,01), które tym razem cechuje bardzo niski poziom zróżnicowania reakcji – co w tym przypadku może wynikać z ich silnego i zbliżonego zakresu wpływu w próbach z kolejnych badanych okresów.

W omawianym ujęciu podobna jest także lokalizacja zmiennych wiążących się z cenami – także tutaj charakteryzuje je średnia reakcja zbliżona do wartości zero, przy czym zmienne o negatywnej reakcji średniej (ceny elektroniki i AGD, artykułów wyposażenia wnętrz oraz produktów osobistych) charakteryzuje większa różnica między reakcją najbardziej a najmniej korzystną, podczas gdy zmiennym o średniej reakcji bliższej zeru lub dodatniej – różnica mniejsza. Pozostałe zmienne tworzą względnie spójne skupienie, charakteryzujące się niewielkim zakresem wzrostu zadowolenia przy poprawie wartości zmiennej, oraz niewielkim do przeciętnego zróżnicowaniem obserwowanych reakcji.



Wykres 5.9. Zakres wpływu zmiennych – próba łączna

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 5.10. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – model zbiorczy
Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując ocenę ujętych w modelu zmiennych rozpatrywanych w perspektywie kolejnych badanych okresów należy zwrócić uwagę na zaobserwowane prawidłowości, powtarzalne w kolejnych pozyskanych próbach, niestety z wyłączeniem próby z roku 2014. Można bowiem zauważyć, iż w każdym z nich:

1. Zbliżony jest charakter działania czynników dotyczących oceny poziomu cen kolejnych obszarów asortymentu. Czynniki te wykazują średni wpływ na poprawę satysfakcji bliski zeru bądź negatywny, przy względnie wysokim zróżnicowaniu reakcji, co sugeruje znaczna ilość przypadków o reakcjach czysto negatywnych – było to obserwowane przy omówieniu szczegółowych odpowiedzi na poprawę każdej zmiennej. Interpretując to zjawisko postawić można hipotezę mówiącą, iż w przypadku centrum handlowego atrakcyjne ceny produktów dostępnych w zlokalizowanych w jego obrębie sklepach sugerują klientom niską jakość, bądź wiążą się z mniej atrakcyjnymi markami, pogorszając ogólne postrzeganie jednostki. Równocześnie należy zaznaczyć, iż nie dotyczy to działań z obszaru promocji sprzedaży, które mają pozytywny wpływ na satysfakcję, ale raczej regularnego poziomu cen.
2. Czynnikiem zawsze charakteryzującym się negatywną reakcją na poprawę jego oceny od minimum do maksimum jest ocena poziomu cen artykułów wyposażenia wnętrz; w trzech z czterech okresów negatywa reakcja obserwowana jest także przy cenach produktów elektronicznych i AGD oraz prasy i książek.
3. Czynnikiem absolutnie dominującym z punktu widzenia wpływu na wzrost satysfakcji klienta jest ocena oferty podstawowej jednostki, agregująca dostępność interesujących klienta marek, ilość dostępnych w centrum sklepów oraz szerokość asortymentu dostępnego w sklepach. Można zatem przyjąć, iż pomimo tego, że typowe centrum handlowe umożliwia klientom podejmowanie wielu aktywności innych, niż zakupy, związanych chociażby ze spędzaniem wolnego czasu, aktywnością towarzyską, czy stylem życia, ocena aspektu zakupowego nadal jest najważniejsza z punktu widzenia potencjalnego odwiedzającego.
4. Wizerunek podmiotu, wyrażony w badaniu oceną poziomu jego elegancji i prestiżu to drugi obszar, którego poprawa, także w próbie z roku 2014, bardzo silnie przekłada się na wzrost poziomu satysfakcji klienta. Równocześnie należy zauważyć, iż oba te czynniki charakteryzuje zwykle mniejszy stopień zróżnicowania reakcji, niż obserwowany przy ocenie oferty podstawowej.
5. Wśród wszystkich zmiennych, wyłączając zmienne dotyczące oceny poziomu cen, obserwowana jest zależność polegająca na wzroście zróżnicowania odpowiedzi wraz ze wzrostem średniej reakcji poziomu satysfakcji na poprawę danej zmiennej.

Dysponując próbami, jak również modelami z czterech kolejnych lat warto także podjąć próbę oceny ewentualnej ewolucji zakresu wpływów, jak również zróżnicowania reakcji na poprawę badanych zmiennych. Podejmując taką ocenę należy oczywiście zastrzec, iż brak probabilistycznego doboru prób jest pewną

przeszkodą na drodze do pełnej porównywalności, stąd też obserwowane zjawiska traktowane być powinny z odpowiednią dozą ostrożności. Porównanie wyników pozyskanych dla kolejnych, badanych okresów, z pominięciem próby z roku 2014, która wydaje się wyłamywać z obserwowanych trendów i prawidłowości, prowadzi do następujących wniosków:

1. W kolejnych okresach czasu maleje zróżnicowanie reakcji na poprawę zmieniających się z obszaru aspektów organizacyjnych, rozumiane jako różnica między reakcją najbardziej a najmniej korzystną. Może to sugerować z jednej strony wykształcenie pewnego standardu dostarczanego przez centrum handlowe, z drugiej przyzwyczajenie się do niego przez klientów, przez co o ile nadal są oni wrażliwi na jego poprawę, maleje ilość reakcji bardzo silnych – negatywnych, ponieważ centra dostarczają porównywalny standard i trudno jest mieć rozwiązania wyraźnie gorsze i pozytywne – ponieważ konsument jest przyzwyczajony do ciągłej poprawy standardu i trudniej jest go zaskoczyć.
2. O ile atrakcyjność komunikacji wydaje się charakteryzować w kolejnych badanych okresach zbliżonym poziomem średniej reakcji (a także zbliżonym poziomem ich zróżnicowania), w kolejnych próbach zaobserwować można postępujący spadek zakresu reakcji na poprawę jej racjonalnych aspektów, co może sugerować albo poprawę rzetelności prowadzonych akcji promocyjnych, albo wzrost wiedzy konsumentów dotyczącej mechanizmów działania promocji, a tym samym umiejętności ich oceny i wartościowania.
3. W kolejnych badanych okresach następuje systematyczny wzrost reakcji na poprawę oceny estetyki centrum, jak również spadek reakcji na poprawę oceny poziomu cen żywności i przyjazności wnętrza. Są to jedyne czynniki w przypadku których obserwowana zmiana jest spójna z punktu widzenia kierunku we wszystkich badanych okresach, włącznie z próbą z roku 2014. Jedynymi zmiennymi w obrębie których zaobserwować można spójną we wszystkich badanych okresach zmianę zróżnicowania reakcji są: ocena racjonalnych komunikacji, w przypadku której różnica między reakcją najkorzystniejszą a najmniej korzystną systematycznie spada wraz z upływem czasu oraz ceny artykułów wyposażenia wnętrza, gdzie różnica ta zwiększa się w kolejnych badanych próbach.

Na koniec należy podkreślić, iż przeprowadzona analiza znaczenia kolejnych badanych zmiennych wskazuje na istnienie prostego, a zarazem bardzo konserwatywnego modelu obrazującego mechanizmy budowania zadowolenia klienta centrum handlowego. Biorąc pod uwagę średnie reakcje na poprawę kolejnych analizowanych zmiennych we wszystkich badanych okresach, można przyjąć, iż klienci zwróceni są w pierwszej kolejności na ocenę podstawowego asortymentu danej jednostki, w drugiej zaś na jej wizerunek, który, być może, jest agregatem lub pochodną innych czynników, chociaż w prowadzonym badaniu nie zostały stwierdzone bardziej znaczące korelacje zmiennych wyrażających wizerunek z innymi zmiennymi ujętymi w modelu. Znaczenie pozostałych zmiennych jest w kolejnych okresach zróżnicowane, ale zwykle przeciętne lub małe, przy czym

w ostatnim badanym okresie do grupy zmiennych o silnym wpływie, to jest oferty podstawowej i wizerunku, dołącza ocena estetyki centrum, oferty rozrywkowej oraz parkingu.

Dość interesująca jest także rola cen i ich postrzeganie przez klienta. Sama atrakcyjność cen jest czynnikiem negatywnym – wraz z jej poprawą poziom satysfakcji nieznacznie maleje, co może być rozumiane jako negatywne postrzeganie tańszej oferty i marek. Równocześnie, w badaniu uwidocznilo się znaczenie komunikacji marketingowej, w szczególności zapewne postrzeganej z punktu widzenia ewentualnej korzyści ekonomicznej.

Wnioski te w pewnym stopniu podważają postrzeganie roli centrum handlowego jako miejsca umożliwiającego różne aktywności i zapewniającego różnego rodzaju formy spędzania wolnego czasu – w przedstawionym badaniu klienci oceniają centrum w sposób bardzo pragmatyczny i jednowymiarowy. Wiązać się to może także z faktem, iż klienci odwiedzając centrum w większym stopniu dostrzegają i oceniają dostępne w jego obrębie podmioty – sklepy, kina czy punkty gastronomiczne, w mniejszym – samo centrum. Równocześnie, być może samo centrum handlowe podlega w mniejszym stopniu ocenie z punktu widzenia zadowolenia bądź jego braku, jest raczej traktowane wyłącznie jako „nośnik” wspomnianych podmiotów.

5.2. Klasyfikacja przypadków według reakcji na zmienne wejściowe

Obserwowane przy ewaluacji uwzględnionych w modelu zmiennych zróżnicowanie w reakcjach kolejnych przypadków prowadzi do pytania o istnienie ewentualnych grup łączących przypadki, które reagują na poprawę danej zmiennej podobną zmianą poziomu zadowolenia. W prezentowanym badaniu zdiagnozowano tego rodzaju grupy w trzech obszarach zmiennych, wyrażających konsumentską ocenę oferty jednostki, jej poziomu cen oraz wizerunku i komunikacji marketingowej. Z uwagi na obszerność i złożoność obliczeniową, analiza przeprowadzona została wyłącznie dla najbardziej aktualnej próby, obejmującej dane z roku 2016⁴¹.

5.2.1. Reakcja na postrzeganie oferty

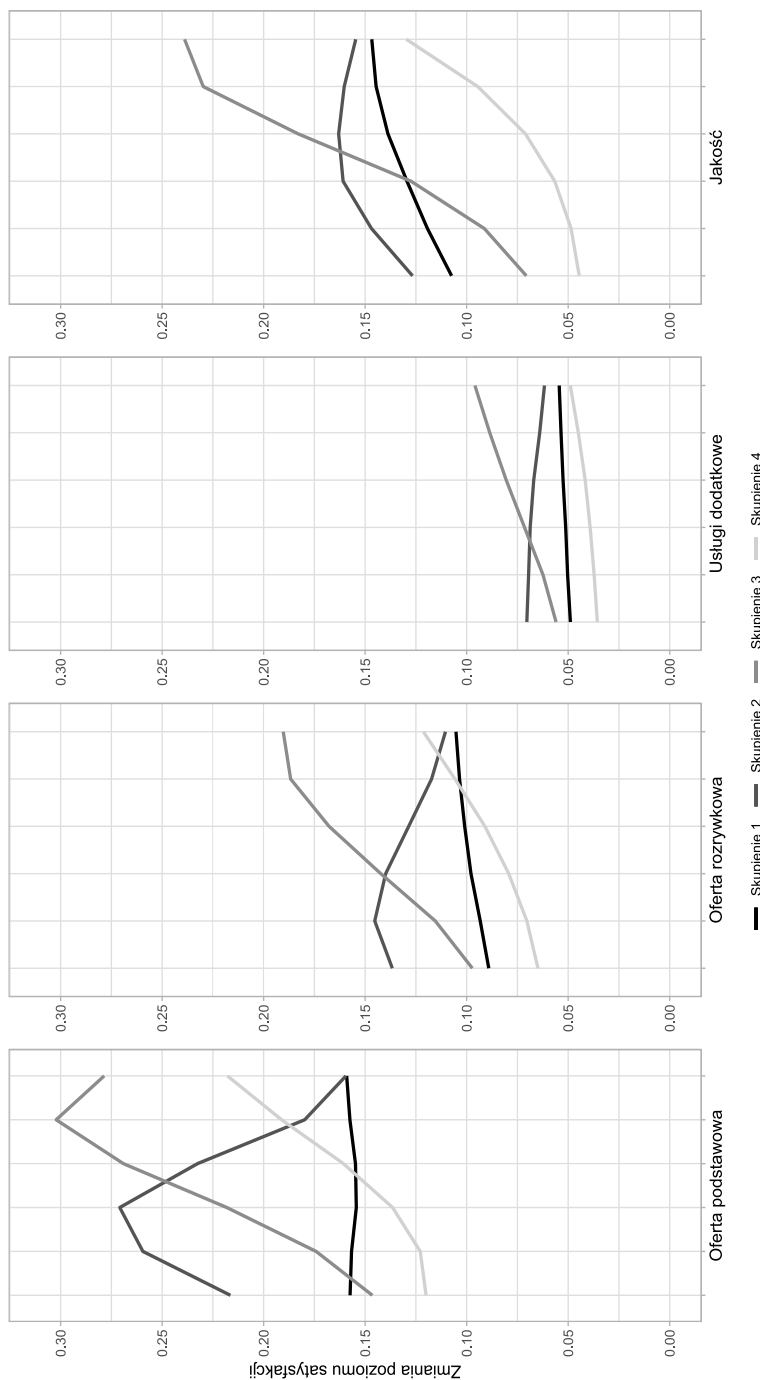
Pierwszą poddaną analizie grupą stały się zmienne wyrażające ocenę wybranych aspektów asortymentu, uwzględniające ocenę oferty podstawowej, oferty rozrywkowej, jakości asortymentu oraz usług dodatkowych. Zgodnie z przedstawioną wcześniej procedurą, wygenerowana została macierz zawierająca wartości zmiany poziomu zadowolenia każdego przypadku z próby wraz z osobno rozpa-

⁴¹ Należy w tym punkcie przypomnieć, iż klasyfikacja prowadzona była na wartościach zmiany poziomu zadowolenia przypadków towarzyszące poprawie, o kolejne wartości, poziomu badanych zmiennych.

trywaną poprawą wartości każdej z wymienionych zmiennych. Ocena tak przygotowanego zbioru danych⁴² wskazała zasadność wyodrębnienia czterech skupień – średnie wartości poprawy poziomu zadowolenia w każdym z nich przedstawione zostały na wykresie (wykres 5.11), jak również w załączniku (tabela 19). Tak uzyskane skupienia rzeczywiście grupują przypadki o zróżnicowanych reakcjach na poprawę badanych zmiennych, a jednocześnie reakcje te wydają się być w obrębie danego skupienia niezwykle spójne we wszystkich badanych zmiennych. Co więcej, wszystkie wartości są dodatnie, co oznacza, iż poprawie oceny asortymentu w żadnej sytuacji nie towarzyszy spadek poziomu zadowolenia.

1. Skupienie I (53% przypadków) – agreguje przypadki o najbardziej liniowym wzroście zadowolenia towarzyszącym poprawie kolejnych, badanych zmiennych. Wzrost ten jest typowo liniowy w reakcji na poprawę oceny oferty podstawowej oraz usług dodatkowych (wraz z postępującym wzrostem tych zmiennych poziom satysfakcji rośnie o podobną wartość), natomiast w przypadku oceny oferty rozrywkowej oraz jakości produktu dynamika reakcji maleje wraz ze wzrostem tych zmiennych, w nieco mniejszym stopniu przy pierwszej, większym – przy drugiej. Należy równocześnie zauważyć, iż reakcja ta nie jest słaba – w większości przypadków jest nie gorsza od reakcji innych skupień.
2. Skupienie II (16% przypadków) – łączy przypadki o bardzo ciekawym przebiegu reakcji – we wszystkich zmiennych oprócz oceny usług dodatkowych wzrostowi zmiennej w przedziale od minimum do wartości średniej towarzyszy przyspieszająca poprawa zadowolenia, natomiast po przekroczeniu przez zmienną wartości średniej, wzrost zadowolenia wyraźnie zwalnia. Można zatem domniemywać, iż skupienie to uwzględnia przypadki, dla których ważne jest, aby podmiot nie odstawał od standardu rynkowego – osiągnięciu standardu, czyli wzrostowi ocen do wartości średnich towarzyszy zatem silny wzrost zadowolenia, podczas gdy po jego przekroczeniu reakcja spada. W przypadku oceny usług dodatkowych, dynamika wzrostu zadowolenia systematycznie maleje.
3. Skupienie III (11% przypadków) – skupienie to obejmuje przypadki, w obrębie których wraz ze wzrostem każdej, z uwzględnionych zmiennych towarzyszy coraz większa poprawa poziomu zadowolenia, obserwowana jednak do momentu osiągnięcia przez analizowane zmienne najwyższych wartości – w tym momencie następuje zmniejszenie dynamiki wzrostu, a nawet jego spowolnienie (oferta podstawowa). Prawdliwość ta nie jest obserwowana w przypadku oceny usług dodatkowych.

⁴² Zgodnie z przedstawionymi w rozdziale 3 założeniami, ocena ta przeprowadzona została przy wykorzystaniu pakietu NbClust agregującego wyniki 30 metod szacowania ilości skupień oraz przy wykorzystaniu analizy dendrogramów bazujących na metodzie Warda oraz odległości euklidesowej.



Wykres 5.11. Profile reakcji kolejnych skupień na poprawę oceny zmiennych dotyczących obszaru asortymentu jednostki
 Źródło: opracowanie własne. Wartości zwizualizowane na wykresie to **zmiana** średniego dla danego skupienia poziomu satysfakcji, towarząca osiągnięciu przez daną zmienną kolejnych wartości, począwszy od minimum, aż do maksimum, zgodnie z procedurą przedstawioną w rozdziale 3.

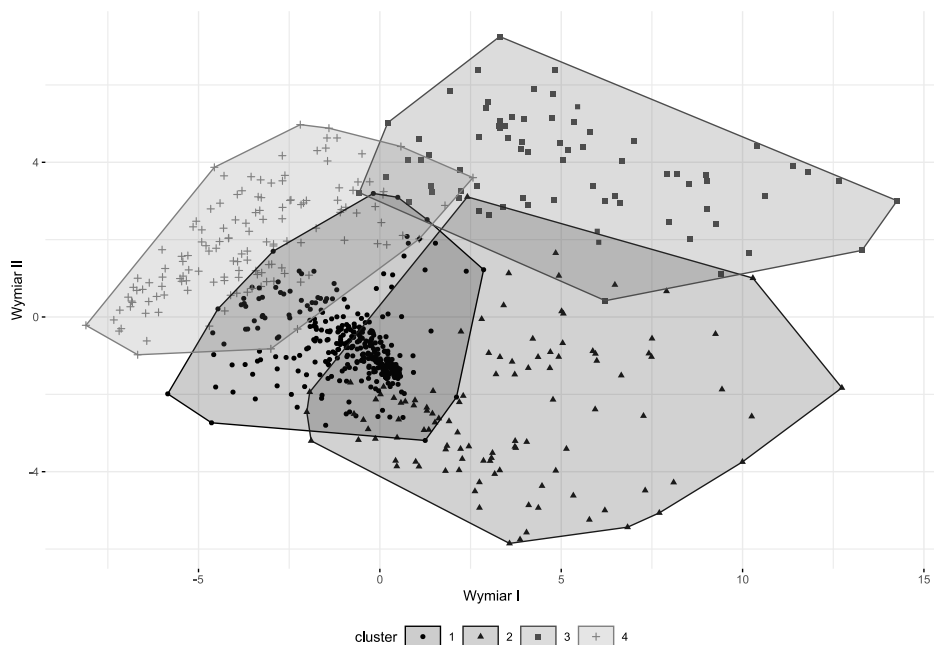
4. Skupienie IV (20% przypadków) – w jego obrębie znalazł się przypadki które na postępujący wzrost wartości uwzględnionych w analizie zmiennych reagują coraz szybszym wzrostem zadowolenia. Wzrost ten w przypadku oferty podstawowej oraz jakości produktu ma wyraźnie wykładniczy charakter – silnie przyspiesza po przekroczeniu przez te zmienne wartości średnich. Równocześnie, skupienie to reaguje najslabiej na poprawę kolejnych badanych zmiennych.

Równocześnie, skupienia te przedstawione zostały na płaszczyźnie dwuwymiarowej, której wymiary to dwie zmienne wyjaśniające największą część wariancji w zbiorze na wartościach którego prowadzona była analiza skupień, uzyskane przy wykorzystaniu analizy składowych głównych (wykres 5.12). Pierwsza z nich, oznaczona jako „wymiar I” wyrażała zakres poprawy zadowolenia przypadku przy osiąganiu i przekraczaniu wartości średnich kolejnych badanych zmiennych, co można zinterpretować jako reakcję przypadku na osiągnięcie standardu rynkowego w porównaniu do reakcji na jego przekroczenie lub spadek poniżej. Druga, „wymiar II” wyraża rozpiętość dynamiki reakcji, to jest zakres różnicy między minimalnym a maksymalnym wzrostem satysfakcji obserwowanym dla danej zmiennej.

Biorąc pod uwagę taki układ kryteriów, można zauważyć, że:

1. Skupienie I – to przypadki o braku reakcji na przekroczenie standardu i niewielkiej zmianie dynamiki wzrostu – co jest pochodną jego względnie liniowego charakteru;
2. Skupienie II – łączy przypadki, które reagują przyspieszeniem dynamiki poprawy zadowolenia przy osiąganiu średniej wartości kolejnych zmiennych, za to rozpiętość dynamiki jest niewielka – ponieważ wzrost wyhamowuje przy wyższych wartościach zmiennych wejściowych;
3. Skupienie III – to przypadki o silnej reakcji w obszarze poziomu średniego wartości zmiennej i o dużej zmianie dynamiki wzrostu zadowolenia;
4. Skupienie IV – zawiera przypadki o niskiej reakcji w obszarze średnich wartości zmiennych (reakcje tego skupienia są najniższe spośród wszystkich) i względnie dużej zmianie dynamiki reakcji.

Podsumowując profile reakcji należy zauważyć, iż zmiana dynamiki wzrostu obserwowana przy wartościach średnich badanej zmiennej nie jest tożsama z obserwowaną na diagramach ICE zmianą charakteru wzrostu na liniowy – następowała ona w części przypadków po przekroczeniu średniego poziomu zadowolenia, niezależnie od wartości badanej zmiennej.



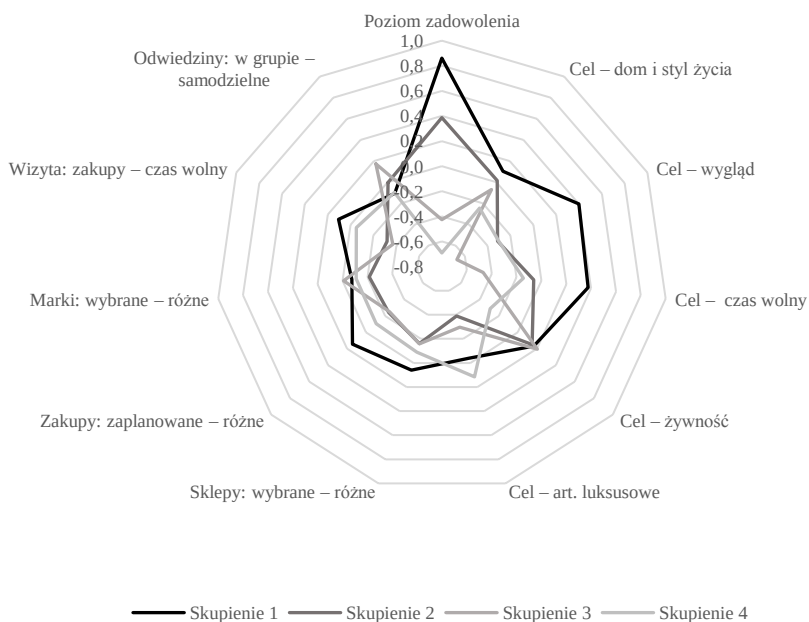
Wykres 5.12. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganie oferty
 Źródło: opracowanie własne. Wymiary pozyskane zostały przy wykorzystaniu analizy składowych głównych (PCA) przeprowadzonych na zmiennych wykorzystanych w analizie skupień – wartościach zmian poziomu satysfakcji przy wzroście wartości kolejnych, badanych zmiennych. Wymiar I wyjaśnia 50,4% wariancji, wymiar II wyjaśnia 21,1% wariancji.

Ostatnim etapem oceny pozyskanych skupień stało się stworzenie ich profili, uwzględniających wartości średnie zmiennych charakteryzujących stosunek do zakupów w centrum handlowym obliczone odrębnie dla każdej wyodrębnionej grupy przypadków (wykres 5.13, tabela 22 – w załączniku). Analizując je w pierwszej kolejności należy zauważyć wyraźną różnicę w średnich poziomach zadowolenia każdej grupy – dwa poziomy powyżej wartości średniej cechują skupienie pierwsze i drugie, podczas gdy dwa poziomy poniżej średniej – trzecie i czwarte. Odnosząc to pozyskanych profili, oraz prawidłowości obserwowanych wcześniej, przy analizie wykresów ICE, można stwierdzić, iż:

1. Klienci o większym poziomie zadowolenia wykazują mniejszą dynamikę reakcji na poprawę kolejnych czynników z obszaru oferty. Nie oznacza to naturalnie, iż w ich przypadku nie następuje wzrost zadowolenia, jest on jednak liniowy, bądź jego dynamika wręcz maleje, wraz z postępującym wzrostem badanej zmiennej, jak zaobserwować można w skupieniu 2.
2. Klienci o niższym poziomie zadowolenia reagują na poprawę badanych zmiennych bardziej dynamicznie; w grupie o najniższym poziomie zadowolenia (skupienie 4) reakcja na tą poprawę jest wykładnicza – wzrost zadowolenia

przyspiesza wraz z osiąganiem przez badany czynnik coraz większych wartości; w grupie o nieco wyższym poziomie satysfakcji, znajdującym się jednak nadal poniżej średniej (skupienie 3) reakcja ta jest jeszcze bardziej dynamiczna, jednakże tempo wzrostu maleje po osiągnięciu wysokiej oceny rozpatrywanego czynnika. Co istotne, sama skala reakcji rozumiana jako wartość o którą następuje poprawa jest także najniższa w skupieniu o najniższym poziomie początkowej satysfakcji.

3. Klienci o zadowoleniu poniżej średniej są bardziej zróżnicowani z punktu widzenia wrażliwości na poprawę czynników wiążących się z ofertą niż klienci o zadowoleniu powyżej średniej – świadczy o tym większa rozpiętość między minimalną a maksymalną poprawą poziomu satysfakcji, wyrażająca się także pozycją skupienia 3 i 4 na wykresie w przestrzeni dwuwymiarowej (wykres 5.12.).



Wykres 5.13. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na zmianę oceny asortymentu
Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione dwie prawidłowości uprawomocniają postawienie dwóch wniosków. Po pierwsze, reakcja na poprawę zmiennych z obszaru asortymentu nie jest, poza skupieniem 1, stała w całej przestrzeni ograniczonej przez minimalną i maksymalną ocenę tej zmiennej – klienci inaczej będą reagować na przejście od oceny niskiej do średniej, a inaczej na przejście od średniej do wysokiej.

Po drugie, reakcja ta pozostaje w związku z poziomem satysfakcji płynącym z innych, kształtujących ją czynników – klienci ogólnie mniej zadowoleni wykazują przyspieszenie wzrostu satysfakcji wraz z postępującą poprawą oceny asortymentu, u klientów zadowolonych reakcja ta jest stała, bądź nawet traci na dynamice.

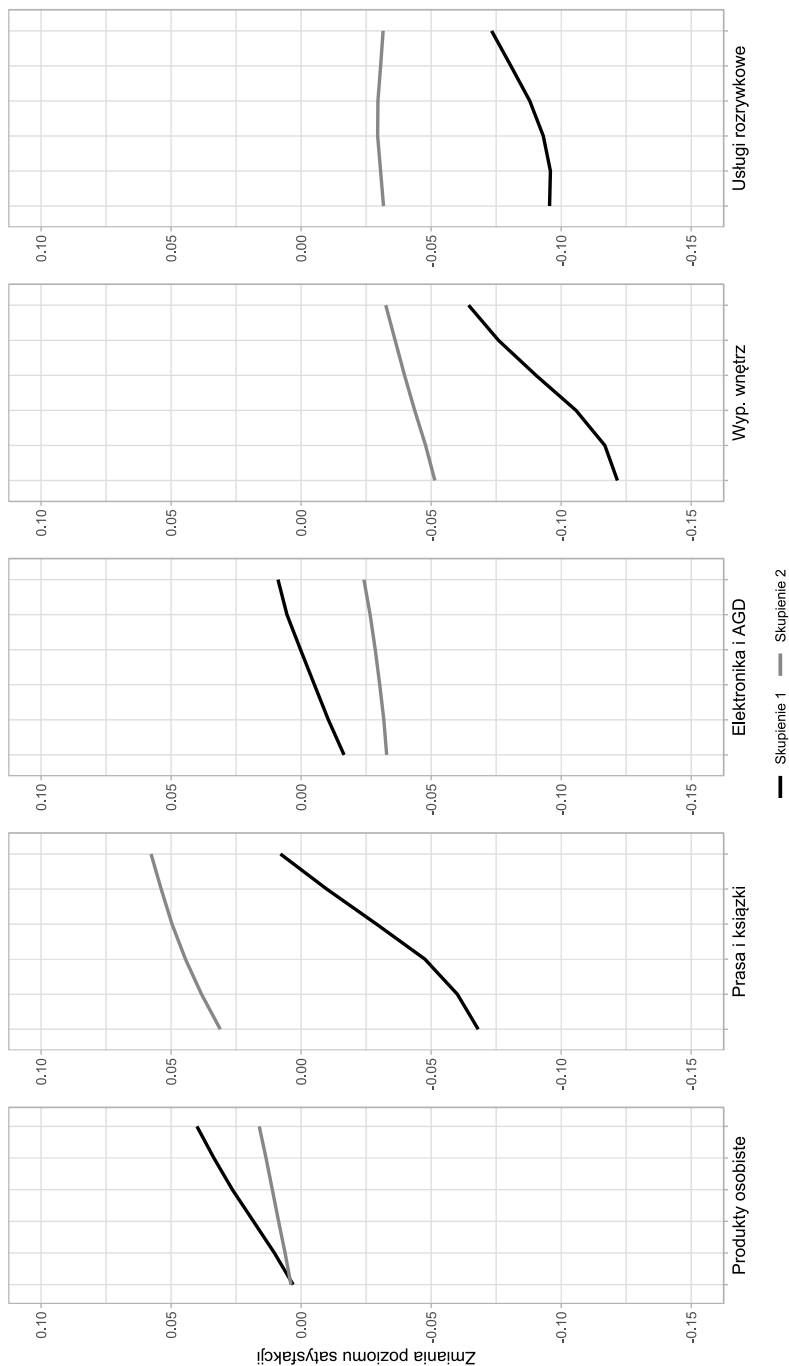
Porównując inne cechy charakterystyczne skupień (wykres 5.13.), można także zauważyć, iż skupienie 1 i 3 traktuje wizytę w centrum w kategoriach użytecznych – jest bardziej zorientowana na zakupy, podczas gdy skupienie 2 i 4 – traktuje wizytę także w kategoriach sposobu spędzania wolnego czasu. Znajduje to także odzwierciedlenie w podejściu do zakupów, pierwsze dwie grupy dokonują zakupów w sposób zaplanowany, kolejne dwie – dopuszcza nabywanie nieplanowanych produktów. Pozostałe, badane postawy wobec zakupów nie różnicują w większym stopniu wyodrębnionych grup.

Równocześnie, różnice zauważyć można w strukturze celów odwiedzin centrum handlowego. Po pierwsze, odwiedziny badanych zebranych w pierwszym skupieniu są wiele bardziej wieloaspektowe – przyznali oni kolejnym uwzględnionym celom istotność nie niższą, a w większości przypadków wyższą niż pozostałe grupy. Po drugie, skupienie 3 wydaje się wykazywać bardzo ograniczonym zakresem realizowanych celów – wysoka istotność przyznana została przez tą grupę wyłącznie zakupom artykułów domowych i związanych ze stylem życia oraz żywności. Zmiennymi, które różnicują kolejne skupienia jest ponadto istotność odwiedzin w celu spędzania czasu wolnego – oceniana poniżej średniej przez skupienie 3, powyżej – przez skupienie 1, oraz zakupów artykułów luksusowych – wyższa dla skupienia 1 i 4, niższa – dla 2 i 3.

5.2.2. Reakcja na ocenę atrakcyjności cen

Druga analizowana grupa zmiennych obejmuje ocenę atrakcyjności cen pięciu obszarów asortymentu – cen produktów osobistych, cen prasy i książek, artykułów elektronicznych i AGD, wyposażenia wnętrz oraz usług rozrywkowych. W zbiorze reakcji na zmianę tych czynników zasadne stało się wyodrębnienie dwóch skupień – średnie wartości poprawy poziomu zadowolenia w każdym z nich przedstawione zostały na wykresie (wykres 5.14.), jak również w załączniku (tabela 20). Każde z nich uwzględnia przypadki o innym charakterze reakcji, ponadto reakcja ta jest w części zmiennych negatywna, co oznacza, iż poprawie oceny atrakcyjności danej kategorii cen towarzyszy spadek poziomu zadowolenia.

1. Skupienie I (39,6% przypadków) – obejmuje przypadki, które charakteryzują się silną zmianą dynamiki reakcji wraz z poprawą oceny atrakcyjności badanej zmiennej. W przypadku oceny cen produktów osobistych następuje bowiem coraz szybszy wzrost zadowolenia, w przypadku wyposażenia wnętrz



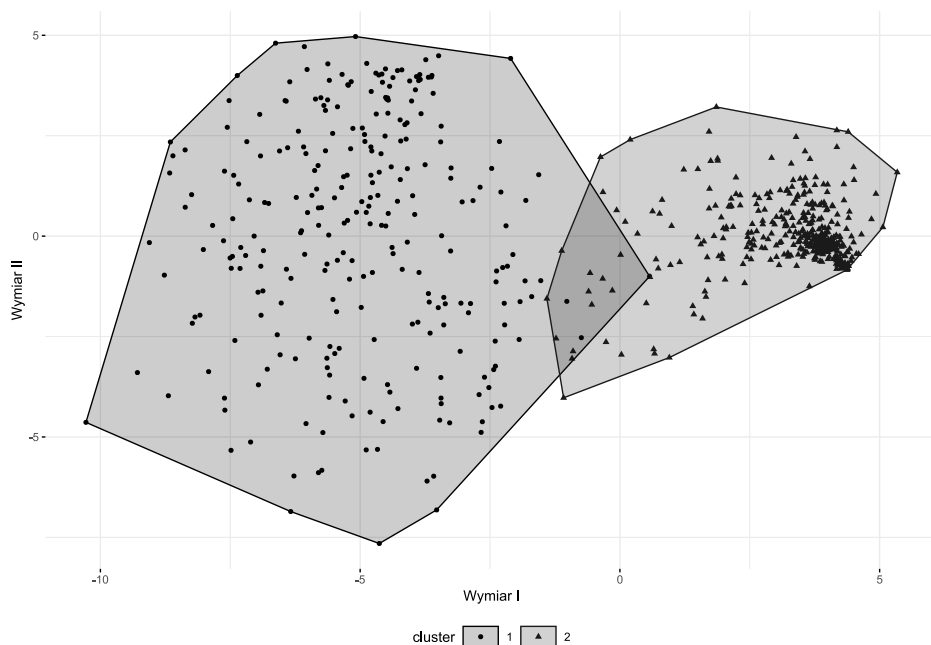
Wykres 5.14. Profile reakcji kolejnych skupień na zmianę oceny atrakcyjności cen
Źródło: opracowanie własne.

i usług rozrywkowych początkowo silny spadek poziomu satysfakcji wyhamowuje, więc sama zależność poziomu zadowolenia od wartości tych zmiennych ma charakter logarytmiczny, zaś w przypadku oceny atrakcyjności cen prasy i książek, oraz elektroniki i AGD niskie oceny powodują spadek satysfakcji, który wraz z ich poprawą traci swoją dynamikę, aby, przy najwyższych poziomach ocen przejść we wzrost. Skupienie to scharakteryzować można jako jednostki u których negatywne odczucia wiążące się z kojarzeniem atrakcyjnych cen z niską jakością kompensowane są poprzez samą korzyść ekonomiczną wynikającą z tych cen – stąd też wyhamowanie tempa spadku, bądź przyspieszanie wzrostu poziomu satysfakcji przy wysokich ocenach atrakcyjności danych elementów oferty.

2. Skupienie II (60,4% przypadków) – tworzone jest przez przypadki charakteryzujące się względnie liniową reakcją na poprawę ocen kolejnych zmiennych, przy czym reakcja ta w obrębie trzech z nich, to jest oceny atrakcyjności cen elektroniki i AGD, artykułów wyposażenia wnętrza oraz usług rozrywkowych, jest negatywna, co oznacza, iż wzrostowi wartości tych zmiennych towarzyszy proporcjonalny spadek zmiennej wyrażającej zadowolenie. Wzrost atrakcyjności poziomu cen produktów osobistych oraz prasy i książek przekłada się natomiast na niewielką poprawę zadowolenia, nieznacznie przyspieszającą wraz ze wzrostem wartości tych zmiennych. Można także postawić hipotezę, iż skupienie to łączy jednostki mniej wrażliwe na cenę – wartości reakcji tego skupienia są we wszystkich zmiennych oprócz cen elektroniki i AGD niższe, niż w pierwszym wyodrębnionym zbiorze przypadków.

Dwuwymiarowa prezentacja pozyskanych skupień (wykres 5.15.) w tym przypadku wykorzystwała płaszczyznę zdefiniowaną przez:

1. różnicę między reakcją na poprawę postrzegania atrakcyjności ceny droższych elementów oferty, to jest produktów osobistych i elektroniki oraz AGD, a reakcją na poprawę postrzegania atrakcyjności pozostałych zmiennych – tańszych elementów oferty (wymiar I), przy czym wartości dodane reprezentują różnicę na korzyść tej drugiej grupy czynników;
2. różnicę między reakcją na poprawę oceny atrakcyjności cen prasy i książek oraz produktów osobistych, co można zinterpretować jako grupy produktów kupowanych częściej, lub w sposób mniej refleksyjny, a poprawą oceny atrakcyjności pozostałych zmiennych (wymiar II), które można przyjąć, iż są kupowane rzadziej, lub w sposób bardziej zaplanowany; wartości dodane także tutaj reprezentują różnicę na korzyść tej drugiej grupy.

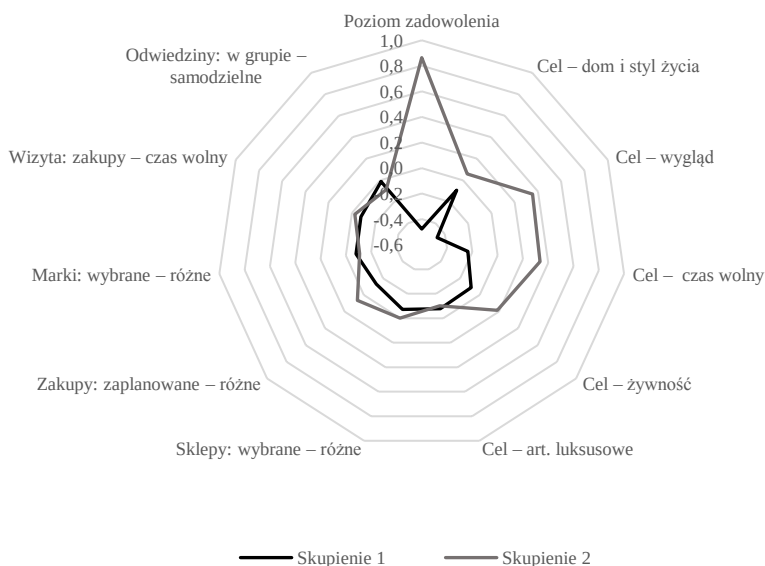


Wykres 5.15. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganą atrakcyjność cen
 Źródło: opracowanie własne. Wymiary pozyskane zostały przy wykorzystaniu analizy składowych głównych. Wymiar I wyjaśnia 61,2% wariancji, wymiar II wyjaśnia 12,6% wariancji.

Przedstawiona na wykresie klasyfikacja jest dość trudna z punktu widzenia interpretacji praktycznej. Można natomiast zauważyć, iż skupienie drugie w znacznie mniejszym stopniu charakteryzują omówione powyżej różnice – skupienie to nie reaguje na różnicę tworzącą drugi wymiar, w małym stopniu natomiast reaguje na tę definiującą wymiar pierwszy. Nieco więcej wniosków dostarcza ocena skupienia pierwszego – wysoka wrażliwość na obie różnice, zwłaszcza tą między poprawą atrakcyjności cen produktów droższych i tańszych można wskazywać na konsumentów bardziej wrażliwych na cenę ogółem.

Biorąc pod uwagę charakter profile wyodrębnionych skupień (wykres 5.16.) zauważyć można ponownie bardzo duże zróżnicowanie w zakresie doświadczanego zadowolenia – skupienie pierwsze grupuje przypadki o niskim poziomie zadowolenia, podczas gdy skupienie drugie – o poziomie wysokim. Ponownie prowadzi to do wniosku, iż reakcja na poprawę oceny atrakcyjności czynników potencjalnie kształtujących satysfakcję klienta – w tym przypadku poziomów cen różnych aspektów oferty, nie jest stała, zależy bowiem zarówno od samej jednostki i jej poziomu zadowolenia wynikającego z obecności innych czynników, jak i charakteru wzrostu oceny badanego czynnika – czy czynnik ten pierwotnie oceniany był lepiej, czy gorzej. Można równocześnie wskazać, iż osoby o niskim poziomie zadowolenia reagują na poprawę oceny poziomu cen części oferty –

prasy i książek, usług rozrywkowych oraz artykułów wyposażenia wnętrz bardziej negatywnie, a na poprawę atrakcyjności cen produktów osobistych oraz elektroniki i AGD bardziej pozytywnie niż osoby o wyższym poziomie satysfakcji.



Wykres 5.16. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na zmianę oceny atrakcyjności cen
Źródło: opracowanie własne.

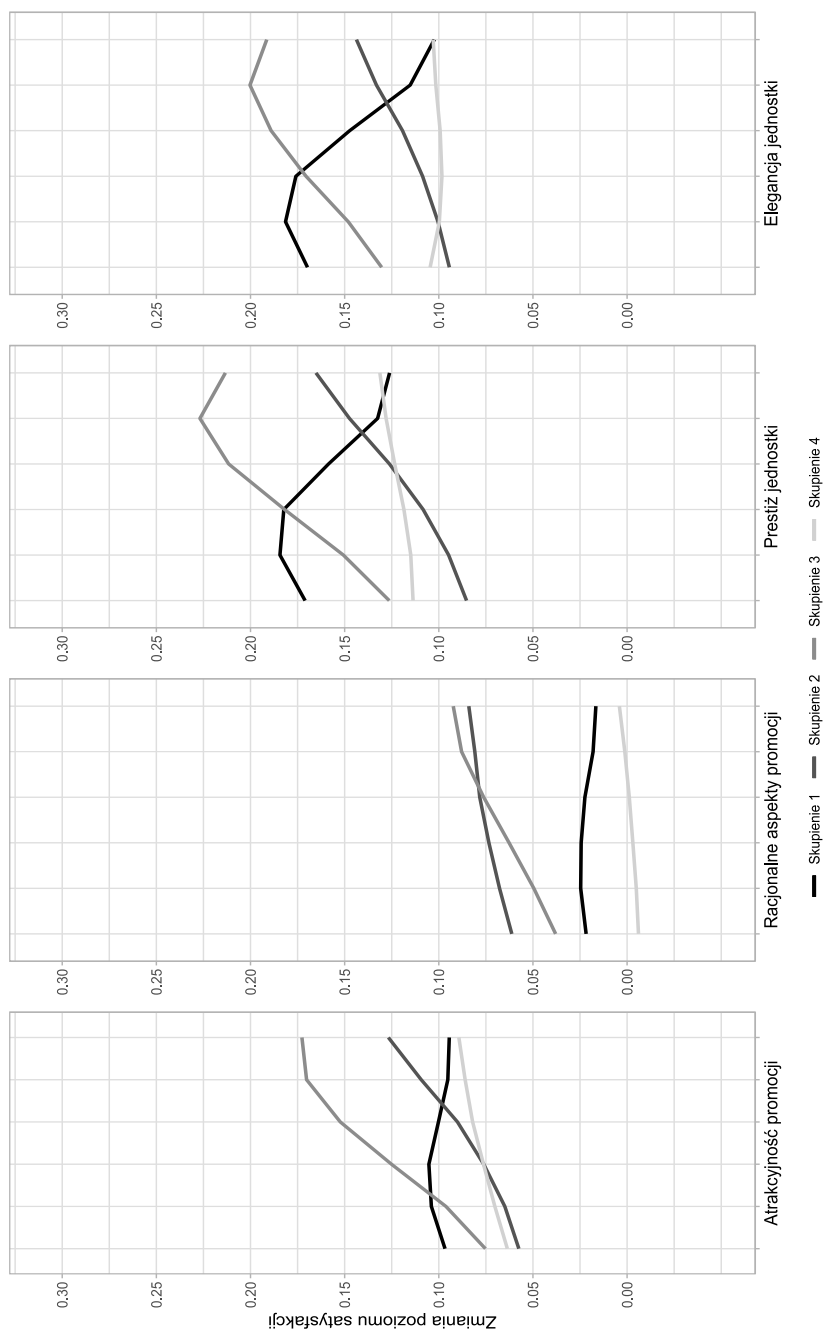
Analizując pozostałe zmienne ujęte w profilu skupień należy zauważyć, iż wyodrębnione grupy w żaden sposób nie różnią się pod względem postaw wobec zakupów, podczas gdy respondenci z drugiego skupienia – to jest osoby o wyższym poziomie zadowolenia, w większym stopniu podkreślali istotność wszystkich badanych celów odwiedzin centrum. Wyjątek stanowią tutaj zakupy artykułów luksusowych, którym obie grupy przyznały zbliżoną istotność oraz zakupy artykułów związanych z domem i stylem życia, których zakupy są nieznacznie bardziej istotnym celem odwiedzin centrum dla skupienia drugiego, mniej istotnym – dla skupienia pierwszego.

5.2.3. Reakcja na odbiór komunikacji i wizerunku

Ostatnim, a zarazem bardzo interesującym obszarem czynników potencjalnie kształtujących satysfakcję klienta, poddanych analizie z punktu widzenia spójności reakcji przypadków stał się obszar łączący zmienne wyrażające ocenę działań z zakresu komunikacji marketingowej, oraz ocenę badanych aspektów wizerunku

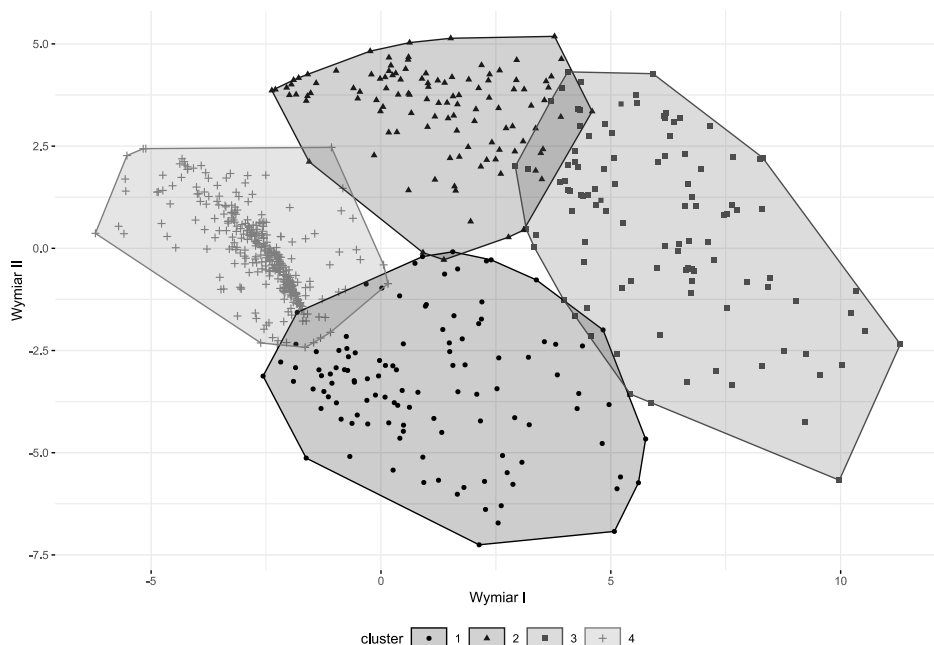
jednostki – w obrębie których uwzględniona została ocena atrakcyjności działań z obszaru komunikacji, ich racjonalnych aspektów, ocena postrzeganego prestiżu podmiotu, oraz jego elegancji. W zbiorze reakcji przypadków na poprawę tych czterech zmiennych wyodrębnione zostały cztery skupienia (wykres 5.17., tabela 21 – w załączniku). Co ciekawe, skupienia te wydają się być zbliżone co do istoty do grup wyodrębnionych przy przedstawionej wcześniej ocenie reakcji na zmienne dotyczące oceny aspektów oferty centrum handlowego.

1. Skupienie 1 (16,5% przypadków) – obejmuje przypadki charakteryzujące się niewielką, oraz zbliżoną do liniowej reakcją na poprawę obu aspektów promocji, podczas gdy wzrost zadowolenia wynikający z aspektów wizerunkowych jest mocniejszy gdy zmienne te przybierają niskie wartości, natomiast słabnie wraz ze zbliżaniem się ocen obu aspektów do wartości maksymalnej. Grupa ta zbliżona jest w swojej reakcji do skupienia drugiego wyodrębnionego przy ocenie oferty i wydaje się łączyć przypadki oczekujące przez centrum osiągnięcia w obszarze wizerunku stanu nieodbiegającego od standardu rynkowego – stąd większa dynamika wzrostu zadowolenia przy niskich wartościach ocen obszarów wizerunku, mniejsza – przy jej wysokim poziomie.
2. Skupienie 2 (16,4% przypadków) – w jego obrębie zgrupowane są przypadki reagujące na wzrost wszystkich badanych zmiennych z wyjątkiem racjonalnych aspektów promocji przyspieszającym wzrostem satysfakcji. W obrębie tej ostatniej zmiennej reakcja jest bardziej liniowa, chociaż także można mówić o nieznacznym powiększeniu tempa wzrostu wraz z osiąganiem przez zmienną coraz większych wartości. Skupienie to przypomina skupienie 4 wyodrębnione w obszarze oceny reakcji na ofertę, z zastrzeżeniem, iż reakcje tej grupy na poprawę kolejnych zmiennych nie są niższe niż reakcje obserwowane w innych wyodrębnionych skupieniach
3. Skupienie 3 (15,6% przypadków) – trzecie skupienie charakteryzuje się reakcją bardzo zbliżoną do reakcji skupienia 3 z pierwszej omawianej grupy zmiennych: wzrostowi każdej z badanych zmiennych towarzyszy coraz szybszy wzrost poziomu zadowolenia, w przeciwieństwie jednak do omówionego powyżej skupienia 2, dynamika wzrostu satysfakcji zaczyna się zmniejszać po przekroczeniu przez badaną zmienną wartości średniej, zaś w przypadku oceny obu obszarów wizerunku, mówić można nawet o tym, iż wzrost ten jest mniejszy niż przy niższych wartościach zmiennej.
4. Skupienie 4 (51,3% przypadków) – skupienie to łączy przypadki o liniowym, bądź zbliżonym do liniowego tempie wzrostu satysfakcji, oznaczającego, iż wzrostowi kolejnych zmiennych towarzyszy względnie proporcjonalny i stały w każdym przedziale wartości zmiennej wejściowej, wzrost poziomu zadowolenia, przy czym w ocenie atrakcyjności promocji i prestiżu jednostki można mówić o jego nieznacznym przyspieszeniu po przekroczeniu przez te zmienne wartości średniej. Co ważne, przypadki te cechuje najsłabsza reakcja na poprawę oceny badanych aspektów.



Wykres 5.17. Profile reakcji kolejnych skupień na poprawę oceny zmierzających wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu
Źródło: opracowanie własne.

Oprócz profili przedstawiających zmianę poziomu satysfakcji przy osiągnięciu przez badane zmienne kolejnych wartości, przygotowano także wizualizację pozyskanych skupień na dwuwymiarowej płaszczyźnie (wykres 5.18.), definiowanej przez siłę (bez względu na kierunek zmian) reakcji na wzrost wartości kolejnych badanych zmiennych powyżej wartości średniej (wymiar I) oraz różnicę między reakcją na poprawę badanej zmiennej przy jej wartościach wysokich i niskich (wymiar II). Wymiary te były bardzo zbliżone do uzyskanych przy zmiennych wyrażających stosunek do oferty podmiotu.



Wykres 5.18. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganie wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu

Źródło: opracowanie własne. Wymiary pozyskane zostały przy wykorzystaniu analizy składowych głównych. Wymiar I wyjaśnia 49,1% wariancji, wymiar II wyjaśnia 23,8% wariancji.

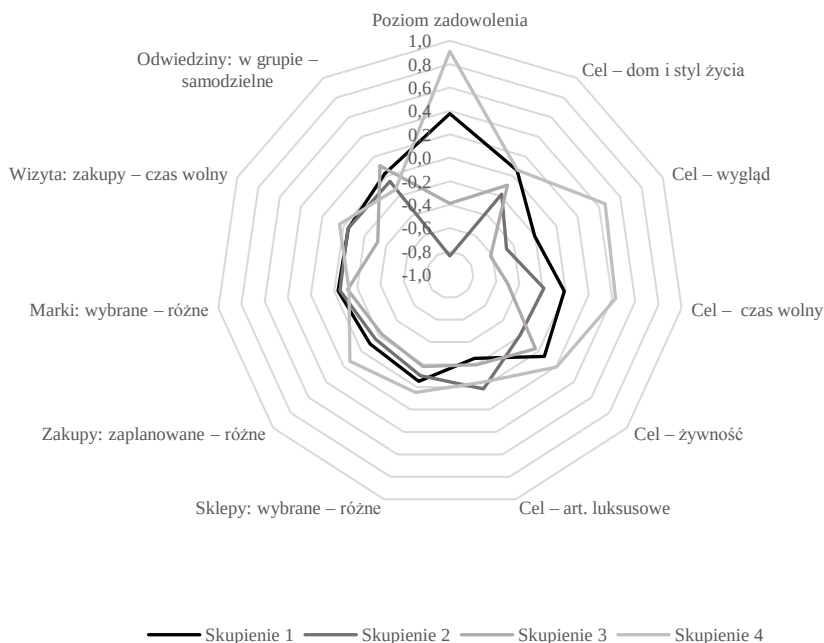
Ujęcie to wskazuje na różne, możliwe ogólne reakcje skupień na poprawę wartości zmiennych z obszaru promocji i wizerunku:

1. skupienie 1 – charakteryzuje się brakiem bądź słabym wzrostem zadowolenia przy poprawie badanych zmiennych powyżej ich wartości średnich, a równocześnie słabszym wzrostem zadowolenia gdy ocena tych czynników zbliża się do maksimum, silniejszym – gdy rośnie od minimum do średniej – co jest za pewne pochodną przebiegu profili reakcji na aspekty wizerunkowe; ponownie

- przypadki te zidentyfikować można jako konsumentów oczekujących określonego standardu, reagujących szybkim wzrostem zadowolenia na jego osiągnięcie, wolniejszym – po jego przekroczeniu;
2. skupienie 2 – charakteryzuje się nieco większą, ale nadal umiarkowaną wrażliwością na wzrost zmiennych po przekroczeniu przez nie wartości średniej, a równocześnie sporą różnicą między reakcjami na wzrosty przed i po przekroczeniu wartości średniej;
 3. skupienie 3 – to przypadki o zróżnicowanej różnicy między reakcją na poprawę badanych czynników poniżej o powyżej średniej, ale o znacznym przyspieszeniu wzrostu satysfakcji po przekroczeniu przez daną zmienną wartości średniej; przypadki te utożsamiać można z osobami oczekującymi najwyższego standardu – wraz ze zbliżaniem się do niego rośnie ich satysfakcja;
 4. skupienie 4 – to przypadki o niewielkiej, niższej niż w innych grupach reakcji po przekroczeniu wartości średniej, a równocześnie braku różnicy w reakcji na poprawę ocen badanych obszarów przy ich wartościach niskich i wysokich – co jest pochodną obserwowanego w tej grupie przypadków, liniowego wzrostu zadowolenia.

Na koniec warto także omówić cechy charakterystyczne wyodrębnionych skupień – poziom ich zadowolenia, postawy związane z zakupami, oraz istotność celów odwiedzin centrum (wykres 5.19.). Analizując te profile doszukać się można licznych podobieństw do skupień wyodrębnionych przy ocenie reakcji na wymiary oferty centrum handlowego. W pierwszej kolejności ponownie zauważyć można różnice w poziomie zadowolenia – przypadki uwzględnione w grupie pierwszej oraz czwartej charakteryzują się wyższym niż średnia poziomem zadowolenia, zaś pozostałe dwa – niższym. Wyraźne różnice odnotować można także w strukturze realizowanych celów – skupienia charakteryzujące się wyższym poziomem zadowolenia wydają się realizować bardziej złożone procesy zakupowe, zorientowane na szersze spektrum możliwych celów odwiedzin centrum, podczas gdy skupienia o niższym poziomie zadowolenia przyznają kolejnym badanym celom niższą istotność. Wyjątkiem są tutaj zakupy artykułów luksusowych oraz żywności.

W przeciwieństwie natomiast do pierwszej grupy zmiennych dla których przeprowadzona została segmentacja przypadków według reakcji, skupienia wyodrębnione w oparciu o reakcję na zmienne dotyczące aspektów komunikacji i wizerunku nie są w większym stopniu różnicowane przez postawy związane z zakupami. Niewielkim wyjątkiem wydaje się być skupienie 3, które wykazuje nieznacznie bardziej pragmatyczny stosunek do procesu zakupowego: skupienie to postrzega wizytę w centrum nieco mniej niż inne w kategoriach sposobu spędzania wolnego czasu, w nieco większym stopniu preferuje natomiast dokonywanie zakupów o charakterze zaplanowanym.



Wykres 5.19. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na postrzeganie wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu
Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując dyskusję przedstawionej klasyfikacji, ponownie należy podkreślić, iż poprawa satysfakcji klienta jako reakcja na poprawę oceny danej zmiennej nie ma charakteru stałego dla każdego konsumenta – konsumenci o wysokim poziomie satysfakcji reagują na poprawę tej oceny słabiej, podczas gdy konsumenci o niższym poziomie satysfakcji – silniej. Zależność typowo liniowa charakterystyczna jest wyłącznie dla przypadków o najwyższym poziomie zadowolenia, w pozostałych – dynamika zmiany jest różna. Dla przypadków o poziomie nieco niższym, silna reakcja następuje tylko w momencie, gdy ocena danego czynnika wzrasta od minimalnej do przeciętnej, jeśli natomiast przekroczy ten poziom, przyrost zadowolenia, chociaż nadal widoczny, spada. Przeciwna prawidłowość obserwowana jest natomiast wśród przypadków o niskim poziomie zadowolenia – reagują one na poprawę oceny danego czynnika przyspieszającym wzrostem satysfakcji.

Warto także zauważyć, iż analizując położenie skupień na płaszczyźnie określonej przez różnicę w reakcji na poprawę oceny danego aspektu przy jego wzroście od wartości minimalnych oraz do wartości maksymalnych, oraz przez siłę

reakcji po przekroczeniu przez dany aspekt wartości średniej (wykres 5.18.) ponownie można stwierdzić, iż przypadki o wysokim poziomie zadowolenia cechuje bardziej stała, a zarazem słabsza reakcja na poprawę oceny określonego obszaru komunikacji bądź wizerunku podmiotu.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza zakresu wpływu potencjalnych czynników kształtujących poziom zadowolenia klienta bazowała na charakterystycznej dla sztucznych sieci neuronowych, a równocześnie możliwej do zweryfikowania na poziomie konkretnego modelu, zdolności sieci do trafnego przewidywania wartości zmiennej bądź zmiennych wyjściowych na podstawie określonych wartości zmiennych wejściowych. Ideą dobrze dopasowanej sieci, a zarazem kryterium stosowanym zarówno w jej uczeniu, jak i ewaluacji nie jest bowiem dobre odtworzenie istniejącej struktury danych, ale zdolność do wyodrębnienia istniejących w jego obrębie prawidłowości, której poprawność i trafność oceniana jest następnie w zbiorze testowym – niezależnym podzbiorze przypadków, który nie brał udziału w procedurze uczenia sieci. Takie podejście sprawia, iż sieć może być wykorzystywana do wnioskowania na temat pojedynczych przypadków, a także symulacji możliwych reakcji na zmianę wartości zmiennych wejściowych.

Przeprowadzone, przy wykorzystaniu spełniających powyższe warunki sztucznych sieci neuronowych badania prowadzą do szeregu wniosków dotyczących przebiegu procesu powstawania satysfakcji klienta. Co więcej, o ile samo badanie prowadzone było w kontekście klienta jednostki handlowej, wnioski te mają wiele szersze znaczenie, część z nich bowiem rozważana może być na wyższym poziomie ogólności, odnosząc się do reakcji klienta na dowolną formę oferty. Drugim, równocześnie niemniej ważnym efektem prowadzonych badań stała się adaptacja, dla potrzeb badań konsumenckich o charakterze deklaratywnym, zarówno samych sztucznych sieci neuronowych, jak również niezmiennie nowatorskiej i perspektywicznej, ale jak na razie niemalże niewykorzystywanej w badaniach naukowych metodologii szacowania wpływu kolejnych czynników na poziom zmiennej wyjściowej.

Czynniki satysfakcji i charakter ich wpływu na ocenę finalną

Ideą, która stała za przyjętym sposobem oceny wpływu kolejnych badanych zmiennych na wynikowy poziom satysfakcji klienta była wspomniana wcześniej zdolność sztucznej sieci neuronowej do generalizacji posiadanej wiedzy, wyrażającej się tutaj zdolnością do przewidywania zmian poziomu zadowolenia klienta w miarę zmiany oceny badanej zmiennej wejściowej. Właściwość ta umożliwiła badanie reakcji pojedynczych przypadków, tym samym zaś wnioskowanie zarówno o reakcji średniej, jak i o stopniu zróżnicowania możliwych reakcji w całej badanej próbie. Dzięki temu, prezentowane badanie uwidocznilo zarówno różny wpływ poszczególnych badanych zmiennych na finalny poziom satysfakcji, wskazało obszary reakcji liniowych oraz innych niż liniowe, ukazało także wyraźne i różne w obrębie różnych zmiennych zróżnicowanie w reakcjach poszczególnych, badanych przypadków.

Pierwszą rozpatrywaną grupę zmiennych – dotyczących postrzeganej oceny atrakcyjności poziomu cen różnych wymiarów oferty podmiotu w pierwszej kolejności charakteryzuje duże zróżnicowanie wpływu na wynikowy poziom satysfakcji, nie można zatem powiedzieć, iż poprawa atrakcyjności cen jednoznacznie przekłada się na zadowolenie klienta. Co więcej, spora część przypadków wykazywała reakcję negatywną – wraz z poprawą oceny atrakcyjności cen spadał poziom zadowolenia, co może być spowodowane uzależnieniem postrzegania jakości oferty od jej poziomu cenowego. W konsekwencji, średnia reakcja konsumentów oscylowała wokół zera, zaś w przypadku produktów dla których można domniemywać silnej zależności między jakością i ceną, była negatywna. Takie zjawisko zaobserwować można we większości badanych okresów między innymi przy cenach elektroniki i AGD oraz żywności.

Równocześnie podkreślić należy zróżnicowanie samego charakteru reakcji różnych przypadków – wpływ poziomu cen na poziom satysfakcji może być liniowy, ale niezmiennie często obserwowane były również i inne formy zależności, zmiana poziomu satysfakcji może zarówno przyspieszać, jak i spowalniać wraz z poprawą oceny atrakcyjności danego obszaru. Co więcej, bardzo często poziom satysfakcji wynikający z innych czynników wydaje się dzielić respondentów na grupy o zbliżonych reakcjach na wzrost omawianych zmiennych.

Do nieco innych wniosków prowadzi natomiast analiza czynników wiążących się z samą ofertą jednostki i jej konsumencką oceną. Podobnie, jak miało to miejsce w przypadku cen, także czynniki wiążące się z ofertą charakteryzuje bardzo duże, praktycznie największe spośród wszystkich badanych kategorii zmiennych, zróżnicowanie reakcji potencjalnych klientów, w tym przypadku jednak można mówić o reakcjach wyłącznie pozytywnych. Co ważne, najsilniejszy wpływ na zadowolenie zarówno w badanej grupie, jak i w grupie wszystkich analizowanych zmiennych, w każdym z badanych okresów, ma ocena oferty podstawowej jednostki, zaś pozostałe aspekty charakteryzują się względnie niewielkim znaczeniem. Prowadzi to do dwóch pytań o postrzeganie centrum handlowego, które nie znajdują wprowadzonym badaniu jednoznacznie odpowiedzi:

1. jakie są faktyczne cele realizowane w trakcie odwiedzin podmiotu, czy rzeczywiście podmiot tego typu jest miejscem spędzania wolnego czasu, czy raczej postrzegany jest w kategoriach wyłącznie użytecznych?
2. jaki jest związek między poziomem satysfakcji z samego centrum, a oceną podmiotów działających w jego obrębie – czy negatywna ocena poszczególnych podmiotów może przełożyć się na negatywną ocenę jednostki podmioty te agregującej, czy raczej obie kategorie jednostek oceniane są niezależnie?

Nieznacznie mniej zróżnicowany, niewielki, do tego w większości przypadków liniowy wpływ na wynikowy poziom satysfakcji ma ocena kolejnych, badanych aspektów komunikacji marketingowej podmiotu. W jej obrębie większe znaczenie wydaje się mieć sama ocena atrakcyjności komunikacji, uwzględniająca między innymi korzyści, zarówno finansowe, jak i emocjonalne, podczas gdy

ocena aspektów racjonalnych podejmowanych działań ma marginalny wpływ na zadowolenie klienta.

Bardziej złożone zależności zaobserwowano w przypadku aspektów organizacyjnych funkcjonowania podmiotu. W tej grupie wyodrębnić można zmienne charakteryzujące się zarówno spójną, jak i zróżnicowaną reakcją kolejnych przypadków na wzrost danej zmiennej, przy czym większość reakcji ma charakter pozytywny, często o nieliniowym przebiegu – w większości zmiennych zaobserwować można przyspieszenie poprawy poziomu satysfakcji wraz ze wzrostem oceny danego aspektu funkcjonowania jednostki. Należy równocześnie zaznaczyć, iż w każdej z badanych zmiennych istnieje odsetek przypadków reagujących niezmienne neutralnie – stąd też można przyjąć, iż część klientów jest bardziej zorientowana na podmioty funkcjonujące w centrum, mniej – na same warunki zapewniane przez centrum.

Pozostałe dwie objęte badaniem grupy zmiennych – ocena personelu oraz ocena aspektów lokalizacji wydają się mieć niewielki wpływ na wynikowy poziom satysfakcji. Z drugiej jednak strony, w części czynników z tych grup zaobserwować można większe zróżnicowanie w reakcjach przypadków, co może wiązać się z subiektywnością postrzegania określonych aspektów funkcjonowania podmiotu, ale także z zależnością ich oceny od indywidualnych cech i charakterystyk badanego – co może uzasadniać chociażby zróżnicowanie w obrębie oceny możliwości dotarcia do podmiotu.

Najbardziej interesujących i jednocześnie dość nieoczekiwanych wniosków dostarcza analiza dwóch ujętych w badaniu wymiarów oceny wizerunku jednostki: jej poziomu elegancji oraz prestiżu. Oba te czynniki w każdym z badanych okresów wywierają bowiem niezmienne istotny wpływ na poziom satysfakcji klienta, którego zakres jest porównywalny z wpływem najsilniejszego zdiagnozowanego czynnika, którym jest ocena asortymentu podstawowego. Mają równocześnie większy wpływ na zadowolenie klienta, niż czynniki wiążące się z oceną samej jednostki, jej personelu czy lokalizacji. Należy przy tym zaznaczyć, iż wpływ ten jest dodatkowo wysoce zróżnicowany, co być może wiąże się z bardzo subiektywną oceną tych czynników, ale także zróżnicowaniem postaw wobec dokonywania zakupów, a tym samym różnych oczekiwań i preferencji w zakresie wizerunku podmiotu.

Całościowy obraz reakcji na poprawę różnych aspektów ukazuje zatem klienta jako jednostkę zorientowaną co do zasady na dwa obszary funkcjonowania podmiotu – na jego ofertę podstawową, czyli ilość i atrakcyjność zlokalizowanych w jego obrębie sklepów oraz na jego aspekty wizerunkowe, w szczególności związane z nim poczucie prestiżu. Równocześnie, klienci wydają się być znacznie mniej wrażliwi na pozostałe potencjalne czynniki, do tego potrafią negatywnie reagować na wzrost atrakcyjności cen – jako na sygnał sugerujący niską jakość oferty, zarówno w obszarze podstawowym, jak i uzupełniającym – usług rozrywkowych czy gastronomicznych. Niemniej istotnym spostrzeżeniem jest istnienie

zróznicowania w możliwych reakcjach poszczególnych badanych, co jest poważnym zarzutem przeciwko modelom zwracającym wartości średnie wpływu określonych obszarów czy czynników. W szczególności, jak można było dostrzec przy części zmiennych, wartość średnia bliska zeru może być wypadkową polaryzacji opinii klientów, z których część postrzega zmianę danego czynnika pozytywnie, część – negatywnie.

Omawiając ogólne mechanizmy wpływu badanych zmiennych na wynikowy poziom zadowolenia klienta nie sposób pominąć ich dwóch bardzo istotnych właściwości. Po pierwsze, jak dowodzą przedstawione badania, siła wpływu danej zmiennej może być zależna jej wartości – innymi słowy, klient może w innym stopniu reagować na wzrost zmiennej od jej wartości minimalnej do wartości średniej, a w innym, na wzrost od wartości średniej do maksymalnej. W prowadzonym badaniu udało się zaobserwować wiele różnych typów związku między poziomem satysfakcji, a analizowaną zmienną, w tym:

1. zależności o charakterze liniowym, w których wzrost satysfakcji jest proporcjonalny do wzrostu oceny danej zmiennej;
2. zależności o charakterze nieliniowym, w których wraz z postępującym wzrostem oceny danego czynnika rośnie tempo wzrostu zadowolenia klienta – innymi słowy klient jest bardziej wrażliwy na poprawę danego czynnika powyżej średniej – standardu dla rynku;
3. zależności o charakterze nieliniowym, w których postępującemu wzrostowi oceny danego czynnika towarzyszy spadające tempo wzrostu zadowolenia – co charakteryzuje sytuacje, w których klientowi bardziej zależy na tym, aby czynnik osiągnął pewną średnią dla rynku, zaś jego dalsza poprawa jest mniej istotna.

Równocześnie, obserwowano odpowiadające powyższym reakcje o charakterze negatywnym.

Taki obraz reakcji wydaje się wpisywać w wymagania, czy też potrzeby wyszczególnione w modelu Kano. Niestety, odniesienie takie byłoby mylne, ponieważ, jak wskazują przeprowadzone badania, forma reakcji na poprawę danego obszaru nie jest cechą charakterystyczną dla obszaru, ale dla konkretnego klienta. Wyraża to druga istotna właściwość charakteryzującą spory odsetek badanych czynników – zróznicowanie reakcji poszczególnych klientów, w szczególności różnice w reakcji klientów o wysokim i niskim początkowym poziomie zadowolenia – a więc poziome zadowolenia wynikającym z innych, obecnych w modelu zmiennych.

W przypadku części zmiennych klienci o wyższym poziomie zadowolenia byli mniej wrażliwi na wzrost określonej zmiennej, niż klienci charakteryzujący się poziomem niższym, co w pewien sposób może być przejawem prawa malejącej użyteczności krańcowej, tutaj odnoszącego się do kolejnych, dostarczanych przez podmiot korzyści. W obrębie niektórych zmiennych obserwowana była natomiast sytuacja odwrotna – mniejszą wrażliwością, bądź wręcz brakiem reakcji charakteryzowali się klienci mniej zadowoleni – co wskazuje, iż w przypadku takich

zmiennych bardziej opłacalne jest poszukiwanie innych płaszczyzn budowy satysfakcji klienta, w szczególności redukcja grupy klientów niezadowolonych.

Podsumowując przeprowadzony przegląd reakcji na poprawę kolejnych, badanych zmiennych należy także przypomnieć dwie prawidłowości, spójne w kolejnych badanych okresach:

1. wraz ze wzrostem siły wpływu badanej zmiennej na wynikowy poziom satysfakcji, z wyjątkiem zmiennych dotyczących oceny atrakcyjności cen, rośnie zróżnicowanie reakcji klientów na tą zmienną;
2. w przypadku oceny atrakcyjności cen, zaobserwować można wysoki poziom zróżnicowania reakcji przy niewielkiej, pozytywnej, lub negatywnej reakcji średniej – co oznacza, iż istnieje porównywalna liczba klientów reagujących potencjalnie pozytywnie lub negatywnie.

Biorąc pod uwagę pozyskane wyniki, należy dodatkowo wskazać, iż analiza roli i znaczenia czynników kształtujących poziom satysfakcji klienta, niezależnie od rozważanej branży, winna być prowadzona na co najmniej trzech różnych płaszczyznach. Powinna dotyczyć:

1. samej siły wpływu danego czynnika na wynikowy poziom satysfakcji klienta;
2. różnorodności lub homogeniczności tego wpływu wśród różnych konsumentów, a równocześnie ewentualnych przyczyn tej różnorodności – w szczególności ewentualnych zjawisk synergetycznych między czynnikami;
3. dynamiki zmiany poziomu satysfakcji wraz ze wzrostem oceny danego czynnika – aspektu oferty bądź funkcjonowania jednostki.

Każda z tych płaszczyzn analizy dostarcza innych wniosków odnośnie zachowania konsumenta, zaś tylko ich łączne uwzględnienie umożliwi zarówno wyczerpujące poznanie jego reakcji na zmianę elementów oferty, jak również może stać się podstawą do podejmowania uzasadnionych decyzji zarządczych.

Klasyfikacja klientów według charakteru reakcji

Zróżnicowania we wzroście poziomu satysfakcji klientów towarzyszące poprawie kolejnych, badanych zmiennych stanowiły przesłankę do podjęcia próby segmentacji klientów według profilu reakcji na wzrost oceny zmiennych z trzech odrębnych grup, uwzględniających reakcje na postrzeganie oferty, ocenę atrakcyjności cen oraz postrzeganie działań promocyjnych i wizerunku jednostki.

W obrębie pierwszej kategorii zmiennych zdiagnozowano istnienie czterech grup klientów o zróżnicowanych reakcjach. Wśród nich wyróżnić można badanych reagujących w sposób liniowy, reagujących silnie na wzrost zmiennej od minimum do wartości średniej, słabiej – na wzrost od wartości średniej do wartości maksymalnej, oraz dwie grupy o dynamice wzrostu satysfakcji rosnącej po przekroczeniu przez badane zmienne wartości średniej. Co niezwykle interesujące, przebieg reakcji wydaje się pozostawać w związku z ogólnym, posiadanym przez badanego poziomem zadowolenia, przy czym osoby z zadowoleniem poniżej średniej są bardziej wrażliwe na wzrost danego czynnika – poprawa poziomu

ich zadowolenia ma charakter wykładniczy, podczas gdy osoby zadowolone – reagują słabiej, albo w sposób liniowy, albo z malejącą dynamiką wzrostu. Prowadzona analiza uwidoczniła także, iż czynnikiem różnicującym klientów jest reakcja na osiągnięcie przez kolejne zmienne wartości średniej – czyli standardu rynkowego, a także zróżnicowanie reakcji na niskie i wysokie oceny zmiennych. Badani o ponadprzeciętnym poziomie zadowolenia są charakteryzowani mniejszym zróżnicowaniem tych reakcji, podczas gdy badani z grup o przeciętnym zadowoleniu silniej od osób bardzo zadowolonych i bardzo niezadowolonych reagują na osiągnięcie przez dany aspekt oferty poziomu średniego.

Bardzo zbliżone profile reakcji zostały zaobserwowane przy ocenie reakcji na działania promocyjne oraz aspekty wizerunkowe podmiotu. Także tutaj wyodrębniono cztery grupy respondentów, pierwszą o wyraźnie liniowej zależności, drugą o dynamice poprawy zadowolenia spadającej po przekroczeniu przez badane zmienne poziomu średniego, oraz dwie grupy o przyspieszającym wzroście poziomu zadowolenia wraz z postępującym wzrostem rozważanych zmiennych. Także w tym przypadku posiadany poziom zadowolenia wydaje się być czynnikiem warunkującym reakcję na poprawę badanych obszarów, zaś sam charakter zależności jest zbliżony do tego obserwowanego przy zmiennych z zakresu asortymentu, niemniej jednak analiza pozyskanych profili dowodzi, iż nie są to do końca te same grupy badanych.

W ostatniej badanej grupie zmiennych, wyrażających reakcje na poprawę oceny atrakcyjności cen udało się natomiast zdiagnozować dwie oddzielne kategorie reakcji. Pierwsza z nich obejmuje przypadki reagujące w sposób liniowy bądź zbliżony do liniowego, przy czym należy podkreślić, iż w części zmiennych była to reakcja negatywna – poprawie oceny cen towarzyszył względnie proporcjonalny spadek zadowolenia. Druga uwzględniła przypadki reagujące w sposób nieliniowy, przyspieszającą poprawą poziomu zadowolenia, bądź malejącą dynamiką jego spadku. Także tutaj uwidocznił się wyraźny związek między profilem reakcji a zadowoleniem klienta – osoby bardziej zadowolone (i ogólnie, o bardziej otwartym stosunku do zakupów) reagują w sposób liniowy, osoby niezadowolone – w sposób nieliniowy.

Przeprowadzona analiza skupień prowadzi do dwóch ogólnych wniosków odnośnie reakcji przypadków w badanej próbie na poprawę kolejnych, badanych zmiennych:

1. istnieją co do zasady cztery profile reakcji: reakcja liniowa oraz trzy rodzaje reakcji nieliniowych, które obserwowane są w sposób bardzo spójny w obu grupach w których wyodrębnione zostały cztery skupienia, a także zachowują zbliżony charakter w obrębie wszystkich badanych zmiennych; każda z tych reakcji reprezentowana jest przez wyraźną i liczną grupę przypadków, przy czym reakcje liniowe obserwowane były najczęściej;
2. profil reakcji pozostaje w zależności z posiadanym poziomem zadowolenia, można także postawić hipotezę, iż to właśnie poziom zadowolenia jest przy-

czyną warunkującą różny charakter reakcji; ponadto, respondenci bardziej zadowoleni są reagują w sposób bardziej liniowy, respondenci mniej zadowoleni cechują się wzrostem tempa poprawy zadowolenia po przekroczeniu przez daną zmienną wartości średniej – są zatem bardziej wrażliwi na przekroczenie standardu rynkowego, mniej – na jego osiągnięcie.

Z tych dwóch uwarunkowań płyną także dwa, pozostające ze sobą w związku, zasadnicze wnioski o charakterze praktycznym. Po pierwsze, bardziej opłacalna wydaje się alokacja zasobów mająca za zadanie poprawę tych obszarów, które są odbierane negatywnie – tym samym zaś minimalizacja liczby klientów niezadowolonych, niż działania zmierzające do dalszego doskonalenia obszarów dobrze ocenianych – czyli koncentracja na dalszej poprawie opinii tych klientów, którzy już są usatysfakcjonowani z oferty podmiotu, oczywiście, przy założeniu, iż rzeczywiście, część klientów jest niezadowolona. Po drugie, badania wskazują, iż łatwiej jest podnosić satysfakcję klientów o jej niskim wyjściowym poziomie, niż już silnie zadowolonych – prowadzona segmentacja wykazała, iż przy większości zmiennych klienci mniej zadowoleni reagują na poprawę danego aspektu funkcjonowania jednostki w szerszym zakresie potencjalnej zmienności – czyli także po przekroczeniu standardu rynkowego.

Perspektywy stosowania sztucznych sieci neuronowych w badaniu zjawisk konsumenckich

Na koniec warto także poddać dyskusji i ocenie możliwości zastosowania sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu i analizie procesów konsumenc- kich, w szczególności tych opartych o dane o charakterze deklaratywnym – pochodzące z badań ankietowych czy wywiadów.

Przeprowadzone badanie dowodzi zasadności wykorzystania tego rodzaju me- tod – pomimo faktu, iż dane gromadzone były przy wykorzystaniu metod ankiet-owych, a zatem istniało ryzyko obciążenia ich szumem wiążącym się chociażby z różnym rozumieniem przez respondentów stosowanych skal czy wpływem na odpowiedzi innych, pozostających poza kontrolą czynników, opracowane sztuczne sieci neuronowe wyodrębniły w znaczącym stopniu istniejące w nich prawidłowości. Świadczy o tym między innymi niska wartość błędu uzyskiwa- nego w predykcji wartości satysfakcji dla przypadków ze zbiorów testowych – zbiorów, których sieci „nie widziały” w trakcie nauki.

Właściwość ta przekłada się na najważniejszą zaletę sieci – zdolność do gene-ralizacji, to jest przenoszenia zaobserwowanych prawidłowości na nowe zbiory danych, jak i pojedyncze przypadki. Otwiera to szerokie pole do symulacji reakcji konsumentów – szacowanie wartości zmiennych wyjściowych, w tym przypadku poziomu zadowolenia, dla różnych, hipotetycznych stanów zmiennych wejścio- wych. Przewaga nad innymi metodami modelowania przejawia się między innymi w tym, iż sztuczna sieć neuronowa nie generuje jednego parametru wyrażającego znaczenie średnie określonej zmiennej, tym samym nie przypisuje wszystkim

przypadkom porównywalnej reakcji. Przekłada się to w szczególności na możliwość dokonywania segmentacji przypadków według reakcji na uwzględnione w modelu zmienne, która, jak było to wykazane w pracy, nie musi być liniowa.

Przytaczane możliwości sztucznych sieci neuronowych mają także bardzo szerokie implikacje praktyczne. Biorąc pod uwagę zdolność sieci do symulacji satysfakcji klientów wynikającej z hipotetycznych kombinacji zmiennych wejściowych, firma dysponująca dobrym modelem neuronowym satysfakcji swoich klientów, może szacować ich reakcję na różne planowane działania, przy czym szacunek ten nie musi dotyczyć wyłącznie oczekiwanej średniej reakcji, ale także reakcji specyficznych grup klientów (bądź wręcz jednostek), stopnia ich zróżnicowania, interakcji zmiennych czy możliwości wystąpienia polaryzacji opinii klientów. Otwiera to całkowicie nowe perspektywy podejmowania decyzji oraz optymalizacji alokacji zasobów.

Równocześnie należy podkreślić szereg mankamentów wiążących się z zastosowaniem tych metod, mających między innymi swoją przyczynę w ich relatywnej nowości i niezbyt dużej popularności, zwłaszcza w obrębie nauk społecznych, a także szersze stosowanie w praktyce, gdzie mniej istotne są uwarunkowania formalne, bardziej – jakość i skuteczność uzyskanego modelu. Jako najważniejszy wskazać należy brak ugruntowanych procedur oceny błędu estymacji dla kolejnych zmiennych wejściowych i ich zakresów wpływów, brak jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy zdolności predykcyjne są stałe dla każdego wektora wartości wejściowych, a także trudności w interpretacji interakcji między zmiennymi, wynikające z liczebności połączeń w sieci, a tym samym faktu występowania potencjalnych związków między wszystkimi zmiennymi razem.

Pomimo powyższych, prostota implementacji, efektywność oraz istniejące od niedawna metody szacowania znaczenia kolejnych zmiennych modelu skutecznie zachęcają do stosowania sztucznych sieci neuronowych jako narzędzia modelowania różnego rodzaju procesów konsumenckich.

Załączniki

Zestawienie wykorzystanych modułów analitycznych

Wszystkie prezentowane analizy przeprowadzone zostały przy wykorzystaniu środowiska R w wersji x64 3.5.1 oraz pakietu RStudio w wersji 1.1.456. Biblioteka TensorFlow zastosowana do uczenia sieci oraz do symulacji jej reakcji (profile, krzywe ICE/c-ICE) wykorzystywała procesor karty graficznej (NVidia, biblioteka CuDA 9.0.176), natomiast stosowana do testowania kolejnych rozmiarów i funkcji aktywacji wykorzystywała procesor główny (CPU) – ponieważ zapewniał on możliwość równoległego testowania wielu sieci, co było bardziej korzystne z punktu widzenia czasu realizacji zadania niż wzrost prędkości przetwarzania dzięki wykorzystaniu GPU. Oprócz funkcji stanowiących integralną część środowiska, wykorzystane zostały dodatkowe moduły wyszczególnione poniżej (tabela 11).

Tabela 11. Wykorzystane moduły analityczne

Nazwa modułu	Funkcja	Zastosowanie
Psych (v. 1.8.4)	kmo	indeks MSA Kaisera-Meyera-Olkina
	vss	metoda Very Simple Stucture wyznaczająca optymalną liczbę czynników / składowych (Revelle i Rocklin, 1979)
	fa.parallel	Analiza równoległa, wspomagająca ocenę optymalnej ilości czynników / składowych (Horn, 1965)
Keras (2.1.6)	keras_model_sequential()	Definicja modelu: architektury sieci wraz z funkcjami aktywacji, regularyzacją oraz zbiorem uczącym
	call-back_early_stopping	Deklaracja kryterium wczesnego stopu
	fit	Trening sieci
	predict_on_batch	Przewidywanie wartości wyjściowych na podstawie danych wejściowych
RSNNS	rbf	Generowanie sieci o radialnych funkcjach aktywacji [RBF, (Bergmeir i Benítez, 2012)]

c.d. Tabela 11. Wykorzystane moduły analityczne

Grnn (v. 0.1.0)	learn, smooth, pred_grnn	Generowanie sieci typu GRNN, predykcja wartości dla zbioru testowego
yardstick (0.0.2)	metrics	Obliczanie wartości błędu predykcji generowanych sieci
LIME (0.4.0) (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations)	Różne	Moduł umożliwiający analizę pojedynczych, konkretnych przypadków z punktu widzenia zakresu wpływu kolejnych zmiennych wejściowych na uzyskaną wartość wyjściową sieci – wyjaśnienie dlaczego sieć zwraca w danym przypadku daną wartość
DMwR (0.4.1)	knnImputation	Imputacja danych metodą k najbliższych sąsiadów [kNN, (Torgo, 2016)]
hot.deck (1.1.0)	hot.deck	Imputacja Hot-Deck
Mice (3.3.0)	mice	Imputacja CART
IceBox (1.1.2)	dice	Generowanie wykresów d-ICE [wykresów reprezentujących wartość cząstkowej pochodnej funkcji wyjściowej sieci po badanej zmiennej (Goldstein i in., 2015)]
PDP (0.7.0)	partial	Generowanie wykresów PDP oraz ICE/c-ICE
IML (0.8.0)	FeatureEffect	Generowanie wykresów ALE (<i>accumulated local effect</i>)
	interaction	Statystyka H Friedmana (Friedman i Popescu, 2008)
Dbscan (1.1-3)	kNNdistplot	Kalkulacja odległości k najbliższych sąsiadów w macierzy punktów, umożliwiającą oszacowanie wartości epsilon do procedury dbscan
	dbscan	Analiza skupień metodą DBSCAN
	optics	Analiza skupień metodą OPTICS
NbClust	nbclust	ustalenie optymalnej liczebności skupień do wyodrębnienia w metodzie k-średnich

Źródło: opracowanie własne.

Parametry kolejnych badanych rozmiarów sieci

Tabela 12. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2013, jedna warstwa ukryta

Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,742	0,742	0,741	0,761	0,734	0,752	0,757	0,739	0,763	0,748	0,741	0,731	0,748	0,752	0,765	
RELU	0,747	0,744	0,746	0,767	0,735	0,757	0,758	0,743	0,767	0,751	0,744	0,735	0,753	0,759	0,764	
SIGMOID	0,764	0,751	0,749	0,768	0,734	0,757	0,763	0,742	0,766	0,745	0,742	0,734	0,751	0,752	0,771	
TANH	0,748	0,748	0,745	0,765	0,733	0,752	0,761	0,744	0,764	0,749	0,744	0,733	0,751	0,753	0,768	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,728	0,728	0,728	0,729	0,729	0,730	0,731	0,730	0,730	0,732	0,730	0,730	0,731	0,732	0,732	
RELU	0,725	0,722	0,722	0,720	0,720	0,719	0,717	0,716	0,716	0,715	0,714	0,711	0,714	0,714	0,708	
SIGMOID	0,757	0,744	0,743	0,741	0,738	0,739	0,742	0,739	0,738	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739	0,743	
TANH	0,735	0,733	0,732	0,733	0,731	0,731	0,734	0,734	0,731	0,734	0,733	0,732	0,733	0,733	0,733	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,005	0,003	0,002	0,003	0,002	0,004	0,005	0,003	0,002	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	
RELU	0,006	0,004	0,006	0,006	0,004	0,007	0,006	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,004	0,008	0,010	
SIGMOID	0,024	0,006	0,006	0,006	0,005	0,004	0,007	0,006	0,005	0,006	0,006	0,006	0,004	0,005	0,005	
TANH	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,044	0,032	0,034	0,021	0,024	0,029	0,039	0,025	0,020	0,028	0,032	0,045	0,029	0,020	0,032	
RELU	0,040	0,032	0,035	0,019	0,023	0,028	0,036	0,027	0,018	0,028	0,030	0,041	0,028	0,019	0,030	
SIGMOID	0,049	0,029	0,032	0,025	0,023	0,026	0,031	0,026	0,024	0,028	0,026	0,044	0,020	0,019	0,029	
TANH	0,041	0,032	0,036	0,023	0,027	0,027	0,035	0,028	0,018	0,031	0,029	0,044	0,025	0,025	0,033	
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci															
	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	85	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,750	0,744	0,751	0,759	0,750	0,750	0,756	0,753	0,760	0,735	0,743	0,751	0,770	0,765	0,750	
RELU	0,749	0,749	0,752	0,764	0,752	0,753	0,761	0,764	0,765	0,742	0,749	0,757	0,771	0,766	0,749	
SIGMOID	0,751	0,743	0,754	0,756	0,750	0,747	0,759	0,758	0,762	0,738	0,747	0,756	0,772	0,765	0,751	
TANH	0,747	0,748	0,747	0,758	0,749	0,753	0,753	0,760	0,764	0,737	0,744	0,754	0,772	0,765	0,747	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,733	0,732	0,734	0,733	0,733	0,733	0,732	0,732	0,732	0,731	0,732	0,733	0,735	0,735	0,733	
RELU	0,707	0,707	0,708	0,712	0,706	0,710	0,706	0,707	0,706	0,702	0,704	0,707	0,706	0,700	0,707	
SIGMOID	0,740	0,739	0,742	0,740	0,738	0,739	0,740	0,741	0,740	0,739	0,742	0,741	0,742	0,741	0,740	

c.d. Tabela 12. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2013, jedna warstwa ukryta

TANH	0,734	0,735	0,732	0,734	0,733	0,736	0,731	0,735	0,737	0,734	0,736	0,736	0,737	0,735	0,734
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,004	0,003	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,003	0,004	0,007	0,004
RELU	0,006	0,008	0,008	0,010	0,006	0,006	0,012	0,006	0,011	0,007	0,007	0,010	0,006	0,007	0,006
SIGMOID	0,007	0,006	0,005	0,003	0,007	0,005	0,005	0,006	0,003	0,006	0,008	0,004	0,008	0,005	0,007
TANH	0,005	0,003	0,004	0,004	0,003	0,006	0,002	0,005	0,006	0,003	0,004	0,004	0,006	0,004	0,005
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,032	0,023	0,027	0,017	0,029	0,027	0,032	0,033	0,029	0,037	0,024	0,023	0,023	0,021	0,032
RELU	0,037	0,029	0,029	0,016	0,025	0,024	0,028	0,036	0,027	0,031	0,026	0,024	0,018	0,014	0,037
SIGMOID	0,034	0,017	0,029	0,016	0,027	0,015	0,025	0,033	0,027	0,039	0,019	0,022	0,023	0,020	0,034
TANH	0,033	0,022	0,023	0,016	0,028	0,028	0,025	0,034	0,029	0,038	0,021	0,019	0,025	0,018	0,033

Źródło: badania własne.

Tabela 13. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2014, jedna warstwa ukryta

Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,583	0,577	0,578	0,577	0,598	0,590	0,592	0,585	0,594	0,583	0,592	0,582	0,594	0,593	0,593	
RELU	0,590	0,580	0,584	0,582	0,601	0,598	0,599	0,585	0,596	0,588	0,595	0,586	0,599	0,595	0,599	
SIGMOID	0,596	0,578	0,577	0,573	0,594	0,585	0,590	0,583	0,590	0,577	0,588	0,582	0,589	0,587	0,591	
TANH	0,585	0,577	0,577	0,575	0,597	0,588	0,592	0,584	0,592	0,583	0,590	0,579	0,592	0,592	0,592	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,552	0,552	0,550	0,553	0,553	0,552	0,553	0,553	0,555	0,553	0,554	0,554	0,555	0,556	0,554	
RELU	0,531	0,520	0,519	0,515	0,507	0,507	0,509	0,508	0,506	0,498	0,501	0,505	0,503	0,504	0,503	
SIGMOID	0,580	0,567	0,563	0,561	0,561	0,559	0,559	0,559	0,560	0,558	0,558	0,558	0,559	0,560	0,559	
TANH	0,557	0,554	0,554	0,556	0,555	0,554	0,555	0,556	0,557	0,556	0,556	0,556	0,557	0,558	0,556	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy															
ELU	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001	
RELU	0,006	0,008	0,008	0,007	0,011	0,011	0,009	0,008	0,012	0,008	0,015	0,005	0,008	0,007	0,009	
SIGMOID	0,004	0,003	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	
TANH	0,005	0,004	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór															
ELU	0,022	0,027	0,028	0,024	0,029	0,023	0,033	0,029	0,029	0,030	0,033	0,035	0,021	0,023	0,030	
RELU	0,022	0,029	0,028	0,022	0,030	0,023	0,031	0,032	0,027	0,029	0,032	0,030	0,023	0,024	0,033	
SIGMOID	0,024	0,026	0,027	0,022	0,027	0,025	0,035	0,031	0,029	0,028	0,033	0,032	0,021	0,020	0,033	

c.d. Tabela 13. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2014, jedna warstwa ukryta

TANH	0,022	0,026	0,027	0,024	0,029	0,023	0,033	0,030	0,029	0,030	0,033	0,034	0,021	0,023	0,030
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci														
	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,599	0,581	0,583	0,594	0,605	0,581	0,582	0,592	0,588	0,570	0,595	0,589	0,589	0,591	
RELU	0,603	0,580	0,584	0,599	0,613	0,591	0,588	0,594	0,591	0,568	0,602	0,594	0,599	0,596	
SIGMOID	0,587	0,579	0,578	0,589	0,598	0,575	0,580	0,588	0,583	0,570	0,590	0,583	0,587	0,587	
TANH	0,597	0,580	0,582	0,594	0,604	0,581	0,583	0,591	0,587	0,569	0,594	0,588	0,588	0,590	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,557	0,555	0,556	0,556	0,557	0,556	0,555	0,556	0,556	0,554	0,556	0,555	0,554	0,556	
RELU	0,506	0,491	0,500	0,498	0,494	0,492	0,496	0,494	0,497	0,492	0,491	0,489	0,494	0,490	
SIGMOID	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,562	
TANH	0,559	0,557	0,558	0,558	0,560	0,559	0,557	0,558	0,558	0,557	0,558	0,557	0,557	0,558	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	
RELU	0,009	0,012	0,006	0,011	0,009	0,013	0,007	0,009	0,013	0,008	0,009	0,011	0,007	0,011	
SIGMOID	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002	0,003	
TANH	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,001	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,028	0,026	0,028	0,024	0,022	0,033	0,024	0,022	0,017	0,027	0,042	0,022	0,030	0,027	
RELU	0,029	0,032	0,032	0,025	0,026	0,031	0,021	0,026	0,022	0,025	0,043	0,019	0,029	0,030	
SIGMOID	0,028	0,026	0,028	0,022	0,022	0,031	0,023	0,026	0,016	0,028	0,039	0,024	0,025	0,022	
TANH	0,027	0,026	0,028	0,024	0,022	0,031	0,023	0,022	0,017	0,027	0,040	0,022	0,029	0,027	

Źródło: badania własne.

Tabela 14. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2015, jedna warstwa ukryta

Tabela 14. Sieci o rozmiarach – zbiór danych z roku 2015, jedna warstwa ukryta														
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci													
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy													
ELU	0,732	0,713	0,737	0,734	0,725	0,732	0,741	0,738	0,728	0,706	0,734	0,718	0,731	0,718
RELU	0,746	0,731	0,750	0,750	0,734	0,744	0,754	0,748	0,742	0,716	0,740	0,722	0,738	0,728
SIGMOID	0,734	0,710	0,746	0,728	0,720	0,727	0,734	0,732	0,723	0,701	0,729	0,709	0,725	0,712
TANH	0,738	0,715	0,738	0,734	0,726	0,732	0,741	0,738	0,727	0,706	0,734	0,717	0,730	0,719
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór													
ELU	0,691	0,691	0,690	0,691	0,690	0,690	0,689	0,690	0,689	0,687	0,689	0,691	0,690	0,692
RELU	0,683	0,682	0,672	0,673	0,668	0,663	0,657	0,661	0,656	0,648	0,647	0,648	0,646	0,647
SIGMOID	0,716	0,702	0,719	0,695	0,693	0,692	0,692	0,693	0,693	0,691	0,692	0,692	0,692	0,693

c.d. Tabela 14. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2015, jedna warstwa ukryta

TANH	0,702	0,697	0,694	0,694	0,693	0,692	0,692	0,693	0,692	0,690	0,692	0,693	0,692	0,694
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,007	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004	0,004	0,002	0,004	0,003	0,003
RELU	0,011	0,011	0,011	0,006	0,009	0,009	0,006	0,006	0,008	0,010	0,007	0,012	0,007	0,005
SIGMOID	0,005	0,004	0,080	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
TANH	0,008	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,032	0,034	0,031	0,031	0,046	0,034	0,026	0,032	0,034	0,033	0,036	0,033	0,043	0,034
RELU	0,038	0,037	0,037	0,029	0,048	0,035	0,024	0,033	0,037	0,034	0,039	0,028	0,043	0,033
SIGMOID	0,027	0,031	0,057	0,032	0,045	0,034	0,026	0,033	0,031	0,035	0,036	0,031	0,041	0,034
TANH	0,030	0,035	0,029	0,032	0,046	0,034	0,025	0,032	0,033	0,033	0,036	0,033	0,042	0,034
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci													
	80	85	90	95	100	105	115	120	125	130	135	140	145	150
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy													
ELU	0,738	0,736	0,750	0,713	0,715	0,719	0,720	0,731	0,726	0,736	0,739	0,717	0,739	0,716
RELU	0,744	0,743	0,756	0,720	0,721	0,728	0,735	0,736	0,731	0,742	0,743	0,725	0,747	0,724
SIGMOID	0,730	0,728	0,742	0,709	0,709	0,713	0,711	0,725	0,717	0,725	0,725	0,712	0,729	0,707
TANH	0,738	0,735	0,749	0,712	0,714	0,718	0,720	0,731	0,726	0,736	0,739	0,717	0,738	0,717
Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,689	0,690	0,692	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,691	0,692	0,692	0,689	0,691	0,691
RELU	0,642	0,641	0,643	0,639	0,636	0,632	0,632	0,628	0,629	0,631	0,627	0,623	0,622	0,625
SIGMOID	0,691	0,692	0,693	0,693	0,693	0,691	0,691	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692	0,693	0,692
TANH	0,691	0,693	0,694	0,693	0,693	0,692	0,693	0,692	0,694	0,695	0,695	0,692	0,694	0,694
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003
RELU	0,005	0,009	0,006	0,005	0,006	0,015	0,008	0,011	0,008	0,007	0,006	0,008	0,007	0,007
SIGMOID	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
TANH	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003
Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,026	0,049	0,021	0,041	0,033	0,043	0,044	0,050	0,033	0,036	0,033	0,031	0,039	0,027
RELU	0,029	0,047	0,026	0,042	0,036	0,042	0,043	0,048	0,037	0,035	0,024	0,034	0,034	0,027
SIGMOID	0,027	0,049	0,023	0,042	0,031	0,043	0,042	0,046	0,032	0,036	0,029	0,028	0,033	0,024
TANH	0,026	0,049	0,021	0,041	0,032	0,043	0,045	0,050	0,032	0,036	0,033	0,030	0,038	0,028

Źródło: badania własne.

Tabela 15. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2016, jedna warstwa ukryta

Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,659	0,661	0,672	0,685	0,672	0,675	0,666	0,671	0,675	0,675	0,678	0,679	0,685	0,683	0,679
RELU	0,674	0,679	0,686	0,698	0,685	0,689	0,683	0,683	0,684	0,690	0,693	0,693	0,693	0,687	0,690
SIGMOID	0,689	0,668	0,679	0,683	0,668	0,673	0,669	0,670	0,673	0,669	0,674	0,674	0,680	0,675	0,679
TANH	0,662	0,661	0,673	0,684	0,671	0,673	0,666	0,671	0,676	0,675	0,679	0,678	0,685	0,683	0,681
Funkcja aktywacji	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,651	0,647	0,648	0,649	0,648	0,648	0,648	0,648	0,647	0,649	0,647	0,649	0,649	0,648	0,649
RELU	0,647	0,635	0,635	0,634	0,630	0,627	0,628	0,622	0,620	0,623	0,618	0,616	0,616	0,612	0,611
SIGMOID	0,696	0,672	0,666	0,660	0,656	0,656	0,656	0,655	0,653	0,653	0,652	0,654	0,653	0,652	0,653
TANH	0,659	0,653	0,653	0,653	0,652	0,652	0,652	0,651	0,651	0,652	0,651	0,652	0,652	0,651	0,651
Funkcja aktywacji	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,006	0,002	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003	0,002	0,003
RELU	0,011	0,008	0,008	0,006	0,007	0,008	0,007	0,007	0,005	0,005	0,004	0,007	0,006	0,006	0,006
SIGMOID	0,021	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003
TANH	0,006	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002
Funkcja aktywacji	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,029	0,030	0,047	0,041	0,031	0,033	0,033	0,032	0,040	0,037	0,035	0,033	0,032	0,024	0,038
RELU	0,030	0,028	0,045	0,041	0,032	0,035	0,032	0,033	0,039	0,035	0,037	0,032	0,034	0,028	0,039
SIGMOID	0,055	0,037	0,047	0,037	0,028	0,034	0,034	0,034	0,037	0,037	0,032	0,033	0,031	0,023	0,038
TANH	0,030	0,031	0,048	0,039	0,029	0,032	0,032	0,032	0,040	0,037	0,035	0,033	0,032	0,023	0,037
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci														
	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,687	0,681	0,687	0,687	0,682	0,702	0,679	0,674	0,686	0,696	0,683	0,689	0,679	0,686	
RELU	0,696	0,685	0,700	0,697	0,691	0,714	0,691	0,683	0,705	0,706	0,690	0,703	0,694	0,696	
SIGMOID	0,680	0,677	0,681	0,683	0,677	0,694	0,674	0,669	0,682	0,689	0,671	0,683	0,671	0,674	
TANH	0,688	0,682	0,686	0,686	0,682	0,703	0,678	0,675	0,688	0,697	0,680	0,687	0,680	0,687	
Funkcja aktywacji	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,649	0,648	0,651	0,649	0,650	0,650	0,649	0,648	0,649	0,650	0,650	0,651	0,650	0,650	
RELU	0,612	0,608	0,613	0,608	0,607	0,608	0,607	0,602	0,608	0,603	0,601	0,603	0,605	0,601	
SIGMOID	0,653	0,652	0,655	0,653	0,654	0,652	0,652	0,651	0,653	0,654	0,653	0,654	0,653	0,652	

c.d. Tabela 15. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2016, jedna warstwa ukryta

TANH	0,652	0,651	0,654	0,651	0,653	0,653	0,652	0,651	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy													
ELU	0,003	0,001	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,004	0,003	0,004	0,002	0,003
RELU	0,006	0,004	0,007	0,005	0,006	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,009	0,005	0,007
SIGMOID	0,003	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002
TANH	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór													
ELU	0,027	0,020	0,045	0,040	0,032	0,037	0,021	0,031	0,034	0,028	0,041	0,032	0,035	0,037
RELU	0,027	0,026	0,040	0,042	0,032	0,039	0,026	0,032	0,032	0,031	0,048	0,032	0,038	0,045
SIGMOID	0,029	0,021	0,041	0,038	0,033	0,038	0,023	0,032	0,035	0,024	0,041	0,033	0,033	0,038
TANH	0,025	0,019	0,046	0,039	0,032	0,038	0,023	0,031	0,034	0,028	0,039	0,034	0,035	0,037

Źródło: badania własne.

Tabela 16. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych łącznie, jedna warstwa ukryta

Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci													
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy													
ELU	0,691	0,698	0,700	0,691	0,698	0,694	0,691	0,696	0,693	0,692	0,690	0,692	0,701	0,689
RELU	0,691	0,700	0,700	0,691	0,698	0,693	0,688	0,694	0,693	0,691	0,688	0,690	0,700	0,687
SIGMOID	0,697	0,700	0,702	0,692	0,698	0,694	0,693	0,697	0,695	0,693	0,692	0,693	0,703	0,691
TANH	0,692	0,698	0,701	0,691	0,698	0,694	0,691	0,696	0,692	0,692	0,690	0,692	0,701	0,689
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór													
ELU	0,684	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,684	0,683	0,683	0,683	0,683	0,684	0,683
RELU	0,674	0,672	0,668	0,668	0,664	0,662	0,660	0,659	0,663	0,660	0,658	0,657	0,655	0,655
SIGMOID	0,693	0,688	0,687	0,687	0,686	0,686	0,686	0,687	0,687	0,686	0,687	0,687	0,688	0,687
TANH	0,687	0,685	0,685	0,685	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,685	0,684
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy													
ELU	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001
RELU	0,004	0,006	0,003	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,005	0,007	0,006
SIGMOID	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001
TANH	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór													
ELU	0,021	0,020	0,016	0,017	0,019	0,017	0,015	0,015	0,019	0,019	0,018	0,017	0,015	0,015
RELU	0,020	0,019	0,017	0,017	0,019	0,016	0,015	0,016	0,018	0,020	0,020	0,017	0,016	0,016
SIGMOID	0,021	0,020	0,017	0,017	0,019	0,017	0,014	0,015	0,018	0,018	0,017	0,019	0,016	0,015

c.d. Tabela 16. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych łącznie, jedna warstwa ukryta

Tabela 16. Średni i roznych rozmiarach – zbiór danych ięzyczne, jedna warstwa ukryta															
TANH	0,021	0,020	0,016	0,017	0,019	0,017	0,015	0,015	0,018	0,019	0,018	0,018	0,015	0,015	
Funkcja aktywacji	Rozmiar sieci														
	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,693	0,691	0,691	0,695	0,695	0,692	0,688	0,698	0,694	0,697	0,692	0,685	0,691	0,692	0,690
RELU	0,692	0,689	0,688	0,691	0,693	0,691	0,686	0,695	0,693	0,696	0,689	0,683	0,690	0,689	0,688
SIGMOID	0,695	0,692	0,694	0,697	0,698	0,693	0,690	0,701	0,697	0,698	0,696	0,687	0,694	0,695	0,694
TANH	0,693	0,690	0,691	0,694	0,695	0,691	0,687	0,697	0,694	0,696	0,693	0,684	0,690	0,691	0,690
	Wartość średnia pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,684	0,684	0,684	0,683	0,684	0,684	0,683	0,684	0,683	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,683
RELU	0,652	0,655	0,654	0,653	0,650	0,651	0,654	0,652	0,647	0,651	0,647	0,647	0,647	0,647	0,646
SIGMOID	0,688	0,688	0,689	0,688	0,688	0,689	0,688	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,690	0,690
TANH	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – zbiór testowy														
ELU	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RELU	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,007	0,004	0,005	0,007	0,004	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004
SIGMOID	0,002	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
TANH	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Odchylenie standardowe pierwiastka średniego błędu kwadratowego – cały zbiór														
ELU	0,014	0,020	0,014	0,016	0,014	0,012	0,019	0,017	0,012	0,016	0,012	0,009	0,018	0,018	0,015
RELU	0,014	0,020	0,016	0,016	0,016	0,015	0,020	0,015	0,014	0,015	0,011	0,012	0,021	0,017	0,017
SIGMOID	0,014	0,020	0,013	0,016	0,013	0,010	0,018	0,017	0,011	0,016	0,012	0,009	0,020	0,018	0,016
TANH	0,015	0,020	0,014	0,016	0,014	0,011	0,018	0,017	0,012	0,015	0,012	0,008	0,019	0,018	0,015

Źródło: badania własne.

Pozostałe tabele i zestawienia

Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście zm. od minimalnej do maksymalnej		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Ocena atrakcyjności komunikacji	2013	-2,56	-0,57	1,38	-2,13	-0,03	1,96	0,21	0,54	0,87
	2014	-1,99	0,05	1,36	-1,71	0,25	1,45	-0,18	0,21	0,52
	2015	-2,97	-0,42	1,64	-2,73	0,27	2,66	0,16	0,69	1,23
	2016	-1,93	0,19	1,79	-1,58	0,74	2,31	0,18	0,55	1,17
	razem	-2,83	-0,27	1,60	-1,40	1,20	3,17	0,56	1,47	2,22
Ocena racjonalności aspektów komunikacji	2013	-2,76	-0,82	1,51	-1,71	0,01	1,89	0,23	0,82	1,19
	2014	-2,00	0,08	1,43	-1,73	0,19	1,40	-0,18	0,10	0,54
	2015	-3,11	-0,41	2,04	-2,65	0,00	2,28	0,01	0,41	0,70
	2016	-2,20	0,37	2,15	-1,74	0,52	2,12	-0,10	0,15	0,59
	razem	-3,95	-1,24	1,32	-2,11	0,10	2,00	0,26	1,34	2,30
Ocena oferty rozrywkowej	2013	-2,58	-0,46	1,73	-2,33	-0,18	2,02	0,06	0,28	0,50
	2014	-2,19	-0,19	1,19	-1,68	0,31	1,72	0,20	0,50	0,87
	2015	-2,87	-0,31	1,59	-3,00	-0,01	2,34	-0,19	0,30	0,81
	2016	-2,00	0,09	1,66	-1,63	0,74	2,28	0,31	0,64	1,23
	razem	-2,83	-0,26	1,59	-2,45	0,19	2,10	0,06	0,45	0,92
Ocena oferty podstawowej	2013	-3,12	-1,04	0,96	-1,79	0,22	1,95	0,65	1,26	1,83
	2014	-2,02	-0,13	1,01	-1,44	0,44	1,53	0,14	0,57	0,99
	2015	-3,12	-0,96	1,23	-1,89	0,40	2,42	0,61	1,36	2,02
	2016	-2,02	-0,21	1,38	-1,26	0,84	2,34	0,52	1,05	1,84
	razem	-3,26	-0,88	1,12	-1,50	0,58	2,17	0,83	1,46	2,20
Ocena usług dodatkowych	2013	-2,70	-0,45	1,75	-2,24	-0,18	1,80	-0,09	0,28	0,54
	2014	-1,88	0,21	1,45	-1,97	0,10	1,39	-0,24	-0,11	0,07
	2015	-3,22	-0,38	2,20	-2,59	0,05	2,33	-0,07	0,43	0,88
	2016	-1,98	0,24	1,86	-1,79	0,56	2,20	0,12	0,33	0,73
	razem	-2,87	-0,03	2,00	-2,71	0,01	1,97	-0,39	0,03	0,44
Jakość dostępnych produktów	2013	-2,80	-0,65	1,57	-2,19	-0,08	1,93	0,07	0,57	0,97
	2014	-2,20	-0,05	1,38	-1,52	0,38	1,49	-0,01	0,43	0,89
	2015	-3,08	-0,37	1,93	-2,73	0,06	2,38	0,12	0,43	0,70
	2016	-2,02	0,05	1,65	-1,80	0,81	2,54	0,21	0,75	1,51
	razem	-3,11	-0,47	1,54	-2,36	0,32	2,26	0,25	0,79	1,37
Ceny produktów osobistych	2013	-2,56	-0,32	1,94	-2,20	-0,28	1,60	-0,44	0,04	0,43
	2014	-2,00	0,04	1,31	-1,75	0,20	1,44	-0,19	0,16	0,55
	2015	-3,07	-0,31	2,26	-2,48	-0,01	2,20	-0,18	0,31	0,72
	2016	-1,95	0,40	2,07	-1,85	0,49	2,13	-0,05	0,09	0,40
	razem	-2,75	0,03	2,02	-2,72	-0,03	2,00	-0,66	-0,06	0,67
Ceny żywności	2013	-2,53	-0,37	1,87	-2,26	-0,26	1,76	-0,18	0,11	0,29
	2014	-1,93	0,24	1,49	-1,79	0,16	1,39	-0,49	-0,08	0,46
	2015	-2,93	-0,13	2,27	-2,90	-0,16	2,19	-0,26	-0,02	0,19
	2016	-1,68	0,45	2,05	-2,00	0,45	2,23	-0,56	0,00	0,28
	razem	-2,74	-0,06	1,79	-2,71	0,07	2,13	-0,27	0,13	0,57
Ceny prasy i książek	2013	-2,29	-0,27	1,68	-2,52	-0,34	1,92	-0,48	-0,06	0,31
	2014	-2,03	0,15	1,54	-1,71	0,13	1,28	-0,46	-0,01	0,46
	2015	-3,00	-0,15	2,34	-2,74	-0,18	2,04	-0,37	-0,02	0,31
	2016	-1,72	0,42	1,95	-2,04	0,50	2,27	-0,51	0,08	0,40
	razem	-2,75	0,02	2,07	-2,72	-0,02	1,96	-0,34	-0,04	0,29

c.d. Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście zm. od minimalnej do maksymalnej		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Ceny usług rozrywkowych	2013	-2,42	-0,27	1,93	-2,48	-0,38	1,67	-0,46	-0,11	0,22
	2014	-1,92	0,06	1,23	-1,89	0,24	1,52	-0,15	0,17	0,42
	2015	-3,02	-0,22	2,27	-2,67	-0,07	2,18	-0,15	0,15	0,41
	2016	-1,79	0,59	2,25	-2,13	0,27	2,08	-0,83	-0,32	-0,03
	razem	-2,81	-0,04	2,07	-2,62	-0,01	1,96	-0,29	0,04	0,39
Ceny art. wyposażenia wnętrz	2013	-2,39	-0,23	1,86	-2,46	-0,37	1,69	-0,37	-0,14	0,11
	2014	-1,76	0,26	1,43	-2,01	0,08	1,42	-0,48	-0,18	0,17
	2015	-2,51	-0,02	2,21	-3,05	-0,33	2,23	-0,72	-0,31	0,10
	2016	-1,64	0,64	2,20	-2,03	0,26	2,00	-0,90	-0,38	-0,03
	razem	-2,44	0,10	1,93	-2,87	-0,06	2,05	-0,77	-0,16	0,57
Ceny elektroniki i AGD	2013	-2,13	-0,11	1,84	-2,70	-0,53	1,70	-0,71	-0,42	-0,05
	2014	-1,87	0,16	1,41	-1,97	0,06	1,37	-0,45	-0,09	0,30
	2015	-2,90	-0,23	2,03	-2,92	-0,08	2,33	-0,18	0,15	0,57
	2016	-1,92	0,49	2,18	-1,85	0,38	1,97	-0,25	-0,11	0,16
	razem	-2,38	0,03	1,77	-3,10	-0,27	2,03	-1,06	-0,30	0,64
Przyjazność wnętrza	2013	-2,56	-0,63	1,51	-1,97	-0,10	1,90	0,20	0,53	0,84
	2014	-2,07	-0,04	1,29	-1,60	0,28	1,44	0,13	0,33	0,55
	2015	-2,94	-0,25	2,02	-2,87	-0,06	2,32	-0,06	0,19	0,46
	2016	-2,09	0,35	2,06	-1,86	0,49	2,13	-0,03	0,14	0,46
	razem	-2,87	-0,22	1,89	-2,31	0,15	2,04	-0,16	0,37	0,95
Czystość wnętrza	2013	-2,45	-0,43	1,55	-2,39	-0,24	1,85	-0,16	0,19	0,51
	2014	-2,06	-0,09	1,15	-1,54	0,48	1,60	0,03	0,57	1,18
	2015	-3,08	-0,41	2,11	-2,61	-0,01	2,32	0,00	0,40	0,81
	2016	-1,99	0,24	1,92	-1,69	0,57	2,19	0,03	0,34	0,79
	razem	-3,00	-0,32	1,51	-2,60	0,28	2,34	0,07	0,60	1,26
Estetyka centrum	2013	-2,34	-0,36	1,54	-2,49	-0,28	1,87	-0,22	0,07	0,41
	2014	-1,92	0,05	1,21	-1,92	0,22	1,51	-0,12	0,17	0,42
	2015	-2,99	-0,51	1,56	-2,53	0,09	2,30	0,20	0,60	0,99
	2016	-1,94	0,04	1,78	-1,41	0,65	2,25	0,21	0,60	1,12
	razem	-2,78	-0,26	1,59	-2,54	0,17	2,18	0,07	0,43	0,81
Możliwość odpoczynku	2013	-2,47	-0,36	1,76	-2,36	-0,26	1,79	-0,11	0,10	0,25
	2014	-1,97	0,16	1,53	-1,86	0,14	1,36	-0,26	-0,03	0,21
	2015	-3,26	-0,34	2,31	-2,59	-0,02	2,18	-0,17	0,32	0,68
	2016	-1,95	0,44	2,17	-1,82	0,45	2,10	-0,14	0,01	0,35
	razem	-2,85	-0,05	1,99	-2,66	0,01	2,00	-0,26	0,06	0,40
Czystość toalet	2013	-2,47	-0,28	1,93	-2,33	-0,36	1,54	-0,58	-0,08	0,36
	2014	-2,13	-0,12	1,12	-1,76	0,28	1,53	-0,07	0,40	0,78
	2015	-3,31	-0,50	1,95	-2,66	0,05	2,37	0,12	0,55	0,90
	2016	-1,98	0,56	2,29	-1,83	0,39	2,04	-0,51	-0,18	0,26
	razem	-2,96	-0,25	1,85	-2,35	0,18	2,08	-0,11	0,43	0,98
Jakość oznaczeń	2013	-2,40	-0,42	1,43	-2,51	-0,20	2,02	-0,26	0,22	0,75
	2014	-2,35	-0,08	1,46	-1,58	0,22	1,34	-0,24	0,30	0,86
	2015	-2,71	-0,19	1,78	-3,02	-0,07	2,48	-0,39	0,13	0,77
	2016	-2,03	0,62	2,40	-1,88	0,34	2,01	-0,53	-0,28	0,18
	razem	-2,93	-0,11	2,00	-2,56	0,09	1,97	-0,25	0,20	0,66
Ocena personelu ochrony	2013	-2,50	-0,52	1,38	-2,35	-0,16	1,93	-0,02	0,36	0,80
	2014	-1,76	0,13	1,05	-2,17	0,19	1,55	-0,45	0,05	0,58
	2015	-3,01	-0,33	1,93	-2,77	0,03	2,36	-0,04	0,36	0,69
	2016	-1,90	0,34	1,93	-1,88	0,52	2,19	-0,08	0,17	0,32
	razem	-2,89	-0,18	1,68	-2,71	0,12	2,10	-0,10	0,29	0,75

c.d. Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście zm. od minimalnej do maksymalnej		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Ocena poziomu obsługi	2013	-2,45	-0,42	1,53	-2,39	-0,21	1,88	-0,06	0,21	0,49
	2014	-1,92	-0,03	1,04	-1,92	0,28	1,55	-0,19	0,31	0,80
	2015	-2,95	-0,39	1,99	-2,51	0,09	2,38	0,13	0,48	0,77
	2016	-2,06	0,28	1,92	-1,79	0,57	2,20	0,01	0,29	0,62
	razem	-2,77	-0,17	1,65	-2,53	0,19	2,16	-0,03	0,36	0,73
Dostępność pomocy informacyjnej	2013	-2,38	-0,36	1,62	-2,47	-0,31	1,84	-0,21	0,05	0,36
	2014	-2,09	0,09	1,52	-1,68	0,30	1,50	-0,23	0,21	0,70
	2015	-2,69	-0,11	1,98	-3,03	-0,16	2,30	-0,47	-0,05	0,42
	2016	-1,95	0,19	1,75	-1,85	0,60	2,26	0,07	0,41	0,77
	razem	-2,50	0,14	1,93	-2,92	-0,01	2,06	-0,69	-0,15	0,50
Podmiot bardziej elegancki od innych	2013	-2,60	-0,75	0,98	-1,99	-0,01	1,78	0,27	0,75	1,23
	2014	-2,15	-0,47	0,79	-1,16	0,40	1,40	0,32	0,87	1,21
	2015	-3,05	-0,81	1,04	-2,13	0,28	2,22	0,47	1,10	1,74
	2016	-1,95	-0,04	1,48	-1,41	0,70	2,12	0,40	0,73	1,35
	razem	-2,93	-0,58	0,96	-2,15	0,31	2,00	0,42	0,89	1,30
Podmiot jest bardziej prestiżowy od innych	2013	-2,68	-0,82	1,02	-1,94	0,05	1,98	0,37	0,87	1,37
	2014	-2,11	-0,39	0,82	-1,25	0,41	1,40	0,41	0,80	1,11
	2015	-3,08	-0,69	1,16	-2,29	0,28	2,22	0,39	0,97	1,51
	2016	-1,90	-0,05	1,33	-1,36	0,78	2,12	0,42	0,83	1,51
	razem	-2,94	-0,61	0,87	-2,06	0,39	2,00	0,49	1,01	1,43
Możliwość dotarcia	2013	-2,65	-0,71	1,25	-2,07	0,01	2,03	0,33	0,72	1,18
	2014	-2,21	-0,10	1,36	-1,60	0,25	1,42	-0,08	0,36	0,79
	2015	-2,96	-0,17	2,26	-2,83	-0,13	2,21	-0,19	0,04	0,27
	2016	-1,94	0,21	1,83	-1,82	0,58	2,30	0,07	0,37	0,70
	razem	-3,00	-0,33	1,53	-2,56	0,21	2,15	0,07	0,54	1,05
Godziny otwarcia	2013	-2,24	-0,32	1,51	-2,55	-0,29	1,90	-0,32	0,02	0,50
	2014	-1,91	0,09	1,30	-1,90	0,18	1,45	-0,12	0,09	0,34
	2015	-3,06	-0,28	2,19	-2,78	-0,09	2,22	-0,12	0,19	0,45
	2016	-1,99	0,43	2,15	-1,74	0,47	2,12	-0,24	0,03	0,48
	razem	-2,75	-0,16	1,70	-2,75	0,11	2,17	-0,16	0,27	0,65
Ocena parkingu	2013	-2,52	-0,55	1,40	-2,31	-0,13	1,97	0,10	0,41	0,79
	2014	-1,89	0,32	1,64	-1,88	0,11	1,31	-0,48	-0,21	0,08
	2015	-3,00	-0,36	1,89	-2,80	0,02	2,42	0,06	0,38	0,73
	2016	-2,07	0,10	1,65	-1,73	0,77	2,42	0,27	0,68	1,24
	razem	-2,73	-0,10	1,79	-2,76	0,07	2,11	-0,25	0,17	0,65
Cel – dom i styl życia	2013	-2,58	-0,37	1,79	-2,12	-0,25	1,64	-0,35	0,12	0,49
	2014	-1,95	0,06	1,33	-1,85	0,22	1,52	-0,01	0,16	0,30
	2015	-3,22	-0,33	2,13	-2,79	0,05	2,40	0,06	0,39	0,66
	2016	-1,96	0,33	2,02	-1,80	0,56	2,25	0,08	0,24	0,51
	razem	-2,85	-0,03	2,04	-2,63	0,02	1,96	-0,23	0,06	0,35
Cel – wygląd	2013	-2,52	-0,53	1,46	-2,21	-0,14	1,82	0,10	0,39	0,67
	2014	-2,05	0,05	1,42	-1,85	0,21	1,41	-0,21	0,16	0,54
	2015	-3,26	-0,53	1,65	-2,63	0,14	2,28	0,22	0,67	1,08
	2016	-2,07	0,21	1,95	-1,60	0,59	2,15	0,04	0,38	0,89
	razem	-2,90	-0,18	1,84	-2,63	0,09	2,07	-0,04	0,28	0,63
Cel – spędzanie wolnego czasu	2013	-2,39	-0,15	2,12	-2,53	-0,44	1,67	-0,60	-0,28	0,04
	2014	-2,14	-0,05	1,22	-1,85	0,37	1,63	0,14	0,43	0,66
	2015	-2,99	-0,23	2,12	-2,77	-0,07	2,24	-0,07	0,16	0,42
	2016	-1,97	0,29	2,05	-1,51	0,58	2,15	0,03	0,29	0,74
	razem	-2,73	-0,06	1,89	-2,77	0,03	2,11	-0,55	0,08	0,63

c.d. Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście zm. od minimalnej do maksymalnej		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Cel – zakupy żywności	2013	-2,43	-0,31	1,80	-2,42	-0,31	1,78	-0,20	0,00	0,24
	2014	-1,87	0,08	1,31	-1,94	0,25	1,62	-0,27	0,17	0,50
	2015	-2,94	-0,17	2,29	-2,70	-0,12	2,09	-0,24	0,05	0,34
	2016	-2,02	0,28	1,98	-1,89	0,64	2,36	0,05	0,36	0,82
	razem	-2,76	0,00	1,99	-2,77	-0,02	2,00	-0,22	-0,02	0,17
Cel – artykuły luksusowe	2013	-2,35	-0,26	1,76	-2,57	-0,36	1,84	-0,29	-0,10	0,14
	2014	-1,85	0,23	1,51	-1,95	0,07	1,28	-0,46	-0,17	0,15
	2015	-3,17	-0,35	2,24	-2,38	0,04	2,14	-0,19	0,38	0,88
	2016	-2,01	0,46	2,25	-1,63	0,41	2,00	-0,28	-0,05	0,46
	razem	-2,69	0,11	2,05	-2,82	-0,11	1,85	-0,60	-0,22	0,17
Skłonność do odw. wszystkich sklepów	2013	-2,36	-0,29	1,74	-2,53	-0,33	1,87	-0,18	-0,03	0,17
	2014	-1,92	0,11	1,39	-2,02	0,17	1,52	-0,20	0,05	0,19
	2015	-2,91	-0,24	2,26	-2,61	-0,06	2,22	-0,05	0,18	0,36
	2016	-1,90	0,42	2,12	-1,88	0,43	2,13	-0,15	0,01	0,17
	razem	-2,76	-0,02	2,00	-2,84	-0,02	2,07	-0,16	-0,01	0,12
Skłonność do dokonywania niezap. zakupów	2013	-2,47	-0,34	1,79	-2,35	-0,25	1,78	-0,03	0,09	0,18
	2014	-1,88	0,18	1,42	-1,98	0,10	1,37	-0,28	-0,08	0,07
	2015	-2,88	-0,13	2,33	-2,91	-0,20	2,22	-0,25	-0,07	0,14
	2016	-1,90	0,37	2,12	-1,76	0,51	2,25	-0,01	0,14	0,35
	razem	-2,76	0,01	2,00	-2,74	-0,04	1,94	-0,28	-0,04	0,19
Akceptowa- nie różnych marek	2013	-2,43	-0,29	1,78	-2,51	-0,32	1,78	-0,13	-0,03	0,05
	2014	-1,92	0,10	1,34	-1,85	0,19	1,44	-0,02	0,09	0,19
	2015	-2,91	-0,10	2,22	-3,08	-0,20	2,22	-0,25	-0,09	0,06
	2016	-1,86	0,49	2,17	-1,95	0,36	2,07	-0,42	-0,13	0,00
	razem	-2,76	0,00	2,03	-2,77	-0,03	2,00	-0,21	-0,04	0,11
Wizyta jako fora spędza- nia wolnego czasu	2013	-2,44	-0,30	1,83	-2,41	-0,32	1,76	-0,16	-0,02	0,09
	2014	-1,92	0,20	1,44	-1,99	0,07	1,26	-0,25	-0,14	-0,03
	2015	-2,91	-0,16	2,09	-2,95	-0,11	2,22	-0,15	0,05	0,23
	2016	-1,90	0,40	2,12	-1,69	0,49	2,11	-0,10	0,08	0,38
	razem	-2,76	0,00	2,00	-2,79	-0,05	1,99	-0,18	-0,04	0,09
Skłonność do odwiedzin samodziel- nych	2013	-2,41	-0,29	1,79	-2,45	-0,33	1,76	-0,15	-0,04	0,06
	2014	-1,92	0,15	1,41	-1,92	0,14	1,38	-0,21	-0,01	0,16
	2015	-2,91	-0,18	2,13	-2,84	-0,10	2,22	-0,06	0,08	0,21
	2016	-1,83	0,39	2,05	-1,90	0,51	2,24	-0,09	0,13	0,32
	razem	-2,77	-0,03	1,94	-2,75	0,00	2,00	-0,13	0,03	0,22
Ocena oferty rozrywkowej	2013	-2,58	-0,46	1,73	-2,33	-0,18	2,02	0,06	0,28	0,50
	2014	-2,19	-0,19	1,19	-1,68	0,31	1,72	0,20	0,50	0,87
	2015	-2,87	-0,31	1,59	-3,00	-0,01	2,34	-0,19	0,30	0,81
	2016	-2,00	0,09	1,66	-1,63	0,74	2,28	0,31	0,64	1,23
	razem	-2,83	-0,26	1,59	-2,45	0,19	2,10	0,06	0,45	0,92
Ocena oferty podstawowej	2013	-3,12	-1,04	0,96	-1,79	0,22	1,95	0,65	1,26	1,83
	2014	-2,02	-0,13	1,01	-1,44	0,44	1,53	0,14	0,57	0,99
	2015	-3,12	-0,96	1,23	-1,89	0,40	2,42	0,61	1,36	2,02
	2016	-2,02	-0,21	1,38	-1,26	0,84	2,34	0,52	1,05	1,84
	razem	-3,26	-0,88	1,12	-1,50	0,58	2,17	0,83	1,46	2,20
Ocena usług dodatkowych	2013	-2,70	-0,45	1,75	-2,24	-0,18	1,80	-0,09	0,28	0,54
	2014	-1,88	0,21	1,45	-1,97	0,10	1,39	-0,24	-0,11	0,07
	2015	-3,22	-0,38	2,20	-2,59	0,05	2,33	-0,07	0,43	0,88
	2016	-1,98	0,24	1,86	-1,79	0,56	2,20	0,12	0,33	0,73
	razem	-2,87	-0,03	2,00	-2,71	0,01	1,97	-0,39	0,03	0,44

c.d. Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście zm. od minimalnej do maksymalnej		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Jakość dostępnych produktów	2013	-2,80	-0,65	1,57	-2,19	-0,08	1,93	0,07	0,57	0,97
	2014	-2,20	-0,05	1,38	-1,52	0,38	1,49	-0,01	0,43	0,89
	2015	-3,08	-0,37	1,93	-2,73	0,06	2,38	0,12	0,43	0,70
	2016	-2,02	0,05	1,65	-1,80	0,81	2,54	0,21	0,75	1,51
	razem	-3,11	-0,47	1,54	-2,36	0,32	2,26	0,25	0,79	1,37

Źródło: badania własne.

Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji.

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Ocena atrakcyjności komunikacji	2013	7,19%	46,94%	85,84%	15,74%	57,72%	97,57%	4,22%	10,79%	17,45%
	2014	20,82%	60,38%	85,92%	26,31%	64,41%	87,66%	-3,41%	4,03%	10,14%
	2015	0,69%	50,70%	91,30%	5,41%	64,26%	111,37%	3,17%	13,56%	24,27%
	2016	19,73%	62,19%	94,02%	26,67%	73,16%	104,47%	3,68%	10,97%	23,44%
	razem	9,58%	56,68%	91,07%	35,92%	83,77%	120,00%	10,26%	27,08%	40,85%
Ocena racj. aspektów komunikacji	2013	3,22%	42,00%	88,53%	24,21%	58,46%	96,08%	4,63%	16,47%	23,69%
	2014	20,59%	61,08%	87,21%	25,76%	63,10%	86,64%	-3,56%	2,01%	10,44%
	2015	-2,20%	51,01%	99,17%	7,02%	59,03%	103,76%	0,14%	8,02%	13,76%
	2016	14,33%	65,74%	101,22%	23,53%	68,79%	100,73%	-1,94%	3,05%	11,81%
	razem	-10,94%	38,89%	86,00%	22,84%	63,51%	98,36%	4,78%	24,62%	42,30%
Ocena oferty rozrywkowej	2013	6,79%	49,20%	92,84%	11,81%	54,82%	98,70%	1,29%	5,62%	10,07%
	2014	16,81%	55,86%	82,55%	26,77%	65,56%	92,92%	3,96%	9,71%	16,83%
	2015	2,55%	52,95%	90,37%	0,01%	58,86%	105,05%	-3,72%	5,91%	16,02%
	2016	18,25%	60,18%	91,44%	25,72%	73,02%	103,91%	6,12%	12,84%	24,64%
	razem	9,53%	56,86%	90,83%	16,59%	65,20%	100,36%	1,02%	8,34%	16,86%
Ocena oferty podstawowej	2013	-3,92%	37,56%	77,59%	22,65%	62,73%	97,28%	12,89%	25,17%	36,49%
	2014	20,24%	56,96%	79,15%	31,49%	68,00%	89,20%	2,80%	11,03%	19,26%
	2015	-2,34%	40,17%	83,16%	21,96%	66,91%	106,51%	12,07%	26,74%	39,81%
	2016	17,90%	54,14%	85,97%	33,13%	75,15%	105,04%	10,41%	21,01%	36,79%
	razem	1,75%	45,47%	82,21%	34,09%	72,35%	101,52%	15,33%	26,88%	40,45%
Ocena usług dodatkowych	2013	4,42%	49,32%	93,31%	13,67%	54,82%	94,24%	-1,81%	5,50%	10,81%
	2014	22,98%	63,58%	87,60%	21,21%	61,41%	86,49%	-4,65%	-2,18%	1,37%
	2015	-4,36%	51,50%	102,27%	8,08%	59,94%	104,85%	-1,35%	8,44%	17,30%
	2016	18,64%	63,05%	95,43%	22,47%	69,61%	102,23%	2,46%	6,56%	14,55%
	razem	8,85%	61,13%	98,49%	11,75%	61,76%	97,83%	-7,24%	0,63%	8,11%

c.d. Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Jakość dostępnych produktów	2013	2,36%	45,40%	89,72%	14,67%	56,70%	96,85%	1,45%	11,31%	19,39%
	2014	16,65%	58,58%	86,28%	30,01%	66,90%	88,43%	-0,13%	8,33%	17,34%
	2015	-1,52%	51,75%	97,04%	5,44%	60,13%	105,81%	2,28%	8,38%	13,78%
	2016	17,93%	59,41%	91,40%	22,23%	74,50%	109,18%	4,29%	15,09%	30,27%
	razem	4,39%	53,09%	89,92%	18,17%	67,57%	103,16%	4,68%	14,48%	25,16%
Ceny produktów osobistych	2013	7,12%	51,92%	97,17%	14,35%	52,81%	90,27%	-8,73%	0,89%	8,63%
	2014	20,53%	60,23%	85,00%	25,43%	63,31%	87,46%	-3,62%	3,08%	10,75%
	2015	-1,27%	52,86%	103,48%	10,33%	58,87%	102,25%	-3,48%	6,01%	14,19%
	2016	19,25%	66,34%	99,72%	21,32%	68,10%	100,86%	-1,06%	1,76%	8,06%
	razem	10,99%	62,28%	98,85%	11,67%	61,09%	98,49%	-12,18%	-1,19%	12,37%
Ceny żywności	2013	7,88%	51,00%	95,79%	13,20%	53,14%	93,56%	-3,59%	2,14%	5,89%
	2014	21,97%	64,12%	88,47%	24,67%	62,50%	86,48%	-9,49%	-1,63%	8,95%
	2015	1,52%	56,39%	103,56%	1,97%	55,93%	102,13%	-5,08%	-0,47%	3,67%
	2016	24,71%	67,26%	99,34%	18,23%	67,22%	102,99%	-11,18%	-0,04%	5,60%
	razem	11,17%	60,51%	94,55%	11,84%	62,87%	100,83%	-5,00%	2,36%	10,47%
Ceny prasy i książek	2013	12,62%	52,87%	91,87%	7,89%	51,64%	96,75%	-9,53%	-1,24%	6,25%
	2014	19,93%	62,36%	89,47%	26,26%	62,10%	84,36%	-8,85%	-0,26%	8,92%
	2015	0,06%	55,99%	105,13%	5,25%	55,55%	99,11%	-7,26%	-0,44%	6,19%
	2016	23,89%	66,68%	97,38%	17,58%	68,37%	103,81%	-10,11%	1,69%	8,00%
	razem	11,14%	61,95%	99,71%	11,54%	61,20%	97,78%	-6,25%	-0,75%	5,40%
Ceny usług rozrywkowych	2013	10,02%	53,02%	96,92%	8,75%	50,80%	91,74%	-9,15%	-2,22%	4,48%
	2014	22,17%	60,71%	83,36%	22,68%	64,08%	89,08%	-2,91%	3,38%	8,26%
	2015	-0,32%	54,67%	103,67%	6,62%	57,60%	101,88%	-3,04%	2,93%	8,10%
	2016	22,45%	70,08%	103,39%	15,67%	63,70%	99,92%	-16,64%	-6,38%	-0,68%
	razem	9,99%	60,86%	99,83%	13,39%	61,54%	97,74%	-5,38%	0,68%	7,13%
Ceny art. wyposażenia wnetrz	2013	10,52%	53,68%	95,50%	9,12%	50,88%	92,08%	-7,48%	-2,79%	2,11%
	2014	25,18%	64,55%	87,29%	20,45%	60,99%	87,07%	-9,28%	-3,56%	3,31%
	2015	9,63%	58,68%	102,49%	-0,96%	52,59%	102,83%	-14,22%	-6,09%	1,96%
	2016	25,42%	71,17%	102,40%	17,79%	63,58%	98,22%	-18,07%	-7,59%	-0,70%
	razem	16,72%	63,57%	97,18%	8,77%	60,63%	99,32%	-14,14%	-2,94%	10,48%
Ceny elektroniki i AGD	2013	15,85%	56,10%	95,17%	4,31%	47,67%	92,35%	-14,18%	-8,43%	-1,09%
	2014	23,05%	62,54%	86,86%	21,19%	60,74%	86,03%	-8,81%	-1,80%	5,85%
	2015	2,00%	54,51%	98,97%	1,53%	57,42%	104,74%	-3,51%	2,92%	11,21%
	2016	20,01%	68,15%	101,95%	21,41%	65,91%	97,74%	-4,98%	-2,24%	3,25%
	razem	17,85%	62,19%	94,17%	4,62%	56,67%	98,96%	-19,56%	-5,52%	11,71%

c.d. Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Przyjazność wnętrza	2013	7,14%	45,82%	88,45%	18,89%	56,38%	96,31%	4,05%	10,56%	16,84%
	2014	19,31%	58,65%	84,59%	28,44%	65,00%	87,52%	2,45%	6,35%	10,75%
	2015	1,19%	54,05%	98,70%	2,67%	57,85%	104,68%	-1,27%	3,81%	9,08%
	2016	16,48%	65,27%	99,57%	21,17%	68,08%	100,98%	-0,65%	2,81%	9,22%
	razem	8,80%	57,61%	96,51%	19,15%	64,46%	99,28%	-2,96%	6,85%	17,48%
Czystość wnętrza	2013	9,39%	49,79%	89,41%	10,59%	53,64%	95,30%	-3,12%	3,84%	10,21%
	2014	19,47%	57,80%	81,86%	29,44%	68,89%	90,51%	0,65%	11,09%	22,93%
	2015	-1,46%	50,96%	100,50%	7,80%	58,80%	104,56%	0,06%	7,84%	15,97%
	2016	18,45%	63,05%	96,76%	24,41%	69,79%	102,16%	0,55%	6,74%	15,85%
	razem	6,53%	55,79%	89,41%	13,75%	66,87%	104,79%	1,30%	11,08%	23,18%
Estetyka centrum	2013	11,65%	51,21%	89,03%	8,60%	52,67%	95,72%	-4,31%	1,46%	8,23%
	2014	22,14%	60,52%	82,91%	22,21%	63,76%	88,91%	-2,43%	3,24%	8,20%
	2015	0,31%	48,96%	89,75%	9,20%	60,80%	104,30%	3,86%	11,83%	19,52%
	2016	19,43%	59,19%	93,97%	30,02%	71,22%	103,24%	4,10%	12,04%	22,46%
	razem	10,46%	56,80%	90,84%	14,92%	64,73%	101,72%	1,28%	7,92%	14,86%
Możliwość odpoczynku	2013	8,95%	51,17%	93,59%	11,21%	53,09%	94,09%	-2,18%	1,92%	4,97%
	2014	21,15%	62,64%	89,31%	23,41%	62,11%	85,98%	-5,13%	-0,53%	4,05%
	2015	-4,99%	52,32%	104,36%	8,03%	58,64%	101,85%	-3,43%	6,32%	13,33%
	2016	19,37%	67,11%	101,72%	21,88%	67,35%	100,33%	-2,73%	0,24%	6,92%
	razem	9,32%	60,73%	98,30%	12,72%	61,82%	98,51%	-4,80%	1,09%	7,37%
Czystość toalet	2013	9,02%	52,77%	97,01%	11,84%	51,09%	89,06%	-11,66%	-1,68%	7,21%
	2014	18,11%	57,14%	81,24%	25,19%	64,96%	89,26%	-1,37%	7,82%	15,21%
	2015	-5,97%	49,15%	97,35%	6,69%	59,95%	105,64%	2,37%	10,80%	17,61%
	2016	18,74%	69,57%	104,09%	21,77%	66,05%	99,09%	-10,22%	-3,52%	5,30%
	razem	7,29%	57,09%	95,75%	18,52%	65,00%	99,93%	-1,99%	7,90%	18,03%
Jakość oznaczeń	2013	10,38%	49,98%	86,92%	8,10%	54,44%	98,73%	-5,17%	4,46%	15,04%
	2014	13,75%	57,87%	87,90%	28,76%	63,72%	85,59%	-4,66%	5,84%	16,75%
	2015	5,83%	55,23%	93,93%	-0,40%	57,72%	107,75%	-7,68%	2,49%	15,14%
	2016	17,79%	70,69%	106,35%	20,71%	65,10%	98,48%	-10,67%	-5,60%	3,54%
	razem	7,80%	59,68%	98,50%	14,53%	63,35%	97,90%	-4,64%	3,67%	12,19%
ocena personelu ochrony	2013	8,37%	48,04%	85,96%	11,38%	55,21%	96,98%	-0,43%	7,16%	15,97%
	2014	25,27%	62,03%	79,84%	17,37%	63,10%	89,53%	-8,82%	1,07%	11,23%
	2015	-0,19%	52,55%	97,04%	4,50%	59,53%	105,48%	-0,87%	6,98%	13,53%
	2016	20,36%	65,21%	96,90%	20,72%	68,65%	102,04%	-1,69%	3,44%	6,43%
	razem	8,44%	58,41%	92,51%	11,87%	63,78%	100,29%	-1,78%	5,37%	13,78%

c.d. Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
ocena poziomu obsługi	2013	9,35%	49,93%	88,86%	10,54%	54,06%	95,87%	-1,11%	4,14%	9,71%
	2014	22,17%	58,92%	79,62%	22,19%	64,89%	89,66%	-3,63%	5,97%	15,61%
	2015	0,96%	51,30%	98,21%	9,75%	60,71%	105,91%	2,60%	9,40%	15,08%
	2016	17,12%	63,98%	96,72%	22,58%	69,78%	102,37%	0,21%	5,80%	12,45%
	razem	10,69%	58,56%	92,05%	15,20%	65,14%	101,41%	-0,63%	6,58%	13,41%
dostępność pomocy informacyjnej	2013	10,84%	51,20%	90,67%	8,93%	52,19%	95,13%	-4,20%	0,99%	7,15%
	2014	18,90%	61,28%	88,96%	26,73%	65,30%	88,69%	-4,57%	4,03%	13,64%
	2015	6,21%	56,80%	97,94%	-0,53%	55,85%	104,18%	-9,26%	-0,95%	8,23%
	2016	19,39%	62,16%	93,31%	21,28%	70,31%	103,45%	1,34%	8,15%	15,49%
	razem	15,69%	64,21%	97,17%	7,91%	61,42%	99,57%	-12,63%	-2,79%	9,13%
Podmiot bardziej elegancki od innych	2013	6,45%	43,28%	78,01%	18,64%	58,23%	94,01%	5,45%	14,95%	24,67%
	2014	17,74%	50,34%	74,87%	36,89%	67,30%	86,73%	6,20%	16,96%	23,53%
	2015	-0,97%	43,03%	79,57%	17,18%	64,59%	102,73%	9,32%	21,56%	34,12%
	2016	19,27%	57,61%	88,00%	30,14%	72,31%	100,72%	8,03%	14,70%	27,07%
	razem	7,83%	50,93%	79,39%	22,20%	67,34%	98,42%	7,74%	16,41%	23,90%
Podmiot jest bardziej prestiżowy od innych	2013	4,76%	41,90%	78,64%	19,66%	59,38%	97,96%	7,34%	17,48%	27,44%
	2014	18,48%	51,83%	75,33%	35,12%	67,39%	86,73%	8,04%	15,56%	21,49%
	2015	-1,61%	45,42%	81,87%	13,98%	64,47%	102,73%	7,57%	19,05%	29,60%
	2016	20,35%	57,31%	84,99%	31,05%	73,83%	100,72%	8,40%	16,52%	30,16%
	razem	7,59%	50,36%	77,61%	23,72%	68,87%	98,42%	9,02%	18,52%	26,33%
Możliwość dotarcia	2013	5,32%	44,14%	83,30%	17,00%	58,49%	98,95%	6,53%	14,34%	23,51%
	2014	16,42%	57,48%	86,02%	28,28%	64,39%	87,04%	-1,53%	6,92%	15,46%
	2015	0,75%	55,78%	103,43%	3,37%	56,54%	102,49%	-3,72%	0,76%	5,30%
	2016	19,53%	62,54%	94,90%	21,95%	69,99%	104,37%	1,35%	7,45%	14,09%
	razem	6,44%	55,60%	89,88%	14,62%	65,46%	101,26%	1,32%	9,85%	19,34%
Godziny otwarcia	2013	13,50%	52,03%	88,51%	7,47%	52,48%	96,39%	-6,49%	0,44%	9,97%
	2014	22,27%	61,26%	84,74%	22,60%	62,93%	87,67%	-2,38%	1,67%	6,67%
	2015	-1,10%	53,56%	102,09%	4,37%	57,25%	102,67%	-2,33%	3,69%	8,89%
	2016	18,58%	66,94%	101,40%	23,44%	67,63%	100,66%	-4,87%	0,70%	9,57%
	razem	11,13%	58,69%	92,91%	11,08%	63,73%	101,50%	-2,90%	5,04%	11,92%
Ocena parkingu	2013	7,99%	47,39%	86,24%	12,21%	55,66%	97,77%	2,08%	8,26%	15,79%
	2014	22,69%	65,75%	91,35%	22,85%	61,71%	84,94%	-9,38%	-4,04%	1,47%
	2015	0,13%	51,88%	96,25%	4,07%	59,42%	106,62%	1,19%	7,53%	14,40%
	2016	16,99%	60,22%	91,37%	23,66%	73,74%	106,65%	5,47%	13,52%	24,81%
	razem	11,44%	59,90%	94,62%	10,83%	63,03%	100,49%	-4,64%	3,13%	11,97%

c.d. Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Cel – dom i styl życia	2013	6,80%	50,89%	94,22%	15,99%	53,35%	91,18%	-7,07%	2,46%	9,86%
	2014	21,50%	60,61%	85,39%	23,55%	63,77%	89,01%	-0,10%	3,17%	5,75%
	2015	-4,27%	52,50%	100,86%	4,22%	60,09%	106,20%	1,19%	7,59%	13,06%
	2016	19,11%	64,85%	98,72%	22,37%	69,58%	103,31%	1,62%	4,73%	10,28%
	razem	9,17%	61,02%	99,14%	13,25%	62,06%	97,80%	-4,25%	1,04%	6,44%
Cel – wygląd	2013	8,00%	47,66%	87,62%	14,22%	55,47%	94,76%	2,00%	7,80%	13,33%
	2014	19,63%	60,45%	87,11%	23,56%	63,58%	86,96%	-4,04%	3,13%	10,45%
	2015	-5,09%	48,56%	91,55%	7,33%	61,80%	103,93%	4,41%	13,24%	21,18%
	2016	17,01%	62,51%	97,33%	26,26%	70,18%	101,29%	0,88%	7,68%	17,83%
	razem	8,39%	58,30%	95,55%	13,22%	63,38%	99,67%	-0,65%	5,07%	11,63%
Cel – spędzanie wolnego czasu	2013	10,61%	55,26%	100,64%	7,78%	49,62%	91,80%	-11,98%	-5,64%	0,85%
	2014	17,88%	58,43%	83,14%	23,55%	66,75%	91,19%	2,81%	8,31%	12,85%
	2015	0,18%	54,43%	100,70%	4,63%	57,67%	103,10%	-1,41%	3,24%	8,25%
	2016	19,00%	64,17%	99,29%	28,15%	69,93%	101,28%	0,65%	5,76%	14,71%
	razem	11,45%	60,58%	96,51%	10,70%	62,14%	100,44%	-10,19%	1,55%	11,56%
Cel – zakupy żywności	2013	9,72%	52,07%	94,26%	9,89%	52,07%	93,84%	-4,03%	0,00%	4,73%
	2014	23,08%	61,00%	85,04%	21,71%	64,27%	90,91%	-5,35%	3,28%	9,75%
	2015	1,31%	55,76%	104,00%	5,99%	56,66%	100,04%	-4,79%	0,90%	6,69%
	2016	17,90%	63,93%	97,98%	20,54%	71,14%	105,53%	0,92%	7,21%	16,36%
	razem	10,93%	61,64%	98,27%	10,76%	61,21%	98,48%	-4,05%	-0,43%	3,16%
Cel – artykuły luksusowe	2013	11,44%	53,12%	93,62%	7,06%	51,13%	95,07%	-5,83%	-1,99%	2,81%
	2014	23,43%	64,01%	88,92%	21,53%	60,76%	84,29%	-8,88%	-3,25%	2,95%
	2015	-3,35%	52,22%	103,06%	12,33%	59,79%	101,07%	-3,70%	7,56%	17,31%
	2016	18,16%	67,48%	103,35%	25,79%	66,53%	98,22%	-5,52%	-0,95%	9,13%
	razem	12,12%	63,60%	99,36%	9,75%	59,56%	95,75%	-11,08%	-4,05%	3,07%
Skłonność do odw. wszystkich sklepów	2013	11,19%	52,48%	93,05%	7,85%	51,81%	95,78%	-3,69%	-0,67%	3,44%
	2014	22,07%	61,67%	86,45%	20,13%	62,72%	88,94%	-3,82%	1,05%	3,75%
	2015	1,83%	54,37%	103,37%	7,75%	57,87%	102,73%	-0,95%	3,51%	6,98%
	2016	20,35%	66,75%	100,72%	20,61%	66,91%	100,97%	-2,95%	0,16%	3,44%
	razem	10,90%	61,38%	98,42%	9,35%	61,21%	99,83%	-2,88%	-0,17%	2,28%
Skłonność do dokonywania niezapl. zakupów	2013	8,97%	51,53%	94,12%	11,47%	53,33%	93,93%	-0,51%	1,80%	3,51%
	2014	22,90%	63,04%	87,13%	20,95%	61,46%	86,12%	-5,44%	-1,57%	1,42%
	2015	2,50%	56,47%	104,83%	1,83%	55,11%	102,73%	-4,98%	-1,36%	2,76%
	2016	20,35%	65,76%	100,72%	23,04%	68,60%	103,27%	-0,14%	2,84%	7,03%
	razem	10,90%	61,76%	98,42%	11,16%	60,97%	97,29%	-5,16%	-0,80%	3,50%
Akceptowanie różn. marek	2013	9,79%	52,59%	93,90%	8,25%	51,94%	94,01%	-2,51%	-0,65%	1,09%
	2014	22,07%	61,35%	85,53%	23,52%	63,15%	87,39%	-0,48%	1,79%	3,78%
	2015	1,83%	56,98%	102,66%	-1,47%	55,14%	102,73%	-4,88%	-1,83%	1,13%
	2016	21,14%	68,17%	101,74%	19,37%	65,52%	99,67%	-8,30%	-2,65%	0,06%
	razem	10,90%	61,74%	98,95%	10,76%	61,05%	98,42%	-3,84%	-0,69%	2,02%

c.d. Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji

Zmienna	Rok	Minimalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Maksymalna ocena obszaru – poziom zadowolenia (%)*			Zmiana poziomu zadowolenia przy wzroście oceny zm. od minimalnej do maksymalnej (%)**		
		min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.	min.	śr.	maks.
Wizyta jako forma spędzania wolnego czasu	2013	9,61%	52,41%	94,92%	10,28%	51,93%	93,45%	-3,13%	-0,48%	1,88%
	2014	22,07%	63,47%	87,41%	20,79%	60,79%	84,02%	-4,80%	-2,68%	-0,65%
	2015	1,83%	55,82%	100,10%	1,11%	56,77%	102,73%	-2,98%	0,95%	4,55%
	2016	20,35%	66,34%	100,72%	24,42%	68,03%	100,54%	-2,00%	1,69%	7,54%
	razem	10,90%	61,61%	98,42%	10,33%	60,80%	98,20%	-3,30%	-0,81%	1,64%
Skłonność do oddziaływań samodzielnymi	2013	10,09%	52,51%	94,10%	9,37%	51,78%	93,51%	-3,02%	-0,74%	1,29%
	2014	22,07%	62,41%	86,94%	22,24%	62,29%	86,35%	-4,11%	-0,12%	3,13%
	2015	1,83%	55,50%	100,97%	3,19%	57,06%	102,73%	-1,13%	1,56%	4,12%
	2016	21,77%	66,06%	99,31%	20,35%	68,56%	103,20%	-1,82%	2,50%	6,39%
	razem	10,66%	61,14%	97,42%	11,04%	61,72%	98,42%	-2,41%	0,58%	3,97%

Źródło: opracowanie własne.

* wartość reprezentuje odległość od najniższej wartości zbioru obserwowanych ocen satysfakcji wyrażoną stosunkiem do rozstępu zbioru obserwowanych ocen satysfakcji – wartość 0% oznacza wartość równą najniższej wartości obserwowanej, podczas gdy np. 25% oznacza wartość odległą od najniższej obserwowanej wartości o ¼ różnicy między obserwowaną wartością minimalną oraz maksymalną. Wartości te mogą być większe od 100% bądź niższe od 0% w sytuacji gdy odpowiednio są większe bądź mniejsze od wartości maksymalnych i minimalnych w zbiorze danych. Sytuacja taka jest możliwa, ponieważ maksymalna (i analogicznie, minimalna) wartość satysfakcji w zbiorze danych (która jest składową główną kilku zmiennych) nie jest wartością potencjalnie największą – respondenci nigdy nie wybierali we wszystkich zmiennych reprezentujących satysfakcję samych najwyższych pozycji skali.

** wartość reprezentuje stosunek różnicy względem całkowitego rozstępu zbioru ocen satysfakcji.

Tabela 19. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty

Skupienie	1		2		3		4	
	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.
Ocena oferty podst. 1	0,157	0,047	0,216	0,047	0,146	0,032	0,120	0,020
Ocena oferty podst. 2	0,157	0,038	0,259	0,050	0,174	0,043	0,123	0,023
Ocena oferty podst. 3	0,154	0,030	0,271	0,046	0,218	0,055	0,136	0,031
Ocena oferty podst. 4	0,155	0,026	0,233	0,068	0,269	0,058	0,161	0,040
Ocena oferty podst. 5	0,158	0,021	0,180	0,045	0,302	0,053	0,191	0,050
Ocena oferty podst. 6	0,159	0,017	0,159	0,021	0,279	0,066	0,218	0,061
Ocena oferty rozr. 1	0,089	0,018	0,137	0,036	0,097	0,030	0,065	0,015
Ocena oferty rozr. 2	0,093	0,016	0,145	0,039	0,115	0,035	0,070	0,018
Ocena oferty rozr. 3	0,098	0,016	0,140	0,041	0,142	0,036	0,079	0,023
Ocena oferty rozr. 4	0,101	0,014	0,129	0,042	0,168	0,033	0,091	0,026

c.d. Tabela 19. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty

Skupienie	1		2		3		4	
Zmienna	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.
Ocena oferty rozr. 5	0,104	0,013	0,117	0,035	0,187	0,033	0,106	0,032
Ocena oferty rozr. 6	0,105	0,013	0,110	0,026	0,190	0,034	0,121	0,036
Usługi dodatkowe 1	0,049	0,009	0,070	0,018	0,056	0,017	0,036	0,007
Usługi dodatkowe 2	0,050	0,008	0,069	0,019	0,062	0,019	0,037	0,008
Usługi dodatkowe 3	0,051	0,008	0,069	0,020	0,071	0,020	0,039	0,009
Usługi dodatkowe 4	0,053	0,008	0,067	0,021	0,081	0,020	0,042	0,010
Usługi dodatkowe 5	0,054	0,007	0,064	0,019	0,089	0,019	0,045	0,012
Usługi dodatkowe 6	0,054	0,007	0,062	0,017	0,096	0,018	0,049	0,014
Jakość dost. prod. 1	0,107	0,030	0,127	0,040	0,071	0,021	0,045	0,011
Jakość dost. prod. 2	0,119	0,028	0,147	0,042	0,091	0,034	0,049	0,013
Jakość dost. prod. 3	0,129	0,023	0,161	0,042	0,127	0,047	0,057	0,019
Jakość dost. prod. 4	0,139	0,017	0,163	0,039	0,183	0,051	0,071	0,027
Jakość dost. prod. 5	0,145	0,016	0,160	0,037	0,230	0,045	0,095	0,039
Jakość dost. prod. 6	0,147	0,015	0,155	0,022	0,239	0,033	0,130	0,052

Źródło: opracowanie własne. Kolejne wartości wyrażają średnią poprawę poziomu satysfakcji w przypadkach uwzględnionych w danym skupieniu przy wzroście kolejnych zmiennych od minimum poprzez kolejne zdefiniowane poziomy, aż do wartości maksymalnej.

Tabela 20. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru cen

Skupienie	1		2	
Zmienna	śr.	odch. std.	śr.	odch. std.
Ceny prod. osobistych 1	0,003	0,013	0,004	0,008
Ceny prod. osobistych 2	0,010	0,013	0,006	0,007
Ceny prod. osobistych 3	0,018	0,013	0,009	0,006
Ceny prod. osobistych 4	0,026	0,014	0,011	0,005
Ceny prod. osobistych 5	0,034	0,016	0,013	0,005
Ceny prod. osobistych 6	0,040	0,017	0,016	0,006
Ceny prasy i ks. 1	-0,068	0,028	0,031	0,023
Ceny prasy i ks. 2	-0,060	0,028	0,038	0,020
Ceny prasy i ks. 3	-0,048	0,030	0,044	0,016
Ceny prasy i ks. 4	-0,029	0,032	0,050	0,012
Ceny prasy i ks. 5	-0,010	0,037	0,054	0,010
Ceny prasy i ks. 6	0,008	0,041	0,058	0,010
Ceny art. elektr. i AGD 1	-0,016	0,018	-0,033	0,004
Ceny art. elektr. i AGD 2	-0,010	0,018	-0,032	0,005
Ceny art. elektr. i AGD 3	-0,005	0,017	-0,030	0,006
Ceny art. elektr. i AGD 4	0,000	0,016	-0,029	0,007
Ceny art. elektr. i AGD 5	0,005	0,014	-0,027	0,007

c.d. Tabela 20. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru cen

Skupienie	1		2	
	śr.	odch. std.	śr.	odch. std.
Ceny art. elektr. i AGD 6	0,009	0,013	-0,024	0,008
Ceny art. wyp. wewnątrz 1	-0,122	0,037	-0,051	0,008
Ceny art. wyp. wewnątrz 2	-0,117	0,034	-0,048	0,009
Ceny art. wyp. wewnątrz 3	-0,106	0,031	-0,044	0,012
Ceny art. wyp. wewnątrz 4	-0,090	0,027	-0,040	0,017
Ceny art. wyp. wewnątrz 5	-0,076	0,023	-0,036	0,020
Ceny art. wyp. wewnątrz 6	-0,064	0,019	-0,033	0,020
Ceny usł. rozrywkowych 1	-0,096	0,031	-0,032	0,007
Ceny usł. rozrywkowych 2	-0,096	0,027	-0,031	0,009
Ceny usł. rozrywkowych 3	-0,093	0,025	-0,029	0,011
Ceny usł. rozrywkowych 4	-0,088	0,024	-0,030	0,016
Ceny usł. rozrywkowych 5	-0,081	0,022	-0,031	0,021
Ceny usł. rozrywkowych 6	-0,073	0,019	-0,032	0,024

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 21. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru wizerunku i komunikacji

Skupienie	1		2		3		4	
	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.
Atrakcyjność kom. 1	0,097	0,027	0,057	0,010	0,075	0,023	0,064	0,020
Atrakcyjność kom. 2	0,104	0,031	0,065	0,014	0,096	0,030	0,070	0,018
Atrakcyjność kom. 3	0,105	0,032	0,076	0,019	0,125	0,034	0,076	0,015
Atrakcyjność kom. 4	0,100	0,030	0,090	0,026	0,152	0,034	0,082	0,011
Atrakcyjność kom. 5	0,095	0,022	0,109	0,032	0,170	0,036	0,086	0,009
Atrakcyjność kom. 6	0,094	0,015	0,127	0,036	0,173	0,040	0,089	0,008
Racj. aspekty kom. 1	0,022	0,021	0,061	0,014	0,038	0,018	-0,006	0,012
Racj. aspekty kom. 2	0,025	0,025	0,068	0,011	0,050	0,017	-0,005	0,012
Racj. aspekty kom. 3	0,024	0,027	0,073	0,012	0,063	0,016	-0,003	0,011
Racj. aspekty kom. 4	0,022	0,027	0,078	0,013	0,076	0,016	-0,001	0,009
Racj. aspekty kom. 5	0,018	0,023	0,081	0,015	0,088	0,018	0,001	0,009
Racj. aspekty kom. 6	0,017	0,015	0,084	0,018	0,092	0,025	0,004	0,010
Prestiz 1	0,171	0,036	0,085	0,014	0,126	0,032	0,114	0,027
Prestiz 2	0,184	0,035	0,095	0,021	0,151	0,036	0,115	0,021
Prestiz 3	0,182	0,043	0,108	0,029	0,182	0,040	0,119	0,019
Prestiz 4	0,159	0,043	0,126	0,033	0,212	0,039	0,123	0,017
Prestiz 5	0,132	0,024	0,147	0,038	0,227	0,036	0,128	0,015
Prestiz 6	0,126	0,016	0,165	0,046	0,213	0,047	0,131	0,013

c.d. Tabela 21. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru wizerunku i komunikacji

Skupienie	1		2		3		4	
Zmienna	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.	śr.	odch. st.
Elegancja 1	0,170	0,028	0,094	0,014	0,130	0,025	0,105	0,032
Elegancja 2	0,181	0,028	0,100	0,016	0,148	0,029	0,100	0,023
Elegancja 3	0,176	0,037	0,109	0,019	0,171	0,032	0,098	0,018
Elegancja 4	0,147	0,041	0,119	0,023	0,189	0,032	0,099	0,015
Elegancja 5	0,115	0,032	0,133	0,027	0,200	0,032	0,102	0,013
Elegancja 6	0,102	0,019	0,144	0,033	0,191	0,040	0,103	0,011

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 22. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty

	N	Śr.	Min.	Maks.	Odch. std
Zmienna	Skupienie 1				
Poziom zadowolenia	364	0,86	-1,43	2,08	0,71
Czas spędzany w centrum	364	2,52	1,00	4,00	0,74
Kwota przeznaczana na zakupy	364	3,48	1,00	7,00	1,18
Cel – dom i styl życia	364	0,10	-2,66	3,14	1,06
Cel – wygląd	364	0,40	-2,70	2,24	0,90
Cel – czas wolny	364	0,38	-2,19	2,73	1,00
Cel – żywność	364	0,17	-2,04	2,91	1,10
Cel – art. luksusowe	364	-0,04	-2,68	2,80	0,99
Sklepy: wybrane – różne	364	0,06	-1,21	1,38	1,05
Zakupy: zaplanowane – różne	364	0,14	-1,19	1,81	0,98
Marki: wybrane – różne	364	-0,08	-1,46	1,25	1,03
Wizyta: zakupy – czas wolny	364	0,11	-0,98	2,10	1,04
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	364	-0,11	-1,08	1,69	0,97
	Skupienie 2				
Poziom zadowolenia	109	0,39	-0,91	1,72	0,54
Czas spędzany w centrum	109	2,07	1,00	4,00	0,62
Kwota przeznaczana na zakupy	109	3,07	1,00	5,00	0,98
Cel – dom i styl życia	109	0,01	-1,47	2,87	0,90
Cel – wygląd	109	-0,31	-3,06	1,65	0,96
Cel – czas wolny	109	-0,06	-1,94	2,52	1,00
Cel – żywność	109	0,15	-2,09	2,82	1,17
Cel – art. luksusowe	109	-0,39	-2,40	2,35	0,85
Sklepy: wybrane – różne	109	-0,16	-1,21	1,38	0,95
Zakupy: zaplanowane – różne	109	-0,24	-1,19	1,81	0,87
Marki: wybrane – różne	109	-0,21	-1,46	1,25	1,03
Wizyta: zakupy – czas wolny	109	-0,32	-0,98	2,10	0,79
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	109	0,00	-1,08	1,69	0,98

c.d. Tabela 22. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty

Skupienie 3					
Poziom zadowolenia	74	-0,43	-1,61	1,02	0,57
Czas spędzany w centrum	74	1,86	1,00	3,00	0,71
Kwota przeznaczana na zakupy	74	2,58	1,00	6,00	1,13
Cel – dom i styl życia	74	-0,07	-1,55	1,87	0,79
Cel – wygląd	74	-0,67	-2,70	1,58	1,08
Cel – czas wolny	74	-0,47	-2,12	1,47	0,89
Cel – żywność	74	0,20	-1,95	2,80	1,10
Cel – art. luksusowe	74	-0,30	-1,92	2,19	0,81
Sklepy: wybrane – różne	74	-0,16	-1,21	1,38	0,94
Zakupy: zaplanowane – różne	74	-0,25	-1,19	1,81	0,74
Marki: wybrane – różne	74	-0,01	-1,46	1,25	0,94
Wizyta: zakupy – czas wolny	74	-0,37	-0,98	0,87	0,69
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	74	0,17	-1,08	1,69	0,93
Skupienie 4					
Poziom zadowolenia	138	-0,69	-2,92	1,46	0,86
Czas spędzany w centrum	138	2,06	1,00	4,00	0,72
Kwota przeznaczana na zakupy	138	3,00	1,00	7,00	1,26
Cel – dom i styl życia	138	-0,25	-2,14	2,24	0,83
Cel – wygląd	138	-0,30	-2,60	1,81	0,99
Cel – czas wolny	138	-0,15	-1,72	2,26	0,95
Cel – żywność	138	-0,29	-2,31	2,53	0,98
Cel – art. luksusowe	138	0,12	-1,81	2,71	1,03
Sklepy: wybrane – różne	138	-0,09	-1,21	1,38	0,93
Zakupy: zaplanowane – różne	138	-0,11	-1,19	1,81	0,82
Marki: wybrane – różne	138	-0,11	-1,46	1,25	0,95
Wizyta: zakupy – czas wolny	138	-0,05	-0,98	2,10	0,83
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	138	-0,10	-1,08	1,69	0,86

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 23. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru oceny atrakcyjności cen

zmienna	N	Śr.	Min.	Maks.	Odch. std
	Skupienie 1				
Poziom zadowolenia	271	-0,48	-2,92	1,25	0,76
Czas spędzany w centrum	271	2,04	1,00	4,00	0,71
Kwota przeznaczana na zakupy	271	2,92	1,00	6,00	1,17
Cel – dom i styl życia	271	-0,09	-1,90	2,87	0,87
Cel – wygląd	271	-0,47	-2,70	1,90	1,00
Cel – czas wolny	271	-0,23	-2,12	2,52	0,96
Cel – żywność	271	-0,09	-2,31	2,80	1,04
Cel – art. luksusowe	271	-0,08	-1,92	2,71	0,92

c.d. Tabela 23. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru oceny atrakcyjności cen

Sklepy: wybrane – różne	271	-0,07	-1,21	1,38	0,92
Zakupy: zaplanowane – różne	271	-0,13	-1,19	1,81	0,81
Marki: wybrane – różne	271	-0,08	-1,46	1,25	0,95
Wizyta: zakupy – czas wolny	271	-0,08	-0,98	2,10	0,85
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	271	-0,01	-1,08	1,69	0,88

Skupienie 2

Poziom zadowolenia	414	0,86	-0,87	2,08	0,66
Czas spędzany w centrum	414	2,45	1,00	4,00	0,75
Kwota przeznaczana na zakupy	414	3,42	1,00	7,00	1,18
Cel – dom i styl życia	414	0,06	-2,66	3,14	1,03
Cel – wygląd	414	0,35	-3,06	2,24	0,92
Cel – czas wolny	414	0,34	-2,19	2,73	1,01
Cel – żywność	414	0,18	-2,04	2,91	1,13
Cel – art. luksusowe	414	-0,10	-2,68	2,80	1,00
Sklepy: wybrane – różne	414	0,00	-1,21	1,38	1,05
Zakupy: zaplanowane – różne	414	0,07	-1,19	1,81	0,98
Marki: wybrane – różne	414	-0,11	-1,46	1,25	1,04
Wizyta: zakupy – czas wolny	414	-0,02	-0,98	2,10	1,01
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	414	-0,09	-1,08	1,69	0,99

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 24. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru odbioru komunikacji i wizerunku

zmienna	N	Śr.	Min.	Maks.	Odch. std
Skupienie 1					
Poziom zadowolenia	113	0,38	-0,84	1,72	0,52
Czas spędzany w centrum	113	2,14	1,00	4,00	0,65
Kwota przeznaczana na zakupy	113	3,04	1,00	6,00	1,03
Cel – dom i styl życia	113	0,06	-1,93	2,87	0,90
Cel – wygląd	113	-0,21	-3,06	1,90	0,94
Cel – czas wolny	113	-0,01	-1,94	2,52	1,00
Cel – żywność	113	0,07	-1,74	2,82	1,13
Cel – art. luksusowe	113	-0,26	-2,40	2,40	0,86
Sklepy: wybrane – różne	113	-0,05	-1,21	1,38	0,94
Zakupy: zaplanowane – różne	113	-0,10	-1,19	1,81	0,92
Marki: wybrane – różne	113	-0,03	-1,46	1,25	0,97
Wizyta: zakupy – czas wolny	113	-0,04	-0,98	2,10	0,90
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	113	0,03	-1,08	1,69	0,93
Skupienie 2					
Poziom zadowolenia	112	-0,84	-2,92	0,89	0,78
Czas spędzany w centrum	112	2,02	1,00	4,00	0,73
Kwota przeznaczana na zakupy	112	2,92	1,00	6,00	1,19

c.d. Tabela 24. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru odbioru komunikacji i wizerunku

Cel – dom i styl życia	112	-0,18	-1,90	2,29	0,89
Cel – wygląd	112	-0,47	-2,60	1,48	0,97
Cel – czas wolny	112	-0,19	-1,70	2,26	0,95
Cel – żywność	112	-0,21	-2,31	2,53	1,00
Cel – art. luksusowe	112	0,02	-1,81	2,71	0,98
Sklepy: wybrane – różne	112	-0,10	-1,21	1,38	0,91
Zakupy: zaplanowane – różne	112	-0,16	-1,19	1,81	0,77
Marki: wybrane – różne	112	-0,05	-1,46	1,25	0,93
Wizyta: zakupy – czas wolny	112	-0,04	-0,98	2,10	0,83
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	112	-0,05	-1,08	1,69	0,86

Skupienie 3

Poziom zadowolenia	107	-0,39	-1,77	1,18	0,62
Czas spędzany w centrum	107	1,91	1,00	3,00	0,65
Kwota przeznaczana na zakupy	107	2,79	1,00	6,00	1,18
Cel – dom i styl życia	107	-0,09	-1,45	1,87	0,75
Cel – wygląd	107	-0,62	-2,70	1,58	1,00
Cel – czas wolny	107	-0,50	-2,12	1,65	0,85
Cel – żywność	107	-0,03	-2,09	2,80	1,08
Cel – art. luksusowe	107	-0,20	-1,92	2,35	0,91
Sklepy: wybrane – różne	107	-0,18	-1,21	1,38	0,91
Zakupy: zaplanowane – różne	107	-0,23	-1,19	1,81	0,79
Marki: wybrane – różne	107	-0,12	-1,46	1,25	0,97
Wizyta: zakupy – czas wolny	107	-0,32	-0,98	2,10	0,74
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	107	0,11	-1,08	1,69	0,94

Skupienie 4

Poziom zadowolenia	353	0,91	-0,99	2,08	0,68
Czas spędzany w centrum	353	2,54	1,00	4,00	0,74
Kwota przeznaczana na zakupy	353	3,51	1,00	7,00	1,18
Cel – dom i styl życia	353	0,06	-2,66	3,14	1,07
Cel – wygląd	353	0,46	-2,70	2,24	0,88
Cel – czas wolny	353	0,43	-2,19	2,73	0,99
Cel – żywność	353	0,20	-2,04	2,91	1,11
Cel – art. luksusowe	353	-0,04	-2,68	2,80	1,01
Sklepy: wybrane – różne	353	0,05	-1,21	1,38	1,07
Zakupy: zaplanowane – różne	353	0,13	-1,19	1,81	0,99
Marki: wybrane – różne	353	-0,13	-1,46	1,25	1,05
Wizyta: zakupy – czas wolny	353	0,04	-0,98	2,10	1,04
Odwiedziny: w grupie – samodzielne	353	-0,14	-1,08	1,69	0,98

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 25. Wartości indeksu H dla kolejnych badanych zmiennych

Zmienna	próba z roku 2013	próba z roku 2014	próba z roku 2015	próba z roku 2016	Średnia dla zmiennej	Model łączny
ocena atrakcyjności komunikacji	2,71%	2,96%	3,55%	2,11%	2,83%	2,88%
ocena racj. aspektów komunikacji	5,40%	4,25%	1,99%	3,30%	3,73%	7,55%
ocena oferty rozrywkowej	1,23%	3,10%	5,92%	4,02%	3,56%	2,81%
ocena oferty podstawowej	5,66%	5,02%	5,95%	5,89%	5,63%	4,97%
ocena usług dodatkowych	5,25%	1,05%	3,38%	2,85%	3,13%	3,41%
jakość dostępnych produktów	4,35%	3,75%	1,53%	3,30%	3,23%	2,43%
ceny produktów osobistych	6,28%	3,42%	4,90%	0,92%	3,88%	3,23%
ceny żywności	3,26%	4,77%	1,49%	4,42%	3,48%	2,72%
ceny prasy i książek	3,18%	4,21%	3,41%	3,58%	3,60%	1,77%
ceny usług rozrywkowych	2,38%	3,03%	2,28%	3,56%	2,81%	2,63%
ceny artykułów wyposażenia wnętrz	2,14%	3,26%	2,77%	3,00%	2,79%	3,68%
ceny elektroniki i AGD	3,15%	3,53%	2,42%	1,65%	2,69%	4,47%
przyjazność wnętrza	2,11%	2,07%	2,14%	2,51%	2,21%	3,30%
czystość wnętrza	2,44%	7,61%	2,91%	2,26%	3,81%	5,95%
estetyka centrum	4,38%	2,70%	2,66%	4,19%	3,48%	3,32%
możliwość odpoczynku	0,85%	2,18%	4,47%	3,00%	2,62%	2,00%
czystość toalet	3,81%	5,73%	1,67%	2,86%	3,52%	2,38%
jakość oznaczeń	4,21%	4,13%	5,39%	2,24%	3,99%	2,53%
ocena personelu ochrony	3,25%	4,36%	1,71%	2,14%	2,87%	1,97%
ocena poziomu obsługi	2,01%	3,82%	1,32%	2,24%	2,35%	2,18%
dostępność pomocy informacyjnej	1,82%	4,87%	4,12%	2,02%	3,21%	3,62%
poziom elegancji	3,66%	5,22%	5,81%	5,09%	4,94%	4,49%
poziom prestiżu	9,51%	4,88%	6,37%	5,69%	6,61%	4,15%
możliwość dotarcia	3,58%	4,73%	1,78%	1,92%	3,00%	2,34%
godziny otwarcia	4,48%	1,21%	1,82%	1,57%	2,27%	2,71%
ocena parkingu	3,85%	1,92%	3,12%	3,41%	3,07%	2,40%
Średnia wartość indeksu dla okresu	3,65%	3,76%	3,26%	3,07%		3,30%

Źródło: opracowanie własne.

Ładunki uzyskane w analizie czynnikowej

Tabela 26. Ładunki czynników – poziom cen

Zmienna	Czynniki					
	ceny produktów osobistych	ceny usług rozrywkowych	ceny żywności	ceny prasy i książek	ceny elektroniki i AGD	ceny artykułów wyposażenia wnętrza
	ładunki					
produktów odzieżowych	0.77	0.24	0.16	0.15	0.18	0.17
produktów kosmetycznych	0.67	0.26	0.19	0.21	0.26	0.15
produktów AGD/RTV	0.35	0.29	0.18	0.20	0.72	0.22
produktów jubilerskich	0.43	0.31	0.18	0.26	0.42	0.27
prasy/książek	0.26	0.28	0.22	0.85	0.21	0.18
artykułów spożywczych/żywności	0.24	0.26	0.86	0.21	0.17	0.21
artykułów wyposażenia wnętrza	0.27	0.32	0.25	0.20	0.25	0.79
usług rozrywkowych	0.24	0.69	0.19	0.19	0.22	0.21
usług gastronomicznych	0.30	0.68	0.18	0.20	0.18	0.18

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 27. Ładunki składowych – satysfakcja

Zmienna	Składowe	<i>indeks satysfakcji klienta</i>
	ładunki	
Skłonność do rekomendacji		0.84
Dystans do ideału		0.81
Ogólna ocena zadowolenia		0.84
Opinia czy dany podmiot jest ogólnie lepszy od innych		0.70

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 28. Ładunki czynników – aspekty promocyjne

Zmienna	Czynnik	<i>ocena atrakcyjności komunikacji</i>	<i>ocena racjonalnych aspektów komunikacji</i>
	ładunki		
Różnorodność stosowanych form promocji		0,75	0,43
Atrakcyjność przekazów reklamowych		0,70	0,36
Atrakcyjność finansowa organizowanych promocji		0,64	0,59
Częstotliwość występowania akcji promocyjnych		0,44	0,72
Rzetelność informacji		0,38	0,72

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 29. Ładunki składowych – aspekty lokalizacji

Zmienna	Składowe	<i>możliwości dotarcia</i>	<i>obciążenia związane z pobytem</i>	<i>godziny otwarcia</i>	<i>ocena parkingu</i>
	ładunki				
Łatwość dotarcia samochodem		0,68	0,38	0,05	0,43
Łatwość dotarcia komunikacją miejską		0,90	0,01	0,26	-0,02
Koszt parkingu		0,07	0,88	0,13	0,30
Bezpieczeństwo okolicy		0,27	0,63	0,6	0,03
Godziny otwarcia		0,21	0,13	0,84	0,34
Dostępność miejsc parkingowych		0,09	0,24	0,27	0,87

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 30. Ładunki czynników – ocena personelu

Zmienna	Czynnik	<i>ocena poziomu obsługi</i>	<i>ocena personelu ochrony</i>	<i>dostępność pomocy informacyjnej</i>
	ładunki			
Kompetencje personelu		0.79	0.30	0.23
Uprzejmość pracowników		0.79	0.30	0.27
Dostępność pracowników obsługi		0.56	0.41	0.49
Możliwość uzysk. pomocy ze strony pracowników		0.34	0.44	0.72
Uprzejmość ochrony		0.36	0.68	0.35
Ilość personelu ochrony		0.27	0.80	0.28
Wygląd personelu		0.46	0.53	0.25

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 31. Ładunki czynników – ocena asortymentu

Zmienna	Skladowe	ocena oferty podstawowej	ocena oferty rozrywkowej	oceny usług dodatkowych	jakość dostępnych produktów
		ładunki			
Ogólna ilość sklepów		0.77	0.22	0.14	0.04
Dostępność interesujących klienta marek		0.83	0.23	0.18	0.06
Szerokość asortymentu w sklepach		0.74	0.24	0.20	0.25
Jakość dostępnych produktów		0.58	0.28	0.19	0.53
Jakość punktów gastronomicznych		0.35	0.60	0.26	0.20
Różnorodność oferowanych rozrywek		0.28	0.81	0.30	0.09
Jakość oferowanej rozrywki		0.24	0.76	0.35	0.07
Dostępność usług dodatkowych		0.18	0.40	0.74	0.04
Dostępność bankomatów		0.19	0.24	0.71	0.11

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 32. Ładunki czynników – aspekty organizacyjne jednostki

Zmienna	Czynniki	czystość wewnątrz	przyjemność wewnątrz	estetyka centrum	możliwość odpoczynku	czystość toalet	jakość oznaczeń
		ładunki					
Ocena czystości na parkingu		0.72	0.21	0.22	0.11	0.13	0.09
Ocena czystości holu		0.86	0.19	0.23	0.07	0.15	0.10
Ocena czystości w sklepach		0.71	0.21	0.29	0.04	0.16	0.09
Ocena czystości toalet		0.43	0.23	0.28	0.12	0.77	0.10
Wygląd zewnętrzny samego centrum		0.37	0.26	0.65	0.12	0.17	0.08
Aranżacja wnętrza centrum handlowego oraz sklepów		0.26	0.30	0.77	0.14	0.16	0.13
Wygląd wewnętrzny sklepów		0.38	0.30	0.62	0.11	0.10	0.21
Jasność/klarowność stosowanych oznaczeń		0.21	0.46	0.31	0.16	0.10	0.59
Dostępność ułatwień dla niepełnosprawnych		0.20	0.54	0.24	0.23	0.14	0.30
Łatwość poruszania się po centrum handlowym		0.20	0.68	0.22	0.12	0.09	0.18
Dostępność wind, ruchomych schodów		0.17	0.73	0.22	0.20	0.10	0.02
Bezpieczeństwo na terenie centrum handlowego		0.35	0.54	0.25	0.22	0.11	0.11
Możliwość odpoczynku między zakupami		0.10	0.38	0.17	0.85	0.09	0.11

Źródło: opracowanie własne.

Spisy i zestawienia

Spis wykresów

Wykres 3.1. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2013	88
Wykres 3.2. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2014	90
Wykres 3.3. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2015	92
Wykres 3.4. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór danych z roku 2016	93
Wykres 3.5. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór wszystkich przypadków.....	94
Wykres 3.6. Wartości średnie pierwiastka średniego błędu kwadratowego w zbiorze testowym – zbiór wszystkich przypadków, sieci o rozmiarach do 300 neuronów w warstwie ukrytej	95
Wykres 3.7. Przykład profilu PDP	104
Wykres 3.8. Wykres ICE (po lewej) i c-ICE (po prawej) – ocena jakości dostępnych produktów.....	105
Wykres 3.9. Wartość indeksu H kolejnych zmiennych uwzględnionych w modelu	112
Wykres 4.1. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2013	114
Wykres 4.2. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2014	114
Wykres 4.3. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2015	115
Wykres 4.4. ICE oraz c-ICE – ceny produktów osobistych 2016	115
Wykres 4.5. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2013.....	118
Wykres 4.6. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2014.....	118
Wykres 4.7. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2015	119
Wykres 4.8. ICE oraz c-ICE – ceny prasy i książek 2016.....	119
Wykres 4.9. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2013	122
Wykres 4.10. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2014	122
Wykres 4.11. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2015	123
Wykres 4.12. ICE oraz c-ICE – ceny artykułów wyposażenia wnętrz 2016	123
Wykres 4.13. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2013.....	124
Wykres 4.14. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2014.....	124
Wykres 4.15. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2015.....	125
Wykres 4.16. ICE oraz c-ICE – ceny elektroniki i AGD – 2016.....	125
Wykres 4.17. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2013	130
Wykres 4.18. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2014	130
Wykres 4.19. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2015	131
Wykres 4.20. ICE oraz c-ICE – ocena oferty podstawowej – 2016	131
Wykres 4.21. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2013	132
Wykres 4.22. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2014	132
Wykres 4.23. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2015	133
Wykres 4.24. ICE oraz c-ICE – ocena oferty rozrywkowej – 2016	133
Wykres 4.25. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2013.....	136
Wykres 4.26. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2014.....	136

Wykres 4.27. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2015.....	137
Wykres 4.28. ICE oraz c-ICE – jakość dostępnych produktów – 2016.....	137
Wykres 4.29. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2013.....	140
Wykres 4.30. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2014.....	140
Wykres 4.31. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2015.....	141
Wykres 4.32. ICE oraz c-ICE – ocena atrakcyjności komunikacji – 2016.....	141
Wykres 4.33. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2013.....	144
Wykres 4.34. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2014.....	144
Wykres 4.35. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2015.....	145
Wykres 4.36. ICE oraz c-ICE – ocena racjonalnych aspektów komunikacji – 2016.....	145
Wykres 4.37. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2013.....	148
Wykres 4.38. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2014.....	148
Wykres 4.39. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2015.....	149
Wykres 4.40. ICE oraz c-ICE – estetyka centrum – 2016.....	149
Wykres 4.41. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrz – 2013.....	150
Wykres 4.42. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrz – 2014.....	150
Wykres 4.43. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrz – 2015.....	151
Wykres 4.44. ICE oraz c-ICE – czystość wnętrz – 2016.....	151
Wykres 4.45. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2013.....	154
Wykres 4.46. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2014.....	154
Wykres 4.47. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2015.....	155
Wykres 4.48. ICE oraz c-ICE – przyjazność wnętrza – 2016.....	155
Wykres 4.49. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2013.....	158
Wykres 4.50. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2014.....	158
Wykres 4.51. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2015.....	159
Wykres 4.52. ICE oraz c-ICE – ocena poziomu obsługi – 2016.....	159
Wykres 4.53. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2013.....	160
Wykres 4.54. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2014.....	160
Wykres 4.55. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2015.....	161
Wykres 4.56. ICE oraz c-ICE – dostępność pomocy informacyjnej – 2016.....	161
Wykres 4.57. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2013.....	166
Wykres 4.58. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2014.....	166
Wykres 4.59. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2015.....	167
Wykres 4.60. ICE oraz c-ICE – możliwość dotarcia – 2016.....	167
Wykres 4.61. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2013.....	168
Wykres 4.62. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2014.....	168
Wykres 4.63. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2015.....	169
Wykres 4.64. ICE oraz c-ICE – dostępność parkingu – 2016.....	169
Wykres 4.65. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2013.....	172
Wykres 4.66. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2014.....	172
Wykres 4.67. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2015.....	173
Wykres 4.68. ICE oraz c-ICE – elegancja jednostki – 2016.....	173
Wykres 4.69. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2013.....	174
Wykres 4.70. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2014.....	174
Wykres 4.71. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2015.....	175
Wykres 4.72. ICE oraz c-ICE – prestiż jednostki – 2016.....	175
Wykres 5.1. Zakres wpływu zmiennych – próba 2013.....	186

Wykres 5.2. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2013.....	187
Wykres 5.3. Zakres wpływu zmiennych – próba 2014.....	189
Wykres 5.4. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2014.....	190
Wykres 5.5. Zakres wpływu zmiennych – próba 2015.....	191
Wykres 5.6. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2015.....	192
Wykres 5.7. Zakres wpływu zmiennych – próba 2016.....	194
Wykres 5.8. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – próba 2016.....	195
Wykres 5.9. Zakres wpływu zmiennych – próba łącznie	197
Wykres 5.10. Zestawienie zakresów odpowiedzi poziomu satysfakcji na zmianę zmiennej – model zbiorczy	198
Wykres 5.11. Profile reakcji kolejnych skupień na poprawę oceny zmiennych dotyczących obszaru asortymentu jednostki	203
Wykres 5.12. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganie oferty	205
Wykres 5.13. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na zmianę oceny asortymentu	206
Wykres 5.14. Profile reakcji kolejnych skupień na zmianę oceny atrakcyjności cen	208
Wykres 5.15. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganą atrakcyjność cen	210
Wykres 5.16. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na zmianę oceny atrakcyjności cen ..	211
Wykres 5.17. Profile reakcji kolejnych skupień na poprawę oceny zmiennych dotyczących wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu	213
Wykres 5.18. Klasyfikacja przypadków według reakcji na postrzeganie wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu	214
Wykres 5.19. Profile skupień wyodrębnionych wg reakcji na postrzeganie wizerunku i komunikacji marketingowej podmiotu	216

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Płaszczyzny powstawania lojalności według Olivera.....	16
Rysunek 1.2. Model ACSI	21
Rysunek 1.3. Podstawowa wersja modelu ECSI	22
Rysunek 1.4. Model Kano.....	24
Rysunek 1.5. Model jakości usług.....	26
Rysunek 2.1. Neuron McCulloch-Pittsa.....	40
Rysunek 2.2. Sztuczny neuron drugiej generacji.....	42
Rysunek 2.3. Przykład struktury sztucznej sieci neuronowej.....	43
Rysunek 2.4. Wybrane funkcje aktywacji	48
Rysunek 2.5. Przykład diagramu interpretacji sieci neuronowych (NID)	60
Rysunek 2.6. Przykład krzywych odpowiedzi sieci.	61
Rysunek 3.1. Przewidywane przez sieć i rzeczywiste wartości satysfakcji klienta	100
Rysunek 3.2. Histogramy reszt.....	101
Rysunek 4.1. Macierz klasyfikacji reakcji.....	179
Rysunek 4.2. Klasyfikacja zmiennych według reakcji – rok 2016.....	182

Spis tabel

Tabela 1. Liczebności próby badawczej.....	73
Tabela 2. Zmienne wykorzystane w prowadzonej analizie	74
Tabela 3. Wyniki testów K-M-O oraz Bartletta dla kolejnych grup zmiennych	78
Tabela 4. Oszacowanie optymalnych ilości wyodrębnianych czynników.....	79
Tabela 5. Wyniki analizy czynnikowej	80
Tabela 6. Finalny wykaz zmiennych.....	83
Tabela 7. Podsumowanie parametrów sieci przyjętych do dalszej analizy	97
Tabela 8. Podsumowanie parametrów sieci po redukcji przypadków	99
Tabela 9. Wartości analizy ICE/c-ICE dla zmiennej wyrażającej ocenę jakości asortymentu ..	107
Tabela 10. Przykładowe wartości reakcji zadowolenia pozyskane na potrzeby analizy skupień	110
Tabela 11. Wykorzystane moduły analityczne	226
Tabela 12. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2013, jedna warstwa ukryta	228
Tabela 13. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2014, jedna warstwa ukryta	229
Tabela 14. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2015, jedna warstwa ukryta	230
Tabela 15. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych z roku 2016, jedna warstwa ukryta	232
Tabela 16. Sieci o różnych rozmiarach – zbiór danych łącznie, jedna warstwa ukryta	233
Tabela 17. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci	235
Tabela 18. Reakcje przypadków na modyfikację zmiennej wejściowej sieci – wartości proporcjonalne do zbioru obserwowanych poziomów satysfakcji.	239
Tabela 19. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty	244
Tabela 20. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru cen	245
Tabela 21. Średnie reakcje skupień na poprawę zmiennych z obszaru wizerunku i komunikacji.....	246
Tabela 22. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru postrzegania oferty	247
Tabela 23. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru oceny atrakcyjności cen.....	248
Tabela 24. Profile skupień wyodrębnionych wg kryterium reakcji na poprawę zmiennych z obszaru odbioru komunikacji i wizerunku.....	249
Tabela 25. Wartości indeksu H dla kolejnych badanych zmiennych	251
Tabela 26. Ładunki czynników – poziom cen.....	251
Tabela 27. Ładunki składowych – satysfakcja	252
Tabela 28. Ładunki czynników – aspekty promocyjne	252
Tabela 29. Ładunki składowych – aspekty lokalizacji	252
Tabela 30. Ładunki czynników – ocena personelu.....	252
Tabela 31. Ładunki czynników – ocena asortymentu	253
Tabela 32. Ładunki czynników – aspekty organizacyjne jednostki.....	253

Bibliografia

1. Amari, S., Murata, N., Muller, K.-R., Finke, M. i Yang, H. H. (1997). Asymptotic statistical theory of overtraining and cross-validation. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 8(5), 985–996.
2. Anders, U. i Korn, O. (1999). Model selection in neural networks. *Neural Networks*, 12(2), 309–323. [https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(98\)00117-8](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(98)00117-8)
3. Anderson, E. W. i Fornell, C. (2000). Foundations of the American customer satisfaction index. *Total quality management*, 11(7), 869–882.
4. Anderson, E. W. i Sullivan, M. W. (1993). The antecedents and consequences of customer satisfaction for firms. *Marketing science*, 12(2), 125–143.
5. Andridge, R. R. i Little, R. J. A. (2010). A Review of Hot Deck Imputation for Survey Non-response. *International statistical review = Revue internationale de statistique*, 78(1), 40–64. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2010.00103.x>
6. Ankerst, M., Breunig, M. M., Kriegel, H.-P. i Sander, J. (1999). OPTICS: ordering points to identify the clustering structure. *ACM Sigmod record*, 28, 49–60. ACM.
7. Ansari, A. i Riasi, A. (2016). Modelling and evaluating customer loyalty using neural networks: Evidence from startup insurance companies. *Future Business Journal*, 2(1), 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.fbj.2016.04.001>
8. Anselmsson, J. (2006). Sources of customer satisfaction with shopping malls: A comparative study of different customer segments. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 16(1), 115–138. <https://doi.org/10.1080/09593960500453641>
9. Ba, J. i Caruana, R. (2014). Do deep nets really need to be deep? *Advances in neural information processing systems*, 2654–2662.
10. Baker, J., Grewal, D. i Parasuraman, A. (1994). The Influence of Store Environment on Quality Inferences and Store Image. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 22(4), 328–339. <https://doi.org/10.1177/0092070394224002>
11. Baldi, P. i Sadowski, P. J. (2013). Understanding dropout. *Advances in neural information processing systems*, 2814–2822.
12. Balicki, J., Przybyłek, P., Zadroga, M. i Zakidalski, M. (2013). Sztuczne sieci neuronowe oraz metoda wektorów wspierających w bankowych systemach informatycznych. *Współczesna Gospodarka*, 4(4), 1–14.
13. Bartos, K. (2013). Analiza ryzyka odejścia studenta z uczelni po uzyskaniu dyplomu licencjata – zastosowanie sieci MLP. *Research Papers of the Wrocław University of Economics/Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (278).

14. Basheer i. A. i Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. *Journal of microbiological methods*, 43(1), 3–31.
15. Baster, P. i Pocztońska, K. (2011). Sieci neuronowe i polichotomiczne modele zmiennych jakościowych w analizie ryzyka kredytowego. *Folia Oeconomica Cracoviensia*.
16. Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C. i Vohs, K. D. (2001). Bad is stronger than good. *Review of General Psychology*, 5(4), 323–370. <https://doi.org/10.1037//1089-2680.5.4.323>
17. Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J. i Esquivel, S. L. (2013). Practical Considerations for Using Exploratory Factor Analysis in Educational Research. *Practical Assessment, R Esearch i Evaluation*, 18(6), 13.
18. Bebis, G. i Georgiopoulos, M. (1994). Feed-forward neural networks. *IEEE Potentials*, 13(4), 27–31. <https://doi.org/10.1109/45.329294>
19. Beliczynski, B. (1996). Incremental approximation by one-hidden-layer neural networks: discrete functions rapprochement. *Proceedings of IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 1, 392–397 t.1. <https://doi.org/10.1109/ISIE.1996.548453>
20. Benardos, P. G. i Vosniakos, G.-C. (2007). Optimizing feedforward artificial neural network architecture. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 20(3), 365–382. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2006.06.005>
21. Bergmeir, C. i Benítez, J. M. (2012). Neural Networks in R Using the Stuttgart Neural Network Simulator: RSNNS. *Journal of Statistical Software*, 46(1), 1–26. <https://doi.org/10.18637/jss.v046.i07>
22. Biesok, G. i Wyród-Wróbel, J. (2016). *Modele satysfakcji klienta*. Difin SA.
23. Bloch, P. H., Ridgway, N. M. i Dawson, S. A. (1994). The shopping mall as consumer habitat. *Journal of Retailing*, 70(1), 23–42. [https://doi.org/10.1016/0022-4359\(94\)90026-4](https://doi.org/10.1016/0022-4359(94)90026-4)
24. Bloemer, J. i De Ruyter, K. (1998). On the relationship between store image, store satisfaction and store loyalty. *European Journal of marketing*, 32(5/6), 499–513.
25. Bloemer, J. i Dekker, D. (2007). Effects of personal values on customer satisfaction: An empirical test of the value percept disparity model and the value disconfirmation model. *International Journal of Bank Marketing*, 25(5), 276–291.
26. Bowen, J. T. i Chen, S. (2001). The relationship between customer loyalty and customer satisfaction. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 13(5), 213–217. <https://doi.org/10.1108/09596110110395893>
27. Brady, M. K. i Cronin, J. J. (2001). Some New Thoughts on Conceptualizing Perceived Service Quality: A Hierarchical Approach. *The Journal of Marketing*, 65(3), 34–49.

28. Brown, R. M. i Mazzarol, T. W. (2009). The importance of institutional image to student satisfaction and loyalty within higher education. *Higher Education*, 58(1), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s10734-008-9183-8>
29. Cardozo, R. N. (1965). An experimental study of customer effort, expectation, and satisfaction. *Journal of marketing research*, 244–249.
30. Carlucci, D., Renna, P. i Schiuma, G. (2013). Evaluating service quality dimensions as antecedents to outpatient satisfaction using back propagation neural network. *Health care management science*, 16(1), 37–44.
31. Cassel, C. i Eklöf, J. A. (2001). Modelling customer satisfaction and loyalty on aggregate levels: Experience from the ECSI pilot study. *Total Quality Management*, 12(7–8), 834–841. <https://doi.org/10.1080/095441201000000004>
32. Čater, B. i Čater, T. (2009). Relationship-value-based antecedents of customer satisfaction and loyalty in manufacturing. *Journal of Business i Industrial Marketing*, 24(8), 585–597. <https://doi.org/10.1108/08858620910999457>
33. Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., Niknafs, A. i Charrad, M. M. (2014). Package ‘NbClust’. *Journal of Statistical Software*, 61, 1–36.
34. Charrad, M., Lechevallier, Y., Ahmed, M. B. i Saporta, G. (2010). On the Number of Clusters in Block Clustering Algorithms. *FLAIRS Conference*.
35. Chaturvedi, D. K. (2008). Soft computing. *Studies in Computational intelligence*, 103.
36. Chen, L.-H. i Ko, W.-C. (2008). A fuzzy nonlinear model for quality function deployment considering Kano’s concept. *Mathematical and Computer Modelling*, 48(3), 581–593. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.06.029>
37. Cheung, C. M. K. i Lee, M. K. O. (2009). User satisfaction with an internet-based portal: An asymmetric and nonlinear approach. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(1), 111–122. <https://doi.org/10.1002/asi.20946>
38. Chong, A. Y.-L. (2013). Predicting m-commerce adoption determinants: A neural network approach. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 523–530. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.07.068>
39. Churchill Jr, G. A. i Surprenant, C. (1982). An investigation into the determinants of customer satisfaction. *Journal of marketing research*, 491–504.
40. Cortez, P. i Embrechts, M. J. (2011). Opening black box Data Mining models using Sensitivity Analysis. *2011 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM)*, 341–348. <https://doi.org/10.1109/CIDM.2011.5949423>
41. Cortez, Paulo i Embrechts, M. J. (2013). Using sensitivity analysis and visualization techniques to open black box data mining models. *Information Sciences*, 225, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2012.10.039>

42. Costello, A. B. i Osborne, J. W. (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research i Evaluation*, 10(7), 9.
43. Cox, E. P. (1980). The Optimal Number of Response Alternatives for a Scale: A Review. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 407–422. <https://doi.org/10.2307/3150495>
44. Cronin, J. J. i Taylor, S. A. (1992). Measuring Service Quality: A Reexamination and Extension. *Journal of Marketing*, 56(3), 55. <https://doi.org/10.2307/1252296>
45. Cybenko, G. (1989). Approximation by superpositions of a sigmoidal function. *Mathematics of control, signals and systems*, 2(4), 303–314.
46. Dimopoulos, Y., Bourret, P. i Lek, S. (1995). Use of some sensitivity criteria for choosing networks with good generalization ability. *Neural Processing Letters*, 2(6), 1–4. <https://doi.org/10.1007/BF02309007>
47. Doukim, C. A., Dargham, J. A. i Chekima, A. (2010). Finding the number of hidden neurons for an MLP neural network using coarse to fine search technique. *10th International Conference on Information Science, Signal Processing and Their Applications (ISSPA 2010)*, 606–609. <https://doi.org/10.1109/IS-SPA.2010.5605430>
48. Eger, S., Youssef, P. i Gurevych i. (2019). Is it Time to Swish? Comparing Deep Learning Activation Functions Across NLP tasks. *arXiv preprint arXiv:1901.02671*.
49. El-Adly, M. I. i Eid, R. (2016). An empirical study of the relationship between shopping environment, customer perceived value, satisfaction, and loyalty in the UAE malls context. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.04.002>
50. Embrechts, M. J., Arciniegas, F. A., Ozdemir, M. i Kewley, R. H. (2003, grudzień). Data Mining for Molecules with 2-D Neural Network Sensitivity Analysis [Text]. <https://doi.org/info:doi/10.1080/10255810390245555>
51. Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J. i Xu, X. (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Kdd*, 96, 226–231.
52. Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C. i Strahan, E. J. (1999). Evaluating the Use of Exploratory Factor Analysis in Psychological Research. *Psychological Methods*, 4(3), 272–299.
53. Finn, A. (2011). Investigating the non-linear effects of e-service quality dimensions on customer satisfaction. *Journal of Retailing and Consumer services*, 18(1), 27–37.
54. Finn, A. (2012). Customer Delight: Distinct Construct or Zone of Nonlinear Response to Customer Satisfaction? *Journal of Service Research*, 15(1), 99–110. <https://doi.org/10.1177/1094670511425698>

55. Finn, A. i Louviere, J. J. (1996). Shopping center image, consideration, and choice: Anchor store contribution. *Journal of Business Research*, 35(3), 241–251. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(95\)00129-8](https://doi.org/10.1016/0148-2963(95)00129-8)
56. Fischer, A. (2015). How to determine the unique contributions of input-variables to the nonlinear regression function of a multilayer perceptron. *Ecological Modelling*, 309–310, 60–63. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.04.015>
57. Fornell, C., Johnson, M. D., Anderson, E. W., Cha, J. i Bryant, B. E. (1996). The American Customer Satisfaction Index: Nature, Purpose, and Findings. *Journal of Marketing*, 60(4), 7–18. <https://doi.org/10.2307/1251898>
58. Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*, 29(5), 1189–1232. <https://doi.org/10.1214/aos/1013203451>
59. Friedman, J. H. i Popescu, B. E. (2008). Predictive learning via rule ensembles. *The Annals of Applied Statistics*, 2(3), 916–954. <https://doi.org/10.1214/07-AOAS148>
60. Galloway, L. (1999). Hysteresis: a model of consumer behaviour? *Managing Service Quality: An International Journal*, 9(5), 360–370.
61. Garson, G. D. (1991). Interpreting Neural-network Connection Weights. *AI Expert*, 6(4), 46–51.
62. Gaudart, J., Giusiano, B. i Huiart, L. (2004). Comparison of the performance of multi-layer perceptron and linear regression for epidemiological data. *Computational Statistics i Data Analysis*, 44(4), 547–570. [https://doi.org/10.1016/S0167-9473\(02\)00257-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9473(02)00257-8)
63. Gąsior, G. M. (2015a). Cele i wybrane preferencje konsumenckie związane z zakupami w centrach handlowych. *Handel Wewnętrzny*, (3), 70–79.
64. Gąsior, G. M. (2015b). Odwiedziny w centrach handlowych – zmiany w strukturze celów i preferencji konsumenckich. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu*, (38), 19–27.
65. Gąsior, G. M. (2017). Wybrane preferencje związane z zakupami w centrach handlowych a satysfakcja klienta. *Marketing i Zarządzanie*, (2), 289–300.
66. Gevrey, M., Dimopoulos i. i Lek, S. (2003). Review and comparison of methods to study the contribution of variables in artificial neural network models. *Ecological Modelling*, 160(3), 249–264. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00257-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00257-0)
67. Giam, X. i Olden, J. D. (2015). A new R2-based metric to shed greater insight on variable importance in artificial neural networks. *Ecological Modelling*, 313, 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.06.034>
68. Giese, J. L. i Cote, J. A. (2000). Defining consumer satisfaction. *Academy of marketing science review*, 1(1), 1–22.
69. Glorot, X., Bordes, A. i Bengio, Y. (2011). Deep sparse rectifier neural networks. *Proceedings of the fourteenth international conference on artificial intelligence and statistics*, 315–323.

70. Goh, A. T. C. (1995). Back-propagation neural networks for modeling complex systems. *Artificial Intelligence in Engineering*, 9(3), 143–151.
[https://doi.org/10.1016/0954-1810\(94\)00011-S](https://doi.org/10.1016/0954-1810(94)00011-S)
71. Goldstein, A., Kapelner, A. i Bleich, J. (2017). *Package 'ICEbox'*.
72. Goldstein, A., Kapelner, A., Bleich, J. i Pitkin, E. (2015). Peeking inside the black box: Visualizing statistical learning with plots of individual conditional expectation. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 24(1), 44–65.
73. Goodfellow i., Bengio, Y. i Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
74. Górniak, J. (1998). Analiza czynnikowa i analiza głównych składowych. *Ask: Research and Methods*, 7(1), 83–102.
75. Green, P. E. i Rao, V. R. (1970). Rating Scales and Information Recovery. How Many Scales and Response Categories to Use? *Journal of Marketing*, 34(3), 33–39. <https://doi.org/10.2307/1249817>
76. Grimmelikhuijsen, S. i Porumbescu, G. A. (2017). Reconsidering the expectancy disconfirmation model. Three experimental replications. *Public Management Review*, 19(9), 1272–1292. <https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1282000>
77. Guadagnoli, E. i Velicer, W. F. (1988). Relation of sample size to the stability of component patterns. *Psychological Bulletin*, 103(2), 265–275.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.2.265>
78. Hanafizadeh, P., Ravasan, A. Z. i Khaki, H. R. (2010). An expert system for perfume selection using artificial neural network. *Expert systems with applications*, 37(12), 8879–8887.
79. Hecht-Nielsen, R. (1992). Theory of the backpropagation neural network. W *Neural networks for perception* (s. 65–93). Elsevier.
80. Hill, N. i Alexander, J. (2003). *Pomiar satysfakcji i lojalności klientów*. Oficyna Ekonomiczna.
81. Hillis, D., McCarthy, J., Mitchell, T. M., Mueller, E. T., Riecken, D., Sloman, A. i Winston, P. H. (2007). In honor of Marvin Minsky's contributions on his 80th birthday. *AI Magazine*, 28(4), 103.
82. Hochreiter, S., Bengio, Y., Frasconi, P. i Schmidhuber, J. (2001). *Gradient flow in recurrent nets: the difficulty of learning long-term dependencies*. A field guide to dynamical recurrent neural networks. IEEE Press.
83. Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179–185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
84. Hornik, K. (1991). Approximation capabilities of multilayer feedforward networks. *Neural Networks*, 4(2), 251–257. [https://doi.org/10.1016/0893-6080\(91\)90009-T](https://doi.org/10.1016/0893-6080(91)90009-T)
85. Howes, P. i Crook, N. (1999). Using input parameter influences to support the decisions of feedforward neural networks. *Neurocomputing*, 24(1–3), 191–206.
[https://doi.org/10.1016/S0925-2312\(98\)00102-7](https://doi.org/10.1016/S0925-2312(98)00102-7)

86. Hsu, S. (2008). Developing an index for online customer satisfaction: Adaptation of American Customer Satisfaction Index. *Expert Systems with Applications*, 34(4), 3033–3042. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.06.036>
87. Hu, H. i Jasper, C. R. (2004). Men and women: A comparison of shopping mall behavior. *Journal of Shopping Center Research*, 11(1), 113–131.
88. Hui, E. C. M., Zhang, P. i Zheng, X. (2013). Facilities management service and customer satisfaction in shopping mall sector. *Facilities*, 31(5/6), 194–207. <https://doi.org/10.1108/02632771311307070>
89. Jachnis, A. (2007). Psychologia konsumenta. *Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz-Warszawa*, 134.
90. Jackson, V., Stoel, L. i Brantley, A. (2011). Mall attributes and shopping value: Differences by gender and generational cohort. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2010.08.002>
91. Jin, N. (Paul), Line, N. D. i Merkebu, J. (2016). The Impact of Brand Prestige on Trust, Perceived Risk, Satisfaction, and Loyalty in Upscale Restaurants. *Journal of Hospitality Marketing i Management*, 25(5), 523–546. <https://doi.org/10.1080/19368623.2015.1063469>
92. Johann, M. (2019). *Satysfakcja klienta na rynku usług turystycznych*. Difin SA.
93. Johnson, M. D., Gustafsson, A., Andreassen, T. W., Lervik, L. i Cha, J. (2001). The evolution and future of national customer satisfaction index models. *Journal of Economic Psychology*, 22(2), 217–245. [https://doi.org/10.1016/S0167-4870\(01\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4870(01)00030-7)
94. Jonsson, P. i Wohlin, C. (2004). An evaluation of k-nearest neighbour imputation using Likert data. *10th International Symposium on Software Metrics, 2004. Proceedings.*, 108–118. <https://doi.org/10.1109/METRIC.2004.1357895>
95. Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401–415. <https://doi.org/10.1007/BF02291817>
96. Kandampully, J. i Nusair, K. (Khal). (2008). The antecedents of customer satisfaction with online travel services: a conceptual model. *European Business Review*, 20(1), 4–19. <https://doi.org/10.1108/09555340810843663>
97. Kano, N. (1984). Attractive quality and must-be quality. *Hinshitsu (Quality, The Journal of Japanese Society for Quality Control)*, 14, 39–48.
98. Karlik, B. i Olgac, A. V. (2011). Performance Analysis of Various Activation Functions in Generalized MLP Architectures of Neural Networks. *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems*, 1(4), 111–122.
99. Kesari, B. i Atulkar, S. (2016). Satisfaction of mall shoppers: A study on perceived utilitarian and hedonic shopping values. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.03.005>
100. Khei Mie Wong, G., Lu, Y. i Lan Yuan, L. (2001). SCATTR: an instrument for measuring shopping centre attractiveness. *International Journal of Retail i Distribution Management*, 29(2), 76–86.

101. Kingma, D. P. i Ba, J. (2014). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *arXiv:1412.6980 [cs]*. Pobrano z <http://arxiv.org/abs/1412.6980>
102. Kingston, G. B., Maier, H. R. i Lambert, M. F. (2003). Understanding the Mechanisms Modelled by Artificial Neural Networks for Hydrological Prediction. *Modsim 2003—International Congress on Modelling and Simulation*, 825–830.
103. Kotler, P., Armstrong, G., Wong, V. i Saunders, J. (2001). *Principles of marketing 9 th Ed.* Prentice Hall.
104. Kristensen, K., Martensen, A. i Grønholdt, L. (2002). Customer satisfaction and business performance. *Business Performance Measurement—Theory and Practice*, page, 279–294.
105. Kumar, S. i Tripathi, B. K. (2019). On the learning machine with compensatory aggregation based neurons in quaternionic domain. *Journal of Computational Design and Engineering*, 6(1), 33–48. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2018.04.002>
106. Ladhari, R. (2008). Alternative measures of service quality: a review. *Managing Service Quality: An International Journal*, 18(1), 65–86. <https://doi.org/10.1108/09604520810842849>
107. Lai, F., Griffin, M. i Babin, B. J. (2009). How quality, value image, and satisfaction create loyalty at a Chinese telecom. *Journal of business research*, 62(10), 980–986.
108. Lawrence, S. i Giles, C. L. (2000). Overfitting and neural networks: conjugate gradient and backpropagation. *Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks*, 1114. IEEE.
109. Lawrence, S., Giles, C. L. i Tsoi, A. C. (1997). Lessons in Neural Network Training: Overfitting May be Harder than Expected. *Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence*, 540–545.
110. Lee, C.-J. i Hsiung, T.-K. (2009). Sensitivity analysis on a multilayer perceptron model for recognizing liquefaction cases. *Computers and Geotechnics*, 36(7), 1157–1163. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2009.05.002>
111. Lee, K. C. i Chung, N. (2009). Understanding factors affecting trust in and satisfaction with mobile banking in Korea: A modified DeLone and McLean’s model perspective. *Interacting with computers*, 21(5–6), 385–392.
112. LeHew, M. L. i Wesley, S. C. (2007). Tourist shoppers’ satisfaction with regional shopping mall experiences. *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 1(1), 82–96.
113. Lemos, A., Caminhas, W. i Gomide, F. (2010). New uninorm-based neuron model and fuzzy neural networks. *2010 Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/NAFIPS.2010.5548195>
114. Léo, P.-Y. i Philippe, J. (2002). Retail Centres: Location and Consumer’s Satisfaction. *The Service Industries Journal*, 22(1), 122–146. <https://doi.org/10.1080/714005055>

115. Leshno, M., Lin, V. Y., Pinkus, A. i Schocken, S. (1993). Multilayer feedforward networks with a nonpolynomial activation function can approximate any function. *Neural Networks*, 6(6), 861–867. [https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(05\)80131-5](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(05)80131-5)
116. Levitt, T. (1960). Marketing myopia. *Harvard Business Review*, 38, 24–47.
117. Lin, F.-H., Tsai, S.-B., Lee, Y.-C., Hsiao, C.-F., Zhou, J., Wang, J. i Shang, Z. (2017). Empirical research on Kano's model and customer satisfaction. *PLOS ONE*, 12(9), e0183888. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183888>
118. Lin, W.-B. (2007). The exploration of customer satisfaction model from a comprehensive perspective. *Expert Systems with Applications*, 33(1), 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.04.021>
119. Livingstone, D. J., Manallack, D. T. i Tetko i. V. (1997). Data modelling with neural networks: advantages and limitations. *Journal of computer-aided molecular design*, 11(2), 135–142.
120. Lozano, L. M., García-Cueto, E. i Muñoz, J. (2008). Effect of the Number of Response Categories on the Reliability and Validity of Rating Scales. *Methodology*, 4(2), 73–79. <https://doi.org/10.1027/1614-2241.4.2.73>
121. Luo, X. i Bhattacharya, C. B. (2006). Corporate Social Responsibility, Customer Satisfaction, and Market Value. *Journal of Marketing*, 70(4), 1–18.
122. Maass, W. (1997). Networks of spiking neurons: The third generation of neural network models. *Neural Networks*, 10(9), 1659–1671. [https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(97\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(97)00011-7)
123. Machleit, K. A., Eroglu, S. A. i Mantel, S. P. (2000). Perceived retail crowding and shopping satisfaction: what modifies this relationship? *Journal of consumer psychology*, 9(1), 29–42.
124. Machleit, K. A. i Mantel, S. P. (2001). Emotional response and shopping satisfaction Moderating effects of shopper attributions. *Journal of Business Research*, 11.
125. Maier, H. R. i Dandy, G. C. (1998). The effect of internal parameters and geometry on the performance of back-propagation neural networks: an empirical study. *Environmental Modelling i Software*, 13(2), 193–209. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(98\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(98)00020-6)
126. Mak, B. i Blanning, R. W. (1998). An empirical measure of element contribution in neural networks. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 28(4), 561–564. <https://doi.org/10.1109/5326.725342>
127. Malhotra, R. i Malhotra, D. K. (2003). Evaluating consumer loans using neural networks. *Omega*, 31(2), 83–96.
128. Martin, D., O'neill, M., Hubbard, S. i Palmer, A. (2008). The role of emotion in explaining consumer satisfaction and future behavioural intention. *Journal of Services Marketing*, 22(3), 224–236.
129. Matzler, K., Fuchs, M. i Schubert, A. (2004). Employee Satisfaction: Does Kano's Model Apply? *Total Quality Management i Business Excellence*, 15(9–10), 1179–1198. <https://doi.org/10.1080/1478336042000255569>

130. Mazurek-Łopacińska, K. (2003). *Zachowania nabywców i ich konsekwencje marketingowe*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
131. Michalska-Dudek i. (2015). Model przewidywania lojalności klientów ogólnopolskiej sieci biur podróży. *Logistyka*, (2, CD 2), 1279–1286.
132. Michalska-Dudek i. (2018). Uwarunkowania lojalności klientów biur podróży. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, (4 (976)), 73–83.
133. Michon, R. i Chebat, J.-C. (2004). Cross-cultural mall shopping values and habitats: A comparison between English- and French-speaking Canadians. *Journal of Business Research*, 57(8), 883–892. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(02\)00291-6](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(02)00291-6)
134. Migdał-Najman, K. (2010). Zastosowanie samouczącej się sieci neuronowej typu SOM w analizie koszykowej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia*, 17 (107 Klasyfikacja i analiza danych-teoria i zastosowania), 305–315.
135. Migdał-Najman, K. i Badowska, S. (2017). Wykorzystanie samouczących się sieci neuronowych w analizie zachowań zakupowych i identyfikacji ich wzorców wśród konsumentów w wieku 60 lat i więcej. *Zarządzanie i Finanse*, 15(3).
136. Mikulić, J. i Prebežac, D. (2011). A critical review of techniques for classifying quality attributes in the Kano model. *Managing Service Quality: An International Journal*, 21(1), 46–66.
137. Minski, M. L. i Papert, S. A. (1969). *Perceptrons: an introduction to computational geometry*. MA: MIT Press, Cambridge.
138. Misztal, M. (2012). Imputation of Missing Data Using R Package. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica*, 269, 31–144.
139. Molnar, C. (2018). Interpretable machine learning. *A Guide for Making Black Box Models Explainable*.
140. Montavon, G., Samek, W. i Müller, K.-R. (2018). Methods for interpreting and understanding deep neural networks. *Digital Signal Processing*, 73, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2017.10.011>
141. Moutinho, L. A., Davies, F. M., Goode, M. M. H. i Ogbonna, E. (2001). Critical factors in consumer supermarket shopping behaviour: a neural network approach. *Journal of Consumer Behaviour*, 1(1), 35–49. <https://doi.org/10.1002/cb.52>
142. Nielsen, M. A. (2015). *Neural networks and deep learning* (T. 25). Determination press USA.
143. Nieżurawski, L., Pawłowska, B. i Witkowska, J. (2010). *Satysfakcja klienta: strategia-pomiar-zarządzanie: koncepcja wewnętrznego urynkowienia współczesnej organizacji*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
144. Nord, L. I. i Jacobsson, S. P. (1998). A novel method for examination of the variable contribution to computational neural network models. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 44(1–2), 153–160. [https://doi.org/10.1016/S0169-7439\(98\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7439(98)00118-X)

145. Olden, J. D. i Jackson, D. A. (2002). Illuminating the “black box”: a randomization approach for understanding variable contributions in artificial neural networks. *Ecological Modelling*, 154(1–2), 135–150. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00064-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00064-9)
146. Olden, J. D., Joy, M. K. i Death, R. G. (2004). An accurate comparison of methods for quantifying variable importance in artificial neural networks using simulated data. *Ecological Modelling*, 178(3–4), 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.03.013>
147. Oliver, R. L. (1977). Effect of expectation and disconfirmation on postexposure product evaluations: An alternative interpretation. *Journal of applied psychology*, 62(4), 480.
148. Oliver, R. L. (1981). Measurement and evaluation of satisfaction processes in retail settings. *Journal of retailing*.
149. Oliver, R. L. (2014). *Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer: A Behavioral Perspective on the Consumer*. Routledge.
150. Oliver, R. L. i Swan, J. E. (1989a). Consumer perceptions of interpersonal equity and satisfaction in transactions: a field survey approach. *Journal of marketing*, 53(2), 21–35.
151. Oliver, R. L. i Swan, J. E. (1989b). Equity and Disconfirmation Perceptions as Influences on Merchant and Product Satisfaction. *Journal of Consumer Research*, 16(3), 372–383. <https://doi.org/10.1086/209223>
152. Orr, M. J. (1996). *Introduction to radial basis function networks*. Pobrano z <http://cc.gatech.edu/~isbell/tutorials/rbf-intro.pdf>
153. Özesmi, S. L. i Özesmi, U. (1999). An artificial neural network approach to spatial habitat modelling with interspecific interaction. *Ecological Modelling*, 116(1), 15–31. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(98\)00149-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(98)00149-5)
154. Papadokonstantakis, S., Lygeros, A. i Jacobsson, S. P. (2006). Comparison of recent methods for inference of variable influence in neural networks. *Neural Networks*, 19(4), 500–513. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2005.09.002>
155. Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. i Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12–40.
156. Parasuraman, Anantharanthan, Zeithaml, V. A. i Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *the Journal of Marketing*, 41–50.
157. Parker, C. i Mathews, B. P. (2001). Customer satisfaction: contrasting academic and consumers’ interpretations. *Marketing Intelligence i Planning*, 19(1), 38–44.
158. Parsons, A. G. (2003). Assessing the effectiveness of shopping mall promotions: customer analysis. *International Journal of Retail i Distribution Management*, 31(2), 74–79. <https://doi.org/10.1108/09590550310461976>

159. Parsons, A. G. i Ballantine, P. W. (2004). Market dominance, promotions, and shopping mall group performance. *International Journal of Retail i Distribution Management*, 32(10), 458–463. <https://doi.org/10.1108/09590550410558590>
160. Pentoś, K. (2016). The methods of extracting the contribution of variables in artificial neural network models – Comparison of inherent instability. *Computers and Electronics in Agriculture*, 127, 141–146. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.06.010>
161. Poiesz, T. B. i von Grumbkow, J. (1988). Economic well-being, job satisfaction income evaluation and consumer satisfaction: An integrative attempt. W *Handbook of economic psychology* (s. 570–593). Springer.
162. Prechelt, L. (1998a). Automatic early stopping using cross validation: quantifying the criteria. *Neural Networks*, 11(4), 761–767.
163. Prechelt, L. (1998b). Early stopping-but when? W *Neural Networks: Tricks of the trade* (s. 55–69). Springer.
164. Preston, C. C. i Colman, A. M. (2000). Optimal number of response categories in rating scales: reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychologica*, 104(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00050-5)
165. Ramachandran, P., Zoph, B. i Le, Q. V. (2017). Swish: a self-gated activation function. *arXiv preprint arXiv:1710.05941*.
166. Ramayah, T., Nushazelin Wan Shahidan, W. i Wah Yap, B. (2012). Satisfaction and trust on customer loyalty: a PLS approach. *Business Strategy Series*, 13(4), 154–167. <https://doi.org/10.1108/17515631211246221>
167. Reguera-Alvarado, N., Blanco-Oliver, A. i Martín-Ruiz, D. (2016). Testing the predictive power of PLS through cross-validation in banking. *Journal of Business Research*, 69(10), 4685–4693. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.016>
168. Revelle, W. i Rocklin, T. (1979). Very Simple Structure: An Alternative Procedure For Estimating The Optimal Number Of Interpretable Factors. *Multivariate Behavioral Research*, 14(4), 403–414. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1404_2
169. Ribeiro, M. T., Singh, S. i Guestrin, C. (2016a). Model-Agnostic Interpretability of Machine Learning. *arXiv:1606.05386 [cs, stat]*. Pabrano z <http://arxiv.org/abs/1606.05386>
170. Ribeiro, M. T., Singh, S. i Guestrin, C. (2016b). Why should i trust you?: Explaining the predictions of any classifier. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining*, 1135–1144. ACM.
171. Rivals i. i Personnaz, L. (2000). A statistical procedure for determining the optimal number of hidden neurons of a neural model. *Second International Symposium on Neural Computation*, 23–26.

172. Russell, S. J. i Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia; Pearson Education Limited.
173. Sagan, A. (2015). Modele PLS-PM i ich zastosowania w predykcji i wyjaśnianiu zjawisk ekonomicznych. *Zeszyty Naukowe Studia i Praca, WNEiZ*, 2(39), 127–138.
174. Sarstedt, M., Ringle, C. M., Henseler, J. i Hair, J. F. (2014). On the Emancipation of PLS-SEM: A Commentary on Rigdon (2012). *Long Range Planning*, 47(3), 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2014.02.007>
175. Scardi, M. i Harding, L. W. (1999). Developing an empirical model of phytoplankton primary production: a neural network case study. *Ecological Modelling*, 120(2–3), 213–223. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(99\)00103-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(99)00103-9)
176. Schafer, J. L. (1997). *Analysis of incomplete multivariate data*. Chapman and Hall/CRC.
177. Schafer, J. L. i Graham, J. W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological methods*, 7(2), 147.
178. Schmidhuber, J. (2015). Deep Learning in Neural Networks: An Overview. *Neural Networks*, 61, 85–117. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003>
179. Sheela, K. G. i Deepa, S. N. (2013). Review on Methods to Fix Number of Hidden Neurons in Neural Networks. *Mathematical Problems in Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2013/425740>
180. Shmueli, G., Ray, S., Velasquez Estrada, J. M. i Chatla, S. B. (2016). The elephant in the room: Predictive performance of PLS models. *Journal of Business Research*, 69(10), 4552–4564. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.049>
181. Sit, J. i Merrilees, B. (2005). Understanding satisfaction formation of shopping mall entertainment seekers: A conceptual model. *Proceedings of the Australian and New Zealand Marketing Academy Conference (ANZMAC 2005)*, 106–114. University of Western Australia.
182. Sjöberg, J. i Ljung, L. (1995). Overtraining, regularization and searching for a minimum, with application to neural networks. *International Journal of Control*, 62(6), 1391–1407.
183. Skowron, Ł. (2014). Zastosowanie modelowania ściezkowego do wyznaczania przebiegu procesu lojalnościowego wśród klientów lubelskich centrów handlowych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (336), 140–151.
184. Skowron, Ł. (2017, wyd. oryg. i cyfrowe). *Uczenie się klienta w warunkach zmian rynkowych*. Pobrano z <http://bc.pollub.pl/dlibra/publication/13403>
185. Skowron, Ł. i Gąsior, G. M. (2016). Wpływ liczebności próby i metody zastępowania braków odpowiedzi na miary dopasowania oraz wyniki modelowania ściezkowego. *Ekonometria*, (53), 42–53.
186. Skowron, Ł. i Gąsior, M. (2017). *Motywacja pracownika a satysfakcja i lojalność klienta*. Pobrano z <https://depot.ceon.pl/handle/123456789/12517>

187. Skowron, M. Ł. (2015). Pomiar motywacji pracowników oraz satysfakcji klientów. Badania empiryczne na przykładzie lubelskiego sektora centrów handlowych. *HANDEL WEWNĘTRZNY*, (3), 251–261.
188. Skowron, S. i Skowron, Ł. (2012). *Lojalność klienta a rozwój organizacji*. Difin.
189. Slevitch, L. i Oh, H. (2010). Asymmetric relationship between attribute performance and customer satisfaction: A new perspective. *International Journal of Hospitality Management*, 29(4), 559–569.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2009.09.004>
190. Somers, M. J. i Casal, J. C. (2009). Using Artificial Neural Networks to Model Nonlinearity: The Case of the Job Satisfaction—Job Performance Relationship. *Organizational Research Methods*, 12(3), 403–417.
<https://doi.org/10.1177/1094428107309326>
191. Spiess, A.-N. i Neumeyer, N. (2010). An evaluation of R² as an inadequate measure for nonlinear models in pharmacological and biochemical research: a Monte Carlo approach. *BMC pharmacology*, 10(1), 6.
192. Spreng, R. A., MacKenzie, S. B. i Olshavsky, R. W. (1996). A reexamination of the determinants of consumer satisfaction. *Journal of marketing*, 60(3), 15–32.
193. Spreng, R. A. i Mackoy, R. D. (1996). An empirical examination of a model of perceived service quality and satisfaction. *Journal of retailing*, 72(2), 201–214.
194. Spreng, R. A. i Page Jr, T. J. (2003). A test of alternative measures of disconfirmation. *Decision Sciences*, 34(1), 31–62.
195. Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever i. i Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: a simple way to prevent neural networks from overfitting. *The Journal of Machine Learning Research*, 15(1), 1929–1958.
196. Staniec i. i Szmit, M. (2004). Sztuczne sieci neuronowe w ocenie wiarygodności kredytowej klienta. *Automatyka/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*, 8, 449–457.
197. Stoel, L., Wickliffe, V. i Lee, K. H. (2004). Attribute beliefs and spending as antecedents to shopping value. *Journal of Business Research*, 57(10), 1067–1073.
[https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(03)00016-X)
198. Streukens, S. i de Ruyter, K. (2004). Reconsidering Nonlinearity and Asymmetry in Customer Satisfaction and Loyalty Models: An Empirical Study in Three Retail Service Settings. *Marketing Letters*, 15(2), 99–111.
<https://doi.org/10.1023/B:MARK.0000047387.12609.23>
199. Sung, A. H. (1998). Ranking importance of input parameters of neural networks. *Expert Systems with Applications*, 15(3–4), 405–411.
[https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(98\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(98)00041-4)
200. Swinyard, W. R. (1998). Shopping mall customer values: the national mall shopper and the list of values. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 5(3), 167–172. [https://doi.org/10.1016/S0969-6989\(97\)00023-4](https://doi.org/10.1016/S0969-6989(97)00023-4)

201. Szymanski, D. M. i Henard, D. H. (2001). Customer satisfaction: A meta-analysis of the empirical evidence. *Journal of the academy of marketing science*, 29(1), 16–35.
202. Tadeusiewicz, R. i Szaleniec, M. (2015). *Leksykon sieci neuronowych*. Projekt Nauka. Fundacja na rzecz promocji nauki polskiej.
203. Tetko i. V., Livingstone, D. J. i Luik, A. I. (1995). Neural network studies. 1. Comparison of overfitting and overtraining. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 35(5), 826–833. <https://doi.org/10.1021/ci00027a006>
204. Ting, S.-C. i Chen, C.-N. (2002). The asymmetrical and non-linear effects of store quality attributes on customer satisfaction. *Total Quality Management*, 13(4), 547–569. <https://doi.org/10.1080/09544120220149331>
205. Tontini, Gerson, da Silva, J. C., Beduschi, E. F. S., Zanin, E. R. M. i Marcon, M. de F. (2015). Nonlinear impact of online retail characteristics on customer satisfaction and loyalty. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 7(2/3), 152–169. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-02-2015-0021>
206. Tontini, Gerson i Silveira, A. (2007). Identification of satisfaction attributes using competitive analysis of the improvement gap. *International Journal of Operations i Production Management*, 27(5), 482–500.
207. Topolski, M. i Topolska, K. (2014). Komputerowe algorytmy wspomagające planowanie sprzedaży w przedsiębiorstwach produkcyjnych. *Logistyka*, 6.
208. Torgo, L. (2016). *Data Mining with R: Learning with Case Studies, Second Edition*. CRC Press.
209. Tu, J. V. (1996). Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49(11), 1225–1231. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(96\)00002-9](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(96)00002-9)
210. Turkyilmaz, A., Oztekin, A., Zaim, S. i Fahrettin Demirel, O. (2013). Universal structure modeling approach to customer satisfaction index. *Industrial Management i Data Systems*, 113(7), 932–949.
211. Verleysen, M. i François, D. (2005). The Curse of Dimensionality in Data Mining and Time Series Prediction. W J. Cabestany, A. Prieto i F. Sandoval (Red.), *Computational Intelligence and Bioinspired Systems* (s. 758–770). Springer Berlin Heidelberg.
212. Vigneron, F. i Johnson, L. W. (1999). A review and a conceptual framework of prestige-seeking consumer behavior. *Academy of Marketing Science Review*, 1(1), 1–15.
213. Wachter, S., Mittelstadt, B. i Russell, C. (2017). *Counterfactual explanations without opening the black box: Automated decisions and the GDPR*.
214. Wakefield, K. L. i Baker, J. (1998). Excitement at the mall: Determinants and effects on shopping response. *Journal of Retailing*, 74(4), 515–539. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(99\)80106-7](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(99)80106-7)

215. Wang, T. i Ji, P. (2010). Understanding customer needs through quantitative analysis of Kano's model. *International Journal of Quality i Reliability Management*, 27(2), 173–184. <https://doi.org/10.1108/02656711011014294>
216. Weng, L.-J. (2004). Impact of the Number of Response Categories and Anchor Labels on Coefficient Alpha and Test-Retest Reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 64(6), 956–972. <https://doi.org/10.1177/0013164404268674>
217. Wesley, S., LeHew, M. i Woodside, A. G. (2006). Consumer decision-making styles and mall shopping behavior: Building theory using exploratory data analysis and the comparative method. *Journal of Business Research*, 59(5), 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.01.005>
218. West, P. M., Brockett, P. L. i Golden, L. L. (1997). A comparative analysis of neural networks and statistical methods for predicting consumer choice. *Marketing Science*, 16(4), 370–391.
219. Westbrook, R. A. i Reilly, M. D. (1983). Value-percept disparity: an alternative to the disconfirmation of expectations theory of consumer satisfaction. *ACR North American Advances*.
220. Widrow, B. (1960). *Adaptive" adaline" Neuron Using Chemical" memistors."*.
221. Wirtz, J. (1993). A critical review of models in consumer satisfaction. *Asian Journal of Marketing*, 2(1), 7–22.
222. Wirtz, J. i Mattila, A. (2001). Exploring the role of alternative perceived performance measures and needs-congruency in the consumer satisfaction process. *Journal of Consumer Psychology*, 11(3), 181–192.
223. Witkowska, D. i Chrzanowska, M. (2004). Wybrane metody klasyfikacji kredytobiorców: modele logitowe i sieci neuronowe. *Prace Naukowe/Akademia Ekonomiczna w Katowicach*, 531–540.
224. Xu, B., Huang, R. i Li, M. (2016). Revise Saturated Activation Functions. *arXiv preprint arXiv:1602.05980*.
225. Xu, Q., Jiao, R. J., Yang, X., Helander, M., Khalid, H. M. i Opprud, A. (2009). An analytical Kano model for customer need analysis. *Design Studies*, 30(1), 87–110.
226. Yang, Y. i Zhang, Q. (1997). A hierarchical analysis for rock engineering using artificial neural networks. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 30(4), 207–222. <https://doi.org/10.1007/BF01045717>
227. Yi, Y. (1990). A critical review of consumer satisfaction. *Review of marketing*, 4(1), 68–123.
228. Yoon, Y., Guimaraes, T. i Swales, G. (1994). Integrating artificial neural networks with rule-based expert systems. *Decision Support Systems*, 11(5), 497–507. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)90021-3](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)90021-3)

229. Yuan, H. C., Xiong, F. L. i Huai, X. Y. (2003). A method for estimating the number of hidden neurons in feed-forward neural networks based on information entropy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 40(1–3), 57–64. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(03\)00011-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(03)00011-5)
230. Yüksel, A. i Yüksel, F. (2001). The expectancy-disconfirmation paradigm: a critique. *Journal of hospitality i tourism research*, 25(2), 107–131.
231. Ząbkowski, T. (2008). Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do oceny ryzyka kredytowego klienta w telekomunikacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia*, 15(7 (1207) Klasyfikacja i analiza danych-teoria i zastosowania), 502–510.
232. Zhang, Z., Beck, M. W., Winkler, D. A., Huang, B., Sibanda, W. i Goyal, H. (2018). Opening the black box of neural networks: methods for interpreting neural network models in clinical applications. *Annals of Translational Medicine*, 6(11), 216–216. <https://doi.org/10.21037/atm.2018.05.32>
233. Zhao, M. i Roy Dholakia, R. (2009). A multi-attribute model of web site interactivity and customer satisfaction: An application of the Kano model. *Managing Service Quality: An International Journal*, 19(3), 286–307.
234. Zobel, C. W. i Cook, D. F. (2011). Evaluation of neural network variable influence measures for process control. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24(5), 803–812. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2011.03.001>