



UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI

**INSTYTUT EKONOMII
I FINANSÓW**

mgr Shivan Fate

Autoreferat pracy doktorskiej:

**SYMULACYJNE BADANIE WPLYWU INTERWENCJI
PUBLICZNYCH NA POZIOM UBÓSTWA**

Promotor:

dr hab. prof. US Małgorzata Łatuszyńska

Recenzenci:

Prof. dr hab. Grażyna Krzyminiewska
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Prof. dr hab. Bolesław Borkowski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

Szczecin 2020

SPIS TREŚCI

1. Problem badawczy	3
2. Cel pracy i hipotezy.....	3
3. Procedura badawcza	4
4. Struktura pracy	5
5. Wyniki przeprowadzonych badań	6
6. Wnioski	20
7. Lista własnych publikacji.....	22

1. Problem badawczy

Ubóstwo jest problemem o zasięgu globalnym, który towarzyszy ludzkości od zawsze. Przyczyny ubóstwa i sposoby jego zwalczania były i są przedmiotem badań różnych dyscyplin nauki, a jednym z ważniejszych wyzwań rozwojowych współczesnego świata jest pomoc osobom i rodzinom znajdującym się w trudnej sytuacji życiowej. To nie tylko zadanie, ale przede wszystkim moralny obowiązek władzy publicznej.

Ubóstwo nie ma jednoznacznej definicji, ale zazwyczaj określane jest jako zjawisko społeczne, polegające na braku środków materialnych do zaspokojenia podstawowych potrzeb życiowych jednostki lub rodziny.

Zastosowanie konkretnych narzędzi i instrumentów walki z ubóstwem winno być poprzedzone rzetelną analizą efektów realizacji konkretnych działań. Nie jest to zadanie proste, gdyż zjawisko ubóstwa jest bardzo złożone, Zarówno przyczyny jego powstawania, jak i skutki występowania są powiązane ze sobą i tworzą sieć zależności - często nieliniowych, o charakterze sprzężeń zwrotnych. Dodatkowo skutki podejmowanych działań widoczne są dopiero po upływie stosunkowo długiego czasu. Analiza tak skomplikowanego układu wymaga zatem zastosowania metody, która poradzi sobie ze złożonością tego zjawiska w ujęciu dynamicznym. Powstaje zatem pytanie: **jaka metoda byłaby najbardziej odpowiednia i czy możliwe jest opracowanie narzędzia, które pozwalałoby na kompleksową analizę efektów proponowanych interwencji publicznych w zakresie przeciwdziałania ubóstwu w ujęciu dynamicznym?**

2. Cel pracy i hipotezy

W kontekście sformułowanego wyżej pytania badawczego za główny cel rozprawy doktorskiej przyjęto **opracowanie koncepcji hybrydowego modelu symulacyjnego do analizy *ex-ante* wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa.**

W rozprawie postawiono następujące hipotezy badawcze:

- opracowanie ram metodologicznych do badania efektów działań podejmowanych w celu zmniejszania poziomu bóstwa, opartych na hybrydowej symulacji komputerowej, może w znaczącym stopniu uzupełnić i wzbogacić metodologię ewaluacji *ex-ante* interwencji publicznych realizowanych w ramach polityki społecznej;
- komputerowy model symulacyjny skonstruowany z wykorzystaniem koncepcji systemowo–dynamicznego modelowania modularnego oraz symulacji wieloagentowej, pozwoli na kompleksową i dynamiczną analizę *ex-ante* wpływu

interwencji publicznych na poziom ubóstwa na różnych szczeblach (lokalnym, regionalnym, krajowym).

3. Procedura badawcza

W celu weryfikacji hipotez przyjęto procedurę badawczą składającą się z następujących etapów:

1. Identyfikacja zależności przyczynowo-skutkowych występujących w układzie ubóstwo - polityka społeczna w świetle różnych teorii.
2. Przegląd metod stosowanych w szacowaniu efektów działań publicznych (ze szczególnym uwzględnieniem modeli symulacyjnych).
3. Opracowanie teoretycznych ram hybrydowego modelowania symulacyjnego w badaniu wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa.
4. Opracowanie założeń biblioteki modułów systemowo – dynamicznych odzwierciedlających zależności występujące w układzie ubóstwo - polityka społeczna.
5. Opracowanie założeń środowiska wieloagentowego, w tym cech i reguł decyzyjnych agentów odzwierciedlających rzeczywiste zachowania osób i gospodarstw domowych na potrzeby badania poziomu ubóstwa.
6. Budowa komputerowego modelu symulacyjnego będącego hybrydą dwóch podejść symulacyjnych (systemowo-dynamicznego oraz wieloagentowego) dla wybranego studium przypadku w celu dokonania weryfikacji i walidacji proponowanej koncepcji teoretycznej.
7. Weryfikacja i walidacja opracowanego modelu na przykładzie wybranych interwencji publicznych.

Podczas realizacji dwóch pierwszych etapów zastosowano metodę przeglądu literatury (do identyfikacji możliwych efektów działań publicznych mających na celu zmniejszenie poziomu ubóstwa oraz do identyfikacji zależności występujących w układzie ubóstwo – polityka społeczna), a także metodę analizy danych zastanych (ang. *desk research*) - raporty dotyczące modeli dotychczas stosowanych w szacowaniu efektów działań publicznych.

W trzecim kroku procedury badawczej, w wyniku przeglądu literatury dotyczącej metod symulacji komputerowej, zastosowano metody modelowania systemowo – dynamicznego oraz wieloagentowego do opracowania metodologicznych ram symulacji hybrydowej w odniesieniu do badania wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa. Metody te zostały również wykorzystane w kolejnych etapach procedury badawczej (od czwartego do szóstego). Głównym źródłem danych użytych w tych krokach były dane statystyczne

pochodzące z raportów Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), Europejskiego Urzędu Statystycznego (EuroStat) oraz Zakładu Ubezpieczeń Społecznych.

W szóstym kroku, do budowy komputerowego modelu symulacyjnego (dla wybranego studium przypadku) będącego hybrydą dwóch podejść symulacyjnych, użyto opracowany przez autora program komputerowy do symulacji w środowisku Microsoft Visual Studio w języku C#. Natomiast na ostatnim etapie procedury badawczej, w celu stwierdzenia poprawności modelu, posłużono się wybranymi metodami weryfikacji, takimi jak: analiza dokumentacji, testowanie jednostek, metoda przypadków szczególnych oraz metoda walidacji fasadowej (ang. *face validity*), polegająca na przeprowadzeniu wywiadów indywidualnych z ekspertami dziedzinowymi.

4. Struktura pracy

Przyjęty cel badań, jak i ogólne założenia metodologiczne wpłynęły na układ pracy, która składa się ze wstępu, pięciu rozdziałów oraz zakończenia. W pierwszym rozdziale pracy omówiono teoretyczne podstawy zjawiska ubóstwa. Nacisk położono na pojmowanie ubóstwa w świetle różnych teorii, a także identyfikację czynników wpływających na jego poziom w układzie wzajemnych zależności przyczynowo-skutkowych. Ponadto zaprezentowano problematykę pomiaru ubóstwa.

W rozdziale drugim dokonano analizy strategicznych dokumentów, zarówno unijnych jak i krajowych, stanowiących o kształcie polityki walki z ubóstwem. Ponadto, dokonano przeglądu narzędzi oraz instrumentów walki z ubóstwem, a także omówiono sposoby ich finansowania na poziomie unijnym i krajowym.

Rozdział trzeci poświęcony jest dylematom związanym z badaniem wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa, ze szczególnym uwzględnieniem metod oraz technik stosowanych w analizie *ex-ante*. Ważnym elementem rozdziału jest przegląd modeli wykorzystywanych w ocenie efektów działań mających na celu walkę z ubóstwem, wykazujący brak narzędzia, które pozwoliłoby na kompleksową analizę problemu w ujęciu dynamicznym.

W rozdziale czwartym zaproponowano rozwiązanie teoretyczne symulacyjnego modelu do badania wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa, powstałego w oparciu o koncepcję symulacji hybrydowej łączącej systemowo-dynamiczne modelowanie modułowe oraz symulację wieloagentową. W tym rozdziale opisano również formalne aspekty łączenia symulacji systemowo-dynamicznej z symulacją wieloagentową. Bardzo istotną jego częścią

jest omówienie autorskiej koncepcji hybrydowego modelu symulacyjnego do badania wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa.

Rozdział piąty poświęcono problematyce weryfikacji i walidacji modelu. Omówiono ogólne zagadnienia związane z tą problematyką oraz przedstawiono procedurę weryfikacji i walidacji modelu opracowaną specjalnie na potrzeby badań empirycznych przeprowadzonych na proponowanym modelu. Ponadto przedstawiono założenia do badań empirycznych oraz opracowane na ich podstawie środowisko do eksperymentów symulacyjnych. Ważną część rozdziału stanowi opis wyników badań eksperymentalnych dla konkretnych interwencji publicznych w zakresie przeciwdziałania ubóstwa. Rozdział kończy omówienie wyników walidacji proponowanego modelu symulacyjnego, przeprowadzonej z udziałem ekspertów, które są podstawą do wyciągnięcia wniosków co do poprawności oraz przydatności opracowanego rozwiązania.

W zakończeniu zaprezentowano najistotniejsze, uogólniające wnioski z rozważań teoretycznych i przeprowadzonych badań.

5. Wyniki przeprowadzonych badań

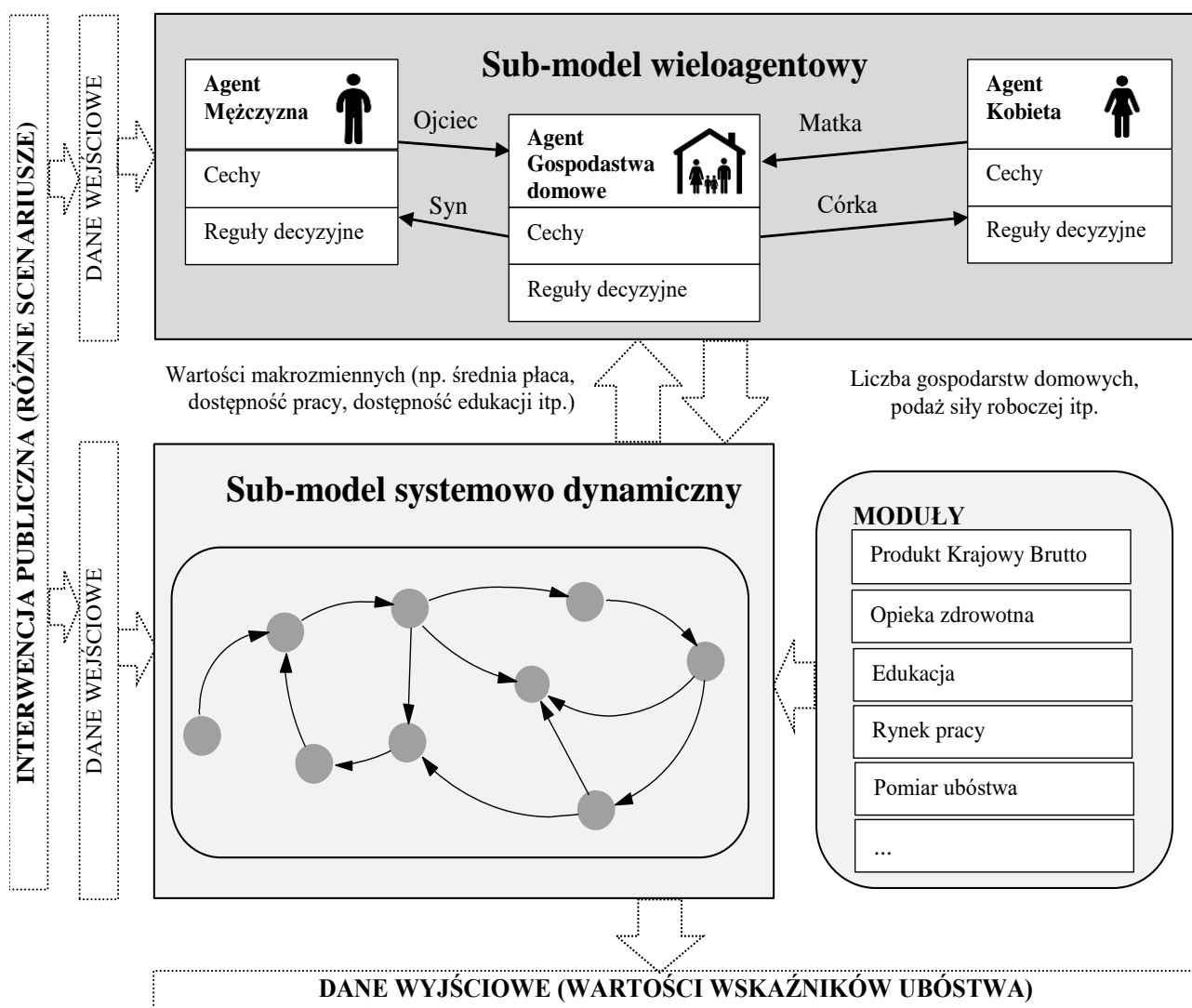
W dysertacji przedstawiono koncepcję hybrydowego modelu symulacyjnego do analizy ex-ante wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa, realizując tym samym jej główny cel. Ogólna struktura proponowanego modelu jest przedstawiona na rys. 1. Model składa się z dwóch sub-modeli: wieloagentowego (ABS) oraz systemowo-dynamicznego (SD), pomiędzy którymi zachodzą relacje o charakterze sprzężeń zwrotnych.

Sub-model wieloagentowy składa się z trzech typów agentów: (1) mężczyzna (M), (2) kobieta (K) oraz (3) gospodarstwo domowe (GD), przy czym agent „gospodarstwo domowe” powstaje w wyniku powiązania agenta typu „mężczyzna” (ojciec) i agenta typu „kobieta” (matka), a jednocześnie jest źródłem agentów typu M (syn) i agentów typu K (córka).

Każdemu typowi agenta przypisywane są pewne cechy oraz reguły podejmowania decyzji. Oba typy agentów opisane są takimi charakterystykami, jak między innymi: wiek, prawdopodobieństwo zgonu w zależności od wieku; akceptowalna różnica wieku w stosunku do partnera (inna dla kobiet i mężczyzn); wykształcenie (podstawowe, średnie, wyższe); wiek podjęcia pracy (w zależności od wykształcenia); wiek przejścia na emeryturę (np. 65 lat dla mężczyzn i 60 dla kobiet); przynależność do grupy społeczno-ekonomicznej (np. pracownik, rolnik, emeryt/rencista, utrzymujący się z niezarobkowych źródeł); grupa zarobkowa

(wyznaczana w zależności od uzyskiwanych wynagrodzeń, wynikająca z krotności średniej krajowej); aktualny poziom dochodów (wg grup kwintylowych, decylowych lub innych); źródło dochodów (np. z pracy najemnej, na własny rachunek poza rolnictwem, z emerytury lub renty, z niezarobkowych źródeł); stopień niepełnosprawności (wartość zero oznacza brak niepełnosprawności). Agent typu „kobieta” dodatkowo ma przypisaną cechę określającą liczbę dzieci (spodziewaną i aktualną).

Rysunek 1. Ogólna struktura modelu hybrydowego SD-ABS do badania wpływu interwencji publicznej na poziom ubóstwa



Źródło: opracowanie własne.

Interakcje między agentami oraz ich sposób funkcjonowania w środowisku wynikają z przypisanych im reguł podejmowania decyzji, między innymi takich jak: reguła łączenia się w pary, zatrudniania się, podwyższania kwalifikacji zawodowych, przydzielania dochodów

w przypadku uzyskania zatrudnienia. Agent typu „kobieta” dodatkowo ma przypisaną regułę podejmowania decyzji o urodzeniu dziecka.

Sub-model wieloagentowy ma za zadanie w sposób zdezagregowany odzwierciedlać demografię oraz populację danego obszaru, dla którego jest przeprowadzony pomiar poziomu ubóstwa. Może on się odnosić do określonej jednostki przestrzennej, przykładowo: gminy, powiatu, województwa, czy też całego kraju – w zależności od potrzeby. Inicjalizowane podczas obliczeń populacje agentów typu „kobieta”, „mężczyzna” oraz „gospodarstwo domowe” odpowiadają obserwowanym na danym obszarze liczebnościom.

Z sub-modelu wieloagentowego są przekazywane do sub-modelu systemowo-dynamicznego przede wszystkim dane dotyczące liczby gospodarstw domowych, wyznaczonej dla badanego obszaru, tj. całkowita liczba gospodarstw domowych, a także liczba gospodarstw o wybranych cechach, w tym o dochodzie ekwiwalentnym niższym od wartości granicy ubóstwa (np. liczba czteroosobowych gospodarstw domowych, zamieszkujących na wsi, w których głowa rodziny utrzymuje się z pracy najemnej).

Dzięki danym obliczanym w sub-modelu wieloagentowym jest możliwe wyznaczenie w sub-modelu systemowo-dynamicznym podstawowych wskaźników ubóstwa, przykładowo: stopa ubóstwa (ang. *headcount ratio*), głębokość ubóstwa/ indeks luki dochodowej ubogich (ang. *poverty gap index*), dotkliwość ubóstwa/ luka dochodowa (ang. *income gap index*), itd.¹, w podziale na rodzaje gospodarstw domowych. Sub-model systemowo-dynamiczny, oprócz obliczania wartości poszczególnych wskaźników ubóstwa, ma za zadanie odwzorowanie czynników makroekonomicznych mających wpływ na poziom ubóstwa i zachodzących między nimi relacji. Zgodnie z naturą metody systemowo-dynamicznej, czynniki te są modelowane w sposób zagregowany.

Dobór analizowanego przypadku oraz założenia do badań symulacyjnych

W badaniu poprawności zaproponowanej koncepcji modelu zastosowano metodę studium przypadku², która umożliwia dogłębną analizę problemu³.

¹ Zob.: Latuszyńska M., Fate S.: Measurement Issues in Poverty Analysis - Methodological Problems, [w:] Grunwald N., Zakrzewska M. (red.). Proceedings of the 5th international scientific conference on modern economics, 2018, University Vigo, Fac Econ & Business Adm, Spain, 2018, s. 274-283; Piwowski M., Miłaszewicz D., Łatuszyńska M., Borawski M., Nermend K.: Application of the Vector Measure Construction Method and Technique for Order Preference by Similarity Ideal Solution for the Analysis of the Dynamics of Changes in the Poverty Levels in the European, Sustainability, MDPI, Open Access Journal, vol. 10(8), 2018, s. 1-24; Panek T.: Statystyka społeczna, PWE, Warszawa, 2014, s. 212.

² Opis metody analizy przypadków został przedstawiony w rozdziale 3.2.

³ Wójcik P.: Znaczenie studium przypadku jako metody badawczej w naukach o zarządzaniu, e-mentor nr 1(48), 2013, s. 17-22. Pobrane z: <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/48/id/983> [dostęp: 17.10.2019].

Badanym przypadkiem jest hipotetyczne małe miasto o liczbie mieszkańców w przedziale od 3000 do 6000 i strukturze populacji zbliżonej do struktury występującej na poziomie kraju – założenie takie pozwoliło zweryfikować wyniki modelu porównując je z dostępnymi danymi na poziomie kraju. Należy podkreślić, że definiując badany przypadek kierowano się między innymi faktem, że miast o wymienionych cechach w Polsce jest ponad 300, a na Pomorzu Zachodnim co najmniej 10.

Przypadek wykorzystany do symulacji jest abstrakcyjny i pomimo podobieństw do wielu miast w kraju (Bobolice, Lipiany, Płoty, Resko itp.) nie odnosi się do żadnego z nich. Innymi słowy, nie dokonano doboru przypadku *sensu stricto*, tylko określono cechy hipotetycznego miasta. Takie postępowanie pozwoliło na sprawdzenie zarówno poprawności działania modelu hybrydowego, będącego połączeniem symulacji systemowo-dynamicznej z wieloagentową, jak i możliwość jego stosowania w badaniu poziomu ubóstwa. Tym samym umożliwiło weryfikację hipotez stawianych w niniejszej pracy, a także pełną realizację celu pracy.

Aby przeprowadzenie badań symulacyjnych było możliwe, konieczne było zebranie i oszacowanie danych wejściowych do obu sub-modeli, a także przyjęcie pewnych założeń. Podstawowe cechy demograficzne badanego studium przypadku oraz ich wartości były określone na podstawie raportów z Badań Budżetów Gospodarstw Domowych⁴ oraz Europejskiego Badania Warunków Życia Ludności (EU-SILC)⁵.

W celu oszacowania dochodu gospodarstw domowych na potrzeby modelu zaproponowano rozkład dochodów (dane wejściowe) odpowiadający rozkładowi wynagrodzeń na poziomie województwa zachodniopolskiego.

Zróżnicowanie dochodów w zależności od miejsca pracy (zakład produkcyjny, usługowy, administracja, rolnictwo, własna działalność, itp.) zostało odzwierciedlone w przyjętym założeniu, że różnice w dochodach zależą od zatrudnienia w danym sektorze gospodarki (publicznym, przemysłowym i usługowym). Zróżnicowanie to wynika z założenia, że sektor publiczny nie generuje zysków, natomiast podmioty gospodarcze w pozostałych sektorach funkcjonują w oparciu o prawa rynkowe. W modelu uwzględniono także szereg parametrów dotyczących funkcjonowania danego przedsiębiorstwa (w zależności od sektora), np.: koszty pracodawcy, podatki, obowiązkowe składki na ubezpieczenia, itd..

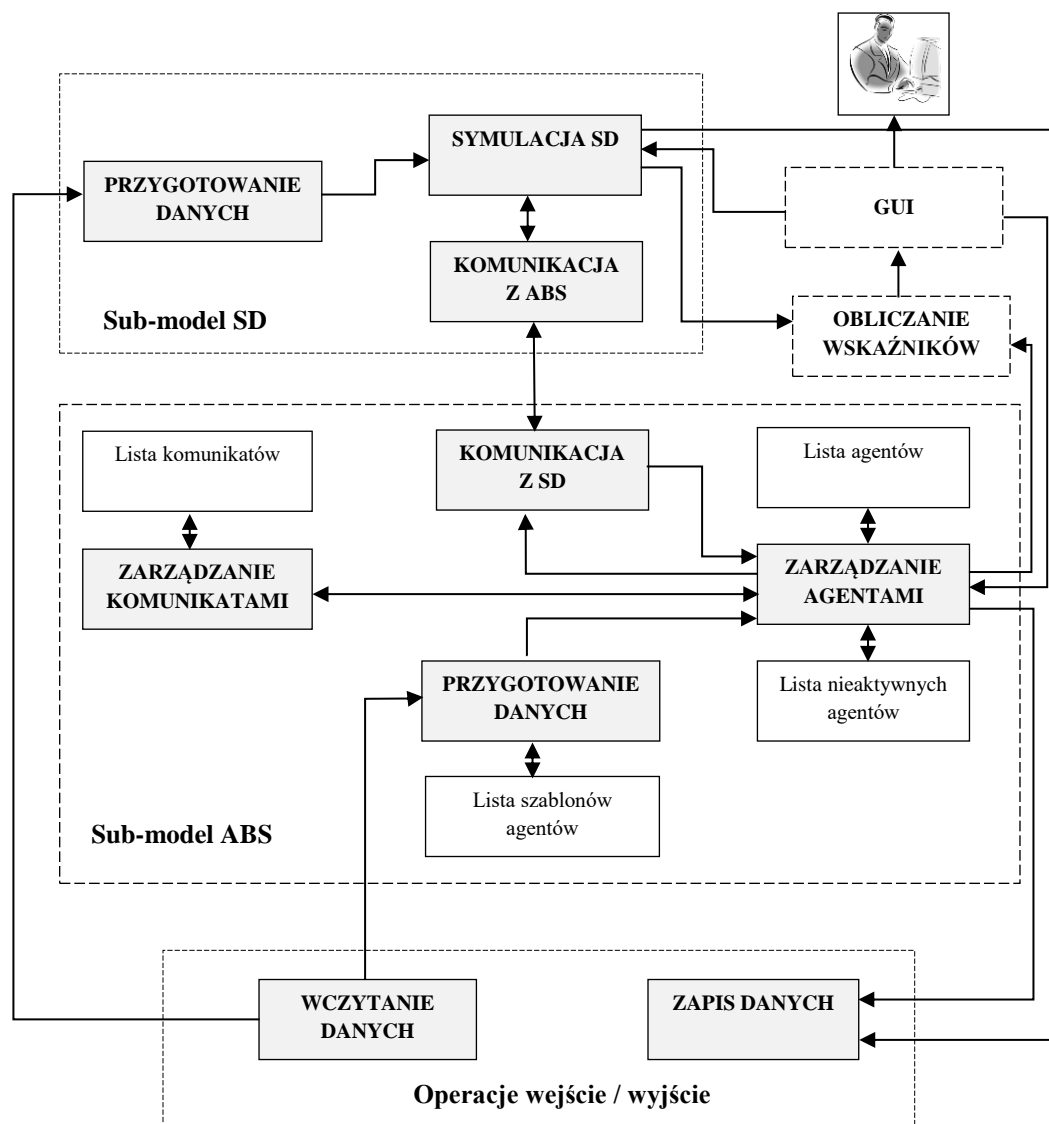
⁴ GUS, pobrane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/warunki-zycia/dochody-wydatki-i-warunki-zycia-ludnosci/sytuacja-gospodarstw-domowych-w-2018-r-w-swietle-wynikow-badania-budzetow-gospodarstw-domowych,3,18.html>.

⁵ GUS, pobrane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/warunki-zycia/dochody-wydatki-i-warunki-zycia-ludnosci/dochody-i-warunki-zycia-ludnosci-polski-raport-z-badania-eu-silc-2017,6,11.html>.

Komputerowa realizacja modelu dla analizowanego przypadku

Na potrzeby realizacji modelu został opracowany program komputerowy do symulacji w środowisku Microsoft Visual Studio w języku C#. Zdecydowano się na takie podejście w celu ułatwienia procesu komunikacji między sub-modelami ABS i SD. Główne bloki programu oraz powiązania między nimi przedstawiono na rys. 2.

Rysunek 2. Główne bloki programu komputerowego oraz przepływ danych między nimi



Źródło: opracowanie własne

Program komputerowy składa się z pięciu głównych bloków, takich jak:

- Sub-model ABS – realizujący symulację wieloagentową.
- Sub-model SD – realizujący symulację systemowo-dynamiczną.

- Blok operacji wejścia/wyjścia – odpowiadający za wczytanie danych do programu oraz zapis wyników działania programu na dysk.
- Blok obliczenia wskaźników – odpowiadający za wyliczanie wskaźników ubóstwa m.in. zasięgu ubóstwa, głębokości ubóstwa, itd..
- GUI – interfejs komunikacji z użytkownikiem programu.

W związku z tym, iż opracowana koncepcja zakłada, że wszystkie dane dotyczące gospodarstw domowych są liczone w sub-modelu ABS, a sub-model SD odpowiada za symulację otoczenia makroekonomicznego (np. rynku pracy), konieczne było stworzenie bloku komunikacji z sub-modelem SD i na odwrót. Dane dotyczące gospodarstw domowych przygotowane w sub-modelu ABS są przekazywane do sub-modelu SD na potrzeby symulacji rynku pracy. Natomiast sub-model SD przekazuje do sub-modelu ABS dane dotyczące obliczanych w nim zmiennych (np. dane odnoszące się do dochodów osób zatrudnionych, do liczby miejsc pracy itp.). Ponadto należy podkreślić, iż taka komunikacja odbywa się na bieżąco w obie strony..

Oprócz wyżej wymienionych elementów oba sub-modele posiadają możliwość operowania na własnych zmiennych, które mogą być definiowane w sposób dynamiczny podczas działania programu. Ponadto wartości tych zmiennych mogą być stałe lub losowane w momencie ich odczytywania.

Rezultaty badań eksperymentalnych dla różnych scenariuszy interwencji publicznych

Omówiony powyżej komputerowy program symulacyjny będący realizacją modelu operacyjnego jest podstawą do przeprowadzenia badań eksperymentalnych dla zdefiniowanego studium przypadku⁶.

Pierwsze obliczenia symulacyjne przeprowadzone za pośrednictwem przedstawionego programu służyły kalibracji i ustawieniu wartości początkowych. Po uzyskaniu satysfakcjonujących wyników, zgodnych z logiką badanego systemu, przystąpiono do realizacji fazy właściwej symulacji. W niniejszym przypadku eksperymenty symulacyjne wykonywano dla 8 okresów (lat)⁷. W eksperymentach wzięto pod uwagę dwa warianty:

- wprowadzenie interwencji od początku symulacji,
- wprowadzenie interwencji w trakcie trwania symulacji (od czwartego okresu).

⁶ Struktura demograficzna gospodarstw domowych oraz dochodów w proponowanym modelu oszacowana została na podstawie danych GUS dla poziomu krajowego (NUTS 1).

⁷ Kadencja parlamentu w Polsce wynosi 4 lata (2 kadencje).

W badaniach symulacyjnych dokonano analizy następujących wybranych interwencji publicznych:

- pomoc państwa w zakresie wychowania dzieci (Program 500+),
- wzrost wysokości płacy minimalnej,
- wzrost wysokości emerytury minimalnej,
- stworzenie dodatkowych, nowych miejsc pracy.

Interwencje publiczne dobrano tak, aby było możliwe sprawdzenie ich użyteczności w różnych politykach państwa, np. emerytalno-rentowej, rynku pracy, czy prorodzinnej. Wykazanie możliwości uniwersalnego wykorzystania modelu przesądzi o jego poziomie użyteczności.

Dla przebiegu bazowego (bez interwencji) przyjęto następujące⁸ wartości dla poszczególnych parametrów charakteryzujących rzeczywistość (zmienne objaśniające):

- minimalna emerytura - 1500 zł,
- minimalna płaca na poziomie - 2250 zł,
- program 500+ na poziomie 0 zł (brak),
- miejsca pracy na poziomie 1667 miejsc, przy stałych parametrach (*ceteris paribus*) związanych z systemem podatkowym oraz ubezpieczeniowym.

W przebiegach symulacyjnych z wprowadzonymi interwencjami przyjęto następujące wartości dla poszczególnych parametrów charakteryzujących rzeczywistość:

- minimalna emerytura - 2500 zł,
- minimalna płaca na poziomie 3000 zł,
- program 500+ na poziomie 500 zł dla każdego dziecka do 18 roku życia,
- utworzenie 160 nowych miejsc pracy (w sumie 1827) miejsc, przy stałych parametrach (*ceteris paribus*) związanych z systemem podatkowym oraz ubezpieczeniowym.

Wielkość przyjętych wartości dla przeprowadzonych interwencji (zmian) jest podyktowana koniecznością spełnienia następujących warunków:

- zmiana wartości dla danej interwencji powinna pozwolić na obserwację kontrfaktycznych różnic⁹ (niewielkie zmiany wartości poszczególnych parametrów nie

⁸ Wartości poszczególnych parametrów oszacowano na podstawie obowiązujących stawek brutto w 2019 roku. W odniesieniu do miejsc pracy liczbę oszacowano proporcjonalnie do wielkości miasta, gdzie poziom zatrudnienia odpowiada średnim wartościom podawanym przez GUS.

⁹ Chodzi o różnicę obserwowanych wartości przed i po interwencji.

znajdują istotnego odzwierciedlenia w symulacji, a poziom obserwowanych różnic jest na granicy błędu statystycznego),

- poziom interwencji powinien być realny (możliwy do wykazania w rzeczywistości).

Każda z wyżej wymienionych interwencji została wdrożona osobno (odrębny eksperyment symulacyjny). Należy zaznaczyć, że w celu wyeliminowania elementu losowości w badaniu symulacyjnym, każdy eksperyment został powtórzony 10 razy i na tej podstawie obliczono średnią arytmetyczną.

Jak wskazują wyniki eksperymentów symulacyjnych, zasięg ubóstwa (rys. 3a) w kolejnych latach wzrasta z poziomu 13,2% do 16,2%, o ile nie zostaną wprowadzone żadne interwencje publiczne. Obserwujemy tendencję wzrostową dla wskaźnika zasięgu ubóstwa (stopa ubóstwa) przy wdrażaniu wszystkich rozważanych interwencji publicznych. Należy zauważyć, iż istotne znaczenie mają interwencje polegające na wzroście wysokości płacy minimalnej oraz wprowadzeniu programu 500+. W przypadku wzrostu płacy minimalnej wskaźnik ten na początku symulacji balansuje na poziomie 10,1%, aby na końcu symulacji osiągnąć poziom 14,9%, czyli poziom niższy o 2 p.p. niż w przypadku braku jakiegokolwiek interwencji. Stopa ubóstwa przy wdrażaniu programu 500+ na początku symulacji wynosi 12,4%, a na koniec 14,4%.

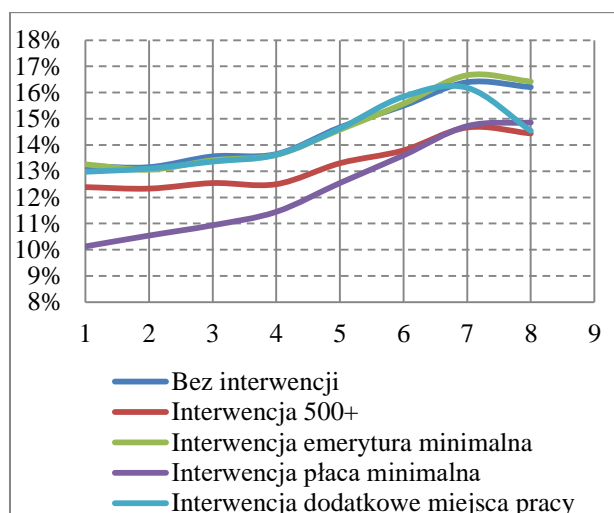
Reasumując, w przypadku wprowadzenia większej płacy minimalnej (wzrost o ok. 33% względem wartości bazowej) można spodziewać się spadku stopy ubóstwa o 1,3 p.p., a w przypadku wprowadzenia programu 500+ przewiduje się spadek stopy ubóstwa o 1,8 p.p. na koniec okresu. Tworzenie dodatkowych, nowych miejsc pracy będzie miało wpływ na stopę ubóstwa w dalszych okresach (latach).

Przechodząc do analizy poziomu wskaźnika ubóstwa wśród gospodarstw domowych, można zauważyć, że dla gospodarstw domowych jednoosobowych największe znaczenie ma interwencja w zakresie tworzenia dodatkowych miejsc pracy, gdzie na początku symulacji wartość wskaźnika wynosi 24,4%, zaś na koniec okresu zaledwie 11,5%, (spadek prawie o 12,9 p.p.). Pozostałe interwencje nie mają istotnego wpływu na poziom wskaźnika (rys. 3 b).

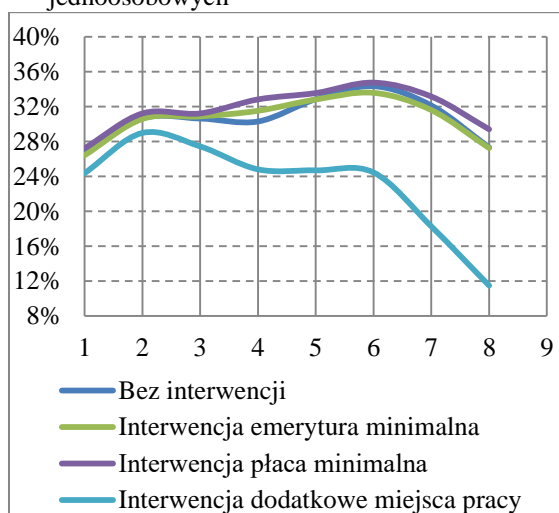
W przypadku gospodarstw domowych z dziećmi przebadane zostały dwie interwencje: Program 500+ oraz tworzenie dodatkowych miejsc pracy. Analizując dane wyjściowe można stwierdzić, iż zarówno jedna jak i druga interwencja mają wpływ na poziom wskaźnika, przy czym stworzenie dodatkowych miejsc pracy ma ostatecznie większy wpływ na poziom ubóstwa dla tych typów gospodarstw domowych (rys. 3 c, d).

Rysunek 3. Zasięg ubóstwa w kolejnych iteracjach (latach)

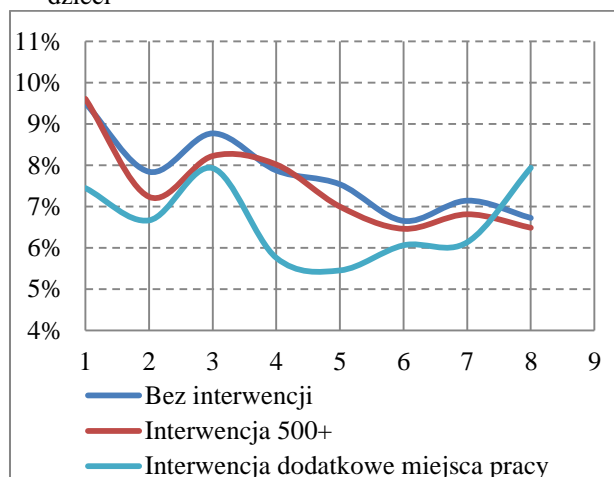
a) Stopa ubóstwa ogółem



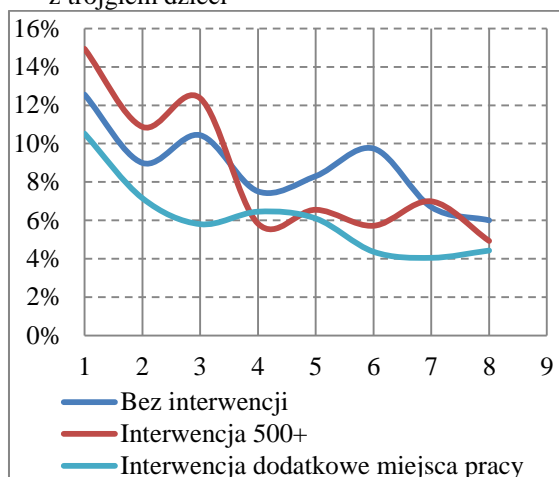
b) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych jednoosobowych



c) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych z dwojgiem dzieci



d) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych z trojgiem dzieci

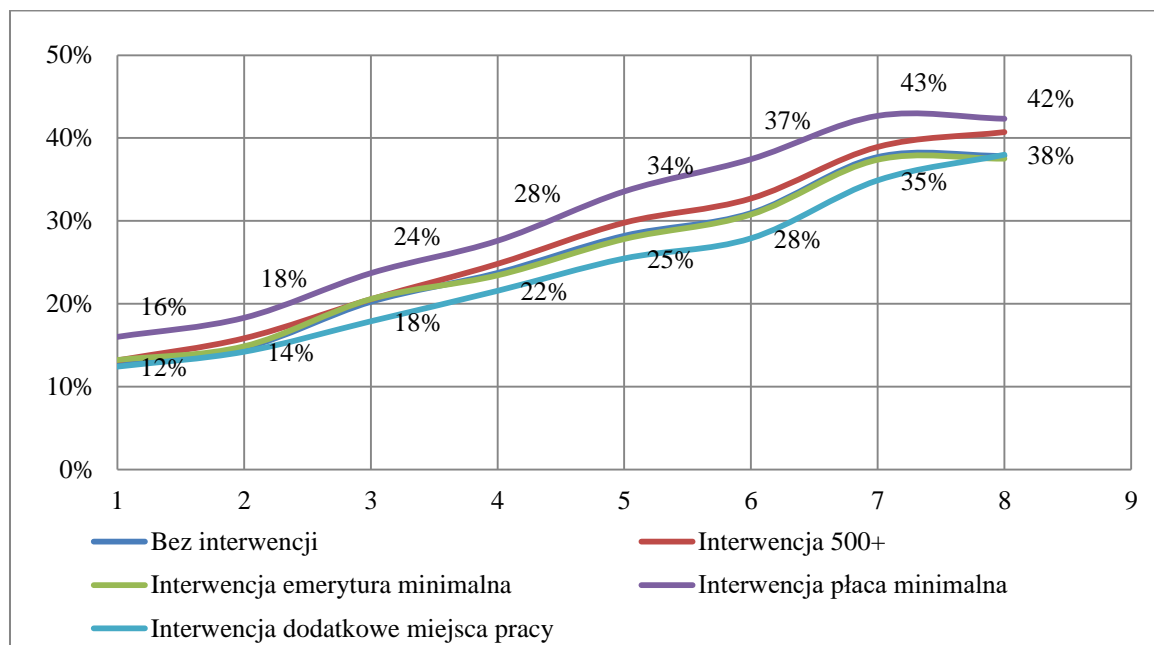


Źródło: opracowanie własne

Kolejny wykres (rys. 4) przedstawia głębokość ubóstwa wskazującego na przeciętny dystans pomiędzy dochodami ekwiwalentnymi gospodarstw domowych ubogich oraz granicą ubóstwa. Jest to wskaźnik, który informuje nas jak głęboko dane ubogie gospodarstwo domowe znajduje się poniżej granicy ubóstwa. Analizując rysunek 4. można stwierdzić, że głębokość ubóstwa wzrasta wraz z kolejnymi okresami (latami), przy czym zmiany te różnią się w zależności od zastosowanej interwencji. Dystans pomiędzy ekwiwalentnymi dochodami ubogich gospodarstw domowych zdecydowanie zmniejsza się przy wdrażaniu interwencji polegającej na utworzeniu dodatkowych miejsc pracy i waha się pomiędzy 0,5 do 2,8 p.p. na koniec okresu (w stosunku do sytuacji, w której nie jest prowadzona żadna interwencja). Najgorzej wypada natomiast interwencja w zakresie wzrostu płacy minimalnej – w tym

przypadku wskaźnik głębokości ubóstwa zawiera się w przedziale pomiędzy 3 do 5 p.p. (w stosunku do sytuacji bez interwencji).

Rysunek 4. Głębokość ubóstwa dla studium przypadku



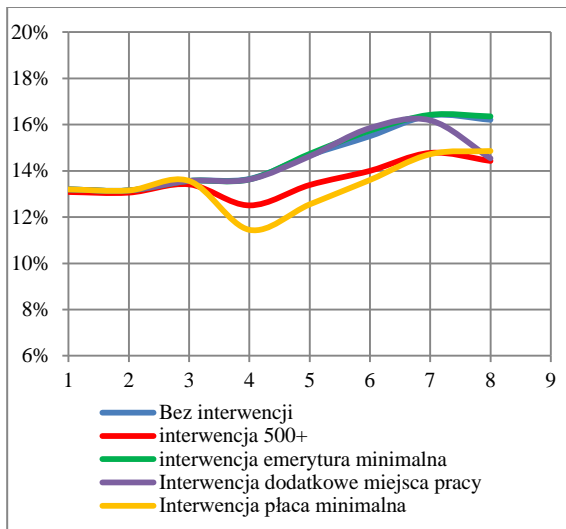
Źródło: opracowanie własne

Analizując wyniki eksperymentów dotyczące zasięgu ubóstwa ogółem (mierzonego stopą ubóstwa relatywnego) w przypadku wprowadzenia interwencji w trakcie trwania symulacji (od 4 okresu) (rys. 5.) można stwierdzić, że program symulacyjny poprawnie odzwierciedla zachowanie badanego systemu w momencie wprowadzenia dodatkowych bodźców - interwencji publicznych w zakresie ubóstwa. Ponadto, należy zaznaczyć, iż pomimo niewielkiego wzrostu wskaźnika ubóstwa, skuteczność poszczególnych interwencji jest zróżnicowana. W momencie wprowadzenia danej interwencji wyraźnie widać, że program 500+ oraz wzrost płacy minimalnej najsilniej wpływają na obniżenie poziomu ubóstwa. Natomiast w długim okresie zdecydowanie najlepiej na poziom ubóstwa wpływa tworzenie dodatkowych, nowych miejsc pracy (rys. 5 a).

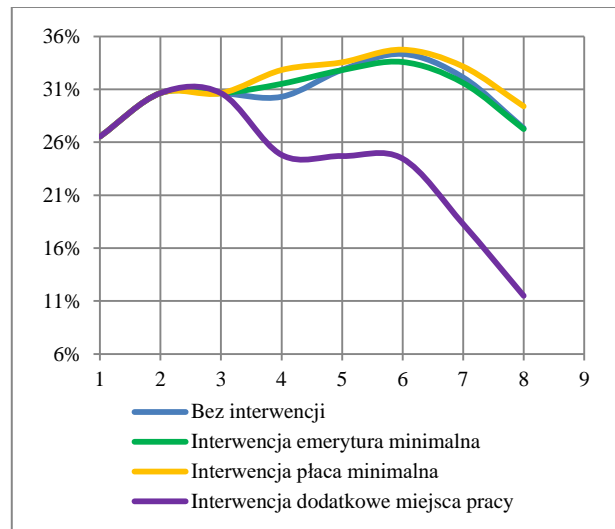
Dla gospodarstw domowych jednoosobowych największą obniżkę stopy ubóstwa daje, zgodnie ze wskazaniem symulacji, interwencja polegająca na utworzeniu dodatkowych miejsc pracy (rys. 5 b). W przypadku gospodarstw z dwojgiem i więcej dzieci najskuteczniejszym narzędziem obniżającym stopę ubóstwa jest także tworzenie dodatkowych miejsc pracy (rys. 5. c, d).

Rysunek 5. Zasięg ubóstwa w kolejnych okresach (latach) w przypadku wprowadzenia interwencji w trakcie trwania symulacji

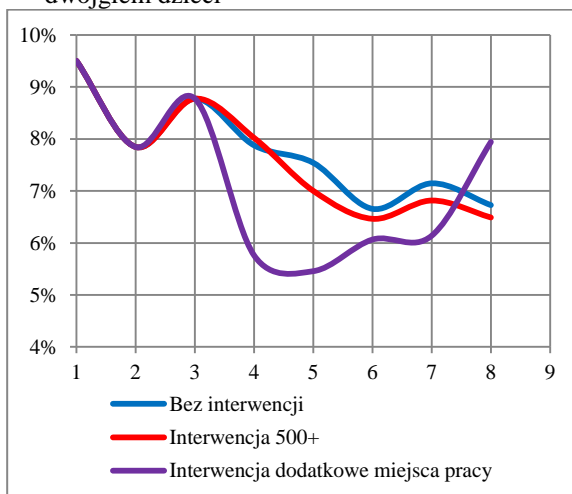
a) Stopa ubóstwa ogółem



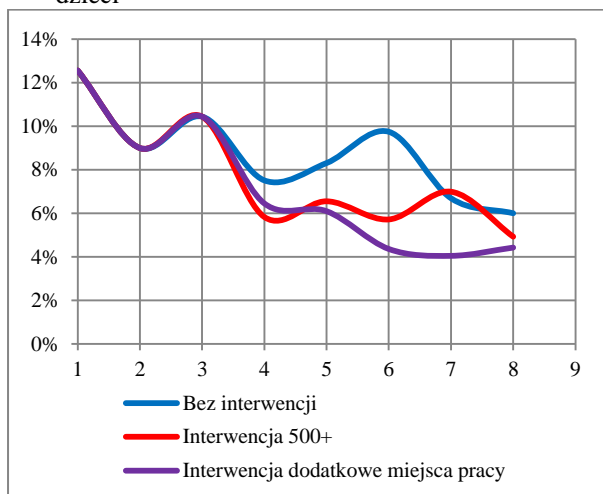
b) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych jednoosobowych



c) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych z dwójm dzieci



d) Stopa ubóstwa gospodarstw domowych z trojgiem dzieci



Źródło: opracowanie własne

Weryfikacja i walidacja proponowanego modelu symulacyjnego

Opracowany model został poddany procesowi weryfikacji i walidacji. W literaturze przedmiotu związanej z symulacją komputerową, pod pojęciem weryfikacji rozumie się sprawdzenie, czy model jest prawidłowo zaprogramowany, oraz czy program nie zawiera błędów syntaktycznych (składniowych) i formalnych. Natomiast walidacja oznacza ustalenie,

czy zaprogramowany model poprawnie reprezentuje i odtwarza zachowania obserwowane w systemie rzeczywistym¹⁰.

W przypadku proponowanej koncepcji weryfikacja polegała na użyciu kilku metod znanych z inżynierii oprogramowania, tj. analiza dokumentacji (zawierającej opis modelu koncepcyjnego i operacyjnego); oddolne testowanie kodu oraz testowanie przypadków szczególnych, polegające na sztucznym generowaniu danych, po to aby upewnić się, że program opisujący model działa prawidłowo¹¹.

Natomiast w procesie walidacji oparto się na metodzie walidacji ekspertowej polegającej na przeprowadzeniu indywidualnego wywiadu z ekspertami dziedzinowymi¹². W trakcie wywiadu został wykorzystany autorski kwestionariusz wywiadu, składający się z dwóch zasadniczych bloków pytań:

- Zgodność mechanizmów i właściwości modelu z symulowaną rzeczywistością i teorią dotyczącą analizowanych procesów.
- Empiryczna walidacja danych wejściowych i wyjściowych.

Wywiad został przeprowadzony z ekspertami z dziedziny ekonomii, polityki społecznej oraz informatyki (w zakresie modelowania i symulacji komputerowej). Eksperci reprezentowali świat nauki lub/ i praktyki. Łącznie przeprowadzono wywiady z jedenastoma ekspertami

W tabeli 1 przedstawiono w sposób syntetyczny wyniki przeprowadzonych wywiadów, z dziewięcioma pytaniami wartościującymi.

Łącznie dokonano 97 ocen (dwóch ekspertów nie udzieliło odpowiedzi na jedno pytanie). W przeważającej większości (76%) udzielono ocen na poziomie 5 (zdecydowana zgodność), 18% ocen było na poziomie 4, zaś 6% na poziomie 3. Najwyższe oceny (średnia 4,9) dotyczyły oceny zgodności sposobu liczenia wskaźników ubóstwa w przedstawionym modelu symulacyjnym z teorią pomiaru ubóstwa. Relatywnie najniższe oceny (średnia 4,5) uzyskały odpowiedzi na pytania dotyczące stopnia odwzorowania zachowania agentów względem działań osób oraz gospodarstw domowych w realnym świecie, a także stopnia poprawności wyników oraz danych wejściowych w symulowanym przypadku.

¹⁰ Lemke J., Łatuszyńska M.: Validation of System Dynamics Models-a Case Study, Journal of Entrepreneurship, Management & Innovation, 9, 2013, s. 1.

¹¹ Zob.: Gilbert N.: Agent-based models, Sage (153), London, 2008; Rand W., Rust T.: Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor, International Journal of Research in Marketing, 28, 2011, s. 7; Shillingford N., Mady G., Kennedy C.: Verification and Validation of an Agent-based Simulation Model, Agent-Directed Simulation Conference, 2005.

¹² Metoda wywiadu indywidualnego została opisana w podrozdziale 5.1.

Tabela 1. Rozkład odpowiedzi respondentów

L.p.	Pytania	Eksperci											Średnia ocen dla pytań
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Jaki obszar ekspertyzy Pan/Pani reprezentuje?	b, c	a, c	b	a	b	a	a	b	a	a, b	a, c	-
2	Czy jest Pan/ Pani przedstawicielem świata nauki/ praktyki	p	n, p	p	n	p	n	n	p	n	n, p	n	-
3	Proszę ocenić czy przedstawiony model symulacyjny (w tym jego opis, struktura oraz logika działania) wystarczająco poprawnie odzwierciedla sytuację rzeczywistą?	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4,82
4	W jakim stopniu zachowanie agentów odpowiada działaniom osób oraz gospodarstw domowych w realnym świecie?	5	4	4	5	5	3	5	3	5	5	5	4,45
5	Proszę ocenić zbieżność reguł jakie zostały ustalone dla agentów (np. wiek rozpoczęcia pracy, wiek zawierania związków) ze stanem rzeczywistym?	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4,82
6	Proszę ocenić w jakim stopniu procesy dynamiczne przedstawione w modelu (wzajemne oddziaływanie zmiennych w czasie, np. wpływ sytuacji na rynku pracy na poziom ubóstwa) odpowiada rzeczywistości?	5	4	4	5	5	-	5	4	5	5	5	4,70
7	Proszę ocenić na ile sposób liczenia wskaźników ubóstwa w przedstawionym modelu symulacyjnym jest zgodny z teorią pomiaru ubóstwa?	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,91
8	Proszę ocenić z jakim stopniem pewności można uznać, że wyniki oraz dane wejściowe są rozsądne biorąc pod uwagę symulowany przypadek?	5	4	5	5	5	3	4	3	5	5	5	4,45
9	Proszę o ocenę prawidłowości reakcji modelu na wprowadzane zmiany (interwencje) w eksperymentach symulacyjnych?	-	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4,70

L.p.	Pytania	Eksperti											Średnia ocen dla pytań	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
10	Czy testowany model może być wykorzystany przez decydentów do oceny skuteczności interwencji dotyczących przeciwdziałaniu ubóstwa?	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4,82
11	Proszę ocenić na ile zaproponowany model symulacyjny może wzbogacić metodologię analizy <i>ex-ante</i> wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa?	5	4	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4,64
Średnia ocen													4,7	

Legenda: a - ekonomia, b - polityka społeczna, c – informatyka (modelowanie symulacyjne); n – świat nauki, p – świat praktyki; minus – oznacza brak odpowiedzi).

Źródło: opracowanie własne

Eksperti reprezentujący obszar ekonomii zwracali uwagę w szczególności na kwestie związane z zmiennymi makroekonomicznymi oraz elementami ekonomii behawioralnej. Natomiast reprezentanci obszaru polityki społecznej wskazywali na zagadnienia związane bardziej z czynnikami społecznymi, np. migracja wewnętrzna i zarobkowa, niezarobkowe źródła dochodów (czynniki pozamaterialne). Przedstawiciele obszaru informatyki natomiast koncentrowali się na sposobie funkcjonowania modelu (dynamika oraz programowanie agentów), a także na praktycznych aspektach, takich jak koszty związane z tworzeniem modelu czy przyjazny dla użytkownika interfejs. Reprezentanci wszystkich obszarów byli zgodni co do przydatności ocenianego narzędzia do przygotowywania analiz dla decydentów kreujących politykę społeczną na poziomie rządowym i samorządowym.

Jak można było się spodziewać, przedstawiciele świata nauki zwracali częściej uwagę na aspekty metodologiczne tworzenia modelu (dobór zmiennych do modelu i relacje między nimi), zaś praktycy - na wartości użytkowe i możliwości wykorzystania modelu w polityce społecznej.

Warto na zakończenie dodać, że eksperci podczas wywiadu, poza oceną poprawności modelu, odnieśli się też szerzej do kwestii proponowanej koncepcji. Między innymi postulowali dalsze rozwijanie modelu, np. poprzez jego rozbudowę o kolejne interwencje (przykładowo: mieszkanie + lub inne inicjatywy rządu) i/lub włączenie większej liczby zmiennych (np. makroekonomicznych). Podkreślali również, że wyniki symulacji mogą zainicjować dyskusję o kierunku zmian w polityce społecznej oraz zwracali uwagę na istotność podejmowanego w modelu zagadnienia naukowego.

Podsumowując wyniki przeprowadzonej walidacji fasadowej, biorąc pod uwagę średnią ocen ekspertów w poszczególnych pytaniach, wahającą się pomiędzy 4,45 a 4,9 (ogólna średnia 4,7), należy stwierdzić, że poprawność modelu została oceniona bardzo wysoko. Pozwala to na sformułowanie wniosku, że model został zaakceptowany przez ekspertów, co świadczy o pozytywnym wyniku przeprowadzonej walidacji modelu.

6. Wnioski

Analiza teoretyczna i empiryczna właściwości opracowanego modelu hybrydowego przeprowadzona w rozprawie doktorskiej wykazała, że proponowane rozwiązanie daje wartość dodaną w stosunku do dotychczas stosowanych rozwiązań, polegających przede wszystkim na badaniu efektów *ex-post*, w ujęciu statycznym, głównie na poziomie ogólnokrajowym. Proponowany model pozwalał natomiast na analizę *ex-ante* w ujęciu dynamicznym, na różnych szczeblach podziału administracyjnego w sposób kompleksowy, umożliwiającą:

- ujęcie wzajemnych powiązań (w tym sprzężeń zwrotnych) między wszystkimi badanymi elementami, tj. gospodarstwami domowymi i ich otoczeniem społeczno-gospodarczym,
- wyznaczenie wartości wszystkich branych pod uwagę w analizie elementów w każdym punkcie czasu, dla którego wykonywane są obliczenia,
- opisanie z właściwą szczegółowością wszystkich rozpatrywanych typów gospodarstw domowych, przy uwzględnieniu reguł decyzyjnych związanych z zachowaniem osób tworzących te gospodarstwa.

Można zatem stwierdzić, że obie przyjęte w pracy hipotezy zostały potwierdzone.

Elementy nowości zawarte w pracy to przede wszystkim:

- zastosowanie symulacji hybrydowej do badania problematyki związanej z ubóstwem,
- opracowanie koncepcji hybrydowego modelu symulacyjnego do analizy *ex-ante* wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa,
- opracowanie reguł decyzyjnych w zakresie funkcjonowania osób i gospodarstw domowych w oparciu o podejście agentowe,
- opracowanie założeń do biblioteki modułów systemowo-dynamicznych na potrzeby odwzorowania zmiennych makroekonomicznych oraz pomiaru poziomu ubóstwa,
- budowa hybrydowego środowiska symulacyjnego dla studium przypadku,
- opracowanie procedury weryfikacji i walidacji modelu dla studium przypadku,

- opracowanie kwestionariusza wywiadu do walidacji fasadowej proponowanego hybrydowego modelu symulacyjnego.

Zaproponowane w rozprawie rozwiązanie może być przydatne przede wszystkim dla decydentów, pracowników administracji rządowej i samorządowej, którzy opracowują strategiczne programy dotyczące zwalczania ubóstwa.

Wnioski wynikające z przeprowadzonych badań pozwalają na zarysowanie kierunków dalszych prac nad zaproponowaną koncepcją, między innymi w kierunku:

- opracowania kolejnych modułów systemowo-dynamicznych odnoszących się do zmiennych społeczno-gospodarczych,
- przeprowadzenia pogłębionych badań pozwalających na doskonalsze odwzorowanie reguł decyzyjnych przypisanych agentom (np. badania dotyczące prawdopodobieństwa rozwodów z podziałem na wiek i status społeczny),
- przetestowanie za pośrednictwem modelu innych interwencji publicznych w zakresie przeciwdziałania ubóstwu,
- rozszerzenie modelu w kierunku uwzględnienia dodatkowych czynników takich jak przykładowo: migracja czy rezygnacja z aktywności zawodowej na rzecz transferów socjalnych,
- opracowanie przyjaznego interfejsu użytkownika, który umożliwi analitykowi względnie łatwe wprowadzenie nowych interwencji i zbadanie ich oddziaływania.

7. Lista własnych publikacji

1. Fate S., Łatuszyńska M.: *A hybrid simulation approach to modelling the impact of public interventions on poverty*, European Research Studies Journal, Volume XXII, Issue 4, 2019, pp. 347-363.
2. Fate S., Łatuszyńska M.: *Measurement Issues in Poverty Analysis – Methodological Problems*, 5th International Scientific Conference on Modern Economics, University of Wismar, Germany, 2018, pp. 274-283.
3. Fate S., Łatuszyńska M.: *Modelowanie modularne wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa*, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego nr 47/3, 2017, s. 51-64.
4. Fate S., Łatuszyńska M.: *Koncepcja komputerowego modelu symulacyjnego do badania wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa*, Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Zeszyt 52/2018, s. 215–228.
5. Fate S., Łatuszyńska M.: *Metody analizy wpływu interwencji publicznych na poziom ubóstwa*, Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze, nr 6, 2017, s. 71-83.
6. Fate S., Łatuszyńska M., Nermend K., Borawski M.: *Badanie ubóstwa z wykorzystaniem metody VMCM*, Studia i Prace WNEIZ US, nr 47/3, 2017, s. 83-95.
7. Fate S., Łatuszyńska M.: *Polityka walki z ubóstwem na poziomie unijnym i krajowym*, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego nr 46/1, 2016, s. 51-63.
8. Fate S., Łatuszyńska M.: *Symulacja komputerowa w badaniu efektów polityki społecznej w zakresie przeciwdziałania ubóstwu*, Studia Informatica Pomerania nr 1/2016 (39), 2016, s. 73-83.
9. Fate S., Stateczny A.: *Aspects of Spatial State Estimation of Sailing Targets with the use of Extended Kalman Filter*, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 16, No. 4A, 2007.
10. Fate S., Stateczny A., Lisaj A.: *Fuzja danych nawigacyjnych w przestrzeni filtru Kalmana*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, nr 11 (83), 2006.
11. Fate S., Lisaj A.: *Intelligent Fusion of Navigational Data*, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 14, Supp. I, 2005.
12. Fate S., Lisaj A.: *Określanie pozycji statku poprzez multi-sensorową fuzję danych w oparciu o filtr Kalmana*, Roczniki Informatyki Stosowanej, tom 8, Politechnika Szczecińska, Szczecin, 2005.