

Use of Agent-Based Modelling as a Tool for Determining Guidelines in the Process of Revitalization of Large Housing Estates

Szymon Mieszkowski

DOI:10.30825/5.ak.163.2019.61.4

Wykorzystanie modelu agentowego do określenia wytycznych rewitalizacji wielkich osiedli blokowych

Key words: agent-based model, revitalization, large housing estates, socio-demographic polarization

Introduction

Large housing estates, built mainly in the 1970s and 1980s in Poland, appear to be completely immune to societal transformation and free-market changes of the 21st century. They continue to be an attractive place to live and, paradoxically, over time, despite new real estate investments, they have become more attractive [Celińska-Janowicz 2010]. The theory of the formation of enclaves of poverty, similarly to Western countries, where the inhabitants of large housing estates are associated with low economic and social status, has not materialised. Living in a concrete-panel block of flats does not carry the stigma of a cursed place; on the contrary, thanks to their location, well-developed public transport links and services infrastructure, post-war housing estates are becoming a magnet for new residents [Jarczewski 2010].

Current research confirms the high level of satisfaction and a sense of belonging to the place of residence [Borowik 2003, Szafrńska 2016, Dekker 2005]. Despite its numerous disadvantages, amongst which the most frequently quoted are small and non-functional apartments, monotonous architecture and overwhelming scale of buildings, apart from the

upgrading of the thermal insulation, open spaces and services, there has been no thorough revitalisation of large housing estates. In addition, based on the report of the Polish Building Research Institute (ITB) of 2015 [Instytut Techniki Budowlanej 2015], stating that there is no real risk to the structural stability of the concrete-panel buildings, it can be inferred that there is no risk of rapid degradation. In Central Europe, where the scale of this type of development is much larger than in Western Europe, no such widespread revitalisation programme for large housing estates has been undertaken [Ostańska 2010]. Due to the complex ownership structure of the flats, it is highly unlikely that the complete demolition approach, adopted in the US in 1972 [Hansman 2017] and continued in the United Kingdom [Cameron 2016], will be adopted. In Poland, programmes based on partial demolition with infill development [Gronostajska 2007], as well as proposals aimed at increasing the building density of the estates, are being considered [Jarczewski 2009]. Very often, this conflicts with the requirements of local development plans that prohibit the introduction of new residential buildings on existing estates [Ganowicz 2007]. Bearing in mind how difficult it is socially, economically, and politically to revitalise the so-called *wielka płyta* (common Polish expression for buildings constructed from large precast concrete panels), it is highly

Słowa kluczowe: model agentowy, rewitalizacja, wielkie osiedla blokowe, polaryzacja demograficzno-społeczna

Wprowadzenie

Wielkie osiedla blokowe budowane głównie w latach 70. i 80. XX wieku w Polsce wydają się być całkowicie odporne na transformacje ustroju oraz wolnorynkowe przemiany z początku XXI wieku. Nieprzerwanie stanowią atrakcyjne miejsce do życia i paradoksalnie z upływem czasu, pomimo powstawania nowych inwestycji mieszkaniowych, zyskują na atrakcyjności [Celińska-Janowicz 2010]. Nie sprawdziła się teoria powstawania wielkomiejskich enklaw biedy na wzór państw zachodnich, w których mieszkańcy zabudowy blokowej jednoznacznie utożsamiani są z niskim statusem ekonomiczno-społecznym. Mieszkanie w bloku z wielkiej płyty nie niesie za sobą stygmatu miejsca wyklętego, wręcz przeciwnie – dzięki lokalizacji, dobrze rozwiniętemu transportowi publicznemu oraz wyposażeniu w infrastrukturę usługową powojenne osiedla stają się magnesem dla nowych mieszkańców [Jarczewski 2010].

Dotychczasowe badania potwierdzają wysoki stopień satysfakcji oraz poczucie więzi z miejscem zamieszkania [Borowik 2003, Szafrańska 2016, Dekker 2005]. Pomimo swoich licznych wad, wśród których najczęściej wymieniane są małe

i niefunkcjonalne mieszkania, monotonna architektura i przytłaczająca skala zabudowy, poza termoizolacją, próbą zagospodarowania przestrzeni otwartych oraz uzupełnianiem funkcji usługowych nie nastąpiły gruntowne procesy rewitalizacji wielkich osiedli blokowych. Dodatkowo, powołując się na raport [Instytut Techniki Budowlanej 2015], stwierdzający brak realnego zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji budynków wielkopłytowych, można przypuszczać, iż nie grozi im rychła degradacja. W Europie Środkowej, gdzie natężenie tego typu zabudowy jest znacznie większe niż w krajach Europy Zachodniej, nie podjęto programu rewitalizacji wielkich osiedli mieszkaniowych na szerszą skalę [Ostańska 2010]. Ze względu na złożoną strukturę własności mieszkań mało prawdopodobnym scenariuszem rewitalizacji wydaje się być rozpoczęty w USA w 1972 r. [Hansman 2017] oraz kontynuowany w Wielkiej Brytanii [Cameron 2016] proces całkowitego wyburzenia tzw. blokowisk. W Polsce rozważane są programy polegające na częściowych wyburzeniach i dobudowie [Gronostajska 2007] oraz na dogęszczaniu istniejącej zabudowy [Jarczewski 2009]. Często kłóci się to z wymogami planów miejscowych, zakazującymi dogęszczania istniejącej tkanki mieszkaniowej [Ganowicz 2007]. Biorąc pod uwagę, jak trudnym ekonomicznie, politycznie i socjalnie problemem jest rewitalizacja „wielkiej płyty”, z dużym prawdopodobieństwem

można zakładać, iż przyszłość osiedli będzie zależeć od ich mieszkańców. W związku z tym istnieje potrzeba szczegółowej analizy oddolnych procesów zachodzących w lokalnej społeczności w celu zidentyfikowania najbardziej prawdopodobnych scenariuszy rozwoju wielkich osiedli mieszkaniowych.

Materiał i metody

Zaproponowany przez Ostańską model PEARS [Ostańska 2018], wprowadzający czynnik społeczny, wydaje się nieoceniony w oszacowaniu rzeczywistych potrzeb mieszkańców, dotyczących krótko- i długoterminowych planów modernizacji osiedla. Dodatkowo, dzięki porównaniu zmieniających się z upływem czasu postulatów mieszkańców, powstała możliwość dokładniejszego przewidywania przyszłych trendów rozwoju osiedla. Przedstawione w niniejszym artykule rozwiązanie rozszerza model analityczny o symulacje oparte na agentach, w których poszukiwane są najbardziej prawdopodobne scenariusze ewolucji osiedla. Modelowanie agentowe (ang. Agent-Based Model, ABM) jest idealnym narzędziem do analizy skomplikowanych procesów, gdzie decyzyjność poszczególnych jednostek może mieć wpływ na globalny trend (Heppenstall i in. 2012). ABM jest stosunkowo nowym rozwiązaniem modelowania systemów nieliniowych i jego istota oparta

likely that the future revitalization of these housing estates will fall to its residents. There is therefore an urgent need for a detailed analysis of the bottom-up processes taking place within the local community in order to identify the most likely scenarios for the spontaneous evolution of large housing estates.

Materials and methods

The PEARS model proposed by Ostańska [2018], introducing a social factor, appears to be invaluable in estimating the real needs of residents, both those that are urgent and those that are more long-term plans to modernise the estate. In addition, thanks to the comparison of residents' changing demands, a more exact prediction of future trends in the development of the housing estates has been made possible. The solution presented in this article extends the analytical model through simulations based on agents in which the most probable evolution scenarios are sought. The Agent-Based Model (ABM) is an ideal tool for the analysis of complex processes, where the decision-making of individual agents can have an impact on the global trend [Heppenstall et. al. 2012]. ABM is a relatively new solution for modelling non-linear systems and its essence is based on a set of agents residing in the environment. Agents are able to interact with the environment and other agents [Macal and North

2010]. The main characteristic of agents is their uniqueness and independence. Depending on the status, time and type of interaction, they make decisions independently, based on relatively simple rules [Macy and Willer 2001]. The emphasis on modelling the heterogeneity of agents within a population and the emergence of self-organisation are two distinctive features of agent-based simulation compared to other simulation techniques. Through modelling following a "bottom-up" approach, agent by agent, and function by function, independent self-organisation emerges. Patterns, structures and behaviours which were not explicitly programmed can be observed. Individualised agent modelling makes it possible to observe the diversity of agents affecting the overall behaviour of the whole system. The guidelines for revitalisation of large housing estates are sought in the decision-making process of individuals and the analysis of the bottom-up migration process. Based on the Popowice estate in Wrocław, available statistical data were gathered, key information was supplemented and, using the AnyLogic program, an agent model was built to simulate ongoing and future changes. The simulations of the bottom-up local community processes are designed to highlight the spontaneous and most likely direction of the evolution of the housing estate.

The construction of the Popowice estate, based on the design by Witold Jerzy Molicki, planned for

17,500 inhabitants, started in 1973. Within a few years, a housing estate was created, which remains practically unchanged today. Research confirms that changes in the local community are related, to a large extent, to the construction period [Szafrńska 2017]. Popowice is one of the first large housing estates in Wrocław built of prefabricated concrete panels where the period of dynamic changes has begun. The choice of Popowice as the housing estate to be analysed was also influenced by the diversity of buildings, in which 11-storey blocks are mixed with lower, 3- and 5-storey buildings, as well as the variety of apartment sizes. Due to its location, nearby retail infrastructure and well-developed public transport links, the Popowice estate is very highly ranked by its residents [Mironowicz 2016]. The model reflects the architectural structure of the estate, consisting of 5506 apartments, including: 132 studio flats, 2660 one-bedroom, 2434 two-bedroom and 280 three-bedroom apartments. Each of the apartments was assigned an identification number and numerical order parameters were created, corresponding to: the statistical area, block name, staircase number, storey and location on the floor. Additionally, parameters defining the area of the apartment and the number of rooms were created. The estate was divided into 11 statistical areas, on the basis of which the population of agents was built, reflecting the demographic structure

jest na zbiorze agentów przebywających w środowisku. Agenty mają możliwość wchodzenia w interakcje zarówno ze środowiskiem, jak i z innymi agentami [Macal, North 2010]. Podstawowymi cechami charakterystycznymi agentów są niepowtarzalność oraz niezależność. Ze względu na stan, czas oraz rodzaj interakcji, agenty samodzielnie podejmują decyzje na podstawie stosunkowo prostych zasad [Macy, Willer 2001]. Nacisk na modelowanie heterogeniczności agentów w populacji i pojawienie się samoorganizacji to dwie wyróżniające cechy symulacji opartej na agentach w porównaniu z innymi technikami symulacji. Dzięki modelowaniu systemów „od podstaw”, agent po agencji i interakcję po interakcji, powstaje niezależna samoorganizacja. Pojawiają się wzory, struktury i zachowania, które nie zostały jawnie zaprogramowane. Indywidualne modelowanie agentowe pozwala zaobserwować skutki różnorodności agentów mające wpływ na całościowe zachowanie się systemu. W decyzyjności poszczególnych osób i analizie oddolnego procesu migracji poszukiwane są wytyczne rewitalizacji wielkich osiedli blokowych.

Na podstawie wrocławskiego osiedla Popowice zebrano dostępne dane statystyczne, uzupełniono kluczowe informacje i wykorzystując program AnyLogic, zbudowano model agentowy umożliwiający symulacje zachodzących oraz przyszłych

zmian. Symulacje oddolnych procesów lokalnej społeczności mają za zadanie naświetlić samoistny i najbardziej prawdopodobny kierunek „ewolucji” osiedla.

Budowa osiedla Popowice na podstawie projektu Witolda Jerzego Molickiego, zaplanowanego dla 17,5 tys. mieszkańców, została rozpoczęta w 1973 roku. W ciągu kilku lat powstało osiedle, które praktycznie w niezmienionej formie funkcjonuje do dziś. Dotychczasowe badania potwierdzają, iż zmiany lokalnej społeczności w znacznym stopniu związane są z okresem budowy osiedla [Szafrńska 2017]. Popowice są jednym z pierwszych wrocławskich osiedli zbudowanych z elementów wielopłytowych. Na wybór Popowice jako osiedla objętego analizą wpłynęła również różnorodność zabudowy, w której 11-piętrowe bloki przeplatają się z niższą, 3- i 5-kondygnacyjną zabudową, a także różnorodność lokali mieszkalnych. Dzięki swojej lokalizacji, pobliskiej infrastrukturze usługowej oraz rozbudowanej sieci komunikacji miejskiej Popowice cieszą się bardzo dobrą opinią wśród mieszkańców osiedla [Mironowicz 2016]. W modelu odzwierciedlono strukturę architektoniczną osiedla, składającego się z 5506 lokali mieszkalnych, w tym: 132 mieszkań jednopokojowych, 2660 mieszkań dwupokojowych, 2434 mieszkań trzypokojowych oraz 280 mieszkań czteropokojowych. Każdemu z lokali przypisano numer identyfikacyjny oraz utworzono liczbowe parametry

porządkowe, odpowiadające: rejonowi statystycznemu, nazwie bloku, numerowi klatki schodowej, kondygnacji i lokalizacji lokalu na piętrze. Dodatkowo lokalom przypisano parametry określające powierzchnię mieszkania oraz liczbę pokoi. Badany obszar podzielony jest na 11 rejonów statystycznych, na podstawie których zbudowano populację agentów odwzorowującą strukturę demograficzną mieszkańców. Jako dane wyjściowe do utworzenia populacji agentów odzwierciedlającej mieszkańców osiedla wykorzystano dane statystyczne [GUS 2017a]. Dane meldunkowe zweryfikowane zostały z informacjami uzyskanymi w SM Popowice, a w szczególności z rocznym zużyciem wody w poszczególnych blokach. Na tej podstawie zbudowana została wyjściowa populacja agentów. Wykorzystując uzależniony od wieku współczynnik feminizacji, każdemu z agentów przypisano parametr określający płeć [GUS 2016a] oraz stan cywilny [GUS, 2012, 2016b, Szukalski 2011]. Następnie w poszczególnych rejonach statystycznych, w zależności od wieku matki, posegregowano potencjalne dzieci [GUS 2015a], tworząc gospodarstwa domowe, które stochastycznie przypisano do lokali mieszkalnych. Charakterystykę agentów uzupełniono o parametry pomocnicze: wykształcenie, aktywność zawodową i dochód [Czarnik, Turek 2015, GUS, 2016c, GUS, 2018a,b, Sedlak & Sedlak 2018]. W modelu zbudowano funkcje

of the inhabitants. The statistical data of the Polish Central Statistical Office [GUS] were used as the output data for the population of agents reflecting current residents of the housing estate [GUS 2017a]. Then the data was cross-referenced with the information obtained from the Popowice Housing Cooperative, and verified with the annual water consumption of each individual block. On this basis, the initial agent population was created. Using the age-dependent femininity ratio, each agent was assigned a parameter defining gender [GUS 2016a] and marital status [GUS 2012, 2016b, Szukalski 2011]. Then, for each statistical area, depending on the mother's age, all potential children were linked to parents [GUS 2015a], creating households that were stochastically assigned to the apartments. The characteristics of the agents were completed with additional parameters: education, employment status and income [Czarnik and Turek 2015, GUS 2016c, 2018a,b, Sedlak & Sedlak]. Within the model, functions managing the future status changes and methods controlling the agents' parameters were created. They are also responsible for, *inter alia*, monitoring the current age of each agent and the probability of deaths and births. A procedure was created which calculates the annual probability of death for each agent based on gender and current age [GUS 2017b]. Female fertility ratios and reproduction rates were used, with separate values for women in

marital relationships [GUS 2016a], in order to establish the probability of giving birth. All parameters and functions were set to reflect, as closely as possible, the current demographic, social and economic situation of the local community. Along with the structure encompassing the apartments and the family and neighbourhood connections, it forms the core of a virtual housing estate model on the basis of which three simulations were carried out.

Simulation No. 1 was created in order to isolate data on current residents and presents only demographic changes of the existing population, which may be diluted after introducing new functions into the model. Because this simulation does not give a comprehensive overview of the demographic changes taking place on the estate, a further simulation enables agents to make decisions about relocation, and thus increases the migration dynamics and accelerates the appearance of vacant apartments on the real estate market. Based on statistical data, functions were created to enable the agents to decide to move out due to a change in marital status, family situation or finishing education, combined with a change in the financial situation. Only relatively simple and predictable behaviours were introduced deliberately, choosing the most obvious reasons for moving out. Random factors (e.g. change of employment, emigration, etc.) were omitted in order not to introduce variables that are difficult

to predict into the model. Based on the GUS [2017c] statistical data, separately for males and females, the function controlling the annual probability of getting married and the related change in marital status was introduced. The annual probability of divorce was set based on the divorce rate, while the separation factor, due to its low value, was omitted from the model [GUS 2017d]. The necessary condition to making a decision to relocate was the income of the agent or the household. The income, which made the decision to move out possible, was combined with median wages [GUS 2017e] and the minimum wage [IPISS 2017] and was dependent on the number of persons in the household. The starting point for a relocation decision for a one-person household was the minimum income which, in the model, was set at the median wage. For each additional person in the household, this amount is increased by the equivalent of 120% of the minimum wage. Apartments on the Popowice estate are one of the smallest and cheapest flats on the market; therefore, it was decided not to introduce a relocation function in the event of a decrease or loss of income. In households with children, due to the statistically low percentage of fathers who are single parents, the man is subject to relocation, whereas the woman and the children remain in the model. At the time of divorce, in households without children, one of the spouses, regardless of gender, is stochastically

zarządzające przyszłymi zmianami stanów i metody kontrolujące parametry agentów. Są one odpowiedzialne między innymi za monitorowanie aktualnego wieku każdego z agentów oraz kontrolę prawdopodobieństwa zgonów i urodzeń. Utworzono procedury, które na podstawie płci oraz aktualnego wieku [GUS 2017b] obliczają prawdopodobieństwo zgonu każdego z agentów w danym roku. Do określenia prawdopodobieństwa urodzenia dziecka wykorzystane zostały współczynniki płodności kobiet i współczynniki reprodukcji, z wyodrębnionymi wartościami dla kobiet pozostających w związkach małżeńskich [GUS 2016a]. Wszystkie parametry oraz funkcje zostały ustawione w taki sposób, aby jak najwierniej odzwierciedlić obecną sytuację demograficzną, społeczną i ekonomiczną lokalnej społeczności. W powiązaniu ze strukturą mieszkań, połączeń rodzinnych oraz sąsiedzkich stanowi ona trzon wirtualnego modelu osiedla, na podstawie którego przeprowadzono trzy symulacje.

Symulacja nr 1 przeprowadzona została w celu wyodrębnienia danych dotyczących obecnych mieszkańców i przedstawia wyłącznie zmiany demograficzne osiedla, które mogą ulec rozmyciu po wprowadzeniu do modelu nowych funkcji. Ponieważ symulacja ta nie daje całościowego przeglądu zmian demograficznych zachodzących na osiedlu, kolejna symulacja wprowadza możliwość podejmowania przez agentów decyzji o relokacji, a co za tym – idzie

zwiększa dynamikę migracji oraz przyspiesza pojawianie się wolnych mieszkań na rynku nieruchomości. Na podstawie danych statystycznych utworzono funkcje umożliwiające agentom podjęcie decyzji o wyprawdzie spowodowanej zmianą stanu cywilnego, sytuacji rodzinnej lub zakończeniem edukacji, w połączeniu ze zmianą sytuacji materialnej. Celowo wprowadzono wyłącznie stosunkowo proste i przewidywalne zachowania, wybierając najbardziej oczywiste przyczyny wyprowadzki. Pominięto czynniki losowe (tj. zmiana pracy, emigracja), aby nie wprowadzać do modelu trudnych do przewidzenia zmiennych. Opierając się na danych statystycznych [GUS 2017c], osobno dla kobiet i mężczyzn zbudowano funkcję określającą coroczne prawdopodobieństwo zawarcia związku małżeńskiego i związanej z tym zmiany stanu cywilnego. Schemat corocznego prawdopodobieństwa rozwodu został ustalony według współczynnika rozwodów, natomiast współczynnik separacji z powodu niskiej wartości został w modelu pominięty [GUS 2017d]. Warunkiem koniecznym do podjęcia decyzji o relokacji jest dysponowanie przez agenta lub dane gospodarstwo domowe odpowiednim dochodem. Dochód pozwalający na podjęcie decyzji o wyprowadzce połączono z medianą wynagrodzeń [GUS 2017e] i minimum socjalnym [IPiSS 2017] oraz uzależniono go od liczby osób w gospodarstwie domowym. Wartością wyjściową

umożliwiająca podjęcie decyzji o relokacji jednoosobowemu gospodarstwu domowemu jest posiadanie minimalnego dochodu, który w modelu ustawiono na kwotę równą medianie wynagrodzeń. Każda następna osoba w gospodarstwie domowym powiększa tę kwotę o równowartość 120% minimum socjalnego. Mieszkania na osiedlu Popowice są jednymi z najmniejszych oraz najtańszych mieszkań na rynku nieruchomości, dlatego postanowiono nie wprowadzać funkcji relokacji w przypadku spadku lub utraty wynagrodzenia. W gospodarstwach domowych z dziećmi, z uwagi na statystycznie niski procent ojców samotnie wychowujących dzieci, to mężczyzna podlega relokacji, natomiast kobieta i dzieci pozostają w modelu. W momencie rozwodu, w gospodarstwach domowych bez dzieci, stochastycznie bez względu na płeć usuwany jest z modelu jeden z małżonków. W chwili zakończenia edukacji w przypadku osób mieszkających wspólnie z rodzicami zostaje uruchomiona funkcja monitorująca dochód danej osoby. Przejście na emeryturę nie uruchamia dodatkowych funkcji, lecz ma wyłącznie na celu aktualizację danych statystycznych populacji. W modelu przyjęto stan wyjściowy za stan pewnej równowagi, w której większość mieszkańców jest zadowolona ze swoich warunków mieszkaniowych i nie zamierza zmieniać miejsca zamieszkania. Analiza warunków lokalowych gospodarstw domowych w momencie

removed from the model. For young people living together with their parents at the end of their education a function checking their income is triggered. Retirement does not trigger additional functions and is intended solely to update the population statistics. The model assumes the initial state as a state of equilibrium in which the majority of residents are satisfied with their housing conditions and do not intend to change their place of residence. At the starting point, the analysis of the housing conditions of households was limited only to families with children under 3 years of

age. It was assumed that, if the current apartment is too small, these families could start looking for a larger property. A function was created that calculates the ratio of the number of people to the size of the flat and the number of rooms. If critical values are exceeded, the procedure verifying the income of a given household as sufficient to make a relocation decision is launched.

Simulation No. 2 presents a fuller picture of the changes taking place in the local population and also introduces the principles of relocation, to

which new agents will also be subject to in subsequent simulations.

In Simulation No. 3, it was assumed that the buildings are maintained in good technical condition and the estate is an attractive place, both for living and as a rental investment. The fluctuations of the real estate market were deliberately omitted, assuming that the reputation of the housing estate in the city will be maintained at the same high level. The Association of Real Estate Landlords "Mieszkanicznik" estimates that in 2015, at least 20% of apartments on the primary market were purchased as rental properties [Milewska-Wilk 2019a]. The current ratio of mortgage costs to rental income makes it possible to finance the mortgage repayments with the income generated from rent, while the low number of relatively small flats and the rise in the price of construction sites in good locations [NBP 2018] make Popowice the ideal place for investing in rental properties. It is highly probable that the number of properties purchased on the estate as a rental investment will be similar to the open market; therefore, a fixed annual 20% parameter of properties purchased for rental was created in the model. The most sought-after apartment in 2017 was a one-bedroom flat with an area of approximately 40 m². Over 50% of singles, couples and investors are looking for such an apartment, whereas families are seeking apartments with two or more bedrooms.

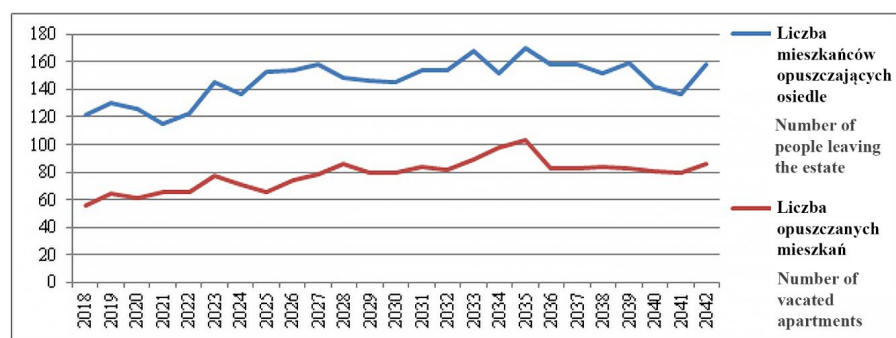


Fig. 1. Simulation No. 1: Number of vacated flats compared to the number of residents leaving the housing estate, over a period of 25 years (source: own data)

Ryc. 1. Symulacja nr 1: liczba opuszczanych mieszkań na tle liczby mieszkańców opuszczających osiedle, okres 25 lat (źródło: dane własne)



Fig. 2. Simulation No. 3: Number of seniors over 90 years old, over a period of 25 years (source: own data)

Ryc. 2. Symulacja nr 3: liczba seniorów po 90. roku życia, okres 25 lat (źródło: dane własne)

wyjściowym ograniczona została wyłącznie do rodzin posiadających dzieci poniżej 3. roku życia. Założono, iż w przypadku posiadania zbyt małego mieszkania rodziny te mogły rozpocząć poszukiwanie większego lokum. Utworzono funkcję, która przelicza stosunek liczby osób do wielkości mieszkania oraz liczby pokoi. Po przekroczeniu wartości krytycznych zostaje uruchomiona funkcja sprawdzająca dochód danego gospodarstwa domowego umożliwiająca podjęcie decyzji o relokacji.

Symulacja nr 2 przedstawia obraz zmian zachodzących w obecnej społeczności osiedlowej oraz wprowadza zasady relokacji, którym będą podlegać również pojawiające się w kolejnych symulacjach agenty.

W symulacji nr 3 przyjęto, iż budynki utrzymywane są w dobrym stanie technicznym oraz że osiedle stanowi przyjazne miejsce zarówno do zamieszkania, jak i inwestycji przeznaczonej na wynajem. Celowo pominięto fluktuacje rynku nieruchomości, zakładając, że reputacja osiedla w skali miasta utrzyma się na tym samym poziomie. Stowarzyszenie Właścicieli Nieruchomości na Wynajem „Mieszkanicznik” szacuje, iż w 2015 r. co najmniej 20% mieszkań na rynku pierwotnym zostało zakupionych pod wynajem [Milewska-Wilk 2019a]. Obecna relacja kosztów obsługi kredytu mieszkaniowego do czynszu najmu umożliwia finansowanie kosztów kredytu przychodami z najmu, natomiast zbyt mała liczba relatywnie

niedużych mieszkań oraz wzrost cen terenów budowlanych w dobrych lokalizacjach (NBP 2018) czynią Popowice idealnym miejscem do inwestowania w mieszkania przeznaczone na wynajem. Z dużym prawdopodobieństwem można założyć, iż procentowy udział mieszkań na wynajem w obrębie osiedla nie będzie mniejszy niż na rynku pierwotnym, dlatego w modelu przyjęto stały 20% parametr lokali zakupionych na wynajem. Najbardziej poszukiwanym mieszkaniem w 2017 r. było mieszkanie dwupokojowe o powierzchni około 40 m². Ponad 50 procent osób samotnych, par oraz osób inwestujących poszukuje właśnie takiego mieszkania. Rodziny natomiast poszukują mieszkań 3-pokojowych lub większych. Bardzo małe jest zainteresowanie mieszkaniami 4- i 5-pokojowymi jako inwestycjami na wynajem [REAS 2019]. Proces wprowadzania nowych agentów został bezpośrednio powiązany z dynamiką opuszczanych mieszkań. Główną grupę najemców stanowią młode gospodarstwa domowe, w których głowa rodziny nie przekroczyła 35. roku życia [NBP 2015], przy czym umowy zawierane są na stosunkowo krótki okres [Milewska-Wilk 2019b]. W modelu przyjęto wykorzystujące rozkład trójkątny prawdopodobieństwo określające długość najmu: dla osób wynajmujących pokój – min. 10 miesięcy, dominanta 12 miesięcy, max. 24 miesięcy; dla par lub rodzin wynajmujących całe mieszkania – min. 12 miesięcy, dominanta 24

miesiące, max. 36 miesięcy. Na podstawie przedstawionych zasad przeprowadzono trzy niezależne symulacje przy założeniu, iż na przestrzeni kolejnych 25 lat nie nastąpi załamanie rynku nieruchomości oraz że osiedle utrzyma aktualny status i stan techniczny.

Wyniki

Analizując wyjściowe dane demograficzne osiedla, z których wynika, że 37% społeczności stanowią osoby w wieku powyżej 65. roku życia i porównując je ze średnią dla miast województwa dolnośląskiego wynoszącą 18,9%, można zdecydowanie twierdzić, iż został rozpoczęty proces starzenia się lokalnej społeczności. Dodatkowo, w związku ze znaczną liczbą seniorów na osiedlu, współczynnik feminizacji wynosi 124,2 i jest on znacznie wyższy od średniej krajowej wynoszącej 111,5. W symulacji nr 1 szczególny nacisk położono na zbadanie dynamiki opuszczanych mieszkań oraz liczbę mieszkań, w których zamieszkują samotne, w szczególności starsze, osoby. Odsetek mieszkań zamieszkałych przez osoby samotne przez następne piętnaście lat pozostanie na bardzo wysokim poziomie i oscylować będzie w okolicach 40% wszystkich mieszkań. Natomiast biorąc pod uwagę wyłącznie mieszkańców pierwszej generacji, procentowy odsetek osób mieszkających samotnie wzrośnie

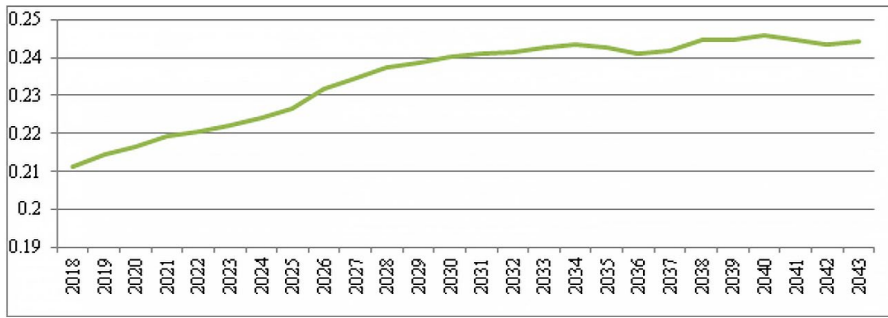


Fig. 3. Simulation No. 2: Ratio of single occupancy apartments to the number of residents (source: own data)

Ryc. 3. Symulacja nr 2: stosunek liczby mieszkań zamieszkałych przez jedną osobę do liczby mieszkańców (źródło: dane własne)

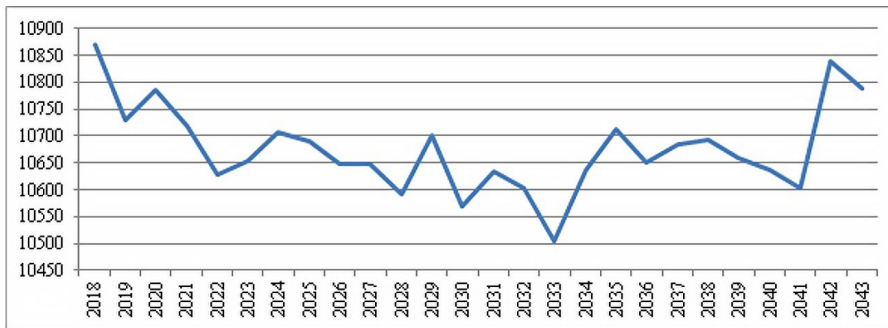


Fig. 4. Simulation No. 3: Number of residents (source: own data)

Ryc. 4. Symulacja nr 3: liczba mieszkańców (źródło: dane własne)

The interest in 3- and 4-bedroom apartments as a rental investment [REAS 2019] is very low. The process of introducing new agents was directly linked to the dynamics of vacant apartments appearing on the market. The main group of tenants are young households in which the head of the family is under 35 years old [NBP 2015], and the tenancy agreements are signed for a relatively short term [Milewska-Wilk 2019b]. In the model, probability with triangular distribution was used, specifying the length of the lease: for people renting a room: min. 10 months, dominant 12 months, max. 24 months; for couples

or families renting entire apartments: min 12 months, dominant 24 months, max. 36 months. Based on the presented principles, three independent simulations were carried out, based on the assumptions that over the next 25 years the property market will not suffer a major recession and that the estate will maintain its current status and technical condition.

Results

Analysing the initial demographic statistical data of the estate, showing that 37% of the population are people over the age of 65, and

comparing them with the average for the cities of the Lower Silesia Region amounting to 18.9%, it can certainly be argued that the aging process of the local community has begun. In addition, due to the significant number of senior citizens on the estate, the femininity ratio is 124.2 and is much higher than the average of 111.5. In Simulation No. 1, particular emphasis was placed on examining the dynamics of vacant apartments and the number of flats inhabited by single persons, especially the elderly. The percentage of single-inhabitant apartments over the next 15 years will remain very high and will oscillate around 40% of all apartments. However, considering only the “first generation” residents, the percentage of people living alone will increase from 20 to 25%. A visible feature is the gradual increase in the annual dynamics of the decline in the first generation population, and thus the increased number of vacated flats in subsequent years (Fig. 1). The number of vacated flats linked purely to demographic changes increases from 56 in 2018 to 106 flats in 2035. After this date, there will be a slow decrease in the number of vacated flats. Over 40% of apartments will be vacated in the next 25 years. The number of seniors over 90 years old will be highest in 2034, increasing from 81 to 231 (Fig. 2). The birth rate for the first generation population is now ten times lower than the national average.

z 20 do 25%. Widoczną cechą jest stopniowy wzrost rocznej dynamiki zmniejszania się populacji pierwszej generacji, a co za tym idzie – zwiększona liczba opuszczanych mieszkań w kolejnych latach (ryc. 1). Liczba opuszczanych mieszkań związana wyłącznie ze zmianami demograficznymi wzrasta z 56 w 2018 r. do 106 w 2035 roku. Po tej dacie nastąpi powolny spadek dynamiki opuszczanych mieszkań. W ciągu kolejnych 25 lat zostanie opuszczonych ponad 40% mieszkań. Liczba seniorów po 90. roku życia osiągnie najwyższą wartość w 2034 r., wzrastając z 81 do 231 (ryc. 2). Współczynnik urodzeń w przypadku pierwszej generacji jest obecnie dziesięciokrotnie niższy niż średnia krajowa.

Wprowadzenie funkcji relokacji w symulacji nr 2 w nieznacznym stopniu wpłynęło na dynamikę zmian obecnej populacji. Jest to spowodowane małym procentem społeczności w wieku, do którego zasady relokacji mają najczęstsze zastosowanie. Nieznacznie wzrosła liczba urodzin, natomiast z powodu wprowadzających się małżonków nieco zmniejszyła się liczba mieszkań zajmowanych przez pojedyncze osoby (ryc. 3). Symulacja nr 3, wprowadzająca do modelu nowych mieszkańców, daje pełny obraz ewolucji osiedla i przedstawia najbardziej prawdopodobny scenariusz zmian oraz ich dynamikę. Całkowita liczba mieszkańców w poszczególnych latach przez okres 25 lat pozostanie zbliżona do aktualnej liczby zameldowanych osób (ryc. 4).

Liczba mieszkań zamieszkałych przez pojedyncze osoby utrzymuje się na wysokim poziomie i wynosi ponad 40% całkowitej liczby mieszkań. Niewielki jej spadek, około 2% w skali roku, rozpoczyna się dopiero po 15 latach.

Liczba osób powyżej 65. roku życia będzie nieznacznie wzrastać przez kolejne osiem lat i osiągnie maksymalną wartość w 2026 roku (ryc. 5). W pierwszych kilku latach rotacja nowych mieszkańców pozostanie na stosunkowo niewielkim poziomie i wynosić będzie około 200 osób w skali roku. Będzie ona sukcesywnie nasilać się wraz ze wzrostem liczby pojawiających się wolnych mieszkań. W 2028 roku spodziewana jest rotacja na poziomie 600 osób, natomiast w 2043 r. przekroczy ona 1500. W okresie trwania symulacji, czyli w przeciągu 25 lat, można spodziewać się 50 tys. nowych mieszkańców, którzy zamieszkają na osiedlu Popowice na stosunkowo krótki czas.

Sukcesywnie malejąca populacja dzieci i młodzieży do lat 18 zacznie się na nowo odbudowywać dopiero po 2034 roku (ryc. 5). Okres ten będzie charakteryzować zwiększona dynamika opuszczanych mieszkań, do których będą wprowadzać się nowi mieszkańcy. Ponieważ w dużej mierze będą to młode rodziny z małymi dziećmi, struktura demograficzna osób do lat 18 ulegnie znaczącej zmianie (ryc. 6). Przez cały okres symulacji liczba urodzeń pozostaje na bardzo

niskim poziomie i jest ponad 10-krotnie niższa niż liczba zgonów. Znikomą liczbę urodzin kompensuje stały przyrost liczby dzieci do lat 7 (ryc. 6). Wynosząca obecnie grupę około 100 osób w ciągu każdych kolejnych 10 lat będzie się podwajać i w roku 2043 przekroczy poziom 500 osób. Liczba dzieci pomiędzy 7. i 15. rokiem życia po okresie 3-letniego nieznacznego wzrostu będzie sukcesywnie maleć (ryc. 6). Natomiast liczba młodzieży w wieku 15–18 lat będzie sukcesywnie wzrastać w ciągu kolejnych 13 lat, po czym zacznie gwałtownie spadać (ryc. 6).

Obecnie rotacja mieszkańców na Popowicach ma charakter filtracyjny, ściśle związany ze starzeniem się lokalnej społeczności. Przeważająca liczba mieszkańców to osoby mieszkające na osiedlu od wielu lat, z czego znaczna część wprowadziła się już w latach 70. XX wieku. Przez najbliższe ćwierć wieku 20% mieszkań w dalszym ciągu zamieszkiwanych będzie przez rdzennych mieszkańców, głównie mieszkających samotnie seniorów. Osoby w średnim wieku oraz starsze dzieci i młodzież całkowicie znikną z krajobrazu osiedlowego. Nastąpi proces naturalnej polaryzacji społeczności osiedlowej, gdzie młode osoby będące na początku swojej kariery zawodowej i rozwoju rodzinnego w czasie swojego stosunkowo krótkiego pobytu przeplatają się z ustatkowaną populacją seniorów. Liczba mieszkań pojawiających się na rynku nieruchomości zarówno

The introduction of the relocation function in Simulation No. 2 only slightly affected the dynamics of changes in the current population. This is due to the small percentage of the community of the age to which the relocation principles apply most.

The number of births increased marginally, whereas the number of single-occupancy apartments decreased slightly due to spouses moving in (Fig. 3). Simulation No. 3, introducing new residents into the model, provides a full picture of the

evolution of the estate and presents the most likely scenario of changes and their dynamics. The total annual population figure over a period of 25 years will remain close to the current number of residents (Fig. 4). The number of flats inhabited by single agents will remain high and amount to over 40% of the total number of apartments. A slight decrease, about 2% per annum, will begin only after 15 years.

The number of people over 65 will increase in the next eight years and will reach the maximum value in 2026 (Fig. 5). In the first few years, the rotation of new residents will remain relatively low and will amount to around 200 persons a year. It will gradually grow as the number of vacant apartments increases. In 2028, the rotation of 600 people is expected, while in 2043 it might exceed 1500. During the simulation period, i.e. within 25 years, it is expected that 50,000 new residents will, for a relatively short time, be living on the Popowice estate. The successively decreasing population of under 18s will start to rebuild after 2034 (Fig. 5). This period will be characterized by the increased dynamics of new residents moving into the vacated apartments. To a large extent, these will be young families with small children; therefore the demographic structure of people under 18 will change significantly (Fig. 6).

Throughout the simulation period, the number of births remains at a very low level and is more than

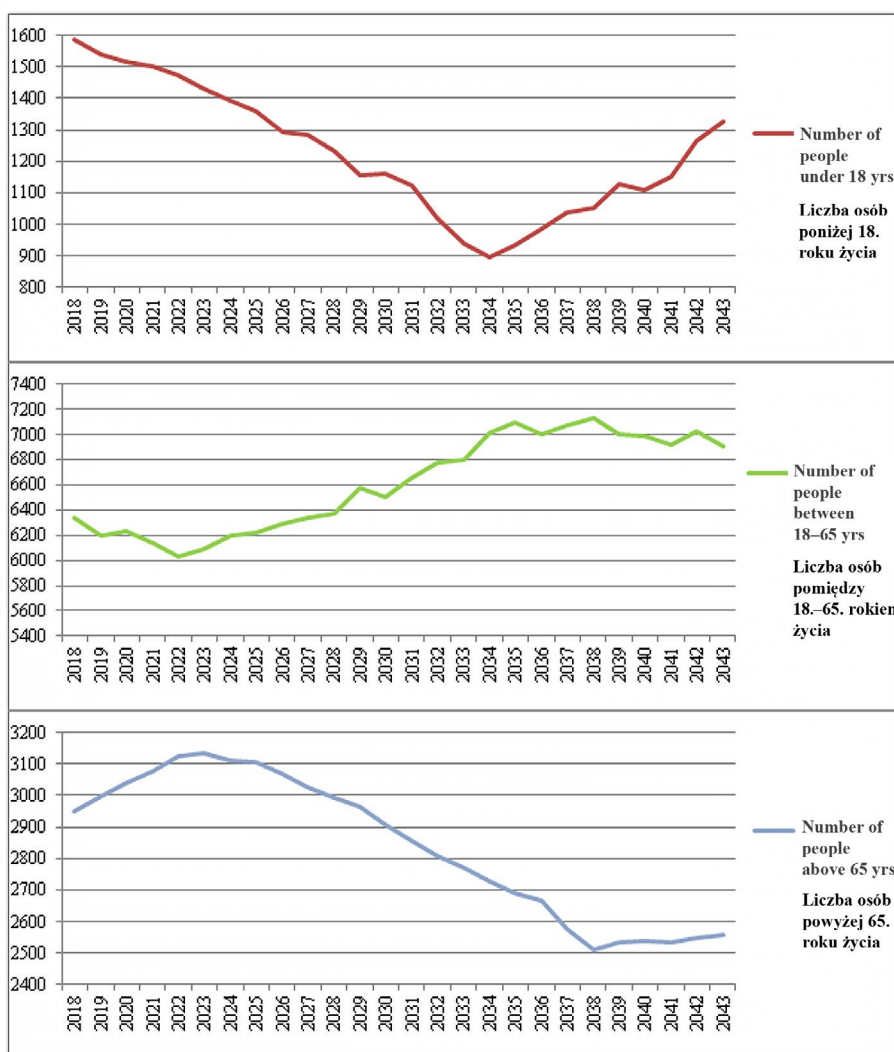


Fig. 5. Simulation No.4: Selected statistical data, over a period of 25 years (source: own data)

Ryc. 5. Symulacja nr 3: wybrane dane statystyczne, okres 25 lat (źródło: dane własne)

na sprzedaż, jak i wynajem będzie wzrastać z roku na rok. Każdy kolejny okres pięciu lat charakteryzuje się prawie dwukrotnym przyrostem tej liczby. W dużej mierze będą to mieszkania zakupione kilka lat wcześniej, które przestały spełniać wymagania powiększających się gospodarstw domowych. Obecnie liczba mieszkań pojawiających się na rynku nieruchomości jest stosunkowo niewielka i w skali roku oscyluje w okolicy 1% całego zasobu lokali. Jednakże nawet przy stosunkowo niskim procencie mieszkań przeznaczonych na wynajem na przestrzeni 25 lat liczba tych lokali wzrośnie ze 150 do ponad 1000. Oznaczać to będzie, że prawie co piąte mieszkanie będzie lokalem przeznaczonym na wynajem. Dodatkowo, po 2043 r. corocznie na rynku nieruchomości pojawiać się będzie około 420 mieszkań.

Dyskusja

Bardzo wyraźnie widać, iż proces rozwarstwienia demograficznego rozpoczął się na Popowicach. W przedziale kolejnych 25 lat zanikająca populacja osób w średnim wieku sprawi, iż seniorzy oraz osoby do 35. roku życia stanowiąc będą zdecydowaną większość mieszkańców osiedla. Brak wind w 25% spowoduje uwięzienie osób starszych oraz niepełnosprawnych, a jednocześnie utrudni użytkowanie mieszkań rodzinom z małymi dziećmi, których

sukcesywnie z roku na rok będzie przybywać. Prawie dwukrotny przyrost liczby dzieci do lat 7 spowoduje dodatkowe zapotrzebowanie na miejsca w okolicznych żłobkach i przedszkolach. Rodziny z dziećmi, z powodu statystycznie największej liczby posiadanych samochodów [GUS 2014], przyczynią się do pogłębienia problemu parkowania na osiedlu. Spotęguje go, pomimo niewielkich wahań ogólnej liczby mieszkańców, coroczny wzrost liczby wynajmowanych mieszkań zamieszkałych przez kilka osób stanowiących niezależne jednoosobowe gospodarstwa domowe. Zwiększający się z biegiem czasu trend wprowadzania się młodych osób jest niezwykle ważnym i z pewnością pozytywnym aspektem ewolucji osiedla. Niepokoi natomiast długość okresu zamieszkania, który wydaje się zbyt krótki, aby pozwolić na nawiązanie poprawnych, pożądanych stosunków międzysąsiedzkich. Z powodu małego metrażu zakupione stosunkowo niedawno mieszkania przestają spełniać wymogi rozwijających się rodzin. Istnieje zatem obawa, iż młodzi ludzie, traktując pobyt na Popowicach jako okres przejściowy, mogą automatycznie pozbawić się przynależności do miejsca zamieszkania. Trend ten może ulec wzmocnieniu ze względu na sukcesywny wzrost liczby mieszkań przeznaczonych na wynajem. Jednym z największych niebezpieczeństw zagrażających utrzymaniu stanu względnej równowagi może

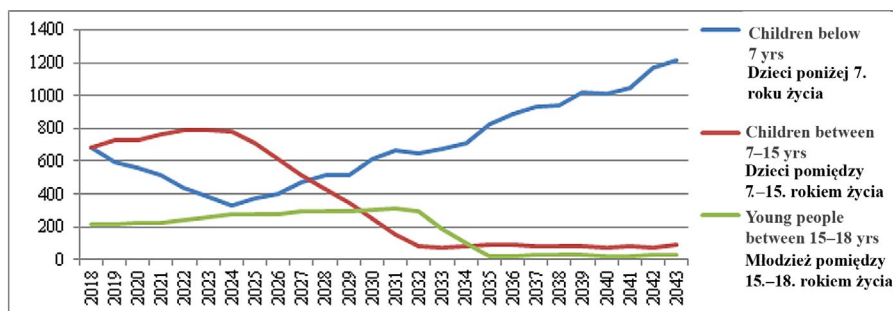
być gwałtownie narastające przyspieszenie czy wręcz wymuszanie decyzji o relokacji mieszkańców pierwszej generacji. Dla osób starszych wyprowadzka jest krokiem ostatecznym, a co ważniejsze, ich „chęć pozostania” może mieć nieoceniony wpływ na przyszłe funkcjonowanie osiedla. Istnieje wysokie prawdopodobieństwo zwiększenia dynamiki migracji powiązanej z fluktuacją cyklu rynku nieruchomości, dlatego planowane jest wprowadzenie do modelu funkcji symulujących zmiany koniunktury na rynku nieruchomości w celu zbadania zmian osiedla w fazach ekspansji, załamania, stagnacji oraz ożywienia.

Wnioski

Przeprowadzone według opisanego modelu agentowego symulacje przedstawiają scenariusz naturalnej ewolucji lokalnej społeczności. Na podstawie zmian demograficznych oraz charakteryzujących się wysokim prawdopodobieństwem zachowań poszczególnych agentów nakreślono trend, który trudno byłoby zdefiniować i skwantyfikować za pomocą innych narzędzi. Powyższe symulacje potwierdzają uzależnienie dynamiki przemian społeczno-demograficznych od okresu budowy osiedla i jednocześnie ilustrują rozpoczęcie najbardziej dynamicznej fazy przemian w dotychczasowej historii osiedla.

Fig. 6. Simulation No. 3: Number of children up to 18 years of age, over a period of 25 years (source: own data)

Ryc. 6. Symulacja nr 3: liczba dzieci i młodzieży do 18. roku życia, okres 25 lat (źródło: dane własne)



10 times lower than the number of deaths. The low number of births is compensated by a steady increase in the number of children under 7 years old (Fig. 6). The current population of about 100 children will double in each consecutive 10-year period and will exceed 500 in 2043. After a 3-year period of slight increase, the number of children between 7 and 15 will start to decrease gradually; whereas the number of young people aged 15 to 18 will gradually increase over the next 13 years, and then will decline rapidly (Fig. 6).

At present, the residents' rotation in Popowice has a filtering effect, strictly related to the aging of the local population. The majority of inhabitants have lived on the estate for many years, of which a significant percentage moved in in the 1970s. Over the next 25 years, 20% of apartments will continue to be inhabited by indigenous residents, mainly seniors living alone. Middle-aged parents with older children and young people will completely disappear from the housing estate. The process of natural polarization of the local community has

begun, where young people starting their professional careers and family, during their relatively short stay on the estate, co-exist with the settled population of elderly residents. The number of apartments appearing on the real estate market, both for sale and to let, will increase from year on year. Each consecutive period of five years will be characterized by an almost two-fold increase in this number. To a large extent, these will be same apartments that, purchased a few years earlier, have ceased to meet the requirements of the growing households. Currently, the number of flats appearing on the real estate market is relatively small and annually fluctuates around 1% of the entire housing stock. However, even with the relatively low percentage of flats available for rent over 25 years, the number of flats will increase from 150 to over 1,000. It will mean that almost one in five apartments will be a rental apartment. Additionally, after 2043, at least 420 apartments will be appearing on the real estate market every year.

Discussion

It is very clear that the process of demographic polarisation has begun on the Popowice estate. In the next 25 years, with the disappearance of the middle-aged residents, people under 35 and senior citizens will constitute the vast majority of the residents. The absence of lifts in 25% of the housing stock will 'imprison' the elderly and disabled residents, and will make day-to-day use of the flats difficult for families with small children, the numbers of which will be growing every year. The almost two-fold increase in the number of children under 7 will result in an additional demand for places in nearby nurseries and kindergartens. Families with children, due to the statistically high number of cars owned [GUS 2014], will contribute to problems with parking on the estate. It will be intensified, despite a minor reduction in the overall number of residents, by an annual increase in the number of rented apartments inhabited by multiple tenants. The increasing trend of young people moving into the vacant apartments is an extremely important, and certainly positive, aspect of the evolution of this housing estate. However, the length of their stay seems to be too short to allow for the development of desirable relationships with neighbours. Due to their relatively small size, newly purchased apartments will no longer meet the requirements of growing families. Therefore, there is a high probability

Konieczność precyzyjnej diagnozy oraz ustalenia wytycznych rewitalizacji odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu przestrzenią miejską [Gorczyca 2009]. Wydaje się, iż najbardziej niebezpiecznym czynnikiem zagrażającym prawidłowemu funkcjonowaniu osiedla jest skala migracji, a zwłaszcza rotacja przyszłych mieszkańców. Szczególna uwaga powinna zostać zwrócona na ochronę osób starszych, mniej mobilnych i narażonych na trudności z przystosowaniem się do zachodzących zmian. Aczkolwiek na Popowicach przeważają małe mieszkania, istnieje realne niebezpieczeństwo wykluczenia społecznego znacznej części osiedlowej społeczności, gdyż sporą część dochodu jednoosobowych gospodarstw pochłaniają opłaty związane z utrzymaniem mieszkania. W niedalekiej przyszłości problem ten może się nasilić z powodu pogarszania się stanu technicznego budynku i wzrostu kosztów funduszu remontowego.

Kluczowym elementem programu rewitalizacji osiedla powinno być zapewnienie warunków symbiozy do wspólnego zamieszkania seniorów oraz dynamicznie wymieniającej się populacji młodego pokolenia. Należy wprowadzić narzędzia rewitalizacyjne, które pomogą przedłużyć okres pobytu na osiedlu młodym rodzinom. Zachęcanie młodych osób do pogłębiania więzi sąsiedzkich, zwiększenie komfortu oraz przynależność do miejsca zamieszkania umożliwią zmniejszenie rotacji

nowych mieszkańców. Rozbudowa opisanego modelu agentowego umożliwi analizę wpływu przedłużonego okresu zamieszkania młodych gospodarstw domowych na przyszłe funkcjonowanie osiedla. Wspomaganie pożądanych oddolnych procesów zachodzących samoistnie w lokalnej społeczności zdaje się być najbardziej odpowiednią drogą rewitalizacji. Zastosowanie modelu agentowego wydaje się być uzasadnione w celu uzyskania pełniejszego obrazu zmian społeczno-demograficznych oraz ewaluacji wdrażanych metod rewitalizacji.

Szymon Mieszkowski

Wydział Architektury
Politechnika Wroclawska

Literature – Literatura

1. Borowik I., 2003. Blokowiska, Miejski habitat w oglądzie socjologiczny. Oficyna Wydawnicza Arboretum, Wrocław.
2. Cameron D., 2016, 01.14. Cameron: I will bulldoze sink estates. Retrieved 01 14, 2019, from thetimes.co.uk: <https://www.gov.uk/government/speeches/estate-regeneration-article-by-david-ferman>
3. Celińska-Janowicz D., 2010. Druga młodość czy upadek? Warszawskie osiedle Służew. *Studia Regionalne i Lokalne*, Nr 1(39), 89–104.
4. Czarnik S., Turek K., 2015. Polski rynek pracy – aktywność zawodowa i struktura wykształcenia na podstawie badań ludności zrealizowanych w 2014 roku w ramach V edycji projektu Bilans Kapitału Ludzkiego Edukacja a rynek pracy – tom III. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa. Pobrano z lokalizacji <https://www.parp.gov.pl/>

component/site/site/sektorowe-rady-ds-kompetencji#blk

5. Dekker K. et al., 2005. Large housing estates in European cities: an historical note. Utrecht University, Utrecht.
6. Ganowicz G., 2007. Uzasadnienie do Uchwały nr LII/904/VII/2017 Rady Miasta Poznania z dnia 11 lipca 2007. Biuletyn Informacji Publicznej Miasta Poznań. Pobrano z lokalizacji <http://bip.poznan.pl/bip/uchwaly/uchwala-nr-lii-904-vii-2017-z-dnia-2017-07-11,69293/>
7. Gorczyca K., 2009. Wielkie osiedla mieszkaniowe – diagnoza stanu obecnego, podejmowane działania rewitalizacyjne [w:] *Przestrzenne aspekty rewitalizacji. Śródmieścia, blokowiska, tereny poprzemysłowe, pokolejowe i powojaskowe*, W. Jaczewski. Instytut Rozwoju Miast, Kraków, 12–121.
8. Gronostajska B., 2007. Kreacja i modernizacja przestrzeni mieszkalnej. Politechnika Wroclawska, Wrocław.
9. GUS, 2012. Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
10. GUS, 2014. Warunki życia rodzin w Polsce. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
11. GUS, 2015a. Dzieci w Polsce w 2014 roku. Charakterystyka demograficzna. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
12. GUS, 2015b. Ludność, ruch naturalny i migracje w województwie dolnośląskim w 2015 r. Tabela 29 (37). Współczynniki płodności kobiet i współczynniki reprodukcji ludności (miasta). Urząd Statystyczny we Wrocławiu.
13. GUS, 2016a. Współczynnik feminizacji w Polsce – Stan w dniu 31.XII.2015 (miasta). Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.

that young people, treating their stay in Popowice as a transitional period, can automatically deprive themselves of their sense of belonging. This trend may be strengthened due to the successive increase in the number of apartments to let. One of the biggest dangers threatening the maintenance of the relative equilibrium within the estate is the fact that the decision of the original residents to relocate may be accelerated or even forced by circumstances. For the elderly people, moving out is extremely difficult and, more importantly, their “willingness to stay” can have an invaluable impact on the future of the estate. There is a high probability of an increase in the migration dynamics related to the fluctuation of the real estate market; therefore it is proposed to introduce simulations of the real estate market cycle in order to examine the changes on the estate during the expansion, recession, stagnation and recovery phases.

Conclusions

The agent-based model simulations described above represent the most likely scenario for the natural evolution of the local community. On the basis of demographic changes and highly probable behaviours of individual agents, it was possible to identify a trend that would be very difficult to define and quantify using other modelling techniques. The above simulations confirm the

dependence of the dynamics of socio-demographic changes on the construction period of the housing estate and at the same time illustrate the beginning of the most dynamic phase of changes in the history of this housing estate.

The need to make a precise diagnosis and establish guidelines for revitalization plays a key role in the management of urban space [Gorczyca 2009]. It seems that the most dangerous factor threatening the correct functioning of the housing estate is the scale of migration, and in particular the rotation of future residents. Particular attention should be paid to the protection of the elderly, who are less mobile and may find it difficult to adapt to the ongoing changes. Despite the fact that small apartments predominate in Popowice, there is a real danger of social exclusion of a large part of the community because a significant part of the income of one-person households is absorbed by the costs associated with maintaining the apartments. In the near future, this situation may deteriorate further due to the degradation of the technical condition of the building and the increased costs of the renovation fund.

A key element of the revitalization programme should be to ensure symbiotic coexistence of senior citizens and the rapidly changing younger population. It would be necessary to introduce revitalization tools that will help young families extend their stay on the estate. Encouraging

young people to deepen relations with their neighbours and increasing comfort and sense of belonging to their place of residence will help reduce the rotation of new residents. By expanding the described agent-based model, it will be possible to analyse the extended period of residence of young households and its influence on the future functioning of the housing estate. Supporting the desirable bottom-up processes that take place naturally in the local community seems to be the most desirable way of revitalization. Therefore, it seems justified to use the agent-based model in order to obtain a more complete picture of the socio-demographic changes and to evaluate the implemented revitalization methods.

Szymon Mieszkowski

Faculty of Architecture
Wrocław University of Science and Technology

14. GUS, 2016b. Rocznik demograficzny (dane dla miast w województwa dolnośląskiego). Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
15. GUS, 2016c. Oświata i wychowanie w roku szkolnym 2015/2016. Uczniowie szkół ponadgimnazjalnych. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
16. GUS, 2017a. Struktura wiekowa wg PESEL w rejonach statystycznych dnia 31.XII.2016. GUS, Wrocław. Pobrano z lokalizacji <https://gis.um.wroc.pl>
17. GUS, 2017b, 07.14. Baza Demografia. Pobrano z lokalizacji GUS Baza Demograficzna: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/TrwanieZycia.aspx>
18. GUS, 2017c. Rocznik demograficzny 2017. Tabela 3 (33). Małżeństwa według województw. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
19. GUS, 2017d. Rocznik Demograficzny 2017. Tabela 33 (63). Rozwody według województw. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
20. GUS, 2017e. Struktura wynagrodzeń według zawodów w październiku 2016 r. Notatka Informacyjna. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
21. GUS, 2018a. Aktywność ekonomiczna ludności Polski IV kwartał 2017 r. Urząd Statystyczny w Warszawie, Warszawa.
22. GUS, 2018b. Różnice w wynagrodzeniach kobiet i mężczyzn w Polsce. Urząd Statystyczny w Bydgoszczy, Bydgoszcz.
23. Hansman B., 2017. Pruit-Igoe Images of America. Arcadia Publishing, Charleston.
24. Heppenstall A.J., Crooks A.T., See L.M., Batty M., 2012. Agent-Based Models of Geographical Systems. Springer, Dordrecht.
25. Instytut Techniki Budowlanej, 2015. Informacja ITB dotycząca stanu technicznego budynków mieszkalnych wykonanych w technologiach uprzemysłowionych (z „wielkiej płyty”). Pobrano 01.14.2019 z lokalizacji http://ursynow.tv/wp-content/uploads/2016/03/informacja_nt_wielkiej_plyty_20160226.3.pdf
26. IPiSS, 2017. Informacja o poziomie minimum socjalnego w 2016 r. (na podstawie danych średniorocznych). Tabela 1. Zmodyfikowane minimum socjalne. Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa.
27. Jarczewski W., 2010. Blokowiska – obszary zdegradowane czy bezpieczne, dostatanie. Zeszyty Naukowe Instytutu Spraw Publicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego (1–2), (9–10), 121–129.
28. Jarczewski W., 2009. Skala degradacji miast w Polsce [w:] Rewitalizacja miast polskich – diagnoza, W. Jarczewski. Instytut Rozwoju Miast, Kraków, tom 8, 59–61.
29. Macal C.M., North M.J., 2010. Tutorial on agent-based modelling and simulation. Journal of Simulation, 4 (10.1057/jos.2010.3.), 151–162.
30. Macy M.W., Willer R., 2001. From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling. Cornell University, Ithaca.
31. Milewska-Wilk H., 2019a, 01.14. Stowarzyszenie Mieszkanicznik. Pobrano z lokalizacji mieszkanicznik.org.pl: <http://mieszkanicznik.org.pl/artykuly/nowe-mieszkania-na-wynajem-analiza-sytuacji/>
32. Milewska-Wilk H., 2019b, 01.14). Stowarzyszenie Mieszkanicznik. Pobrano z lokalizacji mieszkanicznik.org.pl: <http://mieszkanicznik.org.pl/media/2016/09/SytuacjaNajemc%C3%B3wMieszkanicznik.pdf>
33. Mironowicz I., 2016. Analiza funkcjonalna osiedli Wrocławia. Fundacja Dom Pokoju, Wrocław. Pobrano z lokalizacji <http://www.osiedlawroclawia.pl>
34. NBP, 2015. Zasobność gospodarstw domowych w Polsce. Raport z badania pilotażowego. Departament Stabilności Finansowej, Warszawa.
35. NBP, 2018. Informacja o cenach mieszkań i sytuacji na rynku nieruchomości mieszkaniowych i komercyjnych w Polsce w I kwartale 2018 r. Departament Analiz Ekonomicznych, Warszawa.
36. Ostańska A., 2010. Programy rewitalizacji osiedli z zabudową prefabrykowaną w Europie przyczynkiem do opracowań programów polskich, 3, 39–47.
37. Ostańska A., 2018. Programowanie rewitalizacji osiedli mieszkaniowych z zastosowaniem modelu PEARS. Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Warszawa.
38. REAS, 2019, 01.14. Wrocławski rynek mieszkaniowy. Preferencje nabywców mieszkań. Pobrano z lokalizacji [reas.pl](http://www.reas.pl): www.reas.pl
39. Sedlak & Sedlak, 2018, 01.14). Podsumowanie ogólnopolskiego Badania Wynagrodzeń w 2017 roku. Pobrano z lokalizacji wynagrodzenia.pl/artykul/podsumowanie-ogolnopolskiego-badania-wynagrodzen-w-2017-roku
40. Szafrńska E., 2016. Wielkie osiedla mieszkaniowe w mieście postsocjalistycznym. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
41. Szafrńska E., 2017. Starzenie się mieszkańców wielkich osiedli mieszkaniowych w mieście postsocjalistycznym. Przykład Łodzi. Space-Society-Economy 2017, 43–64. Pobrano z lokalizacji <http://dx.doi.org/10.18778/1733-3180.20.04>
42. Szukalski P., 2011. Starzenie się ludności Łodzi i województwa łódzkiego. Demografia i Gerontologia Społeczna – Biuletyn Informacyjny.