



DOI: 10.21005/pif.2016.25.C-01

CZASOPRZESTRZEŃ MIASTA. FAST: ROZPOZNANIE I PLANOWANIE DLA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

TIME-SPACE OF THE CITY. FAST: ANALYSIS AND PLANNING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Robert Barełkowski

dr hab. inż. arch.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Budownictwa i Architektury
Zakład Projektowania Architektonicznego

Katarzyna Barełkowska, Leszek Chlasta, Jan Janusz, Łukasz Wardęski

mgr inż. arch., mgr inż. arch., mgr inż. arch., mgr inż.

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Katedra Architektury

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia badania związane z poszukiwaniem metody pozwalającej na oszacowanie tempa rozwoju zabudowy rezydencjonalnej w oparciu o analizę struktury czynników ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. Próba badawcza skoncentrowana jest na puli obszarów dedykowanych pod obiekty mieszkaniowe, z silnym naciskiem na jednorodzinnej, objęte w okresie obserwacji planami miejscowymi. Odnosi się to do diagnozy silnego wpływu aktów normatywnych i planowanych inwestycji, często pomijanych w prognozach bazujących na ekstrapolacji.

Słowa kluczowe: analizy czasoprzestrzenne, FAST, prognozowanie rozwoju przestrzennego, system wspomagania zarządzania przestrzenią

ABSTRACT

The paper focuses on the search for assessment method determining the pace of the development of residential areas on multi-factor analysis acknowledging local conditions of an area. The research examines areas assigned for the construction of residential buildings, particularly single-family detached housing, and having master plan during the period of their observation. It aims at diagnosing the strong influence of legal acts and planned developments, which are often omitted in extrapolation-based forecasts.

Keywords: FAST, spatial decision support system, spatial forecast, time related spatial analysis

1. WPROWADZENIE

Świadome kształtowanie procesu decyzyjnego w planowaniu przestrzennym wymaga uwzględnienia specyfiki tkanki przestrzennej oraz zachodzących w niej procesów. Konieczność takiego działania wynika z samej natury planowania, próbującego przewyciężyć problem krótkiej perspektywy funkcjonowania społeczeństw demokratycznych, w których cykl wyborczy zakłóca często implementację działań opartych na długoterminowych priorytetach. W tym kontekście wielokrotnie ujawnia się konflikt interesów, zarówno pomiędzy poszczególnymi podmiotami dysponującymi i użytkującymi przestrzeń, jak również w odniesieniu do mnogości celów i wartości zawartych w filarach zrównoważonego rozwoju, zdefiniowanego jako próba cywilizacyjnej odpowiedzi na różnorakie problemy trapiące środowisko zurbanizowane – przeludnienie, dewastację środowiska naturalnego i redukcję naturalnych habitatów, inflację terenów miejskich i konsumpcję terenów podmiejskich przekształcanych chaotycznie i realizowanych z niewystarczającą infrastrukturą, by wymienić tylko niektóre. Zrównoważony rozwój, którego definicję sformułowała Światowa Komisja Środowiska i Rozwoju zwana Komisją Brundtland [29], postuluje kompleksowe kształtowanie procesów cywilizacyjnych w sposób, który z jednej strony zapobiegając wyeksploatowaniu natury i jej zasobów z drugiej pozostawia możliwość rozwoju struktur wznoszonych przez człowieka i potrzebnych do funkcjonowania społeczeństw. Odzwierciedlenie tego pożądanego stanu równowagi wymaga korelacji między czynnikami środowiskowymi, ekonomicznymi i społecznymi, szczególnie, której prezentował między innymi Jonathan Harris [15], a znakomicie rozwinęli Robert Kates, Thomas Parris i Anthony Leiserowitz wyjaśniając przy okazji także społeczno-polityczne podłoże idei zrównoważonego rozwoju, niezbędne do pełnego uchwycenia znaczenia i trybu funkcjonowania tej koncepcji [19].

Termin „planowanie” oddaje naturę zagadnienia, które odzwierciedla zdarzenia i podejmowane działania na osi czasu, jest to zatem holistycznie pojęta optymalizacja procesów, ograniczeń i interwencji. W rezultacie źle podjętych decyzji dostępne „aktywa” środowiskowe, finansowe i społeczne są bezpowrotnie tracone, a chaotycznie interwencje i zmiany regulacji burzą spójność polityki przestrzennej oraz, ostatecznie, zaufanie społeczne. Tworzenie systemów wspomaganie decyzji wiąże się z analizą rozwoju przestrzennego jako złożonego systemu, podlegającego ciągłym zmianom na osi czasu. Zmiany te dotyczą zarówno uwzględniania rozłożonych w czasie i działających zgodnie z kumulacją w czasie efektów przestrzennych, jak i procesów współkształtujących przestrzeń ze względu na wpływ trybu użytkowania przestrzeni przez społeczność zamieszkującą dany obszar, ujmując w tym transfery energii [16]. Każdy akt planowania zawiera w sobie element prognozy, gdyż odnosi się do stanu przyszłego. Doniosłe znaczenie skuteczności tych przewidywań ujawnia się w spostrzeżeniu, że podejmowanie niezwykle częstych działań naprawczych byłoby zbędne, gdyby w odpowiednim momencie mieć dostępny wystarczający zbiór adekwatnych danych. Walidacja założeń wyłącznie poprzez obserwację ich wdrażania jest niezwykle ryzykowna i w wielu przypadkach kontrproduktywna, stąd wniosek, że rozwój i implementacja metod symulacji i prognozy jest ważnym zagadnieniem badawczym. Prognozyka w planowaniu przestrzennym oprócz rozwoju wiedzy zaowocować może poprawą jakości zarządzania przestrzenią, ma więc konkretny wymiar aplikacyjny. Korzyści wynikające ze stosowania takich technik nie ograniczają się wyłącznie do dostarczenia wsparcia informacyjnego dla projektantów, lecz mają także zastosowanie jako pole do merytorycznej argumentacji, która z jednej strony dyscyplinuje decydentów, odwołując ich od podejmowania decyzji populistycznych, sprzecznych z perspektywnym interesem społecznym (w obawie przed konsekwencjami takiego działania), z drugiej strony może pomóc skłonić ich do uwzględnienia działań trudnych i uczynienia z tych elementów stałego, niepodatnego na polityczne zawirowania rdzenia pryncypiów determinujących dążenia społeczne. Cały proces staje się także bardziej świadomy, przejrzysty i uczciwy.

2. KONTEKST BADAŃ

W odpowiedzi na problematykę prognozy stworzono program badawczy, którego celem jest realizacja narzędzia FAST (Fast Simulation Tool) [4], a niniejsze opracowanie poświęcone jest studium rozbudowy jednego z jego komponentów, dedykowanego symulacji rozwoju osiedli domów jednorodzinnych. Problem rozwoju ekstensywnie zagospodarowywanych osiedli podmiejskich, konsumujących aktualne tendencje rynku nieruchomości, dogęszczających tkankę miejską w sposób nieefektywny, utrudniających tworzenie i korzystanie z lokalnych centrów usług i handlu, pomimo, że znany już z diagnozy Jane Jacobs [17], był i jest powielany w wielu innych miejscach na kuli ziemskiej, w nieszczęsnej postaci adaptowanej do lokalnych uwarunkowań kulturowych i fizjograficznych. Dlatego właśnie to podmiejskie osiedla domów jednorodzinnych są potencjalnym źródłem symptomów przyjętych nieprawidłowych zasad zagospodarowania przestrzennego, co widoczne staje się zwłaszcza wtedy, gdy osiedla te nie osiągają szybko zamierzonego wysycenia.

Jako materiał badawczy wybrano grupę podmiejskich obszarów leżących na peryferiach metropolii poznańskiej. Dostęp do puli danych powiązanych z osią czasu umożliwił wgląd w strukturę zależności pomiędzy wystąpieniem określonych warunków, a zmianą wysycenia terenu na danym etapie. Na tej podstawie podjęta została próba wyekstrahowania czynników i zapisania ich w postaci formuły matematycznej, która umożliwi ekstrapolację procesu urbanizacji. Proces ten w znacznej mierze uzasadnia długofalowe decyzje o uzbrajaniu terenu, rozwijaniu sieci dróg i lokowania innych elementów infrastruktury gminnej. Zatem sporządzanie prognozy dla inwestycji mieszkaniowych próbuje sensowność podejmowanych decyzji. Dostęp do informacji kluczowych z punktu widzenia indywidualnych inwestycji, a nawet końcowych użytkowników, pozwala na sporządzenie jakościowego i ilościowego bilansu każdego procesu inwestycyjnego z uwzględnieniem infrastruktury, rozwoju usług i komunikacji. Może to służyć jako uzasadnienie dla podjętych działań, by wpisywały się one w ramy polityki przestrzennej wyznaczonej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, co jest oczywiście imperatywem wskazanym przez zapisy ustawy z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [27].

Zamysłem zespołu badawczego jest stworzenie aplikacji, która w skali lokalnej odzwierciedla skutki sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, a więc uwolnienia procesu urbanizacji terenów, które na peryferiach dużych ośrodków aglomeracyjnych najczęściej są terenami rolniczymi.

Duże znaczenie ma wybór metody analitycznej. Wśród szerokiego spektrum prac poświęconych prognozie rozwoju przestrzennego wyróżnić można dwa bieguny. Pierwszy sprowadza się do wykorzystania narzędzi i algorytmów przewidzianych dla całego organizmu miejskiego, co w tym wypadku oznaczałoby metropolię poznańską. Przykładem takiej implementacji jest wciąż rozwijany system wspomaganie decyzji przestrzennych „What if” [22], o których mówi także Carlos Brangança dos Santos [10]. Jak zauważa Geneletti [12] pozwala on na dokonanie oceny całościowego wpływu, jednak w zakresie prognozy bazuje zasadniczo na ekstrapolacji istniejących tendencji opisywanych w formie rysunku rozwoju przestrzennego. W tym wypadku opis czynnikowy ma charakter wspomagający, co wydaje się wpisywać w mechanizmy prognostyczne naiwnej kontynuacji trendu. Znaczące perspektywy dla opracowań wielkopowierzchniowych ma także wykorzystanie algorytmu geometrycznego „Cellular automata” [1], a także symulacje zachowań ekstrapolujące bieżące tendencje rozwoju [28]. Powyższe przykłady, w związku ze skalą opracowania warunkującą ograniczoną dostępność do czynników oraz małą dokładnością wyników, dając opis czynnikowy obszaru, który na potrzeby obliczeń i predykcji jest bardzo ogólny, a rezultat ściśle powiązany z opisem całości opracowania. Alternatywnym podejściem, a zatem drugim biegunem metod prognostycznych byłoby uwzględnienie bardzo rozbudowanej puli zmiennych na małym obszarze, próbę choćby fragmentarycznego uchwycenia całościowej struktury miasta i najbliższego sąsiedztwa

jako elementów współuczestniczących w kształtowaniu łała procesu urbanizacji, nie podlegających ocenie, lecz wpływających na rezultat procesu. W efekcie system taki zyskałby dużą elastyczność, która pozwoliłaby na szybką implementację w różnych obszarach, ze świadomością, że całościowe studium analityczne dostarczające danych byłoby pożądaną formą generowania wsadu do takiego systemu. Należy tu zauważyć, że takie studium analityczne mogłoby być znacząco zredukowane w swojej fazie prognostycznej – do puli czynników charakterystycznych dla danego środowiska społeczno-kulturowego. Równocześnie jednak studium takie nie byłoby przecież w stanie zastępować samego mechanizmu predykcyjnego. Referencyjnym opracowaniem przyjmującym taką skalę może być zastosowanie metody „Agent-based system” symulującej w uproszczony sposób zachowania podmiotów rynku nieruchomości [24]. Formuła ta koncentruje się jednak bardziej na dystrybucji prognozowanego wypełnienia na zadanych obszarach, niż szacowaniu stopnia wypełnienia w czasie, nie wspominając o bardziej skomplikowanych zadaniach. Stopień złożoności problematyki rynku nieruchomości, jakkolwiek znaczny, jest trudny do porównania ze stopniem komplikacji uwarunkowań fizjograficznych, urbanizacyjnych i społeczno-ekonomicznych, których indywidualna receptura musi być uwzględniona, jeśli predykcja ma mieć jakiegokolwiek znamiona prawdopodobieństwa.

Elementem wspólnym przedstawionych prac jest poszukiwanie struktury czynników warunkujących rozwój przestrzenny, przy czym wiąże się on z ekstrapolacją procesów przeszłych opisywanych ilościowo lub geometrycznie. Proces ten zwykle powiązany jest z elementami modelu eksperckiego. Proponowane poniżej narzędzie zakłada szczegółowe badanie struktury czynników warunkujących rozwój przestrzenny w ujęciu stopnia wykorzystania terenu przeznaczonego pod zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Szeroka pula zmiennych dotyczy najważniejszych, obiektywnych sfer podlegających ocenie potencjalnego inwestora, tj. infrastruktury i mediów, obsługi komunikacyjnej, lokalnych regulacji i normatywów, cech lokalizacyjnych, warunków geograficznych, dostępności kluczowych usług i sąsiadujących obiektów. Odnosi się przy tym do obszarów, które nie są ze sobą ściśle powiązane, w związku z czym aspiruje do poszukiwania ponadlokalnych zależności, możliwych do implementacji w różnych opracowaniach analitycznych. Równocześnie należy podkreślić, że aspiracją nie jest oddanie pełni złożoności procesu rozwoju przestrzennego, a jedynie dokonanie symulacji na uproszczonym modelu. W przypadku znaczących różnic przestrzennych kalibracja pozwoli zniwelować ewentualne różnice, jednak praca kładzie szczególny nacisk na poszukiwanie ogólnych, ponadlokalnych zależności oraz ustalenie ewentualnej skali odstępstw.

3. MATERIAŁ BADAWCZY: ZAPIS CZASOPRZESTRZENNY

Ujęcie oceny rozwoju przestrzennego jako prostej ekstrapolacji bieżących tendencji nie opisuje w pełni specyfiki planowania przestrzennego, w której doniosłe znaczenie mają zdarzenia zmieniające lokalne warunki. Znacząca część z nich ma charakter decyzji, w tym związanych pośrednio lub bezpośrednio ze sporządzaniem aktu normatywnego (MPZP) wspieranego analizą. To sprzężenie zwrotne uniemożliwia deterministyczny opis prognozy i warunkuje jej obraz jako jedną zunifikowaną wizję rozwoju, niezwykle wrażliwą na deformacje i w zasadzie pozbawioną racjonalnych podstaw wnioskowania o tym, że taki kształt rozwoju danej jednostki przestrzennej będzie w ogóle prawdopodobny. Taki uproszczony sposób pojmowania rzeczywistości, w której plan miejscowy jest siłą sprawczą zdarzeń w przestrzeni, jest nieuzasadnioną kreacją i w istocie zaprzeczeniem silnej integracji analityki i planowania, kreacją, w której przyjęcie jako wyznacznika decyzji przestrzennych może skutkować zniszczeniem potencjału atrakcyjności danego obszaru, roztrwonieniem środków na przewidywane, a wówczas nieefektywne inwestycje publiczne, nieprawidłowymi regulacjami oraz wadliwą alokacją zasobów. W odpowiedzi na to zagadnienie proponowanym novum programu badawczego jest szczególne uwzględnienie uwarunkowań planistycznych i administracyjnych, poczynając od wykorzystania studiów przypadków, od diagnozy obszarów, na których wprowadzono plan miejscowy pod

wpływem rozmaitych czynników i które reprezentują referencyjne wzorce realistycznych scenariuszy urbanizacyjnych. Wybrane tereny przedstawiały różne przypadki i scenariusze rozwoju: zarówno udane, jak również poniżej założeń planistycznych. Dywersyfikacja przypadków stwarzała (i tworzy nadal) pole nie tylko śledzenia wpływu określonej konfiguracji czynników na rozwój terenu i jego tempo, ale i możliwość oceny zasadności poszczególnych decyzji planistycznych. Okres badania uwarunkowany jest momentem uchwalenia planu przy czym dla poniższych studiów analitycznych mieści się w przedziale 15 lat. Wszystkie przypadki podlegają zbliżonym, choć niekiedy różnym w detalach, uwarunkowaniom ponadlokalnym, gdyż okalają metropolię poznańską, wpisując się w nurt przenoszenia się mieszkańców na obrzeża metropolii, co prowadzi do depopulacji miasta Poznań na rzecz sąsiednich gmin. Obszar i odległość analizowanych przypadków nie wykraczała poza 40 km od centrum Poznania.

I.p.	1	2	3	4	5
Wielkość / Area	23 [ha]	17 [ha]	8 [ha]	7 [ha]	4 [ha]
Miejsce / Place	1. Murowana Goślina	2. Rokietnica Mrowino	3. Rokietnica	4. Bytkowo	5. Rożnowo
Rok / Year					
2001	5%	0%	13%		3%
2002					
2003		0%	15%	8%	
2004					
2005					
2006					
2007	6%	29%	16%	12%	3%
2008					
2009	7%		17%	15%	3%
2010		50%			
2011					
2012	10%	55%	40%	20%	3%
2013					
2014	10%	58%	50%	25%	3%
2015	10%	59%	55%	27%	3%
Rok uchwalenia MPZP / Year of the local spatial development plan's entry into force	2002	2000	2009	2003	2013

Tabela. 1. Zestawienie pomiarów wypełnienia obszarów zabudową w stosunku do pełnego wysycenia wyrażona w procentach. Na dole zaznaczony rok powstania MPZP

Table. 1. The measurements of the saturation of an area with buildings in relation to the maximum possible saturation expressed as a percentage. The year of an area's respective local spatial development plan's entry into force is provided at the bottom.

Przedstawiony poniżej opis dotyczy wybranych obszarów z pośród puli podlegających badaniu i ma na celu ich ogólną charakterystykę. Wybór motywowany był przedstawieniem typowych, powtarzalnych wariantów. Kluczowy dla opracowania współczynnik opisujący chwilowy procent wypełnienia terenu określony został w skrócie jako „współczynnik wysycenia” i przyporządkowany został dla niego skrót „Cs”. Obliczany on jest jako iloraz aktualnej ilości zagospodarowanych działek do ilości budynków mieszkaniowych.

Pierwszy z przykładów znajduje się w Murowanej Goślinie w odległości około 20 km od Poznania na Północ. Zajmuje on obszar około 23 ha. Plan, poprzedzony długotrwałym opracowaniem, uchwalony został w roku 2002. w sytuacji wykorzystania wszystkich działek przewidzianych w planie przez studium chłonności terenu. W ciągu 15 lat współczynnik wysycenia zmienił się o 6%, a od ostatnich 4 lat zatrzymuje się na niemal niezmiennym poziomie zaledwie 11%. Jest to przypadek skrajnie niskiego, niesatysfakcjonującego

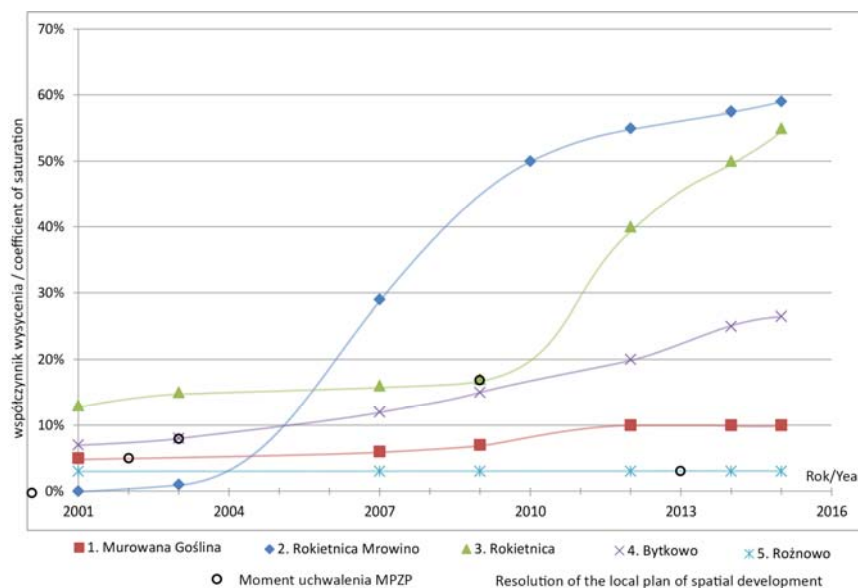
rozwoju przestrzennego. Inny obszar o powierzchni około 17 ha zlokalizowanego w Rokietnicy wykazuje zupełnie inny sposób rozwoju. Plan po ponad rocznej pracy uchwalony został w roku 2000. W tym czasie na terenie objętym badaniem nie znajdowały się żadne zabudowania, a sieć dróg była niewystarczająca. Choć jeszcze w 2003 roku obszar pozostawał całkowicie pusty, już w roku 2007 współczynnik wysycenia wynosił 27%, natomiast w 2010 ponad 50%. Później nastąpiło spowolnienie i na rok 2012 poziom ten równy był 55% i odpowiednio w latach 2014 58% i 2015 59%. Studium przypadku w podobnej lokalizacji o wielkości 8 ha, również w Rokietnicy, wskazuje na zupełnie inny rozwój na osi czasu, choć w obu przypadkach mówić można o znaczącym przeroście w perspektywie całego okresu badania. Znacząca różnica polega na objęciu obszaru miejscowym planem dopiero w roku 2009, choć już wcześniej wykorzystywany on do celów mieszkaniowych. W okresie 2003 do 2009 charakteryzował on się wysyceniem praktycznie niezmiennym wraz z upływem czasu w przybliżeniu 15 do 17%. MPZP pozwalało na zrealizowanie zróżnicowanej zabudowy w tym wielomieszkaniowej i usługowej. Od tego czasu rozwój gwałtownie przyspieszył by w 2012 osiągnąć 40%, 2014, 50%, a w 2015, 55%. W odległości 2,2 km w linii prostej znajduje się inny obszar położony we wsi Bytkowo. Na pierwszy rzut oka uwarunkowania mogłyby wydawać się podobne, jednak po uchwalonym w 2003 roku MPZP wskaźnik wysycenia wzrósł z 8% do 12% w 2007 i 15% w 2009 roku. Po tym okresie rozwój nieznacznie przyspieszył, by w 2012 osiągnąć 20%, a w 2014 25%. Pomiar wykonany w 2015 roku wykazał wzrost na poziomie 1.5%. W tym przypadku tempo rozwoju było relatywnie jednolite, bez gwałtownych zmian. Bardzo nietypowy rozwój wykazuje obszar we wsi Rożnowo w gminie Oborniki. Pomimo gęstej zabudowy sąsiadującej z obszarem wskaźnik wysycenia w prześlędzonym okresie od roku 2001 wynosi poniżej 3%, a obszar nie podlega rozwojowi, poza pojedynczą inwestycją. Nic w tym wypadku nie zmienił plan miejscowy uchwalony w 2013 roku, który zakłada zabudowę mieszkaniową jednorodziną dla prawie całego terenu.



Ryc. 1. Zdjęcie satelitarne obszaru 4. Rokietnica ilustrujące zmiany przestrzenne w latach pomiaru., źródło: [13], Ortofotomapa – archiwalna, 52°30'41"N, 16°44'15"E, [14]

Fig. 1. Satellite image of area no. 4. Rokietnica, illustrating the spatial changes that have occurred during the measurement periods., source: [13], Archival orthophoto map –52°30'41"N, 16°44'15"E, [14]

Powyższe przykłady nie są oczywiście wszystkimi uwzględnionymi w procesie poszukiwania formuły. Służą one unaocznieniu skali zróżnicowania tempa rozwoju w zależności od czynników ściśle lokalnych, w wielu przypadkach związanych z ingerencją planistyczną. Równocześnie pokazują one trudność, a niekiedy nawet niemożliwość intuicyjnej prognozy, co zaobserwować można na podstawie niedostosowania skali inwestycji do przyszłego przyrostu ilości domów. Zasadniczo jednak, pomijając przypadki skrajne przedstawione powyżej, zauważyć można znaczący wzrost tempa inwestycji w pierwszych latach po uchwaleniu planu oraz znaczący spadek w późniejszym okresie, szczególnie przy dużym wysyceniu terenu, powyżej 60%, co sprawia, że pełne wykorzystanie obszaru jest praktycznie nieosiągalne.



Ryc. 2. Zobrazowanie na wykresie zmian stopnia wysycenia obszarów na przestrzeni 15 lat, interpolacja na podstawie powyższych pomiarów, na osiach zaznaczony moment ustalenia MPZP. Oprac.: autorzy.

Fig. 2. A graph displaying the changes in the saturation of the area with buildings over a period of 15 years, interpolated on the basis of the measurements presented above. The graph also illustrates the moment of the respective local spatial development plans' entry into force. Elab. by: authors.

Należy zauważyć, że badanie to ilustruje czasoprzestrzenny aspekt podejmowanych decyzji planistycznych i weryfikuje ich racjonalność. Prawdziwym czynnikiem demonstrującym to, czy decyzja była właściwa, jest czas wysycenia danego obszaru zabudową zgodną z intencją procesu przekształcania oraz osiągnięcie minimalnego stopnia wysycenia (w tym czasie), który czyniłby zainwestowanie w infrastrukturę opłacalną. Warto też spojrzeć na ten aspekt weryfikacji jako na narzędzie korygowania działań urbanizacyjnych zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju – to jest takiego działania, by intensywną urbanizację stanowiącą wyraz rzeczywistych potrzeb społeczności umożliwić i moderować, a presję właścicieli gruntów by inicjować na niebudzących zainteresowania gruntach proces wzrostu ich wartości wskutek transformacji odrzucać.

4. DEKODOWANIE ZŁOŻONOŚCI W MATRYCY FAST (FAST MATRIX)

Narzędzie symulacyjne FAST ma za zadanie dostarczać decydom, co w realiach polskich oznacza najczęściej administrację publiczną [3], prostą aplikację do wspomaganie procesu decyzyjnego dotyczącego rozwoju bez konieczności angażowania złożonych silników do zarządzania i analityki przestrzennej. Jak do tej pory implementacja na ograniczonej puli studiów przypadku dotyczyła zróżnicowanych zastosowań praktycznych – zespół badawczy wdrożył rezultaty zarówno w odniesieniu do opracowań lokalnych i studiów sporządzanych dla większego obszaru, jak i w rozwiązaniach preinwestycyjnych przygotowywanych jako prognozyka poprzedzająca decyzję umożliwiającą i sankcjonującą proces deweloperski.

FAST skoncentrowany jest na morfologii tkanki miejskiej i jej rozwoju przestrzennym w ujęciu czasu w zależności od określonych cech holistycznie rozumianego środowiska w określonym miejscu. Parametry przestrzenne podlegające badaniu opisane są w narzędziu przez ponad 100 czynników. Moduł progностyczny bazuje na wielokryterialnej ocenie stanu początkowego obszaru, z uwzględnieniem wpływu sąsiednich, a także dalszych choć istotnych komponentów przestrzennych zarówno naturalnych jak i wytworzonych przez człowieka, które swoim oddziaływaniem odpowiednio wspierają lub hamują rozwój. Kładziony przy tym jest szczególny nacisk, oprócz wewnętrznych cech oraz elementów

znajdujących się na obszarze (mieszkańcy, funkcje, infrastruktura), na symulację (w uproszczonej formie) relacje oraz procesy w strukturze urbanistycznej.



Ryc. 3. Zdjęcia satelitarne obszaru 3. Rokietnica ilustrujące szczegółowe zmiany przestrzenne w latach pomiaru., źródło 1: [13], Ortofotomapa – archiwalna, 52°30'45"N, 16°43'13"E, [14], źródło 2: „Rokietnica”, 52°30'45"N, 16°43'13"E. Google Earth, 2001-2015, dostęp: 03.02.2016.

Fig. 3. Satellite image of area no. 3. Rokietnica, illustrating in detail the spatial changes that have happened during over the years in which the measurement was performed., source 1 and source 2 as above (in Polish version).

Badanie prowadzone jest przy wsparciu puli pomocniczych metod składających się na fundament pod główną koncepcję systemu FAST bazującego na algorytmach heurystycznych [8]. Wspomagające metody w tym metoda obserwacji, metoda klasyfikacji i metody statystyczne służą celowi niezależnego dochodzenia do kluczowych danych na drodze porównywania zróżnicowanych procedur badawczych, w celu eliminacji ewentualnych błędów z wielokrotną weryfikacją czytelnego rezultatu jako referencji dla ukształtowania algorytmów analitycznych.

Środowisko, zarówno naturalne jak i miejskie (bądź związane z mniejszym siedliskiem) jest złożoną strukturą, rozwijającą się w specyficzny sposób, chociaż zaobserwować można zbiór kilku wzorców ewolucji przestrzenne. Nie sposób wprowadzić pojedynczego standardu wiążącego statyczny stan pierwotny obszaru wraz z otoczeniem z jego późniejszym stanem będącym rezultatem wpływu multum zmiennych w unikatowej kompozycji [25]. Stopień złożoności, możliwy do odnalezienia także w innych systemach i układach, doprowadził Jamesa J. Kay i innych pod koniec stulecia do sformułowania alternatywnego podejścia bazującego na dynamicznej fluktuacji tych systemów, klasyfikując je jako systemy holarchiczne (holarchic systems) [20]. Początkowo rozwijane głównie dla zastosowań w społecznych i ekonomicznych systemach samoorganizujących, za Arturem Koestlerem w systemach SOHO (Self-Organizing Holarchic Open System) wprowadzane jest pojęcie holonu, które w rozbudowany i przekonujący sposób pozwalają na opis rozmytej, fluktuacyjnej hierarchii zróżnicowanych środowiskowych komponentów i określonych zachowań, w których żadna rola nie jest trwale przypisywana i wzorce systemowe mogą ulegać zasadniczym, nieprzewidywalnym zmianom [21].

Wspomniany już wyżej Carlos Brangança dos Santos zauważa znaczącą zmianę w planowaniu, która zmienia praktykę z podejmowania prób jednoznacznego zdefiniowania przyszłości, w kierunku uwzględniania pełnego obrazu możliwości ewolucji systemu [23]. Warunkuje to zbudowanie narracji prognozy jako możliwych scenariuszy rozwoju. FAST aspiruje do wyjścia poza ramy proponowanych narracji, na przykład poprzez opracowanie równorzędnych scenariuszy z dostarczeniem bezpośredniej wizualnej reprezentacji procesu. Wcześniejsza praca dotycząca problematyki rozwoju przestrzennego opisanego na osi czasu w powyższy sposób diagnozowała specyfikę procesu wysycenia obszarów, a w związku z tym warunkowała określony odczyt struktury czynników [18]. Zmienność uwarunkowań tymczasowych pojawia się w wielu aspektach rozwoju przestrzennego. Jest to zilustrowane między innymi w skali faktycznego zagospodarowania, we wskaźniku przyrostu, wskaźniku wysycenia powiązanych równocześnie z opisanym na osi czasu rozrostem infrastruktury transportowej i komunalnej. Ponadto społeczno-ekonomiczne, programowe i organizacyjne wzorce winny być uwzględnione w celu pełnego zrozumienia możliwego wyniku procesów przestrzennych w puli scenariuszy rozwoju.

Tablica zmiennych uwzględnia indywidualną konfigurację obszaru poprzez określenie specyficznej struktury holarchicznej. Przestrzenny, aplikacyjny charakter narzędzia uzasadnia zbiór kryteriów, a koncepcja prostoty warunkuje eliminację uwzględnienia detali szerszej i bardziej złożonej sytuacji społecznej (ponadlokalnej). Struktura tablicy, przy czym przez tablicę rozumie się dalej aplikacyjną postać Matrycy FAST, zorganizowana jest w formie dwóch bloków. Pierwszy determinuje pięć grup kryteriów przestrzennych, a drugi opisuje sposób organizacji inwestycji i strukturę własności. Pierwsza grupa K1 odzwierciedla aktualny stopień wysycenia infrastrukturą podziemną, kolejny K2 dotyczy komunikacji i transportu, w szczególności systemu i organizacji sieci dróg. Trzecia grupa reprezentuje typologię struktury budynków, natomiast czwarta K4 związana jest z umiejscowieniem w strukturze miejskiej, z podziałem na podstawowe strefy zabudowy, uwzględniając także klasyfikacje obiektów urbanistycznych CORINE Land Cover classification [7, 11] i statystyczne dane, w tym na temat demografii.

Piąta grupa zmiennych to ta, która opisuje czynniki rozwojowe na osi czasu. Lokalizacja w odpowiednim zasięgu wpływu badanego obszaru różnych kluczowych form, w szczególności obiektów instytucjonalnych, inwestycji lub programów, na przykład budynków sportowych, edukacyjnych lub dostępu do opieki zdrowotnej, w odróżnieniu od scenariuszy opartych na deterministycznych założeniach, łączy bogatą pulę informacji z poprzednich grup K1 do K4 z opisem czynników chwilowego rozwoju zawartych w grupie K5, stanowiąc łącznie 111 zmiennych pierwszego bloku Matrycy FAST. Grupa K5 ma wariant generycznych czynników opisywanych w czasie poprzez wyrażenie K5.n, gdzie n odpowiada za odstęp czasu w ustalonych dla badania podziałach. Łączny współczynnik przyjęty został jako Fu.

W praktyce analizy w planowaniu przestrzennym zawsze osadzone są na osi czasu. Podczas gdy krótkoterminowe prognozy dla małej skali są zwykle bardziej precyzyjne, długookresowe symulacje lub powiązanie ze specyfiką dużych, złożonych obszarów znacznie utrudniają ustalenie prawdopodobnych scenariuszy rozwoju lub nawet czynią całkiem niemożliwym. Z tego właśnie pragmatycznego punktu widzenia oś czasu zaimplementowana w FAST jest ograniczona do 15 lat, co uwarunkowane jest wykonalnym i efektywnym ekonomicznie badaniem rozwoju przestrzennego. W związku z zaimplementowaną w FAST możliwością diagnozy interakcji obszarów mieszkaniowych i innych elementów oraz cech przestrzennych, których wpływ wyszczególnionych jest w Macierzy FAST, możliwa jest przystępna, równoczesna wizualizacja wybranych oddziaływań i efektów w zabudowie [2], przy czym testowanie mechanizmów podjęto na newralgicznej grupie zabudowy podmiejskiej.

W toku badań bardziej złożony model rozwoju struktury urbanistycznej okazał się konieczny. Podstawa formuły obliczeniowej przewidziana została jako ciągła, natomiast komponent iteracyjny odpowiada za to, że model zgodnie z wymogami rzeczywistości staje się niedeterministyczny.

Referencyjny czas T_r został ustalony na 15 lat, w tym zakresie domyślne punkty pomiarowe rozlokowane są co pięć lat rozwoju, te okresy zostały również zaimplementowane dla kryteriów ustalanych w odniesieniu do osi czasu:

- dla upływu 0 lat Macierz korzysta ze współczynnika $K5.0$.
- dla upływu +5 lat Macierz generuje chwilowy współczynnik $F_t(d1)$, gdzie „1” oznacza zakres 5 lat.
- dla upływu +10 lat Macierz generuje chwilowy współczynnik $F_t(d2)$, gdzie „2” oznacza zakres 10 lat.
- dla upływu +15 lat Macierz generuje chwilowy współczynnik $F_t(d3)$, gdzie „3” oznacza zakres 15 lat.

Punkt początkowy jest określony wzorem:

$$(1) F_t(d_0) = \frac{K1 \cdot K2}{K5.0}, K1 = \prod_{i=1}^n m_{ij}, M = [m_{ij}]$$

Momenty „+5”, „+10”, i „+15” są określane wzorami:

$$(2) F_t(d_1) = \Delta t(x_1) \cdot K5.1$$

$$(3) F_t(d_2) = \Delta t(x_2) \cdot K5.2$$

$$(4) F_t(d_3) = \Delta t(x_3) \cdot K5.3$$

Zespół uznał, że specyficzna natura badanej problematyki skłania do implementacji heurystyki w poszukiwaniu struktury czynników. Nie było możliwe ustalenie wprost i jednoznacznie przyczynowej relacji dla większości czynników, a problem ten uległ intensyfikacji, przy próbie opisu związku pomiędzy zmiennymi przez model ekspercki dyskutowany wewnątrz zespołu, co skłaniało do koncentracji na metodach empirycznych.

Proporcja kolejnych interwałów opisujących dynamikę rozwoju przestrzennego jest wywiedziona z powyższego ciągu elementów. Pierwsze 5 lat określane jest przez wzór (5), natomiast kolejne dwa okresy pięcioletnie opisywane są przez równania wyznaczające proporcje pomiędzy bieżącym i kolejnym rozważanym okresem, odpowiednio:

$$(5) R_{0>5} = \left(\frac{K1 \cdot K2}{K5.0} \right) / F_t(d_1)$$

$$(6) R_{5>10} = \left(\frac{F_t(d_1)}{F_t(d_2)} \right)$$

$$(7) \quad R_{10>15} = \left(\frac{F_t(d_2)}{F_t(d_1)} \right)$$

Więc dynamika rozwoju może być obliczona jako proporcje pomiędzy interwałami:

$$(8) \quad D_{asc} = \frac{\left(\frac{K_1 K_2}{K_{5,0}} \right) \cdot F_t(d_2)}{(F_t(d_1))^2}$$

$$(9) \quad D_{des} = \frac{F_t(d_1) \cdot F_t(d_2)}{(F_t(d_2))^2}$$

Współczynnik generowany przez pierwszy blok Macierzy FAST jest zatem prezentowany jako stosunek łączący dynamikę rozwoju w okresie wzrostu (przedział pomiędzy początkowym do pośredniego) do dynamiki rozwoju w fazie zahamowania (okres od pośredniego do końca czasu badania). Rozwój urbanistyczny odniesiony na osi czasu może być zatem przedstawiony jak niżej:

$$(10) \quad U_{urd} = \frac{\left(\frac{K_1 K_2}{K_{5,0}} \right) (F_t(d_2))^2 \cdot 1}{(F_t(d_1))^2 \cdot F_t(d_2)} \cdot \frac{1}{F_u}$$

Trzy zestawy informacji zostały połączone prezentowanym wzorem: wielkość obszaru, organizacja procesu inwestycyjnego (typ organizacji, np. generalny inwestor, realizacja „pod klucz”), liczba aktywnych podmiotów (uczestników procesów inwestycyjnych). Relacja pomiędzy tymi trzema elementami przedstawiona została jako funkcja:

$$(11) \quad F_x = \frac{-A \pm \sqrt{B}}{x} + C$$

W powyższym wzorze ujęto w rzeczywistości funkcję czasu. Zmienna x wyznacza upływ czasu, a funkcja daje wartość fluktuującego wysycenia danego obszaru, a więc wyznacza dążenie stanu niepełnego do uzyskania kompletnego, całkowitego wypełnienia tkanką zurbanizowaną. „A” oznacza wielkość obszaru, „B” współczynnik sposobu organizacji inwestycji w danym okresie, a „C” związana jest z występowaniem aktywnie współpracujących podmiotów, zajmujących to samo stanowisko w celu osiągnięcia hipotetycznie całkowitego wypełnienia obszaru (ze skalą arbitralnie przyjętą w zależności od ilości faktycznych partycypantów) [25]. Dla powyższego wzoru osiągnięcie wartości $F(x)=0$ oznacza, że obszar jest kompletnie wypełniony i plan rozwoju osiedla mieszkaniowego został wypełniony (co często jest niemożliwe, w związku z określonymi ograniczeniami).

$$(12) \quad F_x = 0 \rightarrow C_x = 1.0 (100\%)$$

Wzór (12) jest bazowym, uproszczonym wzorem, niestanowiącym jeszcze pełnego rozwinięcia i uwzględnienia czynników rzeczywistych, dla których ujęcia potrzebna jest świadomość funkcjonowania cykli socjoekonomicznych.

Postawione przez zespół badawczy wstępne założenie poszukiwania możliwie prostej formuły w celu opisanego struktury i powiązania wielu czynników warunkujących rozwój przestrzenny, w połączeniu z obserwacją studiów przypadku zaowocowało ustaleniem powyżej wspomnianego mechanizmu jako podstawy Macierzy FAST, która zaadoptowana do zauważonych zjawisk w badanych obszarach pozwoliła uzyskać odchylenie na poziomie 13,7% (C_s – współczynnik wysycenia terenu).

Na tym etapie sama Macierz wymaga matematycznej definicji, która pozwoli na właściwe przybliżenie i równocześnie stanowić będzie punkt początkowy dla dalszego ulepszania formuły w oparciu o poszerzaną pulę danych pozyskanych i istotnych dla określonych przypadków. Łączy to w równej mierze na omawianej tablicy zmiennych aspekty ściśle powiązane z ich pojawieniem się w określonym momencie na osi czasu (fenomeny) z trwałą charakterystyką miejsca i stałymi czynnikami rozwoju, by wspólnie stworzyć podstawową grupę czynników określających zmienne w procesie obliczeniowym.

$$(13) M = [m_{jk}], j \in \{1, 2, 3, 4, 5, 0, 5.1, 5.2, 5.3\}, 1 \in \langle 1; n_j \rangle$$

j – określona kategoria zmiennych w Macierzy FAST, n_j – liczba zmiennych w kategorii.

Ostatecznie Macierz FAST uwzględniona zostaje w końcowej (lecz nadal skróconej) reprezentacji równania, co zapisać można następująco:

$$(14) F_x = -(\log(1/x+10)) * \sqrt{2x} U_{trd} / (x/2^B) + C$$

Zapis ten wymaga jeszcze uwzględnienia macierzy i czynników fluktuacyjnych, które są przedmiotem ustaleń zespołu badawczego i wiążą się bezpośrednio z drugim i trzecim członem równania.

Wyżej wskazane równanie konfrontowane musi być z postacią rzeczywistą rozwoju terenu. Każdorazowo, dla odrębnych lokalizacji ustalana jest postać równania aplikowana do wyznaczenia wartości porównawczej, jednak stwierdzone wysycenie terenu (historyczne) zapisywane jest w postaci wzoru analogicznego – uproszczonego do przedziału, w którym x przybiera wartości od 0 do 15 (hipotetyczny horyzont czasowy analizy), w którym zastępuje się U_{trd} wskaźnikiem rzeczywistym wysycenia (C_{sr}) zapisanym w formule:

$$(15) C_{sr} = 2 - 2 * C_{st\ n}$$

gdzie C_{sr} to wskaźnik rzeczywistego wysycenia stanowiący czynnik równania, $C_{st\ n}$ to rzeczywiste wysycenie stwierdzone w toku badań terenowych, w danym „n” momencie w badanym przedziale czasu. Redukowany jest element B, jako niewymagający diagnozy. Przyczyna eliminacji tego czynnika, odzwierciedlającego przecież indywidualne cechy danego środowiska związana jest z oczekiwanym poszukiwaniem w ramach formuły matematycznego opisu zjawisk urbanizacyjnych elementów wspólnych, pozwalających na symulacyjną generalizację, a więc odrzucenie wpływu cech szczególnych z tego zakresu, jako cech odzwierciedlonych już w rzeczywistym procesie mierzonym w toku badań nad stanem historycznym. Niezależnie od powyższego w rozpoznawaniu stanu zastanego odzwierciedlano także organizację procesu urbanizacyjnego w postaci składnika D_{ev} , mieszczącego się w przedziale [0;2].

Zatem równanie służące do zapisu stanów przestrzeni – próbkowanie czasu rozwoju jednostki osadniczej – dla swej kompatybilności i wykształcenia zdolności porównawczej skłoniło do wykształcenia postaci:

$$(16) F_r = -(\log(1/t_p+10)) * \sqrt{2x} * C_{sr} / (x/2) + D_{ev}$$

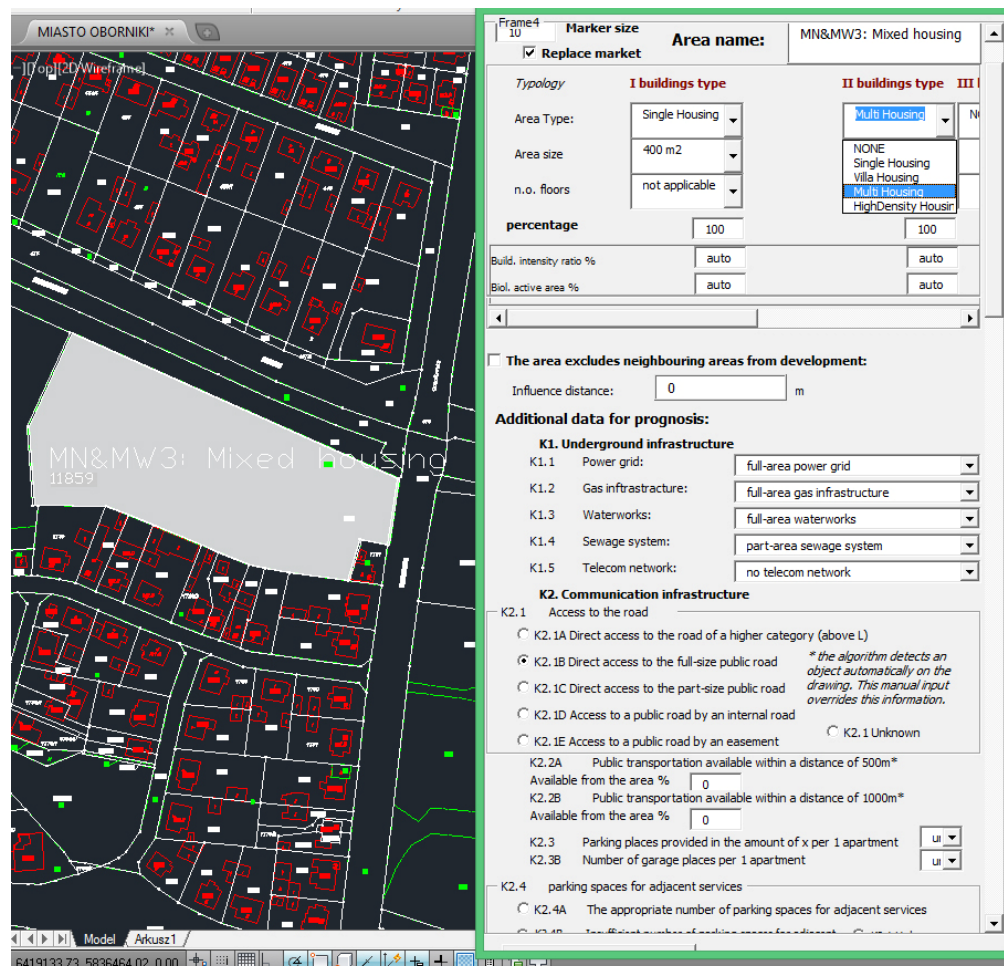
Wymieniana wyżej zmienna C jest analogią do składnika D_{ev} , przy czym ze względu na punktową naturę próbkowania rozwoju rzeczywistego jednostki osadniczej składnik D_{ev} przyjmowany jest każdorazowo dla danego momentu rozwojowego, zgodnie ze składem uczestników procesu urbanizacyjnego – zmienna C natomiast występująca w głównej formule symulacyjnej jest arbitralnie zakładana dla całego procesu i można ją uznać za wypadkową możliwych przecież zmian w sposobie realizacji konkretnych przekształceń terenowych i procesu wysycania obszarów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową.

Dla zespołu badawczego interesujące było, czy pojedyncze, niekompatybilne przypadki są tylko nieuniknionymi odstępstwami od normy, które są niemożliwe do zawarcia we wzorze, w związku ze znaczącym lub całkowitym wygaśnięciem procesu urbanizacji, czy może opisanie ich jest możliwe, a podążanie za określonymi wzorcami sprawia, że formu-

ła jest obarczona określonym błędem. Na tę chwilę dylemat ten wydaje się być niemożliwy do rozstrzygnięcia, a sama problematyczna kwestia pozostaje nierozwiązana.

5. PRACA Z MACIERZĄ FAST

Proponowany system wspomagania jako narzędzie komputerowe oparte jest na obiektowym modelu informacji. Jednym z podstawowych założeń funkcjonalnych jest wpisanie narzędzia w środowisko pracy projektanta bez konieczności budowania modelu w zupełnie nowym programie, co ma kluczowe znaczenia dla ewentualnych implementacji i rozpowszechnienia projektu bezpośrednio wpływających na jej rozwój [26]. W tym celu system powiązany został, w podstawowej formie, z programem AutoCAD, który oferuje możliwość tworzenia wektorowych rysunków opartych o abstrakcyjne formy geometryczne. Implementacja FAST w projekcie polega na przyporządkowaniu (częściowo zautomatyzowanym) form reprezentujących elementy planu przestrzennego jako faktycznych komponent struktury przestrzennej (rys. 1).

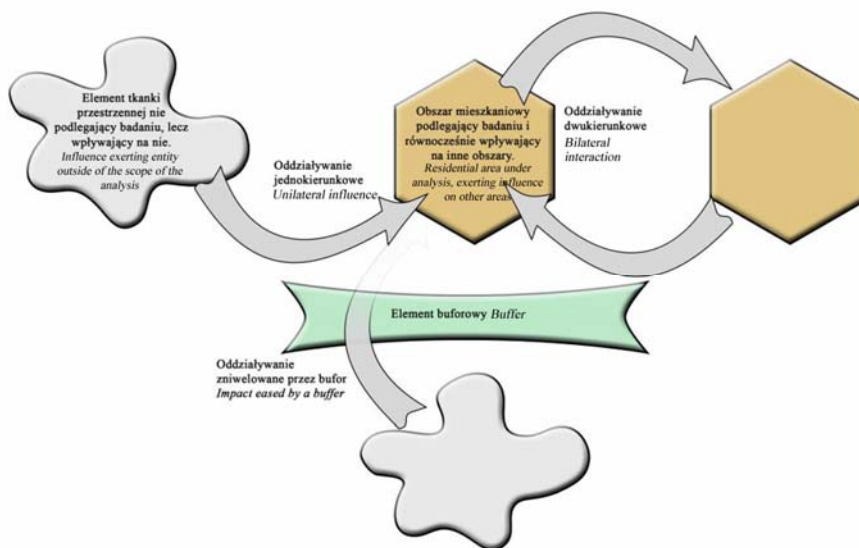


Ryc. 4. Fragment interfejsu do oznaczania abstrakcyjnych obiektów z programu Autocad jako elementów planowania tworzących tkankę przestrzenną oraz wprowadzania informacji, na powyższym przykładzie widoczny obszar zabudowy mieszkaniowej o dwóch typach zabudowy: jednorodzinnej i wielorodzinnej. Oprac.: J. Janusz.

Fig. 4. A fragment of the interface for marking abstract objects within AutoCAD as elements that comprise urban tissue and, as well as for feeding information. A fragment of a built-up area featuring two types of residential buildings: single and multi-family is visible in the left-hand side of the image. Elab. by: J. Janusz.

Dla przykładu wieloboki i regiony oznaczyć można jako obszary dedykowane odpowiedniej zabudowie i uzupełnić o szeroką specyfikację, krzywe oraz linie jako elementy infra-

struktury, w tym drogowej, a punkty jako budynki itp. Uzupełnia to grafikę wektorową o bogatą warstwę informacji, która pozwala zarówno na przeprowadzenie analiz, jak również pełniejsze wykorzystanie baz GIS dostępnych z poziomu programu AutoCAD. Dzięki interpretacji form graficznych jako obiekty lub zespoły tworzące tkankę przestrzenną związaną z funkcjonowaniem obszarów zabudowy mieszkaniowej możliwe jest automatyczne zbadanie interakcji między poszczególnymi elementami. Forma tego oddziaływania zakwalifikowana może być do dwóch podstawowych kategorii w zależności od dystansu oddziaływania.



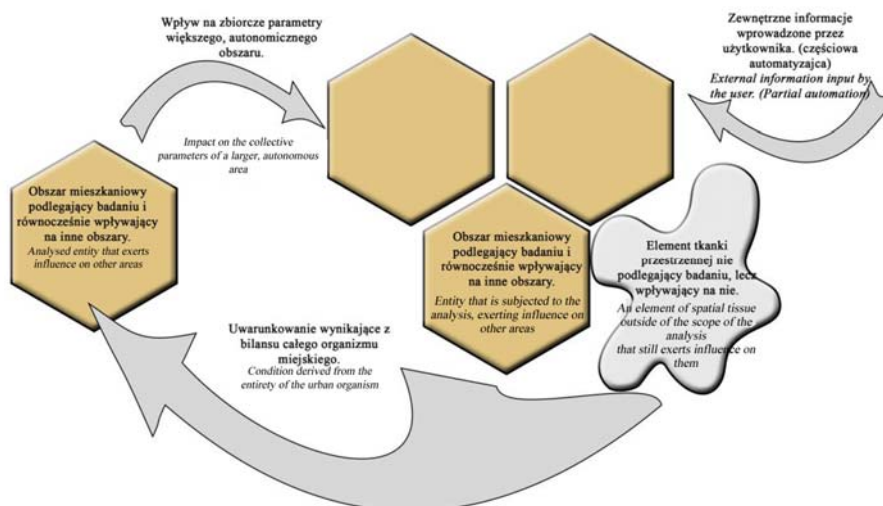
Ryc. 5. Grafika przedstawia schemat oddziaływań bezpośrednich pomiędzy pobliskimi obiektami oznaczonymi w modelu. Ilustracja przedstawia trzy podstawowe typy obiektów: Obszary mieszkaniowe podlegające badaniu, pozostałe obiekty wpływające na obszary mieszkaniowe, obiekty buforowe redukujące odpowiednie wpływy i oddziaływania. Niektóre obiekty mają cechy łączące wyżej wymienione typy. Oprac.: autorzy.

Fig. 5. A graph illustrating the scheme of direct influence between neighbouring objects marked within the model. The illustration depicts the three basic types of objects: residential areas that are being analysed, other objects that do not influence the residential areas, as well as objects which form buffers that reduce certain influences and impacts. Some objects possess properties that are a combination of the abovementioned types. Elab. by: authors.

Pierwsza grupa są to wpływy bezpośrednio wykrywane w oparciu o obliczenie dystansu i skali poszczególnych obiektów. Kwalifikacja odpowiednich parametrów uwzględniona jest w Macierzy FAST, dla przykładu może to być wykrycie dla danego obszaru sąsiedztwa torów kolejowych generujących hałas lub położenie w pobliżu terenów zieleni publicznej. Równocześnie badanie relacji pozwala na relatywną ocenę wpływu związaną między innymi ze skalą oddziaływania, a także przestrzeniami buforowymi, które niwelują niektóre formy relacji, czego przykładem może być odpowiednio szeroki pas zieleni oddzielający mieszkania od źródła hałasu lub występowania obszaru zamkniętego, który nie pozwala na komunikację pieszą ze znajdującym się w pobliżu węzłem komunikacji publicznej. Ten zbiór informacji jest dostępny dla użytkownika w formie zestawienia, co samo wspomaga planowanie przestrzenne. Możliwe jest także wprowadzanie danych nieznajdujących się na rysunku bezpośrednio z poziomu zestawienia, co później uwzględniane jest w obliczeniach.

Kolejna kategoria relacji dotyczy stosunku każdego z rozpatrywanych obszarów zabudowy mieszkaniowej do bilansu tworzonego na poziomie większej, relatywnie autonomicznej całości, w skład której wchodzi wybrany teren. Jest to szczególnie istotne w powyższych przykładach, gdy ów „autonomiczny” zespół przestrzenny oznacza jedną z miejscowości leżących na peryferiach Poznania. Postrzeganie rozwoju przestrzennego jako złożonego systemu skłania do interpretacji owej skali odniesienia w sposób umowny, a jej

odrębności wyłącznie jako częściowej. Zasada działania tego badania polega na tworzeniu zestawienia informacji przestrzennych, które łączy dane wynikające z badania przy użyciu narzędzia FAST z pulą informacji zewnętrznych z różnych źródeł, w tym także serwisów GIS. To niezwykle trudne zagadnienie na potrzeby procesu ulega znacznemu uproszczeniu przez co skoncentrowane jest na odniesieniu prognozy demograficznej całego organizmu miejskiego do prognozy wybranego obszaru mieszkaniowego podlegającego analizie. Ponadto dokonywana jest ocena ponadlokalnych aspektów wpływających na dynamikę rozwoju, w tym warunków lokalizacyjnych i komunikacyjnych w stosunku do całego regionu. Ostatecznie wstępna prognoza wybranego obszaru mieszkaniowego jest odnoszona do całościowej oceny lokalnego rynku mieszkaniowego z uwzględnieniem zarówno obszarów oznaczonych przez użytkownika jak i pozostałego obszaru za pomocą uśrednionego operatu szacunkowego.



Ryc. 6. Grafika przedstawia schemat oddziaływań zbiorczych pomiędzy rozpatrywanym obszarem mieszkaniowym, a nadrzędnym quasi-autonomicznym organizmem miejskim w skład którego wchodzi wszystkie elementy projektowane, przewidywane i istniejące w obrębie funkcjonalnym danego rejonu metropolii, miasta lub wsi. Oprac.: autorzy.

Fig. 6. A graph illustrating the scheme of the collective interactions between the residential area under analysis and the overarching quasi-autonomous municipal organism which is comprised of all existing and forecasted elements, as well as those being designed within the functional area of a given metropolitan region, town or village. Elab. by: authors.

Opisany powyżej system oceny wymaga od użytkownika wprowadzania informacji na dwóch poziomach. Po pierwsze konieczne są szczegółowe informacje dotyczące poszczególnych komponentów tkanki przestrzennej. Na aktualnym etapie rozwoju serwisów GIS w Polsce nie można liczyć w tym wypadku na pełną automatyzację, więc wiele elementów wymaga manualnego wypełnienia. Służy do tego liniowy i intuicyjny interfejs przypominający ankietę dla wybranego obszaru. Struktura wprowadzania tych informacji zawiera w sobie Macierz FAST, czyli zbiór parametrów mogący wpływać na funkcjonowanie i rozwój tkanki mieszkaniowej. Pola nieznanne lub niewypełnione z innych względów traktowane są jako wartości domyślne. Równocześnie na tym poziomie możliwe jest określenie pozostałych parametrów dotyczących całości opracowania. Określone ustalenia połączone z lokalizacją mogą być eksportowane i importowane w celu stworzenia odpowiednich bibliotek (rys. 5). Opisana wyżej forma zapisu informacji przestrzennej oprócz funkcji, które spełnia w analizach dokonywanych przez narzędzie, ma za zadanie wytworzyć standard zapisu i wymiany kompleksowej informacji związanej z aktami normatywnymi, przede wszystkim z miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego. W takiej formie możliwe staje się upowszechnienie owej informacji w formie serwisów GIS znacznie poszerzających zasięg funkcjonalny narzędzia.

Typ relacji	Podmiot	Elementy uwzględniane w badaniu	Charakterystyka i przykłady oddziaływań
Oddziaływania wewnętrzne	Fragment badanego obszaru mieszkalnego	<ul style="list-style-type: none"> - Wszystkie typy obiektów znajdujące się wewnątrz rozpatrywanego obszaru mieszkaniowego. - Informacje charakteryzujące obszar 	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastruktura podziemna, np.: <i>Elektroenergetyczna, gazowa, wodociągowa, kanalizacyjna i teletechniczna,</i> - Struktura własności infrastruktury drogowej, np.: <i>Istniejące drogi publiczne lub prywatne, własność terenu pod planowaną drogę publiczną lub prywatną, ewentualny dostęp przez służebność</i> - Zasoby miejsc parkingowych. - Cechy typologiczne zabudowy, np.: <i>Wolnostojąca, bliźniacza, szeregową itp., osiedle otwarte lub zamknięte, zabytkowe itp.</i> - Warunki przyrodniczo-krajobrazowe, np.: <i>Jakość i zespoły zieleni, powierzchnia biologicznie czynna itp.</i> - Struktura własności terenu - Sposób realizacji inwestycji, np.: <i>Gospodarczy, generalny wykonawca, deweloper itp.</i>
Relacje bezpośrednie	Fragment badanego obszaru mieszkalnego	<p>Wszystkie typy obiektów znajdujące się w określonym, bliskim tj.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>sąsiednie obszary mieszkaniowe uwzględniane w zestawieniu</i> - <i>inne elementy tkanki przestrzennej, w tym elementy krajobrazu, poszczególne obszary, określone budynki i budowle, a także elementy infrastruktury technicznej i komunikacyjnej.</i> 	<p>Infrastruktura w zakresie obsługi komunikacyjnej, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Dostęp do drogi określonej kategorii, odpowiednie środki komunikacji zbiorowej</i> <p>Sąsiadująca zabudowa, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>jej cechy typologiczne, jej potencjał mieszkaniowy, jej funkcja itp.</i> <p>Uciążliwości związane z sąsiedztwem, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>hałas i jakość powietrza - przemysł, autostrady, tory kolejowe, biogazownia.</i> <p>Dostęp do funkcji strategicznych, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>kultura, oświata, handel detaliczny, sport, rozrywka itp.</i> <p>Wartościowe elementy krajobrazowe i przyrodnicze.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>otwarty las, rzeka, jezioro, plaża itp.</i> <p>Obiekty prestiżowe i zabytkowe.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>historyczne centrum, zabytkowe budynki lub zespoły budynków.</i> <p>Lokalne dane przestrzenne.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>mapy przestępczości, przepustowość dróg, mapy hałasu itp.</i>
Relacje zbiorcze	Całość badanego obszaru mieszkalnego	<p>Bilans wszystkich typów obiektów występujących w projekcie</p> <p>Dane z serwisów GIS</p> <p>Informacje wprowadzone przez użytkownika.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Lokalizacja i komunikacja w strukturze regionu.</i> - <i>Ponadlokalne trendy mieszkaniowe, prognoza mieszkaniowa.</i> 	<p>- PARAMETRY RYNKU MIESZKANIOWEGO, np.:</p> <p><i>Prognoza demograficzna, zbiór oznaczonych i opisanych obszarów biorących udział w badaniu – ich cechy jakościowe i ilościowe.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Położenie w odpowiedniej strefie organizmu miejskiego, np.: <i>Śródmiejskiej, pośredniej, peryferyjnej, podmiejskiej, poza zespołem zurbanizowanym.</i> - Skala ośrodka miejskiego, np.: <i>Położenie w mieście o odpowiedniej wielkości – 500 000, 250 000, 50 000 itp.</i> - Odległość od znacznego miasta (powyżej 250 000), np.: <i>W obszarze aglomeracji, w określonym dystansie, warunki dojazdu.</i> <p>Czynniki dodatkowe:</p>

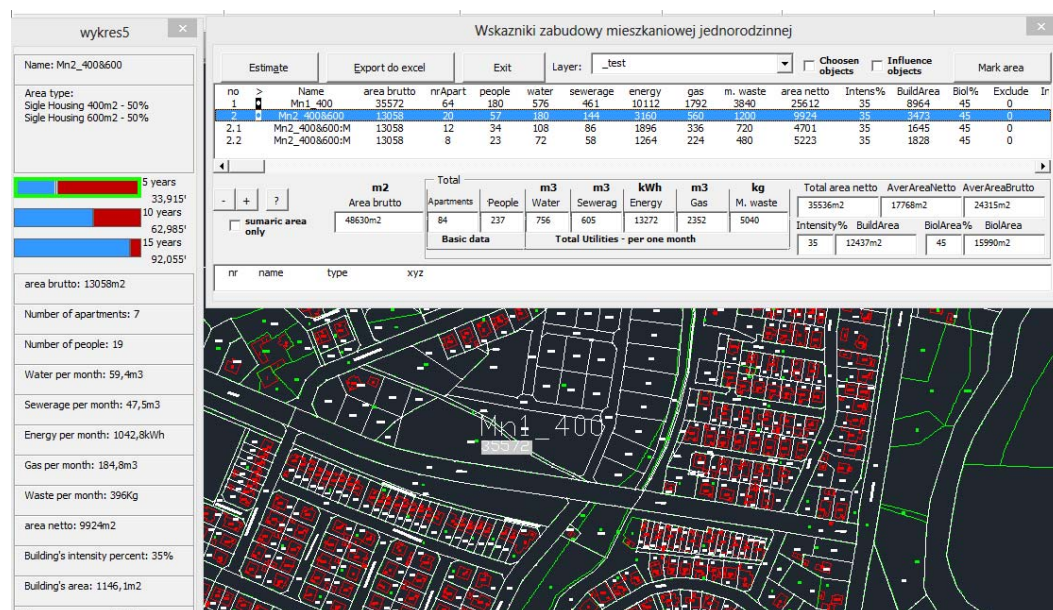
			<p>- Komunikacja obszaru, np.: <i>Jakość i klasa dróg łączących z innymi miastami w skali obszaru.</i> <i>Dostępność i jakość sieci kolejowej.</i> <i>Ewentualny dostęp do komunikacji śródlądowej lub morskiej.</i></p> <p>- Turystyka i rekreacja, np.: <i>Lokalny potencjał turystyczny, sportowy i rozrywkowy, istniejąca infrastruktura turystyczna.</i></p> <p>- Wartość przyrodnicza rejonu, np.: <i>Obszary chronione, dostępność kąpielisk, teren położony nad morzem lub w górach.</i></p>
--	--	--	--

Tabela. 2. Podział i charakterystyka relacji i oddziaływań uwzględnianych w narzędziu FAST jako pula zmiennych do analizy.

Table. 2. A Taxonomy and description of the relationships and interactions included in the FAST tool as a pool of variables for analysis.

Zagadnienia te opisane zostały szerzej we wcześniejszych opracowaniach [18]. Specyfika pracy z modulem prognostycznym wykracza jednak poza ten standardowy opis. Zasadniczo dostęp do wyników prognozy (rys. 6) dostępny jest na bieżąco po wybraniu określonego obszaru, dla którego przeprowadzone jest badanie.

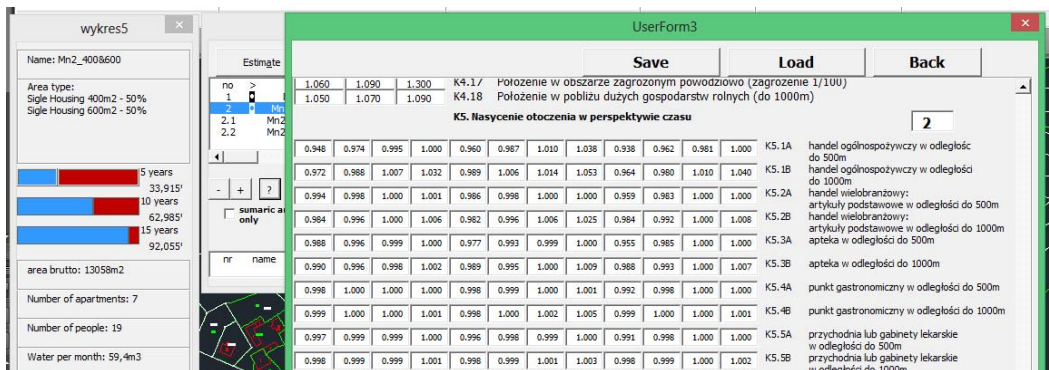
Jeśli na wybranym terenie funkcja jest niejednorodna, co oznacza zabudowę o różnym charakterze, na przykład budynki wolnostojące o średniej wielkości działki 800m² oraz domy szeregowe, to dostępna jest analiza zbiorcza lub selektywna. Podkreśla to odmienną od metod ekstrapolacji geometrycznej rozwoju, w którym specyfika nie może być tak dokładnie zdefiniowana. Całościowy rezultat analizy prognostycznej eksportowany może być do arkusza, gdzie również generowane jest jej porównanie w kontekście odpowiednich scenariuszy. Jednakże dostęp do rezultatów, to tylko część oferowanego systemu pracy. Drugim jest interfejs pozwalający na wykonywanie na bieżąco adaptacji i kalibracji do innych warunków lokalizacyjnych, na przykład w sytuacji implementacji poza granicami kraju (Rys. 7).



Rys. 7. Wyniki obliczeń, z lewej strony wyniki prognozy, u góry zestawienie obszarów z danymi dla pełnego wysycenia terenu, rozpatrywane dwa obszary: pierwszy jednorodny – zabudowa bliźniacza na działce o wielkości 400 m² i drugi – zabudowa niejednorodna, możliwość dostępu do wybranych typów 2.1, 2.2 w obrębie zabudowy niejednorodnej. Oprac.: J. Janusz.

Fig. 7. The results of the calculations: on the left-hand side we can see the results of the forecast, in the upper section we can see the set of areas with data for a state of full saturation, as well as two areas that are being analysed: semi-detached houses on sites with an area of 400 m² and an area with a mixed built-up area; access to the selected 2.1 and 2.2 types is included within the heterogeneous area. Elab. by: J. Janusz.

Jest to odpowiedź na potrzebę zapewnienia elastyczności narzędzia, co bezpośrednio przekłada się na możliwość wykorzystania go w różnych sytuacjach przestrzennych oraz na szersze perspektywy rozwoju. Zabieg taki stawia planistę w roli analityka, który samodzielnie może kształtować narzędzie pracy, mając świadomość założeń warunkujących badanie.



Rys. 8. Interfejs pozwalający na zmianę zmiennych prognozy (Macierz FAST) z zapewnionymi mechanizmami wspomagania kalibracji. Oprac.: J. Janusz.

Fig. 8. A view of the interface allowing the manipulation of the variables of the forecast (the FAST Matrix), featuring built-in mechanisms of calibration support. Elab. by: J. Janusz.

6. RYZYKA, PERSPEKTYWY I UWAGI KOŃCOWE

Aktualna kalibracja wydaje się być zadowalająca w odniesieniu do obszaru metropolitalnego Poznania. Przy uwzględnieniu faktu, że aplikacja i jej komponent prognostyczny: Macierz podlega ciągle opracowaniu, a jej forma jest surowa, proces badawczy wspomagany jest alternatywnymi metodami badawczymi, które doprowadziły do podobnych wyników. Maksymalne odchylenie algorytmu FAST w porównaniu do niezależnych metod weryfikacyjnych, które obejmują statystykę danych ewidencyjnych, oraz kwerendę, nie przekroczyły 12%.

Warto równocześnie zauważyć istotne ograniczenia nakładające na użytkownika pewne założenia. Przede wszystkim Macierz FAST, jak każda długoterminowa prognoza nie może być interpretowana jako źródło danych piszących pewny, ostateczny stan rzeczywistego stopnia rozwoju po upływie czasu. Rola tego komponentu jest czysto wspomagająca, a jej celem jest uświadomienie różnych zależności, przeplatającego się oddziaływanie jakie występują w strukturze czynników unikatowych cech obszaru i charakterystyki środowiska. Zarówno system wspomaganie i jego komponent prognostyczny oferują surową aproksymację możliwych scenariuszy rozwoju. Oznacza to diagnozę potencjalnych problemów przestrzennych, a także dostęp do szacunkowych danych na temat populacji, mediów i infrastruktury powiązanych z rozwojem opisanym na osi czasu, jednakże nie odzwierciedla to w pełni rzeczywistości i najprawdopodobniej wciąż zawiera elementy wymagające znaczącej poprawy.

Pomimo uproszczonego charakteru model generowany poprzez fast bazuje na znaczącej ilości czynników, co sprawia, że indywidualizacja i dostosowanie matrycy do zamysłu analityka, przy odejściu od proponowanych ustawień, nie jest proste. Co więcej, fundamentalne ryzyko dekalibracji jest podstawowym problemem przy użytkowaniu i indywidualizacji narzędzia. Warto zauważyć, że przy procesie dostosowania niemożliwe jest efektywne izolowanie poszczególnych czynników w celu ustalenia, między innymi, że jeden pewny czynnik może zostać wyeliminowany w procesie kolejnej kalibracji. Inny przypadek może mieć znacząco inną specyfikę rozwoju. Nie pozwala to niejako na atomizację struktury czynników, narzucając kompleksowe postrzeganie Macierzy FAST, w celu uzyskania lepszego rezultatu.

Alternatywą w procesie kalibracji, która pozwala na zarządzanie precyzją z pominięciem ryzyka ryzykiem jest wykorzystanie podejścia heurystycznego, które pozwala uwolnić się od kwestii jednoznacznego określania poszczególnych komponentów, czynników, inhibitorów i wyzwalaczy w oderwaniu od obrazu całości. Podejście takie pozwala na zachowanie obrazu całości. Powyższe sprowadzić można do poszukiwania warunku: jeśli system wykazuje znaczące cechy podobieństwa, a zwracane wartości imitują realne przypadki, to małe błędy uznane mogą być za nieistotne (jeżeli skala błędów nie przekracza ustalonego wskaźnika).

Wraz z ciągłym rozwojem FAST nowe moduły kolejnych modułów podlegają opracowaniu (przemysł, infrastruktura – np. odnawialne źródła energii, prezentowane i publikowane wcześniej [5].) System wspomaganie decyzji przestrzennych dla autonomicznych obszarów mieszkaniowych, dedykowany nowym inwestycją, przy braku lub znikomym stopniu istniejącej tkanki był pierwszym celem aplikacji. Celem był postulat pomocy administracji lokalnej w zrozumieniu funkcjonowania i konsekwencji przeznaczania nowych obszarów pod funkcję mieszkaniową rozlewającą się poza ograniczenia aglomeracji. Dalszym krokiem jest uwzględnienie zarówno strategii mieszkaniowej i rekonfiguracyjnej. Stanowi to nową perspektywę dla przeprowadzenia weryfikacji w tych pozostałych polach i poszerzenia zakresu implementacji Macierzy FAST z badania obszarów o niskim stopniu wykorzystania w kierunku opracowania wszystkich typów zabudowy rezydencjonalnej. Zarówno Fast jak i poszczególne elementy aspirują do zadania integracji wielości determinant, które warunkują fluktuację struktury urbanistycznej, również na osi czasu [6]. Zagadnienie tymczasowości jest niezwykle istotne, gdyż odpowiada ono bezpośrednio dynamice i rzeczywistym determinantom kondycji urbanistycznej. Znacząca jakościowa zmiana w urbanistyce i planowaniu przestrzennym polegająca na zwróceniu szczególnej uwagi na procesy przestrzenne, oprócz samej urbanistycznej formy musi być oparta o analitykę, również jej proste formy, w celu uchwycenia płynnej natury tkanki miejskiej. Oprócz zrozumienia miasta i jego ciągłych stanów, próba przewidywania możliwych trendów musi być rozważana w odniesieniu do przyszłego kształtu miasta. W tej kwestii oprócz błyskotliwego zmysłu obserwacji i elastycznego podejścia do każdej indywidualnego studium przypadku, przede wszystkim systematyczny sposób postrzegania czasowej problematyki, a także implementacja narzędzi pozwalających na walidację scenariuszy rozwoju w perspektywie czasowej pomaga odpowiednio zdefiniować zagadnienie zrównoważonego miasta przyszłości.

TIME-SPACE OF THE CITY. FAST: ANALYSIS AND PLANNING FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

1. INTRODUCTION

The appropriate shaping of the decision-making process in the field of spatial planning requires that the distinctness of urban tissue and the processes that at work within it be taken into account. The need to do so results from the very nature of planning itself, which is an attempt at overcoming the problem of the short time-frame in which democratic societies have been functioning, in which the election cycle often disrupts the implementation of projects based on long-term priorities. It is in this context that a conflict of interest often reveals itself, both between the various entities that own and make use of space, as well as in relation to the multitude of goals and values that are enshrined as the pillars of sustainable development—defined as an attempt at providing an answer to the various problems that the urban environment is plagued with, such as overpopulation, the devastation of the natural environment, the reduction in the amount of natural habitats, an

inflation of urban areas and the consuming of suburban areas that are being chaotically adapted and built with an insufficient infrastructure—to name but a few. Sustainable development, the definition of which had been formulated by the United Nations World Commission on the Environment and Development, also called the Brundtland Commission [29], postulates that the comprehensive shaping of civilisational processes should be performed in a manner that can on the one hand prevent the exploitation of nature and its resources, while allowing the development of manmade structures that are needed for the proper functioning of society on the other. Achieving this desired state of balance requires a harmonising of environmental, economic, and social factors, the details of which have been presented by Jonathan Harris [15], only to be excellently expanded upon by Robert Kates, Thomas Parris and Anthony Leiserowitz, who also explained the socio-political foundations of the concept of sustainable development, required in order to fully grasp the meaning of the idea and the mode in which it operates [19].

The term "planning" illustrates the nature of the problem, which reflects the events and actions that are being undertaken over a period of time—thus it is a holistically understood optimisation of processes, limitations and interventions. Environmental, financial and social "resources" are being irrevocably lost due to erroneous planning decisions, while chaotically implemented interventions often disrupt the coherence of spatial planning policy, ultimately leading to society losing its trust in the process. The establishment of decision-making support systems is tied to the analysing of spatial development, understood as a complex system, which undergoes continuous changes over time. These changes affect the need to take into account not only the spatial effects that are related to time and which operate appropriately to their accumulation within a given period, but also the processes that co-create space due to the influence of its form of use by the local population as well, including in it the transfer of energy [16]. Each act of planning contains an element of forecasting, as it is related to a future state. The great importance of the effectiveness of these forecasts is made evident in the observation that conducting numerous and frequent remedial efforts would be obsolete in a situation where a decision-maker would have had been provided with access to a sufficient set of proper data. The validation of assumptions purely by the observation of their implementation is highly risky and oftentimes counter-productive—thus we can conclude that the development and implementation of simulation and forecasting methods is an important field of research. Carrying out forecasts in the field of spatial planning—apart from increasing our level of knowledge—can result in an improvement in the quality of the management of space, thus having a practical field of application. The benefits that could be gained with the use of such techniques are not limited to providing information support for designers, but can also be applied as a field of comprehensive argumentation—which on the one hand can serve as a method of disciplining decision-makers by drawing them away from making populist decisions that are contrary to the long-term interests of the public (in fear of the consequences of taking such an action)—while helping to convince them to take into account difficult issues, making them an element of a stable core of principles that would be insensitive to political turmoil and which can determine the aspirations of society on the other. The entire process can thus become far more transparent and honest.

2. THE CONTEXT OF THE RESEARCH

In order to address the problem of forecasting, a research programme has been established with the aim of developing the Fast Simulation Tool (FAST) [4], with the paper serving as a study of the expansion of one of its components that is dedicated to the simulation of the development of single-family housing estates. The problem of the growth of extensively developed suburban residential areas that consume the tendencies currently present on the housing market, and which increase the density of urban tissue in an ineffective manner that makes it more difficult to establish and use local commercial and service centres—despite that fact, that this phenomenon has already been known to

us based on the diagnoses of Jane Jacobs [17]—was and is being replicated in many different areas around the globe, adapted in an erroneous manner to the local cultural and physiographical conditions. This is why suburban single-family housing developments are a potential source of symptoms caused by the adoption of inappropriate spatial management principles, something which becomes especially evident in a situation in which these developments do not become properly saturated within the desired amount of time.

The material of the research consists of a group of suburban areas that are located on the peripheries of the metropolis of Poznań. Access to the data associated with the aspect of time has made it possible to obtain an insight into the structure of dependencies between the occurrence of specific conditions and the change in the saturation of a given area at a particular stage. Based on this, an attempt has been made to extract the appropriate factors and record them in the form of a mathematical formula, which enables us to extrapolate the process of urbanisation. This process, to a large degree, justifies the long-term decisions regarding the provision of amenities, the development of the road network and the placement of other elements of community infrastructure. Thus, the preparation of a forecast for residential construction projects can aid decision-makers in determining the feasibility of the decisions that are being made. Access to key information from the point of view of individual construction projects, and even those from the point of view of individual users, allows us to develop a quantitative and qualitative chart of the carrying out of each construction project, taking into account the issues of infrastructure, the development of services and transport. This can serve as a justification for the actions that are to be undertaken, so that they can be made in accordance with the framework of the spatial development policy that is compliant with the tenets of sustainable development, which—of course—is an imperative imposed on us by the regulations contained in the Spatial Planning Act of the 27th of March 2003 [27].

The goal of the research team was to develop an application that could reflect the consequences of the implementation of a local spatial development plan on the local scale, in order to liberate the process of the urbanisation of areas that are located on the outskirts of large agglomerations, and which are usually composed of farmland.

The choice of the analytical method is of great importance in this regard. We can differentiate two polar opposites when it comes to the wide spectrum of literature on the subject of forecasting spatial development. The first one is tied to the use of tools and algorithms originally developed with the entire organism of a city in mind, which in this case is the metropolis of Poznań. One example of such an implementation is the still developed system of decision making support in the field of spatial development called "What if" [11], which was also discussed by Carlos Brangança dos Santos [10]. As Geneletti [12] points out, it allows for developing an assessment of overall influence, however, in terms of the preparation of the forecast it is based chiefly on the extrapolation of existing tendencies described in the form of a graphical representation of spatial development. In this case, the description of factors plays the part of a support tool, which seems to be in line with the prognostic mechanisms of the naive continuation of a trend. Another method that has significant potential is the use of the geometric "Cellular automata" [1] algorithm, as well as simulations of behaviour that extrapolate current development tendencies [28]. The examples provided above, due to the scale of the work which determines the limited accessibility to the factors and a low precision of the results, provide us with a description of the factors for a given area, the form of which is very vague from the point of view of performing calculations and developing forecasts, while the result is strictly tied to the outline of the entire work. An alternative approach, which is also the polar opposite in terms of the spectrum of prognostic methods, would be taking into account a very complex pool of variables for a very small area, as well as attempting to even fragmentarily take into account the entire structure of a city and of the areas that are directly adjacent areas as elements which participate in the shaping of the background of the urbanisation process, which would not be evaluated themselves, but would impact the result of the process. In

effect, such a system would be very flexible, allowing for a quick implementation in various areas, while keeping in mind that the general analytical study that would provide the data would be a desirable form of generating input for such a system. It needs to be pointed out that such an analytical study could be significantly limited in its prognostic phase—consisting of a pool of distinct factors for a given socio-economic environment. At the same time, such a study would not be able to replace the predictive mechanism itself. The adoption of the method outlined in the "Agent-based system", which simulates the behaviour of entities on the property market [24], could be a reference for this, as it operates on the same scale. However, this formula is focused more on the distribution of the projected saturation within a given area, rather than ascertaining the level of saturation over time, not to mention more complicated tasks. The level of complexity of the issues associated with the property market, high as it may be, is difficult to compare with the level of complication encountered when dealing with physiographic and socio-economic conditions, as well as those related to urbanisation, the unique approach to which needs to be taken into account in order for the projection to have any semblance of probability.

One element that the presented works have in common is the search for the structure of factors that determine spatial development, which is based on an extrapolation of past processes that are described either quantitatively or geometrically. The process is usually tied with elements of an expert model. The tool that has been proposed further in the paper is based on a detailed analysis of the structure of factors which determine spatial development in terms of the level of the use of the area that has been assigned for the development of single-family residential buildings. It takes into account a wide pool of variables that include the objectively most important areas that can be evaluated by a potential property developer, namely: infrastructure and amenities, access to transportation, local regulations and standards, the qualities of the location, the geographical conditions, as well as access to key services and the surrounding structures. This applies to those areas that are not strictly connected with each other, and, as a result, aspires to identifying supra-local relationships that can be implemented in various types of analyses. At the same time it needs to be highlighted that it is not the aspiration of the authors to fully replicate the complexity of the process of spatial development, but rather to perform a simulation on a simplified model. In the case of substantial spatial difference, calibration can be used to level out the potential differences. However, the paper puts a particular emphasis on identifying general, supra-local relationships and the establishment of a potential scale of deviation.

3. RESEARCH MATERIAL: SPATIOTEMPORAL RECORDS

Viewing the evaluation of spatial development as a simple extrapolation of current tendencies does not fully reflect the distinct nature of spatial planning, which is greatly influenced by events which alter local conditions. A significant part of these events take the form of decisions, including those that are directly or indirectly tied to the development of a regulatory act (the local spatial development plan), which is backed by an analytical study. This feedback loop makes it impossible to define forecasts in a deterministic manner and determines the form of its image as a single, unified vision of development, particularly sensitive to deformation and practically bereft of rational arguments that can allow us to determine whether a particular pattern of the development of a specific spatial entity could be probable at all. Such a simplified view of reality, in which the local spatial development plan is seen as the driving force behind events within a space, is an unfounded delusion and in and of itself a contradiction of the strong correlation of analytics and planning—a delusion, in which the assumption that spatial decisions are the ultimate determinant can result in the destruction of the potential for the attractiveness of a given area, wasting the resources spent on the development of forecasts, and, as a result, the ineffective carrying out of public construction projects, inappropriate regulations and the faulty allocation of resources. In order to address this problem, the proposed *novum* of

the research programme is an emphasis on planning and the administrative conditions of an area, ranging from the use of case studies to the diagnosing of areas in which a local spatial development plan has been introduced under the influence of various factors and which can be used as reference patterns of realistic urbanisation scenarios. The chosen elements reflected varied cases and scenarios of development: both successful ones and those which failed to reach their planned goals. The diversification of cases created (and still creates) the possibility of not only examining the influence of a given configuration of factors on the development of an area, as well as its pace, but also provides us with the ability to evaluate the validity of specific planning decisions. The period under analysis is dependent on the moment of a local spatial development plan's entry into force, with the added condition that it is to be contained within an interval of 15 years. All of the cases are subjected to similar supra-local conditions, which nevertheless do differ in terms of some details, as they surround the metropolis of Poznań, being part of the trend of the flight of inhabitants outside of the boundaries of metropolises, which leads to a depopulation of the city of Poznań and the rise of the population of the adjacent townships. The areas under analysis are at a distance no greater than 40 km from the city centre of Poznań.

The description provided below is focused on a selection of areas from among the researched pool, and is to provide an outline of their basic characteristics. The selection was motivated by the need to provide typical, repeatable variants. The key element here is the coefficient which indicates the current percentage of the saturation of an area, which has been named the "saturation coefficient", and given the symbol "Cs". It is calculated as the ratio between the number of built-up plots in relation to the number of residential buildings. The first of the cases is that of Murowana Goślinia, which is located 20 km to the north of Poznań. It has an area of around 23 ha. Its spatial development plan, which has been preceded by a lengthy period of development, entered into force in the year 2002 in a situation in which all of the plots that were featured in the plan by the area absorption study were already built upon. Over a period of 15 years, the saturation coefficient changed by 6%, having remained at a steady level of just 11% for the previous 4 years. It is a case of an extremely low and unsatisfactory level of spatial development. Another location, with an area of 17 ha, located in the town of Rokietnica, points to a completely different manner of development. After a year of development, the plan for the area entered into force in the year 2000. The area had no buildings at the time and the road network was deemed inadequate. Even though the area was completely empty during the year 2003, its saturation coefficient reached a value of 27% in the year 2007, rising to over 50% in 2010. The following years featured a slower pace of development, with the value for the year 2012 being 55%, with 58% and 59% for the years 2014 and 2015, respectively. The case study of a similar area of 8 ha, also located in Rokietnica, points to a completely different scenario in terms of its development over time, although both cases point to a significant level of excess growth in comparison to the entire timeframe of the research. The main difference here is that the area in question has had a spatial plan imposed on it in 2009, even though it was used for residential purposes prior to that time. During the period between the year 2003 and 2009, the area's saturation remained practically unchanged, at a level of around 15 to 17%. The local spatial development plan allowed the construction of a wide array of buildings, including multi-family residential and service buildings. Since that time, the development of the area has rapidly accelerated, reaching a saturation of 40% in the year 2012, 50% in the year 2014 and 55% in the year 2015. Another area that is being analysed is located just 2,2 km in a straight line, within the borders of the village of Bytkowo. At first glance, the conditions may seem similar. However, after the entry into force of the local spatial development plan, the saturation coefficient increased from 8% to 12% in 2007, reaching 15% in the year 2009. The rate at which the area was being developed increased slightly afterwards, with the saturation coefficient for the year 2012 reaching a value of 20%, and 25% for the year 2015. Measurements performed in the year 2015 pointed to an increase of around 1,5% year-to-year. In this case, the pace of development is relatively stable, showing no signs of dynamic

shifts. The village of Rożnowo, a part of the borough of Boroniki, is an example of a very peculiar pattern of development. Despite having a dense built-up area adjacent to the analysed space, its saturation coefficient has remained at a level of less than 3% since the year 2001, with no development taking place, save for a single construction project. The introduction of a local spatial development plan in the year 2013 has changed nothing, even though its provisions include the possibility of erecting single-family residential buildings in nearly the entire area.

The examples shown above do not constitute the entirety of the body of data that has been included in the process of developing the formula. They serve the purpose of highlighting the scale of the differences in the pace of the development in relation to factors that are of a purely local nature, and which are tied to planning interventions in a lot of cases. At the same time, they illustrate the difficulty and even at times the impossibility of formulating a forecast based on intuition, which can be observed on the example of the incompatibility of the scale of the construction projects in relation to the future growth of the number of houses. Strictly speaking, however, apart from the extreme cases that were discussed above, we can observe a significant increase in the pace of development in the first years after the entry into force of a local spatial development plan, as well as a significant decrease during the later part of the period, especially in the case of reaching a saturation value of over 60%, which makes the complete saturation of an area practically unattainable.

It is worth mentioning that the research depicts time-space aspect of planning decisions and verifies their rationality. The real factor demonstrating the validity of decision is the time of developmental saturation of an area coherent with the intention of transformation process and the acquisition of minimal rate of saturation in stipulated time, proving that investment in infrastructure will be justified and feasible. This mechanism of validation is also a tool to revise urban processes in concordance with the principles of sustainable development – acting to allow, to moderate, and to manage intensive urbanization as a symptom of real needs of a community, and to reject pressure to transform grounds only to increase land value for the benefit of landowners in secondary or tertiary locations.

4. DECODING COMPLEXITY WITH THE USE OF THE FAST MATRIX

The FAST simulation tool is meant to deliver a simple application that can provide decision-making support for cases regarding spatial development to decision-makers—which in the reality of Poland most often means public administration staff [3]—without the need to engage sophisticated engines used in spatial management and analysis. So far, its implementation on a limited number of case studies regarding diverse forms of practical implementations—the research team implemented the results related both to local studies, in addition to those focused in a larger area, as well as on the preliminary stages of construction projects in order to develop forecasts ahead of the decision-making processes that enable and sanction construction projects. The tool is ultimately intended for use by both the local administration, as well as by small companies or individual property developers.

The FAST tool is focused on the morphology of urban tissue and its spatial development, viewed from the perspective of time in relation to specific qualities of the holistically understood environment of a given area. The spatial parameters that are being analysed are defined in the tool by over a hundred different factors. The forecasting module is based on a multi-criteria analysis of the initial state of an area, including the influence of natural and manmade components—both within the immediate vicinity, as well as those that are located farther away, but have nevertheless been deemed as of significant importance—that either facilitate or hamper the harmonious development of an area. Particular emphasis is placed on a simplified form of simulating the relationships and proc-

esses within an urban structure, in addition to taking into account its internal qualities and elements that are located within its area (the inhabitants, forms of use and infrastructure).

The analysis is performed with the use of a pool of supporting methods, which form the foundation of the main concept of the FAST tool, which is based on heuristic algorithms [8]. The support methods, including the method of observation, classification, as well as statistical methods, serve the purpose of independently obtaining key data during the process of comparing the different research procedures, in order to eliminate potential errors in a manner that features a multi-step verification of the observable result and using it as a reference point for the shaping of analytical algorithms.

The environment, both natural and urban (or tied to a smaller type of settlement) is a complex structure, which develops in a distinct manner, even though we can observe a common set of patterns of spatial evolution in this process. It is impossible to apply a single standard that can connect the static initial state of an area and its surroundings with its later state—one that is the end result of the influence of a multitude of variables arranged into a unique composition [25]. The level of complexity that can also be observed in other systems and layouts lead James J. Kay et al. to formulate an alternative approach based on the dynamic fluctuations of such systems, classifying them as holarchic systems [20] at the turn of the century. They were initially developed with implementation in social and economic self-organising systems in mind and dubbed SOHO systems (Self-Organizing Holarchic Open Systems) by Koestler, who introduced the concept of the holon, which allows us to comprehensively and convincingly define fuzzy, fluctuating hierarchies of various environmental components and specific behaviours, in which no role is permanently assigned and system patterns can undergo significant, unpredictable changes [21].

The aforementioned Carlos Brangança dos Santos pointed out an important change in planning, which changes the practice from making attempts at unambiguously defining the future in the direction of taking into account the full image of the possible evolution of a system [23]. This defines the structuring of a prognostic narrative into a form consisting of possible scenarios of development. The FAST approach aspires to stepping beyond the framework of proposed narratives, for instance by producing parallel descriptive scenarios and providing a direct visual representation of the process. The problem of spatial development discussed from the perspective of time—addressed in an earlier publication—provided a diagnosis of the specificity of the process of the saturation of areas, and thus defined a particular reading of the structure of factors [18]. The variability of temporary conditions is featured in many aspects of spatial development. For instance, it makes itself evident in the scale of the actual area of the built environment, in the growth and saturation coefficients that are simultaneously tied to the growth of infrastructure related to transport and the provision of amenities. Furthermore, socio-economic, programmatic and organisational patterns should be taken into account in order to fully understand the possible outcome of the spatial processes within the pool of development scenarios.

The FAST Matrix negotiates the individual configuration of an area by determining its distinct holarchic structure. The spatial, practical character of the tool justifies the choice of criteria, and the principle of simplicity validates the elimination of the details of a wider and more complex supra-local social composition. The structure of the FAST Matrix is organised into two blocks. The first determines five groups of spatial criteria, and the second describes the manner of the organisation of a construction project and ownership structure. The first set K1 reflects the current level of saturation with subterranean infrastructure, the K2 set reflects transportation and circulation, especially the existing system and the organisation of the road network. The third set represents the typology of the structure of the buildings, while set K4 is tied with the matter of placement within the wider urban structure, featuring a division into basic zones, including the CORINE Land Cover classification [7, 11], as well as statistical data, including those from the field of demography.

The fifth group of variables is the one which describes the developmental factors related to time. The presence of various key forms within an appropriate radius of influence of the area that is being analysed, like the proximity of institutional buildings, projects or programmes, sports or educational facilities, access to healthcare—in a manner that is different from scenarios based on deterministic assumptions—provides the diverse set of information from the previous groups (K1 to K4) with information regarding temporary development factors that are provided in group K5, forming a total of 111 modifiers within the first block of the FAST Matrix. The K5 set includes generic timeline factors expressed as K5.n, where n corresponds to a specific amount of time, a division of the total time of the analysis. The combined factor has been assumed as Fu.

In practice, analyses carried out in the field of spatial planning are always based on time. While short-term forecasts on a small scale are usually more precise, long-term simulations, or those that are tied to the specificity of large, complex areas, exponentially increase the difficulty of defining probable development scenarios, at times making it impossible. It is by taking this pragmatic point of view that the span of time implemented in the FAST approach is limited to 15 years, which is dictated by an executable and economically effective analysis of spatial development. Due to the possibility of performing diagnoses of the interactions between residential areas and other spatial elements and qualities, the influence of which is incorporated into the FAST Matrix, it is possible to simultaneously and clearly visualise a selection of interactions and effects within the built environment [2], with the testing of the mechanisms performed on a critical element of the suburban built-up area.

Over the course of the research, the development of a more complex model of the development of urban structure became necessary. The basis for the formula of the calculations has been defined in a continuous form, while the iterative component became non-deterministic in accordance with real-world conditions.

The base period of reference T_r has been defined as 15 years, with default points of the measurement of development set five years apart from each other – these periods were also implemented for the criteria that are established in relation to time.

- for a period of 0 years, the Matrix generates a K5.0 component.
- for a timeframe of +5 years, the Matrix generates a temporary development factor $F_t(d_1)$, where „1” stands for a period of 5 years.
- for a timeframe of +10 years, the Matrix generates a temporary development factor $F_t(d_2)$, where „2” stands for a period of 10 years.
- for a timeframe of +15 years, the Matrix generates a temporary development factor $F_t(d_3)$, where „3” stands for a period of 15 years.

The starting point is defined with the formula below:

$$(1) F_t(d_0) = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_{5,0}}, K_1 = \prod_{i=1}^n m_{ij}, M = [m_{ij}]$$

The periods “+5”, “+10”, and “+15” are defined with the formulae:

$$(2) F_t(d_1) = \Delta t(x_1) \cdot K5.1$$

$$(3) F_t(d_2) = \Delta t(x_2) \cdot K5.2$$

$$(4) F_t(d_3) = \Delta t(x_3) \cdot K5.3$$

The team decided that the distinct nature of the subject that is being analysed requires the implementation of heuristics in order to identify the structure of the factors. It was not possible to directly and unambiguously determine the causal relations for most of the factors—and the problem was only becoming worse—while attempting to describe the

relationship between the variables with the use of an expert model that was being discussed by the team, which made it lean towards focusing on empirical methods.

The proportion of the successive intervals depicting the dynamic of spatial development is derived from the string of elements shown above. The first 5 years are defined by formula (5), while the other two five-year periods are depicted by equations determining the proportions between the current and the next period to be considered, respectively:

$$(5) R_{0>5} = \left(\frac{K1 \cdot K2}{K5.0} \right) / F_t(d_1)$$

$$(6) R_{5>10} = \left(\frac{F_t(d_2)}{F_t(d_1)} \right)$$

$$(7) R_{10>15} = \left(\frac{F_t(d_3)}{F_t(d_2)} \right)$$

So the dynamic of the development process can be calculated as a proportion between the intervals:

$$(8) D_{asc} = \frac{\left(\frac{K1 \cdot K2}{K5.0} \right) \cdot F_t(d_2)}{(F_t(d_1))^2}$$

$$(9) D_{des} = \frac{F_t(d_1) \cdot F_t(d_2)}{(F_t(d_2))^2}$$

The coefficient generated by the first block of the FAST Matrix is thus presented as a ratio that combines the dynamic of the development during the period of growth (the interval between the first and middle period) with the dynamic of development during the period of decline (the interval between the middle period and the endpoint of the analysis). Thus, urban development can be depicted in relation to time in the following form:

$$(10) U_{urd} = \frac{\left(\frac{K1 \cdot K2}{K5.0} \right) \cdot (F_t(d_2))^2}{(F_t(d_1))^2 \cdot F_t(d_2)} \cdot \frac{1}{F_u}$$

Three sets of data have been combined by the formula: the size of the area, the organisation of the construction project (the type of organisation, for instance a general property developer, turnkey development), as well as the number of active entities (the participants of construction projects). The relationship between these three elements has been depicted in the form of the function below:

$$(11) F_x = \frac{-A \cdot 2^B}{x} + C$$

The formula includes the function of time in a real-world manner. The variable x changes the flow of time, and the function provides a value of the fluctuating saturation of a given area, thus providing an outline of the trend of the unsaturated state turning into a state of complete saturation with urban tissue. "A" corresponds to the size of the area, while "B" corresponds to the coefficient of the type of the organisation of a construction project within a given period. "C" is tied with the occurrence of entities engaging in active cooperation, adopting the same stance in order to achieve a state of the hypothetical complete saturation of an area (with an arbitrarily established scale, depending on the actual number of participants). The authors wish to point out that a simple error has been made in the publication outlining the details of the components of the FAST Matrix, where erroneously placed parentheses changed the manner in which the calculations with the use of the formula were performed [25]. For the formula above, the result of $F(x)=0$ implies that the area has been completely saturated and the plan of the development of a residential district has been fully carried out (which is often impossible due to specific limitations).

$$(12) F_x = 0 \rightarrow C_s = 1.0 (100\%)$$

Formula (12) is a basic, simplified formula, which does not constitute a full explication and inclusion of real-world factors, which can be assessed only with the use of knowledge regarding the functioning of socio-economic cycles.

The initial assumption made by the research team regarding the search for the simplest possible formula that could be used to decipher the structure of and the relationships that define spatial development, in combination with the analysis of case studies, resulted in the development of a definition of the aforementioned mechanism and using it as the foundation of the FAST Matrix, which has been adapted to the phenomena that were observed within the analysed areas, allowing us to calculate a deviation of 13,70% (C_s – area saturation coefficient).

The Matrix requires the development of a mathematical definition, which can enable the carrying out of the appropriate approximations, and is also going to form a starting point for the further enhancement of the formula based on an expanded pool of data that have been derived from—and that are important to—particular cases. This equally combines the phenomena strictly tied with their emergence at a particular point in time with a permanent characteristic of a place, as well as with stable development factors within the aforementioned matrix of variables in order to form a basic group of factors that define the variables used in the calculation process.

$$(13) M = [m_{j,n}], j \in \{1,2,3,4,5,0,5.1,5.2,5.3\}, 1 \in \langle 1; n_j \rangle$$

j – a defined category of variables within the FAST Matrix, n_j – the number of variables within a category.

The FAST Matrix is going to be included in the final representation of the calculation, which can be formulated as follows:

$$(14) F_x = -(\log(1/x+10)) * \sqrt{2x} U_{trd} / (x/2^B) + C$$

This formula requires the introduction of matrices and fluctuation factors, which are the subject of discussions within the research team and are directly tied to the second and third section of the equation.

The equation depicted above needs to be confronted with the real-world manner of the development of an area. The form of the equation used to calculate the reference value needs to be established individually for each of the analysed locations. However, the observed (historical) saturation of the area is recorded in the form of analogous formula – in the form of an interval, where x has a value between 0 and 15 (the hypothetical timeframe of the analysis), in which U_{trd} is replaced by the observed saturation coefficient (C_{sr}), defined in the form of the following formula:

$$(15) C_{sr} = 2 - 2 * C_{st,n}$$

Where C_{sr} represents the observed saturation coefficient which comprises a part of the equation, $C_{st,n}$ represents the saturation identified in the field, during the given moment „ n ” within the analysed timeframe. Element B becomes reduced as it does not require a diagnosis. The cause of the elimination of this factor, which reflects the individual qualities of a given environment, is tied to the desired search for a mathematical description of the common elements of the phenomena related to urbanisation through the formula, which requires these particular qualities to be rejected as they are qualities that are already reflected in the real-world process that has been analysed over the course of researching the extant state of an area. Regardless of the above, the process of analysing the extant

state of an area also reflected the organisation of the process of urbanisation in the form of the element D_{ev} , which is in the $[0;2]$ range.

Thus, the equation that is used to record the states of space—the sampling of the time of the development of a settlement—has taken on the form shown below, for the purposes of compatibility and providing the possibility of comparison:

$$(16) F_r = - (\log(1/t_p + 10)) * \sqrt{2x} * C_{sr} / (x/2) + D_{ev}$$

The variable C listed above is analogous to the element D_{ev} , however, due to the pinpoint character of the sampling of the real-world development of a settlement, the element D_{ev} is calculated each time for a given section of development in accordance with the composition of the group of the participants of the urbanisation process—the variable C , which is present in the main simulation formula, is arbitrarily provided for the entire process and can be considered a resultant value of the possible changes in the carrying out of particular alterations within the area and to the process of the saturation of areas meant for the construction of residential buildings.

It was of particular interest to the research team whether those individual, incompatible cases—which are impossible to be defined through the formula in question due to a significant cooling of or a complete halt of the process of urbanisation—constitute but an unavoidable deviation from the norm, or whether describing them is possible, but the pursuit of a particular pattern results in the possibility that the formula has an inherent, distinct flaw. For the moment this dilemma seems impossible to solve and the issue in question remains unaddressed.

5. WORKING WITH THE FAST MATRIX

The proposed system of decision-making support in the form of a digital tool is based on the modelling of information in the form of objects. One of the basic assumptions regarding its functionality is the ability to introduce the tool into the working environment of designers without the need to construct a model in a separate program, which is of key importance for the possible implementation and distribution of a design and directly influences its development [26]. In order to address this problem, the system's basic form was integrated with AutoCAD, which offers the ability to develop vector-based drawings of abstract geometric forms. The implementation of the FAST Matrix within a design is based on assigning (a process that is partially automated) the properties of actual components of a spatial structure to the forms that represent elements of the spatial plan (fig. 1).

For instance, polygons and regions can be marked as areas dedicated to a particular form of use and provided with a broad specification, while splines and lines can be marked as elements of technical or transportation infrastructure. Points can be marked as buildings, etc. This can enhance the vector drawing with an additional, rich layer of information, which allows the performing of analyses as well as a more complete use of GIS databases that are accessible with the use of AutoCAD. Thanks to the interpretation of graphical forms as objects or complexes that make up the urban tissue and that are tied to the functioning of residential built-up areas, it is possible to automatically analyse the interactions between each element. The form of that interaction can be divided into two basic categories, depending on the distance at which said interaction is taking place. The first group includes direct influence, detected by calculating the distance and scale of each structure. The assigning of each parameter to a category is included within the FAST Matrix—for instance, it can take on the form of the detection of noise-generating railroad tracks within a given neighbouring area, or the proximity of areas featuring public

greenery. At the same time, the analysis of relations allows us to perform a relative evaluation of the influence depending, among other things, on the scale of impact, as well as buffer zones, which reduce some forms of influence. An example of this is an appropriately wide belt of greenery separating an apartment building from a source of noise or the presence of an isolated area, which blocks the route to the nearby public transportation node for pedestrians. This set of information is available to the user in the form of a spreadsheet, which in and of itself supports the process of spatial planning. It is also possible to introduce data that are not provided within a drawing directly into the spreadsheet, which can later be included in the calculations.

Another category of relationships regards the relations between each of the analysed residential areas to the overall set of data compiled at the level of a larger, relatively autonomous whole, which includes the area being analysed. It is especially important in the case of the examples provided above, as this "autonomous" spatial complex reflects one of the towns that are located on the outskirts of Poznań. Viewing spatial development as a complex system compels us to interpret this scale of reference in a symbolic manner, and its autonomous nature as partial. The principle of this analysis is the creation of a spreadsheet featuring information regarding a space, which combines all of the data gathered over the course of the analysis with the use of the FAST tool with external information obtained from various sources, including GIS databases. This immensely complicated task is approached in a simplified manner for the purposes of the process, focusing it on comparing the demographic forecast for the entire urban organism to that of the residential area that is being analysed. Furthermore, an analysis of the supra-local aspects that influence the development dynamic, including such elements as location and transport, is performed in relation to the entire region. During the final stage, the initial forecast for a given residential area is compared to the overall evaluation of the local housing market, including both areas marked by the user, as well as the remaining area with the use of an averaged appraisal study.

The appraisal system depicted above requires the user to provide information on two levels. First, detailed information regarding each of the components of urban tissue is required. The current level of the development of GIS databases in Poland makes full automation impossible, which is why many elements need to be entered manually. This can be achieved with the use of a linear and intuitive interface, resembling a form that is being filled out for each area. The structure of introducing this information incorporates the FAST Matrix—a set of parameters that can influence the functioning and development of residential urban tissue. The fields marked as unknown or that have been left empty for other reasons are replaced with default values. At the same time, it is possible to define other parameters regarding the entirety of the design at this stage. Certain settings that are assigned to a location may be exported and imported in order to create libraries (fig. 5). The manner of recording spatial information described above, apart from the functionality that it already offers in terms of the analyses that are being carried out by the tool, is intended first and foremost for the establishment of a standard of recording and sharing comprehensive information based on legislation, mainly local spatial development plans. This can make it possible to share this information through GIS databases, greatly improving the scope of the functionality of the tool.

Type of relationship	Entity	Elements taken into account during the analysis	Description of influence with examples
Internal influence	A fragment of the residential area being analysed	<ul style="list-style-type: none"> - All types of objects which are located within the residential area that is being analysed - Information describing the area 	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastructure related to the provision of amenities: <i>Power supply, natural gas supply, water supply, sewage system and telecommunications,</i> - The ownership structure of road infrastructure, for instance: <i>Extant public or private roads, ownership</i>

			<p><i>of the area assigned for the construction of a public or private road, possible access through easement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - The amount of parking spaces - The typological qualities of buildings: <i>Freestanding, semi-detached, terrace houses, etc. open or enclosed estate, historical or modern, etc.</i> - Environmental and landscape conditions: <i>The amount and quality of greenery, biologically active areas, etc.</i> - The ownership structure of an area - The manner of carrying out a construction project: <i>Individual, general contractor, real estate developer, etc.</i>
Direct relationships	A fragment of the residential area being analysed	<p>All types of objects located within a set distance:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>adjacent residential areas included in the list</i> - <i>other elements of urban tissue, including elements of the landscape, respective areas, distinct buildings and structures, as well as elements of technical and transport infrastructure</i> 	<p>Transport infrastructure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Access to a specific type of road, appropriate public transport</i> <p>The surrounding buildings.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>their typological qualities, its residential potential, its form of use, etc.</i> <p>The negative factors associated with proximity, for instance:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>noise and air pollution – industry, highways, railroad tracks, bio-gas facilities.</i> <p>Access to strategic functions.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>cultural and sports facilities, entertainment, shops etc.</i> <p>Valuable elements of the landscape and the natural environment</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>an open forest, a river, a lake, a beach, etc.</i> <p>Prestigious and historical buildings.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>a historical city centre, historical buildings or complexes of buildings</i> <p>Local spatial characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>map of crime rates, road capacity, noise maps</i>
Overall relations	The entirety of the area being analysed	<p>List of all the types of objects within a design</p> <p>Data from GIS databases</p> <p>Information introduced by the user</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Location and circulation within the structure of a region</i> - <i>Supra-local residential trends, residential forecasts</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - PARAMETERS OF THE HOUSING MARKET, e.g.: - <i>Demographic forecast, a list of marked and appropriately described areas which are included in the analysis – their quantitative and qualitative characteristics.</i> - Location within a particular zone of an urban organism, e.g.: <i>The city centre, inner city, peripheral zone, suburbs, outside of the urban area</i> - The scale of an urban complex.: <i>Location within a city with a particular number of inhabitants 500 000, 250 000, 50 000 etc.</i> - Distance from a larger city (with a population count of at least 250 000), for instance: <i>Within the agglomeration, within a particular distance, road access</i> - Additional factors - The transport structure of an area: <i>The quality and type of roads which con-</i>

			<p><i>nect it with other cities within the scale of the area</i></p> <p><i>Railroad transport accessibility and quality</i></p> <p><i>Possible access to marine and river transport</i></p> <p>- Tourism and recreation</p> <p><i>The local potential regarding tourism, sports and entertainment, the existing tourism infrastructure.</i></p> <p>- Environmental value of a region:</p> <p><i>Protected areas, access to areas suitable for swimming, seaside or mountainous location</i></p>
--	--	--	---

Table. 2. A Taxonomy and description of the relationships and interactions included in the FAST tool as a pool of variables for analysis

These issues have been discussed further in earlier publications [18]. The specificity of working with a prognostic module, however, is different from a standard situation. As a rule, access to the results of a forecast (fig. 6) is readily available after selecting a particular area, for which the analysis is being conducted.

In the case that a given area includes various forms of use, which implies a varied built-up area, for instance in the form of free-standing buildings with an average plot area of 800 m², as well as terrace houses, the tool provides the option of performing either a general or a selective analysis. This is an approach that is different from geometric development extrapolation methods, which do not feature the option to model the specificity of an area to such a precise degree. The overall result of the prognostic analysis can be exported to a spreadsheet, which allows it to be compared with other particular scenarios. However, access to these results is but a part of the work system that is being offered. The second one is an interface which allows on-the-fly adaptation and calibration of other conditions of the area, for instance the factoring in of its implementation outside of the country (Fig. 7).

This answers the need for making the tool flexible, which directly influences the possibility of its implementation in other spatial situations and to analyse a broader scope of development. This places the urban planner in the role of an analyst, who can independently shape the tools at his or her disposal, while being aware of the assumptions that govern the analysis.

6. RISK, POTENTIAL AND END NOTES

The current calibration seems to be satisfactory in relation to the cases within the Poznań metropolitan area. When taking into account the fact, that the application and its prognostic component: the Matrix, is still under development, and that its form is still rough, the process of performing research needs to be supported by alternative research methods, which have so far yielded similar results. The maximum deviation of the FAST algorithm in comparison to independent verification methods which feature the compiling of statistical data and querying, has not exceeded 12%.

It is important to mention some important limitations of the tool, which need to be kept in mind while using it. First, the FAST Matrix, just like all other long-term forecasting tools, cannot be interpreted as a source of data that can be used to describe a certain final state of the real-world degree of development after a given period of time. The role of this component is purely supportive and its aim is to highlight the various dependencies and intertwining relationships which occur within the structure of factors that are unique for a given area and type of environment. Both the support system itself and its prognostic component offer a rough approximation of possible development scenarios. This implies a diagnosis of potential problems that can occur within a space, as well as the delivery of estimates regarding population, amenities and infrastructure that are tied to development

and are related to time, while simultaneously not fully reflecting the reality of the matter and quite probably still contains elements that need to be considerably improved.

Despite its simplified character, the model generated by the FAST Matrix is based on a significant amount of factors, which makes the customisation of the Matrix in accordance with the individual needs of an analyst in a manner features different settings to those proposed by default quite problematic. Furthermore, the fundamental risk of invalid calibration is a key problem in the use and customisation of the tool. It is important to note that the process of customisation does not feature the ability to effectively isolate each factor in order to establish, among other things, whether a certain factor can be eliminated from the process of subsequent calibration. A different case can have a completely different development pattern. This does not allow the atomisation of the structure of factors, forcing a comprehensive outlook on the FAST Matrix in order to achieve a better result.

One alternative that can be used in the process of calibration, and which allows us to customise precision while simultaneously omitting risk, is the use of a heuristic approach, which allows us to become free of the need to unambiguously define each component, factor, inhibitor and trigger while in separation from the whole. This approach allows us to preserve the image of the whole, and can be boiled down to searching for a condition: if the system shows a significant similarity, and the resultant values imitate real-world cases, then any small errors can be considered unimportant (provided that the scale of the errors does not exceed a stipulated value).

Along with improving the FAST Matrix, additional modules are currently in development (focused on industry and infrastructure – for instance regarding renewable energy source that have been presented and published earlier [5]). The spatial decision-making support system for autonomous residential areas, dedicated to newly designed construction projects that are to be carried out in the lack of or in the conditions of the minimal presence of existing urban tissue, was the initial goal of the application. Its aim was to help the local administration staff to better understand the functioning and consequences of assigning new areas for residential development, and that would sprawl beyond the borders of an agglomeration. The next step is the inclusion of both a mixed strategy, and one that is based on reconfiguration. It provides the potential for the verification of the performance of the tool in other fields and for the broadening of the scope of the implementation of the FAST Matrix beyond areas with a low saturation coefficient, working towards enabling it to analyse all of the available types of residential areas,

Both the FAST tool, as well as its particular elements, aspire to integrate the multitude of determinants which control the fluctuation of urban structures, providing a means of analysing them in relation to time [6]. The question regarding the temporary nature of these factors is of particular importance, as it directly reflects the dynamic and real-world determinants of the condition of urban structures. Any significant qualitative change in urban design and spatial planning in the form of paying closer attention to spatial processes—rather than focusing on urban form, needs to be based on analytics, as well as its simpler forms, in order to grasp the fluid nature of urban tissue. Apart from understanding the city and its continuous states, an attempt at forecasting possible trends needs to be discussed in relation to the future form of a city. In this case, apart from a keen sense of observation and a flexible approach to each individual case, it is first and foremost the systematic means of tackling the issue of time, as well as the implementation of tools that can allow us to validate scenarios of development over a particular timeframe, that can help us to adequately define the idea of a sustainable city of the future.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Al-Shalabi, M., Pradhan, B. and Al-Sharif, A.: 2013, Modelling urban growth evolution and land-use changes using GIS based cellular automata and SLEUTH models: the case of Sana'a metropolitan city, Yemen, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 70, 425–437.
- [2] Barelkowska, K. and Chlasta, L.: 2014, Suburban buffers as key areas in a sustainable city, in N. Marchettini, C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni (eds.) *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, Vol. 1, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 191, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, 681-690. Por.
- [3] Barelkowski, R.: 2014, Strategies for identity of sustainable suburbs, in N. Marchettini, C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni (eds.) *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, Vol. 1, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 191, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, 667-679.
- [4] Barelkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, in C. Brebbia and W. Flores Escobar (eds.), *Sustainable City X*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 194, 3-10.
- [5] Barelkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, in C. Brebbia and W. Flores Escobar (eds.), *Sustainable City X*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 194, 3-10.
- [6] Barelkowski, R.: 2016, Planning for sustainable development of energy infrastructure: FAST - Fast Simulation Tool, *International Journal of Energy Production and Management*, Vol. 1, No. 1, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, 61-71.
- [7] CEC: 1994, CORINE Land Cover – Technical guide, retrieved on 1.06.2015, <http://reports.eea.europa.eu/COR0-landcover/en>.
- [8] Crainic, T. G., Ricciardi, N. and Storchi, G.: 2009, *Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems*, Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Reseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport CIRRELT, Montreal.
- [9] Dawson, R., Wyckmans, A., Heidrich, O., Koehler, J., Dobson, S. and Feliu, E.: 2009, *Understanding Cities: Advances in Integrated Assessment of Urban Sustainability*, Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Reseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport CIRRELT, Montreal.
- [10] Dos Santos, C. B.: 2003, A Socioecological Approach to Territorial Systems in Mediterranean Environments, *Discussion Papers – Spatial and Organizational Dynamics*, No. 9, 7-33, retrieved on 2015-06-01, <http://www.cieo.pt/discussionpapers/9/article1.pdf>.
- [11] EEA: 2006, The thematic accuracy of CORINE Land Cover 2000. Assessment using LUCAS (land use/cover area frame statistical survey), Technical Report 7/2006, retrieved on 15.05.2015, http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2006_7/en/technical_report_2006_7.pdf.
- [12] Geneletti, D.: 2011, Environmental assessment of spatial plan policies through land use scenarios: A study in a fast-developing town in rural Mozambique, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 32, Issue 1, 1-10.
- [13] Geoportal <http://mapy.geoportal.gov.pl/>
- [14] Geoportal http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMSServer, dostęp 03.02.2016.
- [15] Harris, J. M.: 2000, *Basic Principles of Sustainable Development*, G-DAE working paper No. 00-04, Global Development and Environment Institute, Tufts University, Medford, 18-22.
- [16] Haselsteiner, E., Smetschka B., Remesch A., and Gaube, V.: 2015, Time-Use Patterns and Sustainable Urban Form: A Case Study to Explore Potential Links, *Sustainability*, Issue 7, 8022-8050; doi:10.3390/su7068022 - Por.
- [17] Jacobs, J.: 1961, *The Life and Death of Great American Cities*, Random House, New York.
- [18] Janusz, J., and Wardeski, L.: 2014, FAST: instant verification of the results of planning decisions, in N. Marchettini, C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni (eds.) *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, Vol. 1, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 191, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, 691-700.

- [19] Kates, R. W., Parris, T. M., and Leiserowitz, A. A.: 2005, What Is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Vol. 47, No. 3, 11–13.
- [20] Kay, J. J., Regierb, H. A., Boylec, M. and Francis, G.: 1999, An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity, *Futures*, 31(7), Pages 721–742, 1999.
- [21] Kay, J. J.: 2000, Ecosystem as self-organizing Holarchic Open Systems: Narratives and the Second Law of Thermodynamics, in S. E. Jorgensen and F. Mueller (eds.), *Handbook of Ecosystem Theories and Management*, CRC Press – Lewis Publishers, 135-160.
- [22] Klosterman, R. E.: 1999, The What if? collaborative planning support system, *Environment and Planning B, Planning and Design*, Vol. 26, 393-408.
- [23] Op. cit., dos Santos (2003).
- [24] Pijoan, A., Kamara-Esteban, O., and Borges, C., E.: 2015, Environment Modelling for Spatial Load Forecasting, *Environments for Multi-Agent Systems IV*, Vol. 1, 188-206.
- [25] Seasons, M.: 2002, Evaluation and municipal urban planning: Practice and prospects, *The Canadian Journal of Program Evaluation*, 17(1), 43-71.
- [26] Sugumaran, R. & DeGroote, J.: 2011, Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices, Taylor & Francis Group, New York, 197-199.
- [27] ustawa z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz. U. z 2015 roku, poz. 199, ze zmianami, Art. 1.
- [28] Wang, N., Brown, D. G., An, L., Yang, S. and Ligmann-Zielinska, A.: 2013, Comparative performance of logistic regression and survival analysis for detecting spatial predictors of land-use change, *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 27, No. 10, 1960–1982.
- [29] World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission): 1987, Our Common Future, United Nations, New York.

O AUTORACH

Robert Barełkowski - Architekt, urbanista, nauczyciel akademicki, członek PAN o/Poznań, WOIA, SARP, ICOMOS PL. Obszar zainteresowań obejmuje przede wszystkim zróżnicowane formy holistycznego traktowania środowiska przestrzennego, uwzględniającego działania architektoniczne, urbanistyczne i planistyczne jako aspekty współkształtujące otoczenie człowieka. Aktualne działania obejmują proces projektowania architektonicznego, metody projektowania, efektywne mechanizmy zarządzania przestrzenią, programy na rzecz środowiska zubożonego, wymagającego wdrożenia mechanizmów stabilizujących – zrównoważonego rozwoju.

Katarzyna Barełkowska - Architekt, urbanista, nauczycielka akademicka, WOIA. Obszar zainteresowań obejmuje przede wszystkim obszar działań planistycznych i architektonicznych (projektowanie) zorientowanych na zachowanie wartości kulturalnych i dziedzictwa architektonicznego, także w ujęciu krajobrazowym i w percepcji społecznej.

Leszek Chlasta - Architekt, projektant grafiki, nauczyciel akademicki. Czynnny zawodowo w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznych. Uczestnik i laureat licznych konkursów w Polsce i zagranicą. Obszar zainteresowań obejmuje problem ciągłości historycznej we współczesnej przestrzeni zurbanizowanej, reprezentowany przez rozmaite konfiguracje relacji między architekturą dzisiejszą, a zastanymi relikdami. Szersze spektrum obejmuje problematykę teorii architektury.

Jan Janusz - Architekt, programista, nauczyciel akademicki. Czynnny zawodowo w projektowaniu architektonicznym i zastosowaniach IT oraz tworzeniu aplikacji edukacyjnych i badawczych na rzecz wdrożeń w architekturze i planowaniu przestrzennym. Specjalizuje się w komputerowym wspomaganie projektowania i tworzeniu aplikacji analitycznych z zakresu architektury i urbanistyki. Główny autor silnika informatycznego kilku programów badawczych rozwijanych w UTP.

Łukasz Wardęski - Urbanista, planista, nauczyciel akademicki. Czynnny zawodowo w projektowaniu urbanistycznym (także architektonicznym) i planowaniu przestrzennym.

Autor wielu opracowań dotyczących wielorakich komponentów przestrzeni zurbanizowanej. Szczególny obszar zainteresowań to metody i techniki służące kształtowaniu rozwiązań urbanistycznych, umożliwiających efektywne wspieranie jakości przestrzeni architektonicznej, a więc wszelkiego rodzaju pomost między architekturą a planowaniem przestrzennym.

ABOUT THE AUTHORS

Robert Barełkowski - Architect, urban designer and planner, academic tutor, member of the Poznań branch of the Polish Academy of Sciences, as well as of the WOIA, SARP and ICOMOS PL. His field of academic interests includes first and foremost the various forms of holistically approaching the environment, in a manner that acknowledges the contributions of architecture, urban design and planning and views them as aspects that are active in the co-creation of the human habitat. His most recent research tackles the problems of the process of architectural design, the methods of design, efficient mechanisms of spatial management, as well as programs meant to enhance depleted environments that require the implementation of stabilising mechanisms—the implementation of sustainable development.

Kontakt | Contact: robert@armageddon.com.pl

Katarzyna Barełkowska - Architect, urban designer and planner, academic tutor, member of the WOIA. Her area of academic interests includes the field of planning and architectural design, oriented towards the preservation of cultural values and architectural heritage, taking into account the matters related to the landscape and public perception.

Kontakt | Contact: katarzyna.barelkowska@gmail.com

Leszek Chłasta - Architect, graphic designer, academic tutor. Professionally active in both architectural and urban design. He has participated in Polish and international architectural competitions, often awarded with the first prize. His research is focused on the issue of historical continuity within the modern urban space, represented by the various relationships between today's architecture and artefacts from the past. The wider spectrum of his work includes the problems of architectural theory.

Kontakt | Contact: leszek_chlasta@armageddon.com.pl

Jan Janusz - Architect, programmer, academic tutor. Professionally active in the field of architectural design and IT implementations, as well as the development of applications for the fields of education and academic research that can be implemented in architectural design and urban planning. He specialises in computer aided design and the development of analytical applications for the fields of architecture and urban design. He is the principal author of a software engine which forms the core of a number of research applications developed at the UTP.

Kontakt | Contact: jjanusz88@wp.pl

Łukasz Wardęski - Urban designer, planner, academic tutor. Professionally active in the fields of urban and architectural design, as well as spatial planning. He is the author of numerous publications regarding the various different components of the urban space. He has a particular interest in techniques and methods of supporting the process of shaping urban design solutions, and which make it possible to effectively enhance the quality of architectural space—the elements that bridge the gap between architecture and spatial planning.

Kontakt | Contact: lukasz.wardeski@armageddon.com.pl