



**Magdalena Mlek-Galewska\***

## *Wpływ sieci powiązań funkcjonalnych na kształtowanie struktury policentrycznej Polski – badanie symulacyjne*

### *Influence of functional connections network on polycentric structure of Poland – simulation research*

#### *Policentryczna struktura Polski*

Struktura osadnicza Polski charakteryzuje się wysokim poziomem policentryczności [1, s. 5]. Ocenę taką zawdzięcza przede wszystkim zrównoważonym proporcjom wielkości obszarów miejskich (Functional Urban Areas – FUA), co przeważało nad niedoskonałością pozostałych czynników badanych w ramach projektu ESPON (cech rozmieszczenia miast na obszarze i jakości powiązań między nimi). Nierównomierne rozmieszczenie miast i zaludnienia na obszarze Polski niesie konsekwencje związane ze zróżnicowaniem natężenia procesów rozwojowych pozostawiających w szczególności krańce północno-zachodnie i północno-wschodnie poza polem korzystnych oddziaływań. Jakość powiązań transportowych systematycznie się poprawia, niemniej nadal wzajemna dostępność polskich metropolii jest bardzo ograniczona<sup>1</sup>. Międzimetropolitalne dojazdy do pracy drogami lub koleją, dobrze diagnozujące rzeczywiste powiązania funkcjonalne, możliwe są na bardzo niewielu relacjach [2].

Koncepcje rozwoju struktury przestrzennej kraju, niezależnie od czasu ich powstawania, akcentują potrzeby integracji i równoważenia potencjałów wzrostu regionów, wskazując różne metody realizacji tych celów [3]. Nieodmiennie jednak pewne obszary kraju doświadczają

#### *Polycentric structure of Poland*

Settlement structure of Poland is characterised by a high level of polycentricism [1, p. 5]. This assessment results from balanced proportions of the size of urban areas (Functional Urban Areas – FUA), which outweighed the imperfections of other factors that were studied within the framework of ESPON project (features of distribution of cities in an area and the quality of the links between them). Irregular distribution of towns and population in Poland brings about consequences of diversification of intensification of development processes which leaves particularly the north-west and north-east areas of Poland beyond the sphere of favourable impingements. The quality of transportation interactions has systematically been improving, nevertheless mutual accessibility of Polish metropolises is still very limited<sup>1</sup>. Possibilities to commute by road or by rail between metropolises, which are a good diagnosis of real functional links, can be noticed only in very few relations [2].

Concepts of development of the national spatial structure, independently of the time of their origin, emphasize the need for integration and balancing potentials of regional growth by indicating various methods of achieving these objectives [3]. Invariably, however, some areas of the country are experiencing restrictions on growth processes, which indicates the low efficiency of the existing policy in this respect.

\* Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej/Faculty of Architecture, Wrocław University of Science and Technology.

<sup>1</sup> Znamienny jest przypadek Szczecina, z którego siecią drogową szybciej można dostać się do Berlina niż do Poznania.

<sup>1</sup> A significant example here is the case of Szczecin from where you can get to Berlin faster than to Poznań using the road network.

ograniczeń procesów wzrostu, co wskazuje na niską efektywność dotychczasowej polityki w tym zakresie.

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK 2030) [4] proponuje policentryczny model rozwoju, który ma przyczynić się do zwiększenia integracji przestrzeni Polski i rozprzestrzeniania procesów wzrostu. Dokument KPZK 2030 identyfikuje hierarchiczną strukturę ośrodków węzłowych powiązanych układem relacji funkcjonalnych [...] w zakresie funkcji gospodarczych, społecznych, edukacyjnych, kulturalnych oraz sektora badawczo-rozwojowego, a także [...] efektywną (na poziomie co najmniej średnim w skali UE) sieć transportową i teleinformatyczną [4, s. 37]. Opracowanie KPZK 2030 przedstawia diagnozę stanu struktury Polski w 2010 r. oraz wizję tej struktury na 2030 r. [4, s. 36–45].

Prezentowane badanie symulacyjne zmierza do oceny wizji proponowanej w KPZK 2030 w kontekście warunków utrzymania i umacniania policentryczności struktury osadniczej Polski, które stają się celem polityki rozwojowej państwa [4, s. 36]. Proponowane sieci powiązań funkcjonalnych pomiędzy ośrodkami miejskimi zostały wprowadzone do modelu pośrednich możliwości, co pozwoliło na ocenę ich wpływu na tendencje do koncentracji. Zadano pytanie, na ile obecne pozycje poszczególnych ośrodków miejskich wynikają z ich ulokowania w strukturze osadniczej i powiązań funkcjonalnych w kraju oraz jak przewidywane zmiany relacji międzymiejskich wpłyną na owe pozycje.

### ***Wykorzystanie modelu pośrednich możliwości do oceny zjawisk osadniczych***

#### *Czynniki wpływające na rangę ośrodków w kontekście zastosowanych metod symulacyjnych*

W omawianych modelowaniach wpływu sieci powiązań funkcjonalnych na kształtowanie struktury policentrycznej Polski wykorzystano mechanizm pośrednich możliwości wprowadzony do analiz osadniczych przez T. Zipsera w latach 70. XX w. [5]. Stosowany model alokacyjny należy do modeli koncentracji, co sprawia, że jest doskonałym narzędziem do analizy stawianych problemów<sup>2</sup>. Dotychczasowe liczne doświadczenia w stosowaniu metod symulacyjnych z wykorzystaniem mechanizmu pośrednich możliwości do badania struktur osadniczych różnych skal przestrzennych wykazują wysoką skuteczność i wiarygodność takiego podejścia w odwzorowywaniu naturalnych procesów i tendencji osadniczych. Do najważniejszych dla niniejszego opracowania badań należą modelowania dla Polski kontynuowane od lat 70. XX w. [6]. Model pośrednich możliwości wykorzystuje się także do analiz miejskich [7], regionalnych [8] i kontynentalnych [9].

Sieć powiązań, porządkująca kolejność penetracji celów zgrupowanych w rejonach obliczeniowych, ma nie-

The Concept of National Spatial Development 2030 (Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju – KPZK 2030) [4] proposes a polycentric development model which is supposed to contribute to the improvement of the integration of Poland and to spread growth processes. The document KPZK 2030 identifies a hierarchic structure of nodal centres linked by means of a functional relations system [...] *in the scope of economic, social, educational, cultural functions as well as research and development sector* and [...] *an effective (at least on an average EU level) transportation and ICT network* [4, p. 37]. The study KPZK 2030 presents a diagnosis of the state of the structure of Poland in 2010 and a vision of this structure for the year 2030 [4, pp. 36–45].

The presented simulation research is aimed at assessing the vision proposed in KPZK 2030 in the context of conditions of maintaining and strengthening the polycentric character of the settlement structure of Poland, which are becoming an objective of the national development policy [4, p. 36]. The proposed networks of functional connections between urban centres have been introduced to the model of intervening opportunities, which enabled us to assess their influence on tendencies to concentrate. A question was formulated as to the extent to which the current positions of the particular urban centres result from their location in the settlement structure and functional relationships in the country and how the expected changes of intercity relations shall influence these positions.

### ***Using the model of intervening opportunities of settlement phenomena***

#### *Factors influencing the rank of centres in the context of the applied simulation methods*

In the discussed modelling of the influence of functional connections network on the formation of the polycentric structure of Poland the mechanism of intervening opportunities was applied which was introduced to the settlement analyses by T. Zipser in the 1970s [5]. The applied allocation model belongs to concentration models, which makes it a perfect tool for the analysis of the problems in question<sup>2</sup>. The existing numerous experiences in the use of simulation methods with the application of the mechanism of intervening opportunities to study settlement structures of different spatial scales show high effectiveness and credibility of this approach in mapping natural processes and settlement trends. For the present study, the most important research comprises cases of modelling for Poland which has been continued from the 1970s [6]. A model of intervening opportunities is also often used for urban [7], regional [8] and continental analyses [9].

The network of links which orders the sequence of penetration of destinations grouped in the calculation zones has a considerable influence on the simulation results. By

<sup>2</sup> Do modelowań wykorzystano aplikację przygotowaną w Katedrze Planowania Przestrzennego Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej przez J. Sławskiego, na podstawie założeń T. Zipsera.

<sup>2</sup> For the purposes of modelling we used an application that was prepared in the Faculty of Spatial Planning by J. Sławski on the basis of T. Zipser's assumptions.

mały wpływ na wyniki symulacji. Posługując się sieciami transportowymi, wnosimy do sposobu odwzorowania rzeczywistości bagaż jej historycznych nawarstwień i wzajemnych uwarunkowań. Zdeterminowane historycznie układy sieciowe eksponują określone węzły, najczęściej równoznaczne z lokalizacjami dużych rzeczywistych koncentracji. Wynika z tego wysoki poziom spójności uzyskiwanych symulacyjnie lokalizacji koncentracji z ich rzeczywistym położeniem, niemniej możliwe są pewne przesunięcia mieszczące się w granicach interpretacji parametrów modelowych<sup>3</sup>.

Sposób początkowego rozmieszczenia mas źródłowych i celowych jest jednym z parametrów wpływających na tendencje koncentrujące rejonów, szczególnie ważnym przy łagodniejszych wartościach selektywności. Analizy bazujące na rozmieszczeniach równomiernych eksponują oddziaływanie sieci powiązań na lokalizacje koncentracji. Uwzględnienie wstępnego zróżnicowania rozkładu mas potencjałowych, w przypadku stosowanego tu przesunięcia ogólnego (alokacja źródeł i celów), nadaje pierwszy impuls do koncentracji w dużych rejonach, jednak efekt ten nie musi się utrzymywać, jeśli inne czynniki (sieć, selektywność) nie sprzyjają takiej lokalizacji skupienia.

Wykorzystanie modelu pośrednich możliwości pozwala na analizę koncentrujących właściwości poszczególnych sieci powiązań. W opracowaniu wyniki modelowań odnoszone są do policentrycznej struktury osadnictwa w skali kraju. Owa policentryczność oznacza odpowiednio wysoką liczbę uzyskanych symulacyjnie koncentracji. Kluczowy parametr modelowy, jakim jest selektywność kontaktu, ma w tym przypadku za zadanie odwzorowywać, spójnie i całościowo, spektrum różnego typu relacji na danym poziomie organizacji przestrzeni. Stosowano dwie wartości parametru, złagodzoną odpowiadającą za relacje wewnątrzregionalne, i zastrzoną – wyznaczającą krajowe relacje międzyregionalne. W badaniu wszystkie rejonu obliczeniowe opisywane są taką samą wartością parametru selektywności.

Modelowania alokacyjne prowadzi się w procesie iteracyjnym zazwyczaj do stanu bliskiego uzyskania równowagi wymiany kontaktów pomiędzy rejonami, co odpowiada m.in. bardzo małej lub zanikającej alokacji mas potencjałowych w kolejnych krokach modelowań. Koncentrujące właściwości modelu pozwalają, przy osiągnięciu stanu bliskiego równowagi, zaobserwować kluczowe tendencje cechujące układ przy zadanych parametrach modelowych. Jak wykazały liczne próby, między innymi doświadczenia w analizach struktury Polski [6], wyniki najbliższe rzeczywistym rozkładom wielkości mas w rejonach uzyskuje się już na początkowym etapie symulacji, gdy niespełniony jest jeszcze postulat zrównoważenia wymiany kontaktów w układzie<sup>4</sup>. Pośrednio wskazuje to na właściwości

using transportation networks we bring the baggage of historical layers and mutual conditions to the method of mapping reality. Historically determined network systems emphasize specific junctions which are usually equivalent to the locations of large real concentrations. This results in a high level of consistency of the concentration locations with their actual positions obtained by simulation, nevertheless there are some possible shifts within the limits of interpretation of model parameters<sup>3</sup>.

The method of the initial distribution of the origin and destination activities is one of the parameters affecting concentration trends of nodes, which is especially important when considering higher values of selectivity. Analyses which are based on uniform distributions expose the impact of link networks on the locations of concentrations. By taking into consideration the initial differentiation of the activities distribution in the case of the applied general displacement here (allocation of origins and destinations), the first impulse to concentrate is given in bigger nodes, however, this effect does not have to be maintained if other factors (network, selectivity) do not facilitate such a location of concentration.

The use of the model of intervening opportunities enables the analysis of concentration properties of individual link networks. In our study the modelling results are compared to the polycentric settlement structure on the national scale. This polycentrism means a relatively high number of the obtained concentrations by simulation. The key model parameter, which is the selectivity of contact, in this case is supposed to imitate, coherently and comprehensively, the spectrum of different types of relationships at a given level of the space organisation. Two values of the parameter were applied, i.e. the higher one which was responsible for the intra-regional relations and the lower one which defined national inter-regional relations. In our research all calculation areas were described by the same value of the selectivity parameter.

Allocation modelling is carried out in the iterative process usually to a state close to achieving the balance of contact exchanges between nodes, which corresponds, among other things, to very small or disappearing allocation of activities in the subsequent modelling steps. Concentration properties of the model – reaching the state close to the balance – allow us to observe the key tendencies which characterise the system with the particular model parameters. Numerous trials, *inter alia* experiments in the analyses of the structure of Poland [6] showed that the results which were closest to the real distributions of activities in nodes are obtained already at the initial stage of simulation when the postulate of balancing the exchange of contacts in the system still has not been satisfied<sup>4</sup>. Indirectly, this indicates the properties of real struc-

<sup>3</sup> Jak wykazały modelowania z ostrą selektywnością dla kilku układów krajowych, szczególnie uprzywilejowaną pozycję uzyskuje rejon najbardziej dostępny, który cechuje najniższa suma długości najkrótszych odległości międzyrejonowych [10].

<sup>4</sup> Idąc śladem dotychczasowych doświadczeń symulacyjnych, obliczono i poddano analizie 10 pierwszych iteracji modelowań, omówiono zaś wybrane wyniki.

<sup>3</sup> As it was shown in the conducted modelling with low value of selectivity for some national systems, the most advantageous location is achieved by the most accessible node that is characterised by the lowest sum of the length of the shortest distances between nodes [10].

<sup>4</sup> Following in the footsteps of the past simulation research, 10 first modelling iterations were calculated, while some selected results were discussed.

struktur rzeczywistych, w których układ czynników i relacji niezakodowanych w parametrach modelowych powiększa koszty funkcjonowania systemu.

#### *Dane i parametry wykorzystane w modelowaniach*

Jak zaznaczono, modelowania odwołują się do zawartej w KPZK 2030 koncepcji kształtowania powiązań funkcjonalnych głównych ośrodków miejskich. Wykorzystano schematy obrazujące stan takich powiązań w 2010 r. oraz wizję na 2030 r.<sup>5</sup> Odpowiadają im sieci powiązań umownie określane jako „sieć pf2010” i „sieć pf2030” (il. 1C, D).

Jako bazową zastosowano jednorodną sieć transportową (sieć „jednorodną”), w której wszystkie odcinki drogowe opisane są jednakową prędkością (50 km/godz.) (il. 1B). Kolejne warianty sieci wzbogacono o prostoliniowe odcinki odpowiadające sieciowym powiązaniom funkcjonalnym pomiędzy uprzywilejowanymi ośrodkami miejskimi kraju. Odcinkom tym przypisano zawrotne prędkości przemieszczania w zestawieniu z odcinkami sieci jednorodnej (powiązania podstawowe 600 km/godz. i powiązania uzupełniające 450 km/godz.).

Zdecydowano się na nakładanie na sieć jednorodną prostoliniowych wiązek połączeń funkcjonalnych z dwóch względów. Zakodowanie takich powiązań na istniejącej sieci drogowej narażało na wiele problemów interpretacyjnych. Co więcej, powiązania funkcjonalne mogą być realizowane przez przepływy odbywające się po sieciach infrastruktury transportowej, jednak nie wyczerpuje to bogactwa relacji, które w dużej mierze w policentrycznej strukturze ośrodków osadniczych utożsamiać można z przepływem informacji, wartości, decyzji itp., a więc ze związkami o charakterze niematerialnym, za którymi w dalszej kolejności następuje fizyczny przepływ. Następny argument związany jest z charakterystyką mechanizmów obliczeniowych, które porządkują przestrzeń penetrowanych przez kontakty celów według kolejności dostępności wzajemnej rejonów obliczeniowych. Wykorzystanie nałożenia sieci jednorodnej i prostoliniowych wersji sieci funkcjonalnych pozwoliło na utrzymanie regionalnych, małoskalowych relacji oraz dodanie do nich relacji wielkoskalowych funkcjonalnych powiązań uprzywilejowanych ośrodków. Dzięki temu większość uprzywilejowanych rejonów znalazła się w początkowych strefach penetracji<sup>6</sup>. Uzyskano tym samym obraz powiązań

in which the system of factors and not encoded relationships in model parameters increases the costs of the system functioning.

#### *Data and parameters used in modelling*

As noted, the modelling refers to the concept of forming functional connections of the main urban centres, which is contained in KPZK 2030. The schemes which depicted such connections in 2010 as well as a vision for 2030 were applied<sup>5</sup>. They correspond to the link networks referred to as “pf2010 network” and “pf2030 network” (Fig. 1C, D).

A uniform transportation network (“uniform” network) where all road sections were described by means of the same speed (50 km/h) was used as a base (Fig. 1B). The subsequent variants of the network were enriched with straight sections corresponding to the functional network connections between the main urban centres in the country. Extremely high speeds were assigned to these sections in comparison to the sections for the uniform network (primary functional links 600 km/h and supplementary functional links 450 km/h).

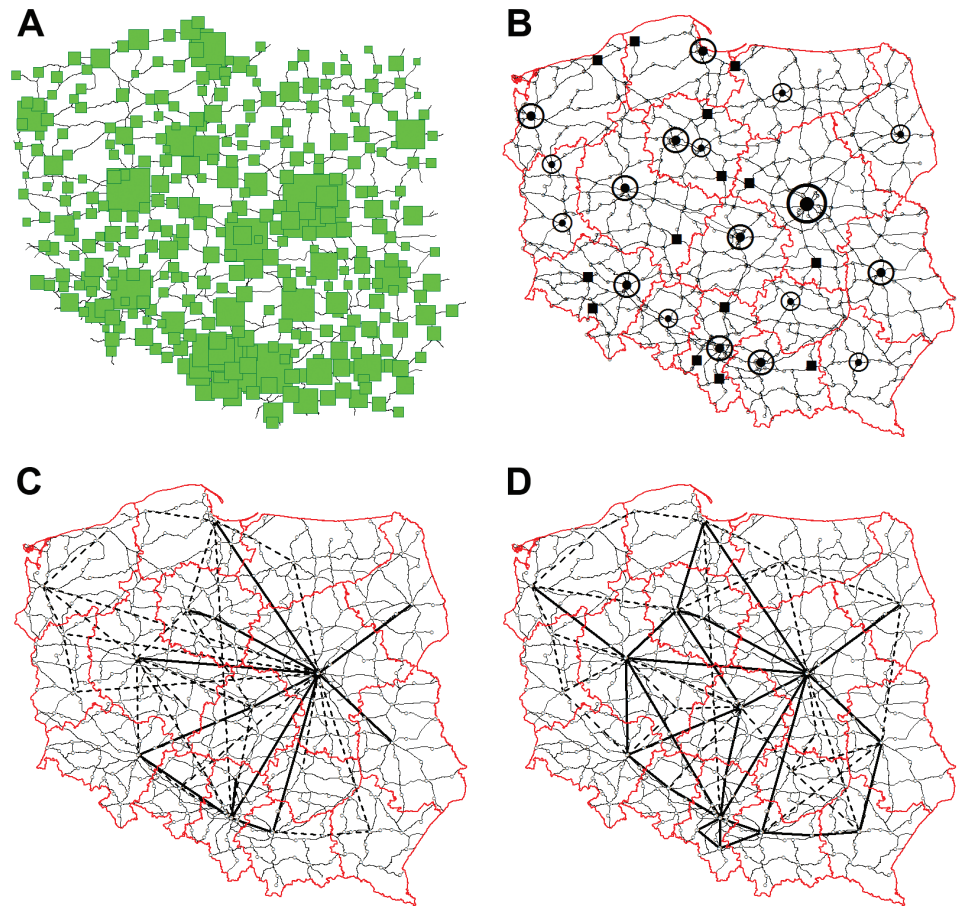
There were two reasons why straight beams of functional connections were imposed on the uniform network. Encoding such links on the existing road network caused numerous interpretation problems. Moreover, functional relations can be realised by flows that occur along the transportation infrastructure networks, however, this does not exhaust the richness of relationships which in the polycentric structure of settlement centres can be largely associated with the flow of information, values, decisions, etc. hence non-material relationships which are then followed by a physical flow. The next argument is connected with the characteristic of calculation mechanisms that order the space of destinations penetrated by contacts according to the sequence of mutual accessibility of calculation zones. The use of imposition of the uniform network and straight versions of functional networks maintained regional, small-scale relations and enabled the addition of the relations of the main centres large-scale functional connections. As a result, most of the main nodes were found in the initial zones of penetration<sup>6</sup>. At the same time, we arrived at an image of connections that to some extent corresponded to the concept postulated by T. Zipser

<sup>5</sup> Bazowe dla opracowania symulacyjnego były dwie korespondujące ze sobą ilustracje KPZK 2030, jedna przedstawiająca „Powiązania funkcjonalne głównych ośrodków miejskich 2010 i 2030” [4, rys. 5, s. 40], kolejna zaś „Kierunki integracji polskiej przestrzeni 2010 i 2030” [4, rys. 10, s. 50].

<sup>6</sup> Zestawienie tabel definiujących rejonów przypisane do kolejnych stref dostępności wykazuje skuteczność zabiegu nałożenia prostoliniowych sieci funkcjonalnych na sieć jednorodną w celu uzyskania pierwszeństwa penetracji rejonów uprzywilejowanych. Na przykład w zakresie dostępu do 45 minut (10 początkowych stref) od Warszawy (nie licząc tego ośrodka) w sieci jednorodnej mieści się 5 innych rejonów obliczeniowych (Pruszków, Piaseczno, Otwock, Wołomin, Nowy Dwór Mazowiecki). W sieci pf2010 mieści się 20 spośród 32 ośrodków uprzywilejowanych oraz 13 innych rejonów obliczeniowych (w tym

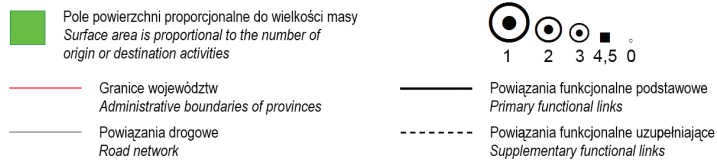
<sup>5</sup> Two corresponding KPZK 2030 figures were taken as a base for our simulation research, i.e. “Functional connections of the main urban centres 2010 and 2030” [4, Fig. 5, p. 40], and “Directions of Polish spatial integration in 2010 and 2030” [4, Fig. 10, p. 50].

<sup>6</sup> The tables defining nodes assigned to subsequent zones of accessibility show the effectiveness of the procedure of imposing the straight functional networks on the uniform network in order to obtain the priority of penetration of the main nodes. For instance, within the range of accessibility up to 45 minutes (10 initial spheres) from Warsaw (except for this centre) in the uniform network there are another five main nodes included (Pruszków, Piaseczno, Otwock, Wołomin, Nowy Dwór Mazowiecki). In pf2010 network there are 20 out of 32 main centres as well as 13 more nodes (including 5 known from the uniform network, thus in the case of 8 nodes we deal with additional benefits coming from the functional network). In pf2030 network we deal respectively with 24 centres out of 32 and the same 13 additional ones.



II. 1 Rzeczywiste rozmieszczenie mas źródłowych (por. przyp. 11) (A), 32 miasta uprzywilejowane na tle podziału administracyjnego Polski na województwa oraz sieci jednorodnej (klucz legendy tak jak zapisano w tekście, wartość 0 w legendzie – pozostałe rejony obliczeniowe) (B), sieć pf2010 (C), oraz sieć pf2030 (D)

Fig. 1. Real initial distribution of origin activities (see footnote 11) (A), 32 main cities against the background of administrative division of Poland and uniform network (key of the legend can be found in the text explanation, the value 0 represents the rest of calculation zones) (B), pf2010 network (C) and pf2030 network (D)



w pewien sposób korespondujący z proponowaną przez T. Zipsera koncepcją „łańcucha sieci hierarchicznej” [10], [11]. W analizowanych przypadkach otrzymujemy grupę uprzywilejowanych rejonów w pierwszej kolejności wzajemnie się kontaktujących. Pozostałe rejony najpierw muszą „dotrzeć” do swojego regionalnego węzła sieci funkcjonalnej, aby uczestniczyć w relacjach grupy uprzywilejowanej. Takie „rozwarstwienie” systemów dostępności sprzyja koncentracji w rejonach uprzywilejowanych, zarazem jednak zyskują na nim rejony dobrze połączone ze swoim centrum regionalnym<sup>7</sup>.

Liczba rejonów obliczeniowych w poszczególnych sieciach jest taka sama – 338. Odpowiadają one podziałowi obszaru Polski na powiaty, niemniej w kilku przypadkach

called “hierarchical network chain” [10], [11]. In the analysed cases, we deal with a group of the main nodes that are first of all in mutual contact. The remaining nodes must first “reach” their regional node of the functional network in order to participate in relations of the main group. Such “dissection” of accessibility systems facilities concentration in the main nodes, however, it favours more those nodes that are well connected with their regional centres<sup>7</sup>.

The number of calculation zones in the particular networks is the same – 338. They correspond to the administrative division of Poland into counties, nonetheless in a few cases some additional divisions were used in connection with the need to obtain a uniform density of nodes as far as possible and to isolate county towns. 32 cities mentioned in the document KPZK 2030 (Fig. 1B) are included in the main nodes group, namely:

1. Warsaw: the capital, a metropolis of European significance.

5 znanych z sieci jednorodnej, a więc w przypadku 8 rejonów może być mowa o dodatkowych korzyściach z sieci funkcjonalnej). W sieci pf2030 ulokowały się odpowiednio 24 ośrodki na 32 oraz 13 tych samych dodatkowych.

<sup>7</sup> W modelowaniach można także posłużyć się innymi metodami odwzorowania różnych typów relacji między rejonami obliczeniowymi, na przykład różnicowaniem wartości parametru selektywności w rejonach [12].

<sup>7</sup> In modelling we can also make use of other methods of mapping various types of relationships between calculation zones, for example differentiation of the selectivity parameter value in nodes [12].

wykorzystano dodatkowe podziały związane z potrzebą uzyskania w miarę możliwości jednolitej gęstości rejonów oraz wyodrębnienia miast powiatowych. Do rejonów uprzywilejowanych zaliczono 32 miasta wymieniane w dokumencie KPZK 2030 (il. 1B):

1. Warszawa: stolica, metropolia o znaczeniu europejskim.

2. Bydgoszcz, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Szczecin, Trójmiasto, Wrocław: metropolie krajowe, ośrodki liczące powyżej 300 tys. mieszkańców.

3. Białystok, Gorzów Wielkopolski, Kielce, Olsztyn, Opole, Rzeszów, Toruń, Zielona Góra: ośrodki krajowe pełniące niektóre funkcje metropolitalne<sup>8</sup>.

4. Bielsko-Biała, Częstochowa, Koszalin, Płock, Radom, Rybnik, Słupsk: najważniejsze ośrodki regionalne [4, przyp. 66 na s. 72].

5. Elbląg, Grudziądz, Kalisz, Legnica, Tarnów, Wałbrzych, Włocławek: najważniejsze ośrodki regionalne (uwidocznione na rys. 5 w KPZK 2030 [4, s. 40]), przy czym ośrodki wymienione w punktach: 4 i 5 tworzą spójną listę ze spisem obszarów funkcjonalnych ośrodków regionalnych [4, s. 189].

W modelowaniach posłużono się liczbą ludności (według danych GUS<sup>9</sup>) powiatów i innych jednostek reprezentowanych przez rejony obliczeniowe (il. 1A)<sup>10</sup>. Stosowano dwa typy początkowego rozmieszczenia mas źródłowych: rzeczywiste oraz równomierne, gdy każdy rejon obliczeniowy uzyskuje potencjał równy średniej liczbie ludności przypadającej na jeden rejon obliczeniowy (11 300). Masy celowe zawsze rozkładane były w sposób równomierny między rejony.

Badano dwa podstawowe poziomy selektywności, 0,000 020 (wartość zaostrzona, relacje międzyregionalne) oraz 0,000 100 (wartość złagodzona, relacje wewnątrzregionalne). Ogółem omówione zostanie 12 wariantów obliczeń, wykorzystujących trzy typy sieci, dwa typy rozmieszczeń mas i dwie wartości selektywności (tab. 1). W tekście zamieszczono graficzne przedstawienia wyników uzyskanych na wybranych etapach symulacji (il. 2–7)<sup>11</sup>.

2. Bydgoszcz, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Szczecin, Trójmiasto, Wrocław: national metropolises, with populations exceeding 300 thousand residents.

3. Białystok, Gorzów Wielkopolski, Kielce, Olsztyn, Opole, Rzeszów, Toruń, Zielona Góra: national centres performing some metropolitan functions<sup>8</sup>.

4. Bielsko-Biała, Częstochowa, Koszalin, Płock, Radom, Rybnik, Słupsk: the most important regional centres [4, footnote 66 on p. 72].

5. Elbląg, Grudziądz, Kalisz, Legnica, Tarnów, Wałbrzych, Włocławek: the most important regional centres (shown in Fig. 5 in KPZK 2030 [4, p. 40]), wherein the centres mentioned in items 4 and 5 constitute a coherent list including functional areas of regional centres [4, p. 189].

For the purposes of modelling we used the populations (according to the GUS<sup>9</sup>) of the counties and other areas represented by calculation zones (Fig. 1A)<sup>10</sup>. Two types of initial distribution of origin activities were applied, i.e. real and uniform where each calculation zone is given an origin activity that is equal to the average population assigned to one calculation zone (11 300). Destination activities were always distributed evenly (in a uniform way) between nodes.

Two basic levels of selectivity were studied, namely 0,000 020 (lower value, inter-regional relations) and 0,000 100 (higher value, intra-regional relations). In total 12 simulation variants shall be discussed, including three network types, two activity distribution types and two selectivity values (Table 1). Graphic representations of the results obtained on the chosen stages of simulation are included in the text (Fig. 2–7)<sup>11</sup>.

## Results of modelling and partial conclusions

### Variants on the uniform network

The use of higher selectivity enabled us to obtain many capitals of regions (apart from Kielce and Olsztyn) and it indicated some sub-regional concentrations (Fig. 2). Small

<sup>8</sup> W tekście KPZK 2030 [4] mowa o aglomeracji bydgosko-toruńskiej, niemniej rys. 5 w KPZK 2030 [4, s. 40] wskazuje w 2010 r. Toruń jako ośrodek niższej rangi niż Bydgoszcz.

<sup>9</sup> Bank Danych Lokalnych, Główny Urząd Statystyczny, *Ludność według faktycznego miejsca zamieszkania, stan na 31 grudnia 2005 r.* [http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p\\_name=indeks](http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks) [data dostępu: 10.06.2008].

<sup>10</sup> W modelowaniach ujęto pełną populację mieszkańców Polski, nie tylko ludność miejską. Ze względów technicznych w modelowaniach stosowano rzeczywiste wartości dzielone przez 10 i dla tak skalowanych mas obliczano parametr selektywności (suma mas wynosi wówczas 3 819 399).

<sup>11</sup> Ilustracje początkowego rzeczywistego rozmieszczenia mas źródłowych (il. 1A) oraz uzyskanych symulacyjnie rozmieszczeń mas celowych (il. 2–7) operują symbolami o polu powierzchni proporcjonalnym do wielkości reprezentowanych mas. Stosowana rampa kolorystyczna odpowiada kierunkowi zmian wartości mas celowych w rejonach w kolejnych iteracjach symulacji, barwy ciepłe oznaczają wzrost koncentracji, kolory chłodne – spadek koncentracji. Kolor zielony odpowiada brakowi znaczących zmian wielkości mas celowych (zmiany do 10%) oraz stosowany jest do zilustrowania początkowego rozmieszczenia.

<sup>8</sup> In KPZK 2030 [4] Bydgoszcz & Toruń agglomeration is mentioned, however Fig. 5 in KPZK 2030 [4, p. 40] in 2010 indicates Toruń as a centre of a lower rank than Bydgoszcz.

<sup>9</sup> Local Data Bank, Główny Urząd Statystyczny (Main Statistical Office), *Ludność według faktycznego miejsca zamieszkania, stan na 31 grudnia 2005 r.* [http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p\\_name=indeks](http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks) [accessed: 10.06.2008].

<sup>10</sup> In the modelling the full population of Poland is taken into account, not only city residents. Due to technical reasons, while modelling the real values were used and they were divided by 10 and for such scalable activities the selectivity parameter was calculated (in that case, the sum of activities amounts to 3 819 399).

<sup>11</sup> Illustrations of the initial real distribution of origin activities (Fig. 1A) and distribution of destination activities obtained by simulation (Fig. 2–7) use symbols of the area proportional to the size of the represented activities. The applied colour ramp corresponds to the direction of changes of destination activities in the nodes in subsequent simulation iterations; warm colours mean the increase of concentration while cool colours – the decrease of concentration. Green colour corresponds to a lack of significant changes in destination activities (changes up to 10%) and it is used to illustrate the initial distribution.

Tabela 1. Tabela wariantów obliczeń  
Table 1. Table of simulation variants

Typ sieci Type of network	Typ rozmieszczenia Type of distribution		Selektywność Selectivity	Nazwa wariantu Name of variant
	źródła sources	cele destinations		
Jednorodna Uniform	równomierne uniform	równomierne uniform	0,000 020	jedn_rr_000020_sim.dbf
			0,000 100	jedn_rr_000100_sim.dbf
	rzeczywiste real		0,000 020	jedn_05r_000020_sim.dbf
	0,000 100		jedn_05r_000100_sim.dbf	
pf2010	równomierne uniform	równomierne uniform	0,000 020	pf2010_rr_000020_sim.dbf
			0,000 100	pf2010_rr_000100_sim.dbf
	rzeczywiste real		0,000 020	pf2010_05r_000020_sim.dbf
	0,000 100		pf2010_05r_000100_sim.dbf	
pf2030	równomierne uniform	równomierne uniform	0,000 020	pf2030_rr_000020_sim.dbf
			0,000 100	pf2030_rr_000100_sim.dbf
	rzeczywiste real		0,000 020	pf2030_05r_000020_sim.dbf
	0,000 100		pf2030_05r_000100_sim.dbf	

## Wyniki modelowań i wnioski cząstkowe

### Warianty na sieci jednorodnej

Zastosowanie złagodzonej selektywności pozwala używać wiele stolic regionów (poza Kielcami i Olsztynem) oraz wskazuje pewne subregionalne koncentracje (il. 2). Zaostrzona selektywność przy obu typach rozmieszczeń początkowych wykazuje dwie grupy ośrodków regionalnych. Pierwszą z nich stanowią ośrodki silnie koncentrujące i zarazem dobrze umocowane w sieci powiązań, które pojawiają się także w kolejnych modelowaniach. Drugą grupę tworzą ośrodki zanikające lub słabo reprezentowane w wynikach symulacji, nieznajdujące w zadanej skali oddziaływań odpowiedniego zaplecza, jak Kielce, Opole, Zielona Góra, Gorzów Wielkopolski, Olsztyn i Białystok. W skali powiązań międzyregionalnych miasta te nie są w stanie skoncentrować potencjałów i tracą własne na rzecz pobliskich dużych ośrodków (il. 3).

Porównując wyniki uzyskane przy dwóch typach rozmieszczeń początkowych, zauważymy, że rzeczywiste niedobory mas osłabiają potencjalnie duże oddziaływanie koncentrujące miast na zachodzie oraz na północnym wschodzie Polski, co widoczne jest przy zaostrej selektywności.

### Warianty na sieci pf2010

Łagodna selektywność 0,000 100 akcentuje powiązania wewnątrzregionalne, dlatego wyniki są bardzo podobne do uzyskanych w sieci jednorodnej (il. 4). Wpływ sieci funkcjonalnej widoczny jest poprzez zwiększenie koncentracji w uprzywilejowanych węzłach. Przy rozmieszczeniu równomiernym nie udaje się uzyskać skupień w przypadku Koszalina, Olsztyna i Kielc. Koszalin traci potencjał na rzecz Szczecina, z którym powiązany jest funkcjonalnie. Rozmieszczenie rzeczywiste daje po-

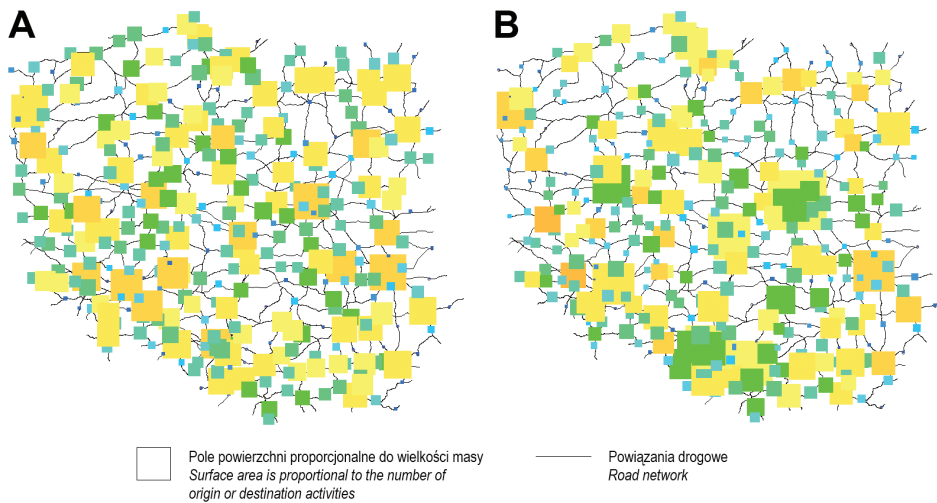
selectivity at both initial distribution types produces two groups of regional centres. The former comprises highly concentrating centres and at the same time firmly established in the network of connections, which also appear in subsequent modelling. The latter includes the centres which are disappearing or are insignificantly represented in the simulation results without an adequate source of activities necessary to grow in a given scale of impingements such as Kielce, Opole, Zielona Góra, Gorzów Wielkopolski, Olsztyn and Białystok. In the inter-regional scale these cities are unable to concentrate activities and lose their own to the nearby major centres (Fig. 3).

Comparing the results obtained from two types of initial distributions we can see that real deficiencies of activities weaken a potentially large concentrating impact of the cities in the west and in north-eastern Poland, which is visible with a lower selectivity.

### Warianty na sieci pf2010

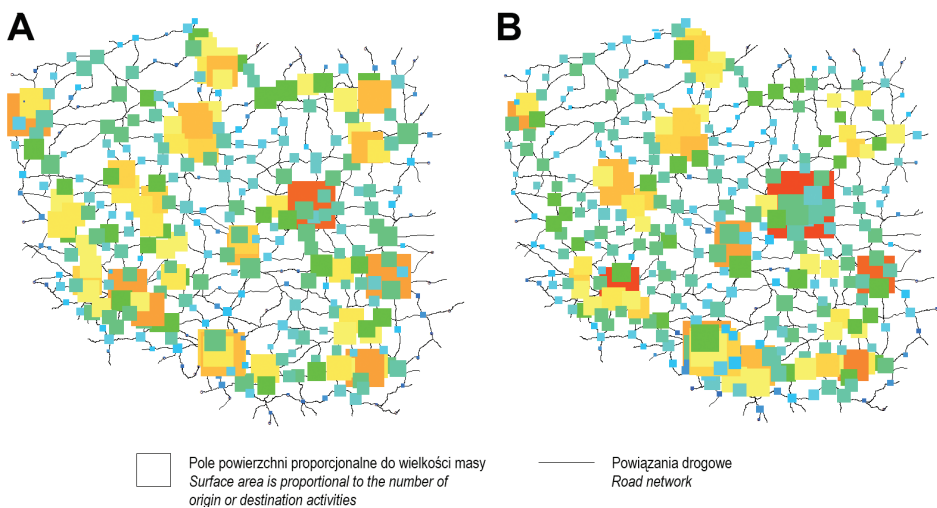
High selectivity 0,000 100 emphasizes intraregional connections, therefore the results are very similar to those obtained in the uniform network (Fig. 4). The impact of the functional network is visible by increasing the concentration of the main nodes. With the uniform distribution it is not possible to achieve concentrations in the case of Koszalin, Olsztyn and Kielce. Koszalin loses its potential for Szczecin with which it is connected functionally. The real distribution gives similar results (the correlation coefficient of both variants of distribution is 0.835). There is a bigger concentration of activities in Koszalin, Olsztyn and Kielce.

The use of selectivity corresponding to the interregional relations results in the dominance of main centres at the expense of smaller nodes (Fig. 5). The results obtained at the initial uniform and real distribution of activities are very similar (correlation co-efficient is 0.979). Functional



II. 2. Warianty symulacji na sieci jednorodnej ze złagodzoną selektywnością przy początkowym równomiernym (4 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (3 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 2. Simulation variants of uniform network and higher value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (3<sup>rd</sup> iteration) (B) (see footnote 11)



II. 3. Warianty symulacji na sieci jednorodnej z zaostrzoną selektywnością przy początkowym równomiernym (4 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (3 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 3. Simulation variants of uniform network and lower value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (3<sup>rd</sup> iteration) (B) (see footnote 11)

dobne rezultaty (współczynnik korelacji obu wariantów rozmieszczeń wynosi 0,835). Następuje większe skupienie mas w Koszalinie, Olsztynie i Kielcach.

Zastosowanie selektywności odpowiadającej międzyregionalnym relacjom wywołuje dominację uprzywilejowanych ośrodków kosztem mniejszych rejonów (il. 5). Wyniki uzyskane przy początkowym równomiernym i rzeczywistym rozmieszczeniu mas są bardzo podobne (wartość współczynnika korelacji wynosi 0,979). Połączenia funkcjonalne mają duże znaczenie dla poszerzania obszaru oddziaływań centrów peryferyjnych, na co wskazuje przypadek Szczecina i Gorzowa Wielkopolskiego, które uzyskują dynamicznie rosnące skupienia. Wśród uprzywilejowanych miast najmniejszą i zanikającą koncentrację uzyskały Kielce.

Porównanie z wynikami modelowań na sieci jednorodnej wskazuje ponadto na braki zasobów potencjałowych warunkujących wzrost ośrodków uprzywilejowanych we wschodniej Polsce. Następuje krystalizacja ich lokalizacji w węzłach sieci funkcjonalnej, jednak wykazują one niską dynamikę wzrostu. Z kolei południowy pas koncentracji od Wrocławia po Rzeszów opiera się dominacji Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP), uzyskując dodatkowe skupienia w Opolu, Częstochowie i Tarnowie.

connections are very important for extending the area of peripheral centres influences, which is shown in the case of Szczecin and Gorzów Wielkopolski which obtain dynamically growing concentrations. Among the main cities Kielce achieved the smallest and vanishing concentration.

Comparing the results of modelling on the uniform network also highlights the shortcomings of activities resources which determine the growth of main centres in eastern Poland. We can observe crystallisation of their locations in the nodes of the functional network, however, they show low dynamics of the growth. In turn, the southern belt of concentration from Wrocław to Rzeszów resists the domination of the Upper Silesian Industrial Region (GOP) obtaining additional concentrations in Opole, Częstochowa and Tarnów.

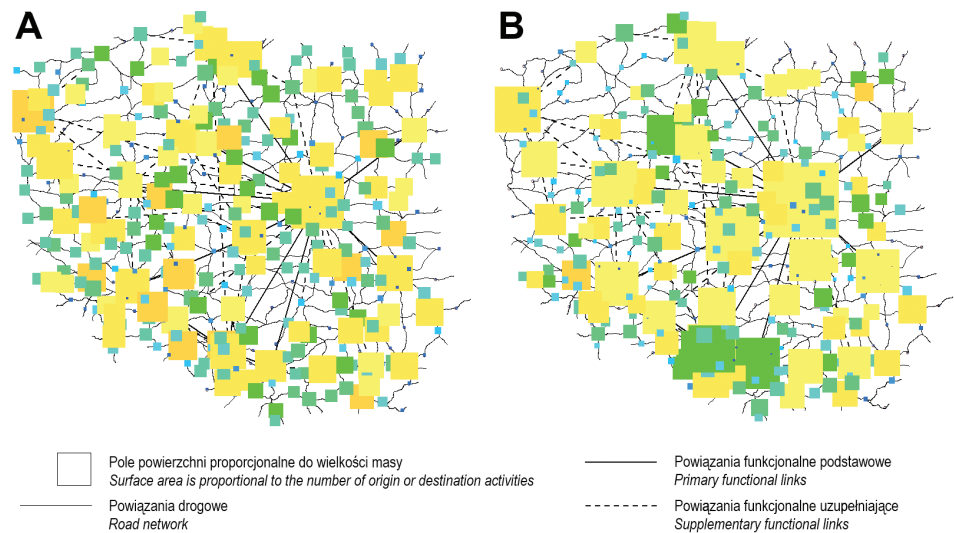
#### *Variants on pf2030 network*

Modelling with a higher selectivity show almost identical results as in the case of pf2010 network in spite of introducing, as it might have seemed, fundamental changes in the availability of nodes in the functional network (Fig. 6). The most important changes in relation to pf2010 network with the uniform distribution com-



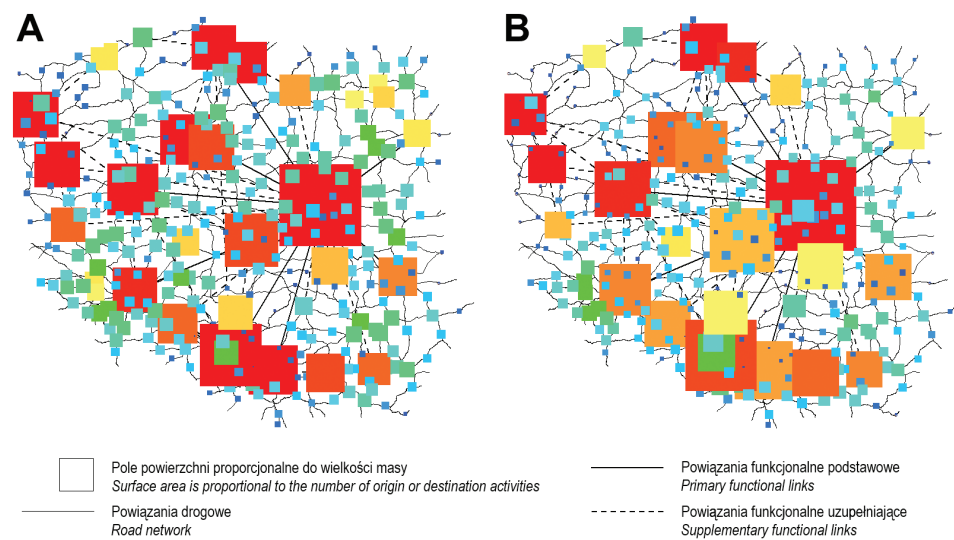
II. 4. Warianty symulacji na sieci pf2010 ze złagodzoną selektywnością przy początkowym równomiernym (4 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (4 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 4. Simulation variants of pf2010 network and higher value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (B) (see footnote 11)



II. 5. Warianty symulacji na sieci pf2010 z zaostrzoną selektywnością przy początkowym równomiernym (2 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (2 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 5. Simulation variants of pf2010 network and lower value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (2<sup>nd</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (2<sup>nd</sup> iteration) (B) (see footnote 11)



### Warianty na sieci pf2030

Modelowania ze złagodzoną selektywnością prowadzą do wyników niemal identycznych jak w przypadku sieci pf2010, pomimo wprowadzonych, jak by się wydawało, zasadniczych zmian dostępności rejonów w sieci uprzywilejowanej (il. 6). Do ważniejszych zmian w stosunku do sieci pf2010, przy rozmieszczeniu równomiernym, należy nieznacznie mniejsza koncentracja w Warszawie, co może wynikać z rozproszenia jej wcześniejszego potencjału pomiędzy najbliższe ośrodki. Kolejnym efektem jest zanikanie Poznania, który w dalszym przebiegu symulacji reprezentowany jest przez skupienie we Wrześni, pomimo uprzywilejowania sieciowego węzła poznańskiego. Włączenie funkcjonalne Rybnika do aglomeracji GOP pozwala mu na uzyskanie znacznego skupienia. Nieco większą masę uzyskuje Rzeszów. Na Pomorzu pojawiają się koncentracje w Koszalinie i Słupsku. Nadal nie udaje się uzyskać skupienia w Kielcach. Podobnie rozmieszczenie rzeczywiste ponawia zasadnicze wyniki uzyskane w sieci pf2010, w tym przypadku zmiany są bardzo niewielkie, np. zwiększenie koncentracji w Słupsku, Kielcach i Rzeszowie.

prise an insignificantly smaller concentration in Warsaw, which may result from the division of its former concentration between the nearest centres. Another effect is the disappearance of Poznań, which in the further course of the simulation is represented by the concentration in Września, despite the main Poznań network node. The functional inclusion of Rybnik to the GOP agglomeration allows for the achievement of a significant concentration. Rzeszów achieves a few more activities. In the area of Pomerania concentrations appear in Koszalin and Słupsk. It is still not possible to obtain the concentration in Kielce. Similarly, the real distribution reiterates the basic results obtained in pf2010 network and in this case the changes are really insignificant, e.g. an increase in the concentration in Słupsk, Kielce and Rzeszów.

Sizes of concentrations obtained with a lower selectivity and various initial activity distributions do not show significant differences (value of the correlation coefficient amounts to 0.978) (Fig. 7). A large range of impingements and a dense network of connections eliminate the impact of the initial activity distribution. Unlike the modelling on pf2010 network the concentration in Gorzów

Obrazy koncentracji uzyskiwane przy ostrzejszej selektywności i przy różnych początkowych rozmieszczeniach mas nie różnią się zasadniczo (wartość współczynnika korelacji wynosi 0,978) (il. 7). Duży zasięg oddziaływań i gęsta sieć powiązań funkcjonalnych niwelują wpływ początkowego rozmieszczenia mas. W odróżnieniu od modelowań na sieci pf2010 wzrasta koncentracja w Gorzowie Wielkopolskim kosztem Szczecina. Zestawienie wyników z efektami modelowań na sieci pf2010 wskazuje także na umocnienie się osi A4, gdzie kształtują się dwa duże węzły, wrocławski i rzeszowski, flankujące centralną koncentrację GOP.

### ***Wpływ sieci powiązań funkcjonalnych na kształtowanie struktury policentrycznej Polski***

#### *Wpływ sieci funkcjonalnych na atrakcyjność miast*

Wykonane modelowania bazują na wyrażonej w KPZK 2030 koncepcji policentrycznej struktury osadniczej Polski i wymienionych tam kierunków rozwoju powiązań funkcjonalnych. Porównania statystyczne uzyskanych symulacyjnie układów koncentracji z rzeczywistymi wielkościami rejonów (2005 r.) wykazują zrozumiałe gorsze dopasowanie w przypadku początkowych równomiernych rozmieszczeń mas. Rozmieszczenie rzeczywiste zadaje dużym rejonom bodziec do dalszego wzrostu w procesie iteracyjnym, co przekłada się na wysokie wartości współczynników korelacji (w sieci pf2010: 0,927 przy łagodniejszej selektywności, oraz 0,904 przy ostrzejszej selektywności). Tak wysoki stopień podobieństwa wskazuje na zweryfikowaną symulacyjnie poprawność diagnozy stanu powiązań funkcjonalnych w 2010 r. przedstawionej w KPZK 2030. Obraz uzyskany w sieci funkcjonalnej pf2030 jest statystycznie nieco bardziej odległy od rzeczywistego, czego należało oczekiwać (współczynniki korelacji do stanu rzeczywistego 2005 r.: 0,884 przy łagodniejszej selektywności i 0,817 przy zaostrożonej).

W skali oddziaływań wewnątrzregionalnych (selektywność łagodna 0,000 100) powiązania funkcjonalne wpływają głównie na rangę uprzywilejowanych miast, nie naruszając układów uzyskiwanych w sieci jednorodnej. Zarazem wyniki wykazują dużą grupę ośrodków rangi niższej niż krajowa, pojawiających się niezależnie od stosowanego typu sieci i rozmieszczenia mas. Miejsca takie mają korzystne predyspozycje lokalizacyjne do koncentracji procesów wzrostowych, które wzmacniać się mogą wraz z postępem procesu umacniania policentrycznej struktury kraju. Ma to niemałe znaczenie dla kształtowania policentrycznej struktury wewnętrznej regionów. Warto wyróżnić w tym przypadku miejsca takie jak: Elbląg oraz rejon reprezentujący powiat olsztyński (woj. warmińsko-mazurskie), Zambrów–Łomża, Grajewo (woj. podlaskie), Sokołów Podlaski, Radom–Zwoleńsk (woj. mazowieckie), Radzyń Podlaski, Zamość (woj. lubelskie), Jarosław, Krosno, Tarnobrzeg, Nisko, Dębica (woj. podkarpackie), Ostrowiec Świętokrzyski (woj. świętokrzyskie), Tarnów, Wadowice, Nowy Targ (woj. małopolskie), Bielsko-Biała, Częstochowa (woj. śląskie), Piotrków Trybunalski (woj. łódzkie), Kędzierzyn-Koźle,

Wielkopolski increases at the expense of Szczecin. Comparison of the results with the effects of the modelling on pf2010 network indicates the strengthening of the A4 axis where two large nodes are formed, i.e. Wrocław and Rzeszów that flank the central concentration of the GOP.

### ***Influence of functional connections network on the formation of polycentric structure of Poland***

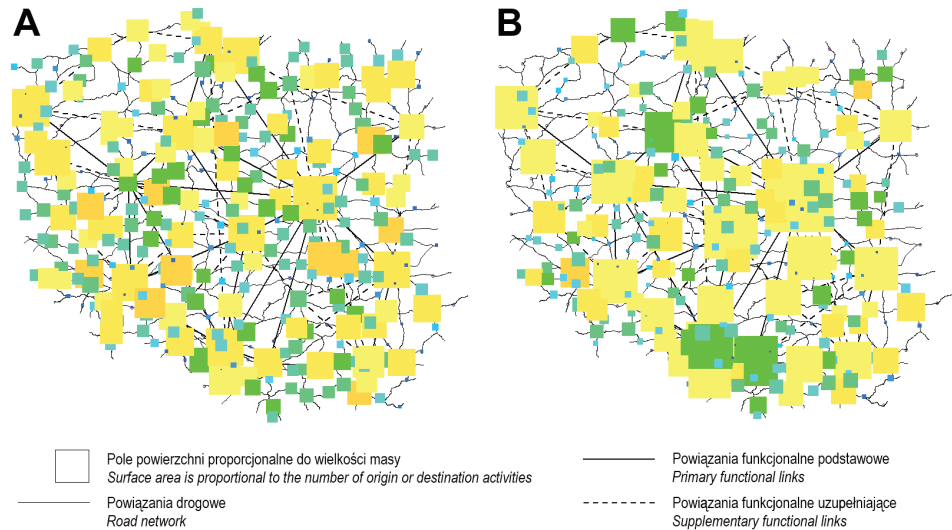
#### *Influence of functional networks on the attractiveness of cities*

The performed modelling is based on the concept of the polycentric settlement structure of Poland as expressed in KPZK 2030 and the directions of development of functional connections contained therein. Statistical comparisons of the systems of concentration obtained by simulation with real sizes of nodes (2005) show understandably worse adjustment in the case of uniform initial activity distributions. Real distribution gives large nodes a stimulus for further growth in the iteration process which is reflected in high values of the correlation co-efficient (in pf2010: 0.927 at higher selectivity and 0.904 at lower selectivity). This high degree of similarity shows the correctness of the diagnosis of the state of the functional connections in 2010 presented in KPZK 2030 that was verified by simulation. The image obtained in functional network pf2030 is slightly more different from the actual state which could be expected (correlation co-efficient to the actual state 2005: 0.884 at higher selectivity and 0.817 at lower selectivity).

On the scale of intraregional impingements (higher selectivity 0,000 100) functional connections influence mainly the rank of the main cities without affecting the systems obtained in the uniform network. At the same time the results show a large group of the centres whose rank is lower than national, which appear independently of the applied type of network or activity distribution. These places are located advantageously and as such they are predisposed to the concentration of growth processes which may intensify along with the progress of the process of strengthening of the polycentric structure of Poland. This is of considerable importance for the formation of the polycentric internal structure of particular regions. In this context it is worth mentioning such places as Elbląg along with the node representing Olsztyn county (Warmińsko-Mazurskie Province), Zambrów–Łomża, Grajewo (Podlaskie Province), Sokołów Podlaski, Radom–Zwoleńsk (Mazowieckie Province), Radzyń Podlaski, Zamość (Lubelskie Province), Jarosław, Krosno, Tarnobrzeg, Nisko, Dębica (Podkarpackie Province), Ostrowiec Świętokrzyski (Świętokrzyskie Province), Tarnów, Wadowice, Nowy Targ (Małopolskie Province), Bielsko-Biała, Częstochowa (Śląskie Province), Piotrków Trybunalski (Łódzkie Province), Kędzierzyn-Koźle, Brzeg (Opolskie Province), Świdnica–Dzierżonów, Legnica, Lubąń, (Dolnośląskie Province), Leszno, Kępno, Kalisz, Konin, Września, Piła (Wielkopolskie Province), Włocławek, Świecie (Kujawsko-Pomorskie Province), Koszalin–Białogard (Zachodniopomorskie Province), Słupsk, Wejherowo, Malbork (Po-

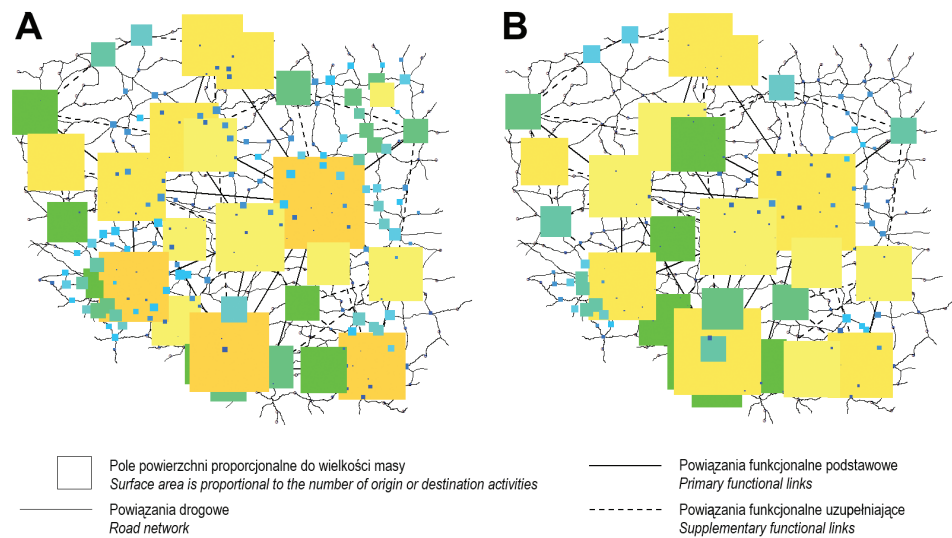
II. 6. Warianty symulacji na sieci pf2030 ze złagodzoną selektywnością przy początkowym równomiernym (4 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (4 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 6. Simulation variants of pf2030 network and higher value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (B) (see footnote 11)



II. 7. Warianty symulacji na sieci pf2030 z zaostrożoną selektywnością przy początkowym równomiernym (4 iteracja) (A) oraz rzeczywistym (4 iteracja) (B) rozmieszczeniu źródeł (por. przyp. 11)

Fig. 7. Simulation variants of pf2030 network and lower value of selectivity parameter, calculated with initial uniform distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (A) and initial real distribution of origins (4<sup>th</sup> iteration) (B) (see footnote 11)



Brzeg (woj. opolskie), Świdnica–Dzierżoniów, Legnica, Lubañ (woj. dolnośląskie), Leszno, Kępno, Kalisz, Konin, Września, Piła (woj. wielkopolskie), Włocławek, Świecie (woj. kujawsko-pomorskie), Koszalin–Białogard (woj. zachodniopomorskie), Słupsk, Wejherowo, Malbork (woj. pomorskie). Wśród wymienionych nie pojawiają się Grudziądz, Wałbrzych, Rybnik i Płock, wskazywane w KPZK 2030 jako ośrodki regionalne. Należy jednak pamiętać, że modelowe uproszczenie struktury osadniczej może powodować pewne przesunięcia lokalizacji. W tym kontekście jako reprezentację Grudziądza można traktować Świecie, zaś Wałbrzych może być reprezentowany przez skupienie w Świdnicy, z którą jest zresztą silnie powiązany<sup>12</sup>.

Bardziej widoczne oddziaływania sieci funkcjonalnej realizowane są w skali powiązań międzyregionalnych

morskie Province). Among the above mentioned centres Grudziądz, Wałbrzych, Rybnik and Płock do not appear, although they are indicated in KPZK 2030 as regional centres. It should be noted, however, that the model simplification of the settlement structure may cause some displacement of locations. In this context Świecie can be treated as a representation of Grudziądz, whereas Wałbrzych can be represented by the concentration in Świdnica with which it is strongly connected anyway<sup>12</sup>.

More visible impacts of functional networks are realised on a scale of interregional connections (selectivity 0,000 020), when activities are concentrated in main centres which are advantageously located within the network. In all networks stable concentrations are achieved in Warsaw, Łódź, cities of the GOP, Cracow, Rzeszów and

<sup>12</sup> Wymieniona lista nie zawiera miast: Ostróda, Płońsk, Jędrzejów, Proszowice, Myślenice, Oborniki, które pojawiają się tylko w sieci jednorodnej. Wskazuje to na wzmocnienie oddziaływań koncentrujących w ramach relacji wewnątrzregionalnych wynikające z nałożenia sieci funkcjonalnych, gdy potencjały tych miast są przejmowane przez pobliskie ośrodki uprzywilejowane.

<sup>12</sup> This list does not include the cities of Ostróda, Płońsk, Jędrzejów, Proszowice, Myślenice, Oborniki, which appear only in the uniform network. This indicates strengthening of concentrating impingements within the frame of intraregional relations resulting from imposing functional networks when activities of these cities are taken over by the nearby main centres.

(selektywność 0,000 020), gdy dochodzi do skupiania mas w uprzywilejowanych centrach korzystnie zlokalizowanych sieciowo. We wszystkich sieciach uzyskuje się stabilne koncentracje w Warszawie, Łodzi, Gdańsku, Bydgoszczy–Toruniu, Poznaniu, Wrocławiu, miastach GOP, Krakowie, Rzeszowie oraz – pomimo ich skrajnego położenia – Szczecinie i Lublinie, co wiązać można z oddziaływaniem sieci funkcjonalnej, umacniającej efekty koncentrujące obecne w sieci jednorodnej. Obok nich znajdziemy ośrodki zanikające lub słabiej reprezentowane w wynikach symulacji. Sieci funkcjonalne, w stosunku do jednorodnej, zdecydowanie zwiększają koncentrującą siłę Górz Wielkopolskiego i Opola, pozwalają także zaistnieć niezbyt dużym skupieniom w Zielonej Górze, Olsztynie i Białymstoku<sup>13</sup>. Kielce uzyskują odpowiednio duże rozmiary dopiero przy udziale pełnej sieci funkcjonalnej pf2030.

#### *Wpływ sieci funkcjonalnych na obszary peryferyjne*

Porównanie wyników modelowań w sieci jednorodnej i sieciach funkcjonalnych ujawnia korzystny wpływ tych ostatnich na umacnianie pozycji uprzywilejowanych miast, co sprzyjać powinno policentryczności rozwoju struktury osadniczej Polski. Kolejny wniosek płynie z zauważalnego podobieństwa wyników symulacji stosujących różne rozmieszczenia początkowe mas na sieciach funkcjonalnych przy ostrej selektywności. Świadczy ono o tym, że sieć uprzywilejowana nakłada na jednorodną dodatkowe bodźce kształtujące strukturę regionalnych centrów kraju, które zmniejszają oddziaływanie początkowego rozkładu mas potencjałowych. Interpretacja tej obserwacji w kontekście struktury osadniczej kraju może sugerować, że efektywna sieć powiązań funkcjonalnych może skutecznie dopełniać niedostatki wynikające z nierównomiernego poziomu zagospodarowania i zaludnienia regionów, ograniczającego wzrost ich stolic. Zarazem podobieństwo efektów symulacji sieci pf2010 i pf2030<sup>14</sup> wskazuje na niewielką, w świetle wyników modelowań, skuteczność zabiegów mających w wizji na 2030 rok realizować założenie umacniania policentryczności w odniesieniu do obszarów peryferyjnych w skali krajowej. Modelowania diagnozują tu trzy kluczowe strefy o słabszym potencjale wzrostowym – północno-wschodnią Polskę, Pomorze Zachodnie oraz obszar kielecki – omówione niżej.

Obszar północno-wschodniej Polski nie ujawnia w modelowaniach silnie koncentrujących właściwości. Obrazy koncentracji uzyskane w różnych sieciach przy łagodnej selektywności są niemal identyczne, co wskazuje na niewielki wpływ sieci funkcjonalnych na kształtowanie wewnątrzregionalnej struktury ośrodków osadniczych tej

– despite their extreme locations – Szczecin and Lublin, which can be associated with the impact of the functional network strengthening the concentration effects existing in the uniform network. In the vicinity we can find disappearing centres or insignificantly represented in the simulation results. Functional networks in relation to the uniform network definitely increase the concentration power of Górz Wielkopolski and Opole as well as they also make it possible to form moderate concentrations in Zielona Góra, Olsztyn and Białystok<sup>13</sup>. Kielce gets a relatively large size only with the participation of the full pf2030 functional network.

#### *The influence of functional networks on peripheral areas*

A comparison of the modelling results in the uniform network and functional networks reveals a positive impact of the latter on strengthening the position of main cities, which should be conducive to polycentrism of the settlement structure development of Poland. Another conclusion is drawn from noticeable similarities of simulation results which apply different initial distributions of activities on the functional network with a lower selectivity. It shows that the functional links impose additional stimuli on the uniform network, which shape the structure of regional centres of the country. These additional stimuli reduce the impact of the initial distribution of activities. The interpretation of this observation in the context of the settlement structure of the country may suggest that the effective network of functional connections can efficiently complement deficiencies resulting from the uneven level of development and population of regions, which limit the growth of their capital cities. At the same time, the similarity of simulation effects of pf2010 and pf2030 networks<sup>14</sup> in the light of modelling results, indicates insignificant effectiveness of actions in the vision for the year 2030, which are supposed to carry out the idea of strengthening polycentrism with regard to peripheral areas on the national scale. The modelling diagnoses three key areas of a weaker growth potential – north-eastern Poland, Western Pomerania and the region of Kielce – which are discussed below.

The area of north-eastern Poland does not show any strongly concentrating properties in modelling. Sizes of concentrations that were obtained in different networks with higher selectivity are almost identical, which indicates an insignificant influence of functional networks on the formation of the intraregional structure of settlement centres in this part of Poland<sup>15</sup>. Modelling with a smaller

<sup>13</sup> Zielona Góra uzyskuje mniejszą niż Górz Wielkopolski, ale dość stabilną koncentrację.

<sup>14</sup> Porównanie wielkości rejonów uzyskanych w modelowaniach sieci pf2010 i pf2030 pozwala wykazać bardzo wysokie wartości współczynników korelacji: zestawienie według łagodniejszej selektywności daje 0,970 (rozmieszczenie równomierne) i 0,986 (rozmieszczenie rzeczywiste), natomiast przy ostrzejszej selektywności odpowiednio 0,938 i 0,944.

<sup>13</sup> Zielona Góra has a rather stable but smaller concentration than Górz Wielkopolski.

<sup>14</sup> A comparison of sizes of nodes obtained in modelling pf2010 and pf2030 networks makes it possible to demonstrate very high values of correlation co-efficients: a comparison with a higher selectivity gives 0.970 (uniform distribution) and 0.986 (real distribution), whereas with a lower selectivity 0.938 and 0.944 respectively.

<sup>15</sup> This area can count on four intraregional centres: Białystok reinforced by the real number of residents, the surroundings of Olsztyn and Olsztyn itself indicated by the influence of the functional network, Łomża along with Zambrów and the surroundings of Grajewo along with

części kraju<sup>15</sup>. Modelowania z zaostrożoną selektywnością w sieci jednorodnej ignorują lokalizacje Białegostoku i Olsztyna. Koncentracje lokowane przy rozmieszczeniu równomiernym w okolicach Grajewa i Łomży nie pojawiają się przy rozmieszczeniu rzeczywistym, co diagnozuje wysokie niedobory rzeczywistych mas zdolnych zbudować koncentrację na tym obszarze. Sieci funkcjonalne z trudnością pozwalają utrzymać się koncentracjom w Białymstoku i Olsztynie. Sieć pf2030 potęguje efekty przepływu potencjału z obszaru do pobliskich dużych skupień w Trójmieście, Warszawie i Lublinie, co osłabia pozycję Olsztyna i Białegostoku. Obszar ten stanowi ciekawe pole do badań nad optymalizacją połączeń funkcjonalnych dla zwiększenia poziomu policentryczności struktury kraju. Modelowania wskazują na brak odpowiednio dużego potencjału obszaru, który mógłby zasilać centra regionalne zdolne do współistnienia z pobliskimi koncentracjami. Źródła takiego potencjału poszukiwać można we wpływie szerszego, transgranicznego otoczenia.

Sieć transportowa Pomorza Zachodniego sprzyja koncentracji w Szczecinie, co potwierdzają modelowania na sieci jednorodnej przy łagodnej selektywności. W odróżnieniu od układu północno-wschodniej Polski brakuje tu ukształtowanych koncentracji subregionalnych, poza Koszalinem, co potwierdzają także wyniki symulacji<sup>16</sup>. Ciekawym wynikiem modelowań jest pojawiająca się konkurencyjna pozycja Gorzowa Wielkopolskiego względem Szczecina. W modelowaniach z zaostrożoną selektywnością w sieci jednorodnej Szczecin koncentruje potencjał, jednak nałożenie sieci funkcjonalnej stawia go wobec nowych relacji, które nie zawsze mu sprzyjają. Nałożenie na sieć jednorodną sieci powiązań drugorzędnych skoncentrowanych w Szczecinie, a sięgających po Koszalin, Poznań, a przez Gorzów Wielkopolski także do Zielonej Góry (sieć pf2010) wywołuje skuteczne skupienie przez to miejsce mas, na czym korzysta również Gorzów Wielkopolski stojący jednak na nieco niższej pozycji względem Szczecina. Niemniej wprowadzenie powiązania podstawowego między Szczecinem a Poznaniem oraz dodanie powiązań drugorzędnych wiążących Poznań z Gorzowem Wielkopolskim i Zieloną Górą, a Szczecin z Bydgoszczą (sieć pf2030) przesunęła punkt skupienia w stronę Gorzowa Wielkopolskiego. Wynik taki związany jest zapewne z umocnieniem peryferyjnego położenia Szczecina względem Poznania w sieci pf2030, a rolę Szczecina przejmują właśnie Gorzów Wielkopolski. Efekt ten jest widoczny zarówno przy początkowym rozmieszczeniu równomiernym, jak i rzeczywistym mas. Jeśli więc powiększamy zasięg „regionalnego” oddziaływania Szczecina, to

selectivity in the uniform network ignores locations of Białystok and Olsztyn. Concentrations located with the uniform distribution in the vicinity of Grajewa and Łomża do not appear with the real distribution, which forecasts high shortages of real activities which would be able to build a concentration in this area. Functional networks hardly permit concentrations to maintain in Białystok and Olsztyn. The pf2030 network enhances the effects of the activities flow from the area to the nearby large concentrations in Trójmiasto, Warsaw and Lublin, which weakens the position of Olsztyn and Białystok. This area is an interesting field of research on the optimization of functional connections to increase the level of structure polycentrism of the country. Modelling shows the lack of a sufficiently large amount of activities of the area, which could supply regional centres capable of coexistence with nearby concentrations. Sources of such a supply can be searched in the impact of broader and cross-border surroundings.

The transportation network of Western Pomerania promotes concentration in Szczecin, which is confirmed by modelling on the uniform network with a higher selectivity. Unlike the north-eastern system of Poland, there are no formed sub-regional concentrations, apart from Koszalin, which is also confirmed by the simulation results<sup>16</sup>. An interesting result of the modelling is the emerging competitive position of Gorzów Wielkopolski in relation to Szczecin. In modelling with lower selectivity in the uniform network Szczecin concentrates the potential, however, the imposition of the functional network brings new relations, which are not always favourable for the city. The imposition of supplementary functional connection concentrated in Szczecin on the uniform network, which extend to Koszalin, Poznań and through Gorzów Wielkopolski also to Zielona Góra (pf2010 network) results in the effective concentration of activities through this place and in benefits for Gorzów Wielkopolski which has a slightly lower position in relation to Szczecin. However, the introduction of primary functional connections between Szczecin and Poznań as well as addition of supplementary functional links connecting Poznań with Gorzów Wielkopolski and Zielona Góra as well as Szczecin with Bydgoszcz (network pf2030) shifts the concentration point towards Gorzów Wielkopolski. This result is most probably connected with strengthening the peripheral location of Szczecin in relation to Poznań in pf2030 network and the role of Szczecin is taken over just by Gorzów Wielkopolski. This effect is seen both at the initial uniform and real distribution of activities. Therefore, if we extend the scope of the “regional” impact of Szczecin, then it gains more attractiveness as a regional centre. Entering it in the system of primary functional interregional relations emphasises the peripheral character and promotes the node of Gorzów Wielkopolski which is better situated in such a network of

<sup>15</sup> Obszar ten może liczyć na cztery centra wewnątrzregionalne: Białystok wzmocniony rzeczywistą liczbą ludności, okolice Olsztyna i sam Olsztyn wskazywany wpływem sieci funkcjonalnych, Łomża wraz z Zambrowem oraz okolice Grajewa wraz z Elkiem i Augustowem. Ostatnie z wymienionych można interpretować jako modelową reprezentację Ostrołęki i Suwałk, i w tym kontekście jest to obraz zgodny z rzeczywistością.

<sup>16</sup> Łobez pojawia się tylko przy rozmieszczeniu równomiernym, co wskazuje na braki potencjałowe obszaru zdolne do wygenerowania koncentracji subregionalnej oraz silnie koncentrujące właściwości węzła szczecińskiego.

Elk and Augustów. The latter can be interpreted as a model representation of Ostrołęka and Suwałki, and in this context it is a realistic picture.

<sup>16</sup> Łobez appears only with the uniform distribution, which shows real activity distribution deficiencies of the area capable of generating a sub-regional concentration and strong concentrating properties of the Szczecin node.

zyskuje on na atrakcyjności jako centrum regionalne. Wpisanie go w układ podstawowych funkcjonalnych relacji międzyregionalnych akcentuje peryferyjność i sprzyja lepiej położonemu w takiej sieci powiązań węzłowi Gorzowa Wielkopolskiego. Biorąc pod uwagę liczne i silne związki Szczecina z ośrodkami niemieckimi, w tym z Berlinem, umocnienie jego pozycji w strukturze sieci funkcjonalnej Polski powinno uwzględniać owe kierunki.

Modelowania wskazują na ograniczoną siłę koncentrującą Kielce. W relacjach wewnątrzregionalnych miasto pojawia się tylko przy rozmieszczeniach rzeczywistych, co stanowi świadectwo dominacji wielkościowej tego miasta w regionie, warunkującej jego atrakcyjność. Z kolei w relacjach międzyregionalnych tylko sieci funkcjonalne pozwalają na powstanie koncentracji w Kielcach. Najbardziej korzystna jest w tym przypadku pełna sieć funkcjonalna wiążąca Kielce z większą liczbą ośrodków, co umacnia pozycję miasta, pozwalając na poszerzenie jego pola oddziaływań poza niewystarczający zasób regionalny. Nieperyferyjna w skali kraju lokalizacja miasta pozwala je włączyć jako ogniwo w łańcuch przepływów między ośrodkami uprzywilejowanymi, co sprzyja koncentracji i ogranicza efekty utraty potencjału, choć nadal Kielce pozostają najmniejszym spośród wymodelowanych skupień.

W kontekście wskazywanych w KPZK 2030 procesów urbanizacji mających przyczynić się do wzrostu miast wschodniej Polski modelowania potwierdziły bardzo wysokie predyspozycje do koncentracji mas w Lublinie oraz Rzeszowie. Oba miasta, pomimo swojego skrajnego położenia, uzyskują stabilne skupienia już w sieci jednorodnej przy obu selektywnościach. Wprowadzenie uzupełnień funkcjonalnych zawartych w sieci pf2030 nieznacznie powiększa skupienie w Lublinie, ma natomiast ogromny wpływ na Rzeszów, który korzysta z doskonałego powiązania z GOP, Lublinem i Warszawą. Biorąc pod uwagę dodatkowe transgraniczne relacje Rzeszowa, jego potencjał jako ośrodka krajowego uznać należy za bardzo duży.

W modelowaniach relacji międzyregionalnych Rzeszów flankuje od strony wschodniej pasmo koncentracji wzdłuż osi autostrady A4, obejmujące kolejno Tarnów, Kraków, GOP (rozciągnięty południkowo od Bielska-Białej po Częstochowę), Opole i dużą koncentrację we Wrocławiu na flance zachodniej. Skrajne ośrodki tego pasma wyraźnie zyskują na powiązaniach funkcjonalnych sieci pf2030, chociaż relacje Wrocławia wzbogacają się tylko o podstawowy odcinek do Poznania i uzupełniający do Zielonej Góry. Utrzymywanie się obu silnych skrajnych ośrodków oraz wielu pośrednich ogniw pasma pomimo ogromnej siły koncentrującej GOP bardzo dobrze koresponduje z założeniami policentrycznego rozwoju kraju. W tym kontekście oddziaływanie pełnej sieci funkcjonalnej (pf2030) służy założeniom KPZK 2030.

### ***Rozwój policentryczny a bodźce demograficzne i transgraniczne***

Układ miast należących do sieci powiązań funkcjonalnych przedstawiony w KPZK 2030 bardzo mocno koresponduje z obecnymi proporcjami wielkości miast.

connections. Taking into account the numerous and strong relationships of Szczecin with German centres, including Berlin, strengthening its position in the functional network structure of Poland should take into consideration these directions.

The modelling indicates the limited concentration power of Kielce. In intraregional relations this city appears only with real distributions, which constitutes a proof of the size dominance of this city in the region, conditioning its attractiveness. On the other hand, in interregional relations only the functional networks allow for the formation of concentration in Kielce. In this case the most favourable is the full functional network connecting Kielce with a bigger number of centres, which strengthens the city's position, and makes it possible to expand its impact range beyond the insufficient regional resource. A non-peripheral location of the city in the national scale makes it possible to include it as a link in the chain of flows between the main centres, which promotes concentration and reduces the effects of the potential loss despite the fact that Kielce is the smallest city among the modelled concentrations.

In the context of the presented in PKZK 2030 urbanism processes which are supposed to contribute to the growth of cities in eastern Poland the modelling confirmed very high predispositions to concentrate activities in Lublin and Rzeszów. Both cities, in spite of their peripheral locations, have stable concentrations in the uniform network at both types of selectivity. The introduction of functional connections in pf2030 network insignificantly increases the concentration of Lublin, however, it has a huge impact on Rzeszów which uses an excellent connection with the GOP, Lublin and Warsaw. Taking into consideration additional cross-border relationships of Rzeszów, its potential as a national centre should be considered as very big.

In modelling interregional relationships Rzeszów flanks the belt of concentrations distributed along the axis of A4 motorway from the eastern side. This axis comprises respectively Tarnów, Cracow, the GOP (extended longitudinally from Bielsko-Biała to Częstochowa), Opole and a large concentration in Wrocław on the western flank. Extreme centres of this belt clearly gain benefits from the functional connections of pf2030 although the relationships of Wrocław are enriched only with the primary functional link to Poznań and the supplementary one to Zielona Góra. The existence of both these strong extreme centres and many smaller ones between them, in spite of the enormous concentration force of the GOP, corresponds with the assumptions of the polycentric development of the country. In this context, the influence of the full functional network (pf2030) contributes to KPZK 2030 assumptions.

### ***Polycentric development & demographic and cross-border stimuli***

The system of cities belonging to the network of functional relationships, which was presented in KPZK 2030, significantly corresponds to the current proportions of the city sizes. According to current trends, increasing the share of the urban population which contributes to the development of the polycentric structure, will primarily

Zwiększanie udziału ludności miejskiej przyczyniające się do rozwoju struktury policentrycznej, zgodnie z obecnymi trendami, stanie się udziałem przede wszystkim dużych ośrodków miejskich i obszarów metropolitalnych [4, s. 36]. W ocenie KPZK 2030 to zjawisko niesie szczególnie korzystne konsekwencje dla Białegostoku, Lublina i Rzeszowa, które staną się centrami przyciągającymi migrującą ludność wiejską z niektórych obszarów wschodniej Polski. Odpowiada to prognozom wzrostu udziału ludności miejskiej Polski z 61% w 2014 r. do 70% w 2050 r. [13, s. 22–23]<sup>17</sup>. Zarazem procesy wzrostu miast i ich obszarów funkcjonalnych (metropolitalnych i regionalnych) mogą być ograniczane przez wybór zagranicznych kierunków migracji oraz wyczerpywanie się [...] *ostatniej dużej fali mobilności przestrzennej mieszkańców Polski w czasach współczesnych* [2, s. 188]. Warto przy tym zaznaczyć, że kraje o wysokim wskaźniku policentryczności struktury według ocen ESPON [1] cechuje duże zróżnicowanie udziału ludności miejskiej, od 50% w Słowenii do 90% w Holandii [13]<sup>18</sup>.

W kontekście włączania peryferyjnych stref Polski do struktury policentrycznej należy liczyć na wzrost udziału ludności miejskiej właśnie w zlokalizowanych tam ośrodkach. W świetle wyników symulacji Lublin posiada wysokie predyspozycje do koncentracji potencjału, także w sieciach powiązań funkcjonalnych. Umocnienie powiązań funkcjonalnych (sieć pf2030) zdecydowanie poprawia atrakcyjność Rzeszowa. Oddziaływanie tylko istniejącej sieci drogowej pozwala na ukształtowanie się w tych miastach stabilnych i dużych koncentracji, na bazie krajowego zasobu potencjałowego. Białystok pozostaje pod silnie konkurencyjnym wpływem pobliskich dużych ośrodków – Trójmiasta, Warszawy i Lublina – przejmujących regionalny potencjał. Utrzymanie jego pozycji wymagałoby udziału silnych bodźców zewnętrznych w postaci na przykład wydatnie zintensyfikowanych powiązań transgranicznych. Z kolei pozycja Szczecina paradoksalnie zagrożona zostaje wprowadzeniem ściślejszych powiązań funkcjonalnych. Wiele wskazuje na to, że zewnętrzne relacje miasta z niemieckim sąsiedztwem są w stanie zrównoważyć jego peryferyjne położenie w systemie krajowym.

Obraz relacji funkcjonalnych przedstawiony w KPZK 2030 ujmuje, obok krajowych, właśnie relacje transgraniczne, które nie zostały uwzględnione w symulacjach. Nasilają się one w relacjach z niemieckim i czeskim sąsiedztwem, natomiast wschodnie kierunki mają charakter powiązań uzupełniających, a właśnie one mogą przyczynić się do wzrostu potencjału ośrodków na wschodnim skraju Polski.

### Podsumowanie

Procesy ewolucji regionalnych struktur osadniczych obciążone są zjawiskami inercji. Przełamanie tych tendencji wymaga silnego oddziaływania strukturalnego. Za-

afect large urban centres and metropolitan areas [4, p. 36]. According to KPZK 2030 this phenomenon brings especially beneficial consequences for Białystok, Lublin and Rzeszów, which will become centres that attract migrating rural population from certain areas of eastern Poland. This corresponds to the forecasts of growth in the share of the Polish urban population from 61% in 2014 up to 70% in 2050 [13, pp. 22–23]<sup>17</sup>. At the same time the growth processes of cities and their functional areas (metropolitan and regional) may be limited by the choice of foreign migration directions and depletion [...] *of the last big spatial mobility wave of citizens of Poland in modern times* [2, p. 188]. It should be noted that according to ESPON evaluations [1], the countries with a high polycentric structure rate are characterized by a large diversity of the urban population share from 50% in Slovenia to 90% in the Netherlands [13]<sup>18</sup>.

In the context of including peripheral zones of Poland in the polycentric structure, we can expect a rise in the share of the urban population in the centres located just there. In the light of the results of simulation Lublin has high predispositions to concentrate the activity, also in the networks of functional connections. Strengthening of functional connections (pf2030 network) definitely improves the attractiveness of Rzeszów. The impact of road network connections only allows for the formation of stable and large concentrations in these cities on the basis of the national activity resource. Białystok remains under a highly competitive influence of the nearby major centres – Trójmiasto, Warsaw and Lublin – which take over the regional activity resource. Maintaining its position would require the participation of strong external stimuli in the form of, for example, significantly intensified cross-border connections. On the other hand, the position of Szczecin is paradoxically endangered by the introduction of stricter functional connections. This may indicate the fact that the external relations of the city with a German neighbourhood are able to balance its peripheral location in the national system.

The image of functional relationships presented in KPZK 2030 includes, in addition to national, cross-border relationships which were not taken into consideration in the simulations. They become intensified in the relationships with German and Czech neighbourhoods, whereas the eastern directions are of supplementary relationship character and they are the ones which can contribute to the potential growth of the centres on the eastern border of Poland.

### Summary

The evolution processes of regional settlement structures are burdened with phenomena of inertia. Overcoming these tendencies requires a strong structural influence.

<sup>17</sup> Oceny i prognozy zawarte w raporcie ONZ [13] określono na podstawie danych GUS, przy czym według oceny KPZK 2030 dane GUS są znacznie zaniżone (w 2010 r. o mniej więcej 8%).

<sup>18</sup> W dwóch pozostałych krajach o wysokim wskaźniku policentryczności udział ludności miejskiej wynosi: Irlandia 63%, Dania 88%.

<sup>17</sup> Assessments and forecasts contained in the UN report [13] were prepared on the basis of the GUS data, however, according to the assessment of KPZK 2030, the GUS data are significantly underestimated (in 2010 by about 8%).

<sup>18</sup> In two other countries with a high rate of polycentricism the share of urban population is as follows: Ireland 63%, Denmark 88%.

leżnie od układu wielkościowego jednostek osadniczych oraz wiążących je zależności różny może być zakres i siła zadawanych stymulatorów oczekiwanych procesów i inhibitorów obecnych w układzie negatywnych tendencji. Efektywność takich działań może być weryfikowana metodami symulacyjnymi.

Proponowana w KPZK 2030 struktura sieci funkcjonalnej na 2030 r. skutecznie integruje ośrodki uprzywilejowane na obszarach najbardziej zagospodarowanych. Beneficjentami oddziaływań takiej sieci funkcjonalnej są także miasta ulokowane na skraju trzonu układu: Wrocław, Rzeszów, Lublin, oraz Kielce i Gorzów Wielkopolski. Ośrodki bardziej oddalone, jak Szczecin, utrzymują status peryferyjnych. Sieć ta odpowiada za koncentrujące właściwości Białegostoku i Olsztyna, zarazem jednak nie lokuje w tych miastach centrów o sile koncentracji porównywalnej z pozostałymi miastami uprzywilejowanymi.

Idea policentrycznego modelu rozwoju struktury przestrzennej Polski realizowanego przez połączenia funkcjonalne między uprzywilejowanymi ośrodkami, w kontekście ocen symulacyjnych przeciwdziała tendencji do nadmiernej koncentracji i – w efekcie – polaryzacji rozwoju. Przeprowadzone badania symulacyjne wskazują, że połączenia funkcjonalne diagnozowane oraz proponowane w KPZK 2030 przyczyniają się do utrzymania i umacniania policentrycznej struktury Polski, w niewielkim jednak stopniu poprawiają status centrów na obszarach peryferyjnych.

Depending on the quantity system of settlement units as well as the relations between them, the scope and strength of the particular stimulators of the expected processes and inhibitors of negative tendencies which are present in the system can be different. The effectiveness of such actions can be verified by means of simulation methods.

The structure of the functional network for the year 2030 proposed in KPZK 2030 effectively integrates the main centres in the areas which are most invested. The beneficiaries of the effects of the functional network of this type are also the cities which are located on the edge of the system core: Wrocław, Rzeszów, Lublin as well as Kielce and Gorzów Wielkopolski. The cities which are situated a bit further such as Szczecin maintain the status of peripherals. This network is responsible for the concentration properties of Białystok and Olsztyn but at the same time, however, in these cities it does not locate centres with the concentration power comparable to that of other main cities.

The idea of a polycentric model of the spatial structure development of Poland, which is carried out by means of functional connections between the main cities, in the context of simulation assessments counteracts a tendency for excessive concentration and – as a result – polarization of development. The conducted simulation studies show that functional connections which were diagnosed and proposed in KPZK 2030 contribute to maintaining and strengthening the polycentric structure of Poland, nevertheless, they improve the status of centres in the peripheral areas only to a small extent.

Translated by  
Bogusław Setkowicz

### Bibliografia/References

- [1] NORDREGIO, 2004–2005. *ESPON 1.1.1 Potentials for polycentric development in Europe*, [https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPON2006Projects/ThematicProjects/Polycentricity/fr-1.1.1\\_revised-full.pdf](https://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/ESPON2006Projects/ThematicProjects/Polycentricity/fr-1.1.1_revised-full.pdf) [accessed: 4.06.2012].
- [2] Komornicki T., Korcelli T., Siłka P., Śleszyński P., Świątek D., *Powiązania funkcjonalne pomiędzy polskimi metropoliami*, PAN IGiPZ, Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa 2013.
- [3] Bański J., *Koncepcje rozwoju struktury przestrzennej w Polsce – polaryzacja czy równoważenie?*, „Przegląd Geograficzny” 2007, T. 79, z. 1, 45–77.
- [4] *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030*, Uchwała Nr 239 Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie przyjęcia Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, MP 2012, nr 0, poz. 252, [http://mr.bip.gov.pl/fobjects/download/48478/kpz\\_kuchwala\\_zal\\_do240\\_13042012-pdf.html](http://mr.bip.gov.pl/fobjects/download/48478/kpz_kuchwala_zal_do240_13042012-pdf.html) [accessed: 12.03.2016].
- [5] Zipsper T., *A Simulation Model of Urban Growth Based on the Model of the Opportunity Selection Process*, „Geographia Polonica” 1972, Vol. 27, 119–132.
- [6] Zipsper T., Dobrowolski M., Głogowski K. et al., *Prognoza symulacyjna struktury przestrzennej Polski na lata 1990–2000. Etap I, Etap II (końcowy)*, Raporty Instytutu Architektury Politechniki Wrocławskiej 1976, Nr 101, Wrocław 1972–1976.
- [7] Ossowicz T., *Metoda ustalania kolejności przedsięwzięć polityki przestrzennej miasta wielkiego*, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2003.
- [8] Zipsper T., Brzuchowska J., Mlek M., Sławski J., Zipsper W., *Przestrzenne determinanty, szanse i stymulatory w makroregionie innowacyjnym*, [w:] *Prognozy rozwoju województwa dolnośląskiego do 2020 r. Materiały konferencyjne*, Wrocław 2008, 37–59.
- [9] Zipsper T., Mlek M., Zipsper W., *Interdependence of Population Concentrations and Their Activities as a Dynamic Factor of Continental Cohesion*, „Review of Economics & Finance” 2012, Vol. 2, No. 4, 131–149.
- [10] Zipsper T., Mlek M., *Modelowe próby interpretacji prawa Zipfa w systemie osadniczym*, Studia KPZK PAN, T. 114, Warszawa 2005.
- [11] Zipsper T., Mlek M., Zipsper W., *Zipf's law in hierarchically ordered open system*, „Jahrbuch für Regionalwissenschaft” 2011, Vol. 31, Iss. 2, 93–112.
- [12] Mlek-Galewska M., *Generowanie struktur hierarchicznych w modelowaniach alokacyjnych*, Raporty Katedry Planowania Przestrzennego Politechniki Wrocławskiej 2011, Raport Serii Sprawozdania Nr 112/2011/S-015.
- [13] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*, <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf> [accessed: 23.02.2016].



### ***Streszczenie***

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK 2030) odwołuje się do idei policentryczności jako głównego mechanizmu zwiększającego integrację przestrzeni Polski i służącego rozprzestrzenianiu procesów wzrostu. W dokumencie KPZK 2030 identyfikowane są ośrodki węzłowe, wyznaczone na różnych poziomach hierarchicznych, powiązane układem relacji funkcjonalnych. Modele takich struktur poddano analizie symulacyjnej mechanizmem pośrednich możliwości. Oceniono wpływ sieci funkcjonalnych na atrakcyjność poszczególnych miast oraz obszarów peryferyjnych. Wykazano efekty integracji policentrycznej struktury przestrzeni Polski na obszarach najbardziej zagospodarowanych oraz słabe oddziaływanie na obszarach peryferyjnych.

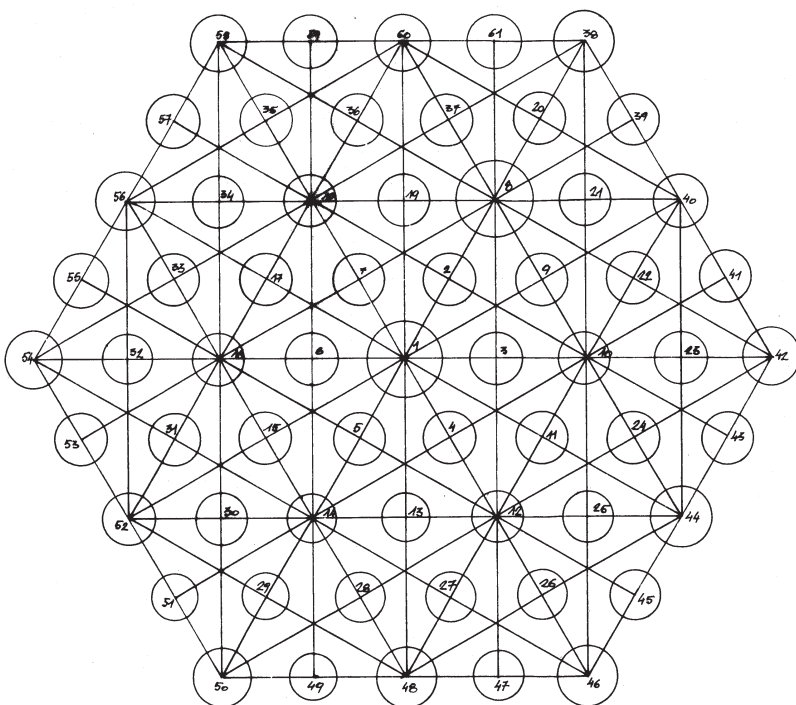
**Słowa kluczowe:** model pośrednich możliwości, struktura regionalna Polski, struktura policentryczna

### ***Abstract***

The National Spatial Development Concept 2030 relates to the polycentric development idea to be the main mechanism of strengthening the integrity of Polish space and the diffusion of growth processes. It identifies main cities on various levels of hierarchy, and the network of functional links between them. Models of such settlement structures were examined using the simulation intervening opportunity model. The functional network influence on the attractiveness of main cities and peripheral areas was evaluated. In regard to the most invested areas the effects of integration of polycentric Polish settlement structure were proven, moreover a weak influence on peripheries was observed.

**Key words:** intervening opportunities model, regional structure of Poland, polycentric structure

SIEĆ F CAŁOŚĆ  
ROZŁOŻENIE MODELWE



Modelowe rozłożenie koncentracji celów w jednym z typów sieci regularnych (trójkątowno-dwusiecznej)

Modelling distribution of the destination concentration in one of the regular network types (triangular-bisector network)

Źródło/Source: *Określenie wzorców sieci ośrodków usługowych na podstawie modelowania numerycznego*, praca zbiorowa pod red. T. Zipsera, raport z prac Zespołu Badawczego nr 8 Instytutu Architektury i Urbanistyki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1978