

Henryk Ponikowski

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

ZMIANY GLOBALNE JAKO CZYNNIK ROZWOJU LOKALNEGO

1. Wstęp

Każda zmiana w otoczeniu globalnym lub lokalnym rodzi nowe wyzwania. Jeśli mamy sprostać tym wyzwaniom, to musimy wiedzieć, jakie decyzje i działania należy podejmować. W obliczu wyzwań globalnych, systemy terytorialne w poszukiwaniu optymalnych rozwiązań zwykle korzystają z wiedzy i doświadczenia innych regionów. Jednak często zdolność do prostej adaptacji tych doświadczeń nie wystarcza. By sprostać konkurencji, należy podejmować nowe wyzwania rozwojowe, a to wiąże się często z ponoszeniem ryzyka. We współczesnym świecie systemy terytorialne muszą więc ciągle i skutecznie uczyć się „w czasie bieżącym”.

W modelowaniu relacji między globalnością zmian a lokalnością rozwoju pojawia się podstawowy dylemat. Jaki jest mechanizm dyfuzji zmian globalnych? Czy np. sposób rozprzestrzeniania się mody, epidemii różnych chorób (np. ptasiej grypy) czy terroryzmu podobny jest do mechanizmu dyfuzji informacji, wiedzy czy innowacji? Z pewnością można stwierdzić, że niezależnie od charakteru zjawisk zbyt gwałtowne tempo rozprzestrzeniania zmian wywołuje zawsze zjawiska kryzysowe. M. Bałtowski [1] zauważa, że w minionym stuleciu można wskazać na dwa takie procesy. Jeden miał miejsce w 1929 r. w USA, gdy rozpoczął się wielki kryzys, a drugi w latach 1989-1990 w Europie Wschodniej, gdy rozpoczął się czas wielkich przemian systemowych. Okazało się, że głównym problemem związanym z gwałtownym rozprzestrzenianiem się zjawisk jest brak odpowiedniej wiedzy związanej z ekonomią przejścia.

2. Istota relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym

Jakie są zatem charakterystyczne cechy relacji między globalnością zmian a lokalnością rozwoju? Cechy bowiem determinują istotę i właściwości relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym.

Po pierwsze, nie ulega wątpliwości, że rozprzestrzenianie się każdego z zmian wymaga upływu określonego czasu. Pojawia się więc pytanie, jaki czas jest potrzebny, by na poziomie lokalnym pojawiły się efekty tych zmian globalnych.

Po drugie, czy czas jest jedynym wyznacznikiem relacji między globalnością zmian a lokalnością rozwoju. Przecież pomiędzy metropoliami jako głównymi generatorami zmian globalnych a lokalnością rozwoju występuje zawsze pewna odległość fizyczna. Większa odległość od źródła zmian osłabia zawsze siłę impulsów rozwoju.

Po trzecie, należy podkreślić, że o ile zmiana może być impulsem pochodzącym z zewnątrz, o tyle reakcja systemu na zmianę wynika zawsze z poziomu potencjałów rozwoju endogenicznego. Sposób reakcji na zmiany i możliwości dojścia do stanu równowagi po zmianach wynikają więc z potencjałów systemów lokalnych. Potencjał ten decyduje też o sile przyciągania zmian i aktywności lokalnej.

Po czwarte, między obszarami lokalnymi czy regionalnymi a otoczeniem globalnym istnieje określona sieć powiązań. To właśnie sieci są nośnikiem wszelkich zmian globalnych. Sieci mogą w sposób ciągły rozprzestrzeniać zarówno szanse, jak i zagrożenia rozwojowe. Sieci generują też określoną wrażliwość na zmiany, a w konsekwencji wyznaczają mechanizmy rozwoju. Należy podkreślić, że w praktyce powiązań terytorialnych sieć ma zwykle układ zależności nieliniowych. Dlatego też przyjmujemy założenie, że zmiany globalne są czynnikiem (a nie składnikiem) rozwoju lokalnego.

Istotne jest, że w dyfuzji zjawisk globalnych pojawiają się także bariery, które wynikają zarówno ze specyfiki lokalizacji, jak i z właściwości zjawisk. W rozpowszechnianiu zmian globalnych mogą wystąpić przede wszystkim bariery instytucjonalne, rozumiane jako mechanizmy funkcjonowania systemów regionalnych i lokalnych, mentalność społeczna, sposób powiązania z otoczeniem, wrażliwość na procesy transformacji czy szybkość uczenia się zmian globalnych.

Reasumując, można stwierdzić, że relacja między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- pojawienie się efektów zmian globalnych na poziomie regionalnym i lokalnym wymaga zawsze upływu określonego czasu – istotą tej relacji jest więc pewien dystans czasowy,
- między źródłem zmian globalnych a obszarami lokalnymi występuje zwykle pewna odległość fizyczna – istotą tej relacji jest więc dystans przestrzenny,
- w relacji tej istnieje określona regionalna i lokalna siła przyciągania zmian globalnych, która zależy od potencjału poziomu rozwoju endogenicznego – istotą tej relacji jest więc pewna siła przyciągania zmian globalnych,

- w dyfuzji zmian globalnych pojawiają się często bariery rozprzestrzeniania, które wynikają z właściwości miejsc lokalizacji i charakteru zjawisk charakterystycznych dla systemów terytorialnych – istotą tej relacji są zatem określone bariery rozprzestrzeniania zmian,
- między obszarami regionalnymi i lokalnymi a otoczeniem globalnym istnieje określona sieć powiązań – istotą tej relacji są więc powiązania sieciowe,
- sieci charakteryzują się określonym sposobem powiązania. Sposób powiązań wyznacza poziom wrażliwości na zmiany – istotą tej relacji jest zwykle nieliniowy mechanizm powiązań,
- informacje o zmianach globalnych przepływają jedynie w kierunku lokalnym. Relacja ta nie ma zależności zwrotnej. Zależność między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym jest więc jednokierunkowa – od zmian globalnych do lokalnych.

3. Możliwości modelowania

W modelowaniu relacji między globalnością zmian a lokalnością rozwoju istotne jest wykorzystanie odpowiednich narzędzi opisu. Wydaje się, że w tym względzie można wykorzystać podejście oparte na modelach dyfuzji. Modele te, przyjmując różne założenia, opisują rozprzestrzenianie się zjawisk (często innowacji) w relacji do upływu czasu, potencjałów miejsc lokalizacji, odległości od źródła informacji, społecznej akceptacji zmian, a tym samym szybkości przybywania zwolenników i przeciwników innowacji¹.

Alternatywnym rozwiązaniem może być podejście oparte na jednokierunkowych sztucznych sieciach neuronowych. Ten typ sieci, w których sygnały przesyłane są od warstwy wejściowej, czyli otoczenia globalnego, do warstwy wyjściowej, czyli regionu lub dowolnego obszaru lokalnego, jest charakterystyczny dla analizowanej zależności.

P. Lula [6, s. 43] stwierdza, że jednokierunkowe sieci wielowarstwowe mogą być wykorzystywane do modelowania i prognozowania cen akcji i obligacji na rynkach kapitałowych, kursów wymiany walut, do analizy kondycji finansowej przedsiębiorstw, bankructw i fuzji firm, a także do prognozowania poziomu PKB, inflacji czy stopy bezrobocia. R. Domański [3, s. 351] wskazuje zaś, że sztuczne sieci neuronowe mogą być wykorzystywane do modelowania zagadnień geografii ekonomicznej, ekonomii miast i regionów, gospodarki przestrzennej, ochrony i kształtowania środowiska.

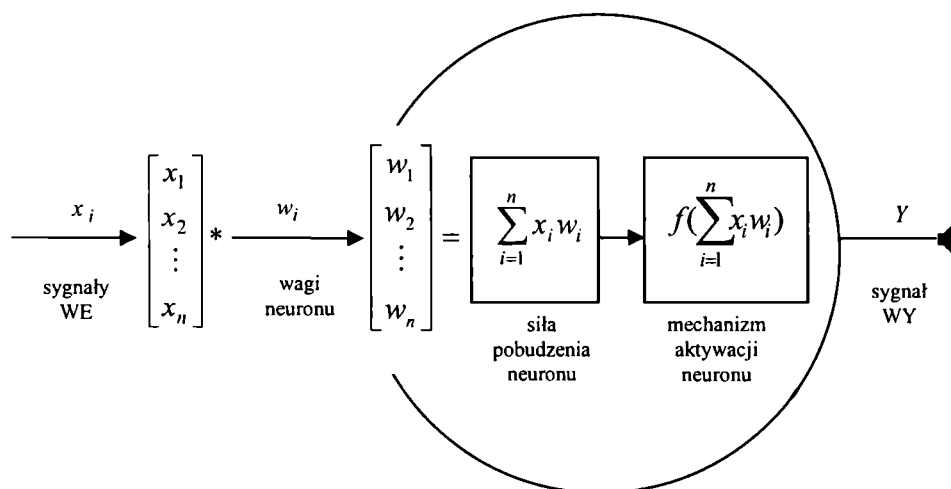
Wydaje się, że sztuczne sieci neuronowe mogą też być wykorzystywane do modelowania efektów zmian globalnych na poziomie regionalnym i lokalnym. Sieci neuronowe można bowiem traktować jako model rozprzestrzeniania i prze-

¹ Więcej na ten temat można znaleźć w pracach [8; 7; 4].

tworzenia zmian globalnych oraz jako sposób uczenia się tych zmian przez systemy lokalne i regionalne.

Inspiracji do budowania koncepcji sztucznych sieci neuronowych dostarczyły nauki przyrodnicze. Elementami sieci zarówno naturalnych (biologicznych), jak i sztucznych są więc dendryty, neurony, aksony i synapsy. Dendryty zbierają wszelkie informacje i przekazują je neuronowi. Przetworzone sygnały wysyłane są dalej, przez połączenie zwane aksonem, do synapsy. Synapsa jednego neuronu, poprzez styk z synapsą innego, przekazuje cały swój zasób informacyjny do kolejnego neuronu. Należy podkreślić, że neuron może mieć wiele dendrytów, ale tylko jeden akson jest zakończony synapsą.

Układ elementów dla pojedynczego neuronu obrazuje rys. 1.



Rys. 1. Model pojedynczego sztucznego neuronu dla x_i sygnałów wejściowych ($i = 1, 2, \dots, n$)

Źródło: opracowanie własne.

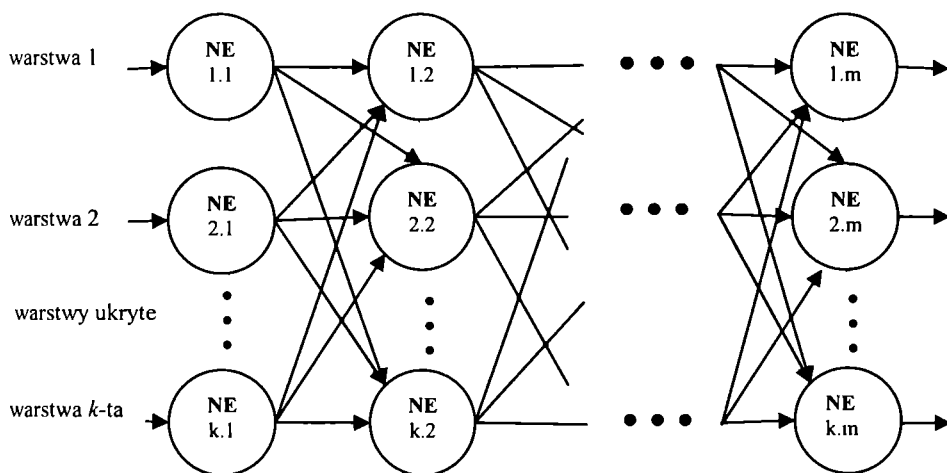
Należy zauważyć, że podstawową cechą pojedynczego neuronu jest to, że ma wiele wejść i tylko jedno wyjście. Informacje wprowadzane do neuronu są ważoną sumą sygnałów wejściowych. Wagi są bardzo ważnym elementem przetwarzania neuronowego. Określają bowiem kierunek i siłę pobudzenia neuronu. Dodatnia wartość wagi zawsze pobudza neuron. Taki impuls, wysyłany dalej, pobudza do działania potencjał całej sieci. Impulsy ujemne sprawiają zaś, że osłabiana jest aktywność neuronu, a w konsekwencji i całej sieci. Jeśli wartość impulsu wynosi zero, oznacza to, że zanika sygnał do działania.

W przypadku modelowania relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym i regionalnym, wagami aktywacji sieci, które generują siłę pobudzania neuronów do działania, mogą być:

- znaczenie marki narodowej na arenie międzynarodowej,
- wzmacnianie związków regionu z gospodarką światową,
- wiedza i odpowiednie kompetencje organów samorządu terytorialnego,
- potencjał innowacyjności i siła konkurencyjności regionalnej,
- wzmacnianie roli nauki w rozwoju lokalnym i regionalnym,
- rozwój regionalnych sieci informacyjnych,
- sieć instytucji wspomagania biznesu,
- rozwinięta infrastruktura techniczna,
- wysoka dostępność komunikacyjna,
- poziom urbanizacji regionu, a szczególnie ośrodków metropolitalnych,
- rozwój społeczeństwa obywatelskiego i informacyjnego,
- marketing regionalny,
- ważne osoby lub instytucje regionalne i lokalne wspomagające rozwój.

Należy podkreślić, że wszystkie neurony powiązane są w sieci. Sieć ta może być wielowarstwowa, a w szczególnym przypadku jednokierunkowa. W tego typu sieci przetwarzanie jest równoległe, a przekazywanie jednokierunkowe.

Graficzny obraz takiej sieci przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat sieci wielowarstwowej jednokierunkowej dla j -tej warstwy sieci ($j = 1, 2, \dots, k$) oraz l -tego neuronu w każdej warstwie sieci ($l = 1, 2, \dots, m$)

Źródło: opracowanie własne.

Przyjmujemy, że wielowarstwowe i jednokierunkowe sieci neuronowe mogą znaleźć zastosowanie w modelowaniu relacji zachodzących między zmianami globalnymi a poziomem rozwoju lokalnego i regionalnego. Po pierwsze, z pewnością relacja między globalnością zmian a lokalnością rozwoju jest jednokierunkowa. Informacje o zmianach globalnych przenoszone są jedynie w kierunku poziomu

lokalnego. Relacja ta nie ma więc zależności zwrotnej. Po drugie, zależności te są wielowarstwowe.

W systemach terytorialnych wyszczególnić można kilka nakładających i przenikających się warstw takiej sieci, tj.:

- administracyjną – wynikającą z ustawowych kompetencji i uregulowań wprowadzających podział terytorialny państwa,
- osadniczą – wyznaczającą miejsca koncentracji ludności i działalności produkcyjnej, usługowej czy kulturalnej,
- gospodarczą – określającą zasoby i potencjały materialne i niematerialne regionu oraz warunki prowadzenia działalności gospodarczej,
- społeczną – wskazującą przestrzenne zróżnicowanie zamożności, jakości życia ludności i aktywności społecznej,
- przyrodniczą – odnoszącą się do zasobów naturalnych, surowców czy ograniczeń lokalizacyjnych związanych z ukształtowaniem przestrzeni regionalnej,
- kulturową – wynikającą z całego dziedzictwa historycznego, tradycji oraz dorobku materialnego i duchowego mieszkańców.

Na tych poziomach funkcjonowania każda informacja o zmianach globalnych jest modyfikowana przez odpowiednie wagi i przetwarzana według określonego mechanizmu funkcji aktywacji.

4. Mechanizm aktywacji rozwoju

Poziom rozwoju lokalnego – oprócz czynników endogenicznych – determinuje sieć powiązań z otoczeniem globalnym i lokalnym. Charakter tych powiązań wyznacza wrażliwość na zmiany, a w konsekwencji mechanizm aktywacji rozwoju lokalnego.

Oczywiście, zależności między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym można opisać za pomocą funkcji różnego typu. W praktyce często przyjmuje się, że zależności przyczynowo-skutkowe kształtują się w sposób addytywny. Oznacza to liniowy mechanizm powiązań, czyli, że w tych samych warunkach określona przyczyna wywołuje takie same skutki. Jednak modele liniowe nie zawsze dobrze przylegają do badanej rzeczywistości. Wynika to z tego, że „bardzo niewiele realnie istniejących systemów jest w pełni i dokładnie liniowych. Liniowe są natomiast w większości przypadków modele matematyczne tych systemów, konstruowane na potrzeby badania ich dynamiki” [10 s. 39].

Przy założeniu addytywnego mechanizmu zmian zmienne należałoby traktować jako składniki rozwoju. Wydaje się jednak, że w wielu rzeczywistych sytuacjach rozwoju lokalnego i regionalnego warunek liniowości rozwoju jest trudny do spełnienia. Przyjmujemy więc, że w ważona suma informacji przesyłana z otoczenia globalnego do regionu czy obszarów lokalnych jest przetwarzana za pomocą

nieliniowych funkcji aktywacji. Tylko w przypadku multiplikatywnego sposobu powiązania zmiennych możemy więc mówić o czynnikach rozwoju.

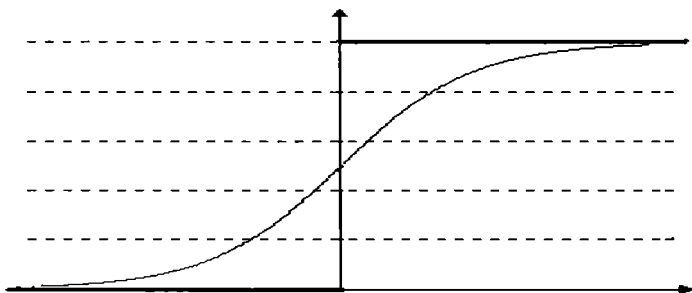
Funkcje aktywacji (przejścia), które określają sposób działania sieci mogą mieć różne postacie (zob. [5, s. 163; 6 s. 15]). Do opisu aktywacji rozwoju lokalnego pod wpływem zmian globalnych możemy zastosować często wykorzystywaną sigmoidalną funkcję postaci;

$$y = f(p) = \frac{1}{1 + e^{-\beta p}},$$

gdzie: $p = \sum_{i=1}^n x_i w_i$ – siła pobudzenia rozwoju,

$\beta \in (0,1]$ – parametr funkcji, którego wartość wpływa na kształt funkcji aktywacji, przy czym gdy $\beta \rightarrow \infty$, wówczas funkcja sigmoidalna przechodzi w funkcję skokową (progową unipolarną).

Graficzny obraz funkcji sigmoidalnej przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Sigmoidalna funkcje aktywacji rozwoju lokalnego

Źródło: opracowanie własne.

Należy pamiętać, że szczególną własnością nieliniowości relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym jest wysoka wrażliwość na zmiany. Ta właściwość nieliniowości może generować zachowania chaotyczne, a w konsekwencji różne trajektorie rozwoju.

Oczywiście, chaos nie może być właściwością deterministycznych układów liniowych, które zakładają, że określona przyczyna wywołuje zawsze stały efekt zmian. Zachowania chaotyczne są zatem charakterystyczne jedynie dla układów multiplikatywnych, generowanych przez nieliniowe reguły zależności.

A zatem chaos jako właściwość nieliniowych układów terytorialnych należy traktować jako jeden z czynników rozwoju. W tym kontekście R. Domański [2, s. 146] podkreśla, że „...chaos nie ma negatywnej konotacji. Jest traktowany jako zjawisko neutralne lub nawet twórcze, bez którego nie mogłoby się dokonać przekształcenie wewnętrznej logiki systemu i jego powiązań ze zmieniającym się otoczeniem”. I. Stewart [9, s. 7] podkreśla zaś, że wielkim odkryciem ostatnich lat jest stwierdzenie, że chaos jest tak samo powszechny jak tradycyjne zachowanie, takie jak stany stacjonarne i cykle periodyczne.

5. Uczenie się zmian globalnych

Sztuczne sieci neuronowe jako model relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym – podobnie jak mózg – mają zdolność uczenia się i zapamiętywania. Problem sprowadza się do takiego wytrenowania neuronu, by przy określonych sygnałach wejściowych zwracał najlepszą informację wyjściową.

W procesie trenowania sieci regionalnych i lokalnych można pokazywać przykłady doświadczeń innych regionów, a także stawiać do rozwiązania ciągle nowe zadania konkurencyjne. Należy jednak pamiętać, że w procesie tym sterowaniu podlegają wagi neuronu.

W iteracyjnym procesie uczenia wykorzystywany jest często tzw. algorytm wstecznej propagacji błędu. Oznacza to, że informacja o błędnym rozwiązaniu jest zwracana do wejścia sieci neuronowej. Tak postępujemy w kolejnych iteracjach, aż osiągniemy efekt uczenia, który będzie niewiele różnił się od stanu oczekiwanego. Należy podkreślić, że każde nowe zadanie, które pojawia się na wejściu, jest zawsze modyfikowane przez współczynniki wagowe. Tym samym zmienia się siła pobudzenia neuronu. Oznacza to, że dla każdego nowego zadania wejściowego, nawet bez zmiany funkcji aktywacji otrzymujemy zawsze nowy poziom sygnałów wyjściowych.

Uczenie sieci może przebiegać z nauczycielem (pod nadzorem) lub bez nauczyciela (samouczenie). W modelowaniu zmian globalnych jako czynników rozwoju lokalnego szczególne znaczenie może mieć samouczenie, które prowadzi do automatycznej regulacji wszystkich elementów sieci i struktur lokalnych. Taki sposób autoregulacji generuje zwykle nową jakość regionalną lub lokalną.

Należy podkreślić, że regiony i obszary lokalne jako otwarte systemy terytorialne dążyć będą zawsze do równowagi poprzez tworzenie nowych struktur wewnętrznych w celu wykorzystania pojawiających się szans w otoczeniu. Na obecnym etapie rozwoju polskich regionów problem sprowadza się jednak do przyspieszenia tych procesów transformacji, gdyż uczenie bez nauczyciela, czyli samoczynna zmiana historycznie ukształtowanych struktur regionalnych i relacji z otoczeniem, jest zawsze bardzo powolna.

Dzięki zdolnościom adaptacyjnym sztuczne sieci neuronowe mogą być wykorzystywane do uczenia się regionów i obszarów lokalnych w zakresie:

- przyciągania inwestorów zagranicznych,
- przyciągania turystów,
- zwiększania zdolności wykorzystywania środków pomocowych,
- uczenia się zapobiegania zjawiskom kryzysowym, np. powodziom, zagrożeniom terrorystycznym,
- przeciwdziałania bezrobociu,
- zapobiegania i przeciwdziałania zjawiskom patologii społecznych,
- umiejętności budowania strategii konkurencyjności i innowacyjności regionalnej i lokalnej,
- uczenia się procedur funkcjonowania społeczeństwa demokratycznego i obywatelskiego,
- zmian systemowych i instytucjonalnych dla różnych układów terytorialnych.

6. Uwagi końcowe

Podstawowym czynnikiem rozwoju lokalnego jest potencjał endogeniczny. Szczególnie we współczesnej gospodarce globalnej istotną rolę odgrywają wykształcone kadry, które potrafią wykorzystać szanse, a jednocześnie przeciwdziałać zagrożeniom pojawiającym się w otoczeniu globalnym.

Czynnikami rozwoju lokalnego mogą być także zmiany globalne. Oczywiście jest, że każda zmiana w systemie lub otoczeniu sprawia, że dotychczasowy układ może stać się niestabilny. Zależy to od właściwości relacji między globalnością zmian a lokalnością rozwoju. W przypadku nieliniowości tej relacji mogą pojawiać się zachowania chaotyczne. Szybkość powrotu do nowego stanu równowagi zależy więc od możliwości uczenia się zmian i szybkości samoorganizacji nowej struktury lokalnej.

Nieliniowość sieci powiązań, a w konsekwencji wysoka wrażliwość na zmiany z jednej strony może prowadzić do nagłych załamań, a z drugiej może zapewniać szybkie generowanie nowych struktur. Nowe struktury mogą zaś dążyć do rozwoju zrównoważonego lub generować punkty zwrotne, które po chwilowym wytrąceniu z równowagi zapewniają ponowny powrót do stabilizacji. Chaos jako nieodłączny element uporządkowania układów nieliniowych nie może być oddzielony od całego układu. Stanowi więc dodatkowy i specyficzny czynnik rozwoju. To właśnie w nieliniowości powiązań należy upatrywać szansę przyspieszenia zmian na obszarach zapóźnionych w rozwoju.

Wydaje się, że do modelowania zależności między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym, możemy wykorzystać koncepcję sztucznych sieci neuronowych. Sztuczne sieci neuronowe są bowiem skutecznym narzędziem modelowania zjawisk i systemów, które nie mają dobrze rozpoznanej struktury, a więc są trudne do formalizacji. Mogą też być wykorzystane do modelowania procesów o niekompletnym zbiorze informacji wejściowych [3, s. 347].

Istotną cechą sztucznych sieci neuronowych jest ich zdolność uczenia się. Zdolności uczenia się miast, regionów i obszarów lokalnych są szczególnie cenną właściwością układów terytorialnych funkcjonujących we współczesnym świecie. Ten, który ma większą wiedzę, szybciej uczy się i podejmuje ryzyko, może osiągnąć znacznie więcej niż ten, który kieruje się jedynie intuicją i doświadczeniem innych. Możliwości uczenia się zmian globalnych prowadzą w konsekwencji do racjonalizacji polityki i gospodarki lokalnej i regionalnej.

Należy jednak podkreślić, że zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do modelowania rzeczywistych relacji między zmianami globalnymi a rozwojem lokalnym wymaga zawsze twórczego podejścia, a nie mechanicznego przenoszenia metod sztucznej inteligencji. W regionalistyce pojawia się bowiem wiele specyficznych problemów, które nie występują w innych dziedzinach.

R. Domański [3, s. 351] zwraca uwagę, że mimo iż podejmowane są coraz liczniejsze próby zastosowania sieci neuronowych, to w dalszym ciągu brak jest szerszych opracowań, które weryfikowałyby adekwatność tych metod do odpowiedniej klasy problemów. Brak jest też opracowań, które precyzyjnie wskazywałyby na przewagę metod sztucznej inteligencji nad metodami konwencjonalnymi.

Literatura

- [1] Bałtowski M., *Transformacja gospodarcza jako wyzwanie i przedmiot badań nauki ekonomii*, [w:] *Nauki ekonomiczne wobec problemów współczesnej gospodarki*, red. J. Węclawski, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2005.
- [2] Domański R., *Przestrzenna transformacja gospodarki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [3] Domański R., *Sieci neuronowe – rozpoznawanie możliwości zastosowań*, „Przegląd Geograficzny” 2000, T. LXXII, z. 4.
- [4] *Ekonometria przestrzenna*, red. A. Zeliaś, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1991.
- [5] Lasek M., *Data Mining. Zastosowania w analizach i ocenach klientów bankowych*, Biblioteka Menedżera i Bankowca, Warszawa 2002.
- [6] Lula P., *Jednokierunkowe sieci neuronowe w modelowaniu zjawisk ekonomicznych*, AE, Kraków 1999.
- [7] Łoboda J. *Modele dyfuzji w badaniach geograficznych*, [w:] *Metody ilościowe i modele w geografii*, red. Z. Chojnicki, PWN, Warszawa 1977.
- [8] *Podstawy teoretyczne gospodarki przestrzennej i zarządzania przestrzenią*, red. T. Bajeroski, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2003.
- [9] Stewart I., *Czy Bóg gra w kości. Nowa matematyka chaosu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [10] Wołoszyn J., *Elementy teorii chaosu deterministycznego w badaniu systemów ekonomicznych*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie nr 551, AE, Kraków 2000.

GLOBAL CHANGES AS A FACTOR OF LOCAL DEVELOPMENT

Summary

The paper presents characteristic features of relations between global changes and local development. It indicates that multi-layer networks of territorial phenomena have a system of non-linear dependence in practice. Therefore, global changes are perceived as factors of local development.

For the purpose of modeling dependence between global changes and local development, it is possible to make use of approach based on feed-forward artificial neural networks.

GLOBALNÍ ZMĚNY JAKO FAKTOR LOKÁLNÍHO ROZVOJE

Anotace

V příspěvku jsou prezentovány charakteristiky souvislostí mezi globálností změn a lokálností rozvoje. Je konstatováno, že v praxi mají multivrstvové sítě územních jevů většinou nelineární vazby. A proto jsou globální změny považovány za faktory lokálního rozvoje.

Ukazuje se, že k modelování vazeb mezi globálními změnami a lokálním rozvojem lze využít přístup založený na jednosměrných umělých neuronových sítích.

GLOBALE ÄNDERUNGEN ALS FAKTOR DER LOKALEN ENTWICKLUNG

Zusammenfassung

Im Artikel wurden charakteristische Eigenschaften der Relationen zwischen den globalen Änderungen und der lokalen Entwicklung dargestellt. Es wurde darauf hingewiesen, dass die mehrschichtigen Netze der territorialen Erscheinungen praktisch meistens ein System der nichtlinearen Abhängigkeit haben. Daher auch werden die globalen Änderungen als Faktoren der lokalen Entwicklung angesehen.

Es wurde darauf hingewiesen, dass zur Modellierung der Abhängigkeiten zwischen den globalen Änderungen und der lokalen Entwicklung die Stellungnahme angelehnt an die einseitigen künstlichen Neuronnetze genutzt werden kann.