

ŁATUSZYŃSKA Małgorzata¹
STRULAK-WÓJCIKIEWICZ Roma²

Koncepcja modelu symulacyjnego do oceny wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na bezpieczeństwo ekologiczne

WSTĘP

Dynamicznie rozwijający się sektor transportowy przyczynia się w ogromnym stopniu do realizacji celów unijnej Strategii Lizbońskiej na rzecz wzrostu gospodarczego i zatrudnienia [9]. Transport jest jednym z najważniejszych czynników determinujących rozwój regionalny. Towarzyszący rozwojowi tego sektora wzrastający popyt na usługi transportowe prowadzi jednak do coraz większego natężenia ruchu, a w konsekwencji do poważnych *zagrożeń ekologicznych*. W związku z tym, każda planowana inwestycja w infrastrukturę transportu wymaga wnikliwej oceny potencjalnego wpływu na środowisko, w celu minimalizacji zagrożeń i zachowania *bezpieczeństwa ekologicznego* [36, s. 17-25]. Zgodnie z zapisami unijnych i krajowych przepisów [8], [42] narzędziem, które umożliwia w miarę pełną i obiektywną identyfikację możliwych zagrożeń jest ocena oddziaływania na środowisko (OOS)³. OOS jest usystematyzowanym sposobem postępowania polegającym na interdyscyplinarnym identyfikowaniu i ocenie wpływu planowanych przedsięwzięć oraz ich alternatyw na określony obszar i zachodzące na nim procesy [1, s. 40]. Istotą OOS jest określenie wpływu na środowisko każdej inwestycji z uwzględnieniem mierzalnych i niemierzalnych skutków środowiskowych, które są zróżnicowane nie tylko ze względu na ich rodzaj, ale również ze względu na czas ich trwania, zasięg geograficzny oraz ich wzajemne interakcje. W procedurze OOS stosowane są różnorodne metody: do identyfikacji, do prognozowania i do oceny. Istotnym problemem metodologicznym jest sposób integracji ocen, które są wyznaczane przez różnych ekspertów, przy pomocy rozmaitych metod i wielu parametrów opisujących wpływ różnych czynników na dany komponent środowiska, oraz przedstawienie ocen w sposób zrozumiały dla wszystkich uczestników procesu⁴. Aby móc zintegrować różne podejścia i metody stosowane w OOS i przedstawić wyniki oceny w sposób zrozumiały dla wszystkich uczestników procesu potrzebne jest zastosowanie odpowiedniego narzędzia, które pozwoliłoby na: dostarczanie kompleksowych informacji dotyczących wszystkich przewidywanych efektów w ujęciu dynamiczno-przestrzennym [23, s. 60] oraz odzwierciedlanie wtórnych efektów (wynikających z wewnętrznej dynamiki układu jakim jest system transportowy w powiązaniu ze środowiskiem). W opinii autorki takim narzędziem mógłby być model symulacyjny zbudowany w konwencji metody dynamiki systemowej⁵.

1. BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE A INWESTYCJE W INFRASTRUKTURĘ TRANSPORTU

Bezpieczeństwo ekologiczne, zwane inaczej *bezpieczeństwem środowiskowym* jest pojęciem bardzo złożonym i wieloznacznym, zależnym od sposobu podejścia różnych autorów (szerzej na ten temat w: [39]). Bezpieczeństwo ekologiczne może dotyczyć zarówno ekosystemu⁶, jak i obszaru

¹ Uniwersytet Szczeciński, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Instytut Informatyki w Zarządzaniu, Katedra Metod Komputerowych w Ekonomii Eksperymentalnej, m-lat@wneiz.pl

² Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Katedra Logistyki i Ekonomiki Transportu, roma@ps.pl

³ Zagadnienia dotyczące procedury oceny oddziaływania na środowisko oraz metod szacowania wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na środowisko naturalne poruszone zostały między innymi w: [27, s. 189-210], [37, s. 121-132], [29, s. 197-210], [28, s. 118-136].

⁴ Pod pojęciem uczestników procedury OOS należy rozumieć inwestora, ekspertów szacujących wpływ inwestycji na dany element środowiska, organ wydający decyzję oraz społeczeństwo.

⁵ Projekt sfinansowany ze środków NCN przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/HS4/ 05232.

⁶ Ekosystem to część środowiska naturalnego, w którym zachodzi przepływ energii i obieg materii pomiędzy biocenozą (organizmami żywymi występującymi na danym obszarze powiązanymi ze sobą różnymi zależnościami) a biotopem (nieożywionymi elementami tego obszaru, tj. podłożem, wodą, powietrzem) stanowiącym tzw. środowisko zewnętrzne dla biocenozy. [22, s. 152-153].

kraju, danego regionu, kontynentu czy całego globu. Biorąc za podstawę zagrożenie ekologiczne oraz uwzględniając najczęstszy schemat: działanie negatywne - podmiot oddziaływania - skutek działania, w wyniku którego może nastąpić niebezpieczeństwo dla istot żywych na skutek zmiany środowiska naturalnego [35], można uznać, iż „bezpieczeństwo ekologiczne to stan przeciwdziałania społecznego skutkom przekształceń otaczającego środowiska” lub inaczej „stan ekosystemu, w którym ryzyko zakłóceń jego składowych jest niewielkie” [48, s. 98].

Z punktu widzenia rozwoju społeczno-gospodarczego kraju na bezpieczeństwo ekologiczne trzeba spojrzeć z perspektywy *skutków zagrożeń w środowisku*, jakie powodują procesy gospodarcze, w tym procesy inwestycyjne w infrastrukturę transportu. W związku z powyższym, „bezpieczeństwo ekologiczne to taki stan, a zarazem proces uzyskiwania właściwej współzależności systemu gospodarczego państwa i środowiska, w której procesy działalności inwestycyjnej nie powodują degradacji środowiska” [21, s. 328]. Chodzi więc o takie stymulowanie procesami rozwoju kraju, aby w jak najmniejszym stopniu zagrażały one środowisku i jego zasobom naturalnym oraz zapewniały warunki do stabilnego rozwoju i funkcjonowania w zdrowym środowisku.

Bezpieczeństwo ekologiczne stanowi ważny element podnoszący jakość życia współczesnego człowieka i jest podstawowym celem polityki ekologicznej państwa [33, s. 171]. Bezpieczeństwo ekologiczne obejmuje przeciwdziałanie jakimkolwiek zagrożeniom dla środowiska, nie tylko poprzez ochronę środowiska przyrodniczego przed niekorzystnym wpływem przedsięwzięć inwestycyjnych, ale również poprzez zróżnicowaną aktywność władz publicznych nakierowaną na podnoszenie poziomu środowiska, na poprawę jego stanu, na zapewnienie dostępu do czystego powietrza czy wody. Działania te powinny służyć stworzeniu przyjaznych warunków środowiskowych dla współczesnych i przyszłych pokoleń. Pod pojęciem bezpieczeństwa ekologicznego człowieka należy rozumieć nie tylko czyste powietrze, zdrową wodę i bezpieczną dla zdrowia żywność, ale także możliwości rekreacji i wypoczynku oraz trwałe występowanie wszystkich stwierdzanych obecnie, dziko żyjących gatunków [4, s. 57–58]. Dotyczy ono także wysokiej jakości otoczenia, poprzez ograniczenie poziomu hałasu, emisji zanieczyszczeń, zapewnienia walorów krajobrazowych itp. Bezpieczeństwo ekologiczne ma na celu stworzenie środowiska bytowania człowieka wolnego od zagrożeń, jakie mogłyby niekorzystnie wpływać na jego zdrowie lub zagrażać jego życiu [38, s. 154–155].

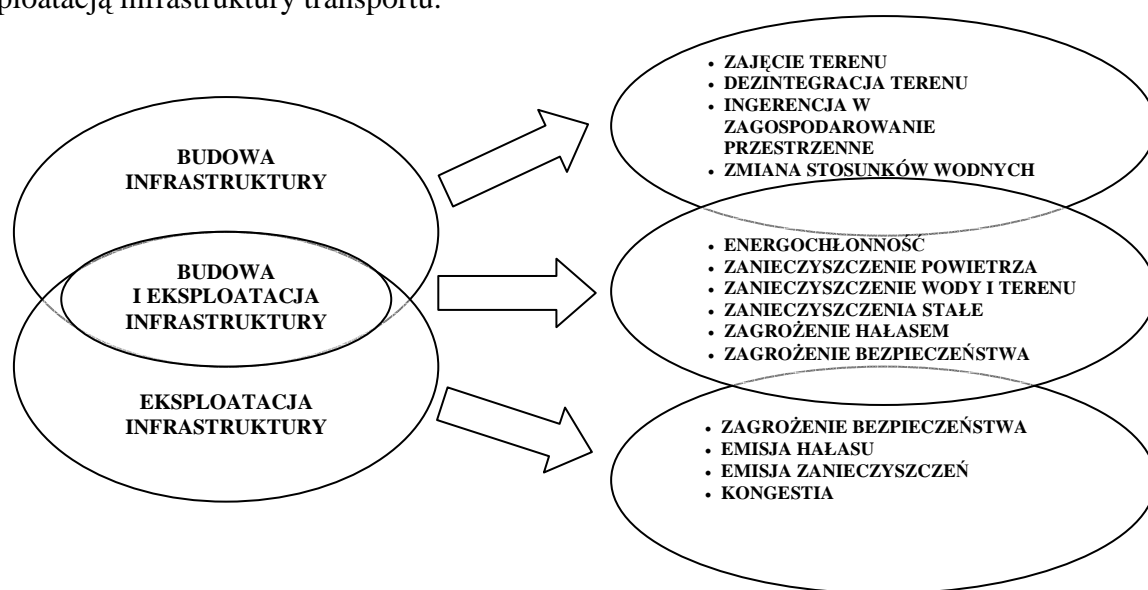
Bezpieczeństwo środowiskowe może być osiągnięte i utrzymane dzięki przestrzeganiu szeregu zasad postępowania rozpatrywanych w wymiarze makro- i mikroskali, gdyż wymaga ono koordynacji zarówno w skali narodowej, jak i światowej. W związku z powyższym przyjmuje się, że bezpieczeństwo ekologiczne to „trwały i ciągły proces zmierzający do osiągnięcia pożądanego stanu ekologicznego, zabezpieczający spokojną i zdrową egzystencję wszystkich elementów ekosystemu, przy użyciu różnych środków zgodnych z zasadami współżycia wewnętrznego państwa i społeczności międzynarodowych” [11].

Zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego w odniesieniu do inwestycji w infrastrukturę transportu uzależnione jest od wielu czynników, m.in. od wprowadzania i przestrzegania przepisów i norm prawnych w zakresie oceny oddziaływania inwestycji na środowisko, która umożliwi w miarę pełną i obiektywną identyfikację możliwych zagrożeń, pozwalając chronić zasoby naturalne, przeciwdziałać degradacji środowiska i chronić zdrowie ludzi, a przez to zapewniać, że wzrost społeczno-ekonomiczny będzie przebiegał w zgodzie z zasadą trwałego i zrównoważonego rozwoju. Kwestie związane z koniecznością przestrzegania przepisów dotyczących oceny oddziaływania na środowisko, oprócz wcześniej wspomnianej dyrektywy [8] i ustawy OOS [42], zostały również ujęte w polityce ekologicznej państwa [32] oraz w wytycznych dotyczących zasad i zakresu uwzględniania zagadnień ochrony środowiska w programach sektorowych [47].

2. WPŁYW INWESTYCJI W INFRASTRUKTURĘ TRANSPORTU NA ŚRODOWISKO

Wpływ transportu na środowisko dotyczy wszystkich komponentów systemu przyrodniczego⁷: od podłoża geologicznego, rzeźby terenu, poprzez powietrze atmosferyczne klimat, po wody, gleby, roślinność, zwierzęta oraz środowisko zamieszkania i działalności człowieka. Transport powoduje poważne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, wody i gleby oraz emisję hałasu. Przyczynia się do zniekształcenia naturalnej rzeźby terenu oraz dewastuje szatę roślinną. Ma on również szkodliwy wpływ na miejsce zamieszkania i działalności człowieka, które „...przejawia się naruszeniem wizualnym, niszczeniem miejsc szczególnie atrakcyjnych, miejsc o znaczeniu historycznym lub archeologicznym...” [44, s. 55] oraz wpływa na bezpieczeństwo ruchu.

Zagrożenia ekologiczne powodowane przez inwestycje w infrastrukturę transportu obserwowane w środowisku można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa związana jest z infrastrukturą transportową (budowa i utrzymanie) druga zaś dotyczy jej użytkowania [31, s. 19]. Rysunek 1 przedstawia wpływ infrastruktury transportu na środowisko z uwzględnieniem podziału na wcześniej wspomniane dwie grupy zagrożeń ekologicznych oraz grupę pośrednią związaną zarówno z budową jak i eksploatacją infrastruktury transportu.



Rys. 1. Wpływ infrastruktury transportu na środowisko [46, s. 12]

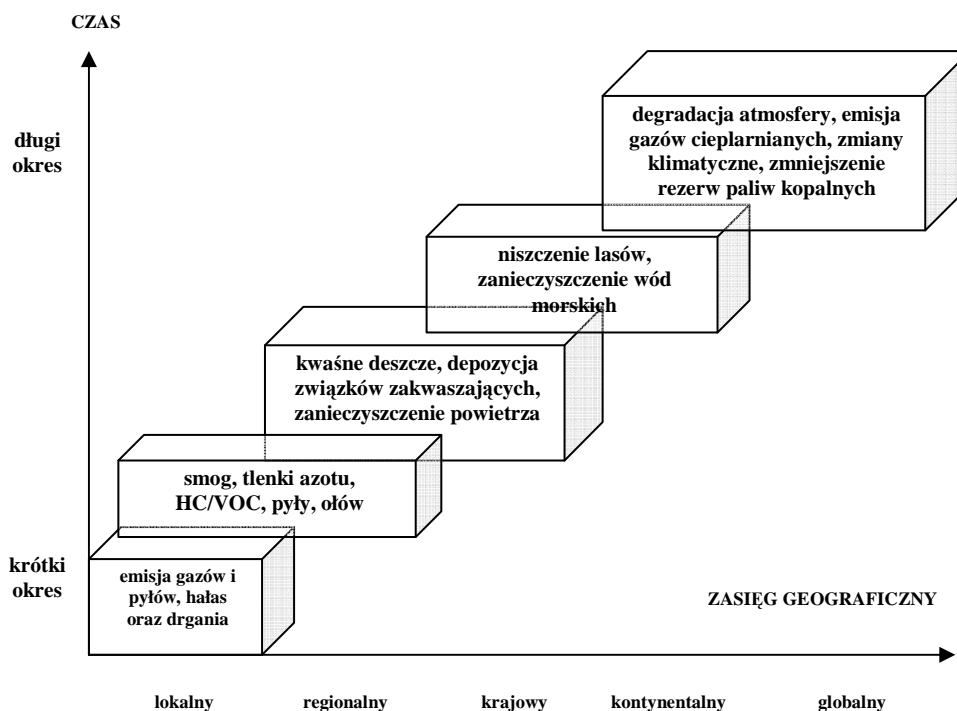
Inwestycje w infrastrukturę transportu, zarówno punktową jak i liniową, uzależnione są przede wszystkim od dostępności terenu pod jej budowę⁸. Oznacza to naruszenie środowiska naturalnego i jego nieodwracalną zmianę – zajęcie terenu, jego dezintegrację, trwałą ingerencję w zagospodarowanie przestrzenne oraz możliwość zakłócenia dotychczasowych stosunków wodnych [43, s. 7]. Ponadto, budowa i użytkowanie infrastruktury transportowej wiąże się z poważnym zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego, wody i gleby oraz emisją hałasu. Przyczynia się do zniekształcenia naturalnej rzeźby terenu oraz dewastuje szatę roślinną. Oddziaływanie transportu stanowi zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, wpływa niekorzystnie na organizmy żywe (w tym na człowieka) powodując zagrożenie dla ich zdrowia i życia⁹.

Negatywne skutki dla środowiska spowodowane inwestycjami w infrastrukturę transportu zróżnicowane są nie tylko ze względu na ich rodzaj, ale też ze względu na czas trwania i zasięg geograficzny ich wpływu. W przejrzysty sposób obrazuje to rysunek 2.

⁷ Termin „system przyrodniczy” w uproszczeniu określany jest jako geosfera, składająca się z kilku sfer: litosfery, atmosfery, hydrosfery, pedosfery, biosfery, antroposfery – więcej na ten temat w: [19, s. 43-62].

⁸ Np. w przypadku infrastruktury transportu drogowego, każdy kilometr autostrady zajmuje powierzchnię 6-7 ha, a drogi ekspresowej 4-5 ha. Infrastruktura towarzysząca (miejsca obsługi podróźnych, parkingi, stacje benzynowe itp.) oraz węzły drogowe mogą zajmować dodatkowo kilkadziesiąt hektarów [3, s. 118].

⁹ Kwestią negatywnego wpływu infrastruktury transportu na środowisko naturalne zajmują się między innymi: [43], [10], [18].



Rys. 2. Czasowe i przestrzenne zróżnicowanie skutków zanieczyszczenia powietrza [6, s. 104]

Wywierany przez transport wpływ na środowisko można również podzielić na pośredni, w którym zdegradowany element środowiska wykazuje swoją niszczącą aktywność w czasie i nie tylko w miejscu jego skażenia oraz bezpośredni, gdzie konsekwencja zanieczyszczenia czy zniekształcenia ekosystemu jest natychmiastowa [15, s. 34].

Określając zagrożenia ekologiczne powodowane przez inwestycje w infrastrukturę transportu należy wziąć pod uwagę wzajemne powiązania poszczególnych elementów środowiska oraz oddziaływanie pośrednie i wtórne wynikające z tych powiązań. W przypadku zagrożeń możemy mieć również do czynienia z kumulacją, związaną z degradacją kilku elementów środowiska jednocześnie. Wynika to z faktu, iż otaczające nas środowisko jest systemem szczególnie złożonym z wieloma powiązaniem, wzajemnymi oddziaływaniami i sprzężeniami zwrotnymi [41].

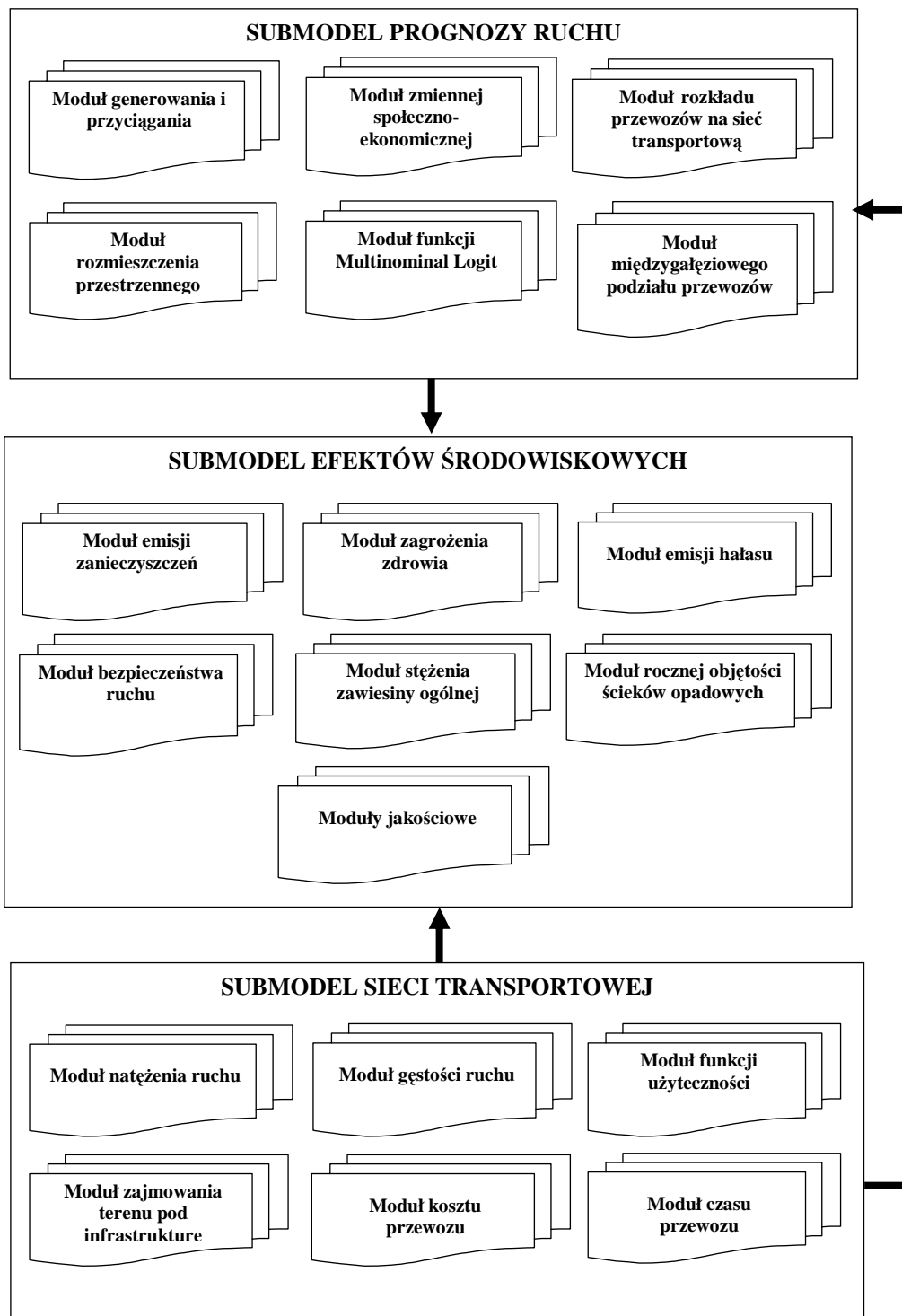
3. KONCEPCJA MODELU SYMULACYJNEGO DO OCENY WPLYWU INWESTYCJI W INFRASTRUKTURĘ TRANSPORTU NA BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE

Ogólna struktura modelu do oceny wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na bezpieczeństwo ekologiczne, przedstawiona schematycznie na rysunku 3, składa się z trzech podstawowych submodeli: submodelu prognozy ruchu, submodelu efektów środowiskowych, submodelu sieci transportowej.

Proponowany model powstał w oparciu o metodę symulacji komputerowej. O wyborze symulacji komputerowej, jako metody badawczej zdecydowała szczególna złożoność problemu związanego z przeprowadzaniem ocen oddziaływania na środowisko. Symulacja komputerowa jest uznaną metodą badań złożonych systemów rzeczywistych w przypadku, gdy stosowanie eksperymentów badawczych jest mocno ograniczone, głównie ze względów ekonomicznych, terytorialnych oraz nieodwracalnych skutków, jakie niosłoby za sobą eksperymentowanie na systemie rzeczywistym.

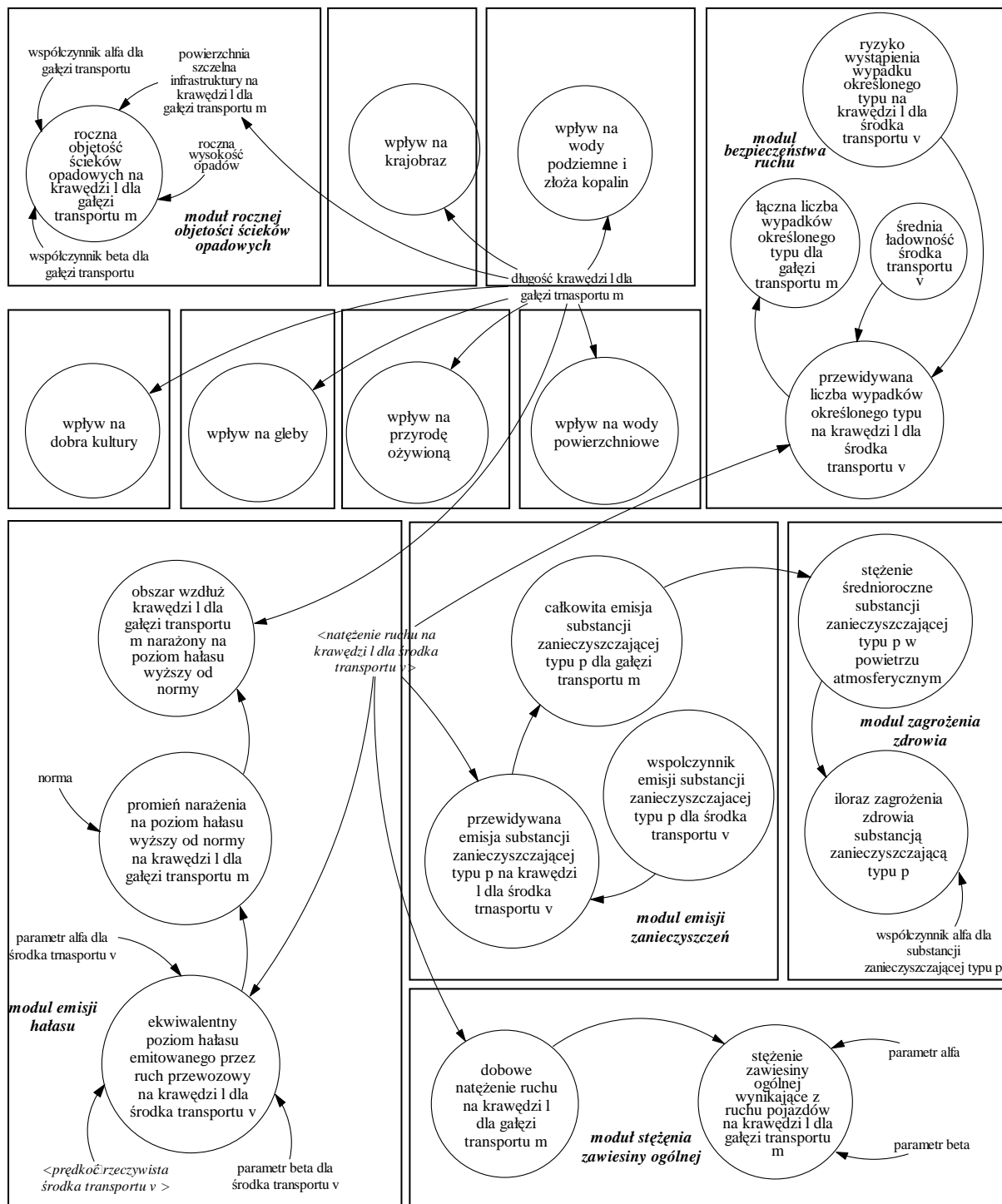
Przegląd literatury przedmiotu wykazał, iż szeroko stosowaną metodą modelowania symulacyjnego, stosowaną głównie do analizy problemów słabo ustrukturalizowanych, o dużej liczbie współzależności między elementami jest metoda symulacji ciągłej – dynamika systemowa (DS) ([5], [40], [26], [49]). Dynamika systemowa była i jest z powodzeniem stosowana do badania problemów złożonych (w tym związanych ze środowiskiem naturalnym czy tematyką transportową), wymagających integracji

różnych podejść i metod¹⁰. DS umożliwia wykorzystanie zarówno modeli ilościowych, jak i jakościowych, które są niezbędne do przeprowadzenia kompleksowej oceny oddziaływania na środowisko. Powstała ona na bazie teorii kilku dyscyplin naukowych, więc już z genezy wynika jej zdolność do łączenia różnych podejść (w tym konwencjonalnych metod analizy) w jeden wspólny układ metodyczny umożliwiający jednoczesne oszacowanie wszystkich branych pod uwagę w ocenie oddziaływań w ujęciu dynamicznym.



Rys. 3. Ogólna struktura modelu z podstawowymi modułami

¹⁰ Potwierdza to chociażby przegląd tematyki konferencji *System Dynamics Society*, odbywających się od roku 2005: [2], [17], [7], [20].



Rys. 4. Schemat strukturalny submodelu efektów środowiskowych

Budowa modelu systemowo-dynamicznego w głównej mierze polega na identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy poszczególnymi elementami badanego systemu rzeczywistego. Przy konstruowaniu modelu korzysta się z intuicji, wiedzy i doświadczenia ekspertów, teorii dyscypliny odnoszącej się do badanego problemu oraz danych pochodzących z obserwacji systemu w przeszłości.

Proponowany model zbudowany jest zgodnie z koncepcją modelowania modularnego, bazującego na założeniu, że modelowanie systemów polega na tworzeniu „modelu modeli” czyli struktury niejednorodnej, składającej się z wielu mogących się powtarzać bloków strukturalnych, zwanych

*modułami*¹¹. Zastosowanie idei modelowania modularnego, dającej możliwość korzystania z gotowych modułów, opisujących zweryfikowane już wzorce rozwiązań znacznie ułatwia i przyspiesza tworzenie i modyfikowanie modelu. Każdy z elementów modułów przedstawiony jest za pomocą odpowiedniego symbolu graficznego. Symbole graficzne są zależne od narzędzia, za pomocą którego model jest tworzony. W niniejszym artykule posłużono się pakietem symulacyjnym Vensim DSS, stworzonym specjalnie dla potrzeb modelowania w konwencji DS. Submodel efektów środowiskowych wykorzystuje informacje pochodzące z submodelu prognozy ruchu oraz z submodelu sieci transportowej, na co wskazują ujęte na rysunku powiązania. Dzięki informacjom generowanym z wymienionych submodeli (np.: przeciętne prędkości pojazdów, elementy opisowe sieci transportowej) możliwe jest oszacowanie efektów środowiskowych związanych z długoterminową prognozą ruchu przewozowego na budowanych bądź modernizowanych elementach infrastruktury transportowej.

Uszczegółowioną strukturę submodelu efektów środowiskowych przedstawiono na rysunku 4. Składają się na nią moduły odzwierciedlające zarówno jakościowe/mierzalne skutki wywoływane przez inwestycje w infrastrukturę transportu w środowisku naturalnym (emisji zanieczyszczeń, emisji hałasu, bezpieczeństwa ruchu, zagrożenia zdrowia, rocznej objętości ścieków opadowych oraz stężenia zawiesiny ogólnej), jak i te, które należą do kategorii jakościowych/niemierzalnych. Układ ujętych w submodelu skutków został opracowany na podstawie analizy raportów o oddziaływaniu na środowisko, które są kluczowym elementem procedury OOS. Zakres każdego raportu o oddziaływaniu na środowisko szczegółowo określa Art. 66 ustawy OOS.

Każdy moduł w przedstawionym modelu opisany jest równaniem z zastosowaniem notacji języka symulacyjnego pakietu Vensim DSS. Równania powstały na podstawie podawanych w literaturze formuł na szacowanie określonego elementu środowiska (przykładowo: moduł emisji hałasu [30, s. 19] oraz [34, s. 3], moduł emisji zanieczyszczeń [14, s. 60], moduł bezpieczeństwa ruchu [13, s. 46]). Proponowany model do oceny wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na bezpieczeństwo ekologiczne umożliwia przeprowadzanie eksperymentów, które są źródłem informacji o potencjalnych zagrożeniach dla środowiska naturalnego, pozwala on na sprawdzenie różnych wariantów inwestycji, a wyniki generowane przez model mogą być podstawą do podjęcia decyzji o wyborze danego wariantu.

WNIOSKI

Głównym celem przedstawionej w artykule koncepcji modelu symulacyjnego do oceny wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na bezpieczeństwo ekologiczne jest dostarczenie kompleksowych informacji na temat przewidywanych w środowisku skutków realizacji danej inwestycji. Zastosowana technika symulacji komputerowej pozwala na uchwycenie wzajemnych powiązań pomiędzy modelowanymi efektami w sposób dynamiczny i dla długiego horyzontu czasowego, co jest niezwykle istotne w przypadku przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko i sporządzania raportu oddziaływania danej inwestycji na środowisko. Zaproponowana koncepcja modelu symulacyjnego zbudowanego w konwencji dynamiki systemowej, dzięki możliwości korzystania z gotowych modułów, opisujących zweryfikowane już wzorce rozwiązań, daje możliwość szybszego i łatwiejszego, a tym samym bardziej wydajnego i skutecznego dostarczenia kompleksowych informacji na temat predykcji skutków realizacji inwestycji w infrastrukturę transportu na środowisko. Omawiana koncepcja mogłaby być wykorzystywana przez:

- inwestorów planujących realizację określonej inwestycji infrastrukturalnej – w celu wstępnej oceny jej wpływu na środowisko,
- jednostki administracji publicznej wydające decyzje o środowiskowych uwarunkowaniach – w celu potwierdzenia albo wyeliminowania konieczności przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko dla planowanego projektu inwestycyjnego,
- firmy świadczące usługi w zakresie kompleksowego szacowania wpływu inwestycji infrastrukturalnych na środowisko – w celu ułatwienia i przyspieszenia dokonania takiej oceny,

¹¹ Szerzej na temat modelowania modularnego między innymi w: [24, s. 337-352], [25].

- ekspertów szacujących wpływ inwestycji na dany element środowiska – w celu ujęcia w prognozach wzajemnych powiązań i siły oddziaływania pomiędzy pozostałymi efektami środowiskowymi.

Należy jednak wziąć pod uwagę, iż nie wszystkie osoby spośród ww. mają profesjonalne przygotowanie informatyczne, znają się na modelowaniu w konwencji dynamiki systemowej oraz są ekspertami w zakresie szacowania wpływu na wszystkie komponenty środowiska. Aby zaproponowana koncepcja mogła stać się narzędziem ułatwiającym szacowanie wpływu określonej inwestycji na środowisko i wydanie decyzji o jej środowiskowych uwarunkowaniach dla zainteresowanych osób, konieczne jest odpowiednie oprogramowanie modelu i opracowanie całościowego systemu symulacyjnego, który mógłby być generatorem modeli symulacyjnych dla konkretnych studiów przypadku. Narzędzie w postaci systemu symulacyjnego znacznie ułatwiłoby i przyspieszyłoby proces przeprowadzania oceny oddziaływania danej inwestycji na środowisko, a dodatkowo byłoby przyjazne w obsłudze dla osób niezwiązanych profesjonalnie z badaniem wpływu na dany element środowiska i nie wymagałoby szerokiej wiedzy z zakresu informatyki. Założenia do takiego systemu są aktualnie opracowywane.

Streszczenie

Głównym celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji modelu symulacyjnego, który pozwoli na integrację różnych podejść i metod stosowanych w ocenie oddziaływania inwestycji w infrastrukturę transportu na bezpieczeństwo ekologiczne oraz umożliwi jednoczesne szacowanie wszystkich skutków wywieranych przez daną inwestycję na środowisko w ujęciu dynamicznym. W artykule omówione zostały również zagrożenia jakie niosą inwestycje w infrastrukturę transportu na środowisko w aspekcie bezpieczeństwa ekologicznego.

The Concept of Simulation Model for Assessing the Impact of Investment in Transport Infrastructure on Ecological Safety

Abstract

The main objective of this article is to present the concept of a simulation model which will integrate various approaches and methods applied in evaluation investments in transport infrastructure impact on ecological safety. The model enables the researchers to estimate simultaneously all the environmental effects of an investment in terms of their dynamics. The article also discusses the ecological threats of investment in transport infrastructure.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk W., *Ekologia wyrobów – jakość, cykl życia, projektowanie*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004.
2. Armenia S. i in., *A System Dynamics Energy Model for a Sustainable Transportation System*, 28th International Conference of SDS, Seoul 2010.
3. Badyda A.J., *Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu*, Nauka 4/2010, s. 115-125.
4. Bell P.A., Greene Th.C., Fisher J.D., Baum A., *Psychologia środowiskowa*, GWP, Gdańsk 2004.
5. Biniek Z., *System symulacyjny jako system wspomaganie decyzji*, [w:] Problemy informatyki stosowanej, Roczniki informatyki stosowanej Wydziału Informatyki PS nr 3, Wydawnictwo WIPS, Szczecin 2002.
6. Buton K., *Transport Economics*, Cambridge 1994.
7. de Brito I. i in., *Reducing CO2 Emissions due to a shift from Road to Cabotage Transport of Cargo in Brazil*, 29th International Conference of SDS, Washington 2011.
8. Dyrektywa Rady 85/337/EWG z dn. 27 czerwca 1985 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne (Dz. Urz. WE L 175 z 05.07.1985, s. 40, z późn. zm.).
9. *Ekologiczny transport*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego i Rady, KOM(2008) 433, wersja ostateczna z dnia 08.07.2008.

10. Gronowicz J., *Ochrona środowiska w transporcie lądowym*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji; Poznań-Radom 2003.
11. Haber J., *Bezpieczeństwo jako determinanta stosunków międzynarodowych*, [w:] Determinanty polityki zagranicznej i międzynarodowej, Warszawa 1981.
12. Hausner J., (red.), *Administracja publiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
13. Heich H. (red.), *COMMUTE- Common Methodology for Multi-Modal Transport Environmental. Final Report*, TÜV, Rheinland 2000.
14. Hickman J. (red.), *Methodology For Calculating Transport Emissions And Energy Consumption*. Transport Research Laboratory, Crowthorne UK 1999.
15. Hołuj A., *Teoretyczne podstawy ochrony środowiska naturalnego w Polsce*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Bochni, Zeszyty naukowe nr 4/2006.
16. Izdebski H., Kulesza M., *Administracja publiczna. Zagadnienia ogólne*, Wydawnictwo Liber, Warszawa 2004.
17. Jiang J., i in., *System Dynamics Model for Transportation Infrastructure Investment and Cultural Heritage Tourism Development*, 28th International Conference of SDS, Seoul 2010.
18. Juda-Rezler K., *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
19. Kistowski M., *System przyrodniczy w długiej perspektywie trwania unii europejskiej i polski*, Uniwersytet Gdański, [w:] Markowski T. (red.), *Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju a wizje i perspektywy rozwoju przestrzennego Europy*, Studia KPZK PAN, T.CXXII, Warszawa 2008, s. 43-62.
20. Kraill M., Schade W., *Reducing the Climate Impact of Transport – Technologies and Policies for Road Transport*; 30th International Conference of SDS, St. Gallen, Switzerland 2012.
21. Kulisz M. Z., *Zarządzanie bezpieczeństwem ekologicznym na szczeblu administracji rządowej*, [w:] Droba R., Zieliński J. (red.), *Spółczeństwo i ekonomia. Dwudziestolecie przemian w państwach bałtyckich 1991-2010*, Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce 2010.
22. Kulisz M. Z., *Bezpieczeństwo ekologiczne a rozwój inwestycyjny w Polsce*, [w:] *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego*, volume 2012/2013, Dolnośląska Szkoła Wyższa, Wrocław 2013, s. 152-166.
23. Leleur S., Kronbak J., Nielsen O.,A., Rehfeld C., Bulman E., Giorgi L., Reynaud Ch., Viegas J., Räsanen J., Maffi S., *CODE-TEN Deliverable D1. Baseline Methodology*. ICCR, Vienna 1998.
24. Łatuszyńska M., *Modelowanie modularne w symulacyjnym badaniu dynamiki systemów ekonomicznych*, [w:] *Informatyka i zarządzanie strategiczne*, Budziński R. (red.), Wydawnictwo WI PS, Szczecin 1999, s. 337-352.
25. Łatuszyńska M., *Modelowanie efektów rozwoju międzynarodowych korytarzy transportowych*, Wydawnictwo Naukowe US, Szczecin 2004.
26. Łatuszyńska M., *Dynamika systemowa w modelowaniu systemu transportowego*, Zeszyty Naukowe US nr 628, *Problemy Transportu i Logistyki* nr 13, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2010, s. 275-287.
27. Łatuszyńska M., Strulak-Wójcikiewicz R., *Ekologiczne aspekty rozwoju infrastruktury transportu*, [w:] Kryk B. (red.), *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2011, s. 189-210.
28. Łatuszyńska M., Strulak-Wójcikiewicz R., *The concept of a simulation model for analysis of the transport environmental impact* [w:] Szyjewski Z., Swacha K. (red.), *Selected Issues of Applied Informatics*, Polish Information Society, Szczecin 2012, s. 118-136.
29. Łatuszyńska M., Strulak-Wójcikiewicz R., *Komputerowe wspomaganie oceny wpływu rozwoju infrastruktury transportu na środowisko*. Studia Informatica Nr 30. Zeszyty Naukowe nr 733, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2012, s. 197-210.
30. Müller-Wenk R., *Life-Cycle Impact Assessment of Road Transport Noise*, Institut für Wirtschaft und Ökologie, Universität St. Gallen 1999.
31. Pawłowska B., *Zewnętrzne koszty transportu – problem ekonomicznej wyceny*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2000.

32. *Polityka ekologiczna państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016*, Rada Ministrów, Warszawa 2008.
33. Ponikowska K., *Polityka ekologiczna państwa instrumentem zapewnienia wysokiej jakości środowiska i bezpieczeństwa ekologicznego obywateli*, Problemy Ekologii, vol. 12, nr 4, lipiec-sierpień 2008.
34. Räsänen J. i in., *CODE-TEN Deliverable D6, Spatial Distribution of Environmental and Safety Impacts, Annex 3*, ICCR, Vienna 1999.
35. *Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego*, AON, Warszawa 2002.
36. Stańczyk J., *Nowe wyzwania i zagrożenia dla bezpieczeństwa i pokoju oraz strategie i sposoby ich rozwiązywania*, [w:] R. Rosa (red.), *Edukacja dla bezpieczeństwa i pokoju w obliczy wyzwań XXI wieku. Część I*, Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce 2001.
37. Strulak-Wójcikiewicz R., Łatuszyńska M., *Ocena oddziaływania inwestycji w infrastrukturę transportu na środowisko – aspekty prawne i metodologiczne*. Handel wewnętrzny Tom 3, Instytut Badań Rynku, Konsumpcji i Koniunktur, Warszawa 2012, s. 121-132.
38. Surówka A., *Bezpieczeństwo ekologiczne a gospodarowanie odpadami w świetle prawa konstytucyjnego*, Przegląd Prawa Konstytucyjnego nr 4/ 2012, s.151-167.
39. Śladkowski S., *Bezpieczeństwo ekologiczne Rzeczypospolitej Polskiej*, AON, Warszawa 2004.
40. Tarajkowski J. (red.), *Elementy dynamiki systemów*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2008.
41. Tracz M., Bohatkiewicz J., *Postępowanie w sprawie ocen oddziaływania na środowisko*, GDDKiA, Warszawa 2001.
42. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko – zwana ustawą OOŚ (Dz. U. Nr 199, poz. 1227 ze zm.).
43. Wojewódzka-Król K., *Infrastruktura transportu a środowisko*, Przegląd Komunikacyjny nr 9/1999.
44. Wojewódzka-Król K. (red.), *Rozwój infrastruktury transportu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002.
45. Wojewódzka-Król K., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
46. Wojewódzka-Król K., *Infrastruktura transportu w świetle współczesnych wyzwań*, Infrastruktura Transportu nr 1/2008.
47. *Wytyczne dotyczące zasad i zakresu uwzględniania zagadnień ochrony środowiska w programach sektorowych*, Rada Ministrów, Warszawa listopad 2002.
48. Zacher L., *Bezpieczeństwo ekologiczne – wymiary polityczne, międzynarodowe i globalne*, [w:] *Międzynarodowe bezpieczeństwo ekologiczne*, Lublin 1991.
49. Żukowski P., *Podstawy budowy modelu dynamiki systemu zarządzania oraz jego symulacja w organizacji gospodarczej (na podstawie metodologii dynamiki systemów .W. Forrester)*, [w:] Zioło Z., Rachwał T. (red.), *Rola przedsiębiorczości w edukacji, Przedsiębiorczość-Edukacja Nr 8*, Zakład Przedsiębiorczości i Gospodarki Przestrzennej Instytutu Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa – Kraków 2012.