

Małgorzata Łatuszyńska • Roma Strulak-Wójcikiewicz

SYMULACYJNY SYSTEM WSPOMAGANIA OCENY ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Małgorzata Łatuszyńska, dr hab. prof. US – Uniwersytet Szczeciński

Roma Strulak-Wójcikiewicz, mgr inż. – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

adres korespondencyjny:

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania

ul. Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin

e-mail: mlat@wneiz.pl

SIMULATION SYSTEM FOR SUPPORTING ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

SUMMARY: The article presents the concept of simulation system allowing the integration of different approaches and methods used in assessing the impact of infrastructure investment on the environment. The system enables the simultaneous estimation of all effects of the investment on the environment.

KEY WORDS: sustainable development, environment, computer simulation

Wstęp

W ekonomii przyjmuje się, że teoria zrównoważonego rozwoju w sposób kompleksowy podejmuje problem długotrwałej zdolności współczesnej gospodarki do rozwoju przy spełnieniu kryterium międzypokoleniowej sprawiedliwości. Najczęściej wskazywanym celem zrównoważonego rozwoju jest wzrost dobrobytu społecznego i jednostkowego oraz harmonijne ułożenie relacji między człowiekiem a przyrodą. Doktryna ekonomiczna zrównoważonego rozwoju uwzględnia konteksty interdyscyplinarne i stawia pytania dotyczące możliwości osiągnięcia wysokich standardów ekonomicznych, społeczno-kulturowych i ekologicznych w granicach tolerancji natury.

We współczesnym świecie praktycznie każda działalność człowieka, która ingeruje w środowisko naturalne, zakłóca harmonijne relacje pomiędzy człowiekiem a przyrodą i powoduje konflikty w tym zakresie. Najczęściej mamy do czynienia z konfliktami między wąsko pojmowanym interesem inwestora, którego naturalnym dążeniem jest ograniczanie kosztów i maksymalizacja spodziewanych korzyści, a potrzebą zachowania czystego lub niezmiennego środowiska w miejscu planowanej inwestycji. Z innymi rodzajami konfliktów mamy do czynienia przy realizacji inwestycji pożytku publicznego lub liniowych inwestycji infrastrukturalnych. W takim przypadku realizacja oczekiwań dużych społeczności zderza się z potrzebą ochrony unikalnych walorów przyrodniczych lub z interesami mniejszych grup, które mogą zostać narażone na dodatkowe uciążliwości¹.

Narzędziem, które umożliwi w miarę pełną i obiektywną identyfikację możliwych zagrożeń środowiska naturalnego ze strony inwestycji infrastrukturalnych jest ocena oddziaływania na środowisko (OOŚ). Jej istotą jest określenie wpływu danej inwestycji z uwzględnieniem mierzalnych i niemierzalnych skutków środowiskowych, które są różnicowane nie tylko ze względu na rodzaj, ale również ze względu na czas trwania, zasięg geograficzny oraz ich wzajemne interakcje. Poważnym problemem metodologicznym w OOŚ jest sposób integracji ocen, które są wyznaczane przez różnych ekspertów, za pomocą rozmaitych metod i wielu parametrów opisujących wpływ poszczególnych czynników na dany komponent środowiska oraz przedstawienie ocen w sposób zrozumiały dla wszystkich uczestników procesu: inwestorów, ekspertów szacujących wpływ inwestycji na dany element środowiska, jednostki administracji publicznej wydające decyzję oraz społeczeństwo.

W opinii autorek, instrumentem ułatwiającym zarówno wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, jak i rozwiązanie wspomnianego problemu, może być system symulacyjny oparty na modelu symulacyjnym zbudowanym w konwencji metody dynamiki systemowej. System taki pozwoliłby na integrację różnych podejść i metod stosowanych w ocenie oddziaływania przedsięwzięć na środowisko oraz umożliwiłby jednocześnie szacowanie wszystkich

¹ B. Wiszniewska, *Materiały szkoleniowe dla przedstawicieli administracji publicznej w zakresie ochrony środowiska*, cz. 1, *Oceny oddziaływania na środowisko*, Projekt Phare PL 2003/005-710.05.01 „Wdrażanie dyrektywy IPPC i aspektów dyrektywy EIA”, Warszawa 2005, s. 9.

skutków wywoływanych przez daną inwestycję na środowisko w ujęciu dynamicznym.

Celem artykułu jest zaprezentowanie koncepcji takiego systemu w kontekście problemów oceny oddziaływania inwestycji infrastrukturalnych na środowisko naturalne.

Procedura oceny oddziaływania na środowisko

Jednym z ważniejszych działań UE w kontekście OOŚ było uchwalenie w 1985 roku, w ramach Trzeciego Programu Działań (1982-1986)², dyrektywy 85/337/EWG w sprawie oceny skutków dla środowiska niektórych publicznych i prywatnych przedsięwzięć³, w której ustalono procedurę oceny wpływu przedsięwzięć na środowisko. Dyrektywa miała na celu zharmonizowanie istniejących w państwach członkowskich zasad środowiskowej kontroli prewencyjnej i doprowadzenie do sytuacji, w której efekty ocen mogłyby być porównywalne. Zgodnie z jej treścią, najlepszą polityką ekologiczną jest polityka prewencyjna, a najskuteczniejszym instrumentem proceduralnym takiej polityki jest ocena oddziaływania na środowisko⁴. W Polsce podstawowe zasady jej przeprowadzania ujęto w dziale V ustawy OOŚ⁵ oraz w rozporządzeniach w sprawie podziału przedsięwzięć⁶.

Ocena oddziaływania na środowisko jest wieloetapowym procesem prowadzącym do ustalenia oddziaływania wpływów badanego planowanego przedsięwzięcia na środowisko⁷. Obejmuje trzy zasadnicze kroki: identyfikację, prognozę i ocenę. Każdy z etapów wymaga stosowania określonych metod i narzędzi (rysunek 1).

² Dz.U. C 46 z 17.02.1983.

³ Dyrektywa 85/337/EWG z dn. 27 czerwca 1985 r. w sprawie skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne niepubliczne i prywatne dla środowiska, znowelizowana Dyrektywami Rady 97/11/WE i 2003/35/WE, tak zwana dyrektywa EIA (Environmental Impact Assessment) (zwana dyrektywą OOŚ).

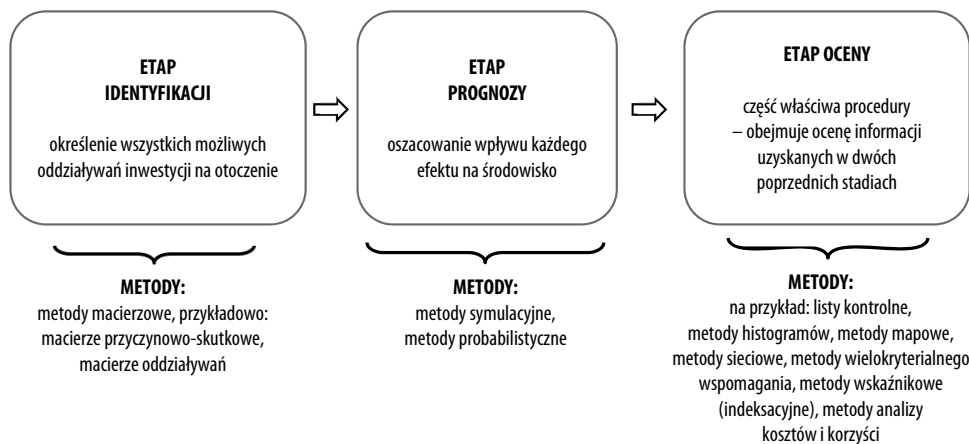
⁴ D. Pyć, *Traktaty*, w: *Ochrona środowiska*, red. Z. Brodecki, Warszawa 2005, s. 162.

⁵ 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 (Dz.U. nr 199, poz. 1227 ze zm.), zwana dalej ustawą OOŚ. Najnowsze zapisy ustawy OOŚ zawarte zostały w ustawie z dnia 21 maja 2010 r. o zmianie ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. nr 119, poz. 804).

⁶ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczególnych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, (Dz.U. nr 257, poz. 2573 z późn. zm.); rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, (Dz.U. nr 213, poz. 1397).

⁷ Z. Kasztelewicz, M. Ptak, *Procedura oceny oddziaływania na środowisko w górnictwie odkrywkowym, światło nowych regulacji ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki obszarów Natura 2000*, Warsztaty 2009 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, s. 65, www.min-pan.krakow.pl [15-06-2012].

Rysunek 1
Etapy oceny oddziaływania na środowisko



Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z ustawą OOŚ⁸, w ramach tej procedury określa się, analizuje oraz ocenia między innymi bezpośredni i pośredni wpływ danego przedsięwzięcia na: środowisko oraz zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, zabytki, wzajemne oddziaływanie między elementami, dostępność do złóż kopalin.

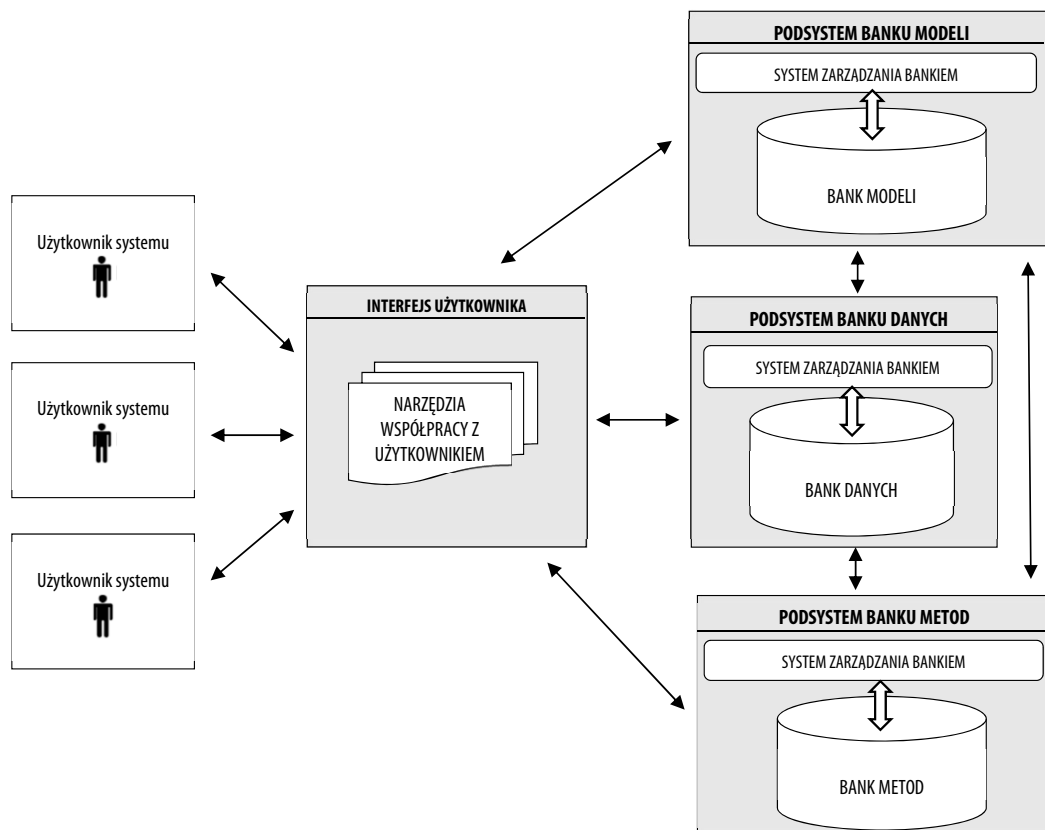
Ze względu na różnorodność analizowanych skutków OOŚ wymaga stosowania wielu bardzo zróżnicowanych i często specyficznych metod oceny stanu zagrożenia poszczególnych elementów środowiska, które wykonywane są przez różnych ekspertów (z danej dziedziny), jako odrębne ekspertyzy, co znacznie wydłuża proces przeprowadzania oceny oddziaływania na środowisko. Narzędzie w postaci systemu symulacyjnego, które pozwoliłoby na generowanie informacji o potencjalnym wpływie przedsięwzięcia na środowisko mogłoby znacznie ułatwić i przyspieszyć proces przeprowadzania oceny oddziaływania danej inwestycji na środowisko. Dodatkowo, takie narzędzie byłoby przyjazne w obsłudze dla osób niezwiązanych profesjonalnie z badaniem wpływu na dany element środowiska i nie wymagałoby szerokiej wiedzy z zakresu informatyki.

Koncepcja symulacyjnego systemu wspomagania decyzji dotyczących oceny oddziaływania na środowisko

System symulacyjny stanowi pewien rodzaj komputerowego systemu wspomagania decyzji, którego podstawowym zadaniem jest tworzenie, rozwiązywa-

⁸ Dział V Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko oraz na obszar Natura 2000, rozdział 1 Przedsięwzięcia wymagające oceny, art. 62. ust. 1.

Rysunek 2
Struktura systemu symulacyjnego do oceny wpływu inwestycji infrastrukturalnych na środowisko naturalne



Źródło: opracowanie własne.

nie i dokonywanie eksperymentów na modelu symulacyjnym (modelach) konstruowanym w celu wygenerowania informacji dotyczących przyszłości, na podstawie których podejmowane są głównie decyzje strategiczne⁹. Praktyczna realizacja systemu symulacyjnego na potrzeby oceny wpływu inwestycji infrastrukturalnych na środowisko naturalne z uwagi na funkcjonalność systemu wymusza jego podział na podsystemy związane z obsługą i przechowywaniem danych, modeli i metod oraz obszarem systemu odpowiedzialnym za komunikację z użytkownikami. Strukturę systemu, zawierającą wymienione elementy składowe, przedstawiono na rysunku 2.

⁹ Szerzej na temat istoty symulacyjnego systemu wspomagania decyzji między innymi w: M. Łatuszyńska, *Modelowanie efektów rozwoju międzynarodowych korytarzy transportowych*, Szczecin 2004, s. 171-179.

Założeniem podsystemu banku danych jest obsługa informacyjna systemu symulacyjnego. Bank ten powinien być komputerowym źródłem danych empirycznych dotyczących badanego układu (parametry przedsięwzięcia, normy i wskaźniki ekologiczne, charakterystyka obszaru oddziaływania) z bezpośrednim dostępem do danych wewnętrznych decydenta i połączeniem z Internetem i zewnętrznymi serwisami informacji – na przykład przestrzennej typu GIS¹⁰. Bank danych stanowić powinien rodzaj węzła informacji o ocenianych wariantach inwestycyjnych i ich otoczeniu, potrzebnych do analizy efektów. Dane zgromadzone w banku danych mogłyby być wykorzystywane do określania warunków początkowych symulacji, parametrów i związków funkcjonalnych pomiędzy zmiennymi modeli.

Podsystem banku modeli jest przeznaczony do przechowywania gotowych modeli symulacyjnych i modułów służących do szacowania różnych efektów, jakie mogą pojawić się w środowisku na skutek realizacji analizowanych przedsięwzięć. System zarządzania bankiem powinien zapewniać przede wszystkim możliwość pobierania danych wejściowych do eksperymentów symulacyjnych, uruchamiania eksperymentów na gotowych modelach oraz wysyłania wyników eksperymentów do archiwizacji oraz prezentacji. Ponadto powinien realizować procedury weryfikacyjne, pozwalające na kontrolowanie przebiegu symulacji, wykrywanie i lokalizowanie zakłóceń, informowanie użytkownika o stwierdzonych nieprawidłowościach. Mechanizm zarządzania modelami winien dawać możliwość wywoływania, wykonywania, zmian, łączenia i sprawdzania modułów oraz modeli w procesie wspomaganie decyzji. Zestaw modułów przechowywanych w banku modeli powinien być uzupełniany w sposób ciągły, w miarę odkrywania nowych zależności na bazie obserwacji i wciąż doskonalonej teorii dotyczącej badanego układu.

Podsystem banku metod powinien zawierać dostępne procedury i funkcje matematyczno-statystyczne, które są niezbędne do obróbki danych empirycznych, w przypadku szacowania struktury i parametrów modelu, jak również walidacji modeli symulacyjnych. Bank metod musi zapewnić użytkownikowi systemu symulacyjnego korzystanie z narzędzi potrzebnych do analizy statystyczno-ekonometrycznej (biblioteka statystyki i ekonometrii) danych historycznych i symulowanych dotyczących badanego układu systemów oraz dostarczyć gotowe procedury opisujące funkcje matematyczne (biblioteka funkcji standardowych) służące do opisu zależności strukturalnych w modelu symulacyjnym. Do bazy metod, w miarę potrzeb użytkownika, mogą być włączane inne narzędzia pozwalające na zastosowanie bardziej wyrafinowanych metod prognozowania efektów środowiskowych.

W przypadku systemu symulacyjnego do oceny oddziaływania inwestycji na środowisko przydatne byłoby włączenie do bazy metod analizy kosztów-korzy-

¹⁰ Więcej informacji na temat GIS między innymi w: D. Gotlib, A. Iwaniak, R. Olszewski, GIS. *Obszary zastosowań*, Warszawa 2007; L. Brzozowska, K. Brzozowski, Ł. Drag, *System informacji przestrzennej jako integrator systemu komputerowego do oceny jakości powietrza*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa” 2009 nr 5(712), s. 118-126.

ści i/lub analizy wielokryterialnej. System zarządzania bankiem metod powinien zapewniać użytkownikowi możliwość wprowadzania nowych metod do bazy, uruchamiania metod, pobierania danych wymaganych przez uruchamiane metody w trakcie rozwiązywania konkretnych zadań (z bazy danych i/lub generowanych przez model symulacyjny), przesyłania wyników do prezentacji lub jako wsad informacyjny do modelu oraz szczegółowego informowania o zasobach bazy metod¹¹.

Komunikację pomiędzy wymienionymi elementami systemu symulacyjnego, a użytkownikiem powinien zapewnić graficzny interfejs użytkownika, pozwalający na dostęp do wszystkich elementów architektury i zasobów systemu symulacyjnego, manipulowanie gotowymi modułami, definiowanie i dokonywanie eksperymentów symulacyjnych, a także wizualizację otrzymywanych wyników. Oprogramowanie systemu symulacyjnego powinno być zaprojektowane w taki sposób, aby użytkownik mógł kształtować strukturę zbioru procedur oraz manipulować jego elementami (przyłączanie nowych procedur, kasowanie bezużytecznych, grupowanie podprogramów w biblioteki tematyczne). Wskazane jest, aby zapewniało ono możliwość sygnalizacji błędów (dotyczących danych wejściowych) i zakłóceń w przebiegu procesów przetwarzania oraz sugerowało działania naprawcze, prowadzące do trwałej eliminacji błędów. Interfejs użytkownika powinien umożliwiać prezentację stanu modelu symulacyjnego w chwili aktywacji, a w trakcie obliczeń animować postęp w wykonywaniu eksperymentu symulacyjnego. Ważnym elementem omawianego podsystemu jest biblioteka form prezentacji, dająca możliwość generowania wyników w formie tabel, wykresów lub innych form graficznych.

Projektując system symulacyjny do oceny wpływu inwestycji infrastrukturalnych na środowisko świadomie zakłada się, że decydent nie ma profesjonalnego przygotowania informatycznego umożliwiającego mu samodzielne tworzenie modeli symulacyjnych. W związku z tym interfejs użytkownika powinien oferować wszechstronne i wyczerpujące objaśnienie działania systemu poprzez funkcję podpowiedzi i opcję treningową (pozwalającą na uczenie się obsługi systemu metodą symulacji dydaktycznych, podczas których każda faza przetwarzania jest szczegółowo objaśniana przez wyczerpujące komentarze słowne i informacje graficzne). Działanie podsystemu współpracy z użytkownikiem powinno opierać się na emisji aktywnych graficznie ekranów (sterowanie pracą interfejsu przez rozwijanie menu i aktywowanie odpowiednich pól, ikon, belek, okien dialogowych). Umożliwiłyby to tak zwaną wizualizację danych, czyli przekształcenie w animacje komputerowe (na przykład kolorowa animacja zmian wielkości obszaru zagrożonego hałasem w zależności od natężenia ruchu na mapie cyfrowej). Tak zbudowany system symulacyjny byłby w pełni zintegrowanym, elastycznym i przyjaznym dla użytkownika narzędziem.

¹¹ Zob.: P. Buczyński, *Zastosowanie podejścia empirycznego w systemowo-dynamicznych modelach symulacyjnych w transporcie*, Szczecin 1993, s. 173.

Podsumowanie

Procedura wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz oceny oddziaływania na środowisko jest długotrwałym procesem i wymaga niekiedy zaangażowania kilku organów administracji publicznej oraz specjalistów z różnych dziedzin określających wpływ inwestycji na dany komponent środowiska. Zastosowanie w tej procedurze proponowanego w artykule narzędzia informatycznego, jakim jest system symulacyjny, mogłoby znacznie ułatwić i przyspieszyć generowanie informacji na potrzeby OOS, a tym samym skrócić procedurę wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przez organy administracji publicznej.

Wartym podkreślenia jest, że przedstawiona koncepcja pozwala na:

- kompleksową predykcję skutków różnych wariantów analizowanych przedsięwzięć inwestycyjnych w zakresie wpływu na środowisko obszaru oddziaływania;
- uchwycenie wzajemnych powiązań między wywoływanymi skutkami w układzie przyczynowo-skutkowym, w sposób dynamiczny;
- szybkie i łatwe modyfikowanie struktury modeli docelowych dzięki możliwości korzystania z wcześniej zdefiniowanych modułów;
- integrację różnych metod i modeli używanych w OOS;
- korzystanie z osiągnięć różnych dyscyplin naukowych (informatyki i dyscyplin właściwych dla badanych komponentów środowiska), stanowiąc przy tym nowy jakościowo instrument analizy.

Obecnie trwają prace związane z realizacją przedstawionej koncepcji, w ramach grantu badawczego Narodowego Centrum Nauki „Modelowanie wpływu inwestycji w infrastrukturę transportu na środowisko naturalne”¹².

¹² Projekt sfinansowany ze środków NCN przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/HS4/ 05232.