

Arkadiusz BARCZAK

Politechnika Poznańska
Instytut Silników Spalinowych i Transportu
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
arkadiusz.barczak@put.poznan.pl

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ W TRANSPORCIE – METODY WNOSKOWANIA LOGICZNEGO W MODELOWANIU

Streszczenie:

Badania dotyczące transportu prowadzone są w zasadzie z wykorzystaniem metod ilościowych. Uwzględnienie problematyki zrównoważonego rozwoju transportu, a tym samym uwzględnienie w badaniach zagadnień dotyczących nauk społecznych oraz ochrony środowiska, powoduje, że koniecznym jest zastosowanie również metod jakościowych. Modelowanie procesów transportowych w kontekście zrównoważonego rozwoju jest procesem złożonym, warunkowanym interdyscyplinarnością problematyki oraz ciągłymi zmianami w technologiach informacyjnych. W artykule przedstawiono istotę metody „case study research” (jakościowe studium przypadku), jako metody jakościowego podejścia do badań problemów transportu z uwzględnieniem problematyki zrównoważonego rozwoju. Omówiono również wykorzystanie modeli jakościowych w procesie wnioskowania logicznego.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój w transporcie, metody jakościowe, case study research

WPROWADZENIE

Zrównoważony rozwój zdefiniowany jest jako rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokajane bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokajanie („Nasza wspólna przyszłość”, Raport Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju, 1987).

Transport odgrywa jedną z najważniejszych ról we współczesnym świecie i jest częścią niemal każdej działalności człowieka. Transport warunkuje skutki gospodarcze, społeczne oraz środowiskowe i jest jednym z istotnych aspektów zrównoważonego rozwoju. Dla wielu przedsiębiorstw transport stanowi największe obciążenie w zakresie zużycia energii i jest głównym źródłem skażenia środowiska. Dla wielu lokalnych społeczności transport (kongestia, zanieczyszczenie, hałas, koszty utrzymania infrastruktury transportowej, koszty wypadków transportowych) stanowią dziedziny, dla których poszukiwane są nowoczesne rozwiązania będące w zgodzie z koncepcjami zrównoważonego rozwoju.

Ocena procesów w zakresie zrównoważonego rozwoju oraz procesów transportowych jest zazwyczaj prowadzona z wykorzystaniem wskaźników, a zatem za pomocą metod określanych jako metody ilościowe. Kompleksowe ujęcie zagadnień zrównoważonego rozwoju w transporcie z wykorzystaniem metod wskaźnikowych przedstawiono w [2], gdzie podano między innymi zestawy wskaźników wg typów/sektorów transportu, zestawy wskaźników dla miast i regionów oraz bazę wskaźników EUROSTAT. W najnowszych badaniach jest wskazywana konieczność i zasadność stosowania w badaniach zrównoważonego rozwoju transportu wskaźników syntetycznych [1, 6].

Zrównoważony rozwój rozpatrywany jest w trzech wymiarach: ekonomiczno-gospodarczym, socjalno-społecznym oraz środowiska naturalnego. Dlatego procesy zrównoważonego rozwoju obejmują również takie dziedziny jak antropologia, nauki polityczne, psychologia, socjologia, ekonomia. Celowym jest więc zastosowanie w badaniach zrównoważonego rozwoju transportu metod jakościowych, w których aspekty społeczne stanowią immanentną część procesu modelowania, a nie, jak w przypadku badań ilościowych, są redukowane do pojęcia „human factor”.

1 PODEJŚCIE JAKOŚCIOWE W MODELOWANIU PROCESÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Badania w dziedzinie transportu są prowadzone z wykorzystaniem metod ilościowych i dotyczą znalezienia odpowiedzi na pytania: „kto?”, „co?”, „ile?”, „kiedy?”. Podstawowe pytania związane z tworzeniem modeli procesów transportowych z uwzględnieniem problematyki zrównoważonego rozwoju to pytania: „DLACZEGO?”, „JAK?”, „DLA KOGO?”. Utworzone modele zazwyczaj przypisuje się do jednej z trzech grup: model opisowy (ang. descriptive), model eksploracyjny (ang. exploratory) oraz model wyjaśniający (ang. explanatory) [8]. Uzyskanie odpowiedzi na pytania „kto?”, „co?”, „ile?”, „kiedy?” związane jest z uzyskaniem weryfikacji hipotez przyjętych na podstawie znanej teorii. Procesy transportowe są procesami złożonymi, w których udział człowieka jest elementem decydującym. Uzyskanie zatem odpowiedzi na pytania „DLACZEGO?”, „JAK?” oraz „DLA KOGO?” wymaga opracowania odpowiedniej teorii.

Zrównoważony rozwój związany jest z badaniami, które łączą teoretyczną bazę wielu dziedzin nauki, co wymaga naukowego podejścia w zakresie modelowania. Istotne jest zatem uwzględnienie aspektów ontologicznych, epistemologicznych oraz metodologicznych w procesie modelowania procesów zrównoważonego rozwoju.

Podstawowe, powszechni akceptowane paradygmaty badawcze to: pozytywizm, realizm krytyczny, umiarkowany konstruktywizm oraz uczestnictwo [5]. Uogólniając, przyjmuje się podział paradygmatów na dwie główne kategorie: paradygmat pozytywistyczny oraz paradygmat fenomenologiczny, których porównanie przedstawiono w Tablicy 1. Aktualnie stosowane metody badania procesów transportowych wykorzystują założenia wynikające z paradygmatu pozytywistycznego.

Model zrównoważonego rozwoju to struktura zawierająca elementy ekonomii, nauk społecznych oraz środowiska naturalnego, wraz z relacjami dotyczącymi związków między tymi elementami. Przyjęcie zagadnień związanych z dziedzinami społecznymi powoduje konieczność zastosowania formalizmów jakościowych, a nie wyłącznie ilościowych.

Badania jakościowe obejmują gromadzenie, analizę i wykorzystanie różnorodnych materiałów empirycznych: studiów przypadku, osobistego doświadczenia, introspekcji, wywiadów, materiałów pochodzących z obserwacji. Osoba przeprowadzająca badania jakościowe stosuje wiele wzajemnie powiązanych praktyk w celu zrozumienia istoty badanego zjawiska. Każda z wykorzystanych praktyk pozwala na postrzeganie badanego problemu z innej perspektywy.

Metody jakościowe zawierają kilka systemów badawczych, m.in. teorię ugruntowaną (ang. grounded theory) [7] oraz jakościowe studium przypadku (ang. case study research) [3, 4 i 8].

Teoria ugruntowana opiera się na założeniu, że rzeczywistość społeczną najlepiej rozumieją zaangażowani w nią aktorzy. W związku z tym odrzuca tradycyjne funkcjonalistyczne podejście, w którym badacz analizuje zbiorowość przy użyciu wcześniej

opracowanego modelu teoretycznego, ponieważ uznaje, iż powoduje to jedynie samopotwierdzenie się danej teorii (badacz utwierdza się we własnym zamyśle, bo znajduje to, co chce znaleźć).

Tablica 1. Porównanie paradygmatu pozytywistycznego i paradygmatu fenomenologicznego.

Kategoria	Paradygmat pozytywistyczny	Paradygmat fenomenologiczny
Podstawowe założenia badawcze	Zjawiska badane są w sposób obiektywny	Zjawiska badane są w sposób subiektywny
	Obserwator jest niezależny od badanego podmiotu	Obserwator jest częścią badanego
	Nie ma wartościowania „dobry/zły”	Oceny naukowe są uwarunkowane interesami poszczególnych ludzi
Zalecenia dla osoby przeprowadzającej badanie	Zainteresowanie wyłącznie faktami	Zainteresowanie znaczeniem poszczególnych faktów
	Poszukiwanie praw przyczynowo-skutkowych	Poszukiwanie znaczenia zaobserwowanych faktów
	Redukcja złożonych procesów do zdarzeń elementarnych	Globalne zrozumienie obserwowanych procesów
	Formułowanie hipotez i ich weryfikacja	Tworzenie modeli poprzez wnioskowanie logiczne
Preferowana metoda badawcza	Wykorzystanie metody ilościowej najlepiej opisującej dane zjawisko	Wykorzystanie kilku metod jakościowych do oceny zjawiska pod różnymi kątami
	Zgromadzenie jak największej ilości danych w celu generalizacji wniosków	Prowadzenie dogłębnej analizy niewielkiej ilości danych

Źródło: [5].

Jakościowe studium przypadku jest metodą badania, w której badacz dąży do wszechstronnego opisu pewnej zbiorowości lub jednostki z uwzględnieniem bogatego zestawu zmiennych, gdzie interesują go zarówno wartości zmiennych, jak i zależności między nimi. Przedmiot badania ma charakter jednostkowy. Do badania przystępuje się bez wstępnych hipotez, z zamiarem dokładnego zbadania złożonego zjawiska w jego rzeczywistym kontekście.

Główne zadania jakościowego studium przypadku związane są z wyznaczeniem granic przypadku oraz zdefiniowaniem jego kontekstu, sformułowaniem pytań badawczych (co do formy, treści, adresata), prowadzenie analizy (z wykorzystaniem przykładowo: metod kodowania, metod klastrowania, drzew decyzyjnych oraz macierzy relacyjnych), odnajdywaniem wzorców w zgromadzonych danych i formułowanie teorii dotyczących badanego przypadku [3]. Wyniki otrzymane za pomocą metod jakościowych są podstawą do tworzenia modeli dla metod ilościowych.

Decyzja, czy zastosować metodę jakościowego studium przypadku uwarunkowana jest istotnością poszukiwania odpowiedzi na pytania „JAK?”, „DLACZEGO?” oraz „DLA KOGO?” [4, 8], jak również faktem, czy badania prowadzone są nad zjawiskami (procesami) w warunkach rzeczywistych przy ograniczonym wpływie osób badających na przebieg tych zjawisk (procesów). Ze względu na swą złożoność, procesy zachodzące w transporcie są odpowiednie dla zastosowania metody jakościowego studium przypadku podczas tworzenia modeli teoretycznych.

Procesy zrównoważonego rozwoju to inaczej fundamentalne dążenia człowieka do poprawy jakości jego życia w skali globalnej, ale przede wszystkim w skali lokalnej. Pojęcie zrównoważenia obejmuje zintegrowane działania, a tym samym konieczność podejmowania skoordynowanych decyzji pomiędzy różnymi sektorami oraz grupami interesów.

Opracowywane przez lokalne władze plany zrównoważonego rozwoju powinny być zrozumiałe i akceptowane przez lokalne społeczności. Podejmowane przez lokalne władze uchwały w zakresie zrównoważonego rozwoju transportu dotyczą różnych obszarów życia lokalnej społeczności, w tym edukacja, środowisko, zdrowie, jakość życia, bezpieczeństwo publiczne, rekreacja i komunikacja.

Wraz z wejściem w życie ustawy z dnia 6 grudnia 2006 roku o zasadach prowadzenia polityki rozwoju [10], a w szczególności art. 3 ust.3 oraz art. 4 ust. 1 tej ustawy, nałożony został na rady gmin obowiązek prowadzenia polityki rozwoju, rozumianego w szerokim pojęciu jako rozwój zrównoważony. Wiele rad gmin przyjęło uchwały, które *explicite* dotyczą zrównoważonego rozwoju.

Obecnie w badaniach z zastosowaniem jakościowego studium przypadku stosuje się komputerowe wspomaganie, które uwalnia badacza od rozwiązywania licznych problemów analitycznych i tekstowych, umożliwia opracowanie spójnego sposobu kodowania informacji oraz udostępnia graficzną prezentację wyników.

2 PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA JAKOŚCIOWEGO STUDIUM PRZYPADKU

W artykule zastosowano metodę jakościowego studium przypadku, poddając badaniu teksty uchwał rad gmin dotyczące planowania zrównoważonego rozwoju odnośnie transportu. Badania mają charakter poglądowy, ilustrujący możliwości i zasadność wykorzystania metod jakościowych, a w szczególności metody jakościowego studium przypadku, w modelowaniu problematyki zrównoważonego rozwoju transportu na poziomie lokalnych społeczności. W badaniach wykorzystano program NVivo 9, który jest aktualnie jednym z najbardziej zaawansowanych programów typu CAQDAS (Computer-Assisted Qualitative Data Analysis Software) [7].

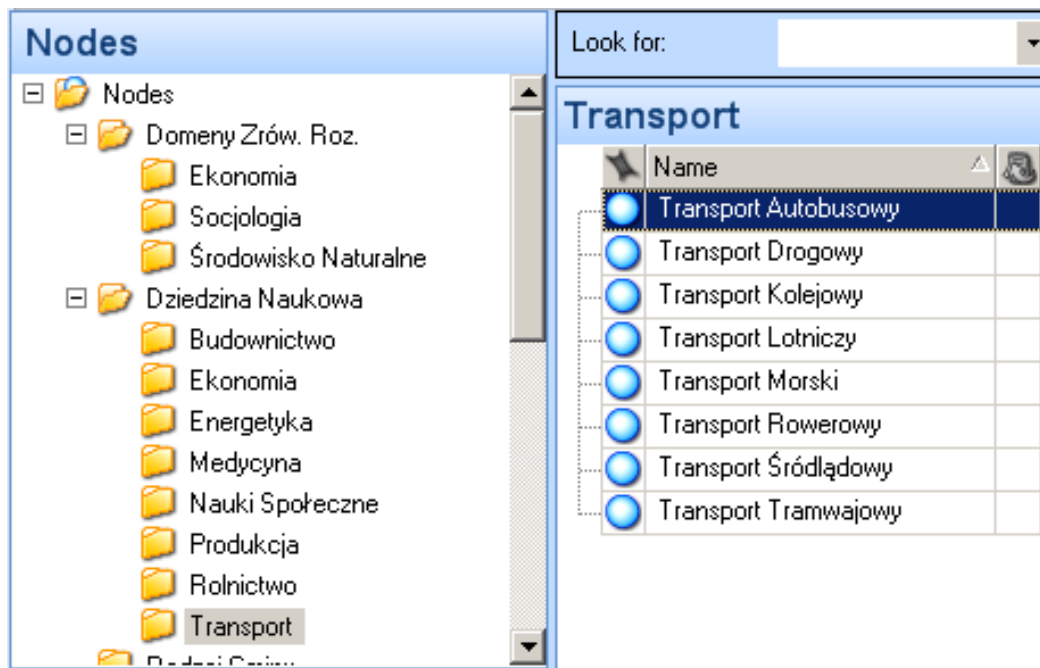
Gmina i jej zadania

Gmina jest wspólnotą samorządową związaną z określonym terytorium kraju [9]. Na terenie gminy władzę uchwałodawczą oraz kontrolną stanowi rada gminy, natomiast władzę wykonawczą, w zależności od typu gminy sprawuje wójt (gmina wiejska), burmistrz (gmina miejsko-wiejska) albo prezydent miasta (gmina miejska). Zakres działania gminy dotyczy spraw publicznych o znaczeniu lokalnym na terenie gminy. Wynika z tego, że zakres zadań, którymi zajmuje się gmina jest bardzo rozległy i obejmuje między innymi: gospodarkę przestrzenną, zarządzanie sieciami dróg, transport publiczny, ochronę zdrowia, edukację, ochronę środowiska, pomoc społeczną oraz wiele innych.

NVivo 9

NVivo [12] to program komputerowy działający w środowisku Windows, służący do prowadzenia badań z wykorzystaniem metod jakościowych. Zaimplementowane w programie algorytmy umożliwiają analizę dokumentów tekstowych, pozwalają na organizację i analizę niestrukturalizowanych danych, w tym danych nienumerycznych. Oprogramowanie NVivo pozwala na konstruowanie modeli, testowanie teorii, identyfikację trendów oraz zastosowanie wielu metod analizy jakościowej, w tym między innymi teorii ugruntowanej oraz jakościowego studium przypadku.

W Internecie wyszukane zostało 11 przykładowych uchwał rad gmin miejskich z lat 2007-2010 dotyczące planowania zrównoważonego rozwoju. Dokumenty w różnych formatach plików (PDF - Portable Document Format, DOC – Microsoft Word, RTF – Rich Text Format, TXT – pliki tekstowe) zostały zaimportowane do programu NVivo, a następnie poddane badaniom.



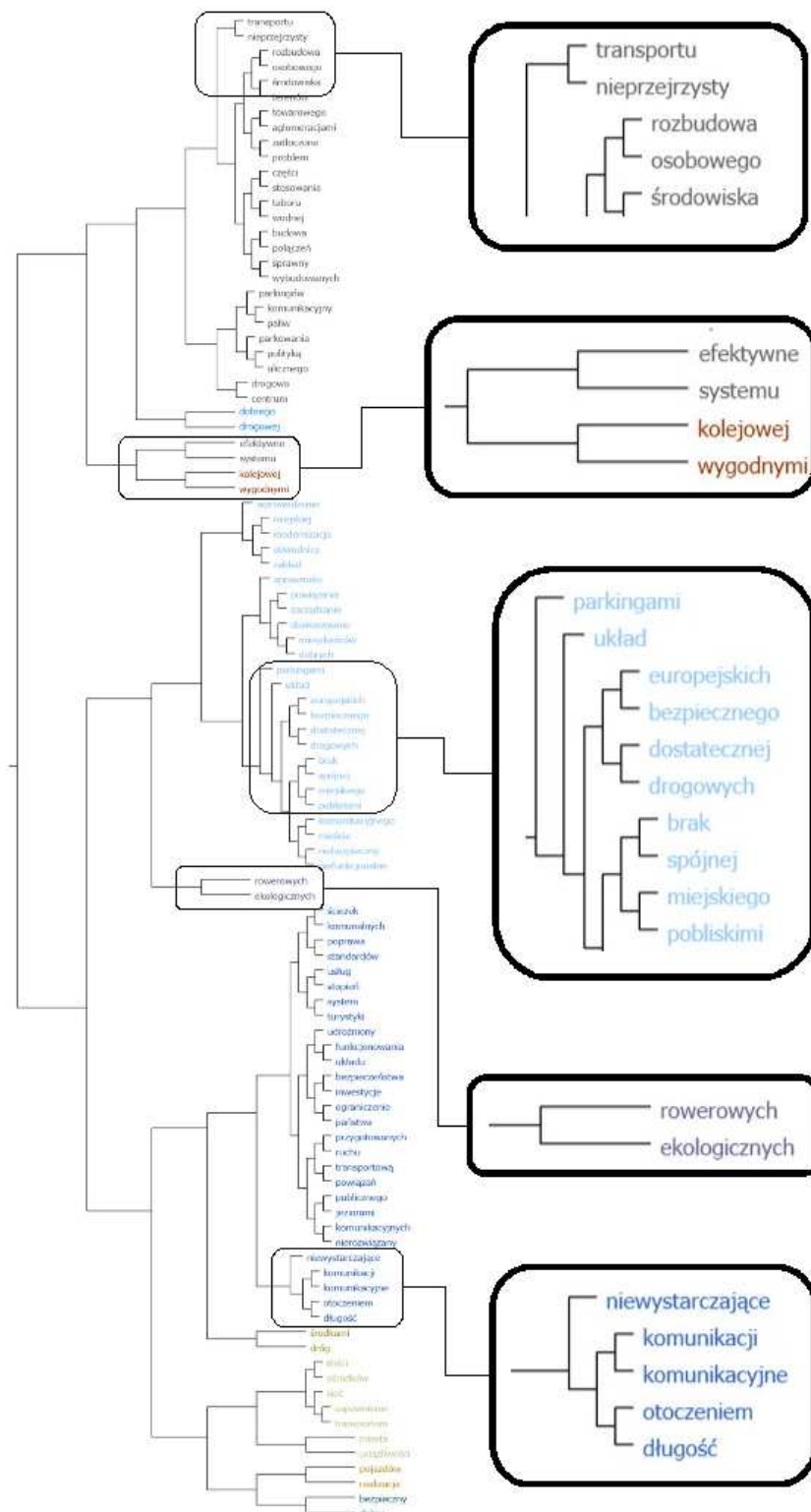
Rys. 1. Hierarchiczna struktura węzłów w przyjętym modelu kodowania (fragment zrzutu ekranu interfejsu graficznego programu NVivo 9).

Źródło: opracowanie własne.

aglomeracjami bezpieczeństwa bezpiecznego bezpieczny **brak**
budowa centrum części długość dobre dobrego **dobrych** dostatecznej dostosowanie drogowej drogowo
drogowych dróg efektywne ekologicznych europejskich **funkcjonowania** ilości
inwestycje jeziorami kolejowej komunalnych **komunikacji**
miasta miejskiego **miejskiej** mieszkańców mieście
modernizacja niebezpieczny niefunkcjonalne nieprzejrzysty
nierozwiązany niewystarczające obwodnicy **ograniczenie osobowego**
ośrodków otoczeniem paliw **państwa** parkingami parkingów parkowania pobliskimi pojazdów
polityką połączeń poprawa powiązania powiązań problem
przygotowanych publicznego realizacja rowerowych **rozbudowa**
ruchu sieć **spójnej sprawności** sprawy standardów stopień stosowania system
systemu ścieżek środkami **środowiska** taboru **terenów**
transportu turytyki uciażliwości udrożniony układ
układu ulicznego usług wodnej wprowadzenie wybudowanych wygodnymi Zakład
zapewnienie zarządzanie zatłoczone

Rys. 2. Wyniki analizy częstości występowania wyrazów w węzłach pod-kategorii „Transport” (fragment zrzutu ekranu interfejsu graficznego programu NVivo 9).

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Dendrogram prezentujący wyniki klastrowania w ramach pod-kategorii „Transport” (fragment zrzutu ekranu interfejsu graficznego programu NVivo 9).

Źródło: opracowanie własne.

Przyjętą, hierarchiczną strukturę węzłów (ang. *node*), ze szczegółową strukturą pod-kategorii „Transport”, pokazano na Rys. 1. Przeprowadzono tzw. kodowanie (ang. *coding*) dokumentów źródłowych (uchwał rad gmin), czyli do utworzonych węzłów przypisane zostały fragmenty uchwał, które w bezpośredni sposób odnoszą się do danego zagadnienia.

Przykładowo [11], fraza „brak dostatecznej ilości parkingów” została zakodowana w węzłach „Transport Autobusowy” oraz „Transport Drogowy”, fraza „zły stan techniczny i estetyczny dworców PKP i PKS” została zakodowana w węzłach „Transport Kolejowy” oraz „Transport Autobusowy”, natomiast fraza „budowa systemu ścieżek rowerowych poprawiających dostępność do miejskich terenów rekreacyjnych” została zakodowana w węzle „Transport Rowerowy”.

Chmura znaczników

W celu zbudowania modelu zależności w dziedzinie transportu, przeprowadzono analizę częstości występowania wyrazów w węzłach znajdujących się w pod-kategorii „Transport” należącej do kategorii „Dziedzina Naukowa”. Na Rys. 2 przedstawiono wyniki tej analizy w postaci chmury znaczników (ang. *tag cloud*). W ramach chmury znaczników wyrazy są uszeregowane alfabetycznie, natomiast wielkości i grubości czcionek użyte do zaprezentowania poszczególnych wyrazów są uzależnione od częstości występowania danego wyrazu w badanych dokumentach (w tym przypadku w wybranej grupie węzłów). Taki sposób prezentacji wyników analizy umożliwia łatwe znalezienie danego wyrazu zarówno alfabetycznie, jak i według ważności tego wyrazu w analizowanym przykładzie.

Analiza chmury znaczników pozwala stwierdzić, że najczęściej występującym wyrazem w dziedzinie transportu i logistyki jest wyraz „brak”, występuje również cała gama wyrażen charakteryzujących aktualny stan zasobów transportowych gmin: niebezpieczny, niefunkcjonalne, nieprzejrzysty, nierozwiązany, niewystarczający.

W ramach chmury znaczników występuje również liczna grupa wyrazów związanych z poprawą infrastruktury transportowej gminy, między innymi: „bezpieczeństwa”, „modernizacja”, „rozbudowa”, „sprawności”, czy „zapewnienie”, co może być podstawą do oceny logiki tez przyjętych przez autorów badanych dokumentów.

Przy analizie wyników należy zwrócić uwagę, że oprogramowanie NVivo 9 nie ma zaimplementowanego języka polskiego (zaimplementowane jest wsparcie dla języka angielskiego, niemieckiego, francuskiego, hiszpańskiego, portugalskiego japońskiego oraz chińskiego), dlatego w wynikach występują wyrazy w różnych odmianach (np. „miejskiego” i „miejskiej”, czy „powiązania” i „powiązań”).

Klastering

Wykorzystując program NVivo, przeprowadzono również analizę skupień (ang. *clustering*) wyrazów dotyczących transportu. Metoda klasteringu polega na przeprowadzeniu klasyfikacji bez nadzoru, która grupuje wyrazy ze względu na ich podobieństwo we względnie jednorodne klasy. Tak wyodrębnione klasy wyrazów pozwalają na ujednoczenie przedmiotu badania, co ułatwia wyodrębnienie zasadniczych cech zjawisk objętych badaniem. Umożliwia to również zredukowanie liczby danych pierwotnych do kilku podstawowych kategorii, które mogą zostać poddane dalszej analizie, co w konsekwencji może doprowadzić do odkrycia nieznannej uprzednio struktury analizowanych danych i wpłynąć na poprawę jakości tworzonego modelu.

Wyniki klastrowania przedstawiono na Rys. 3 w postaci dendrogramu, czyli diagramu o strukturze drzewa, który ukazuje związki pomiędzy podobnymi elementami przedmiotu badania. Na rysunku, dla wybranych zestawów liści dendrogramu, zastosowany został efekt lupy, z których można między innymi wywnioskować, że nieprzejrzysty transport osobowy należy rozbudować zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska naturalnego, transport kolejowy winien być wygodny i efektywny, najbardziej proekologiczny rodzaj transportu, to transport rowerowy. Przedstawione przykłady świadczą o możliwości wnioskowania odnośnie logiki tez przyjętych przez autorów badanych dokumentów.

PODSUMOWANIE

Uwzględnienie problematyki zrównoważonego rozwoju w transporcie (problematyka społeczna i ekologiczna) powoduje, że wykorzystaniem wyłącznie metod ilościowych w badaniach jest niewystarczające.

W artykule omówiono istotę tworzenia modelu badanego procesu przy zastosowaniu jakościowego studium przypadku.

Przedstawiono przykład realizacji jakościowego studium przypadku w badaniu problemów zrównoważonego rozwoju transportu wybranych gmin (na podstawie uchwał rad gmin dotyczących planowania zrównoważonego rozwoju gminy), przy wykorzystaniu programu komputerowego NVivo. Wskazano, że wyniki analizy jakościowej, przedstawione w postaci chmury znaczników oraz dendrogramu, umożliwiają przeprowadzenie wnioskowania odnośnie logiki tez przyjętych przez autorów badanych dokumentów.

Wyniki uzyskane w badanym przykładzie wskazują na możliwości praktycznej realizacji jakościowych studiów przypadków odnośnie uchwał rad gmin w zakresie zrównoważonego rozwoju, w tym zrównoważonego rozwoju transportu, co pozwoli na ocenę kompetencji władz lokalnych gmin przez organy nadrzędne, organizacje pozarządowe oraz lokalne społeczności.

LITERATURA

- [1] Barczak A., Zarys metodyki projektowania syntetycznych wskaźników zrównoważonego rozwoju transportu, *Logistyka*, 3/2011, str. 93-100.
- [2] Borys T., Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego rozwoju transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia, Raport z realizacji ekspertyzy, Jelenia Góra-Warszawa, listopad 2008.
- [3] Denzin N. K., Lincoln Y. S., *Metody badań jakościowych*, PWN, Warszawa 2009.
- [4] Eisenhardt K. M., Graebner M. E.: Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges, *Academy of Management Journal*, 2007, Vol. 50, No. 1, pp. 25-32.
- [5] Mangan J., Lalwani Ch., Gardner B., Combining quantitative and qualitative methodologies In logistics research, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 31, No. 7, 2004, pp. 565-578.
- [6] OECD, *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*, OECD 2008.
- [7] Silverman D., *Prowadzenie badań jakościowych*, PWN, Warszawa 2008.
- [8] Yin R. K., *Case Study Research*, SAGE Publications Inc., Thousand Oaks 2009.
- [9] Dz. U. z 1990 r. Nr 16, poz. 95.
- [10] Dz. U. z dnia 11 grudnia 2006 r.
- [11] Uchwała Nr 411/XXIX/08 Rady Miasta Płocka z dnia 25 listopada 2008 roku z załącznikami.
- [12] NVivo 9, <http://www.qsrinternational.com/>

SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN TRANSPORT – INFERENCE METHODS IN MODELING**Abstract:**

Usually, research conducted in the domain of transportation focus on quantitative methods. Meanwhile, taking into the consideration the transport sustainable development, which is immanently related to social and environmental domains, necessitate also the application of quantitative methods. Therefore, the modeling of transportation processes in the aim of accomplishing a sustainable development is a complex task, not only because of its interdisciplinarity but also because of the permanent development of the information technology. In the article, the „case study research” method is presented which is suited to deal with the qualitative aspects of transport sustainable development models and also, to draw conclusions from those models.

Key words: transport sustainable development, qualitative methods, case study research