

Dawid Brudny¹**WARTOŚĆ UŻYTKOWA „INTELIgENTNEJ DROGI”****Streszczenie**

W artykule opisano aktualny stan infrastruktury transportu drogowego w Polsce oraz plany związane z jego rozwojem w latach 2014–2020. Obecnie istniejąca sieć dróg coraz bardziej przyczynia się do wzrostu płynności ruchu, a w efekcie – komfortu podróży. Jednak niezależnie od ilości dróg, jakie państwo jest w stanie wybudować, pozostaje do zrealizowania bardzo ważne zadanie zarządzania ruchem. Trendy widoczne w sąsiednich państwach Europy Zachodniej wskazują jednoznacznie na istotne znaczenie tego elementu w całej infrastrukturze. Sprawnie zaprojektowany oraz efektywnie wdrożony system zarządzania ruchem na drodze przełoży się bezpośrednio na takie aspekty, jak poprawa bezpieczeństwa, wzrost płynności ruchu, optymalizacja kosztów oraz czasu podróży. Celem artykułu jest prezentacja potencjału, jaki niesie ze sobą inwestycja w „inteligencję” drogi. Potencjał ten umożliwi przyrost wartości dodanej „inteligentnej drogi” w stopniu znacznie większym, niż wynikałoby to z wartości księgowej inwestycji w „inteligencję” drogi. Przykładem może być inwestycja polegająca na wyposażeniu 14-kilometrowego odcinka drogi ekspresowej w inteligentny system, która stanowi tylko 3 promile wartości całej inwestycji związanej z wybudowaniem wspomnianego odcinka. Na podstawie danych o wartości już zaimplementowanych systemach czyniących drogę „inteligentną”, zostanie przeprowadzona próba estymacji wartości użytkowej „inteligentnej drogi”.

Słowa kluczowe: systemy zarządzania ruchem, znaki o zmiennej treści, wartość użytkowa

¹ Mgr Dawid Brudny, APM Konior Piwowarczyk Konior Sp. z o.o., e mail: dawid.brudny@apm.pl.

Wstęp

Obecnie coraz częściej, w różnych kontekstach, używany jest przymiotnik „inteligentny” w odniesieniu do różnych sfer naszego życia. W sektorze transportu, także w infrastrukturze transportu, mówi się o inteligentnym systemie transportowym oraz jego licznych inteligentnych podsystemach. Praktycznie każde większe miasto wdraża centra sterowania ruchem, które czynią układ drogowy układem inteligentnym. We wspomnianym kontekście należy zastanowić się nad fragmentem takiego układu, czyli „inteligentną drogą”, oraz wpływem „inteligencji” tejże drogi na zachowania różnych interesariuszy. Najważniejszym z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu interesariuszem jest uczestnik ruchu. Celem artykułu jest zaprezentowanie potencjału, jaki niesie ze sobą inwestycja w inteligencję drogi. Potencjał ten umożliwi przyrost wartości dodanej „inteligentnej drogi” w stopniu znacznie większym, niż wynikałoby to z wartości księgowej inwestycji w „inteligencję” drogi.

Rozwój infrastruktury transportu drogowego w Polsce

Od 2007 do 2013 roku Polska pozyskała z budżetu Unii Europejskiej kwotę 67 mld EUR. W ciągu 5 lat od 2007 roku działania związane z budową dróg pochłonęły ponad 10 mld EUR. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad w tym okresie zrealizowała następujące zadania:

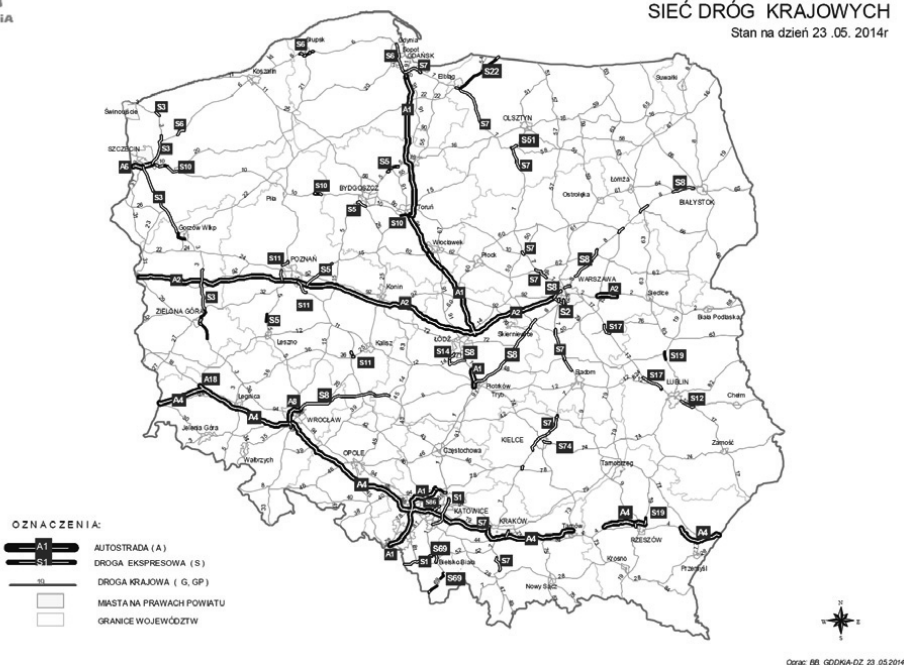
- wzrost ilości kilometrów dróg ekspresowych oraz autostrad o 250% w stosunku do stanu z 2007 roku,
- spadek ceny budowy jednego kilometra drogi o ponad 30%,
- wydłużenie okresu gwarancji na nowo budowane odcinki dróg do 5, a w niektórych przypadkach do 10 lat,
- wprowadzenie laboratoryjnego systemu kontroli jakości, dzięki któremu w okresie zaledwie dwóch lat przebadano 140 tys. próbek,
- do września 2013 roku wykorzystanie 77% refundacji w zakresie środków unijnych, a zakontraktowanie 100%².

Tak prowadzona polityka rozwoju infrastruktury transportu drogowego spowodowała, iż obecnie (stan na 23 maja 2014) oddanych do użytku jest 1520,65 km autostrad oraz 1390,85 km dróg ekspresowych. Łącznie zatem dróg szybkiego ruchu jest w Polsce 2911,5 km. Na rysunku 1 przedstawiono mapę ilustrującą ilość dróg ekspresowych oraz autostrad w Polsce.

² *Budowa dróg w Polsce, fakty i mity, doświadczenia i perspektywy*, pod red. W. Orłowskiego, PwC Polska Sp. z o.o., Warszawa 2013.



SIĘĆ DRÓG KRAJOWYCH
Stan na dzień 23.05.2014r



Rys. 1. Stan dróg ekspresowych oraz autostrad na dzień 23 maja 2014 roku

Źródło: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.

W nowej perspektywie budżetowej 2014–2020 zaplanowano wybudowanie sieci dróg, które będą warte ponad 61 mld zł. Za tę kwotę powstanie 1173 km nowych dróg ekspresowych oraz 57 km autostrad. Na rysunku 2 zaprezentowano prognozy Generalnej Dyrekcji Dróg i Autostrad związane z rozbudową istniejącej infrastruktury drogowej.

Nowy plan budowy dróg obejmuje między innymi budowę odcinka autostrady A1 z Częstochowy do Pyrzowic. Koszt tej inwestycji szacowany jest na 3,5 mld zł. Kolejnymi nowymi inwestycjami są m.in. obwodnica Suwałk, a także rozbudowa trasy S7 od Gdańska do Elbląga. Jednym z najdłuższych odcinków, których budowa ma się zakończyć przed 2020 rokiem, jest znaczny fragment trasy S19 łączącej Lublin z Rzeszowem. Wydaje się, iż rozwój sieci dróg w Polsce coraz lepiej zaspokaja potrzeby jej użytkowników w zakresie przemieszczania. Niemniej jednak tylko znikoma część dróg wyposażona jest w technologie teleinformatyczne, które umożliwiłyby nazwanie ich inteligentnymi. Aktualnie w skali całego kraju obserwuje się wzrost liczby projektów pozwalających na



Rys. 2. Zadania planowane do realizacji w perspektywie finansowej Unii Europejskiej 2014–2020, dla których postępowania przetargowe zostały uruchomione w 2013 roku

Źródło: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.

takie przekształcenia. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad podjęła inicjatywę związaną z utworzeniem programu operacyjnego o nazwie „Krajowy System Zarządzania Ruchem” (KSZR). Program jest wieloletnim przedsięwzięciem obejmującym drogi krajowe leżące na obszarze całego kraju. Z powodu złożoności funkcjonalnej oraz z powodów finansowych i organizacyjnych podjęto decyzję o wdrażaniu KSZR etapami. Przedsięwzięcie zostało podzielone na kilka osobnych projektów. Podział ten determinowany jest możliwościami pozyskania środków z poszczególnych funduszy Unii Europejskiej oraz stopniem zaawansowania budowy sieci dróg krajowych. Krajowy System Zarządzania Ruchem został podzielony na następujące etapy:

- KSZR na sieci TEN-T – to podstawowy projekt, który zostanie wdrożony w pierwszej kolejności; będzie obejmował znajdujące się na terytorium Polski drogi leżące w ciągach transeuropejskich sieci transportowych (TEN-T);
- KSZR POIŚ II – którego zadaniem jest objęcie Krajowym Systemem Zarządzania Ruchem sieci dróg krajowych nieleżących na sieci TEN-T; w ramach tego projektu wdrażane będą funkcje KSZR głównie na drogach krajowych związanych z obszarem aglomeracji warszawskiej i konurbacji śląskiej;
- KSZR jako element budowy drogi, co polegać ma na instalowaniu komponentów KSZR na nowo budowanych odcinkach dróg w ramach kontraktów budowlanych; działanie takie ma na celu jak najszybsze uruchomienie funkcji realizowanych przez KSZR na nowo budowanych odcinkach dróg krajowych;
- KSZR w innych projektach, nienależących do żadnej z wymienionych wcześniej grup, np. w lokalnych zadaniach poprawiające bezpieczeństwo ruchu drogowego³.

Jednym z pierwszych zadań KSZR było powołanie grupy ekspertów, która miała za zadanie opracować robocze specyfikacje techniczne dotyczące elementów składowych inteligentnych systemów zarządzania ruchem. Prace nad specyfikacjami prowadzono w sposób otwarty, umożliwiając udział w ich tworzeniu wszystkim zainteresowanym podmiotom – zarówno krajowym, jak i zagranicznym. Każda z opracowanych specyfikacji powstawała w grupach roboczych pod nadzorem przedstawicieli Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Na podstawie tych prac powstało 8 roboczych specyfikacji. Niezależnie od tego pojawiają się i są realizowane programy lokalne, tworzące centra sterowania ruchem w dużych miastach i aglomeracjach miejskich, a niektóre drogi lokalne nabierają charakteru drogi inteligentnej. W tym kontekście należy rozpatrzyć, jak nakłady umożliwiające przekształcenie tradycyjnej drogi o wysokich parametrach technicznych w drogę inteligentną wpływają na postrzeganie tej drogi przez użytkowników.

³ www.kszr.gddkia.gov.pl/index.php/pl/projekty-kszr (18.06.2014).

Koszty implementacji elementów umożliwiających tworzenie inteligentnych podsystemów transportowych

Inteligentny system transportowy można definiować w następujący sposób: jest to zbiór odpowiednio zaprojektowanych, a następnie zaimplementowanych systemów wyspowych tworzących jeden zintegrowany, centralnie zarządzany system sterowania ruchem w obrębie całej drogi. Systemami wyspowymi mogą być: system osłony meteorologicznej, oznakowanie o zmiennej treści, system predykcji czasu podróży, system dynamicznej informacji dla pasażerów komunikacji miejskiej, system poboru opłat, system preselekcyjnego ważenia pojazdów w ruchu oraz wiele innych. Tak dopasowane drogowe systemy mogą być elementami składowymi większego systemu, jakim jest na przykład „inteligentne miasto” czy „inteligentna droga”⁴. Jedną ze specyfikacji realizowanych w ramach projektu KSZR jest specyfikacja numer 1, zawierająca treści związane z elementami umożliwiającymi przekształcanie drogi w drogę inteligentną, takie jak:

- urządzenia detekcji ruchu drogowego,
- urządzenia do wykrywania naruszeń ruchu drogowym,
- urządzenia do ważenia pojazdów w ruchu (WIM – *weight in motion*),
- stacje meteorologiczne,
- znaki zmiennej treści.

Systemy służące do detekcji ruchu drogowego stanowią jeden z istotniejszych systemów wyspowych wspierających inteligentne systemy transportowe. Według przedstawionej powyżej specyfikacji opracowanej przez grupy robocze działające w zakresie KSZR – jako najistotniejsze wymieniane są trzy podstawowe grupy czujników: pętle indukcyjne, urządzenia do automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych (ARTR) oraz detektory piezoelektryczne. Pętle indukcyjne należą do starszych rodzajów czujników instalowanych na drogach, działają na zasadzie indukcji elektromagnetycznej. Instalacja pętli indukcyjnych na odcinku 13 kilometrów drogi ekspresowej S17 kosztowała 50 tys. PLN, pętle zainstalowano w 7 lokalizacjach, co oznacza, iż koszt instalacji jednej pętli indukcyjnej wynosi około 3,5 tys. PLN. Dane, jakie zarządca drogi może uzyskać z pomocą pętli indukcyjnych, to między innymi: ilość pojazdów, klasyfikacja pojazdów, długość pojazdu oraz średnia odległość pomiędzy pojazdami. Drugim z czujni-

⁴ D. Brudny, S. Krawiec, *Role and Significance of Variable Message Signs in Traffic Management Systems*, w: *Activities of Transport Telematics*, red. J. Mikulski, Springer, b.m., 2013 (*Communications in Computer and Information Science*, vol. 395), s. 208.

ków służących detekcji ruchu są kamery ARTR, nieco bardziej zaawansowane technologicznie w porównaniu z pętlami indukcyjnymi. Kamery mogą dostarczać znacznie większej ilości danych o ruchu drogowym, co również przekłada się na dokładniejszą informację przekazywaną uczestnikowi ruchu drogowego. Kamery ARTR mają możliwość rozpoznawania tablic rejestracyjnych pojazdu, prędkości pojazdu, koloru oraz marki pojazdu. Kolejną cechą różniącą je od pętli indukcyjnych jest sposób ich instalacji, niewymagający ingerencji w nawierzchnię drogi. W praktyce kamery ARTR są droższe od tradycyjnych pętli indukcyjnych, jednak dostarczają precyzyjniejszych informacji o ruchu drogowym. Problemem optymalizacyjnym jest liczba wyżej wymienionych czujników oraz miejsce ich usytuowania. Jeden z przykładów stanowi instalacja kamer ARTR na Drogowej Trasie Średnicowej w Chorzowie (DTS) w 4 lokalizacjach na każdym z kierunków ruchu (po trzy pasy ruchu), po jednej kamerze na wjeździe na odcinek drogi objęty inteligentnym systemem zarządzania ruchem oraz na wyjeździe z takiego obszaru. Taka ilość kamer jest wystarczająca, aby umożliwić obliczenie indywidualnego oraz średniego czasu przejazdu tego odcinka drogi. Instalacja każdej kamery w wyżej wymienionym przykładzie to koszt rzędu 30 tys. PLN, co daje kwotę 120 tys. PLN za komplet kamer. Ostatnią z grup czujników opisanych przez grupy robocze są czujniki piezoelektryczne, które działają na podobnej zasadzie do pętli indukcyjnych i wymagają instalacji w nawierzchni drogi. Znajdują zastosowanie głównie w systemach ważenia pojazdów w ruchu, klasyfikacji pojazdów, pomiarze prędkości pojazdu oraz detekcji liczby osi. Poza trzema grupami czujników opisanymi w specyfikacjach KSZR należy zwrócić uwagę na pewne *novum* na rynku polskim w zakresie urządzeń detekcji ruchu drogowego, jakim są dane pozyskane z takich urządzeń, jak GPS, smartfon czy inteligentne samochody. Na naszym rynku pojawiają się firmy o globalnym zasięgu działania, oferujące dane pozyskane z wyżej wymienionych czujników. Mają one możliwość dostarczania bieżących informacji o ruchu drogowym z częstotliwością odświeżania co 1 minutę. Taka informacja pozyskana bez jakiegokolwiek ingerencji w infrastrukturę drogi jest bardzo interesująca, bowiem eliminuje konieczność ponoszenia wysokich kosztów związanych z utrzymaniem czy konserwacją. Aktualnie roczny dostęp do danych o ruchu drogowym dla miasta liczącego od 180 do 200 tys. mieszkańców kosztuje około 100 tys. PLN.

Drugim z elementów opisanych przez KSZR są urządzenia do wykrywania naruszeń drogowych, w skład których wchodzi fotoradary, urządzenia służące detekcji przejazdu na czerwonym świetle oraz urządzenia do pomiaru średniej

prędkości na odcinku drogi. Fotoradar jest urządzeniem służącym do pomiaru punktowej prędkości pojazdu, które automatycznie wykonuje zdjęcie, jeżeli prędkość zostaje przekroczone. Urządzenia służące detekcji przejazdu na czerwonym świetle składają się głównie z opisanych wcześniej kamer ARTR, które są instalowane przed skrzyżowaniem, tak aby miały jednocześnie podgląd aktualnego koloru sygnału sygnalizacji świetlnej oraz pasa ruchu. W chwili, w której sygnalizacji wskazuje światło czerwone, a kierowca przejeżdża przez skrzyżowanie – kamera wykonuje zdjęcie samochodu wraz z jego tablicą rejestracyjną. Koszty związane z budową systemu umożliwiającego rejestrację wykroczeń nielegalnego przekroczenia światła czerwonego na trójwłotowym skrzyżowaniu to kwota od 160 do 200 tys. PLN.

Następnym punktem specyfikacji są systemy ważenia pojazdów w ruchu. Jest to zaawansowane technologiczne rozwiązanie, umożliwiające ważenie poruszających się pojazdów, ich identyfikację oraz wnioskowanie o przekroczeniu dopuszczalnych norm drogowych. System umożliwia właściwym służbom drogowym prowadzenie ważenia administracyjnego oraz bieżącą i statystyczną ocenę parametrów ruchu na drogach. Prowadzenie statystyk i analiz na podstawie odczytu z czujników ułatwia podejmowanie działań w zakresie efektywnej poprawy bezpieczeństwa ruchu oraz utrzymania pożądanej żywotności nawierzchni drogowej. System może składać się z następujących elementów: wagi preselekcyjnej, kamery ARTR oraz kamer poglądowych. Może być dodatkowo wyposażony w takie udogodnienia, jak detektory przekroczenia skrajni pionowej, czujniki meteorologiczne, czujniki zanieczyszczenia środowiska, znaki o zmiennej treści. Koszty kompleksowej instalacji wagi preselekcyjnej na drodze o dwóch pasach ruchu mieszczą się w kwocie od 150 tys. do 500 tys. PLN – w zależności od jej konfiguracji.

Stacje meteorologiczne oraz dane z nich pozyskiwane są bardzo istotne dla poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego. W okresach zimowych meteorologia drogowa pełni bardzo istotną rolę wczesnego ostrzegania oraz alarmowania o zbliżających się niebezpieczeństwach pogodowych oraz o stanie nawierzchni. Niektóre nowoczesne systemy osłony meteorologicznej posiadają wbudowaną funkcję krótkoterminowej predykcji warunków pogodowych. Dane o nadchodzących warunkach pogodowych mogą być dostarczane do firm utrzymujących drogi z 6-godzinnym wyprzedzeniem. Taka informacja pozwala na podjęcie odpowiednich działań zmierzających do zapobieżenia sytuacjom niebezpiecznym, spowodowanym niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi. Wartość jednej

stacji pogodowej wyposażonej w czujniki umożliwiające pomiar stanu nawierzchni oraz umożliwiającej krótkoterminową predykcję to koszty rzędu od 30 do 50 tys. PLN. Z doświadczeń firm odpowiedzialnych za zimowe utrzymanie dróg wynika, iż już w ciągu 1 tygodnia oszczędności płynące z doboru odpowiedniego stężenia solanki na podstawie danych uzyskanych ze stacji pogodowej pozwalają pokryć całość kosztów związanych z zakupem oraz instalacją stacji.

Ostatnim elementem opisanym przez ekspertów działających w grupach KSZR są znaki o zmiennej treści. Są one jednym z najistotniejszych elementów dla uczestników ruchu. To właśnie za ich pomocą wszystkie dane pozyskane z wcześniej omówionych systemów są przekazywane uczestnikom ruchu, czyli kierowcom. Jednym z głównych celów znaków o zmiennej treści jest przekazywanie informacji oraz ostrzeżeń użytkownikom inteligentnej drogi w taki sposób, aby mogli je zrozumieć i w odpowiednim czasie zareagować. Nie można w sposób jednoznaczny zdefiniować kosztów związanych z instalacją znaków o zmiennej treści. Wynika to głównie z faktu, iż znaki te cechują się bardzo dużą indywidualnością i każda ich implementacja wymaga wykonania dedykowanego projektu⁵. Koszt związany z instalacją znaku informującego kierowcę o ograniczeniu prędkości może wynosić około 15 tys. PLN, natomiast duże znaki dowolnie programowane instalowane na autostradach kosztują nawet do 300 tys. PLN. Przedstawione wartości księgowe opisanych systemów wyspowych składających się na inteligentną drogę przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Koszty wdrożenia wybranych systemów wyspowych

Lp.	Nazwa systemu	Orientacyjna cena minimalna	Orientacyjna cena maksymalna	Przeważnie wybierana cena przez inwestora
1	2	3	4	5
1.	Pętle indukcyjne	1.500,00	5.000,00	3.000,00
2.	Kamery ARTR	15.000,00	50.000,00	20.000,00
3.	Czujniki piezoelektryczne	4.000,00	6.000,00	4.500,00
4.	Dane pochodzące ze smartonów oraz GPS	100.000,00	100.000,00	b.d.
5.	System detekcji przejazdu na czerwonym świetle	160.000,00	200.000,00	160.000,00

⁵ A. Mitas, W. Konior, A. Konior, *Niektóre aspekty skuteczności przekazu informacji w ruchu drogowym za pomocą znaków o zmiennej treści (VMS)*, „Paragraf na Drodze” 2013, nr 6, s. 51.

1	2	3	4	5
6.	System odcinkowego pomiaru prędkości	40.000,00	120.000,00	50.000,00
7.	Ważenie pojazdów w ruchu	150.000,00	500.000,00	300.000,00
8.	Stacje meteorologiczne	10.000,00	150.000,00	120.000,00
9.	Znaki o zmiennej treści	8.000,00	300.000,00	70.000,00

Źródło: opracowanie własne.

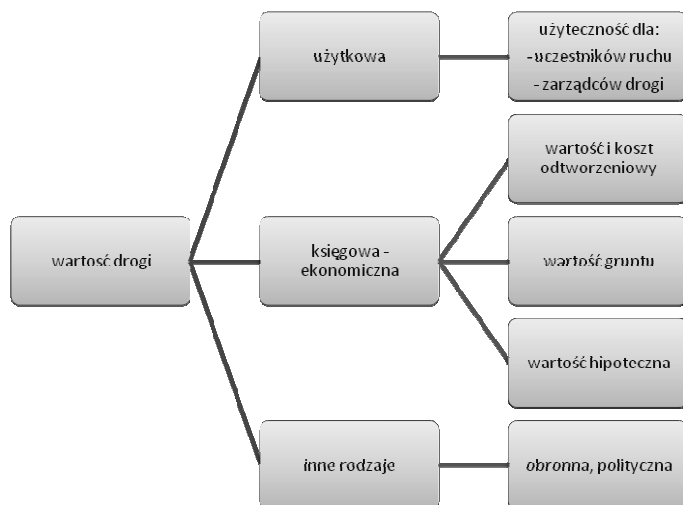
Koszty implementacji systemów zawierających elementy wymienione w tabeli 1 wynoszą od kilkuset tysięcy złotych nawet do kilkunastu milionów złotych. W odniesieniu do wartości księgowej drogi, inteligentne systemy stanowią około 0,5–1,5% kosztów związanych z wybudowaniem drogi.

Wartość użytkowa inteligentnej drogi

Drogi w Polsce podlegają ewidencji technicznej oraz ewidencji księgowej, która nie jest standardem. Zgodnie z ustawą o rachunkowości, muszą one być ujęte w zapisach księgowych. Wartość księgowa drogi oraz poziom jej amortyzacji są bardzo istotnymi elementami wpływającymi na decyzje podejmowane podczas ustalania budżetu związanego na przykład z utrzymaniem sieci drogowej przez jej administratora czy zarządcę. Brak takiej wiedzy utrudnia planowanie finansowe oraz jest sprzeczny z wymogami ustawy o rachunkowości (Dz.U. z 1999 r., nr 121, poz. 591 z późn. zm.). Istnieje, poza wartością księgową, kilka innych rodzajów wartości drogi, co zaprezentowano na rysunku 3.

Każda z wymienionych wartości drogi (rysunek 3) składa się na subiektywną jej ocenę przez użytkowników. Określanie wartości ekonomicznej ma zawsze aspekty subiektywne, nie ma bowiem obiektywnych metod i technik określania tej wartości. Wartość drogi można również analizować pod względem kryteriów społecznych, obronnych, ekologicznych itp. Szacunkowe wartości dla każdej z tych kategorii będą inne, gdyż będą ukazywać różne aspekty wykorzystania drogi⁶.

⁶ A. Sagan, *Wartość dla klienta na rynku konsumpcyjnym, aspekty metodologiczne pomiaru i analizy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2012.



Rys. 3. Rodzaje wartości drogi

Źródło: opracowanie własne.

Wartość użytkowa wiąże się nierozzerwalnie z kategorią towaru (tu: drogi) i jest jedną z podstawowych jego cech. Wartość użytkowa drogi inteligentnej to całokształt fizycznych właściwości, dzięki którym może ona zaspokoić określoną potrzebę. Wartość użytkowa oznacza zdolność towaru, usługi czy systemu ITS do zaspokojenia określonych potrzeb. Wartość użytkowa inteligentnej drogi to zdolność do zaspokojenia potrzeb uczestników ruchu. Bezpieczny i efektywny system transportu drogowego jest w pewnym stopniu uzależniony od ilości oraz efektywności zaimplementowanych inteligentnych systemów wyspowych⁷. Korelacja między dwoma rodzajami wartości: wartością księgową inwestycji (ze szczególnym uwypukleniem proporcji między kosztami inwestycyjnymi budowy) i kosztami wyposażenia drogi w urządzenia inteligentne – nie jest proporcjonalna (tabela 2).

Z danych przedstawionych w tabeli 2 wynika, iż koszty związane z wyposażeniem drogi w „inteligencję” są znikome. Z wybranych inwestycji podanych w tabeli największy udział inteligentnych systemów w wartości inwestycji ogółem wyniósł zaledwie 0,5%, natomiast najmniejszy – 0,11%. Należy zastanowić się nad efektywnością wdrażanych systemów, ponieważ ich udział jest niewspół-

⁷ A. Mazur, *Wartość godziwa – potencjał informacyjny*, Difin, Warszawa 2011.

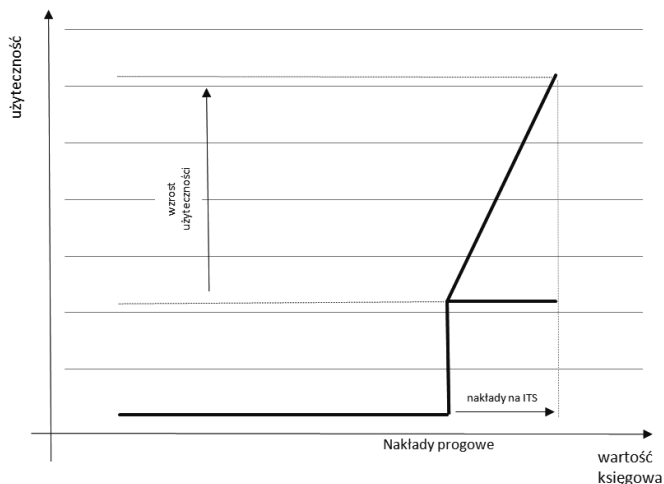
miernie niski w stosunku do wartości księgowej drogi. Jednak nawet niewielkie kwoty przeznaczone na systemy inteligentne podnoszą wartość użytkową drogi dla uczestnika ruchu. Powyższą zależność przedstawia rysunek 4.

Tabela 2

Zestawienie kosztów wybranych inwestycji związanych z budową dróg w odniesieniu do kosztów implementacji inteligentnych systemów

Lp.	Nazwa inwestycji	Wartość kontraktu w tys. PLN	Orientacyjna wartość inteligentnego systemu w tys. PLN
1.	Droga S17 – odcinek Lublin od węzła Witosa do miejscowości Piaski o długości 13,7 km	399.000	1.200
2.	S-61 Obwodnica Augustowa o długości 17,2 km	659.000	3.200
3.	Budowa drogi dojazdowej do węzła drogowego „Dąbrowica” obwodnicy miasta Lublin w ciągu dróg ekspresowych S12, S17 i S19 o długości 8,6 km	259.600	340
4.	Budowa drogi ekspresowej S7 na terenie miasta Krakowa o długości 6 km	528.000	600
5.	Rozbudowy drogi krajowej nr 8 Wrocław–Warszawa–Białystok o długości 15,39 km	434.833	2.153

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Wpływ inwestycji w inteligentne systemy transportowe na wartość użytkową drogi

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 4 zaprezentowano zależność użyteczności instalowanych systemów w relacji do kosztów budowy nowego odcinka drogi. Na osi rzędnych wykresu znajduje się użyteczność drogi, natomiast oś odciętych prezentuje nakłady pieniężne związane z rozbudową infrastruktury, to znaczy wartość księgową. Z rysunku wynika, iż do momentu osiągnięcia punktu określonego jako „nakłady progowe” wartość użytkowa drogi wynosi zero. Dopiero oddanie drogi do użytku zaczyna przynosić uczestnikowi ruchu wymierne korzyści. Wyposażenie drogi w system ITS powoduje, iż wartość użytkowa rośnie niewspółmiernie do poniesionych nakładów związanych z implementacją takich systemów. Opisany przebieg wykresu wynika z niewielkiego udziału kosztów związanych z inwestycjami w systemy ITS – w stosunku do korzyści dla użytkowników ruchu, jakie płyną z ich instalacji.

Wnioski

Instalacja wyspowych systemów powoduje, że dotychczasowa infrastruktura drogowa nabiera zupełnie nowego, inteligentnego charakteru, a jej użyteczność znacząco rośnie dla uczestników ruchu drogowego. Ważnym aspektem związanym z przekształceniem drogi w drogę inteligentną są koszty wdrożenia inteligentnego systemu transportowego. W artykule zaprezentowano kilka przykładów udziału kosztów związanych z instalacją systemów ITS w całkowitych kosztach budowy drogi. Z danych wynika, iż koszty implementacji takich systemów, które niewątpliwie przekładają się na poprawę bezpieczeństwa na drogach, poprawę płynności ruchu oraz na podniesienie komfortu podróżowania – są niewspółmiernie niskie w stosunku do inwestycji infrastrukturalnych. Wartość użytkowa, jaką niesie ze sobą droga inteligentna, jest dużo wyższa od jej wartości księgowej.

Bibliografia

- Brudny D., Krawiec S., *Role and Significance of Variable Message Signs in Traffic Management Systems*, w: *Activities of Transport Telematics*, red. J. Mikulski, Springer, b.m., 2013 (Communications in Computer and Information Science, vol. 395).
- Budowa dróg w Polsce, fakty i mity, doświadczenia i perspektywy*, pod red. W. Orłowskiego, PwC Polska Sp. z o.o., Warszawa 2013.
- Mazur A., *Wartość godziwa – potencjał informacyjny*, Difin, Warszawa 2011.

Mitas A., Konior W., Konior A., *Niektóre aspekty skuteczności przekazu informacji w ruchu drogowym za pomocą znaków o zmiennej treści (VMS)*, „Paragraf na Drodze” 2013, nr 6.

Sagan A., *Wartość dla klienta na rynku konsumpcyjnym, aspekty metodologiczne pomiaru i analizy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2012.

VALUE IN USE “SMART ROAD”

Summary

More and more often, in different context, one can hear people using the adjective “intelligent” in regard to different spheres of our life. In the transport sector, as well as in its infrastructure, one can define an intelligent transport system and many of its intelligent subsystems. In practice, each bigger city implements traffic control centres, which make a road network an intelligent one. In this context, one should consider a fragment of such system, is the “intelligent road”, and the influence of the “intelligence” of the road on other possible interested parties. The article presents potential hidden in the investment in the intelligent road. This potential allows to increase the added value of the “intelligent road” in a much higher degree, than it would seem from the book value of such an investment. An investment concerned with equipping 14 km road section in an intelligent system is an example of such situation. It is but a 3 promiles of the whole investment connected with building such section. An estimation of the utility value was performed, basing on the data about the already implemented systems that create an intelligent road.

Keywords: traffic management systems, variable message signs, the value in use

Translated by Jakub Hnidec