

**Mariusz Wasiak, Emilian Szczepański, Roland Jachimowski,
Piotr Gołębiowski, Paweł Lelęć**

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

STRUKTURA BAZ DANYCH SYTEMU EPLOS O INFRASTRUKTURZE TRANSPORTU DROGOWEGO ORAZ KOLEJOWEGO

Rękopis dostarczono, maj 2019

Streszczenie: W artykule opisano wyniki badań w zakresie identyfikacji struktury baz danych o infrastrukturze drogowej oraz infrastrukturze kolejowej przygotowanej dla systemu EPLOS (Europejski Portal Usług Logistycznych). EPLOS jest narzędziem wspomagającym planowanie procesów logistycznych oraz ich realizację poprzez udostępnianie w jednym miejscu aktualnych i zweryfikowanych danych potrzebnych uczestnikom rynku TSL. System ten jest tworzony w ramach inicjatywy EUREKA. W kolejnych częściach artykułu opisano: rolę baz danych w funkcjonowaniu aplikacji dedykowanych logistyce oraz wyniki badań w zakresie identyfikacji potrzeb uczestników rynku TSL odnośnie baz danych systemu EPLOS o infrastrukturze liniowej transportu, jak i zakres danych o sieci drogowej oraz zakres danych o sieci kolejowej dla systemu EPLOS.

Słowa kluczowe: EPLOS, Europejski Portal Usług Logistycznych, baza danych, parametry sieci drogowej, parametry sieci kolejowej

1. WSTĘP

Współczesne uwarunkowania prowadzenia działalności logistycznej, zwłaszcza w zakresie przemieszczania dóbr materialnych na duże odległości obejmują szereg złożonych procesów decyzyjnych rozpatrywanych z uwzględnieniem wielu rozproszonych informacji. Sprawia to, że częstokroć głównym powodem nieracjonalności wdrażanych rozwiązań jest brak dostępu do aktualnych oraz, co równie ważne, kompletnych danych. Problem ten jest szczególnie dotkliwy dla małych i średnich przedsiębiorstw, które nie inwestują środków w tworzenie własnych (dostosowanych do ich potrzeb) systemów wspomagania procesów decyzyjnych. Jak wynika z przeprowadzonych badań niemalże wszystkie z tych podmiotów wyszukują potrzebne informacje logistyczne w sposób częściowo lub całkowicie ręczny. Tym samym za uzasadnione uznano opracowanie systemu informatycznego zawierającego wszystkie informacje potrzebne uczestnikom rynku TSL.

Celem artykułu jest identyfikacja informacji o parametrach infrastruktury liniowej transportu i o świadczonych w jej zakresie usługach, które mają największe znaczenie dla uczestników rynku TSL, a także charakterystyka koncepcji struktury baz danych o parametrach infrastruktury drogowej oraz infrastruktury kolejowej przygotowanej dla systemu EPLOS. Stanowi to jeden z kluczowych aspektów definiowania docelowej funkcjonalności budowanego w ramach inicjatywy EUREKA systemu EPLOS.

Europejski Portal Usług Logistycznych (EPLOS) stanowić będzie narzędzie informatyczne, zapewniające uczestnikom rynku logistycznego dostęp do informacji o infrastrukturze logistycznej oraz o usługach świadczonych przez podmioty z nimi współpracujące. Pozwoli to ograniczyć nakład pracy na ręczne wyszukiwanie danych i ich weryfikację, jak również zagwarantuje dostęp do wiarygodnych danych, które są kluczowe dla planowania procesów logistycznych i innych procesów biznesowych przedsiębiorstw.

2. ROLA BAZ DANYCH W FUNKCJONOWANIU APLIKACJI DEDYKOWANYCH LOGISTYCE

Problematykę projektowania baz danych na potrzeby Europejskiego Portalu Usług Logistycznych EPLOS – analogicznie jak w podobnych badaniach [2, 7, 12, 13, 16] – można rozpatrywać z dwóch punktów widzenia:

- architektury bazy danych (z punktu widzenia informatycznego),
- aplikacji EPLOS (z punktu widzenia zapotrzebowania na dane).

W zakresie projektowania baz danych z punktu widzenia architektury bazy danych wyróżniono następujące elementy, które należy ustalić przed rozpoczęciem prac nad jej budową [1, 5, 6, 15, 17, 27, 28, 29]:

- model bazy danych, który można określić, jako zbiór reguł charakteryzujących strukturę danych w bazie oraz zbiór operacji, które są możliwe do wykonania na danych wprowadzonych do bazy. Do typowych modeli baz danych zaliczyć można modele: hierarchiczne, relacyjne, sieciowe, obiektowe i semantyczne. Po analizie poszczególnych rodzajów modeli danych najlepszym dla EPLOS wydaje się relacyjny model baz danych. Podstawową własnością relacyjnej struktury jest to, że związki między rekordami są reprezentowane tylko przez wartości danych. Niezbędne do pracy dane są przechowywane w postaci tabel, które są połączone ze sobą relacjami matematycznymi. Ponadto dostęp do danych jest szybki i nie trzeba znać struktury bazy danych by odnaleźć konkretną informację.
- schemat bazy danych, który można przedstawić, jako graficzną prezentację wybranego modelu bazy danych (np. jako tabele i połączone konkretne kolumny tych tabel),
- system zarządzania bazą danych, czyli narzędzie, które umożliwia przygotowanie bazy danych dla konkretnego systemu oraz zarządzanie danymi, które są wprowadzone do bazy (operacje dodawania danych, edycji, modyfikacji i inne) [3, 4],

- algorytmy i metody zachowania poprawności bazy danych, które można zdefiniować, jako zestaw reguł pozwalających na zachowanie spójności (dokładności, prawdziwości i aktualności) oraz poprawności danych i bazy danych, a także dbanie o jak najlepszy poziom efektywności jej działania [18],
- struktura bazy danych, którą można scharakteryzować, jako opracowanie tablic dla danych o jednakowej tematyce oraz powiązanie poszczególnych tablic wzajemnymi relacjami (tablice połączone ze sobą relacjami: jeden do jednego (jeden element z jednej tablicy można połączyć dokładnie z jednym elementem z drugiej tablicy), jeden do wielu (jeden element z jednej tablicy można połączyć z wieloma elementami z drugiej tablicy) lub wiele do wielu (wiele elementów z jednej tablicy można połączyć z wieloma elementami z drugiej tablicy)),
- implementacja bazy danych, czyli oprogramowanie bazy danych z wykorzystaniem narzędzi informatycznych na podstawie wybranych rozwiązań spośród wyżej wymienionych zakresów [8].

W zakresie projektowania baz danych z punktu widzenia systemu EPLOS na podstawie wyników badań opisanych w punkcie 3 wyróżniono opisane w kolejnych punktach elementy zintegrowanej bazy danych dla systemu EPLOS.

3. IDENTYFIKACJA POTRZEB SYSTEMU EPLOS W ZAKRESIE DANYCH O INFRASTRUKTURZE LINIOWEJ – WYNIKI BADAŃ

Portal EPLOS z założenia ma być narzędziem udostępniającym kompleksowe, wiarygodne dane o infrastrukturze logistycznej i podmiotach logistycznych, które są niezbędne uczestnikom szeroko pojętego rynku TSL w celu efektywnego świadczenia usług. Stąd identyfikacja znaczenia poszczególnych informacji logistycznych dla podmiotów gospodarczych funkcjonujących na tym rynku została dokonana metodą badań ankietowych. W badaniach tych został również uwzględniony aktualny sposób pozyskiwania przez te podmioty tych informacji. Jako docelową grupę użytkowników systemu EPLOS przyjęto przede wszystkim przewoźników i inne firmy logistyczne zajmujące się przewozami rzeczy środkami transportu o masie całkowitej przekraczającej 3,5 t, jak również wybrane firmy usługowe, produkcyjne i handlowe stanowiące punkty nadania i odbioru tych ładunków.

Opracowana ankieta umożliwiła identyfikację zarówno rodzaju i wielkości badanego podmiotu gospodarczego, jak i zakresu świadczonych przez ten podmiot usług. Podmioty te zostały zbadane ze względu na ważność informacji o infrastrukturze liniowej transportu, o usługach towarzyszących w ramach infrastruktury transportu, jak i o magazynach, centrach logistycznych oraz o terminalach przeładunkowych.

Łącznie w ankiecie wzięło udział 519 podmiotów, z czego najliczniejszą grupę stanowiły przedsiębiorstwa zatrudniające od 10 do 19 osób (30,1% ankietowanych podmiotów gospodarczych) i od 20 do 49 osób (27,4% ankietowanych podmiotów gospodarczych). Wśród ankietowanych podmiotów było: 28,71% dostawców usług logistycznych, 43,74% przewoź-

ników, 3,66% operatorów infrastruktury, 2,89% firm deweloperskich, 9,25% firm produkcyjnych, 7,32% firm handlowych, 2,7% firm usługowych, 1,54% reprezentantów mediów i 0,19% jednostek naukowych.

Analiza ogólnych wyników badań pozwoliła ustalić, że najcenniejsze (kluczowe) dla uczestników rynku TSL są informacje o opłatach, oraz ograniczeniach w ruchu i aktualnym natężeniu ruchu. Natomiast same informacje o parametrach infrastruktury i świadczonych w jej ramach usług są na dalszych pozycjach (tabl. 1). Ponadto zbadane podmioty za kluczowe lub ważne kolejno uznają dane dotyczące:

- ograniczeń w ruchu (87,5%),
- natężenia ruchu (86,5%),
- parametrów infrastruktury (85,2%),
- opłat za dostęp do infrastruktury (84,8%),
- usług w ramach infrastruktury (81,7%).

Tab. 1

Ważność typów informacji o infrastrukturze logistycznej ($N = 519$)

Znaczenie	Parametry	Usługi	Opłaty	Ograniczenia ruchu	Natężenie ruchu
Kluczowe	30,3%	27,2%	50,1%	46,6%	42,0%
Ważne	54,9%	54,5%	34,7%	40,8%	44,5%
Nieistotne	14,8%	18,3%	15,2%	12,5%	13,5%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Wykonane badania w zakresie informacji o parametrach infrastruktury liniowej transportu pozwoliły natomiast ustalić, że najistotniejsze dla zbadanych uczestników rynku TSL są informacje o (rys. 1):

- dopuszczalnej prędkości (87,3%),
- naciskach na oś (74,2%),
- ograniczeniach w przewozach ładunków niebezpiecznych (56,7%),
- ograniczeniach dopuszczalnej masy całkowitej oraz masy rzeczywistej (38,9%).

Oceny te jednak różnią się w zależności od zakresu usług oferowanych przez badany podmiot. W tablicy 2 przedstawiono zakres danych o parametrach infrastruktury oczekiwany przez podmioty świadczące m.in. przewozy drogowe oraz przewozy kolejowe.

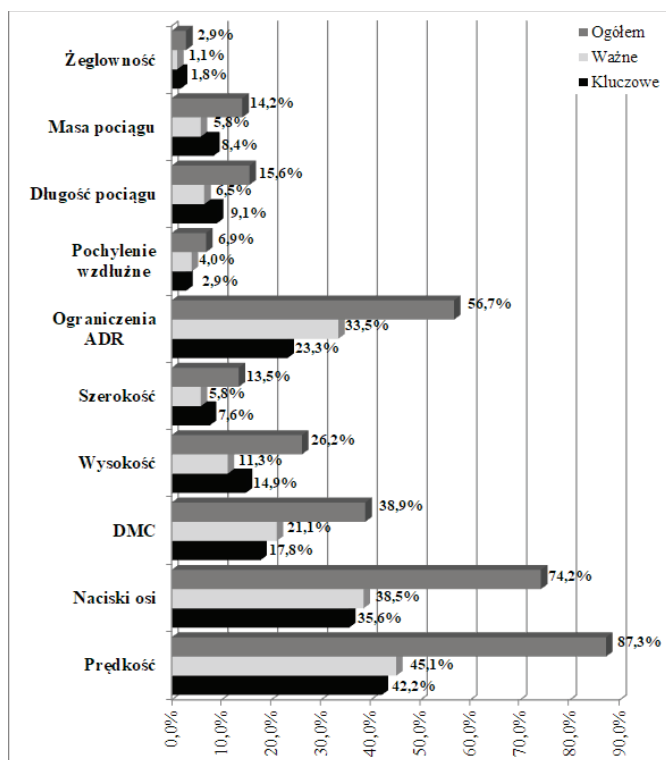
Tab. 2

Kluczowe oraz ważne rodzaje parametrów infrastruktury liniowej dla uczestników rynku TSL wg zakresu świadczonych usług

Znaczenie	Respondenci oferujący					
	Przewozy drogowe ($N = 209$)			Przewozy kolejowe ($N = 25$)		
	Kluczowe	Ważne	Ogółem	Kluczowe	Ważne	Ogółem
Prędkość	44,0%	49,8%	93,8%	36,0%	20,0%	56,0%
Naciski osi	35,9%	42,6%	78,5%	48,0%	24,0%	72,0%
DMC	16,3%	20,6%	36,8%	40,0%	28,0%	68,0%
Wysokość	11,5%	11,0%	22,5%	52,0%	28,0%	80,0%
Szerokość	2,4%	4,3%	6,7%	52,0%	28,0%	80,0%
Ograniczenia ADR	26,3%	35,9%	62,2%	28,0%	24,0%	52,0%

Znaczenie	Respondenci oferujący					
	Przewozy drogowe (N = 209)			Przewozy kolejowe (N = 25)		
	Kluczowe	Ważne	Ogółem	Kluczowe	Ważne	Ogółem
Pochylenie wzdłużne	2,4%	3,3%	5,7%	16,0%	20,0%	36,0%
Długość pociągu	2,9%	3,3%	6,2%	52,0%	28,0%	80,0%
Masa pociągu	2,4%	3,3%	5,7%	52,0%	28,0%	80,0%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Rys. 1. Znaczenie parametrów infrastruktury liniowej wg uczestników rynku TSL (N = 275)

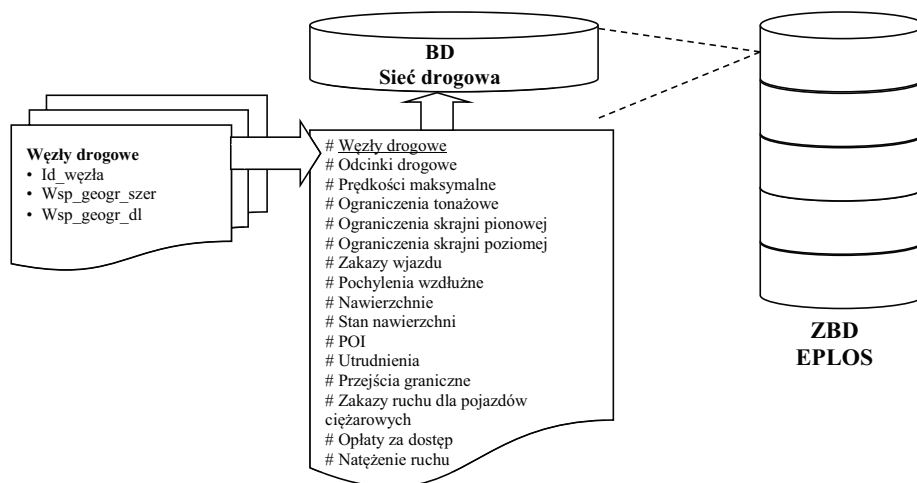
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Ponadto w zakresie usług świadczonych w ramach infrastruktury transportowej dla zbadanych uczestników rynku TSL najistotniejsze są informacje o:

- parkingach strzeżonych (96,8%),
- stacjach paliw (92,9%),
- myjniach i parkingach niestrzeżonych (78,8%).

4. STRUKTURA BAZY DANYCH SIECI DROGOWEJ

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań ankietowych oraz źródeł możliwych do pozyskania danych opracowano strukturę bazy danych o sieci drogowej, której uproszczoną postać przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat struktury bazy danych sieci drogowej Polski

Źródło: opracowanie własne.

Należy zauważyć, że zaproponowana struktura bazy danych (BD) ma charakter relacyjny i jej element jakim jest BD sieci drogowej składa się z 16 tabel powiązanych między sobą. W celu zapewnienia maksymalnej użyteczności i elastyczności systemu EPLOS uwzględniono w bazie danych sieci drogowej następujące tabele (tabl. 3):

- węzły drogowe,
- odcinki drogowe,
- prędkości maksymalne,
- ograniczenia tonażowe,
- ograniczenia skrajni pionowej,
- ograniczenia skrajni poziomej,
- zakazy wjazdu (dla przewoźów ADR),
- pochylenia wzdłużne,
- nawierzchnie,
- stan nawierzchni,
- POI (w tym parkingi, stacje paliw, myjnie),
- utrudnienia,
- przejścia graniczne,
- zakazy ruchu dla pojazdów ciężarowych,

- opłaty za dostęp,
- natężenie ruchu.

Wymienione tabele stanowią elementy relacyjnej bazy danych zasilającej oprogramowanie EPLOS.

Tab. 3

Elementy relacyjnej bazy danych EPLOS o infrastrukturze drogowej

Nazwa tabeli	Zawartość tabeli
Węzły drogowe (referencyjne)	Nr węzła referencyjnego, szerokość geograficzna lokalizacji węzła, długość geograficzna lokalizacji węzła
Odcinki drogowe (referencyjne)	Nr odcinka referencyjnego, długość rzeczywista [wartość w m], długość geometryczna [wartość w m], nr drogi (oznaczenie administracyjne), długość początku odcinka w ciągu drogi [wartość w m], geometria odcinka, nr węzła początkowego, nr węzła końcowego, klasa techniczna drogi [A, S, GP, G, Z, D, L], kategoria drogi [krajowa, wojewódzka, powiatowa, gminna, wewnętrzna], kierunki ruchu [0 – ruch w obu kierunkach, 1 – ruch jedynie w kierunku zgodnym z kilometrażem, 2 – ruch jedynie w kierunku przeciwnym do kilometrażu, 9 – zakaz ruchu w obu kierunkach]
Prędkości maksymalne	Nr ograniczenia prędkości, zakres obowiązywania [rodzaje pojazdów, pory dnia], wartość ograniczenia prędkości [wartość w km/h], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], długość rzeczywista występowania ograniczenia [wartość w m], kierunek ruchu z ograniczeniem
Ograniczenia tonażowe	Nr ograniczenia tonażowego, rodzaj ograniczenia tonażowego [MMC, DMC, masa rzeczywista, nacisk na oś], wartość ograniczenia tonażowego [wartość w tonach, lub w tonach na oś], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], długość rzeczywista występowania ograniczenia [wartość w m], kierunek ruchu którego dotyczy ograniczenie
Ograniczenia skrajni pionowej	Nr ograniczenia skrajni pionowej, wartość ograniczenia skrajni pionowej [wartość w m], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane pochylenie wzdłużne [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane pochylenie wzdłużne [wartość w m], długość rzeczywista występowania danego pochylenia wzdłużnego drogi [wartość w m], kierunek ruchu na którym występuje
Ograniczenia skrajni poziomej	Nr ograniczenia skrajni poziomej, wartość ograniczenia skrajni poziomej [wartość w m], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane ograniczenie [wartość w m], długość rzeczywista występowania ograniczenia [wartość w m], kierunek ruchu na którym dane ograniczenie występuje
Zakazy wjazdu	Nr zakazu wjazdu dla pojazdów ADR, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dany zakaz wjazdu [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dany zakaz wjazdu [wartość w m], długość rzeczywista występowania zakazu [wartość w m], kierunek ruchu którego dany zakaz dotyczy
Pochylenia wzdłużne	Nr pochylenia wzdłużnego drogi, wartość pochylenia wzdłużnego [wartość w promilach], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane pochylenie wzdłużne [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane pochylenie wzdłużne [wartość w m], długość rzeczywista występowania pochylenia wzdłużnego drogi [wartość w m], kierunek ruchu na którym ono występuje
Nawierzchnie	Nr nawierzchni, rodzaj nawierzchni [gruntowa, twarda], typ nawierzchni [grunt, utrwalona, ulepszona, nieulepszona], materiał nawierzchni [tłuczeń, bruk, kostka kamienna, klinkier, beton, płyty kamiennie-betonowe, bitum, naturalny], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dana nawierzchnia [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dana nawierzchnia [wartość w m], długość rzeczywista występowania nawierzchni [wartość w m], kierunek ruchu

Nazwa tabeli	Zawartość tabeli
Stan nawierzchni	Nr stanu nawierzchni, stan nawierzchni drogi [dobry, średni, zadowalający, zły], nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dany stan nawierzchni [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dany stan nawierzchni [wartość w m], długość rzeczywista występowania stanu nawierzchni drogi [wartość w m], kierunek ruchu
POI	nr POI, rodzaj punktu POI [parking strzeżony, parking niestrzeżony, stacja paliw, warsztat mechaniczny dla pojazdów, myjnia dla pojazdów, obiekt gastronomiczny, obiekt noclegowy, kantor/bankomat, punkt medyczny, sklep, zaplecze rekreacyjne], zabezpieczenie [ogrodzenie, ochrona, monitoring, oświetlenie], liczba miejsc parkingowych dla pojazdów ciężarowych, liczba miejsc parkingowych dla samochodów osobowych i dostawczych, możliwość parkowania pojazdów z materiałami niebezpiecznymi, dostęp do toalety, dostęp do prysznicy, możliwość podłączenia pojazdu do prądu, możliwość ujęcia wody, zaplecze do przygotowania posiłku, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka na którym jest zlokalizowany dany POI
Utrudnienia	Nr utrudnienia, typ utrudnienia, nr drogi, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dane utrudnienie [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dane utrudnienie [wartość w m], długość rzeczywista występowania utrudnienia [wartość w m], kierunek ruchu dla którego występuje utrudnienie, data powstania utrudnienia, data likwidacji utrudnienia, obowiązujący objazd, rodzaj utrudnienia, skutki utrudnienia: ograniczona nośność, ograniczony nacisk, ograniczona skrajnia pozioma, ograniczona skrajnia pionowa, ograniczona szerokość, ograniczona prędkość, ruch wahadłowy, sygnalizacja świetlna, awaria mostu, ruch dwukierunkowy, droga zamknięta, czasy oczekiwania wg dni tygodnia i okresów doby
Przejścia graniczne	Nr przejścia granicznego, nazwa przejścia granicznego, szerokość oraz długość geograficzna lokalizacji przejścia granicznego, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka na którym jest zlokalizowany dany POI [wartość w m], czas oczekiwania na wjazd do kraju dla pojazdu ciężarowego oraz samochodu osobowego [wartość w minutach], czas oczekiwania na wyjazd z kraju dla pojazdu ciężarowego oraz samochodu osobowego [wartość w minutach], data i godzina aktualizacji informacji o czasie oczekiwania na przejściu granicznym
Zakaz ruchu dla pojazdów ciężarowych	Nr zakazu ruchu, DMC pojazdu dla którego występuje zakaz ruchu [wartość w t], rodzaje pojazdów dla których obowiązuje zakaz ruchu, wyłączenia, data od kiedy obowiązuje zakaz ruchu, data do kiedy obowiązuje zakaz ruchu, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego występuje dany zakaz [wartość w m], kilometr odcinka do którego występuje dany zakaz [wartość w m], długość rzeczywista występowania danego zakazu [wartość w m], kierunek ruchu którego dotyczy
Oplaty za dostęp	Nr opłaty, kwota netto opłaty [wartość w PLN oraz w EURO], zakres DMC pojazdu, zakres liczby osi, zakres norm euro pojazdu, pora dnia, dzień tygodnia, pora roku, nr odcinka referencyjnego, kilometr odcinka od którego obowiązuje dana opłata [wartość w m], kilometr odcinka do którego obowiązuje dana opłata [wartość w m], długość rzeczywista odcinka obciążonego opłatą [wartość w m], kierunek ruchu którego dotyczy dana opłata
Natężenie ruchu	Nr odcinka referencyjnego, SDR wg ostatniego GPR z uwzględnieniem struktury pojazdów i w pojazdach umownych, aktualne natężenie ruchu drogowego

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie analiz przeprowadzonych w ramach prac nad projektem EPLOS stwierdzono, iż automatyczne pobieranie danych o parametrach polskiej infrastruktury transportu drogowego – poza dostępnymi mapami cyfrowymi – możliwe jest m.in. z następujących baz danych:

- BDD – Bank Danych Drogowych Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad [23]. Dane te dotyczą dróg zarządzanych przez GDDKiA.
- Ogólnodostępne dane Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad o aktualnych utrudnieniach [22].
- Usługa Izby Administracji Skarbowej w Białymstoku (Web Service) umożliwiająca pobranie bazy danych o czasach oczekiwania na przejściach granicznych [9].
- Portal internetowy – www.transparking.eu [26]. Zawierający mapę “transparking” i wykaz odcinków dróg z zakazami ruchu pojazdów ciężarowych “bans for trucks”.

5. STRUKTURA BAZY DANYCH SIECI KOLEJOWEJ

Drugim istotnym elementem zasilającym Europejski Portal Usług Logistycznych w dane są parametry sieci kolejowej. Linie kolejowe umożliwiające transport zarówno ładunków jak pasażerów w Polsce zarządzane są głównie przez państwową spółkę PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Spółka ta jest właścicielem oraz zarządcą ok. 96% wszystkich linii kolejowych w Polsce. Tym samym dane udostępniane przez tą spółkę są zasadniczym źródłem danych o parametrach linii kolejowych w Polsce. W Polsce funkcjonuje jeszcze 13 innych zarządców infrastruktury kolejowej (patrz tabl. 4), zatem dane przez nich udostępniane także będą stanowiły element zintegrowanej bazy danych Portalu EPLOS.

Tab. 4

Zarządcy infrastruktury kolejowej w Polsce

Zarządca Infrastruktury	Długość linii eksploatowanych (km)	Udział wg długości eksploatowanych linii (%)
PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.	18429,0	95,91%
PKP Linia Hutnicza Szerokotorowa Sp. z o.o.	394,7	2,05%
„Kopalnia Piasku Kotlarnia – Linie Kolejowe” Sp. z o.o.	105,9	0,55%
Infra SILESIA S.A.	57,0	0,30%
Jastrzębska Spółka Kolejowa Sp. z o.o.	43,1	0,22%
CTL Maczki - Bór S.A.	32,7	0,17%
Warszawska Kolej Dojazdowa Sp. z o.o.	38,5	0,20%
PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście Sp. z o.o.	32,6	0,17%
Dolnośląska Służba Dróg i Kolei we Wrocławiu	31,9	0,17%
Pomorska Kolej Metropolitalna S.A.	18,3	0,10%
CARGOTOR Sp. z o.o.	11,4	0,06%
„Euroterminal Sławków” Sp. z o.o.	9,6	0,05%
„PMT Linie Kolejowe” Sp. z o.o.	8,0	0,04%
UBB Polska Sp. z o.o.	1,4	0,01%
RAZEM	19214,0	100,00%

Źródło: opracowanie własne na podstawie [19].

W zakresie infrastruktury kolejowej konieczne jest umieszczenie w bazie danych o parametrach technicznych poszczególnych odcinków sieci kolejowej, takich wielkości jak m.in. kategoria linii kolejowej, granica obciążenia, prędkość drogowa, długość pociągu, skrajnia, sieć trakcyjna itp. [20]. Większość z tych danych jest publikowana w Regulaminach udostępniania linii kolejowych (Regulaminach Sieci – Network Statements), przy czym nie zawsze są one ogólnie dostępne.

Dla realizacji kolejowych przewozów ładunków niezbędne jest także zapewnienie miejsc, w których ładunki mogą być nadawane oraz odbierane na/z transportu kolejowego. Nadanie oraz odbiór ładunków w transporcie kolejowym może odbywać się na torach ogólnego użytku oraz na prywatnych odgałęzieniach torów ogólnego użytku (bocznicach). W związku z tym na potrzeby systemu EPLOS konieczna jest identyfikacja istniejących punktów obsługi ładunków oraz ich charakterystyk (m.in. lokalizacja, możliwości i zdolności obsługowe, wykorzystywane urządzenia, koszty obsługi ładunków) – zarówno tych prywatnych, jak i tych zarządzanych przez spółki państwowe.

W ramach prac nad realizacją projektu EPLOS dokonano analizy Regulaminów sieci udostępnianych przez polskich zarządców infrastruktury oraz państwowych zarządców z Litwy, Łowy i Estonii. W tablicy 5 przedstawiono wyniki analizy zakresu danych dostępnych w regulaminach udostępniania sieci kolejowej, które mogą zostać zaimplementowane do bazy danych EPLOS.

Tab. 5

Rodzaje danych możliwe do uzyskania z regulaminów sieci na potrzeby budowy bazy danych dla systemu EPLOS

Lp.	Zakres danych	Kraj			
		Polska	Litwa	Łotwa	Estonia
1	Wykaz zarządzanych linii kolejowych	x	x	x	x
2	Wykaz maksymalnych prędkości – pociągi towarowe	x	x	x	x**
3	Wykaz maksymalnych nacisków osi	x	x	x	x
4	Wykaz maksymalnych nacisków liniowych (na 1 metr bieżący toru)	x*	–	–	–
5	Klasy odcinków linii kolejowych	x	–	x	x
6	Wykaz parametrów technicznych na wyznaczonych międzynarodowych ciągach tranzytowych w ruchu towarowym	x*	–	–	–
7	Wykaz posterunków ruchu i punktów ekspedycyjnych	x	x	x	x
8	Wykaz linii kolejowych, na których wprowadzone zostały ograniczenia ich użytkowania	x*	x	–	–
9	Wykaz obiektów infrastruktury usługowej połączonych z siecią	x*	x	x	x
10	Wykaz punktów stycznych infrastruktury z infrastrukturą kolejową innych zarządców	x	x	x	–
11	Wykaz ograniczeń wynikających z niezachowania skrajni budowli linii kolejowej	x*	–	–	–
12	Wykaz europejskich korytarzy towarowych obejmujących linie kolejowe udostępniane przez zarządcę	x*	–	–	–
13	Cennik opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej	x	x	x	x

x* – tylko dla wybranych zarządców, x** – podano tylko średnie czasy przejazdu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie regulaminów udostępniania linii kolejowych i innych informacji publikowanych na stronach internetowych zarządców infrastruktury kolejowej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można wysnuć następujące wnioski. Dane dotyczące sześciu zakresów zaznaczone w tabelicy 5 czcionką pogrubioną dostępne są dla wszystkich analizowanych krajów. Są to podstawowe dane, które można uznać za wystarczające do jednolitej charakterystyki sieci kolejowej w obszarze analizy. Wadą tych danych jest forma ich przechowywania – występują one w postaci pliku pdf. Stanowi to trudność w ich implementacji. Po analizie ogólnodostępnych danych o infrastrukturze kolejowej należy stwierdzić, że wyżej wymienione parametry mogą okazać się niewystarczające. W związku z tym konieczne może okazać się wystąpienie do dodatkowe dane do poszczególnych zarządców tej infrastruktury.

Regulaminy sieci nie stanowią jedyne źródła danych, które można wprowadzić w postaci zintegrowanej bazy danych do systemu EPLOS. Występują także dane w postaci map wzbogaconych o szereg metadanych do pozyskania z nich. PKP Polskie Linie Kolejowe udostępnia Mapę Interaktywną Linii Kolejowych (MILK) [11]. Mapa ta dostarcza następujące dane istotne z punktu widzenia przewozów towarowych: dane podstawowe (m.in. o liniach kolejowych (w tym o liniach użytkowanych), torach kolejowych, punktach eksploatacyjnych (stacjach, posterunkach odgałęźnych, punktach ekspedycyjnych w ruchu towarowym, punktach granicznych) i in.), dane tematyczne (dane rastrowe: obraz satelitarny oraz mapę hipsometryczną), dane o przejazdach kolejowych, charakterystyki linii (linie o znaczeniu państwowym, kategorie linii, elektryfikacje linii, liczby torów, szerokości torów, zarządcy, maksymalne prędkości i klasy linii) oraz dane o inwestycjach z wieloletniego programu inwestycji kolejowych. Railmap [10] to historyczna mapa kolejowa tworzona przez entuzjastów kolejnictwa. Przedstawia ona informacje dotyczące: stanu linii (m.in. rodzaj prowadzonego ruchu, nieczynna, nieprzejezdna, rozebrana – zmienione przeznaczenie, projektowana bądź porzucona przed ukończeniem, nieelektryfikowana, zelektryfikowana), rodzaju linii (wielotorowa, jednotorowa, wąskotorowa), stacji i innych punktów eksploatacyjnych (rodzaj, budynek, czynność), granice województw i prędkości na liniach.

OpenRailwayMap [24] to szczegółowa mapa infrastruktury kolejowej na całym świecie, oparta na danych OpenStreetMap. Zawiera trzy warstwy: dotyczącą infrastruktury – zawierającą słupki pikietażowe, rozjazdy i numery linii kolejowych, dotyczącą maksymalnych prędkości oraz dotyczącą sterowania ruchem kolejowym (m.in. rodzaj systemu sterowania ruchem kolejowym, rozmieszczenie sygnalizatorów itp.). OpenStreetMap [25] to bardzo popularna mapa opracowywana przez użytkowników na całym świecie i zawiera dane umieszczone w poszczególnych warstwach. Jedną z warstw dotyczy dróg kolejowych oraz zawiera informacje dotyczące: torów (tory w budowie, tory nieużywane, kolej wąskotorowa, tory standardowe), dodatkowych funkcji (informacje o elektryfikacji, numer toru, bocznice kolejowe, stacje rozrządowe, główne przeznaczenie torów), stacji i przystanków (położenie stacji kolejowych) oraz innych informacji (zakończenia torów, zabezpieczenia torów, wykorzystanie terenów przez kolej, rozjazdy, lokomotywownie i inne zdefiniowane przez użytkownika). Aplikacja FRED [21] to program dedykowany do obsługi kolejowego transportu towarowego opracowany przez firmę OLTIS. Jednym z jego modułów jest mapa RailMap. Podkład mapowy dostarczany jest przez Microsoft, a dokładniej przez firmę HERE. Odzworowanie sieci kolejowej na tym podkładzie można ocenić na poziomie dobrym. Występują tu jednak pewne nieścisłości. Na mapie RailMap odwzorowano wyłącznie linie kolejowe należące do dwóch zarządców infrastruktury kolejowej – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. i Warszawskiej Kolei Dojazdowej (po której torach nie jest prowadzony ruch towarowy). Dla każdej linii kolejowej przedstawiony jest szereg danych technicznych – m.in. prędkość

maksymalna, liczba torów, nacisk na oś, szerokość torów i maksymalna długość pociągów towarowych. Oprócz sieci kolejowej Polski odwzorowano i sparametryzowano tam sieć kolejową w Krajach Bałtyckich.

6. PODSUMOWANIE

Efektywna realizacja procesów logistycznych jest uwarunkowana dostępem do kompletnych oraz aktualnych danych o infrastrukturze transportowej i logistycznej oraz o firmach logistycznych i ich kontrahentach. Co ważne aktualnie dane te są dostępne z różnych źródeł, przy czym w większości przypadków wymagają ręcznego wyszukiwania i czasochłonnego przetwarzania. Odpowiedzią na te problemy jest projekt EPLOS, którego rezultatem będzie system informatyczny udostępniający podmiotom logistycznym pozyskiwane z różnych źródeł dane. Natomiast jednymi z kluczowych elementów tego systemu będą bazy danych o sieci drogowej oraz kolejowej, które zostały opisane w niniejszym artykule.

Analiza potrzeb uczestników rynku TSL wskazała, że szczególnie istotne dla nich są dane o infrastrukturze transportowej obejmujące: ograniczenia w ruchu, natężenia ruchu, parametry infrastruktury (w tym w szczególności: dopuszczalną prędkość, naciski na oś ograniczenia w przewozach ładunków niebezpiecznych oraz ograniczenia dopuszczalnej masy całkowitej i masy rzeczywistej) oraz opłaty za dostęp do infrastruktury, czy też informacje o usługach świadczonych w ramach infrastruktury (w tym w szczególności parkingów strzeżonych, stacji paliw oraz myjni i parkingów niestrzeżonych). Mając na uwadze te potrzeby zaproponowano strukturę bazy danych o sieci drogowej oraz kolejowej.

Z przeprowadzonych badań wynika obiektywna trudność w zakresie budowy spójnej, aktualizowanej całkowicie automatycznie bazy danych drogowych oraz kolejowych obejmującej całą sieć transportową w Polsce oraz w krajach bałtyckich (potwierdzają to również badania opisane m.in. w [14]). Odpowiedzią na ten problem jest wykorzystanie wspieranych rozwiązań mapowych oraz ich uzupełnienie o możliwe do pozyskania dane ze źródeł zewnętrznych. Przyjęto, że bazy danych EPLOS będą bazowały na mapie Bing oraz oferowanej przez firmę OLTIS mapie kolejowej RailMap.

Acknowledgements

Niniejsze opracowanie jest efektem prac zrealizowanych w ramach zadania projektu EPLOS (Europejski Portal Usług Logistycznych) w inicjatywie EUREKA finansowanego przez NCBR.

Bibliografia

1. Arliansyah J., Utama Y., Wijayanti M. Analysis and design of road and bridge infrastructure database using online system. MATEC Web of Conferences, 138, 07011, 2017, ss. 9.
2. Babaian T., Lucas W. Modeling Data for Enterprise Systems with Memories. Journal of Database Management, 24(2), 2013, s. 1-12.
3. Benedikt M., Bourhis P., Ley C. Analysis of Schemas with Access Restriction. ACM Transactions on Database Systems, 40(1), 2015, ss. 5.

4. Connan S. SQL-The standard Handbook. McGraw-Hill Book Company, London, 1993.
5. Connolly T., Begg C. Database systems: a practical approach to design, implementation, and management. Pearson Education, 2005.
6. Dong Y., Goh A. An intelligent database for engineering applications, *Artificial Intelligence in Engineering*, 12(1), 1998, s. 1-14.
7. Elmasri R. Fundamentals of database systems, Pearson Education India, 2008.
8. Hasselbring W. Information system integration, *Communications of the ACM*, 43(6), 2000, s. 32-38.
9. <http://granica.gov.pl/Services/czasyService/granica.wsd1>.
10. <http://mapa.bazakolejowa.pl/>.
11. <http://mapa.plk-sa.pl>.
12. Jachimowski R., Gołębiowski P., Izdebski M., Pyza D., Szczepański E. Designing and efficiency of database for simulation of processes in systems. Case study for the simulation of warehouse processes. *Archives of Transport*, 41(1), 2017, s. 31-42.
13. Jachimowski R., Gołębiowski P., Pyza D. Kształtowanie baz danych dla wizualizacji obiektów magazynowych w 3D. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2016.
14. Jacyna M., Basiewicz T., Gołaszewski A. Parametry infrastruktury transportu dla tworzenia modelu systemu logistycznego w Polsce. *Problemy Kolejnictwa*, 154, 2012, s. 5-26.
15. Jacyna, M., Gołębiowski, P., Szczepański, E., Wasiak, M. Efficacy of Data Security in Managing the Database of SIMMAG 3D System. *Procedia Engineering*, 2017, 187, s. 526-531.
16. Jacyna M., Wasiak M. (red.), Gołębiowski P., Izdebski M., Jachimowski R., Jacyna M., Jacyna-Gołda I., Klodawski M., Lewczuk K., Pyza D., Szczepański E., Wasiak M., Żak J. Warehouse designing and modeling with 3D visualization support. Index Copernicus International, Warszawa, 2017.
17. McFadden F., Prescott M., Hoffer J. Modern database management. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1998.
18. Pyza, D., Jachimowski, R., Gołębiowski, P., Żak, J., Wasiak, M., Szczepański, E., Klodawski, M. Database Security in Terms of Modeling and Visualization of Warehouse Objects in 3D Using System SIMMAG3D. *Proceedings of 21st International Scientific Conference Transport Means 2017*. Juodkrante, Lithuania: Kaunas University of Technology, 2017, s. 814 – 818.
19. Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2016 r., Urząd Transportu Kolejowego [dostęp on-line: <https://utk.gov.pl/download/1/40495/SprawozdanieUTK2016publinterne3107.pdf>].
20. Tang Y., Zhang W. Computer-aided model construction and database design of railway yard information. *Archives of Transport*, 38(2), 2016, s.71-78.
21. www.fred.jerid.cz/#.
22. www.gddkia.gov.pl/dane/zima_html/utrdane.xml.
23. www.gddkia.gov.pl/pl/995/bank-danych-drogowych.
24. www.openrailwaymap.org/.
25. www.openstreetmap.org/.
26. www.transparking.eu.
27. Vossen G. Data models, database languages and database management systems, *Database* 590, 1991.
28. Ziems M., Rottensteiner F.; Heipke Ch.: Verification of road databases using multiple road models, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 130, 2017.
29. Żak, J., Jachimowski, R., Gołębiowski, P., Szczepański, E. Relational character of the data in the context of functional modules of the system SIMMAG 3D. *CLC 2016: Carpathian Logistics Congress – Congress Proceedings [CD-ROM]*. Edition 1st. Ostrava: Tanger Ltd., 2017, s. 700-705.

STRUCTURE OF DATABASES OF THE EPLOS SYSTEM ON ROAD TRANSPORTATION AND RAILWAY INFRASTRUCTURE

Summary: The article describes the results of research in the field of identifying the structure of databases on road infrastructure and railway infrastructure prepared for the EPLOS system (European Portal of Logistics Services). EPLOS is a tool that supports the planning of logistics processes and their implementation by providing in one place the current and verified data necessary for TSL market participants. This system is created as part of the EUREKA initiative. The following parts of the article describe: the role of databases in the application of logistics-dedicated applications and research results on identifying the needs of TSL market participants

regarding EPLOS system databases with linear transport infrastructure, as well as the scope of road network data, the scope of railway network data and the integrated concept databases for the EPLOS system

Keywords: EPLOS, European Portal of Logistics Services, database, road network parameters, railway network parameters