



PRZEMYSŁAW NOWAK

Mota-Engil Central Europe S.A.
przemyslaw.nowak@live.com

Zastosowanie architektury *FRAME* w krajowym systemie zarządzania ruchem

Obecnie jednym z priorytetowych projektów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad /GDDKiA/ jest stworzenie Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem /KSZR/. W pierwszym etapie wdrożenie ma on dotyczyć sieci dróg *TEN-T*. Zwiększający się ruch na drogach krajowych, w tym autostradach i ekspresowych, oraz ich ciągła rozbudowa spowodowała konieczność budowy KSZR. Obecny stan zarządzania ruchem na polskich drogach, nie stwarza możliwości zarządzania całą siecią dróg za pomocą zaawansowanych metod sterowania ruchem w czasie rzeczywistym, a jedynie możliwe jest „wyspowe” sterowanie na pojedynczych ciągach drogowych oraz skrzyżowaniach na danej trasie. Zaawansowane metody zarządzania ruchem, umożliwiają poprawę warunków ruchu poprzez redukcję strat czasu, optymalizację sterowania siecią skrzyżowań, zarządzanie ruchem podczas nietypowych zdarzeń drogowych oraz optymalizację procesu zarządzania utrzymaniem dróg. Efektem takich działań, byłoby znaczne zmniejszenie zatłoczenia, poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego, redukcja obciążenia środowiska naturalnego oraz zwiększenie komfortu podróży. Dotychczas w Polsce opracowano koncepcję Systemu Zarządzania Ruchem Dróg Krajowych /SZREK/. Schemat działania tego systemu zaprezentowano na rysunku 1. System SZREK, ma być jednym z głównych filarów wprowadzanego obecnie Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem.

Ważnymi elementami Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem będą cztery centra zarządzania ruchem, które usytuowane będą w następujących lokalizacjach:

- w m. Warszawa (w ciągu drogi ekspresowej S2 Południowa Obwodnica),
- w m. Wrocław (w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia),
- w m. Stryków (Oddział GDDKiA w Łodzi),
- w m. Milówce (Oddział GDDKiA w Katowicach).

Elementami już istniejącymi na drogach w Polsce, które wykorzystywać będzie KSZR to:

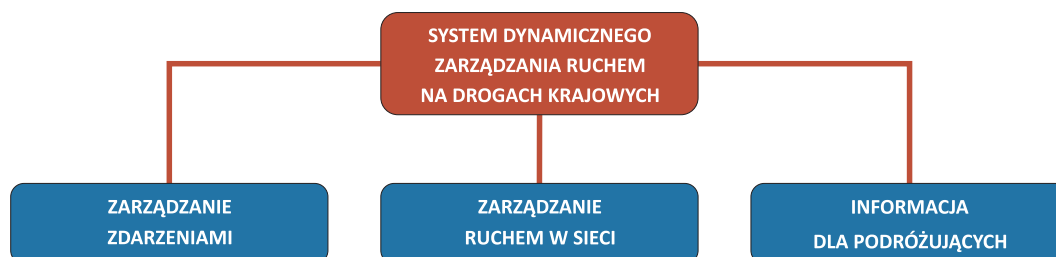
- elektroniczny System Poboru Opłat viaToll,
- system preselekcji wagowej,
- stacje ciągłego pomiaru ruchu,
- podsystem osłony meteorologicznej,
- znaki zmiennej treści,
- kamery monitoringu na drogach krajowych.

W celu realizacji Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem GDDKiA postanowiła skorzystać z bazy istniejących już światowych rozwiązań, jednak zaadoptowanych do polskich warunków drogowych, poprzez zastosowanie zintegrowanych usług opartych na Inteligentnych Systemach Transportowych /ITS/. GDDKiA miała do wyboru cztery architektury ITS, takie jak: US National ITS Architecture, AVB & STIS, Architektura *FRAME*, standardy TLS. Twórcy KSZR, postanowili z spośród zaproponowanych rozwiązań wdrożyć sprawdzone wzorcowe rozwiązanie oparte na modelu *FRAME* (Europejskiej Ramowej Architektury Inteligentnych Systemów Transportowych). Architektura *FRAME* jest opracowywana i udoskonalana już od 1989r. Za modelem *FRAME* przemawiają nie tylko aspekty związane z metodologią opracowania, ale przede wszystkim doświadczenia krajów Unii Europejskiej, takich jak Francja (*ACTIF*), Włochy (*ARTIST*), Austria (*TTS-A*) i Czechy (*TEAM*), w których wdrożono pokrewną metodologię Architektury ITS.

Architektura *FRAME* [8]

Europejska Ramowa Architektura ITS (*FRAME*) jest standardem zalecanym przez Europejską Komisję do budowy architektury systemów ITS. Dzięki niej możliwe jest tworzenie spójnych i trwałych rozwiązań. Architektura *FRAME* jest formalnym opisem warstw (zdefiniowanych jako „*Viewpoints*”) oraz zawartych w nich struktur zintegrowanych usług i systemów ITS.

Za pomocą Architektury *FRAME* możemy opisać wymagania i funkcjonalności dla każdego projektowanego systemu ITS. Została ona stworzona, żeby dostarczyć minimalny,



Rys. 1. Uproszczony schemat działania systemu SZREK [1]

stały zestaw wymagań i funkcjonalności dla projektowanych systemów ITS, powstających na terenie Unii Europejskiej.

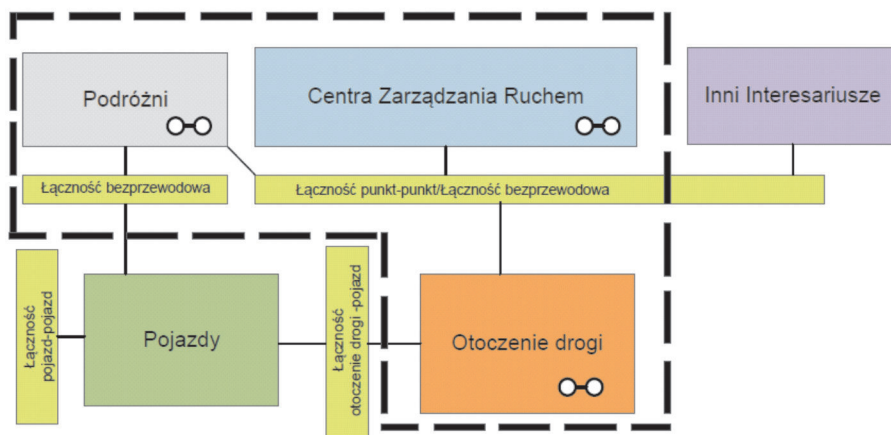
Architektura *FRAME* opisuje praktycznie wszystkie możliwe funkcjonalności systemów *ITS* (systemy zarządzania ruchem, systemy poboru płatności, systemy informacji dla podróżnych i wiele innych) i nie powinna być stosowana całościowo do kilku systemów jednocześnie. Zamiast tego, architekci i inżynierowie projektujący systemy ITS powinni wybrać odpowiednie jej części. Mogą oni w ten sposób skomponować architekturę własnego systemu ITS, czyli stworzyć podzbiór elementów, który będzie precyzyjnie opisywał projektowane przez nich systemy. Tworzenie architektury własnego systemu ITS, wykorzystując Architekturę *FRAME*, polega na wybraniu potrzebnych nam funkcji, baz danych i przepływów między nimi (z ogromnej liczby dostępnych). Następnie, taki system można podzielić na podsystemy i moduły oraz przyporządkować organizacje odpowiedzialne za poszczególne jego elementy.

Architektura KSZR

Obszar Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem będzie obejmował trzy z pięciu podsystemów przedstawione na rysunku 2.

Architektura Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem powstała z wykorzystaniem narzędzia dostępnego na stronie europejskiego projektu *E-FRAME*: „*Browsing Tool*” (przegląd architektury) oraz „*Selection Tool*” (wybór elementów).

Za pomocą ww. narzędzia „*Browsing Tool*” przez GDDKiA zostały sprecyzowane potrzeby użytkowników, które ma realizować nowo tworzony KSZR wg Architektury *FRAME*. Dla każdej z potrzeb za pomocą narzędzia „*Selection Tool*” wyszukano oraz opracowano wymagane funkcjonalności, które musi spełniać KSZR aby zrealizować wszystkie potrzeby użytkowników. Zależności pomiędzy funkcjonalnościami przedstawiono za pomocą narzędzia „*Browsing Tool*”. Podczas prac nad architekturą funkcjonalną Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem GDDKiA oparła się na opisie funkcji oraz przepływów zgodnych z modelem *FRAME*.



Rys. 2. Podział KSZR na podsystemy[2]

Architektura ITS

Architektura ITS składa się z trzech poziomów, w których każdy różni się przeznaczeniem oraz poziomem szczegółowości. Trzy typy architektury wraz z ich przykładami, które możemy wyróżnić w modelu *FRAME* to:

- Architektura wysokiego poziomu
 - o Ramowa Architektura *FRAME*
- Architektura średniego poziomu
 - o Krajowa Architektura ITS
 - o Plan połączeń architektur niezgodnych z modelem *FRAME*
- Architektura niskiego poziomu
 - o Lokalna Architektura ITS
 - o Architektura ITS dla usług

Głównym elementem Architektury ITS jest lista **Aspiracji** (ang. *Stakeholder Aspirations*), która zawiera cele i potrzeby użytkowników. Aspiracje w modelu *FRAME* znane są pod postacią **Potrzeb użytkownika** (ang. *User Needs*). Wybrane potrzeby użytkowników są elementem początkowym do stworzenia jednego rodzaju architektury ITS.

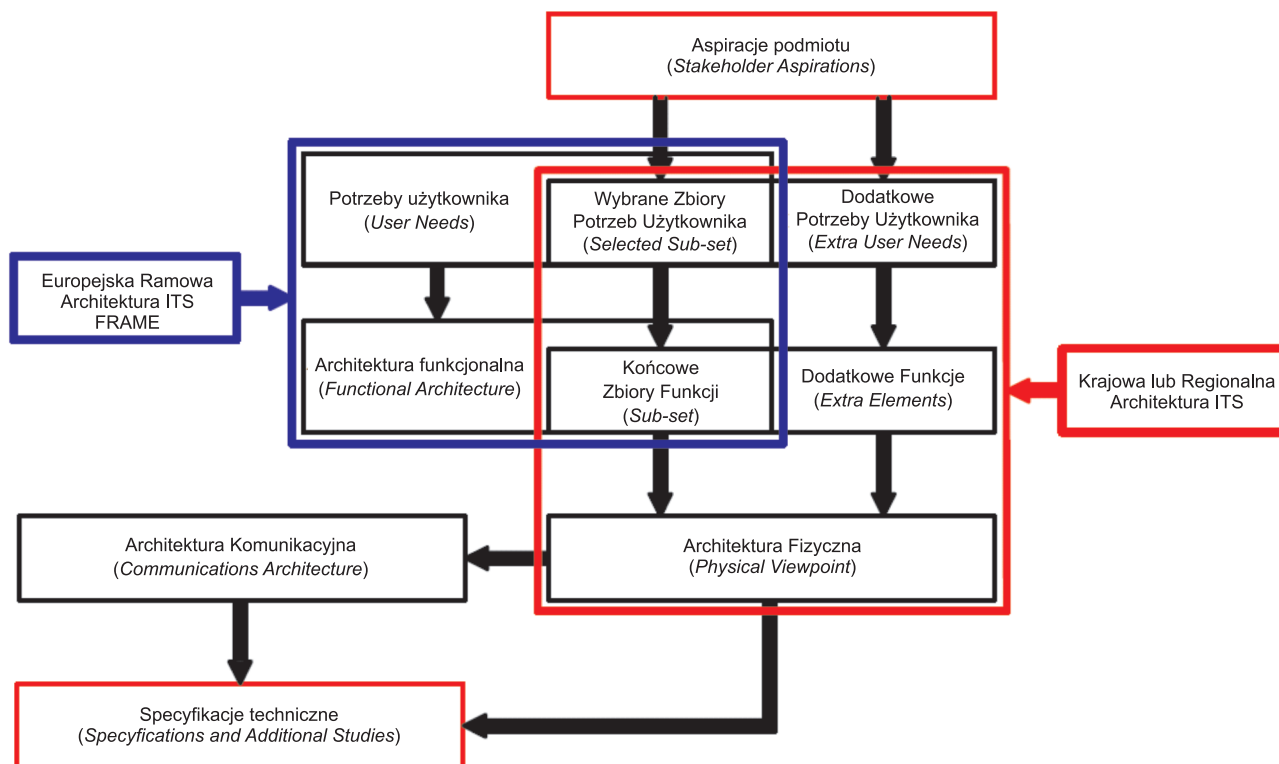
Każdy typ architektury składa się z kilku **punktów widzenia** (ang. *viewpoints*), które opisują daną usługę z jednej strony. Wyróżniamy trzy podstawowe punkty widzenia, które opierają się na modelu *FRAME*:

- **Architektura Funkcjonalna** (ang. *Functional Architecture*), zwana także Architekturą Logiczną, przedstawia diagramy i specyfikacje, które ukazują funkcje i procesy wymagane w zaspokojeniu potrzeb użytkowników (ang. *User Needs*).
- **Architektura Fizyczna** (ang. *Physical Architecture*), przedstawia diagramy i specyfikacje fizycznych komponentów systemu/usługi oraz umiejscawia je w poszczególnym elemencie wdrożenia.
- **Architektura Komunikacyjna** (ang. *Communications Architecture*), przedstawia wymagania komunikacyjne pomiędzy komponentami w Architekturze Fizycznej.

Architektura wysokiego poziomu zawiera podstawę i wymagania dla architektury średniego i niskiego poziomu oraz znajduje się w niej wiele obszarów funkcjonalnych, które będą implementowane w innych krajach Unii Europejskiej. W architekturze wysokiego poziomu znajduje się tylko jeden z „punktów widzenia” – Architektura Funkcjonalna. Architektura średniego poziomu, odróżnia się tym od architektury

wysokiego poziomu, że zawiera tylko niektóre potrzeby użytkowników oraz końcowe zbiory funkcji Architektury Funkcjonalnej. Architektura średniego poziomu dodatkowo zawiera Architekturę Fizyczną (fizyczny punkt widzenia). Architektura niskiego poziomu podobnie jak architektura średniego poziomu zawiera wybrane potrzeby użytkowników, które realizowane są poprzez fizyczny punkt widzenia.

Architektura wysokiego poziomu Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem w Polsce została określona w oparciu o europejską ramową architekturę *FRAME*. Projekt architektury funkcjonalnej KSZR został podzielony na dziewięć ob-



Rys. 3. Schemat korzystania z modelu FRAME [7]

szarów funkcjonalnych, z czego jeden, najbardziej złożony, dotyczący zarządzania ruchem na drogach zamiejskich, podzielono na dodatkowe trzy diagramy. Opis funkcji wraz z przepływami oraz stosowne diagramy zamieszczono na stronie GDDKiA [9].

Założenia przyjęte przy budowie Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem

Przy tworzeniu Krajowej Architektury ITS jednym z koniecznych elementów, będzie stworzenie takich specyfikacji działania, w stosunku do już istniejących systemów, aby w jak najmniejszym stopniu konieczna była „wymiana” istniejących już komponentów. W 2009r. opracowano tzw. „Chaos Report” - w którym przedstawiono wpływ czynników, które wpływają na sukces lub niepowodzenie projektu. Konkluzją tego raportu odniesioną do KSZR, przedstawioną w [5] jest stwierdzenie, że najistotniejszą kwestią w początkowym stadium budowy Architektury Krajowej jest określenie wymagań przez zastosowanie Architektury FRAME. Skutki jakie spowoduje określenie wymagań jakie spełnić ma KSZR to:

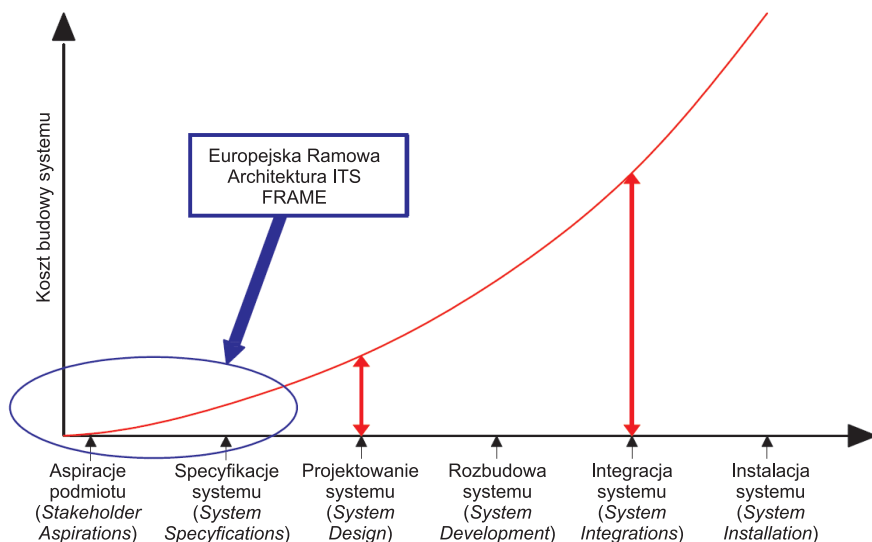
- zwiększenie powodzenia tego projektu o 42,8%,
- zmniejszenie ryzyka występowania znaczących problemów w projekcie 36,9%,
- zmniejszenie ryzyka niepowodzenia projektu o 36,1 %.

Architektura FRAME znajduje zastosowanie na początku cyklu budowy Krajowej Architektury ITS. Architektura FRAME jest potrzebna do zdefiniowania szczegółowych specyfikacji systemu, które będą podstawą do przedstawienia wymagań, jakie oczekiwane są od architektury systemu w rozmowach

z interesariuszami – przyszłymi projektantami oraz wykonawcami systemu ITS.

Początkowe cykle projektowania systemu oraz stawianie wymagań, są często realizowane z mniejszą uwagą niż etapy realizacji i projektowania nowych technologii ITS. Przez niedoprecyzowanie wymagań na początku budowy Architektury ITS może nastąpić znaczny wzrost kosztów jego budowy – tzw. „Zasada 10:100:1000” (rys. 4). Prezentowane na wykresie zależności przedstawiają rosnące koszty końcowe systemu, jakie są ponoszone przez inwestora, gdy błędy w systemie nie zostały zidentyfikowane i poddane korekcie w początkowych etapach projektu – koszt skorygowania błędów, w kolejnym etapie cyklu wzrasta wykładniczo (około 10-krotnie w porównaniu od poprzedniego etapu).

Przy budowie ITS należy pamiętać, że mają być one jedynie narzędziem do realizacji polityki transportowej w danym regionie, a nie ją zastępować. Ponieważ rozbudowa KSZR ma odbywać się na poziomie architektury funkcjonalnej jak i przestrzennej, należy pamiętać o aktualizacji opracowań systemu zarządzania ruchem o nowe funkcje i przepływy bazując na uaktualnianym modelu FRAME. W celu integracji systemów należy zidentyfikować funkcje niskiego poziomu i przystosować przepływy systemu, tak aby była możliwa ich integracja. W specyfikacjach dotyczących ITS systemów KSZR opracowanych przez GDDKiA oraz Stowarzyszenie ITS Polska, pojawiła się informacja że aspektem decydującym o próbie integracji pomiędzy systemami, a montażem nowych systemów powinien być ich koszt. Uznają się, że cykl życia KSZR będzie znacznie dłuższy niż cykl życia urządzeń sterowania ruchem, który przewiduje się na 15 lat, przez



Rys. 4. Zasada 10:100:1000 wzrostu kosztów [7]

co uwagę dotyczącą kosztu integracji zawartą we wspomnianych dokumentach określa się jako właściwą. Prawdopodobieństwo zmiany specyfiki systemu oraz oczekiwań jego użytkowników przez okres kolejnych 15 lat jest bardzo duże, jednak idea działania systemu będzie zachowana.

Podsumowanie

Architektura *FRAME* została opracowana na podstawie wieloletnich doświadczeń i powinna być stosowana w początkowych etapach wdrażania Krajowej Architektury ITS. Początkowo wdrożenie systemu w Polsce ma odbyć się na sieci dróg *TEN-T*. Architektura *FRAME* pozwala GDDKiA na sukcesywne wdrażanie nowych komponentów oraz łatwą

rozbudowę i integrację z innymi systemami działającymi już w polskich miastach. KSZR podniesie konkurencyjność polskiej infrastruktury, o ile głównym kryterium przy wyborze wykonawców systemu nie będzie cena lecz gwarancja jakości wykonanych modułów wdrożeniowych. Należy pamiętać, że w Architekturze *FRAME* najistotniejszym elementem jest integralność poszczególnych modułów z innymi systemami. Stworzenie polskiej wersji językowej narzędzi do projektowania architektury ITS w oparciu o model *US National ITS Architecture* lub *FRAME Architecture*, byłoby nie tylko z korzyścią dla osób chcących rozwijać się w dziedzinie ITS poprzez tworzenie własnych projektów, ale także dla całego rozwoju branży w Polsce.

Bibliografia

- [1] Założenia Systemu Zarządzania Ruchem na Drogach Krajowych, GDDKiA, 2012
- [2] Inteligentne Systemy Transportowe – Specyfikacja Techniczna nr 4, GDDKiA, 2012
- [3] US National ITS Architecture, Version 6.1
- [4] Putman A. "Factors Influencing Project Success, Challenge or Failure", Project Management Institute Erie, 2007
- [5] Modelewski K. "Scenariusz wdrożeń Inteligentnych Systemów Transportowych w oparciu o Europejską Architekturę *FRAME*", IV Polski Kongres ITS, 2011
- [6] IST – *FRAME*. Planning an Intelligent Transport System. A Guide to transport System Architecture, 2004, <http://www.frame-online.net/>
- [7] Peter Jesty Consulting Ltd, Siemens plc „Using the *FRAME* Architecture for Planning Integrated Intelligent Transport Systems”, Warszawa, 2009
- [8] <http://frame-online.pl/>
- [9] <http://kszr.gddkia.gov.pl/index.php/pl/>

(Dokończenie artykułu ze strony 395)

Bibliografia

- [1] Foryś G., Radzikowski M., *Raport o stanie technicznym sieci dróg krajowych na koniec 2014 roku*, Warszawa 2015, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- [2] Judycki J., *Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych*, Gdańsk 2012, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- [3] Mikulicki I., *Beton – wiemy jak i dlaczego*, Kielce 2013, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- [4] Młodożeniec W. S., *Budowa dróg – podstawy projektowania*, Warszawa 2014, BEL Studio.
- [5] Mustaque H., *Extending Asphalt Pavement Life Using Thin White-topping*, 2010.
- [6] Piłat J., Radziszewski P., *Nawierzchnie asfaltowe*, Warszawa 2004, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności.
- [7] Sybilski D., *Katalog Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych*, Warszawa 2013, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Instytut Badawczy Dróg i Mostów.

- [8] Szydło A., *Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych*, Wrocław, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- [9] Szydło A., *Nawierzchnie Drogowe z Betonu Cementowego*, Kraków 2004, Polski Cement.
- [10] Weston J., Uhlmeier J. S., Russel M., DeVol J., Johnson Ch., *Evaluation of Hot In-Place Recycle*, 2010, Washington State Department of Transportation.
- [11] Szczegółowa specyfikacja techniczna *Recykling powierzchniowy nawierzchni na gorąco (Remixing)*.
- [12] Szczegółowa specyfikacja techniczna *Oczyszczenie i Skropienie Warstw Konstrukcyjnych*.
- [13] Zarządzenie Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30.04.2015 roku, Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów – Wytyczne stosowania, Warszawa 2015, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.
- [14] www.obwodnica-frampol.pl/2012/07/31/dokumentacja-fotograficzna-14-31-lipca-2012r/index.html
- [15] www.moto.onet.pl/aktualnosci/powazny-remont-nawierzchni-na-a4/0d8db
- [16] www.steine-und-erden.net/se305/whitetop.htm