

Vincent Talfumière<sup>1</sup>  
Jean-Marc Terpereau<sup>2</sup>

## ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI Z DZIEDZINY INŻYNIERII LĄDOWEJ NA PRZYKŁADZIE BUDOWY KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI, Z UWZGLĘDNIENIEM ASPEKTÓW FDMS (NIEZAWODNOŚĆ – DOSTĘPNOŚĆ – UTRZYMANIE – BEZPIECZEŃSTWO)

### Streszczenie

*Budowa Kolei Dużych Prędkości opiera się na optymalizacji ekonomicznej projektu, która pociąga za sobą jego optymalizację techniczną, która z kolei musi uwzględniać powykonawczą techniczną obsługę infrastruktury. W tym celu, również w dziedzinie inżynierii lądowej i wodnej, zostało opracowane pojęcie FDMS. Przykładem pokazującym zastosowanie tego typu podejścia do zagadnień projektowych, jest budowa linii LGV RHIN-RHÔNE.*

*Słowa kluczowe: projektowanie, LGV (Linia Dużej Prędkości)*

### 1. Wstęp

#### 1.1. Kontekst ekonomiczny projektu

Prowadzenie projektu Linii Dużej Prędkości (LGV) wiąże się przede wszystkim z respektowaniem budżetu projektu oraz planowaniem zgodnie z zapisami zawartego kontraktu. Samo pojęcie projektu kolejowego linii LGV wymaga sprecyzowania, a w szczególności określenia, czy jest to:

- budowa linii we Francji z RFF (Reseau Ferré de France - Francuska Sieć Kolejowa), jako Zarządcą Infrastruktury, oraz SNCF

<sup>1</sup> Francuskie Koleje Państwowe – Dyrekcja Inżynieryjna, ST Denis, Francja

<sup>2</sup> Francuskie Koleje Państwowe – Dyrekcja Inżynieryjna, ST Denis, Francja

(Société Nationale de Chemin de Fer Français - Francuskie Koleje Państwowe), jako Upoważnionym Zarządcą Infrastruktury,

- budowa linii we Francji, realizowana w ramach partnerstwa prywatno-publicznego,
- budowa linii za granicami Francji, w przypadku której grupa podejmuje się pełnej realizacji wraz z dostawą wagonów oraz utrzymaniem sprawności technicznej linii przez określony czas.

Ograniczenia ekonomiczne, jakie istnieją w tego typu projektach bez względu na sieć, której dotyczą, doprowadziły do wypracowania skutecznych sposobów optymalizacji kosztów budowy, zauważalnych natychmiast przez inwestora, ale również zaowocowały optymalizacją kosztów eksploatacji, utrzymania, nadzoru i naprawy, ponoszonych przez Zarządcę Infrastruktury, a odpowiedzialnego za utrzymanie linii kolejowej.

W taki sposób pojawiło się globalne podejście ekonomiczne, nazwane LCC (Life Cycle Cost) i przetłumaczone na francuski grunt, jako koszty utrzymania, oddzielające elementarne składniki infrastruktury kolejowej (na przykład szyny, podsypkę czy podkład) od innych kosztów zaistniałych od momentu ich powstania, aż do ich odnowienia (patrz europejski program badawczy Supertrack (**S**ustained **P**erformance of Railway **T**racks)).

Wstępne koszty inwestycji są znaczne, rzędu miliarda euro/100 km infrastruktury, a ich rzeczywista wielkość zależy od:

- złożoności geotechnicznej projektu,
- poziomu ograniczeń środowiskowych (na przykład zmniejszenie wpływu dźwiękowego w przypadku sieci znajdującej się w mieście, za pomocą wykopu zamkniętego...),
- przebiegu trasy linii kolejowej,
- ograniczeń prawnych (np. Prawo Wodne),
- rozwiązań zastosowanych pod kątem ryzyka zalania (na przykład zapadliska, itp.).

W dziedzinie Inżynierii Lądowej i Wodnej stosowanej do linii LGV, wyłączając obiekty budownictwa inżynierskiego, koszty budowy pozostałych elementów linii jak:

- budowli ziemnymi (nasypy lub wykopy),
- nawierzchni kolejowych,
- podtorza,
- układów drenujących oraz odwodnień,

mogą zostać dobrze określone, nawet jeśli wystąpienie kilku rzadkich przypadków budowli, powstałych z powodu problemów zaistniałych w fazie wykonawczej, mogło wyjątkowo spowodować nieprzewidziany wzrost kosztów. Ograniczenie widocznych od razu kosztów bezpośrednich realizacji projektu linii LGV, może odbywać się za pomocą rozwiązań, zaczerpniętych z dziedziny dróg w zakresie inżynierii lądowej i wodnej, rozwiązań innowacyjnych, lub poprzez zastosowanie rozwiązań mniej skutecznych od aktualnie obowiązujących.

## **2. Pojęcia FDMS – GAME – ALARP**

Dostosowanie techniki do potrzeb kolei LGV wymaga bardzo jasnego sformułowania, jakie są to potrzeby. Ich sformalizowanie, wymuszone przez przemysł kolejowy i zarządców kolei, miało miejsce dla urządzeń sygnalizacyjnych i sterujących, poprzez stworzenie pojęcia FDMS (Niezawodność, Dostępność, Naprawialność, Bezpieczeństwo). Odnosi się do wymagań stawianych częściom składowym oraz podsystemom sygnalizującym i sterującym. Zasady te nie dają się w sposób automatyczny przenieść i zastosować w Inżynierii Lądowej i Wodnej.

Cechą charakterystyczną systemu kolejowego jest zarządzanie ryzykiem, stąd wprowadza się obowiązujące wszystkich zasady, które mają być przestrzegane, przy czym pod uwagę bierze się nie tylko ocenę finansową danego innowacyjnego rozwiązania, ale również jego dostosowanie do bezpieczeństwa systemu kolejowego.

Francuska kultura techniczna wypracowała pojęcie GAME (Globalement Au Moins Equivalent – co najmniej równorzędny), wymagając, aby poziom ogólnego bezpieczeństwa nowego rozwiązania nie był niższy od poziomu bezpieczeństwa rozwiązania obowiązującego. Z kolei kultura anglo-saksońska rozwinęła bardziej to pojęcie, nazywane ALARP (As Low As Reasonably Practicable), zezwalając na obniżenie poziomu bezpieczeństwa do poziomu uznanego za wystarczającą. Podsumowując, rozwój podsystemów w kontekście francuskim musi odpowiadać w zakresie bezpieczeństwa analizie typu GAME, zaś w kontekście międzynarodowym, może zostać zastosowana analiza typu ALARP.

### 3. Przełożenie reguł FDMS do Inżynierii Lądowej i Wodnej

Inżynieria Lądowa i Wodna nie jest dziedziną, w której wady budowli ziemnych mogą zostać łatwo skwantyfikowane, z uwzględnieniem ryzyk zewnętrznych oraz wewnętrznych, związanych z przedmiotowymi urządzeniami. Również wadliwość elementów systemu nie daje się skwantyfikować. W przypadku FDMS, chodzi więc wyłącznie o przeniesienie zasad z dziedziny sterowania ruchem.

W rzeczywistości zachowanie budowli ziemnych lekkich uzależnione jest w dużym stopniu nie tylko od natury materiału, z jakiego zostały wykonane (klasa GTR), ale także od ich stanu wilgotnościowego. W zależności od zjawisk klimatycznych, deszczu, mrozu, wzrostu roślinności, topnienia śniegu, itp., zachowanie to w znacznym stopniu zmienia się w czasie. Na obszarach skalistych, procesy starzenia i zmian mechanicznych (roślinność, powstawanie szczelin, nawisów, itp.), chemicznych, termicznych i klimatycznych prowadzą do zmian wymiarów budowli ziemnych, bez możliwości zdefiniowania z góry przewidywanego modelu ich zachowania się.

W przypadku Linii Dużej Prędkości (LGV), długość życia podsypki oraz budowli ziemnych przewidywana jest, zgodnie ze zbiorem wytycznych projektowych Inżynierii Lądowej i Wodnej, na minimum 100 lat (niezawodność). Osiągnięcie tego celu wiąże się z zakłóceniami w ruchu kolejowym, powodowanymi przez okresową naprawę (dostępność). Żadna poważna naprawa nie jest zaplanowana na ten okres czasu. Pewne elementy, związane z budowlą, takie jak drenaż, roślinność, wnęki do zatrzymywania kamieni, wymagają jednak okresowych interwencji, związanych z utrzymaniem, z częstotliwością od rocznej do dziesięcioletniej (naprawialność). W przypadku nagłej awarii budowli, bezpieczeństwo ruchu kolejowego może być poważnie zagrożone. Utrzymanie bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest niezbędne i musi zostać uwzględnione, już na etapie projektowania (bezpieczeństwo).

Cele te osiąga się poprzez przestrzeganie wytycznych, zawartych w parametrach projektowych, zgodnie z postępowaniem, opartym na trzech punktach:

- przy projektowaniu przedmiotowych budowli lub ich części, należy uwzględnić szczególne wymagania, które określają cele, analizę ryzyka, wymagania funkcjonalne, ograniczenia konstrukcyjne oraz zasady wymiarowania,

- jeśli tylko istnieją, należy odwoływać się do doświadczeń referencyjnych, pokazujących rozwiązania dopuszczone przez inwestora w celu spełnienia wymagań specjalnych, nawet jeśli nie są to doświadczenia z dziedziny kolejnictwa,
- nie należy akceptować rozwiązań alternatywnych, które są proponowane z naruszenia doświadczenia referencyjnego.

W podejściu LCC, można wyróżnić następujące elementy kosztowe, odnoszące się do budowy linii LGV (której częścią jest GC), w przypadku doświadczenia nazywanego referencyjnym:

- koszt inwestycji od 10 do 15 M€/km (dla Inżynierii Łądowej i Wodnej: od 3 do 5 M€/km),
- koszty utrzymania od 40 do 60 k€/km rocznie (dla Inżynierii Łądowej i Wodnej koszty te są bardzo niewielkie),
- koszty wymiany takiego samego rzędu, co koszty obsługi technicznej.

Projektant zobowiązany jest do rozważenia, z zachowaniem zasad sztuki technicznej, zastosowania urządzeń, których utrzymanie jest możliwe bez ograniczenia eksploatacji kolejowej. Dla przykładu, wycieczne techniczne, w przypadku zbocza wyższego niż 12 m, jako alternatywę dla terasy burzowej, przewidują konieczność zastosowania ławy torowiska z możliwością ruchu dla pojazdów obsługi technicznej. W ten sposób, osoba zajmująca się utrzymaniem technicznym, posiada swobodny dostęp do urządzeń, a w razie „zabrania” zbocza (osuwisko), posiada możliwość interwencji zmniejszającej zakłócenia ruchu kolejowego. Funkcja ławy torowiska może być połączona z funkcją odwodnieniową, tworząc w ten sposób rodzaj kinety przepływowej.

W projekcie należy również uwzględnić konsekwencje ewentualnej awarii urządzenia dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Może pojawić się ryzyko erozji podsypki, w przypadku wylewu kinety. Należy więc sprawdzić niekorozyjność podsypki, przy natężeniu  $1.8 Q_{\text{projekt}}$  ( $Q_{\text{projekt}}$  = natężenie odpowiadające średniej przyjętej przy wymiarowaniu w czasie „normalnego” funkcjonowania).

Na podstawie tego przykładu, widać dobrze względną równowagę pomiędzy różnymi ograniczeniami naprawialności, bezpieczeństwa oraz optymalnego funkcjonowania struktur podłoża. W momencie odstępstwa od doświadczenia referencyjnego lub, od doświadczeń opisanych w dokumentach Zapytania Ofertowego, inwestor musi postawić sobie pytanie o konsekwencje tego odstępstwa, rozważając:

- aspekt ekonomiczny, zgodnie z rozważaniami LCC, znajdującymi się w dokumentach kontraktowych,
- podejście typu FDMS, z zachowaniem spójności wszystkich elementów w celu zapewnienia jak najlepszego funkcjonowania Inżynierii Kolejowej.

Bez względu na wybrany montaż, przez SNCF (Société Nationale de Chemin de Fer Français - Francuskie Koleje Państwowe) jako Upoważnionego Zarządcę Infrastruktury w imieniu RFF (Réseau Ferré de France - Francuska Sieć Kolejowa), PPP we Francji czy LGV za granicą, zapewnienie obsługi technicznej linii LGV wiąże się z wielką odpowiedzialnością. Celem odpowiedzialnego za utrzymanie techniczne linii jest posiadanie infrastruktury, odpowiadającej dwóm punktom z poprzedniego akapitu. Kolejny przykład uruchomienia obsługi technicznej nowej linii Rhin-Rhône pokazuje możliwość owocnej współpracy pomiędzy RFF (Réseau Ferré de France - Francuska Sieć Kolejowa) a SNCF (Société Nationale de Chemin de Fer Français - Francuskie Koleje Państwowe)

#### **4. Rozpoczęcie procesu obsługi technicznej nowej linii Rhin-Rhône (LN7)**

LGV RHIN-RHONE jest projektem linii dużej prędkości o długości 140 km, która łączy Burgundię (Villers les Pots 30 km od Dijon) z Alzacją (Petit Croix 45 km od Mulhouse). Przebiega przez znaczną część regionu Franche Comté, zatrzymując się na nowo powstałych stacjach Besançon-TGV i Belfort-Montbéliard-TGV. Jazda z prędkością 320 km/h pozwala na pokonanie trasy z Dijon do Mulhouse w ciągu około jednej godziny. Pierwszą fazę budowy tej linii LGV powierzono dwóm generalnym wykonawcom. Prace inżynierii lądowej i wodnej rozpoczęły się jesienią 2006 roku i zakończyły się na początku 2010 roku. Nawierzchnia kolejowa została ukończona w styczniu 2011 roku, po zespawaniu ostatniego odcinka szyny przez Premiera, François Fillon. Uruchomienie linii jest przewidziane na 11 listopada 2011. Współpraca RFF (Réseau Ferré de France - Francuskiej Sieci Kolejowej) z SNCF (Société Nationale de Chemin de Fer Français - Francuskimi Kolejami Państwowymi) przy projekcie LGV RHIN-RHONE jest owocem opierania się na doświadczeniu z uruchomienia linii

LGV Est Européenne w czerwcu 2007 roku, kiedy to poprawa warunków obsługi technicznej linii została uznana za niezbędną, aby:

- z jednej strony, wziąć udział w opracowaniu pełnej dokumentacji administracyjnej i technicznej dla Krajowego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Kolejowego (EPSF),
- z drugiej strony, scalić postrzeganie funkcji obsługi technicznej z realizacją prac konstrukcyjnych,
- w końcu, w dniu uruchomienia, znaleźć się na pozycji pozwalającej na rozpoczęcie procesu utrzymania technicznego, zgodnie z przepisami (zbiór parametrów nadzoru nad urządzeniami).



**Rys. 1. Widok na budowę LGV na odcinku B3**

Z tego powodu RFF uznała za konieczne przez cały okres budowy linii, aż do jej przekazania upoważnionemu zarządcy infrastruktury (GID: tutaj SNCF - Dyrekcja ds. Infrastruktury) dodanie zaleceń GID po to, aby od razu uwzględnić ograniczenia, związane z utrzymaniem infrastruktury. W ten sposób, od początku fazy realizacji (REA), GID (upoważniony zarządca infrastruktury) kojarzony był z:

- powstaniem specyfikacji technicznej odnoszącej się do zgodności DOE (dossier d'ouvrage exécuté - dokumentacji dotyczącej wykonywanej budowli) z DIUO (dossier d'intervention ultérieure sur ouvrage - dokumentacją dotyczącą późniejszych konserwacji na terenie budowli), dokumentami kluczowymi dla późniejszego dobrego jakościowo utrzymania technicznego,
- informacją o robotach ziemnych przy niektórych specyficznych budowlach,
- wstępnym odbiorem budowli ziemnych,

- zdefiniowaniem listy budowli ziemnych wrażliwych (budowli, które powinny być przedmiotem specjalnego nadzoru po uruchomieniu linii: pod względem ich historii, ich konfiguracji, odrębności geologicznej lub geotechnicznej,...),
- zdefiniowaniem budowli oraz niezbędnych narzędzi, z użyciem których konieczna jest kontynuacja nadzoru technicznego po zakończeniu fazy inżynierskiej prac konstrukcyjnych,
- kontynuacją nadzoru nad budowlami ziemnymi pomiędzy końcem fazy inżynierskiej a przekazaniem GID linii,
- sporządzeniem kart informacyjnych oraz przeprowadzeniem szczegółowej kontroli początkowej wrażliwych budowli ziemnych,
- udziałem w opracowaniu zbioru wytycznych do nadzoru podziemnych jam.

Praca wstępna do wykonania przez GID polegała na uświadomieniu wszystkim uczestnikom projektu (RFF - AMOT - MOE Tx - MOE Etudes - entreprises) konieczności uwzględnienia, w trakcie projektowania i wykonywania robót, ograniczeń związanych z obsługą techniczną linii. Rzeczywiście, po uruchomieniu linii, utrudniony dostęp, brak możliwości interwencji z torowiska kolejowego, ograniczenia związane z geometrią poziomu torów, których dokładność milimetrowa, powodują konieczność ograniczenia do minimum późniejszych interwencji konserwacyjnych, lub, jeśli mają one miejsce, zminimalizowania ich wpływu na ruch kolejowy.

Uzgodnienia dotyczyły:

- po uruchomieniu linii budowle ziemne powinny być stabilne
  - ograniczenie osiadania poza okresem zagęszczenia w przypadku budowli na gruncie ściśliwym,
  - brak ruchów budowli, kontrolowanych za pomocą pomiarów odchylenia.

Prędkość ruchu kolejowego (320 km/h) wymaga, aby wyrównanie poziomu torów posiadało dokładność do około milimetra oraz, aby żaden wylew, osuwanie się materiałów, ani spadające kamienie i bloki, nie wystawały poza zarys skrajni kolejowej. W przeciwnym razie, w celu utrzymania równego poziomu torów, może okazać się konieczna dodatkowa obsługa techniczna, powodując dodatkowe koszty, a w konsekwencji, przedwczesną degradację podsypki, a więc również częstsze jej wymianę.



Szczególną uwagę zwrócono na wykończenia: nachylenie wałów ziemnych na zewnątrz jest ważne dla prawidłowego odpływu wód opadowych; w przeciwnym razie może dojść do wsiąkania wody, powodującego wywierzyśka w zboczu a nawet osuwanie wykopu.

Geometria szczytu nasypów nie może zawierać uskoków, ułatwiających zatrzymanie wody. Musi ona umożliwiać wodom opadowym z torowiska kolejowego łatwe odpływanie na zewnątrz.



**Rys. 2. Przyptyw wody do podnóża nasypu z osuwiskiem powierzchniowym**

Osuwiska powierzchniowe muszą zostać naprawione natychmiast, jeszcze w fazie robót ziemnych, za pomocą mat lub gwoździ, gdyż wszelka późniejsza interwencja w fazie eksploatacji linii kolejowej, jest dużo bardziej skomplikowana. Podobnie jest w przypadku trwałości boków fosy, które muszą zostać naprawione w celu uniknięcia wszelkiego zatrzymania wody w układach odwadniających.



**Rys. 3. Poszerzenie szczytu nasypu**

Utrzymanie dostępu wnek do zatrzymywania kamieni jest kluczowe i wiąże się z odwołaniem do doświadczeń pierwszych linii LGV, kiedy urządzenia te zostały skonstruowane bez wystarczającej troski o ich późniejsze utrzymanie.



**Rys. 4. Wpływanie wody na boki fosy spowodowało osłabienie ich trwałości**



**Rys. 5. Wnęka do zatrzymywania kamieni z dostępem dla celów obsługi technicznej**

- **konieczność stworzenia skutecznych i możliwych do utrzymania budowli drenujących i odwadniających**
  - biegu wody z drenażu, z koniecznością utrzymania technicznego w czasie całego życia budowli, z preferencją fos obudowanych,
  - ciągłości hydraulicznej budowli (należy unikać kolan, które mogą powodować w niektórych przypadkach zadziwiająca erozję),
  - jeśli chodzi o działania służb utrzymania technicznego, po wypadku, do którego doszło, odwołano się do doświadczenia i stwierdzono konieczność określenia minimalnej średnicy oraz bardziej niekorzystnej opcji wymiarowania,
  - w celu zapewnienia łatwości utrzymania drenażu zbocza wykopu, zostały utworzone kinety dostępne dla utrzymania (CAPE); w przypadku osuwania terenu, kinety te mogą stanowić lepszą wnękę niż zwykła fosa lub pobocze,
  - dodatkowo, wszystkie gruntowe urządzenia drenujące, muszą być dostępne dla ich regularnej obsługi technicznej, posiadając wejścia, włazy, pokrywy, niezakłócające ruchu kolejowego.



**Rys. 6. Kąt prosty pomiędzy fosą na szczycie a kanałem odpływowym**



***Rys. 7. Zatoka znajdująca się na poziomie kinety CAPE***

- ***zarządzanie ryzykiem powstania zapadlisk***

Ponieważ Jura znana jest z występowania licznych skrasowiałych wapiennych poziomów geologicznych, problem zapadlisk był uwzględniony od początku projektu. Składał się z kilku faz badań, które pozwoliły na określenie ryzyka zapadlisk (duże, średnie, słabe) przed rozpoczęciem robót ziemnych; W fazie robót ziemnych, prowadzono protokół rozpoznania, jednolity dla MOE i dostosowany do zaobserwowanych oznak, zawierający ewentualne pojawienie się oznak zapadliska, aspekt geofizyczny oraz badanie oznak, które pojawiły się przed analizą problemu.

Dla każdej oznaki zapadliska, utworzono specjalną kartę, istniejącą aż do ewentualnego usunięcia problemu, w przypadku jego potwierdzenia. Pod koniec etapu prac z zakresu inżynierii lądowej i wodnej, ponownie dokonuje się oceny ryzyka wglębienia, w świetle wniosków z fazy robót ziemnych (oznaki, rozpoznanie i usunięcie). Aby ograniczyć ewentualny rozwój krasów po uruchomieniu linii, we wszystkich strefach określonych podczas oceny ryzyka, przeprowadza się uszczelnianie fos. Dodatkowo, w niektórych budowlach odkryto aktywne kanały krasowe, które zostały zabezpieczone i wyposażone tak, aby były dostępne przez cały okres eksploatacji linii kolejowej, w celu czuwania

nad ich prawidłowym funkcjonowaniem. W ten sposób, trzy budowle zostały wyposażone we włazy i drabiny. Na poziomie nasypu, będzie również nadzorowane wywierzisko pod podłożem tej budowli. Ponadto, wnęki do zatrzymywania kamieni, znajdujące się na obszarach krasowych, zostały całkowicie lub częściowo uszczelnione za pomocą ulepszonej pospółki.



**Rys. 8. Dostępność do krasów i oznaki krasowe w skalistym wykopie**

## **Wnioski**

W artykule wykazano konieczność uwzględnienia pojęć FDMS w trakcie projektowania linii LGV, zwłaszcza w dziedzinie inżynierii lądowej i wodnej. Przekazanie infrastruktury upoważnionemu Zarządcy, które oparte jest między innymi na niniejszym podejściu, jest łatwiejsze, jeśli osoba odpowiedzialna za obsługę techniczną linii jest w nią szybko wdrożona. Funkcja pomocy RFF w budowie linii LGV RHIN-RHONE sprowadzała się czasami do polecenia lub uzasadnienia zastosowania obowiązującego zbioru wytycznych projektowych. W niektórych przypadkach umożliwiła również zwrócenie uwagi na zasadnicze problemy, których nie wszyscy uczestnicy projektu są świadomi:

- problem dostępu dla obsługi technicznej,
- dostępność do układów odwadniających,
- bezpieczeństwo personelu,
- długoterminową obsługę techniczną budowli hydraulicznych, a szczególnie fos.

Jeden punkt został potraktowany szczegółowo, a mianowicie wykorzystanie ziemi uprawnej na matę drenującą. Zostało to uzasadnione odwołaniem się do doświadczenia linii LGV Est Européenne, gdzie stwierdzono liczne nieprawidłowości po zastosowaniu maty nieprzykrytej. Dysponując znajomością tego tematu, RFF podjęła decyzję w odniesieniu do problemu. Działanie to ma na celu maksymalne ograniczenie pojawienia się problemów trwałości budowli oraz problemów natury hydraulicznej w pierwszych latach życia budowli ziemnej. Trzeba jednak wiedzieć, że tworzenie projektu liniowego stanowi „ranę” dla gruntu i podczas pierwszych lat obsługi technicznej następuje przywrócenie naturalnej równowagi. Spojrzenie na wszystkie wybudowane linie LGV pokazuje, że w pierwszym, po ukończeniu budowy, okresie zaburzeń pogodowych, wiele budowli będzie ewoluowało (czasem aż do całkowitego zniszczenia), natomiast następne lata, statystycznie około 10 lat po uruchomieniu linii, będą dużo mniej obfitowały w tego typu wypadki.

## **Bibliografia**

- [1] **SUPERTRACK: G1RD-CT-2002-00777 - grudzień 2005 - Final Report** – Sustained Performance of Railway Tracks – Funded by the European Commission's 5th Framework Program *Competitive and Sustained Growth 2002 – 2005*.

## **TAKEN INTO ACCOUNT IN THE MANAGEMENT OF THE PROJECTS OF HIGH-SPEED-LINE OF ASPECTS FDMS (RELIABILITY - AVAILABILITY - MAINTAINABILITY - SAFETY) IN CIVIL ENGINEERING**

### **Summary**

*The construction of a High-speed-line is based on constraints of economic optimization, which impact a technical optimization; this one does not have to forget the necessity of taking into account the later maintenance of the infrastructure. For that, the notion of FDMS was also developed in the field of the civil engineering; an example of consideration of these notions is developed within the framework of the construction of the LGV RHIN-RHÔNE.*

**Keywords:** *designing, high-speed railway line*