



Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich – Platforma DYNADeV – Dynamiczna Symulacja Rozjazdów

Maj 2019

Mathieu LAURENT - Vossloh Cogifer SA , R&D department
Krzysztof Matuszewski - Vossloh Cogifer Polska sp. z o.o.

0 – Spis treści

- I - Geneza powstania DYNADeV**
- II - Obecne możliwości DYNADeV**
- III - Prezentacja otrzymanych wyników**
- IV - Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi**
- V - Podsumowanie**

I – Geneza powstania DYNADeV

1) Dostępne oprogramowanie - przed przystąpieniem do projektu DYNADeV

► Dla taboru

Symulacja wieloobiektowa MBS

Zalety :

- Dobre odwzorowanie zarysu taboru,
- Zazwyczaj wystarczające do analizy pojazdu,
- Uwzględnienie specjalnego profilu koła,
- Dynamiczna symulacja w krótkim czasie,
- ...

Wady:

- Analiza prowadzona w oderwaniu od toru,
- Tor reprezentowany jako model uproszczony
- Ograniczone zastosowanie w badaniu zjawisk zachodzących w rozjazdach,
- Ograniczony zbiór wyników dotyczących toru,

► Dla podtorza

Metoda analityczna lub MES

Zalety:

- Łatwość w obsłudze,
- Krótki czas obliczeń,
- ...

Wady:

- Analiza prowadzona w oderwaniu od taboru,
- Ręczne budowanie modelu toru,
- Zazwyczaj niezmiennie, pionowe i statyczne obciążenie,
- Nieznana pozycja przemieszczeń,
- Ograniczone użycie dla projektowania rozjazdu,
- Nieodpowiednia do analizy defektów toru,
- Niska dokładność otrzymanych wyników,

I – Geneza powstania DYNADeV

2) Wprowadzenie

► Założenia

Vossloh postanowił stworzyć platformę obliczeniową umożliwiającą :

- Uwzględnienie wszelkich czynników mających wpływ na zachodzące procesy dynamiczne w rozjeździe, również takich jak prędkość, przyspieszanie lub hamowanie taboru, zużycia profili kół, charakterystykę podłoża itp....
- Symulację oddziaływań mechanicznych powstających w rozjeździe podczas przejazdu taboru,
- Analizę i prezentację sił oraz przemieszczeń powstających w miejscu kontaktu koła z szyną w dowolnym momencie.
- Prezentację danych w formie wykresów i wizualizacji.
- Automatyzację procesu, umożliwiającą szybką analizę całkowicie sparametryzowanego modelu toru.
- Dokumentowanie wyników i formowanie wniosków.

► Zastosowanie

DYNADeV umożliwia upracowanie obszernego zbioru użytecznych danych , zatem:

- Może stać się solidnym wsparciem w procesie projektowania nowych rozjazdów i analizie przyczynowo - skutkowej,
- Może przyczynić się do ograniczenia kosztów badań dynamicznych i pomiarów prowadzonych w torze,
- Może skrócić proces certyfikacji rozjazdu, zastępując czasochłonny proces badań nowej konstrukcji w torze.

► Współpraca

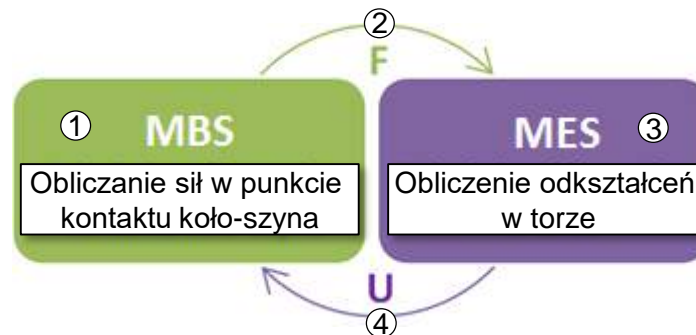
- Partnerzy projektu : IFSTTAR (French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks ; ENSAM (École nationale supérieure d'arts et métiers) Paris,
- Certyfikacja dla SNCF,

I – Geneza powstania DYNADeV

3) Struktura oprogramowania DYNADeV

► Rozbudowana symulacja dynamiczna obejmująca:

- Oprogramowanie symulacji wieloobektowej [MBS] dla pojazdu i kontaktu koło/szyna
- Metoda elementów skończonych [MES] dla odkształceń w torze

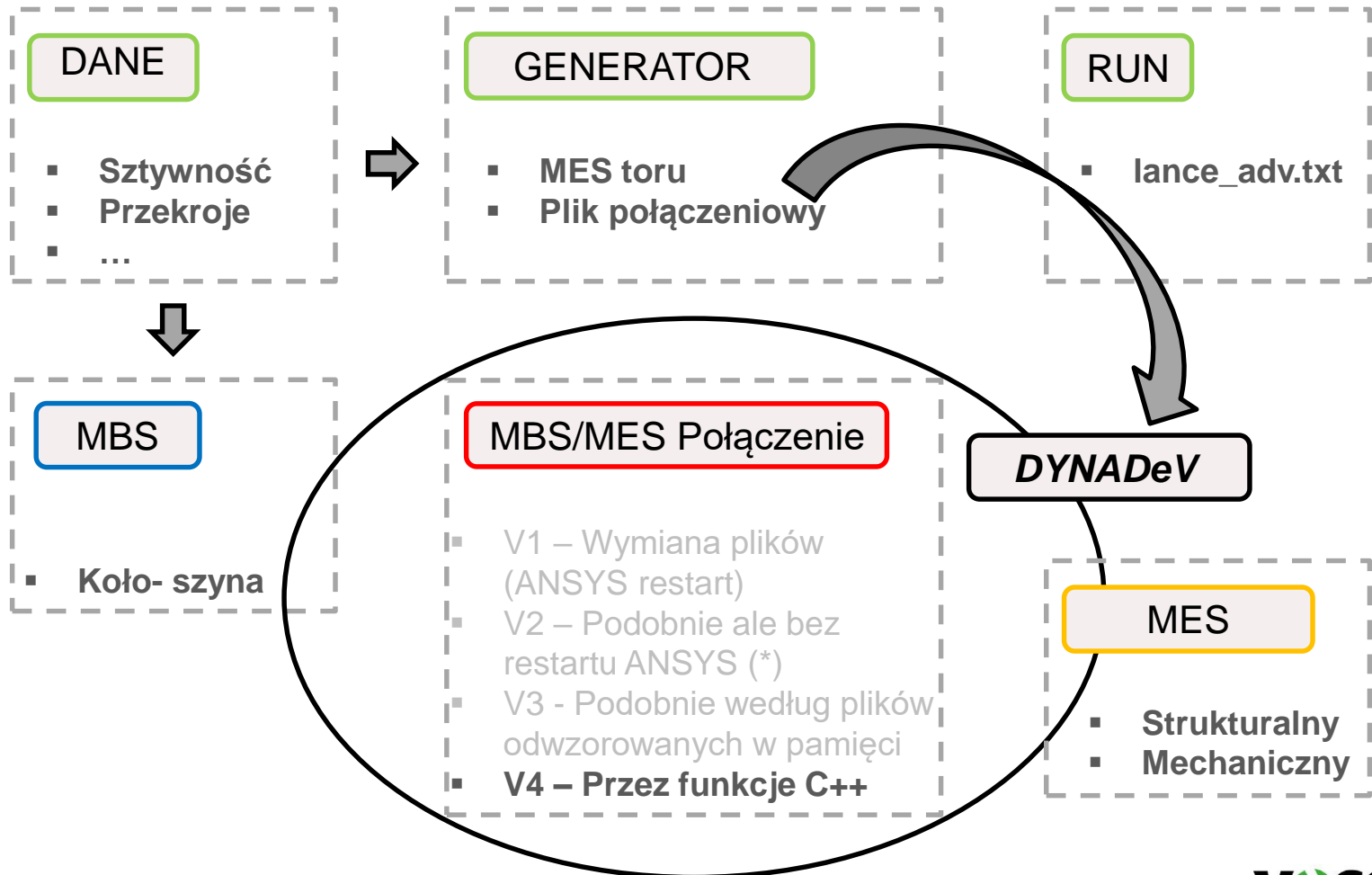


Dane otrzymane w wybranym momencie:

- 1) [MBS] określa siły generowane przez przejeżdżający tabor
- 2) Obciążenie jest przenoszone do środowiska [MES] i zastosowane w obliczeniach MES toru
- 3) [MES] wprowadza przemieszczenia różnych elementów szynowych
- 4) Wartości przemieszczeń ponownie przenoszone są do [MBS] jako odkształcenia toru
- 5) $t = t + 1 \dots 1), 2), \dots$

I – Geneza powstania DYNADeV

4) Schemat blokowy DYNADeV



II – Obecne możliwości DYNADeV

1) Generator MES toru

- Rysunek geometrii rozjazdu
- Przekroje
- Sztywność podkładek i podtorza
- Właściwości materiałowe
- Określenie funkcji
- ...

Automatyczny generator

- MES Toru
- Plik sprzęgający

vossloh
DYNADeV : Switch & Crossing modeling

Fichiers à charger :

Travelage: [] Rechercher

Contre-Rail: [] Rechercher

Tracé Dévié: [] Rechercher

Montages: [] Rechercher

Sections: [] Rechercher

Dossier sortie: [] Rechercher

Prise: ☒ Pointe ☐ Talon

Configuration: ☐ Directe ☒ Déviée

Traverses supplémentaires:

En entrée: 67

En sortie: 67

Espacement (mm): 600

Contre-Rails: ☒ Avec ☐ Sans

Discretisation EF: ☒ Linéaire ☐ Quadratique

Nb éléments / tranche: 3

Sections: ☒ Paramétrées ☐ Maillées

Type de voie: ☐ Ballast ☒ Voie sur dalle

Longueur discrétisation (mm): 67

Voco: Dernière section (mm): 67

Offset: 67

Contact: ☒ Linéaire ☐ Non-linéaire

Butées: ☒ Linéaire ☐ Non-linéaire

Frottements: ☐ Avec ☒ Sans

Cancel OK

Procedura operacyjna dla rozjazdu pojedynczego z krzyżownicą z ruchomym dziobem lub krzyżownicą monoblokową

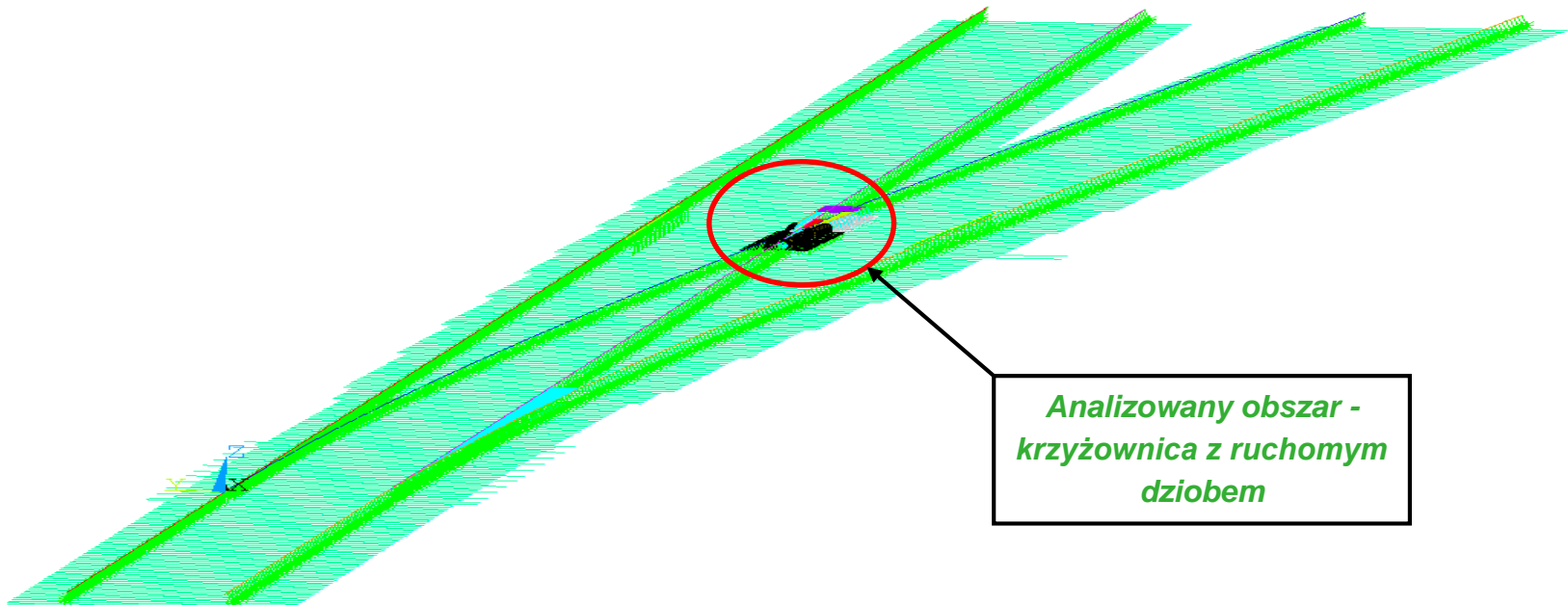
Założenia pozwalające kontrolować dokładność obliczeń

II – Obecne możliwości DYNADeV

1) Generator MES toru

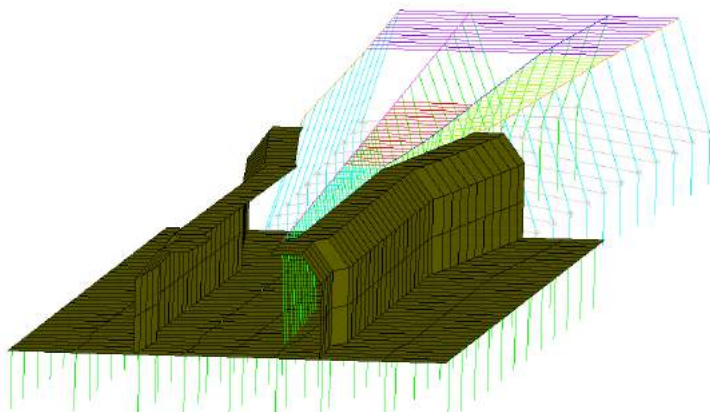
► Przykład wygenerowanego modelu - MES

- Rozjazd z krzyżownicą z ruchomym dziobem przebadany pod kątem wykorzystania oprogramowania DYNADeV.

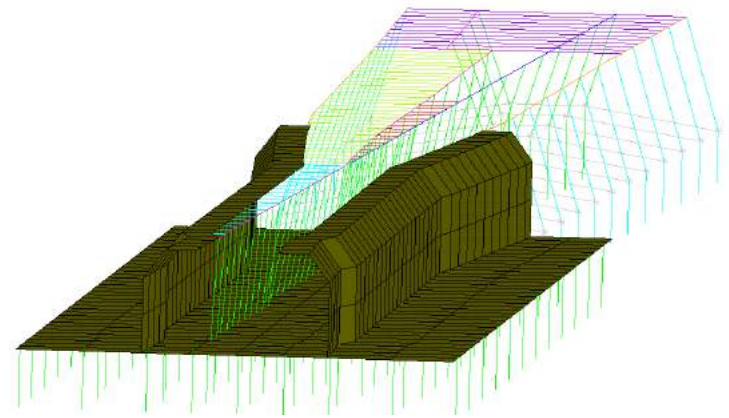


II – Obecne możliwości DYNADeV

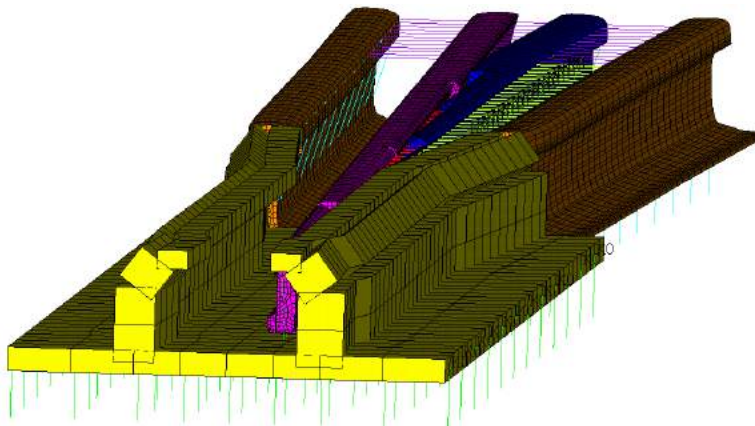
1) Model krzyżownicy z ruchomym dziobem



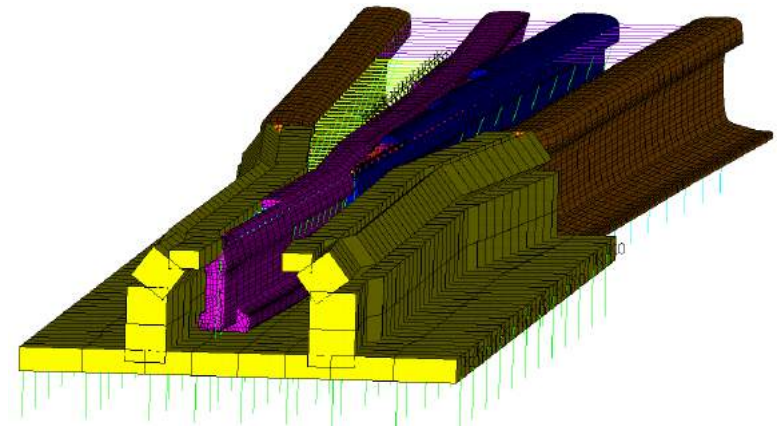
Rys 1 Model MES– jazda po torze zasadniczym



Rys 2– Model MES– jazda po torze zwrotnym



Rys 3 – Wizualizacja siatki 3D– jazda po torze zasadniczym



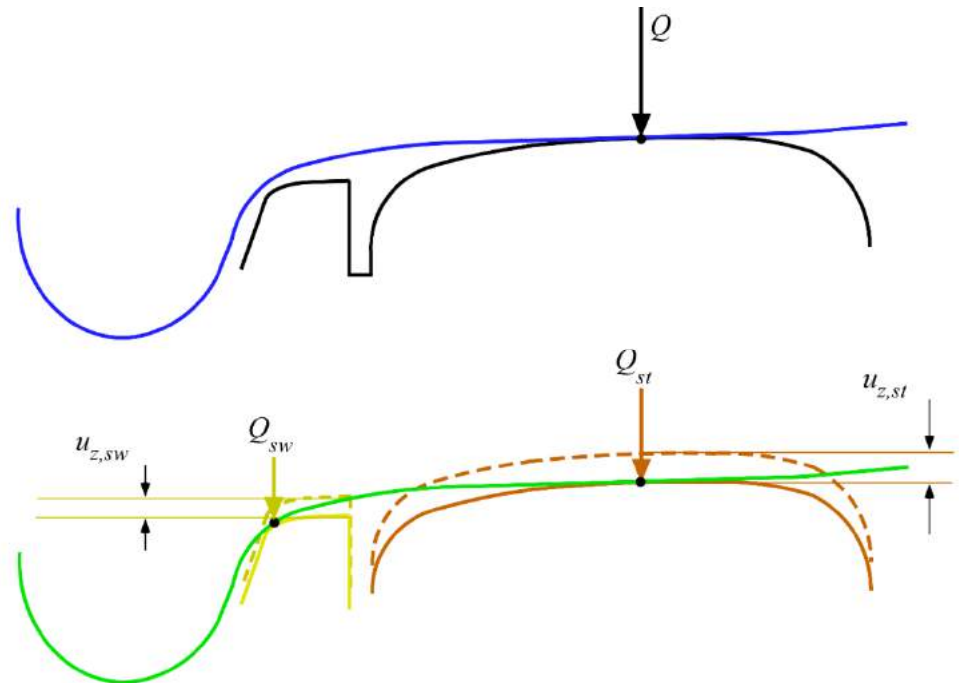
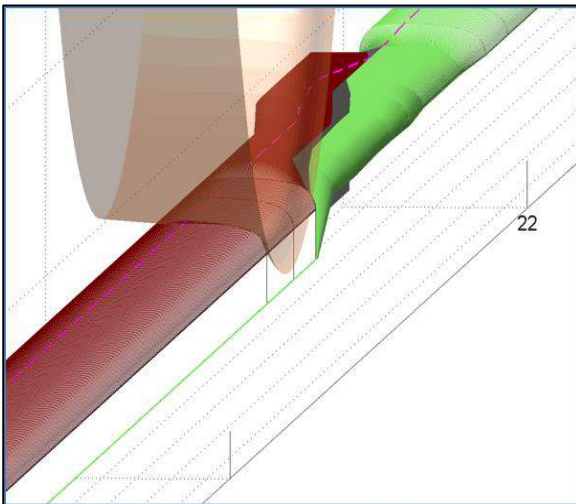
Rys 4– Wizualizacja siatki 3D–jazda po torze zwrotnym

II – Obecne możliwości DYNADeV

2) MBS: ewolucja niezależnej „multi” szyny.

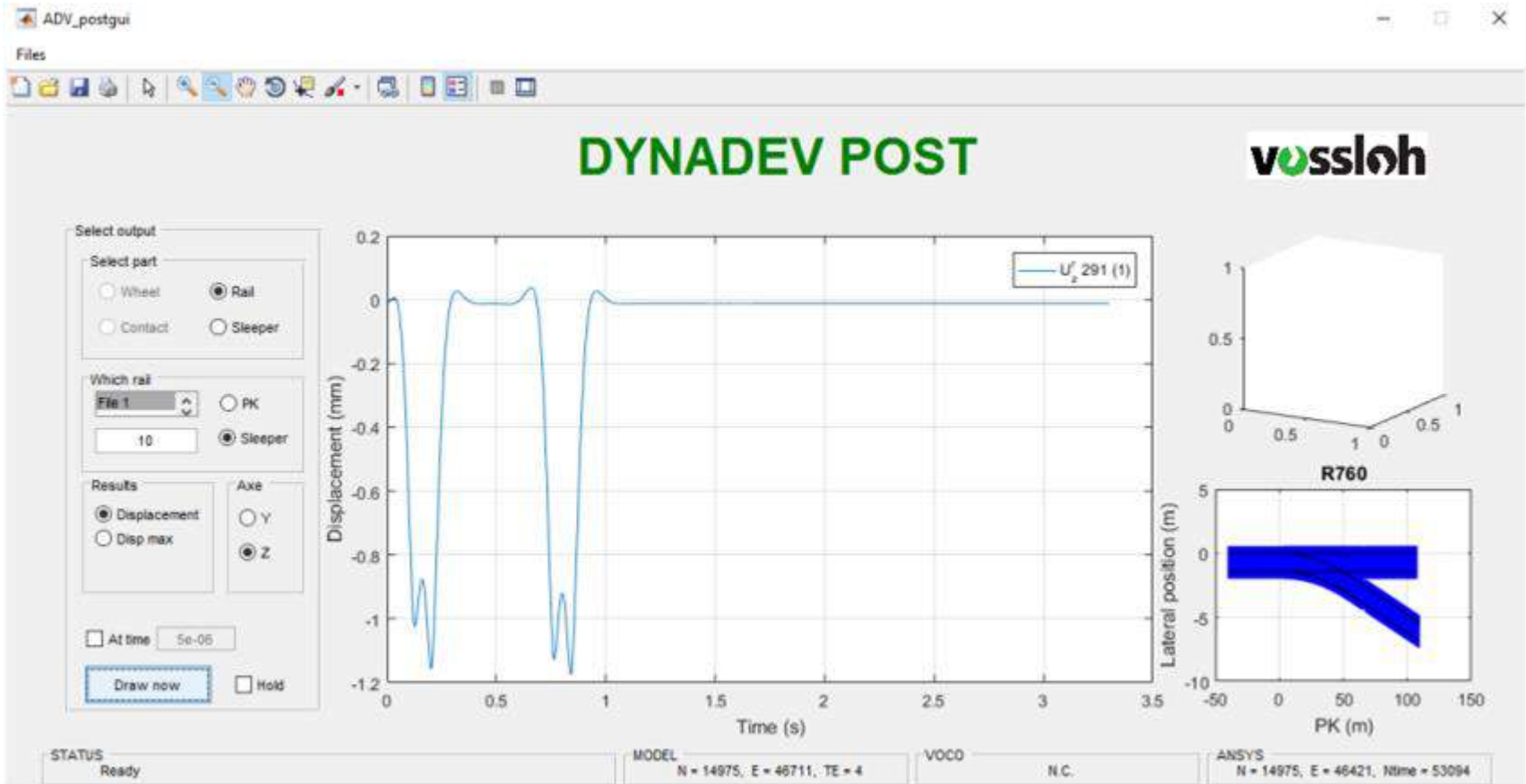
► MBS modyfikacja oprogramowania,

- uwzględniająca specyficzną konstrukcję rozjazdu
- umożliwiającą każdemu elementowi szynowemu niezależny ruch.
- dostosowanie i przypisanie dla konkretnego rozjazdu.



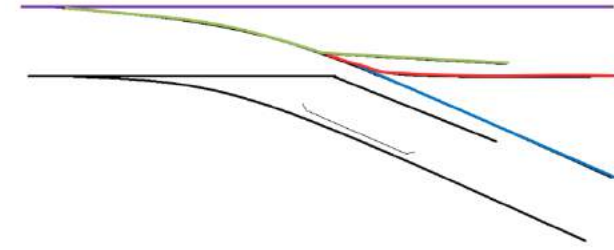
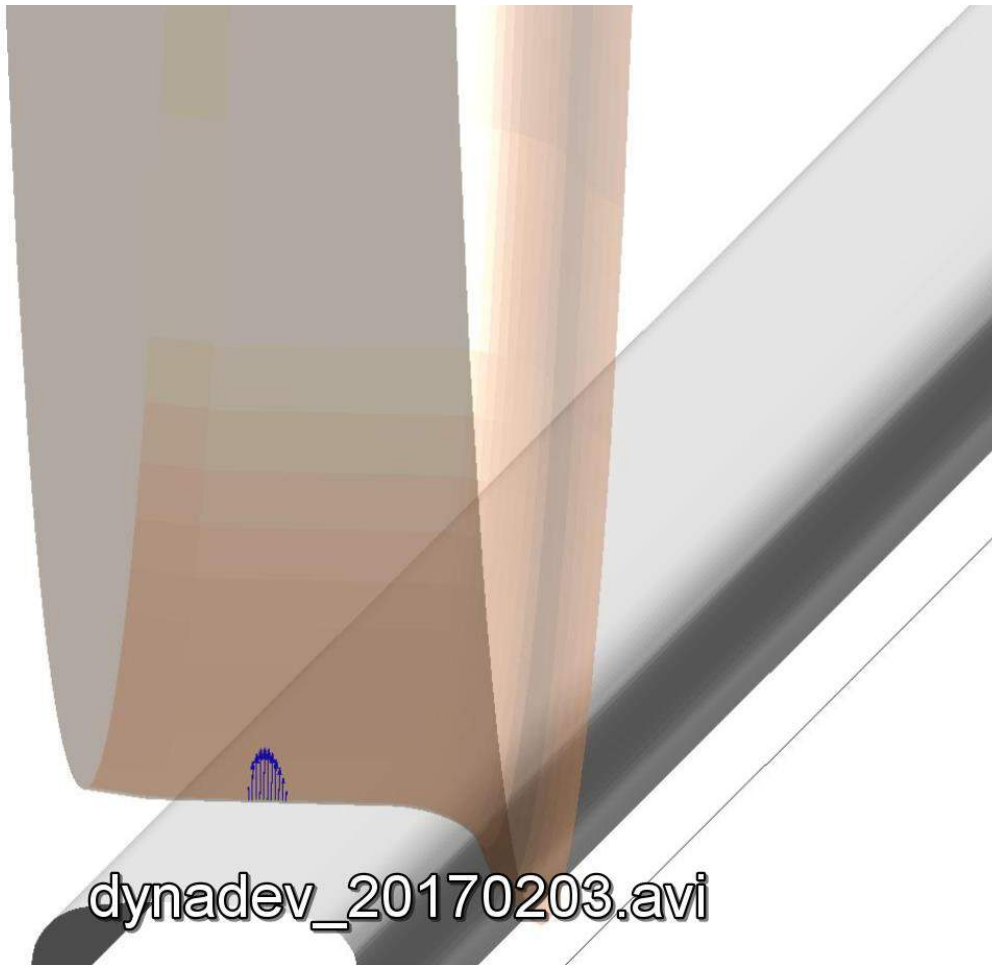
III – Prezentacja otrzymanych wyników

1) Widok interfejsu użytkownika po przeprowadzeniu wstępnych obliczeń



III – Prezentacja otrzymanych wyników

2) Animacja oddziaływań dynamicznych



O symulacji

Data rozpoczęcia: 03/02/17

Konfig.: tor zwrotny w trybie zwykłym

Prędkość: 167km/h

Symulowany czas przebiegu: 3,43s

Krok czasowy: podwójny zakres zmiennych

*Reakcje sił w punkcie
kontaktu koło/szyna na
całej długości rozjazdu*

[Plik wideo]

DYNADeV_contact.avi

III – Prezentacja otrzymanych wyników

3) Strefy kontaktu w wybranym przekroju

O symulacji

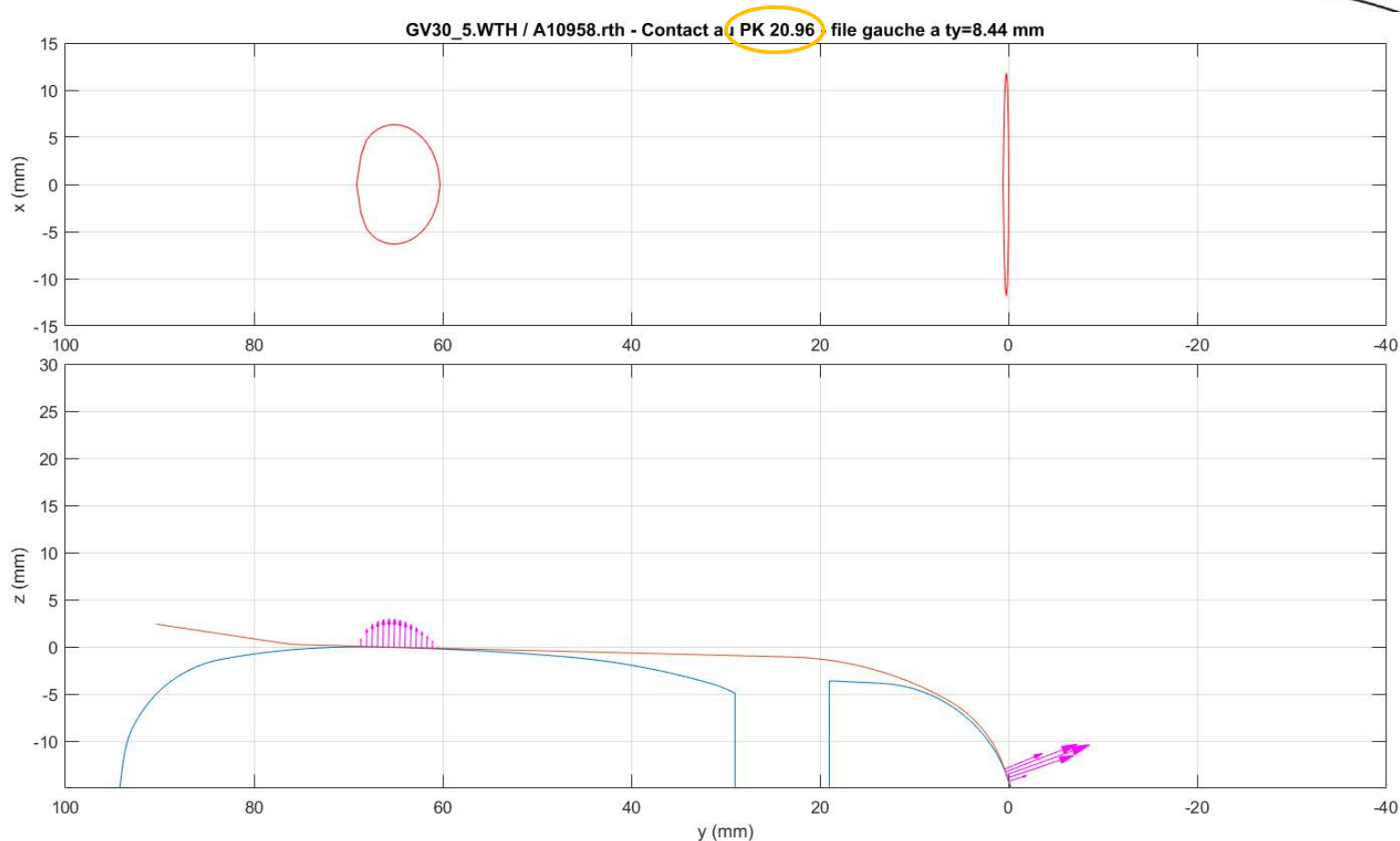
Data rozpoczęcia: 03/02/17

Konfig.: tor zwrrotny w trybie zwykłym

Prędkość: 167km/h

Symulowany czas przebiegu: 3,43s

Krok czasowy: podwójny zakres zmiennych

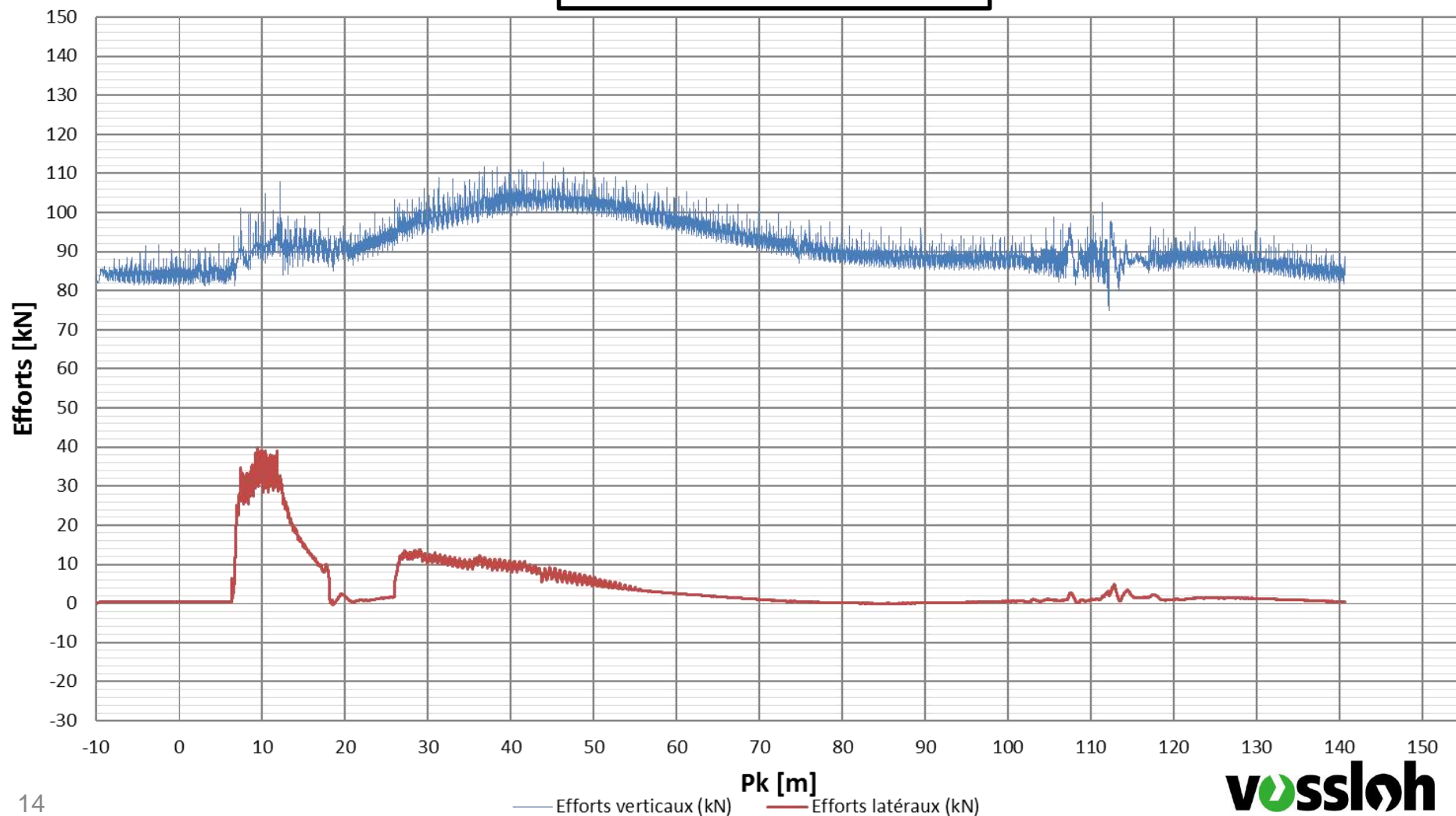
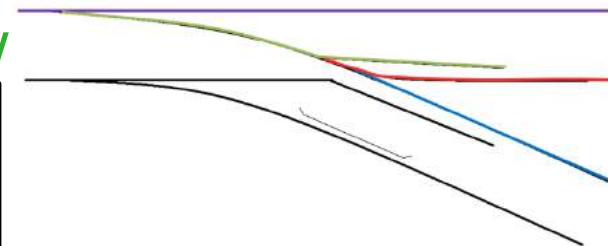


Wartości i kierunek sił, jak również pole powierzchni kontaktu, mogą być wykreślane w każdym punkcie

III – Prezentacja otrzymanych wyników

4) Reakcje koła

O symulacji
Data rozpoczęcia: 03/02/17
Konfig.: tor zwrotny w trybie zwykłym
Prędkość: 167km/h
Symulowany czas przebiegu: 3,43s
Krok czasowy: podwójny zakres zmiennych



III – Prezentacja otrzymanych wyników

5) Wizualizacja dla całego rozjazdu

O SYMULACJI

Data rozpoczęcia : 26/01/17

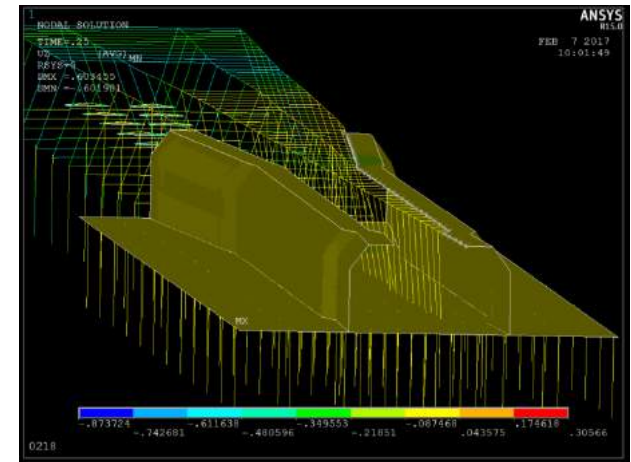
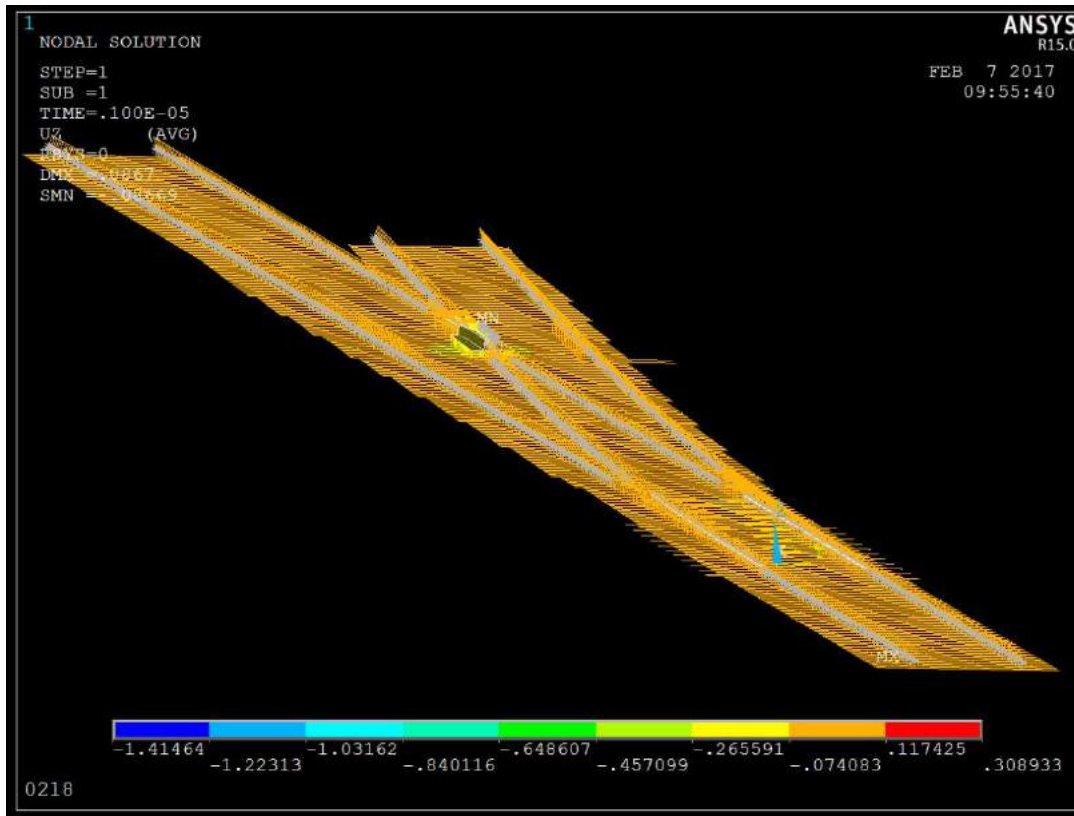
Konfig. : tor główny w trybie rozpruwania

Prędkość : 297km/h

Symulowany czas przebiegu : 1,94s

Krok czasowy : Stały

Precyzja FEM : Nieliniowa



Lokalna reakcja ruchomego dzioba

[Plik wideo]

DYNADeV_SNC.avi

Globalna reakcja rozjazdu

[Plik wideo]

DYNADeV_full_turnout.avi

IV –Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi

1) Współpraca w projekcie z SNCF

► Założenia projektu

- Współpracy z SNCF, którego celem jest certyfikacja oprogramowania DYNADeV jako narzędzia wspierającego proces certyfikacji przyszłych wyrobów produkcji Vossloh.
- Wspólne działania w dwóch podstawowych fazach: określenia mechanicznej charakterystyki zespołów poprzez testy laboratoryjne zespołów oraz kampanii pomiarowej realizowanej w zabudowanym rozjeździe.

► Plan eksperymentu

- Plan eksperymentów ustalony wspólnie przez Vossloh i SNCF.
- Propozycja: w pierwszej kolejności praca z rozjazdem z ruchomym dziobem zamontowanym na betonowym podłożu.
- Wybór rozjazdu nr 1227 LGVEE w Chauconin (77, Francja).

► Proces i plan opomiarowania

- Pomiary laboratoryjne(SNCF), mechaniczna charakterystyka zespołów (Vossloh).
- Pomiary torowe: na torze głównym lub zwrotnym, przeprowadzone wspólnie przez Vossloh i SNCF .
- Pomiary w rozjeździe : z IRISbyTGV (SNCF).

IV –Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi

2) Plan usytuowania punktów pomiarowych w rozjeździe nr 1227 LGVEE



IV –Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi

3) Symulacja vs Pomiary - zew. szyna [6]

O SYMULACJI

Data rozpoczęcia 26/01/17

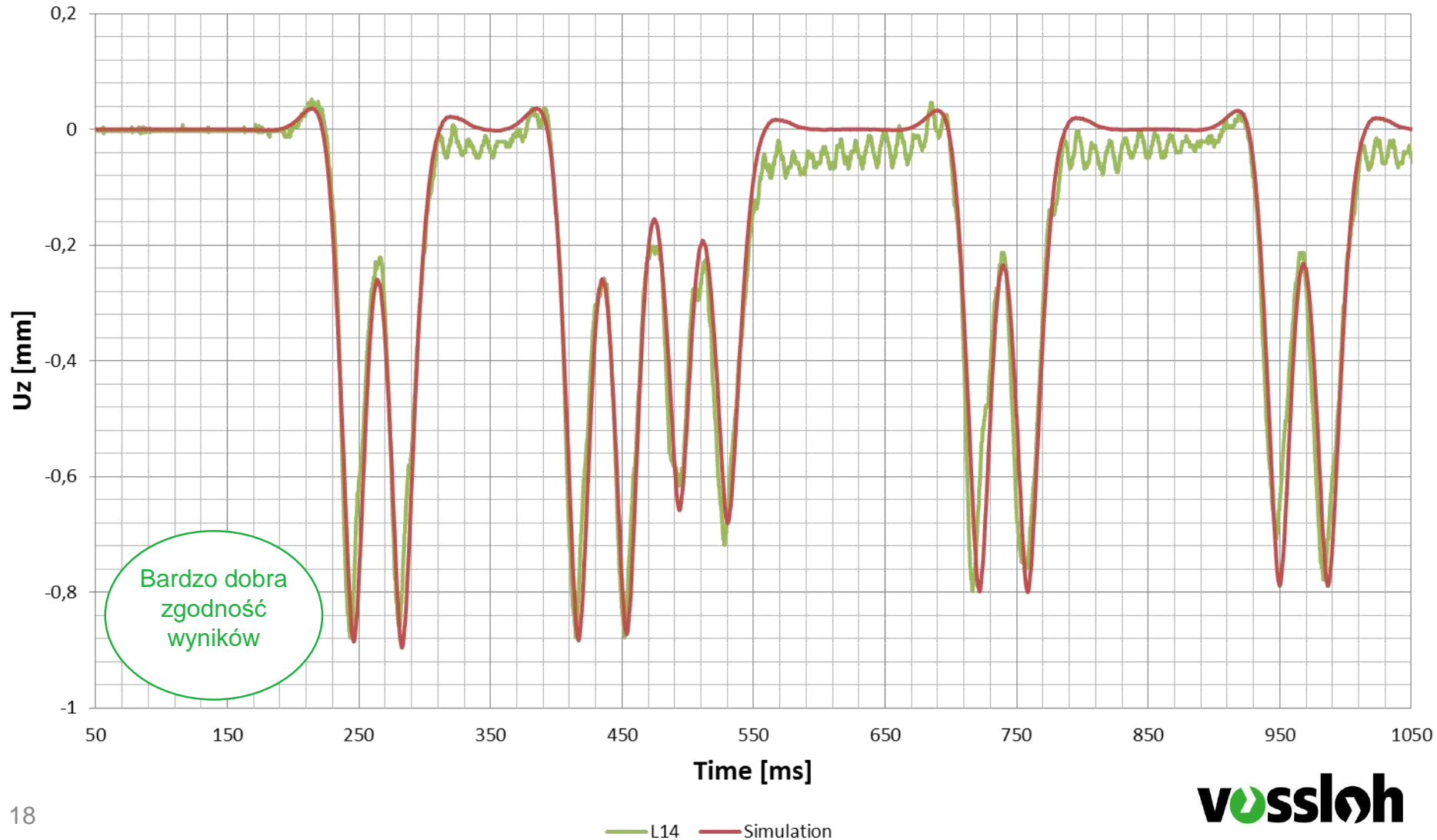
Konfig. : tor główny w trybie rozpruwania

Prędkość : 297km/h

Symulowany czas przebiegu : 1,94s

Krok czasowy : Stały

Precyzja FEM : Liniowa



IV –Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi

3) Symulacja vs Pomiary – dziobnica [11]

O SYMULACJI

Data rozpoczęcia 26/01/17

Konfig. : tor główny w trybie rozpruwania

Prędkość : 297km/h

Symulowany czas przebiegu : 1,94s

Krok czasowy : Stały

Precyzja FEM : Liniowa



IV –Porównanie wyników obliczeniowych z empirycznymi

3) Symulacja vs Pomiary – dziobnica [11]

O SYMULACJI

Data rozpoczęcia 26/01/17

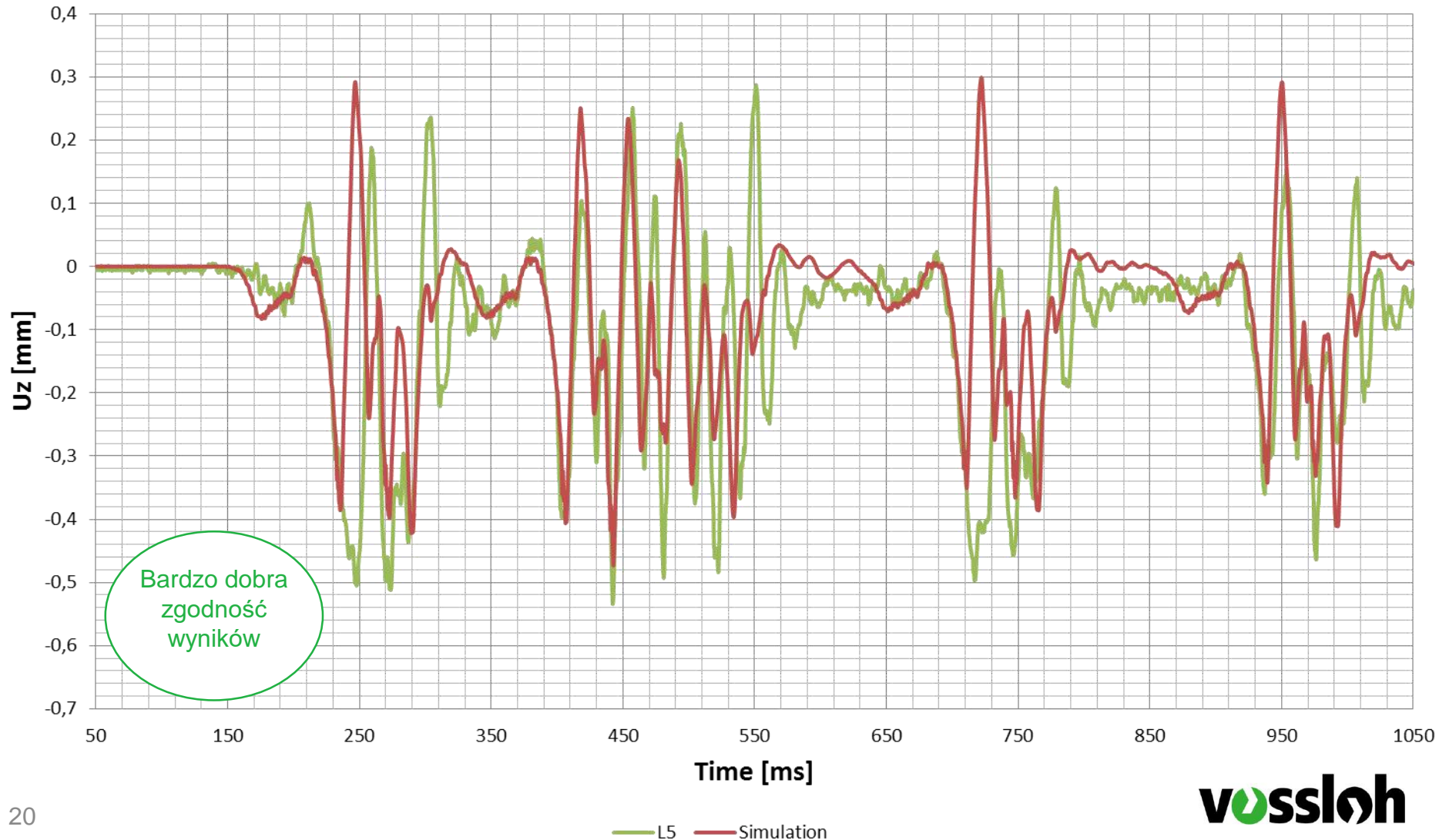
Konfig. : tor główny w trybie rozpruwania

Prędkość : 297km/h

Symulowany czas przebiegu : 1,94s

Krok czasowy : Stały

Precyzja FEM : Nieliniowa



V – Podsumowanie

- ▶ Narzędzie służące do optymalizacji konstrukcji w fazie projektowania.



- ▶ Symulator umożliwiający prognozowanie oddziaływań dynamicznych.



Przyszłe zastosowania

- ▶ Narzędzie umożliwiające skrócenie procesu certyfikacji nowych rozjazdów.



- ▶ Idealne narzędzie diagnostyczne dla istniejących rozjazdów.



